

ZEITSCHRIFT DES ÖSTERREICHISCHEN STAHLBAUVERBANDES



Stahlbau

Kundschau

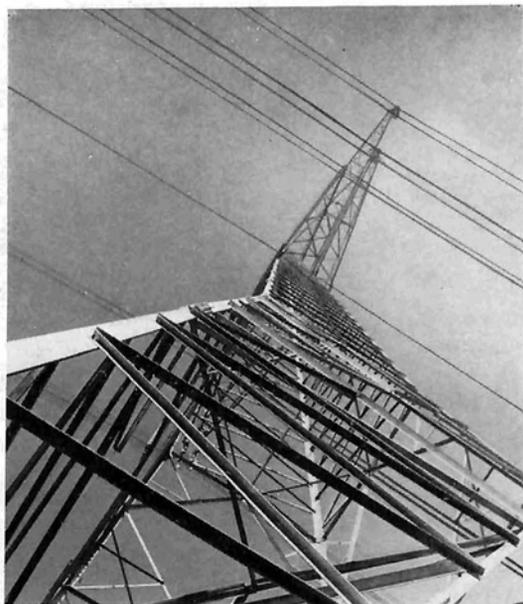
Heft 31 - 196

Inhalt

Über Korrosionsuntersuchungen am Institut für Anorganisch-chemische Technologie und Analytische Chemie der Technischen Hochschule in Graz (o. Prof. Dr. techn. H. Grubitsch)	Seite 1
Verzinktes Stahlblech + Kunststoff: Verbundstoff mit Zukunft (H. Heiner)	Seite 4
Die Schichtdicken von Zinkstaubgrundierungen (Dr. F. Schaur)	Seite 7
Die Feuerverzinkung als Rostschutzmaßnahme im Stahlbau (Ing. F. Götzl)	Seite 9
Eine kurze Betrachtung zum europäischen Stahlhochbau (a. o. Prof. Dr. techn. R. Krapfenbauer)	Seite 12
Eine außergewöhnliche Seilbahnstütze (Dr. techn. F. Cichocki)	Seite 17
Industriehallenbau während des Winters (Dipl.-Ing. G. Deutschmann)	Seite 22
Stahlhochbauten des Bürozentrams der VOEST (Dipl.-Ing. Th. Müller)	Seite 25
300 000 m ³ Gasbehälter mit Stahlbecken, schraubengeführt (Dipl.-Ing. W. Jank, Dipl.-Ing. Dr. techn. H. Weitzer, F. Haller und Dipl.-Ing. F. Erlacher)	Seite 29
Extracts	Seite 38

Contents

Corrosion Researches carried out on the Institute of Inorganic-Chemical Technology and Analytical Chemistry on the Technische Hochschule in Graz (o. Prof. Dr. techn. H. Grubitsch)	Page 1
Strip-Galvanized Steel Sheets and Plastic: Composite Material having Future (H. Heiner)	Page 4
The Zinc Layers of Zinc Dust Priming Coats (Dr. F. Schaur)	Page 7
Hot Galvanizing as Corrosion Protection in Steel Construction (Ing. F. Götzl)	Page 9
Brief Reflection on Elevated Steel Constuction from the European Viewpoint (a. o. Prof. Dr. techn. R. Krapfenbauer)	Page 12
An Extraordinary Ropeway Trestle (Dr. techn. F. Cichocki)	Page 17
Building of Factories during Winter (Dipl.-Ing. G. Deutschmann)	Page 22
Structural Steelwork of Office Centre for VOEST (Dipl.-Ing. Th. Müller)	Page 25
300 000 m ³ Gasometer with Steel Pool Tank, spirally guided (Dipl.-Ing. W. Jank, Dipl.-Ing. Dr. techn. H. Weitzer, F. Haller, Dipl.-Ing. F. Erlacher)	Page 29
Extracts	Page 38



Hochspannungs-Gittermast aus verzinkten Stahlprofilen

Eigentümer und Herausgeber: Österreichischer Stahlbauverband, Wien; für den Inhalt verantwortlich: Dr. Hugo Dienes, beide 1090 Wien IX, Fürstengasse 1 (Palais Liechtenstein); Verleger: Dipl.-Ing. Rudolf Bohmann Industrie- und Fachverlag, 1010 Wien I, Canovagasse 5, Tel. 65 86 85 Serie, FS 01/2312 Bohmann Wien; Redaktionelle Gestaltung: Ing. H. Wanke; Druck: Weiss & Co., 1030 Wien III, Ungargasse 2, Tel. 73 23 12.

Stahlbau

Kundschaun

Zeitschrift des Österreichischen Stahlbauverbandes

Heft 31

1967

Über Korrosionsuntersuchungen am Institut für Anorganisch-chemische Technologie und Analytische Chemie der Technischen Hochschule in Graz

Von H. Grubitsch, Graz

Das Institut betreibt einerseits Grundlagenforschung auf dem Gebiet der Korrosion und beschäftigt sich andererseits mit der Aufklärung praktischer Korrosionsfälle. Dementsprechend gliedert sich der vorliegende kurze Bericht, der keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit erhebt, in zwei Teile.

1. Grundlagenforschung

Bei der Korrosion in neutralen Medien (Regenwasser, Oberflächenwasser) besteht der kathodische Teilvorgang in einer Depolarisation von Sauerstoff. Modelluntersuchungen über die Kinetik der Sauerstoffbeladung von Platin- und anderen Edelmetallelektroden sind für das Verständnis der ablaufenden Reaktionen wichtig.

Ältere Arbeiten [1] sollen mit einer wesentlich verfeinerten Arbeitstechnik wieder aufgenommen werden.

Hierher gehören auch Arbeiten über das Prinzip der Einfangfläche [2], in denen nachgewiesen wird, daß die Korrosionsstromstärke nur in Ausnahmefällen (rein kathodische Kontrolle des Korrosionsvorganges) dem Akimovschen Prinzip (Proportionalität von Kathodenflächen und Korrosionsstrom) folgt. Bei gemischter Kontrolle folgt die Korrosionsstromstärke etwa der Quadratwurzel der Kathodenfläche. Diese an Zink bzw. Eisen gewonnenen Erkenntnisse gelten auch für das System Eisen/Schweißraupe [3].

Die Aufnahme von Strom-Spannungskurven nach der galvanostatischen und – noch wesentlich aufschlußreicher – nach der potentiostatischen Methode (wobei letztere auch das Passivierungsverhalten des untersuchten Metalles darzustellen vermag), ist ein

besonders wichtiges und aufschlußreiches Forschungsmittel geworden. Geschieht der Potentialvorschub kontinuierlich, so spricht man von potentiokinetischer Arbeitsweise, wobei allerdings gewisse Verschiebungen in den Polarisationskurven gegenüber der statischen Aufnahme der Kurven in Kauf genommen werden müssen. In einem sulfathaltigen Elektrolyten (pH 0 bis 12) wurden an einem 18/10 Cr-Ni-Stahl sowohl potentiostatische als auch potentiokinetische Untersuchungen bei verschiedenen Potential-Vorschubgeschwindigkeiten aufgenommen, die Ergebnisse miteinander verglichen und versucht, ein Potential-pH-Diagramm aufzustellen [4].

Es zeigte sich, daß die Begrenzung des Passivbereiches nach edleren Potentialen über weite Bereiche vom pH-Wert unabhängig ist. Anwesenheit von Sauerstoff erweitert den Passivbereich bis zum Beginn der Wasserstoffentwicklung. Der Übergang in den transpassiven Bereich bei hohen positiven Potentialen wird durch die Anwesenheit von Sauerstoff nicht beeinflusst. Potentiokinetisch gemessene Strom-Spannungskurven geben nur bei gleichem Potentialvorschub Vergleichsmöglichkeiten. Eine Vorschubgeschwindigkeit von 5,6 mV/min wurde als geeignet gefunden.

Das anodische Verhalten von Armco-Eisen in luftfreier Salzsäure wurde galvanostatisch untersucht. Mit zunehmender Salzsäurekonzentration ändern sich die Neigungsfaktoren der anodischen TAFEL-Geraden von 30 mV (pH 1) auf 60 mV (pH 0) bzw. 85 mV (pH -1). Dieser Anstieg scheint stetig zu sein, so daß ein plötzlicher Wechsel des Auflösungsmechanismus unwahrscheinlich ist [7].

Derzeit wird die Abhängigkeit des Ruhepotentials eines 18/10 CrNi-Stahles vom pH-Wert in chloridhaltigen Elektrolyten untersucht. Das Potential-pH-Diagramm wird den Einfluß der Chloridionen im Vergleich zu den Sulfationen [4] kenntlich machen.

Nach der Theorie schneiden sich die Verlängerungen der TAFEL-Geraden in einem Potential-log Stromdichte Diagramm in einem Punkt, der der Korrosionsstromdichte unter den Elektrolytbedingungen des Versuches entspricht. Es ergibt sich daher eine Möglichkeit, rasch vergleichende Korrosionsuntersuchungen verschiedener Materialien durchzuführen. Unter diesen Gesichtspunkten wurden potentiokinetische Stromdichte-Spannungsmessungen an Kondensatorrohr-Werkstoffen (SB-Cu, SD-Cu, SoMs 76, CuNi10Fe, CuNi30Fe, Nicorros) in künstlichem Meerwasser durchgeführt, und die erhaltenen Werte nach verschiedenen Formeln ausgewertet und mit Ergebnissen von Langzeit-Korrosionsversuchen verglichen. Das Auswertungsverfahren von Stern-Röschbleck (Polarisationswiderstand) gibt brauchbare Werte [5].

Dieses Verfahren wurde auch angewendet, um den Einfluß einer Vorerhitzung in Luft auf das Korrosionsverhalten von Kondensatorrohr-Werkstoffen, wie SoMs76 und SB-Cu, zu untersuchen. Langzeitversuche in künstlichem Meerwasser und künstlichem Brackwasser, verbunden mit Potentialmessungen bestätigen die, auf Grund elektrochemischer Messungen gemachten Voraussagen. Die besten Ergebnisse wurden mit den zunächst in konzentrierter Salzsäure gebeizten und sodann bei 300°C vergüteten Werkstoffen erhalten.

Die Elektronik eines Potentiostaten gibt nur begrenzte Stromstärken ab. Um mit hohen Stromdichten arbeiten zu können, verwenden manche Autoren sehr kleine Elektroden von oft bloß 1 mm² Oberfläche. Es war daher experimentell zu klären, wie sich eine Verkleinerung der Meßelektrode auf die Ergebnisse auswirkt. Die Versuche wurden mit Armco-Eisen in 1 m NaHCO₃-Lösung durchgeführt. Dabei zeigten sich bei 1 und 3 mm²-Elektroden bei hohen und niederen Potentialen erhebliche Unterschiede (Faktor 1/3) in den gemessene Stromdichten, verglichen mit Elektroden gebräuchlicher Abmessungen (1–3 cm²) [6]. Es muß daher gewarnt werden, bei höheren Stromdichten zu kleine Elektroden zu verwenden.

Mittels galvano- oder potentiostatischer Aufnahme von Stromdichte-Potentialkurven läßt sich sowohl der Einfluß eines speziellen Elektrolyten [8] als auch der Einfluß von Inhibitoren untersuchen. An Hand eines filmbildenden Modell-Inhibitors (Phenyltrithionium-methosulfat) wurde die Wirkungsweise der Inhibition der Eisenauflösung in Salzsäure untersucht. Es konnte durch oszillographische Ausschaltmessungen festgestellt werden, daß die Inhibitorwirkung nicht mit dem Auftreten eines hohen Ohm'schen Filmwiderstandes erklärt werden kann. In luftfreien Lösungen stehen die graphisch aus dem Schnittpunkt zwischen Korrosionspotential und kathodischer TAFEL-Geraden ermittelten Werte des Korrosionsstromes in guter Übereinstimmung mit den analytisch gefundenen Werten. In lufthaltiger Salzsäure versagt diese Me-

thode. Dagegen liefert die Messung des Wechselstromwiderstandes bei sehr niedrigen Spannungsamplituden (5–10 mV) bei dem untersuchten Inhibitor ein Maß für die Inhibitorwirksamkeit [9].

Derzeit wird die Änderung der Inhibitorwirksamkeit von Fettsäuren in der Reihe Ameisensäure bis Laurinsäure in Abhängigkeit von der Inhibitorkonzentration sowie von der Temperatur untersucht.

Einige Arbeiten [10] beschäftigen sich mit der Heißwasserkorrosion von Zink bei höheren Drucken. Dabei konnten zwei Korrosionsmaxima in Abhängigkeit von der Temperatur und vom Druck beobachtet werden. Ein Maximum bei etwa 33–35°C nimmt mit steigendem Druck zu; das bekannte Maximum bei etwa 65°C nimmt mit steigendem Druck ab. Röntgen-Zählrohr-Untersuchungen der Korrosionsprodukte sollen Aufklärung über die Ursache der Ausbildung der Korrosionsmaxima und -minima geben.

Potentiokinetische Untersuchungen in 0,01 m Na₂SO₄-Lösung ergaben ebenfalls Korrosionsmaxima bei 30° und 65° C. Ob ein weiteres Maximum bei 55° C reell ist, muß noch untersucht werden.

2. Zweckforschung

Ein weiteres Forschungsgebiet befaßt sich mit den Eigenschaften von Anstrichen. Über den derzeitigen Stand der Kenntnisse über Zinkstaub Shop-Primer wurde berichtet [11].

Ein Vortrag über „Schutzwirkung von Überzügen und Methoden zu ihrer Überprüfung“ erscheint demnächst [12].

Im Institut wurde eine Sprühkammer gebaut, mit der quantitative Korrosionsuntersuchungen im Sprühtest durchgeführt werden können. Die Abweichungen der Einzelwerte vom Mittelwert betragen maximal ± 20%, während in den üblichen Sprühkammern Abweichungen von über 100% toleriert werden.

Ein Auftrag des Stahlbauverbandes sieht an St 37 T und an ALDUR 50 die Untersuchung verschiedener Strahlmittel (Quarz, Hochofenschlacke, Korund, Stahlsplitt) bezüglich der sich ausbildenden Rauhtiefe, des Rauhprofils sowie der Reaktionsfähigkeit der gestrahlten Eisenoberfläche in der Sprühkammer vor. Weiters soll das Korrosionsverhalten von 1-Komponenten und 2-Komponenten Kaltzinkanstrichen auf St 37 T und Aldur 50 im Salzsprühgerät und im Freibewitterungstest untersucht werden.

Zur Anstrichvorbereitung werden die beiden Werkstoffe mit den oben genannten Strahlmitteln gestrahlt um Hinweise über den Einfluß der Strahlmittel auf das Korrosionsverhalten zu bekommen.

Korrosionsuntersuchungen an Papiermaschinensieben zeigten den Einfluß von Dithionit. Es entstehen Sulfiddeckschichten wesentlich edleren Potentials als der Grundwerkstoff (Bronze 8,5; Bronze 7,5 als Kettenmaterial). Diese Sulfiddeckschichten können speziell in der Kette aufreißen und damit Anlaß zu Spannungs- und Schwingungsriß-Korrosion bieten [13].

Die Beseitigung der Abfälle wird in dichtbesiedelten Industriestädten ein immer wichtigeres Problem, das mit der Reinhaltung der Gewässer (Grundwas-

ser) eng verbunden ist. Neben der Kompostierung, dem Ausfaulen, wird die Müllverbrennung durchgeführt. Infolge des steigenden Anteiles an Kunststoffen, speziell von Polyvinylchlorid in den Abfällen, sind die Verbrennungsgase salzsäurehaltig und können an Siederohren nachgeschalteter Dampfkessel schwere Korrosionen hervorrufen. Es werden derzeit Zündversuche in künstlicher salzsäurehaltiger Rauchgasatmosphäre in Abhängigkeit von der Temperatur durchgeführt, um den Korrosionsmechanismus zu ergründen.

Korrosionsuntersuchungen an Siederohren von Abhitzeesseln für LD-Konverter zeigten den stark korrosiven Einfluß flüssiger Schlacke.

An Zentralheizungsradiatoren, die mit dem weitgehend enthärteten Wasser eines Fernheiznetzes betrieben wurde, treten immer wieder nadelstichförmige Lochfraßstellen (Pitting) auf, die zu einer baldigen Durchlöcherung der Radiatoren führen. Korrosionsursache ist meist eine unsachgemäße Bedienung der Anlage, das Eindringen von Sauerstoff in das Zentralheizungssystem sowie Entleerung der Anlage, wobei der eindringende Sauerstoff an den verbleibenden Wasserniveaus starke Korrosionen bewirkt.

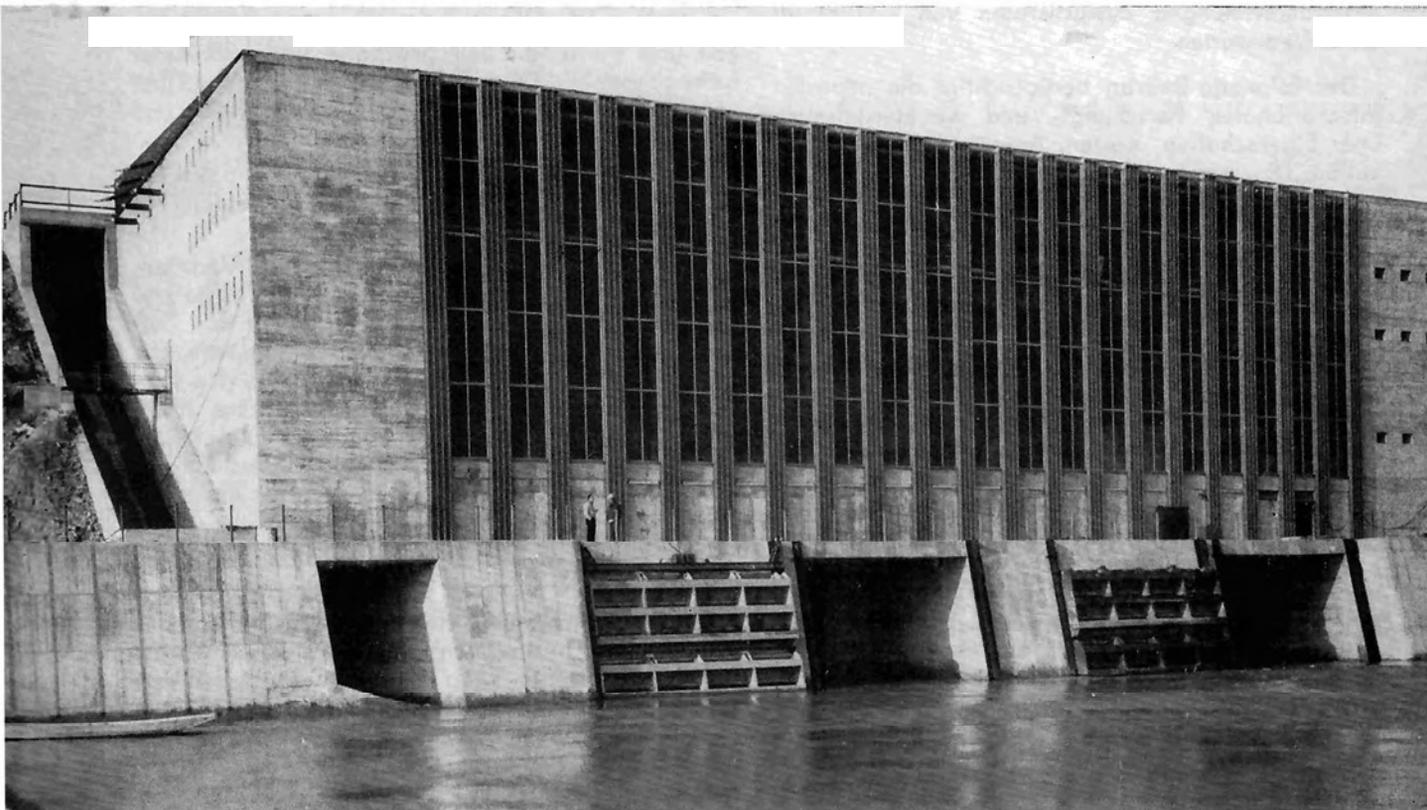
Eine Literatarbeit beschäftigt sich mit den Zerstörungen von Beton- bzw. Asphaltstraßendecken unter dem Einfluß von Tausalzen.

Die starke, oft örtlich begrenzte Abkühlung auf den kryohydratischen Punkt der Eis-Tausalzmischung verursacht eine Versprödung des Asphalts; die Asphaltdecke bekommt Risse, in weiterer Folge können osmotische Erscheinungen mit zur Zerstörung der Straßendecke beitragen. Durch Verwendung von Luftporenbeton bzw. durch Anbringen isolierender Schutzschichten können die schädlichen Wirkungen vermindert werden.

o. Prof. Dr. techn. Heribert Grubitsch,
Technische Hochschule Graz

Schrifttum

- [1] H. Grubitsch: *Werkst. u. Korr.* 2, S. 85-89 (1951).
H. Grubitsch, F. Tödt: *Werkst. u. Korr.* 2, S. 415-416 (1951).
H. Grubitsch: *Mh. Chem.* 83, S. 549-567 (1952).
L. Willfurth: *Diplomarbeit T. H. Graz*, 1961.
- [2] H. Grubitsch: *Osterr. Stahlbauverband, Symposium „Schutz von Stahlkonstruktionen durch metallische Überzüge“*, Bohmann Wien 1965, p. 48-54.
Werkst. u. Korr. 17, S. 679-685 (1966).
- [3] A. Moser: *Diplomarbeit T. H. Graz*, 1966.
- [4] H. Grubitsch, L. Willfurth, H. Zitter: *Werkst. u. Korr.* 17, S. 862-869 (1966).
- [5] H. Grubitsch, F. Hilbert, R. Sammer: *Werkst. u. Korr.* 17, S. 760-765 (1966).
- [6] E. Grigoroff: *Diplomarbeit T. H. Graz*, 1967.
- [7] E. Starz: *Diplomarbeit T. H. Graz*, 1966.
- [8] H. Grubitsch, R. Schneeberger: *Radex Rdsch. H. 1*, S. 45-54 (1964).
- [9] H. Grubitsch, F. Hilbert: *Werkst. u. Korr.* 17, S. 289 bis 298 (1966).
- [10] D. Guggi: *Diplomarbeit T. H. Graz*, 1964.
S. Schneider: *Diplomarbeit T. H. Graz*, 1965.
E. Zlabl: *Diplomarbeit T. H. Graz*, 1965.
- [11] H. Grubitsch, F. Hilbert, J. Schukoff: *Farbe u. Lack*, 72, S. 399-406 (1966).
- [12] H. Grubitsch: *Surface 1966*, Forster Verlag, Zürich, im Druck.
- [13] H. Grubitsch, R. Sammer: *Das Papier*, im Druck.



Kanalkraftwerk St. Pantaleon der Ennskraftwerke AG. Bei den Stahlwasserbauten wurden hier modernste Korrosionsschutzmethoden verwendet.

Verzinktes Stahlblech — Kunststoff: Verbundstoff mit Zukunft

Neuere Erkenntnisse in der Oberflächentechnik von Stahl*)

Von H. Heiner, Krefeld-Bockum

Dem verzinkten Stahlblech sagen die Marktexperten international große Zuwachsraten voraus. Mit neueren Entwicklungen werden immer mehr Anwendungsmöglichkeiten für den veredelten Werkstoff Stahl erschlossen, der heute für die spezifischen Zwecke in einer reichhaltigen Palette von Oberflächenarten angeboten wird. Immer mehr hat sich herausgestellt, daß gerade die Verarbeiter an die Oberflächenart des verzinkten Bleches die höchsten und unterschiedlichsten Ansprüche stellen. Deshalb wurden außer der normalen Zinkblumenoberfläche Oberflächen entwickelt, die für Kunststoffbeschichtungen und Lackierungen besonders geeignet sind. Mit diesen Oberflächenarten ist die Entwicklung jedoch noch nicht abgeschlossen. In der Zukunft werden immer größere Forderungen an die Hersteller von verzinktem Blech gestellt. Hier bietet sich eine Verbundlösung von Stahl und Kunststoff an. Die Produzenten des Verbundstoffes Stahl/Kunststoff rechnen sich große Marktchancen aus, die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten lassen nach den vorläufigen Marktberechnungen Zuwachsraten von jährlich 20 bis 30 % erwarten.

Der folgende Beitrag berücksichtigt die neuesten internationalen Forschungs- und Marktergebnisse über Eigenschaften, Kosten, Anwendung und Fabrikation. Die reichhaltige Verwendungsskala des Materials erstreckt sich vom Bauwesen bis zur Verpackung. Da man neuerdings die Farb- und Kunststoffbeschichtung vorzugsweise am verzinkten Stahlblech vornimmt, soll einleitend über die neuesten Erkenntnisse bei der Verzinkung berichtet werden.

Die Oberfläche kann dem Verwendungszweck angepaßt werden. Vielfach sind die Wünsche der Abnehmer bekannt oder sie entsprechen den Ausführungsmöglichkeiten. Wenn es sich um Zieh- und Tiefziehvorgänge handelt, wenn spezielle Oberflächen gewünscht werden, oder wenn das Material geschweißt werden soll, wird zuerst in Versuchen das

richtige Einsatzmaterial für den Verbraucher ermittelt.

Außer der normalen Zinkblumenoberfläche gibt es bei der Bandverzinkung eine zinkblumenfrei geglättete und eine zinkblumenfrei dressierte Oberfläche, die höchsten Ansprüchen genügt.

Die Wünsche der Verarbeiter und Verbraucher gehen zu einem Material, das außer dem Korrosionsschutz durch das Zink eine weitere Behandlung der Oberfläche erhält. Das Ziel ist ein Material, das vor der Verarbeitung bereits mit einer Farbschicht versehen worden ist und dadurch zusätzlich zur hohen Qualität des verzinkten, kaltgewalzten Materials eine weitere Veredelung der Oberfläche aufweist. Hier bietet sich eine Verbundlösung von Stahl und Kunststoff an. Vor der Verarbeitung farbbeschichtete oder mit Kunststoff-Folie kaschierte, bedruckte und geprägte Stähle bieten jetzt eine Kombination physikalischer und ästhetischer Eigenschaften. Niedrige Kosten, Stärke, Festigkeit und Haltbarkeit des Stahls verbinden sich in vorbeschichtetem Stahlblech mit Korrosionsbeständigkeit und Verformbarkeit geprägter und bedruckter farbbehandelter Oberflächen. Es gibt Kunststoffbeschichtungen in verschiedenen Schichtdicken und Folierungen (oder Folienkaschierungen).

Beschichtete Bleche können tiefgezogen, profiliert, gelocht, gestanzt, gepreßt und geprägt werden. Für das Schweißen gelten besondere Richtlinien.

Ein wirtschaftlicher Vorteil dieses neuen Verbundstoffes für den Stahlverarbeiter liegt darin, daß er die Veredelungsarbeiten einspart. Er erhält das Vormaterial bereits in der veredelten Oberfläche, die sein Fertigerzeugnis verkaufsfähig macht. In den meisten Fällen wird der Mehrpreis, den er dem Halbzeugproduzenten für die Veredelung des Vormaterials bezahlen muß, niedriger sein als die Aufwendungen, die im eigenen Betrieb notwendig wären, um stückweise die Fertigerzeugnisse selbst zu veredeln.

Wie geht nun die Beschichtung des verzinkten Bleches vor sich?

Die Farbbeschichtung des verzinkten Stahlbandes geschieht in besonderen Anlagen, die in ihrem technischen Ablauf etwa mit einer Sendzimir-Verzinkungsanlage zu vergleichen sind. Schlingentürme am Anfang und am Ende, um genügend Band für das Wechseln der Coils zu speichern, und Vorrichtungen zum Schweißen bzw. Heften der Bänder für einen kontinuierlichen Ablauf sind für jede Bandanlage erforderlich. Charakteristisch für eine Bandbeschichtungsanlage sind die verschiedenen Vorrich-

*) Wir möchten mit der Veröffentlichung nachstehender Beiträge über Korrosionsschutz auf die Bedeutung der sachgemäßen Oberflächenbehandlung von Stahlbauwerken und der hierzu erforderlichen Maßnahmen hinweisen und versuchen, allen mit diesen Fragen befaßten Stellen, Auftraggebern, Stahlverarbeitern und Korrosionsschutzfirmen interessante Berichte aus dem großen Gebiet des Korrosionsschutzes zu vermitteln. Die Vielfalt der Auffassungen gerade auf diesem Gebiet bringt es aber mit sich, daß in den gebrachten Beiträgen auch umstrittene Meinungen vertreten sein werden. (Die Schriftleitung.)

tungen, um das Metallband zu entfetten, chemisch vorzubehandeln und um die Lackierung bzw. Kunststoffbeschichtung in einer oder mehreren Schichten, einseitig oder zweiseitig, vorzunehmen, wozu Auftragsvorrichtungen und Trockenöfen gehören.

Die Oberflächenvorbehandlung des verzinkten Stahlbandes beginnt mit dem Entfetten. Dazu werden alkalische Lösungen von beiden Seiten bei einer Temperatur von 70 bis 80° C auf das Band aufgesprüht. Die Reinigung wird meistens durch rotierende Bürsten, die etwa in der Mitte der Entfettungszone angebracht sind, verstärkt (Scotchbrite-Behandlung). Die gesamte Entfettungszone weist dann eine Länge von etwa 15 m auf. Anschließend wird kurz mit heißem Wasser gespült und das Band nun in einer Zone von 6–7 m Länge der eigentlichen chemischen Oberflächenbehandlung durch Aufsprühen bestimmter Chemikalienlösungen unterworfen. Für verzinktes Stahlband hat sich eine Phosphatierung mit einer sauren Lösung, die Phosphorsäure und Zinkphosphat enthält, – bzw. in neuerer Zeit eine alkalische Passivierung – bewährt. Im ersten Falle bildet sich eine dünne Schicht von kristallinem Zinkphosphat, im zweiten Falle eine amorphe Schicht von komplexen Oxyden. Durch diese Schichten soll in erster Linie eine besonders gute Haftung der später aufgetragenen Beschichtung erreicht werden und außerdem wird noch ein zusätzlicher Korrosionsschutz gegeben. Wenn das fertig beschichtete Band besonders stark verformt werden soll, wird heute vorzugsweise die alkalische Passivierung angewandt, die eine ausgezeichnete Haftung des Beschichtungsfilmes auf dem verzinkten Blech gewährleistet.

Nach dieser Behandlung wird wieder kurz mit kaltem Wasser gespült und in einer Nachbehandlungszone von einigen Meter Länge wird nun eine heiße chromat- bzw. chromsäurehaltige Lösung aufgesprüht, die auf dem Blech verbleibt. Das Band durchläuft nun eine Trockenzone und gelangt zur ersten Beschichtungsvorrichtung. Hier wird bei einem Zweischichtensystem, das überwiegend bei Bandbeschichtungen zur Anwendung kommt, der Haftgrund oder Primer auf der Oberseite und eine Rückseitenlackierung auf der Unterseite des Metallbandes aufgetragen. Der Auftrag der Beschichtungsmaterialien erfolgt durch Walzen, und zwar wird wegen der besseren Kontrollmöglichkeit hinsichtlich Schichtdicke und -gleichmäßigkeit mit gegenläufigen Walzen (revers roll coater) gearbeitet, das heißt, die Auftragswalze läuft entgegengesetzt zur Laufrichtung des Bandes. Sie besitzt einen Überzug aus Kunststoff und erhält das Beschichtungsmaterial von einer zweiten Walze aus Stahl, die in den Farbdruck eintaucht. Auf der eintauchenden Walze kann auch noch eine dritte Walze angebracht sein, die zur Regulierung des aufgenommenen Beschichtungsmaterials dient. Coater der beschriebenen Art besitzen gewöhnlich zwei Auftragsysteme, so daß beide Seiten des Metallbandes gleichmäßig beschichtet werden können.

Hinter dem Coater schließt sich der erste Trockenofen an. Hier wird der Primer und die Rückseitenlackierung eingebrannt, das heißt, bei Temperaturen

über 200° C verdampfen zunächst die Lösungsmittel und die Kunststoffschicht härtet aus und bildet nach dem Verlassen des Ofens eine festhaftende trockene Schicht. Der Ofen wird gewöhnlich durch Gas oder Öl beheizt, es wird Luft erhitzt und mit hoher Geschwindigkeit umgewälzt, so daß die erforderliche Objekttemperatur, also die Temperatur des mit den Auftragsmaterialien versehenen Metallbandes, schnell erreicht wird. Da hier die zur Anwendung gelangenden Schichten sehr dünn sind – der Primer hat eine Schichtdicke von vielleicht 8–10 μ ($1 \mu = 0,001 \text{ mm}$) und die Rückseitenlackierung in vielen Fällen unter 25 μ – ist nur verhältnismäßig wenig Lösungsmittel zu verdampfen, so daß der Ofen kürzer gehalten werden kann als der nachfolgende zweite Ofen für die Deckschicht. Das Band durchläuft den ersten Ofen meistens in weniger als 60 Sekunden. Nach dem Austritt aus dem Ofen wird es mit Wasser abgeschreckt.

Es folgt nun der Durchlauf des Metallbandes durch das zweite Auftragsystem, in dem die Deckschichten aufgebracht werden, und zwar auf der Seite, auf der schon der Primer aufgetragen wurde. Der Coater besteht aus einem ähnlichen Walzensystem wie schon oben beschrieben wurde. Daran schließt sich ein Trockenofen an, der auf die gleiche Art beheizt wird wie der erste Trockenofen, jedoch besitzt er eine größere Länge, da dickere Schichten zu trocknen sind. Die Länge ist so ausgelegt, daß eine Aufenthaltszeit des Bandes von 60–90 Sekunden eingehalten werden kann. Nach dem Verlassen dieses Ofens wird das Band wieder mit Wasser abgeschreckt – in besonderen Fällen wird vorher noch geprägt – und es wird dann nach dem Abkühlen schließlich aufgerollt.

Als Gleitmittel beim Verformen kann auch noch eine dünne Wachsschicht auf die Oberfläche des Beschichtungsfilmes aufgebracht werden.

Meistens besitzen die Bandbeschichtungsanlagen, wie sie oben beschrieben wurden, auch eine Vorrichtung, um auf das Metallband Kunststoffolien aufzukleben. Dazu ist im wesentlichen eine Abwicklungsvorrichtung für die in Rollenform angelieferte Kunststoffolie und ein Preßwalzenpaar notwendig, um die Folie auf das mit Kleber versehene, noch heiße Blech aufzupressen. Auch hier kann eine Rückseitenlackierung im ersten Coater vorgenommen werden und der Klebstoff wird auf das Band mittels des zweiten Coaters aufgetragen und im zweiten Ofen auf die zur Aktivierung erforderliche Temperatur erhitzt.

Der Beschichtungsfilm kann auch bedruckt werden, zum Beispiel mit einem Holzfasermuster oder ähnlichem. Dies geschieht nach dem zweiten Coater.

Durch die beschriebene Verfahrensweise, die normalerweise drei Schichten auf das verzinkte Band aufbringt – nämlich die durch die chemische Oberflächenvorbehandlung entstandene Schicht, den Primer und die Deckschicht – wird ein Beschichtungsfilm geschaffen, der allen Ansprüchen hinsichtlich Verformbarkeit und Korrosionsschutz gerecht wird. Durch eine intensive Kontrolle der ganzen Anlage, die weitgehend automatisiert ist, wird außerdem eine

gleichbleibende Qualität gewährleistet. Ein nachträgliches Spritzen von verformten Teilen, zum Beispiel von Fassadenprofilen, das vor dem Vorhandensein von bandbeschichtetem Material die einzige Möglichkeit darstellte, Bleche mit einem schützenden Farbüberzug zu versehen, kann daher niemals einen Farbfilm von der gleichen Qualität ergeben wie bei dem bandbeschichteten Material. Gleichmäßige Entfettung, die von Hand vorgenommen werden muß, und gleichmäßiger Auftrag durch Spritzen sind dort nicht gewährleistet und durch die fehlende chemische Vorbehandlung der Materialoberfläche kann die Haftfestigkeit und der Korrosionswiderstand des Farbfilmes nicht die gleichen guten Werte erreichen.

Als Beschichtungsmaterial für die Bandbeschichtung haben sich einige Produkte durch ihre guten Eigenschaften ausgezeichnet. Durch die strengen Forderungen hinsichtlich Verformbarkeit und Beständigkeit gegen atmosphärische Einwirkungen ist schon von vornherein eine Auswahl getroffen. Für dickere Beschichtungen von 50–120 μ kommen daher im wesentlichen zweischichtige PVC-Organosole in Frage, für noch stärkere Schichten PVC-Plastisole bis 500 μ (beide Typen unterscheiden sich nur durch ihren verschiedenen Lösungsmittel- und Weichmachergehalt) und für die Dünnschichtlackierungen von 5–35 μ PVC-Mischpolymerisate in Lösungsmitteln und Acrylate. Für dünne Schichten haben sich die Letztgenannten in neuerer Zeit als Zweischichtenauftrag in den Vordergrund geschoben.

Abschließend sollen einige international bewährte Anwendungen der Kombination von Stahl und Kunststoff und die Zunahme des Einsatzes dieses Materials gestreift werden: Im Jahre 1965 wurden in den USA zirka 3 Millionen m³ Stahl mit Vinyl beschichtet, das entspricht einer Zunahme von über 40 % in nur drei Jahren. Nach Angaben der National Coil Coaters Association, einem Verband, dem die Mehrzahl der US-Bandbeschichter und eine Reihe japanischer und europäischer einschlägiger Werke angehören, erhöhte sich die Herstellung von vorbeschichtetem und aufgewalztem Band 1965 um 38 %. Nach einem Industrie-Überblick wurden 1965 rund 782 500 t Stahl beschichtet und laminiert gegenüber 567 500 t im Jahre 1964. Man hat errechnet, daß die Verkäufe der Industrie in den USA bis 1970 die Summe von 1 Milliarde Dollar pro Jahr übersteigen wird. Hauptanwendungsgebiete sind Autos, Geräte,

Massentransportbehälter und dauerhafte Konsumwaren. Eine stetige Steigerungsquote verspricht man sich in den USA und Europa beim Bauwesen, bei Haushaltswaren, Klimageräten, Sanitätsartikeln, Dosen, Kasten, Fässern und Kisten. Auch in der Innenausstattung von Büros und Wohnungen, für Möbel aller Art, Regale und Schränke findet der Verbundwerkstoff zunehmendes Interesse.

In den USA wurde im Jahre 1965 vinyl laminiertes Metall zu fast 25 % für Plattenspieler, Radio- und Fernsehgehäuse verwendet. Behälter für chemische Verfahren und für Silos sind weitere bevorzugte Anwendungsgebiete.

Der Polyvinylfluoridfilm, eine neuere Entwicklung auf dem Sektor der Vinylstahllaminierung, eignet sich besonders für die Verwendung im Freien, da er stark feuchtigkeitsundurchlässig und widerstandsfähig gegen Chemikalien und atmosphärische Einflüsse ist. Bauplatten und Schildereinfassungen bilden ein wichtiges Absatzgebiet für Stahl mit PVC-Beschichtung.

Zu den neuesten Stahlüberzügen zählen biegsame Acryle und Polyester, die mit ihrer verbesserten Biegsamkeit jetzt auch Verarbeitungsvorgänge mit starken Formänderungen aushalten. Da beide Kunststoffe durch ihren Hochglanz auch optisch gut wirken, sieht man gute Chancen für die Einführung in der Getränkeindustrie.

Neben dem kunststoffbeschichteten Band gewinnt – namentlich im Fassadenbau – das emaillierte Band zunehmende Bedeutung. In den USA ist es bereits bestens eingeführt. Die aus emailliertem Band hergestellten Fassadenelemente und Wandplatten sind in Bezug auf Licht- und Farbechtheit sowie auf ihre Witterungsbeständigkeit besonders gut geeignet. Die nach einem Spezialverfahren emaillierten Stahlbleche sind außerdem in gewissen Grenzen verformungsfähig, ohne daß eine Beschädigung der Emailoberfläche und damit der Korrosionsbeständigkeit eintritt.

Es ist nicht möglich, schon heute das ganze Ausmaß der Bedeutung zu ermessen, die der neue Werkstoff in Zukunft finden wird. Der Verbund zweier wichtiger Werkstoffe der Gegenwart und der Zukunft ist gelungen. Die Ehe zwischen Kunststoff und Stahl ist geschlossen.

Heinz Heiner,
Krefeld-Bockum, BRD

Die Schichtdicken von Zinkstaubgrundierungen

Von F. Schaur, Wien

Mit der Verwendung von Zinkstaubfarben als Grundiermaterial für korrosionsbeständige Schutzschichten auf Stahlkonstruktionen hat der Begriff der Trockenfilmschichtdicke an Bedeutung gewonnen.

Bei dem seit Jahrzehnten üblichen und bewährten Bleiminiumgrundanstrich legt man besonderes Augenmerk auf die Materialbeschaffenheit, verzichtet jedoch auf die Angabe der Schichtdicke. Die Ausschreibungsbedingungen legen Qualität und Menge des Pigments und des Bindemittels fest, sagen auch über den Prozentsatz der zulässigen Verdünnungsmittel aus und bestimmen die Durchlaufzeit der streichfertigen Farbe im DIN-Becher. Vorschriften über die Schichtdicke gibt es nur sehr selten, allenfalls nur für den kompletten vierfachen Anstrichaufbau. Der orangerote Farbton und die mittelmäßige Deckkraft des Miniums versetzen schon den Anstreicher in die Lage, während der Arbeit für eine genügende Schichtdicke zu sorgen. Wenn der Farbfilm zu dünn ist, wird die graue Eisenoberfläche nicht voll überdeckt, ist er zu dick, zeigt dies die Bildung von Rillen, Runzeln und Tränen an. Schon eine flüchtige Besichtigung der gestrichenen Werkstücke zeigt, ob eine ausreichende oder mangelhafte Schichtdicke des Grundanstriches vorliegt.

Dafür hat man aber eine strenge Qualitätsüberprüfung des Farbmaterials eingerichtet. Oft schon während der Erzeugung der Farbe, oder unmittelbar danach, werden zum Beispiel bei den Österreichischen Bundesbahnen Farbproben entnommen, die als Vergleichsmuster für jene Farbproben dienen, die während der Anstricharbeiten entnommen werden. Zweck dieser Maßnahmen ist es, den Farberzeuger von einer Verschnittbeigabe abzuhalten, beim Anstreicher eine übergebührlige Verdünnungsbeigabe zu verhindern.

Wie sieht es nun bei den Zinkstaubgrundierungen aus? Hier gibt es noch keine Vergabebedingungen, welche den Anteil des Pigments und Bindemittels festlegen. Es werden nur Markenartikel zugelassen und die Kontrolle beim Anstrich beschränkt sich darauf zu achten, daß nur Farben des vorgeschriebenen Erzeugers in Originalgebinden verwendet werden.

Die „neuen“ Anstrichstoffe verlangen von vornherein eine Reinigung der Stahloberfläche mittels Sandstrahl, wobei entweder der Qualitätsgrad metallblank oder metallrein vorgeschrieben wird. Jedenfalls wird die Oberfläche soweit gereinigt, bis ein einheitlich grauer Farbton erreicht ist. Darauf wird nun der Zinkstaubgrundanstrich aufgebracht, der durch sein Zinkpigment ebenfalls einen grauen Farbton hat. Die Deckkraft dieser Farbe ist überdies so gut, daß schon eine dünne Farbschicht genügt, um eine Deckung zu erzielen. Eine flüchtige Betrachtung

des Grundanstriches genügt also nicht mehr, um festzustellen, ob ausreichend Farbe aufgebracht wurde. Auch ein geschulter Facharbeiter kann nur mehr am Glanz des frischen Anstriches erkennen, ob genügend Farbe verstrichen wurde. Ein zuviel an Farbe läßt sich bei manchen Qualitäten durch ein Abrinnen der Farbe eher feststellen. Um eine Kontrolle des Grundanstriches zu ermöglichen, werden deshalb schon in den Vergabebedingungen die Schichtdicken vorgeschrieben, die nach guter Durchtrocknung der Farbe stichprobenweise überprüft werden. Die Schichtdickenmessungen ergeben aber stets starke Streuungen und als Ursache werden die schlechte Zugänglichkeit, die Unzulänglichkeit der menschlichen Arbeitskraft und die schlechte Beleuchtung der Arbeitsstelle genannt.

Aber es sind nicht nur die Methoden der Aufbringung, die oft eine genaue Einhaltung der Schichtdicken verhindern, sondern es liegt auch schon in der Zusammensetzung der Farbe eine Ursache für die Schichtdickenschwankungen.

Eine Zweikomponenten-Zinkstaubfarbe wurde für Schichtdickenmessungen in einem Versuchslaboratorium auf gestrahlte Blechblättchen aufgebracht. Unter genauer Einhaltung der Verarbeitungsvorschriften der Farberzeugerfirma zeigte sich, daß die Aufbringung mit dem Pinsel unter 50 μm Dicke nicht möglich war, daß also über 50 μm gestrichen und weniger als 50 μm nur gespritzt werden konnte. In der Praxis, an der Baustelle am bereits montierten Objekt liegen die Verhältnisse fast entgegengesetzt. Für eine Stahlwasserbaukonstruktion, bei der die Mindestdicke von 50 μm vorgeschrieben war, konnte dieser Wert mit dem Pinsel gerade noch erreicht werden, wurde aber keinesfalls überschritten. Er stellt die Höchstgrenze dar, die in einem Arbeitsgang mit dem Pinsel erzielt werden kann. Daher wurde die Grundierung mit einem Airless-Spritzgerät in Angriff genommen, wobei an großen, leicht zugänglichen Flächen auch genügend Farbauftrag festzustellen war. Bei den Verstrebungen und in Kastenkonstruktion waren jedoch die Schichtdicken beim Spritzen zu gering. Dies ist darauf zurückzuführen, daß bei sehr schlecht zugänglichen Konstruktionsteilen der steife Hochdruckschlauch des Airless-Gerätes doch zu unhandlich ist.

Eine Schichtdicke von 30 μm wurde bei den Testversuchen im Laboratorium nur mit der Spritzpistole erzielt, während im Baustellenbetrieb dieser Wert ohne Schwierigkeiten auch mit dem Pinsel erreicht wird. Es können ja die Werte 30–40 μm für Grundierungen an der Baustelle als durchaus üblich betrachtet werden. Sie bereiten keinerlei Schwierigkeiten bei der Aufbringung mit Pinsel oder Spritzpistolen.

Bei einem Objekt von über 30 000 m² Oberfläche, bestehend aus Trägern und Winkeln, vornehmlich aber aus Profilverhören, wurde die Mindestschichtdicke von 30 µm verlangt und auch ohne Schwierigkeiten erreicht. Die Aufbringung der Farbe erfolgte mit Pinsel, mit Druckluftpistole und im Airless-Verfahren. Die wirtschaftlichste Aufbringung war das Spritzen im Druckluftverfahren. Während das Streichen mit dem Pinsel zuviel Arbeitszeit beanspruchte, war der Farbverlust beim Airless-Spritzen zu groß. Überdies schwankte gerade bei dieser Aufbringungsart die Schichtdicke am stärksten. Der Farbausstoß dieses Gerätes ist so groß, daß bei rein händischer Führung der Pistole die schmalen Profilverhören nicht richtig erfaßt werden.

Als weiteres Beispiel für eine Zinkstaubgrundierung soll noch ein Serienbau angeführt werden, bei welchem kaltgewalzte Bleche eine Beschichtung von 20 µm Zinkstaub-Epoxyfarbe erhalten sollten. Diese Bleche wurden nach der Grundierung gekantet und punktgeschweißt und es sollte daher eine Überschreitung der Schichtdicke vermieden werden, um die Qualität der Schweißung nicht zu beeinträchtigen. Die Bleche waren horizontal gelagert und für den Spritzer gut zugänglich. Als Aufbringungsmethode wurde das Airless-Spritzverfahren gewählt und die Messungen ergaben, daß die Schichtdicke kaum unterschritten wurde, während dort Überschreitungen stattfanden, wo während des Spritzvorganges eine Überlappung der einzelnen Spritzphasen erfolgen mußte. Die Bleche waren nämlich so breit, daß man mit einem Arbeitsgang nicht die ganze Breite erfassen konnte. Auch hier erbrachte die Erfahrung, daß das Airless-Spritzgerät, rein händisch gesteuert, eher zuviel Farbe auflegt als zuwenig.

Bei allen diesen an Großobjekten durchgeführten Grundierungsanstrichen mit Zinkstaubfarben zeigte sich aber, daß Schwankungen von rund 10 µm zur vorgeschriebenen Schichtdicke kaum vermeidbar

sind. Diese 10 µm stellen aber zur gewünschten Dicke einen erheblichen Prozentsatz dar, den man nicht immer als „üblich“ bezeichnet. Es zeigte aber auch, daß eine als Mindestschichtdicke bezeichnete Größenordnung gleichzeitig die Höchstdicke sein kann, die man mit dem ausgewählten Farbmaterial überhaupt erreichen kann. Die für die Praxis vorgeschriebenen Mindestschichtdicken dürften aber keinesfalls Höchstwerte sein, die mit einer Farbe erreicht werden können, sondern sollen im Mittel liegen. Die Wirtschaftlichkeit der Aufbringung des Konservierungsmaterials darf nicht dadurch geschmälert werden, daß nur besonders geschulte Fachkräfte überhaupt in der Lage sind, einen Anstrich in der gewünschten Schichtdicke aufzubringen.

Für die Bestimmung der Schichtdicken werden magnetische Meßgeräte verwendet, die den Vorteil der zerstörungsfreien Arbeitsweise haben, dafür aber von der Rauigkeit der Stahloberfläche abhängig sind. Der Zustand der Stahloberfläche vor der Entrostung und die Verwendung unterschiedlicher Strahlmittel bringt nun Schwankungen der Rauhtiefe mit sich, die sich im Meßergebnis des Grundanstriches auswirken. Erst die Verwendung gleichmäßiger Strahlmittel bei gleichbleibender Preßluftförderung, wie sie in den stationären Sandstrahlboxen gewährleistet erscheint, wird eine gleichmäßige Aufräuhung der Stahloberfläche und damit eine Verbesserung der Schichtdicke des Grundanstriches ermöglichen.

Wenn man außer den bisher geschilderten Fehlerquellen bei der Aufbringung der Zinkstaubgrundierungen noch die Ungenauigkeit der Meßgeräte in Betracht zieht, so erscheint es doch notwendig, den Vorschriften für die Schichtdicke einen größeren Prozentsatz für Mehr- oder Minderdicken zuzugestehen. Diese Toleranzbestimmungen sollten in den Vergabebedingungen ihren Niederschlag finden.

Dr. Franz Schaur,
O. M. Meissl & Co. GmbH, Wien

Die Feuerverzinkung als Rostschutzmaßnahme im Stahlbau

Von F. Götzl, Wien

In der Entwicklung des Stahlbaues zeigt sich deutlich die Leitlinie von schweren zu leichten Konstruktionen. Sie verläuft, ausgehend von den schweren Brückenkonstruktionen über Mast- und Gerüstbauten bis zur neuesten Stufe der Stahl-Leichtbauweise.

Hand in Hand mit dieser Entwicklung geht auch die Entwicklung der Rostschutzmaßnahmen, ohne die der Stahlbau im heutigen Ausmaß überhaupt nicht vorstellbar ist. Jede Eisenoberfläche bedeckt sich an der Atmosphäre unter dem Einfluß von Luftsauerstoff und Wasser mit einer Rostschicht. Diese ist nicht kompakt, sondern porös, so daß sie den Reaktionspartnern, Eisen, Sauerstoff und Wasser, auch weiterhin den Zusammentritt möglich macht, wodurch der Rostprozeß schließlich zur völligen Zerstörung des Metalles führt.

Alle Rostschutzmaßnahmen, die heute üblich sind, laufen darauf hinaus, die Eisenoberfläche mit einer Schutzschicht zu bedecken, die die Reaktionspartner, Eisen auf der einen Seite, Sauerstoff und Wasser auf der anderen, trennt.

Das Material, aus dem die Schutzschichten bestehen, ist zum Teil organischer (Miniumanstrich, Farben und Lacke, Kunststoff) oder metallischer (Zink, Zinn und andere) Natur. In neuerer Zeit werden auch Zinkstaubfarben angeboten, die einen sehr hohen Gehalt an metallischem Zink (zirka 90%) neben einem Bindemittel enthalten, die also gewissermaßen eine Zwischenstellung einnehmen.

Die Aufbringung der zum Teil organischen Schutzschichten erfolgt durch Streichen, Spritzen oder Tauchen. Die Metallüberzüge werden durch Tauchen in die Metallschmelze, durch Aufspritzen des geschmolzenen Metalles mittels einer Spritzpistole oder durch Elektrolyse erzeugt.

Die Dicke aller Schutzschichten liegt meist zwischen 20 und 120 μ ($1 \mu = 1/1000$ mm), gelegentlich auch etwas darüber. Die zunächst überraschend geringe Stärke der Überzüge hat ihren Grund einmal in den technischen Herstellungsbedingungen, die es zum Beispiel bei den Tauchverfahren nicht gestatten, Schutzschichten von beliebig hoher Stärke ökonomisch herzustellen, andererseits aber in den Umstand, daß dickere Schichten eine Reihe unerwünschter Eigenschaften haben, wie mangelnde Verformbarkeit, Rißbildung, usw., die die erhofften Vorteile wieder zunichte machen, so daß der erwähnte Schichtdickenbereich gegenwärtig das praktische Optimum darstellt.

Nach Aufbringung einer Korrosionsschutzschicht ist es nun diese, die an Stelle der Eisenoberfläche dem Angriff der Atmosphäre ausgesetzt ist. Es ist klar, daß die Materialien, aus denen die Überzüge bestehen, so ausgewählt sind, daß sie erheblich weniger

angegriffen werden als das Eisen, aber ein gewisser Angriff findet doch statt, so daß die Wirksamkeit von Schutzüberzügen aus den heute ökonomisch vertretbaren Materialien immer eine zeitlich begrenzte ist. Dazu kommt noch, daß die korrosionsgeschützten Gegenstände im Laufe ihrer Verwendung häufig auch einem mechanischen Abrieb ausgesetzt sind, der schließlich ebenfalls zur Zerstörung der relativ dünnen Schicht führt. Der gesamte Aufwand für den Korrosionsschutz einer Stahlkonstruktion besteht daher nicht nur in der einmaligen Aufbringung einer Schutzschicht, sondern umfaßt auch deren periodische Erneuerung.

Von den heute angewendeten Rostschutzverfahren hat der durch die Feuerverzinkung hergestellte Überzug die größte Lebensdauer, das heißt, daß der einmal aufgebrauchte Zinküberzug unter normalen Umständen für einige Jahrzehnte, in stark aggressiver Industriatmosphäre doch für viele Jahre intakt bleibt. Diese weitgehende Wartungsfreiheit der Feuerverzinkung war es vor allem, die ihr auf dem Gebiet des Rostschutzes Eingang verschafft hat. Ihre Anwendung hat dann, nachdem man damit die besten Erfahrungen gemacht hatte, immer weiter zugenommen.

Die Verzinkkessel einer modernen Verzinkerei fassen 50 bis 150 t Zink, was einen Volumsinhalt von 7 bis 20 m^3 entspricht. Durch verschiedene Formen der Kessel ist man in der Lage, den verschiedenen Gestalten der zu verzinkenden Gegenstände gerecht zu werden, insbesondere den Längsdimensionen durch Kessel von 12–15 m Länge, die es ermöglichen, Stücke dieser Länge im einmaligen Tauchverfahren und fast die doppelten Längen durch zweimaliges Tauchen zu verzinken, vorausgesetzt, daß die beiden anderen Dimensionen gewisse Größen nicht überschreiten.

Die Verlässlichkeit der Feuerverzinkung als Rostschutz ergibt sich aus den Zahlen der Tabelle, in der die Lebensdauer eines Zinküberzuges von 600 $g/m^2 = 85 \mu$ Stärke in Abhängigkeit von der Atmosphäre, der er ausgesetzt ist, angegeben wird.

Tabelle

Art der Atmosphäre	Lebensdauer
in reiner Landluft	40–80 Jahre
an der Meeresküste	15–30 Jahre
in Stadtluft	10–25 Jahre
in Industriatmosphäre	8–15 Jahre

Die Zahlen zeigen deutlich, daß die äußeren Korrosionsbedingungen, das heißt, die Art der Bewitterung, der entscheidende Faktor für die Lebens-

dauer ist. Zink ist seiner chemischen Natur nach ein sehr unedles Metall und unterliegt daher dem Einfluß des Luftsauerstoffes ebenso wie das Eisen der Oxydation. Während aber das Oxydationsprodukt des Eisens, der Rost, eine poröse Masse darstellt, bildet das Oxydationsprodukt des Zinks – ein basisches Karbonat, das durch Zusammenwirken von Luftsauerstoff, Wasser und Kohlensäure der Luft entsteht – eine dichte zusammenhängende Schicht auf der Zinkoberfläche, die den direkten Kontakt zwischen Atmosphäre und Metall aufhebt, so daß zunächst die Möglichkeit einer weiteren Reaktion unterbunden ist. Tatsächlich jedoch verläuft die Reaktion noch weiter, aber nicht mehr direkt, sondern über eine Diffusion der Atome durch die feste Schicht des basischen Zinkkarbonates. Wie alle Diffusionsvorgänge verläuft auch dieser äußerst langsam, so daß ein praktisch wirksamer Korrosionsschutz, wie ihn die Tabelle ausweist, resultiert. Der starke Abfall der Lebensdauer von 40–80 Jahren in reiner Luft bis auf 8–15 Jahre in Industrielatmosphäre hat seinen Grund darin, daß das in der Industrielatmosphäre vorhandene Schwefeldioxyd auf die Korrosionsprodukte des Zinks lösend wirkt, so daß es nur unvollständig oder gar nicht zur Ausbildung einer kompakten Schicht von basischem Zinkkarbonat kommt.

Die die Lebensdauer des Schutzüberzuges verminderte Wirkung einer korrosiven Atmosphäre gilt aber nicht nur für Zinküberzüge, sondern auch für andere Rostschutzschichten. Letztere gehen grundsätzlich durch Unterrostung zugrunde, das heißt, das sauerstoffhaltige Regenwasser findet entweder durch Diffusion durch einen quellenden Überzug oder durch Risse in einer schrumpfenden Schicht den Weg zum Eisen und der entstehende Rost hebt dann den Überzug vorerst stellenweise, schließlich über die ganze Fläche von der Unterlage ab. Auch dieser Prozeß tritt

um so intensiver und rascher ein, je korrosiver die Atmosphäre ist.

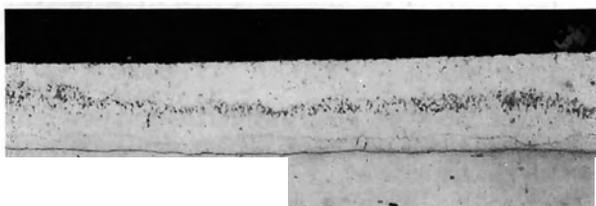
Die Ausführung der Feuerverzinkung erfolgt durch ein Tauchverfahren, das heißt, der Gegenstand wird in einen Kessel mit geschmolzenem Zink getaucht, wieder ausgezogen und das überschüssige Zink ablaufen gelassen. Das adhärierende Zink erstarrt, sobald die Temperatur unter 419° (Schmelzpunkt des Zinks) gesunken ist und bildet dann einen gleichmäßigen, dichten metallischen Überzug auf dem Gegenstand.

Voraussetzung für die Bildung eines einwandfreien Überzuges ist, daß der Gegenstand eine vollkommen reine metallische Oberfläche hat. Da die Werkstücke vom Herstellungsprozeß her immer mit einer Zunderschicht bedeckt sind, muß diese durch das sogenannte „Beizen“, das ist eine Säurebehandlung, restlos entfernt werden. Sind die rohen Werkstücke fett oder mit Farbe bestrichen, so greift die Beizsäure an diesen Stellen nicht an. Dem Beizvorgang muß in einem solchen Fall noch ein Entfettungs- oder sonstiger Reinigungsvorgang vorausgehen.

Nach dem Beizen wird der Gegenstand mit einem Flußmittel versehen und in das Zinkbad eingetaucht. Der Vorgang im Zinkbad ist nun etwas komplizierter als oben beschrieben wurde. Das Eisen reagiert in Berührung mit dem flüssigen Zink unter Bildung einer festen Eisen-Zink-Legierung, deren Schmelzpunkt also höher liegt als die Temperatur des Zinkbades. Bei dem üblichen Si-freien Stahl St 37 wächst diese Zink-Eisen-Legierung nun als kompakte, feste Schicht auf dem Eisenuntergrund auf und verstärkt sich mit zunehmender Verweilzeit im Bad durch Diffusion im festen Zustand, indem Zinkatome durch die Legierungsschicht hindurch zum Eisen wandern und durch Reaktion mit diesem weitere Legierung bilden. Über diese schon im Bad feste Schicht legt sich beim Ausziehen des Gegenstandes aus dem Bad noch eine Schicht flüssigen Zinks, die erst beim Abkühlen

Bild 1: Normalüberzug auf Si-freiem Stahl

Fig. 1: Normal coating on non-siliceous steel



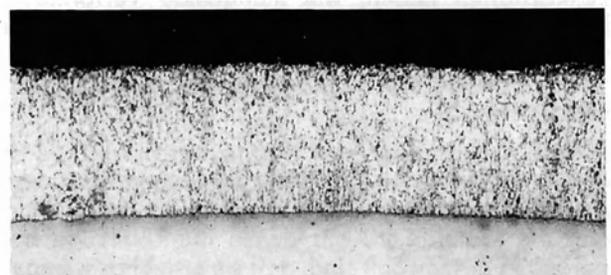
Reinzinkschicht

Legierungsschicht

Eisen
130×

Bild 2: Verzinkung auf Si-haltigem Stahl

Fig. 2: Galvanizing on siliceous steel



Reinzinkschicht

Pseudolegierungsschicht

Eisen
130×

des Gegenstandes erstarrt. Das Ergebnis ist ein Zinküberzug, bestehend aus Legierungs- und Reinzinkschicht, wie ihn Bild 1 zeigt. Bei den Si-hältigen Baustahlsorten St 42 und solchen höherer Güte tritt wohl im Zinkbad die gleiche Reaktion des Eisens mit dem Zink ein, aber die Legierungskristalle treten nicht zu einer geschlossenen Schicht zusammen, sondern bleiben als Einzelindividuen bestehen. Am Eisen Grund bilden sich immer neue Kristalle, die die schon vorhandenen vor sich her nach außen schieben. Die Zwischenräume des so entstandenen Kristallgerüsts sind mit flüssigem Zink ausgefüllt. Wir bezeichnen diese Form der Legierungsbildung als eine Pseudolegierungsschicht. Der Überzug, der auf den Si-hältigen Stahlsorten entsteht, sieht dann so aus, wie ihn Bild 2 wiedergibt. In einem solchen Fall, wo keine zusammenhängende Legierungsschicht vorliegt, verläuft das Wachstum dieser Pseudolegierungsschicht nicht über eine Diffusion, sondern durch direkte Reaktion des in den Zwischenräumen des Kristallgerüsts vorhandenen flüssigen Zinks mit dem Eisenuntergrund.

Die beiden Typen von Zinküberzügen, die in den Bildern 1 und 2 dargestellt sind, unterscheiden sich nicht nur durch ihren Bildungsmechanismus, sondern auch durch das äußere Aussehen der fertigen Verzinkung. Der Normalüberzug nach Bild 1 hat an der Außenseite eine Reinzinkschicht, die beim Erstarren eine mehr oder weniger sternige, mit hellglänzenden Flächen durchsetzte Oberfläche aufweist. Der Überzug nach Bild 2 ist beim Ausziehen aus dem Zinkbad zwar auch mit einer flüssigen Reinzinkschicht bedeckt, aber wegen des Fehlens einer kompakten Legierungsschicht ist die Reaktionsgeschwindigkeit zwischen Zink und Eisen so hoch, daß in der Zeit zwischen dem Ausziehen des Gegenstandes aus dem Bad und dem Erstarren des Überzuges die Nachreaktion außerhalb des Zinkbades die Reinzinkschicht aufzehrt, und die Kristallspitzen des Legierungsgerüsts durch die Zinkoberfläche hindurchwachsen. Die Folge davon ist, daß hier nicht eine ebene Flüssigkeitsoberfläche erstarrt, sondern eine fast rauhe, jedenfalls diffus reflektierende Oberfläche, die dann matt und hell- bis dunkelgrau erscheint.

Die Entscheidung, ob ein hellglänzender oder mattgrauer Überzug gebildet wird, hängt, wie schon vorher erwähnt, einzig und allein vom zugrundeliegenden Stahlmaterial ab; Si-freie Stähle ergeben eine glänzende, Si-hältige eine matte Oberfläche der Verzinkung. Die Korrosionsschutzeigenschaften beider Überzüge sind genau die gleichen, die Lebensdauer eines Zinküberzuges hängt unter sonst gleichen Bedingungen nur von der Gesamtschichtdicke ab.

Der Zinküberzug ist als Metallüberzug völlig dicht und porenfrei, die langsame Korrosion kann daher nur von der Oberfläche her erfolgen. Eine Durchdringung der Zinkschicht durch die Atmosphärien mit nachfolgender Unterrostung ist völlig unmöglich.

Nicht zuletzt basiert die Verlässlichkeit der Feuerverzinkung als Rostschutz auf dem Umstand, daß

schon im Zinkbad eine sehr gleichmäßige Legierungs- oder Pseudolegierungsschicht auf dem Eisen Grund aufwächst, deren Dicke einen ganz erheblichen Bruchteil der Gesamtüberzugstärke darstellt. Dadurch ist das Auftreten extrem schwach verzinkter Stellen von vornherein ausgeschlossen, unabhängig von der Sorgfalt der Ausführung.

Die Sorgfalt der Vorbereitung der Gegenstände durch Beizen vor dem Verzinken dagegen ist dadurch garantiert, daß jene Stellen, die mangelhaft gebeizt sind, also noch mit Zunderresten behaftet sind, sich überhaupt nicht verzinken lassen und nach dem Ausziehen des Gegenstandes aus dem Bad als mehr oder weniger große schwarze Flecke aus der hellen Umgebung des übrigen einwandfreien Überzuges so deutlich herausleuchten, daß sie nicht übersehen werden können und sofortiges Abbeizen und Wiederverzinken unerlässlich ist.

Die kompakte Legierungsschicht in Bild 1 und die Pseudolegierungsschicht in Bild 2 bestehen aus Hartzinkkristallen, die wesentlich härter sind als das Zink, ja sogar noch härter als der Stahluntergrund. Dadurch sind sie gegen Verletzungen fast unempfindlich und haben auch, wie schon früher erwähnt, eine außerordentlich hohe Abriebfestigkeit.

Eine neuere Entwicklung des Korrosionsschutzes fußt auf den Erfahrungen, die man mit Farbanstrichen auf verzinkten Konstruktionen gemacht hat. Feuerverzinkte Sendemaste zum Beispiel mußten aus Gründen der Flugsicherung mit einem Warnanstrich versehen werden, und Brückengeländer wurden aus ästhetischen Gründen gestrichen. In all diesen Fällen hat sich durch eine vieljährige Erfahrung herausgestellt, daß die Farbanstriche auf einem Zinkuntergrund viel länger halten, als wenn sie direkt auf den Stahl aufgebracht werden. Der Grund dafür liegt offenbar darin, daß auf dem Zink eine Erscheinung wie die auf dem Eisen übliche Unterrostung nicht eintreten kann. Wohl können auch bei Anstrich auf Zink die Atmosphärien bei Verletzungen oder durch Risse der Lackschicht an das Metall gelangen, aber es bildet sich anstatt des voluminösen Rostes, der die Lackschicht in der Umgebung der Eintrittsstelle der korrodierenden Agenzien vom Untergrund abhebt, eine kompakte, dichte Schicht von Zinkkorrosionsprodukten, die auf die Leckstelle beschränkt bleibt und kein weiteres Unheil anrichtet.

Es lag nun nahe, diese günstigen Erfahrungen, die man mit der Kombination Feuerverzinkung-Anstrich gemacht hatte, dazu heranzuziehen, die Lebensdauer des Zinküberzuges in stark korrodierender SO_2 -haltiger Industriatmosphäre zu verbessern. Man erwartet, daß sie wesentlich höher wird als die Summe der Lebensdauer von Zinküberzug allein plus Anstrich auf Eisen. In Holland wird dieses kombinierte Verfahren stark propagiert und die bisherigen Erfahrungen sollen sehr vielversprechend sein.

Eine kurze Betrachtung zum europäischen Stahlhochbau

Von R. Krapfenbauer, Wien

Einführend sei auf zwei in früheren Jahren in dieser Schriftenreihe veröffentlichte Aufsätze hingewiesen, und zwar „Der Stahlskelettbau und sein gegenwärtiger Entwicklungsstand“ und „Stahlbauten und moderne Wandverkleidungselemente in den USA“*), die den Stand des Stahlskelettbauwerks einerseits historisch-rückblickend, andererseits im Hinblick auf die bahnbrechenden Neuerungen des Baugeschehens in den USA festzuhalten versuchten. Bemerkenswert erschien zu dieser Zeit die konstruktiv richtige Ausstattung der Skelette mit Wandverkleidungsplatten und Stahldecken. Beides hat sich inzwischen mehr oder weniger auch in Europa durchgesetzt.

Der europäische Stahlskelettbau geht seine eigenen Wege; er ist den europäischen Verhältnissen angemessen und durchaus eigenschöpferisch. Er hat auch wirtschaftlich andere Gesichtspunkte zu beobachten als der amerikanische und muß daher auch andere Methoden entwickeln. Schließlich ist es die

wachsende Einsicht in die Vorteile des Stahlskelettbauwerks, das erwachte Interesse der planenden Architekten und Ingenieure an den Möglichkeiten der Bauausführung, die sich hier bieten, die immer mehr Stahlskelettbauten auch in Europa erstehen läßt.

Innerhalb des europäischen Stahlhochbaues sind nun verschiedene Zentren zu beobachten, die einen eigenständigen Stahlbaustil bekunden und verschiedenartige Konstruktionsmethoden bevorzugen. Eine eher konservative Auslegung des Stahlskelettbauwerks findet sich in England, vor allem hinsichtlich der Ausfachung der Stahlskelette. In London sind bereits zahlreiche bedeutende Stahlskelettbauten entstanden, doch findet man an diesen Objekten selten sichtbar gelassene Stahlteile und manche Verkleidungen erinnern noch an die Massivbauweise. Bezeichnend für diese Auffassung ist der Nordblock des London County Council. Dieses 11stöckige Gebäude besitzt ein Stahlskelett von 830 t Gewicht. Die Stützen und Träger wurden weitgehend in der Werkstätte genietet, die Baustellenverbindungen geschraubt. Die Errichtung des Stahlskelettes dauerte etwa 6 Monate.

*) Siehe Stahlbau-Rundschau, Heft 1/1957 und 2/1958.



Bild 1: Bucklersbury Haus, London E. C. 4.

Fig. 1: Bucklersbury House, London E. C. 4.

Die Ausbildung der Decken erfolgte mittels Stahlbeton-Hohlplatten, die der Wände mittels leichtbewehrter Betonplatten nach dem Prinzip der „curtain walls“. Die Fensteröffnungen sind hierbei ausgespart. Diese Platten haben als Dämmschicht Holz- wolle eingelegt. Die Verkleidung besteht aus Stahlbetonplatten und Portlandstein.

Einer der größten Büroblocks von London ist das Bucklersbury House: Es ist mit curtain walls verkleidet und umfaßt 15 Geschosse mit einer Höhe von 51 m (Bild 1).



Bild 2: John-Lewis-Building, London
Fig. 2: John-Lewis-Building, London

Als Geschäftshaus in Stahlskelettbauweise erscheint das John-Lewis-Building in der Oxford Street bemerkenswert mit 8 Ober- und 2 Untergeschossen. Bei 184 600 m³ umbautem Raum wurden 4000 t Stahl für das Skelett verbaut, wobei weite Stützenabstände eingehalten werden mußten. Mit Rücksicht auf die auskragenden Balkone oberhalb der Geschäftsauslagen mußte das Stahlskelett etwas schwerer dimensioniert werden. Die Decken sind Hohlziegeldecken aus Stahlbeton, die Wandverkleidung Fayence-Platten (Bild 2).

Die Geschößzahl der englischen Stahlhochbauten liegt etwa bei 10 Stockwerken. Als Stahlverbrauch wird im Durchschnitt 1 1/2 Pfund pro Kubikfuß angegeben. Dies entspricht umgerechnet einem Wert von 23 kg/m³. Dieses Stahlgewicht gilt für Stahlskelettbauten von mehr als 5 Geschossen Höhe; für 4- bis 5geschossige, leichtere Stahlskelettbauten kann ein Stahlgewicht von 1 Pfund pro Kubikfuß, das sind 16 kg/m³ beobachtet werden. Bei der Deckenausbildung werden neben Hohlsteindecken auch noch Massivdecken verwendet; als Wandverkleidung curtain walls. Besonders interessant sind die „Holoplast“-Platten, eine Verbundbauweise aus Holzfasern und Kunstharzmasse.

Sehr viel in Stahl wird auch in Stockholm gebaut. Dessen Zentrum hat eine durchgreifende Umgestaltung mit Hilfe des Stahlhochbaues erfahren. Vielgeschossige Wolkenkratzer in Scheibenbauweise beherrschen das Stadtbild (Bild 3). Zuzufolge geringer Gebäudebreite löste man das Problem der Wind-

stabilität durch Einspannen der Stahlstützen in würfelförmige Beton Gründungen. Die Decken bestehen aus vorgefertigten Elementen, die frei auf Stahlträgern aufgelagert sind. So umfaßt zum Beispiel das Wenner-Gren-Centre im Norden der Stadt, von der Wenner-Gren-Stiftung für wissenschaftliche Forschung erbaut, neben anderen Gebäuden auch ein 25stöckiges Bürohochhaus mit rhombusförmig ausgebildetem Stahlskelett, das etwa 50 000 m³ umbauten Raum umschließt. Für den Aufbau des Stahlskelettes verwendete man schwedische Breitflanschträger; die Anschlüsse der Stützen und Träger sind größtenteils geschweißt. Wegen des Winddruckes wurde bei der Bauwerkshöhe von 25 m ein Hilfsskelett vorgehängt. Die Verkleidung des Hochhauses besteht aus Aluminium-Wandplatten; es wurde auf modernste Art mit Stahlzellendecken in der Art der amerikanischen Robertson-O-Floors ausgestattet. Die Stahlzellenkanäle der Q-Floors beherbergen alle Versorgungsleitungen, die dann aus dem Fußboden mittels Anschlußdosen leicht angezapft werden können.

Im französischen Stahlbau wie im französischen Bauwesen schlechthin verbindet sich eine reiche Erfahrung sehr glücklich mit der Originalität der konstruktiven Einfälle. Verschiedene Montageverfahren für den Stahlhochbau im Taktverfahren wurden

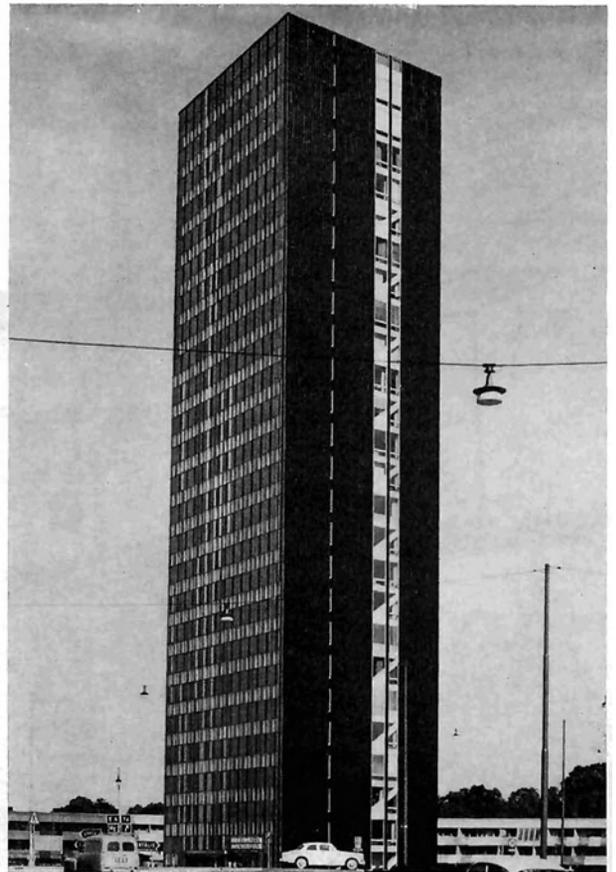


Bild 3: Wenner Gren Center Building, Stockholm
Fig. 3: Wenner Gren Center Building, Stockholm



Bild 4: Zentralkasse für Kinderbeihilfe, Paris
 Fig. 4: Central Building of Social Family Welfare, Paris

entwickelt. Das Kennzeichen des französischen Stahlbaues ist eine weitgehend mechanisierte Konstruktion. Gewichtsverminderung des Skelettes und geringere Verformbarkeit werden angestrebt. Die weitgehende Fortlassung von steifen Knoten, die Beschränkung der Anzahl der Träger und Balken, die Auswertung der Decken als Horizontalaussteifung und ähnliches tragen zur Senkung von Bauzeit und Baukosten bei. Große Aufmerksamkeit wird der Anordnung der Windverbände geschenkt, welche zum Beispiel in den inneren Trennwänden, in den Giebelwänden in der Fassade oder an den Seiten des horizontalen Schachtes angeordnet werden. Gelegentlich begegnet man der Verwendung von Rohrstützen zum Zwecke der Gewichtseinsparung. Auch Metallblechdecken werden bereits verwendet.

So finden sich im Zentrum von Paris viele schon aus der Literatur bekannte Gebäude, die konstruktiv und hinsichtlich der Ausführungsdetails so interessant sind, daß sie bereits als Prototypen des modernen Stahlhochbaues betrachtet werden können. Dazu gehört beispielsweise das Bürogebäude der Zentralkasse für Kinderbeihilfe nächst dem Eiffelturm. Das zwölfstöckige Hauptgebäude erreicht 72 m Höhe. Die Stahlkonstruktion der 9 Stockwerke ober Erdgeschoß stellt eine Rahmenkonstruktion mit vorkragenden Trägerenden, starren Knoten und geschweißten Anschlüssen dar. Die elf Rahmen des Hauptgebäudes werden von 22 aus Walzprofilen gefertigten Stützen aufgenommen, wobei beträchtliche Lasten in die Fundamente abgeleitet werden (539 t pro Stützenfuß). Dem Winddruck wirken die starren Knoten entgegen; die Längenaussteifung bilden zweistöckige Rahmen. Bemerkenswert sind die Stahlleichtbaudecken aus 1,5 mm dickem Feinblech mit aufgeschweißten Versteifungsrippen aus abgekanteten Blechen. Das Gewicht der Decken samt Dämm-



Bild 5: Abfertigungsgebäude des Flughafens Orly bei Paris
 Fig. 5: Check-in Hall of Airport Orly at Paris

schicht, Trägern und Deckenstrahlungsheizung beträgt 55 kg/m^2 . Die Dachhaut bilden Aluminiumplatten mit Filzisolierung (Bild 4).

Abgesehen von der Erstellung von Repräsentationsbauten ist Frankreich das erste Land, das den Stahlskelettbau auch für den Massenwohnbau erstmals mit Erfolg angewendet hat. Möglichst weitgehende Vorfertigung und die Anwendung zeitsparender Taktverfahren bei der Montage ermöglichen die wirtschaftliche Erstellung solcher Wohnblocks. Bei einem der üblichen Systeme werden zum Beispiel die Stützen auf Bodenniveau auf einer aus den Trägern und provisorischen Windverbänden gebildeten Arbeitsfläche montiert und anschließend mittels Winden gehoben. Währenddessen findet die Vorfabrikation der Decken auf Erdniveau statt. Sie werden zur Rechten jeder Säule geschichtet. Sobald eine gewisse Anzahl von Trägern montiert ist, hebt man die Decke mit Hilfe der Winden. Es folgt die Aufbringung von Baustellenbeton zwischen die Balken und die Demontage der wieder verwendbaren provisorischen Elemente. Stahlbaumäßig wird nicht mehr als $17 \text{ kg Stahl pro m}^2$ Deckenfläche verbraucht.

Eine imposante Stahlkonstruktion ist das Abfertigungsgebäude des Flughafens Orly (Bild 5). Es stellt ein Parallelepiped von 200 m Länge und 70 m Breite mit 2 Untergeschossen und 6 Obergeschossen dar. An jedem Ende – Ost und West – befindet sich je ein doppelgeschossiger Vorbau von je 250 m Länge, so daß das Gesamtgebäude insgesamt 700 m lang ist. Die Gründungen sind in Stahlbeton, die aufgehenden Bauteile in Stahlkonstruktion ausgeführt. Die Fassadenfläche von $18\,000 \text{ m}^2$ ist mit Wandplatten, bestehend aus Emaille Glas, Glaswollisolierung und Innenhäuten aus verzinkten Blechen, verkleidet. Die Fassaden Nord und Süd sind vollkommen unterschiedlich. Die Stahlkonstruktion des Abfertigungsgebäudes wiegt 7800 t , das ist mehr als das Stahlgewicht des Eiffelturms.

260 | 690 | 690 | 260

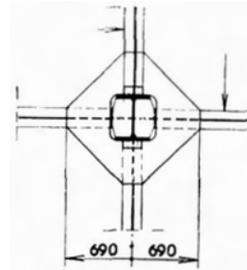
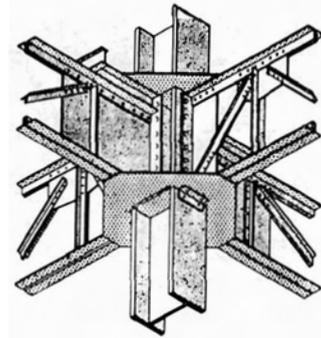


Bild 6: Knoten (Halskrause)

Fig. 6: Crossing point of truss beams at intersected Column

Zum Zwecke der Vereinfachung des Baugeschehens wurde die Anzahl der Trägertypen mit 12 begrenzt. Bei der Verbindung von Stützen und Trägern sind sogenannte „Halskrausen“ ausgebildet, die die Übertragung der Zug- und Druckkräfte in die unten gelegenen und oben liegenden Teile des Tragbalkens bewirken (Bild 6).

Bild 7: Ausstellungshalle in Turin
Fig. 7: Exhibition-hall at Turin



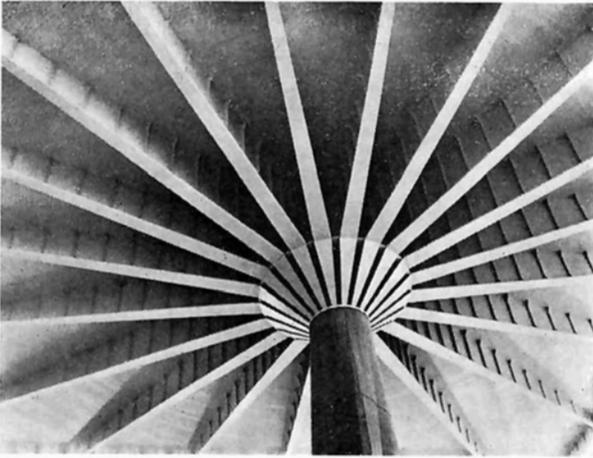


Bild 8: Tragsäule mit Stahllamellen
Fig. 8: Supporting column with steel laminas

Abschließend ein kurzer Streifzug zu italienischen Stahlskelettbauten: Auch Italien, das klassische Land des Steinbaues, wendet sich bisweilen dem Stahlbau zu. Gerade hier findet man Ausbildungen, bei denen Entwurf und Konstruktion aus einem Guß zu sein scheinen. Es ist dabei interessant, daß im italienischen Stahlhochbau oft auch der Entwurf vom Ingenieur ausgeht, daß also das gesamte Konzept vom Konstruktiven hergeleitet ist und auch eine ästhetisch befriedigende Lösung bietet.

Man hat sich gerade in Italien um den Stahlbau durch eine Untersuchung des Ufficio Italiano Sviluppo - Applicazioni Acciaio verdient gemacht, und zwar durch eine von Prof. Finzi verfaßte Kostenanalyse des Stahlbaues gegenüber dem Betonbau. Man verglich hierbei 4 Prototypen von 8, 16, 24 und 32 m Höhe, die man sich bei sonst gleichen Bedingungen einmal in Stahl und einmal in Betonausführung vorstellte. Man nahm dabei nicht nur auf die Stahlteile Bezug, sondern berücksichtigte auch die aus der Stahlverwendung resultierenden geringeren Fundamentierungskosten sowie die leichten Decken- und Wandausbildungen, den Raumgewinn, die verkürzte Bauzeit und den daraus folgenden Mietengewinn.

Überzeugend für die Verfechter des Stahlhochbaues in Italien ist beispielsweise die bemerkenswerte Konstruktion des Bürogebäudes der Ente Nazionale Idrocarburi in San Donato Milanese mit einem umbauten Raum von 90 000 m³, die in einem

Jahr Bauzeit entstand; für die Montage des Stahltragwerkes benötigte man nur 110 Tage. Die Hauptträger und Stützen bestehen aus I-Profilen; in den verschiedenen Geschossen wurde eine nahezu vollkommene Vereinheitlichung der Knotenausbildung erreicht. Die Höheneinstellung der Stützen geschah bei der Montage. Für das Hauptgebäude wurden 1450 t Stahl (16 kg/m³) verbaut. Die Überschneidung der Arbeiten im Taktverfahren war vorbildlich. So wurden zum Beispiel die Deckenträger in einer kleinen Werkstätte auf der Baustelle hergestellt. Curtain walls und bewegliche Trennwände vervollständigen das nach neuesten Gesichtspunkten konstruierte Objekt, das in der Form – hexagonale 15-geschossige Türme auf einem dreigeschossigen Basisbau – eine gewisse Eigenwilligkeit zeigt.

Großzügige Konstruktionen erheben sich auf dem Gelände der 100-Jahres-Ausstellung in Turin. Insbesondere der große Pavillon des Altmeisters der italienischen Architektur, Pier Luigi Nervi, fesselt durch seine großzügige Gliederung und seine Ausmaße (160 : 160 : 25 m; Bild 7). Im Innern ist das Objekt als Säulenhalle ausgebildet. Die Säulen bestehen aus Zement und tragen einen Schirm mit Stahllamellen. Glasstreifen von zwei Meter Breite sind zwischen die einzelnen Schirme eingeschaltet (Bild 8). Die Höhe der Säulen beträgt 26 m, wobei eine Säule in 8 Tagen montiert wurde. Die Karnak-Säule des Altertums wurde vergleichsweise in 10 Jahren (bei einer Bauhöhe von nur 21 m) errichtet. Für eine Quadratfläche von 160×160 m wurden 16 Tragsäulen eingesetzt; es trägt also eine Säule mehr als 1600 m² Dachfläche.

Die Auswahl der erwähnten Stahlskelettbauten in einigen wenigen europäischen Großstädten ist eine rein zufällige. Die Gestaltung der einzelnen Bauwerke, aber auch ihre konstruktive Konzeption, dokumentiert die Eigenwilligkeit, die oft von Land zu Land verschieden ist, und die Vielfalt der Möglichkeiten des Einsatzes von Stahl in Verbindung mit anderen Baustoffen im neuzeitlichen Hochbau. Aber auch die unabdingbare Notwendigkeit des intensiven Zusammenwirkens zwischen Architekt und Ingenieur auf der einen Seite und den mit der Bauausführung befaßten Firmen auf der anderen Seite gewinnt mit dieser kurzen Rückschau ihre Begründung.

a. o. Prof. Dr. techn. Robert K r a p f e n b a u e r,
Ingenieurkonsulent für Bauwesen, Wien

Eine außergewöhnliche Seilbahnstütze

Von F. Cichocki, Graz

In den letzten Jahren wurde in Österreich eine Seilbahn ausgeführt, welche vom Kapruner Tal nahezu auf den Gipfel des Kitzsteinhornes führt. Damit sollte nicht nur ein landschaftlich schönes Gebiet erschlossen werden, sondern es wird auch der österreichischen Schispitzenklasse die Möglichkeit gegeben, das Training den ganzen Sommer über aufrechtzuerhalten.

Die Bahn hat zwei Teilstrecken, wobei die untere von Seehöhe 920 m bis Seehöhe 2450 m bei der Krefelderhütte führt. In dieser Teilstrecke befindet sich noch eine Winkelstation, welche die Strecke in zwei Sektionen teilt und den Antrieb für beide Sektionen enthält.

Die obere Teilstrecke, welche als Gletscherbahn bezeichnet wird, führt von Seehöhe 2450 m bis zur Bergstation auf Seehöhe 3015 m. In dieser Teilstrecke befindet sich lediglich eine Stütze, deren Standort aus den örtlichen Verhältnissen vorausbestimmt war, da die Trasse zur Gänze über vergletschertes Gebiet führt und nur an einer Stelle ein Felssporn aus dem Gletscher herausragt, auf dem die Stütze zu gründen war. Für diese Stütze ergab sich die außergewöhnliche Höhe von zirka 95 m:

Für den Entwurf dieser Stütze wurde zunächst nach ausgeführten Vorbildern gesucht, und wir haben eine etwa ebenso hohe Stütze bei einer südamerikanischen Seilbahn entdeckt. Auch bei der neuen Seilbahn auf die Zugspitze wurde eine Stütze von 83 m Höhe gebaut. Diese Stützen haben die Form üblicher Fachwerkmaste.

Bei dieser auf einer Höhe von 2560 m liegenden Stütze wurde nach einer neuen Form gesucht, welche die bei dem Fachwerkmast vorhandenen Nachteile vermeiden sollte. Zunächst sollte eine möglichst einfache Montage gewährleistet sein, da von den Meteorologen lediglich für die Monate Juli, August einigermaßen günstiges Montagewetter angegeben war. Die Stütze wurde dann auch tatsächlich in den Monaten August bis Oktober aufgestellt. Weiters war vorzusehen, daß ein späteres Besteigen einer Fachwerkstütze, zum Beispiel für Anstrichausbesserungen oder auch um zu der Seilauflagerung zu gelangen, sehr gefährlich wäre. Es sollte deshalb mit der vorgesehenen Konstruktion eine geschützte Aufstiegsmöglichkeit geboten werden. Ferner wurde auch überlegt, daß in solchen Höhen außerordentliche Windverhältnisse und Schneestürme zu erwarten sind, so daß die Windangriffsfläche möglichst klein sein und der Querschnitt eine windgünstige Form haben sollte.

Die oben angeführten Gründe führten zu einer Konstruktion, welche aus einem biegesteifen Zentralrohr von 2200 mm Durchmesser besteht, das nach vier Seiten durch Streben aus Rohren versteift ist. Das im Felsen verankerte Zentralrohr nimmt die gesamten Torsionskräfte auf und erwies sich als außerordentlich steif. Im Inneren des Rohres wurde die Aufstiegsmöglichkeit geschaffen und sogar Platz für einen provisorischen Aufzug gelassen. Die Streben sind in Bahnachse und senkrecht dazu angeordnet.

Die Konstruktion mit einem Gesamtgewicht von zirka 155 Tonnen weist eine Reihe von interessanten konstruktiven Details auf, welche sich aus den Überlegungen für die zweckmäßige Montage, die Ableitung der Kräfte und die Auflagerung der Tragseile mit einer Spurweite von 12,8 m ergaben. Nachfolgend wird darüber einiges berichtet.

Auf Bild 1 ist eine Übersicht der Stütze dargestellt. Die Höhenkoten geben die absoluten Seehöhen an. Die Kopfausbildung zeigt die aus dem Zentralrohr ausragenden Seilschuhträger mit den verhältnismäßig kurzen Seilschuhen, 4,5 m unterhalb ist ein Laufsteg angeordnet, von dem aus ein Zugang zur Gondel möglich ist.

Bild 2 zeigt die Verankerung des Zentralrohres im Fundament, wobei der unterste Schuß mit HV-Schrauben an einem stark ausgesteiften Ring durch einen Flansch angeschlossen ist. Dieser Ring ist seinerseits im Fundament durch Ankerschrauben M 24 aus HV-Material eingespannt. Dübel sorgen für die Übertragung eines Drehmomentes. Besondere Vorsorge wurde auch für die genaue Justierung dieses Ringes getroffen. Mit starken Federn in den 1/4-Punkten unter den Ankerschrauben kann die genaue Horizontallage eingestellt werden, ohne daß dadurch nach dem Untergießen das feste Anpressen des Ringes an den Beton verhindert wird.

Die weiteren Schüsse des Zentralrohres mit dem Außendurchmesser von 2200 mm und 8 mm Wandstärke sowie einer Länge von 2000 mm sind durch Innenflanschen und HV-Verschraubung miteinander verbunden. Diese einzelnen Zylinderschüsse wurden im Werk parallel abgedreht, wodurch ein einwandfrei gerades Rohr hergestellt werden konnte.

Besonders konstruierte Zwischenringe an den Stellen des Anschlusses der Abstützungen für die Streben vereinfachten die Montage, in dem diese Abstützungen, wie auf Bild 5 zu sehen, in Montagegelenken hängend montiert und dann zum Einbau der Streben hochgeklappt wurden. In horizontaler Richtung sind diese Streben im Zentralrohr einge-

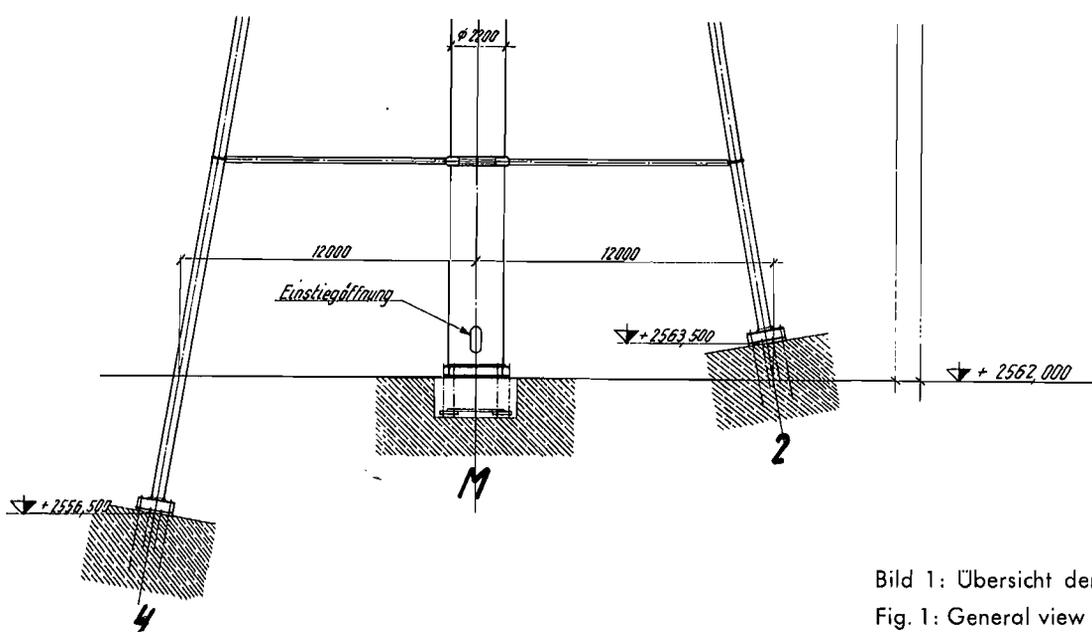
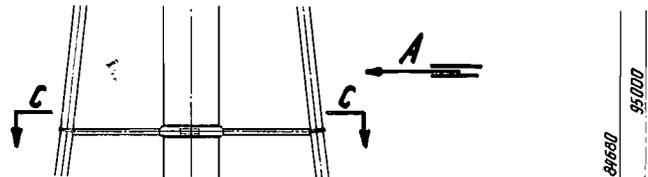
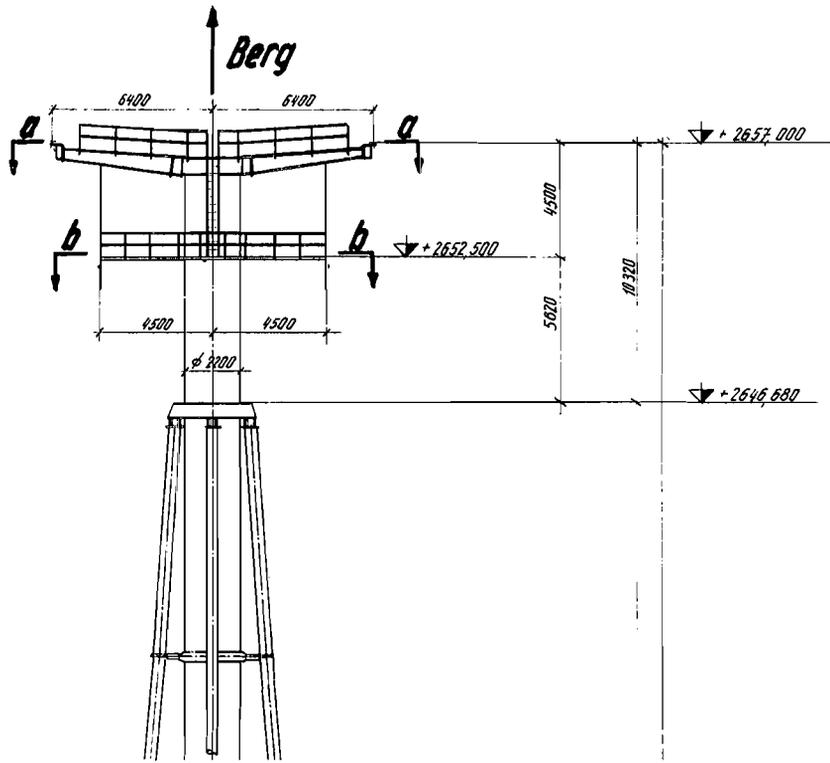


Bild 1: Übersicht der Stütze 7
 Fig. 1: General view of trestle 7

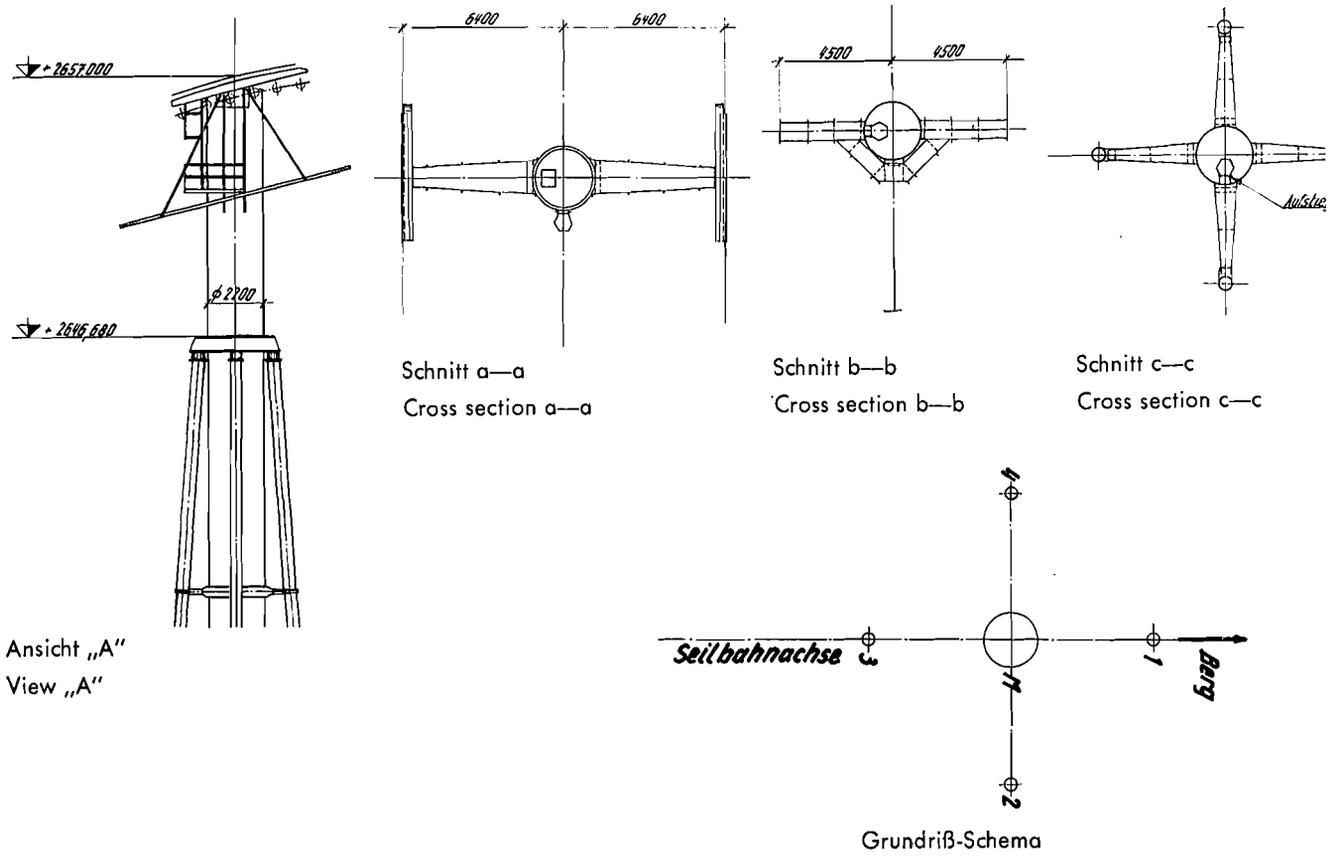


Bild 2: Verankerung des Zentralrohres
Fig. 2: Anchoring of the central tube

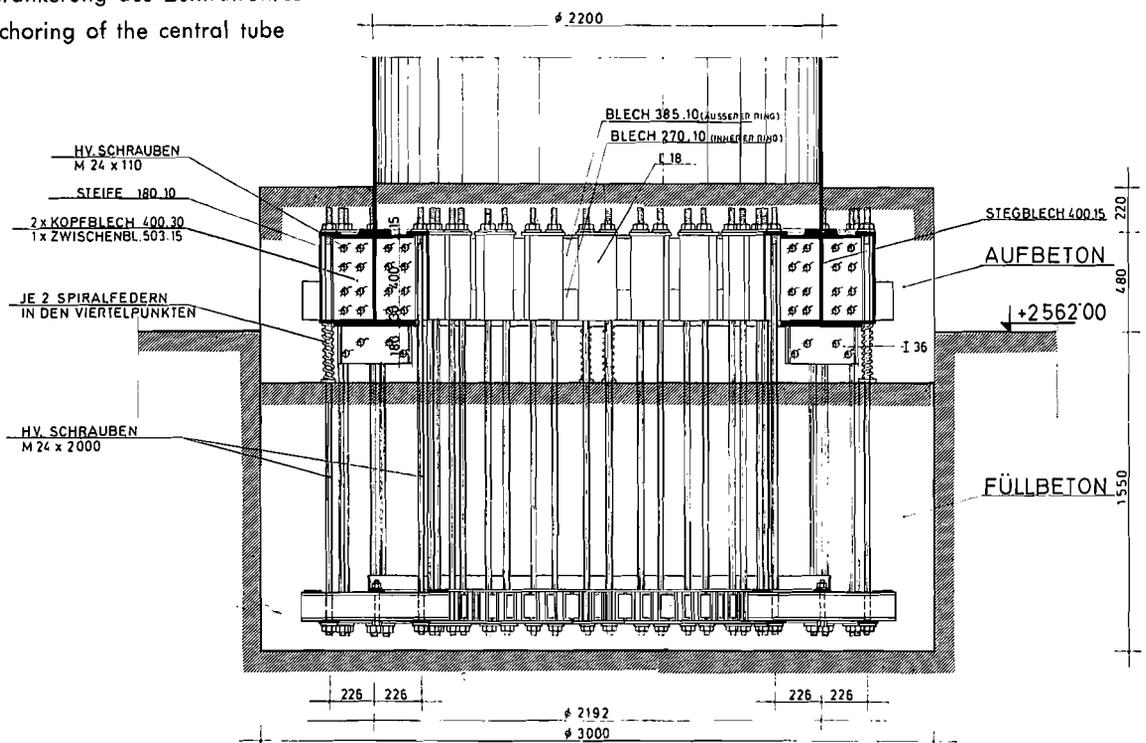
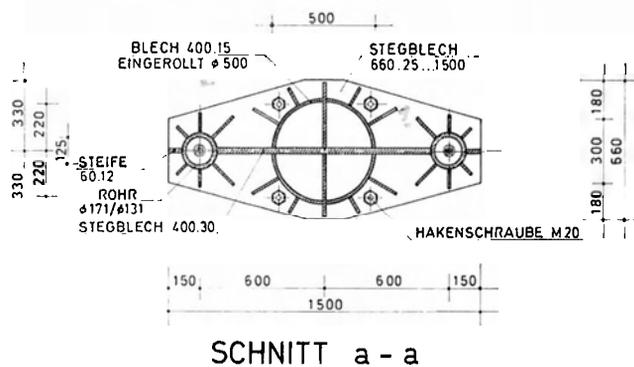
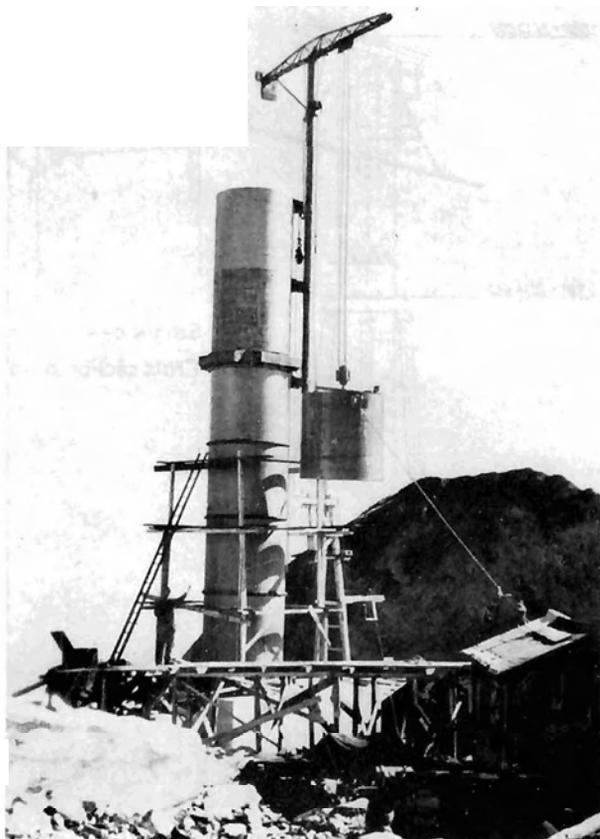
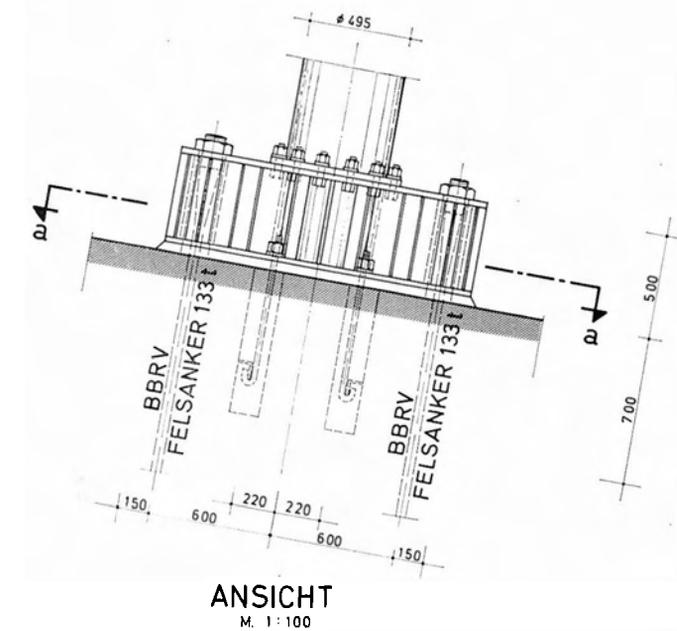


Bild 3: Verankerung der Strebenrohre

Fig. 3: Anchoring of the tubular struts



Rechts oben:

Bild 4: Hochziehen eines Zentralrohrschusses am Klettermast

Fig. 4: Placing of a central tube part by means of an erection pin

Rechts unten:

Bild 5: Abstützungen der Streben werden hängend eingebaut

Fig. 5: Supports of the struts placed in suspended position

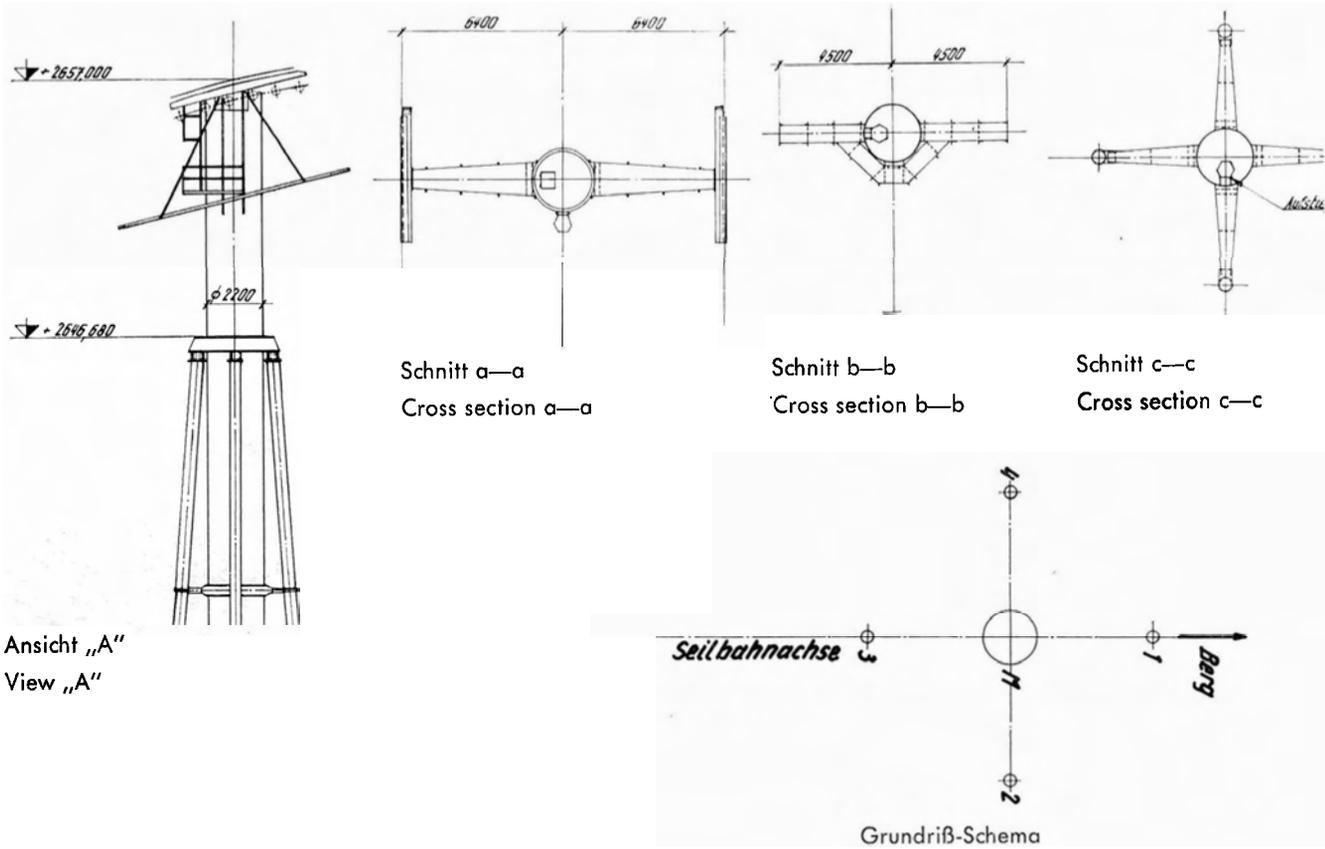


Bild 2: Verankerung des Zentralrohres
Fig. 2: Anchoring of the central tube

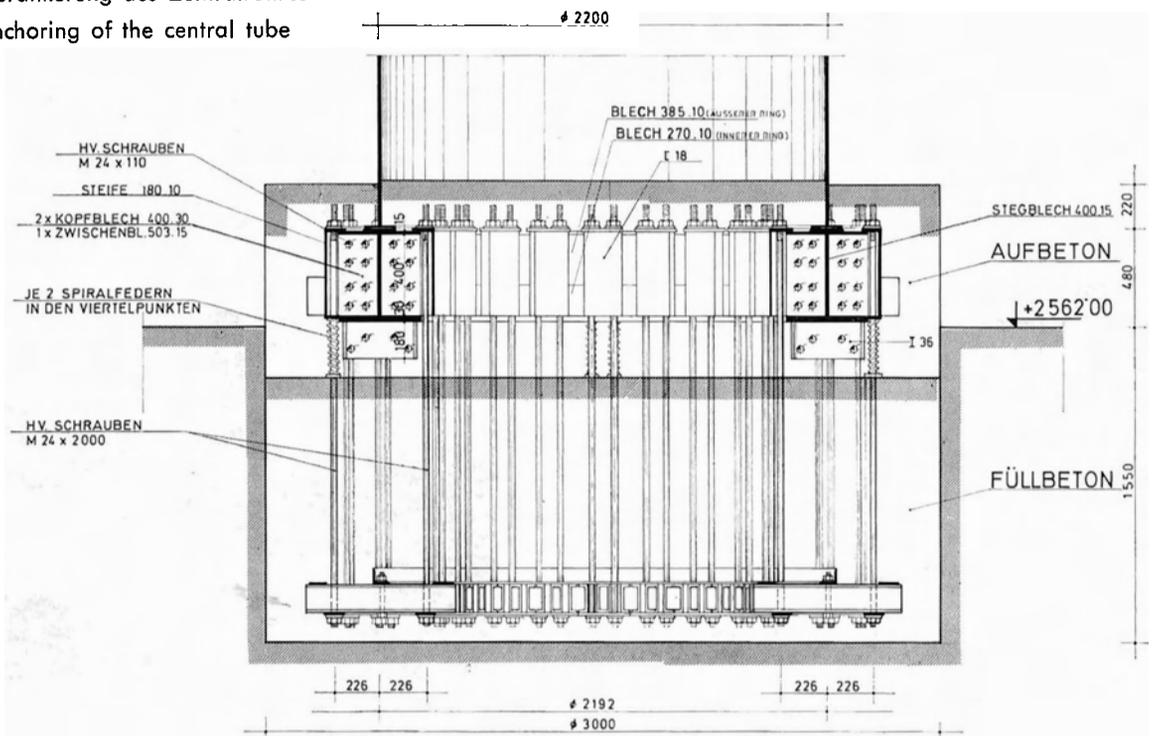
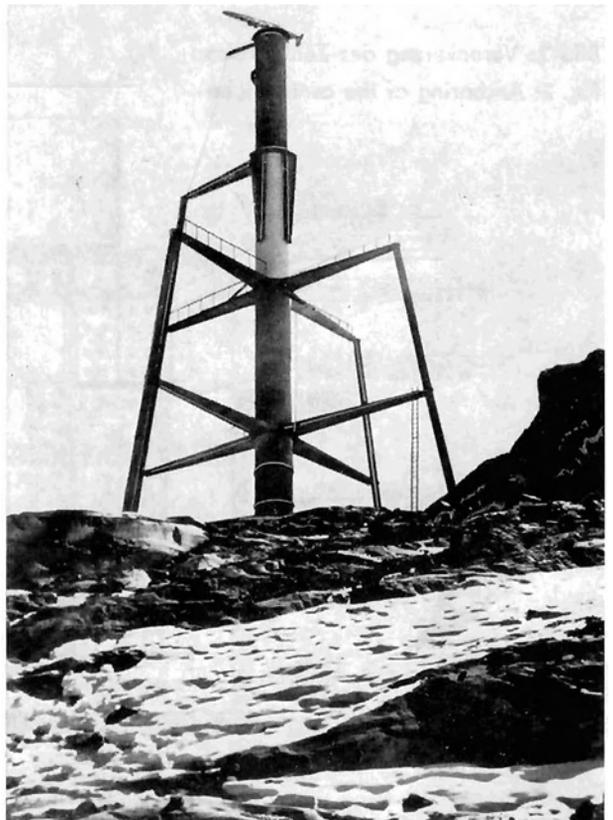
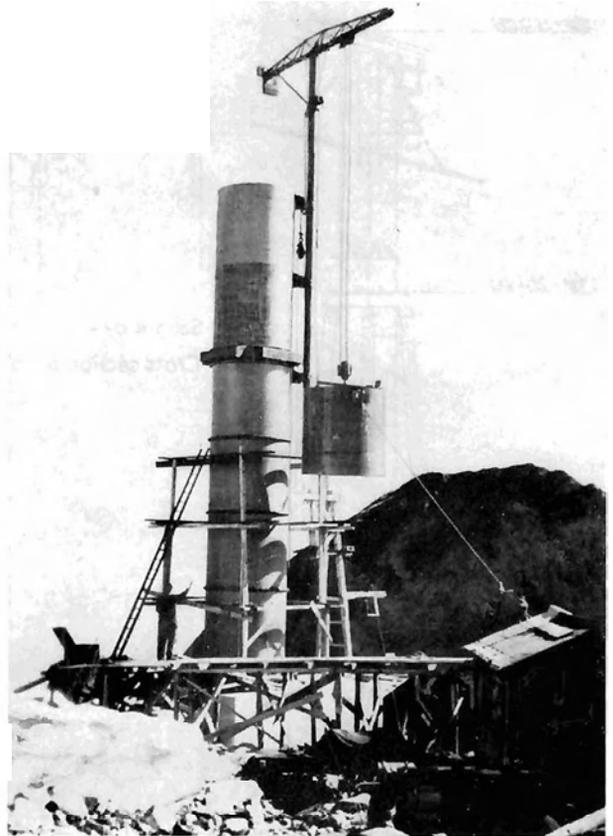
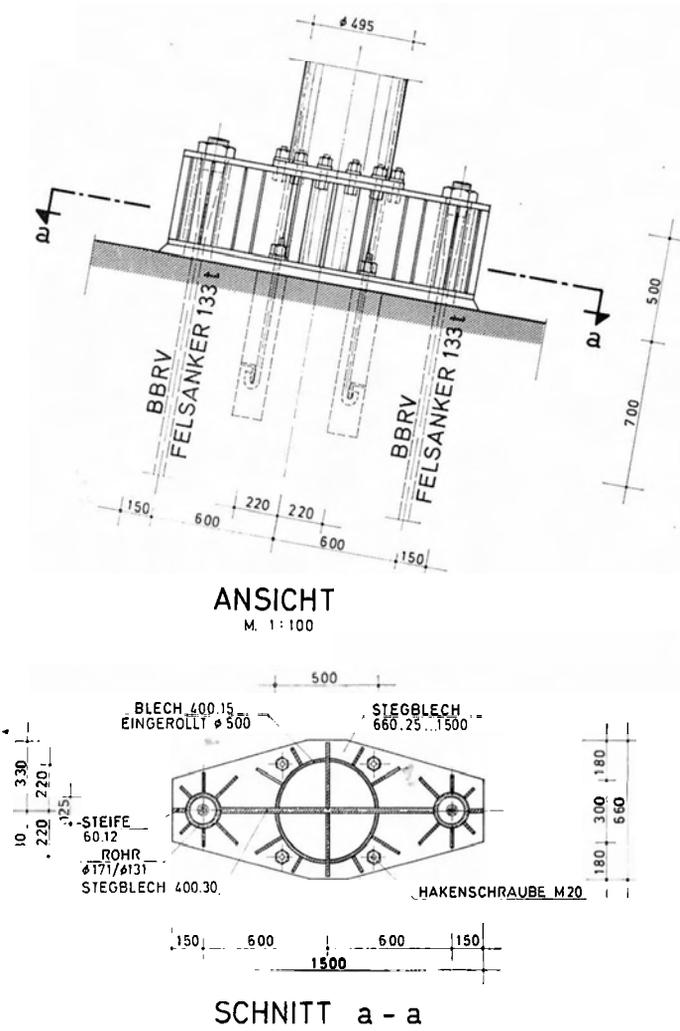


Bild 3: Verankerung der Strebenrohre
 Fig. 3: Anchoring of the tubular struts



Rechts oben:
 Bild 4: Hochziehen eines Zentralrohrschusses am Klettermast
 Fig. 4: Placing of a central tube part by means of an erection pin

Rechts unten:
 Bild 5: Abstütungen der Streben werden hängend eingebaut
 Fig. 5: Supports of the struts placed in suspended position

spannt, womit durch die Torsionssteifigkeit des Zentralrohres die Stabilität der Streben gesichert ist.

Die Streben sind Rohre von 495 mm Außendurchmesser und Wandstärken von 8 bis 9 mm mit HV-verschraubten Flanschverbindungen gestoßen. Die Kräfte werden am Fußpunkt durch ein Querhaupt übertragen, das nach dem Schweizer System BBRV durch Felsanker an das Fundament angespannt wurde. In der Bahnachse sind es zwei Anker zu je 105 Tonnen und bei den Streben senkrecht zur Bahnachse je zwei Anker zu 133 Tonnen (Bild 3).

Der Stützenkopf ist ein mit dem Zentralrohr biege- steif verbundener geschweißter Kastenträger, der 5985 mm von der Achse aus auskragt. An der Ober- seite ist ein Geländer zum gefahrlosen Begehen vor- gesehen. Die biegefesten Stöße sind durch HV-Ver- schraubung hergestellt. Dieser Kastenträger ist an der Wurzel 1200 mm und an der Spitze 740 mm hoch, aus 10 mm starkem Blech geschweißt und trägt am Ende den Seilschuh und die Zugseilrollen.

Die Montage ist durch die Bilder 4 und 5 erläu- tert. Die Schüsse des Zentralrohres wurden mit einem Klettermast gezogen und eingeschwenkt (Bild 4). Da- bei wurden die Abstützungen zu den Streben bereits hängend mit eingebaut (Bild 5). Etwas nachfolgend wurden dann die Streben eingebaut. Die Gewichte der Einzelteile waren mit Rücksicht auf den Zutrans- port durch eine Hilfsseilbahn auf 1500 kg beschränkt. Nach Fertigstellung der Fundamente konnte mit dem Aufbau der Stütze am 20. August begonnen werden. Durch die günstige Witterung konnte die Montage bis 20. November weitergeführt werden. Das Haupt- tragsystem war aber schon wesentlich früher fertig. Bild 6 zeigt die Stütze in der Bergwelt, überragt vom mächtigen Kitzsteinhorn.

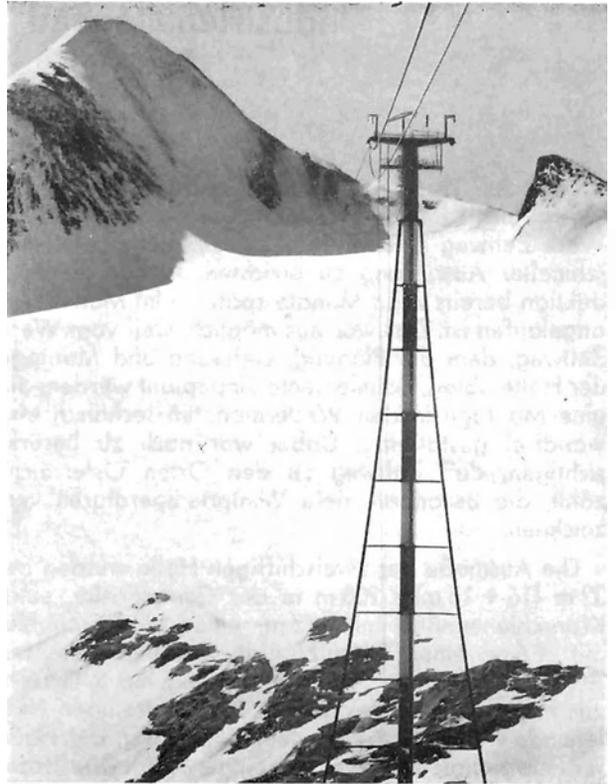


Bild 6: Fertige Stütze 7

Fig. 6: Trestle 7 completed

Dr. techn. Felix Cichocki,
Wagner-Biro AG, Graz

Industriehallenbau während des Winters

Von G. Deutschmann, Zeltweg

Ende Juli 1966 beschloß die Geschäftsführung der Oesterreichisch-Alpine Montangesellschaft in ihrem Werk Zeltweg eine weitere Industriehalle samt maschineller Ausrüstung zu errichten, in der die Produktion bereits zehn Monate später – im Mai 1967 – angelaufen ist. Das war nur möglich, weil vom Werk Zeltweg, dem die Planung, Lieferung und Montage der Halle oblag, Bauelemente eingeplant wurden, die eine Montage in den Wintermonaten technisch einwandfrei gestatteten. Dabei war noch zu berücksichtigen, daß Zeltweg zu den Orten Österreichs zählt, die besonders tiefe Wintertemperaturen verzeichnen.

Die Ausmaße der zweischiffigen Halle wurden mit $32\text{ m } (16 + 16\text{ m}) \times 200\text{ m}$ in der Grundfläche, einer Kranschienenhöhe mit $+7\text{ m}$, einer Lasthakenhöhe mit $+6\text{ m}$, einer Traufhöhe an der Nordseite mit $+9,3\text{ m}$ und einem Pultdach steigend mit 2 Prozent zur Hallensüdseite festgelegt. Am westseitigen Hallenende wurde eine Verlademöglichkeit in der Halle für Normalgleis und Lkw eingeplant. Die Kranausrüstung besteht in einem Schiff aus zwei korbgesteuerten 15-t-Kranen und 4 flurgesteuerten 5-t-Kranen, im Parallelschiff aus einem korbgesteuerten 15-t-Kran und 4 flurgesteuerten 5-t-Kranen, alle der Krangruppe II zugeordnet. In dem für einen späteren Zeitpunkt geplanten Hallenanbau an der Südseite wurden gleiche Kranausrüstungen festgelegt.

Der Binder- und Hauptstützenabstand beträgt 8 m . In der mittleren Stützenreihe wurden am westlichen

Ende der Halle – dem Zusammenbau und Verladeteil – $3 \times 16\text{-m}$ -Felder angeordnet. Das Stahlgewicht der Hallenkonstruktion beträgt 640 t , des Traforaumes 12 t , der Sanitäranlage und der Büros zusammen 22 t sowie das der Zwischenwand 1 t . Die gesamte Konstruktion enthält somit 675 t Stahl.

Als Konstruktionselemente des Stahlskelettes fanden Profile, Winkel, Rundstähle und Breitflachstähle sowie kaltgezogene Profile und Formrohre Verwendung. Die Stahlbauteile wurden in der Werkstätte möglichst in gleichen Größenabmessungen geschweißt gefertigt und auf der Baustelle verschraubt. Alle Baustellenstöße wurden verschraubt, die notwendigen biegesteifen Verbindungen wurden mit HV-Schrauben 10 K hergestellt. Als Stahlqualität für die gesamte Konstruktion wurde St 37 T gewählt.

Im Gegensatz zu einer Sommermontage mußten die Dehnmöglichkeiten in den verschiedenen Hallenquerschnitten insofern berücksichtigt werden, als eine normale Einstelltemperatur von zirka $+10$ bis $+15^\circ\text{ C}$ nicht gegeben war. Zu diesem Zwecke wurden in Hallenlängsrichtung 30 Prozent mehr Dilationsstöße angeordnet, so daß eine geringere Dehnung der Einzelhallenschüsse auftreten wird. Auch die Vorbereitung mußte so getroffen werden, daß mit der Montage des Stahlskelettes sofort die Außenhaut inklusive Dachdeckung der Halle nachgezogen wurde. Durch die Verwendung von größtmöglichen Fertigteilelementen in der Dachhaut und bei der Wandausbildung konnte eine gute Abstimmung zwi-



Bild 1: Neue Maschinenmontagehalle der OAMG, Werk Zeltweg, Stahlbaumontage

Fig. 1: Maschine assembly shed of OAMG works Zeltweg under erection

Bild 2: Beginn des Einbaues der Dachhaut und der Wandelemente

Fig. 2: Begin of mounting roof sheathing and wall members



schen Dehnung der Stahlkonstruktion und den an das Stahlskelett geklemmten Fassaden- und Dachelementen erzielt werden.

Das Dach der Halle wurde so gestaltet, daß nach Montage der Pfetten, Verbände und der in Feldmitte normal zur Hallenachse liegenden Laternenzargen (lichte Breite 3 m) sofort mit der Eindeckung aus Profilblechen begonnen werden konnte. Zu einem witterungsmäßig günstigen Zeitpunkt wurde dann auf diese Stahlblechhaut eine 3 cm dicke Schaumstoffisolierung und darauf eine Schwarzdeckung aufgebracht. Das Dachwasser wird an der Hallennordseite in einer geschweißten Kastenrinne aufgefangen und mittels Fallrohren aus Stahlrohr im Halleninnern abgeleitet. Die Dachlaternen, als Dreieckskrupen ausgebildet, sowie die Giebel-

und Seitenwandlichtbänder wurden aus kittloser Verglasung erstellt und konnten kontinuierlich mit der Profilblechdachhaut und den Seitenwandplatten, ungeachtet der Witterung, montiert werden.

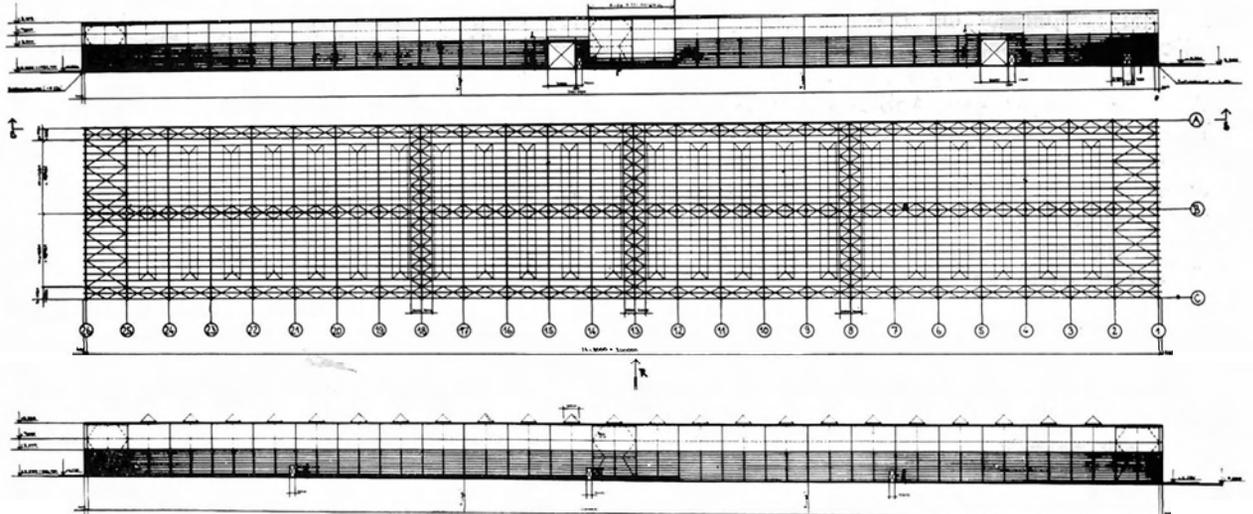
Die Wandplatten bestehen aus Gaszellenbeton-Fertigteilen ($500 \times 120 \times 4000$ mm), die in Abständen von je 4 m mit vertikalen Profilstahlleisen mit der Hauptkonstruktion verschraubt wurden.

Für die Halleneinbauten wurden je ein Stahlskelett für einen Traforaum an der Hallenostseite, ein Sanitärraum mit im Obergeschoß befindlichen Büroräumen in der Mitte des Nordschiffes und eine Trennwand der beiden Schiffe von Ost bis Hallenmitte gefertigt.

In dem Maße, als Montage und Fertigung der Dach- und Wandflächen fortgeschritten waren, wur-

Bild 3: Übersicht

Fig. 3: General view



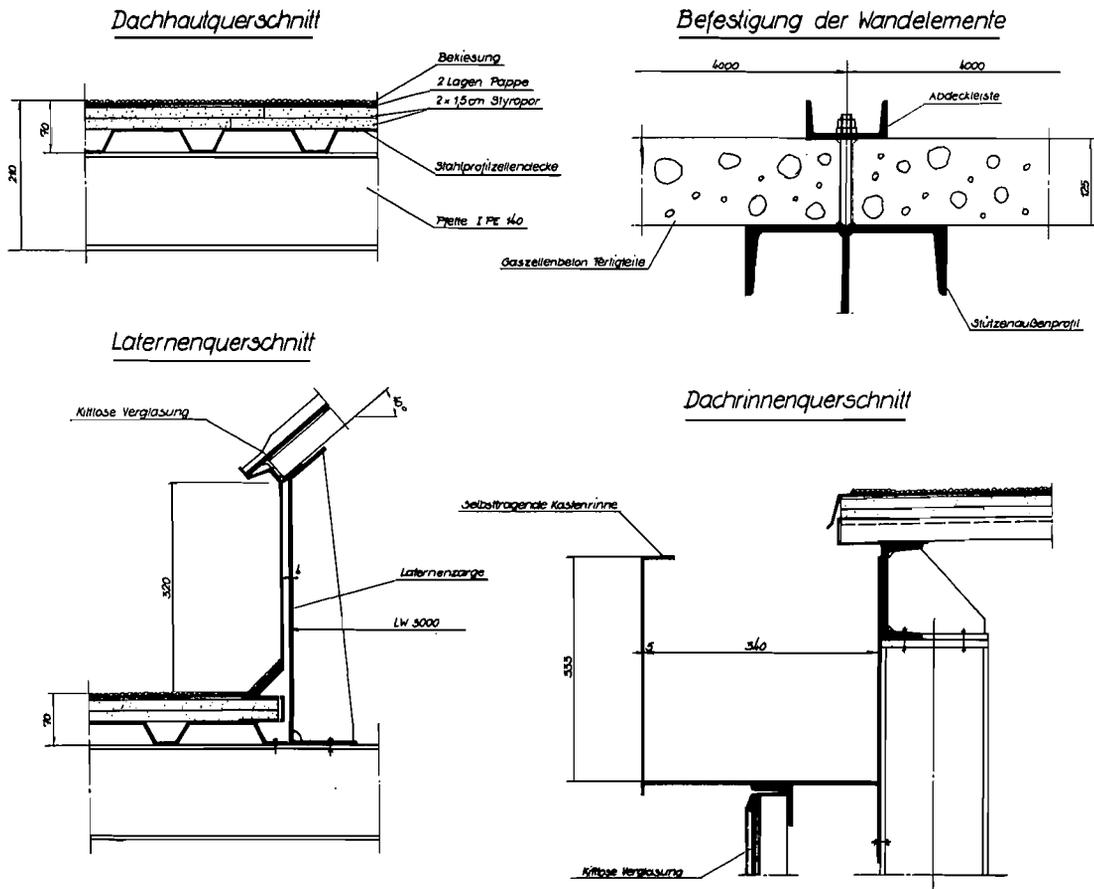


Bild 4: Dach- und Wanddetails

Fig. 4: Roof- und wall-details

den Teile des Hallenquerschnittes mittels Plastikfolien abgeschirmt. In diesem mit transportablen Luftheizgeräten erwärmten Innenraum konnten trotz lang anhaltender Außentemperaturen von -20 bis -24°C die Ausrüstungen der Trafo- und Sanitäranlagen sowie die erforderlichen Betonarbeiten und Installationen durchgeführt werden. Die Abschirmung erfolgte derart, daß einzelne Abschnitte in einem Hallenschiff einen Warmluftpolster erhielten, in dem die Temperatur um zirka 15°C gegenüber den tiefen Außentemperaturen gehoben werden konnte. An Stellen, die es besonders erforderten, konnte durch ein gezieltes Anblasen mit Warmluft die Temperatur von $+5$ bis $+10^{\circ}\text{C}$ erreicht werden. In dem so von außen geschützten Hallenraum konnten auch die Leitungen für elektrische Energie, Wasser und Preßluft verlegt werden. Zwei Kranbrücken wurden aufgezogen und dieselben ohne elektrische Ausrüstung als Montagebühne für die Fertigstellung

der elektrischen Beleuchtungsanlage benützt. Für die Beheizung der Halle ist eine Hochdruck-Heißwasserleitung mit Wandluftheizapparaten vorgesehen. Die Hallenfußböden bestehen je nach Bedarf der vorgesehenen Fertigung in der Halle aus Holzstöckelpflaster, Kleinsteinpflaster oder Asphaltbelag.

Eine sinnvoll aufeinander abgestimmte Zusammenarbeit der beteiligten Firmen sowie die strikte Einhaltung der für die Abwicklung der einzelnen Bauabschnitte gestellten Termine und nicht zuletzt eine klare und bis ins Detail durchdachte Planung sicherten die fristgerechte Fertigstellung dieses Objektes.

Dipl.-Ing. Gerald Deutschmann,
Oberingenieur der DAMG, Werk Zeltweg

Stahlhochbauten des Bürozentrums der VOEST

Von Th. Müller, Linz/Donau

In den Jahren 1963 bis 1967 hat die VOEST nacheinander drei fünf- bis siebengeschossige Bürohäuser für verschiedene Werksabteilungen gebaut, nachdem der ursprüngliche Gedanke eines entsprechend höheren, gemeinsamen Bürogebäudes wegen der höheren Betriebskosten (Klimaanlage, Lift usw.) aufgegeben worden war. Der Entwurf des Architekturbüros der VOEST unter Leitung von Prof. Dipl.-Ing. Reischl und später Dipl.-Ing. Duma sah einen Z-förmigen Grundriß vor, bei dem je zwei zehnfeldrige Gebäudeflügel an einem Massivkern, sich um drei Felder überdeckend, angeordnet wurden (Bild 1).

Die Felderteilung von 5,625 m und die Fensterteilung sind auf eine Raumteilung mit $n \times 1,875$ Meter ausgelegt.

Die Tragkonstruktion wurde so ausgebildet, daß die leichten Zwischenwände beliebig verschoben werden können. Für die etwas schwereren Feuermauern wurden je zwei Ausweichstellungen vorgesehen, so daß spätere Änderungen der Raumteilung leicht durchführbar sind.

Der Querschnitt zeigt Räume mit 5,5 m Tiefe beiderseits eines 2,5 m breiten Mittelganges (Systemmaße) und Geschoßhöhen von 3,5 m (ebenfalls Systemmaß – siehe Bild 2). Das Stahlskelett besteht aus vierstieligen Bindern und Längsträgern. Es ist für sich allein nicht stabil, da die Verbindungen der Stützen, Querriegel und Längsträger nahezu gelenkig wirken, und wird deshalb an den Massivkern des Gebäudes angehängt. Katzenbergerdecken übertragen die Windkräfte auf den Massivkern und auf

Verbund-Windscheiben (Stahlbetonscheiben in Verbindung mit dem Stahlskelett).

Bis zum Erhitzen der Katzenbergerdecke wurde die Standsicherheit der Stahlkonstruktion durch waagrechte und lotrechte Verbände erreicht, die beim zweiten und dritten Gebäude wieder verwendet werden konnten (Bild 4).

Die quer zur Gebäudeachse verlegte Katzenbergerdecke stützt sich auf je zwei äußere und innere Längsträger. Auf den Längsträgern wurden (mit Ausnahme der für die Installation freizuhaltenen kurzen Bereiche bei den inneren Längsträgern) Kopfbolzendübel aufgeschweißt und über den Längsträgerobergurten schmale Betonstege zwischen die Deckenrippen betoniert, um einen Teilverbund zwischen Längsträger und Massivdecke herzustellen (Bild 3 und 4). Auf diese Art konnte der Außenlängsträger aus IPE 300 und der Innenlängsträger aus IPE 330 ausgeführt werden, wobei nur in den Feldern mit erhöhter ständiger Last (WC usw.) an den Unterflansch des Innenlängsträgers eine Lamelle 200×12 angeschweißt wurde.

Der geschraubte Anschluß der Längsträger und Querriegel an den Betonkern erfolgte über Verankerungsplatten, die mit Kopfbolzendübeln im Beton verankert sind und im Zuge der Errichtung des Betonkerns bereits fix miteinbetoniert wurden. Die Maßungenaugigkeiten der Bauausführung lagen dabei in engen Grenzen und konnten mit den gängigen Hilfsmitteln, wie Ausgleichsfutter, Langlöcher und Baustellenbohrungen in den Stegglaschen planmäßig kompensiert werden.

Bild 1: Schematische Grundrißanordnung

Fig. 1: Schematic plan-arrangement

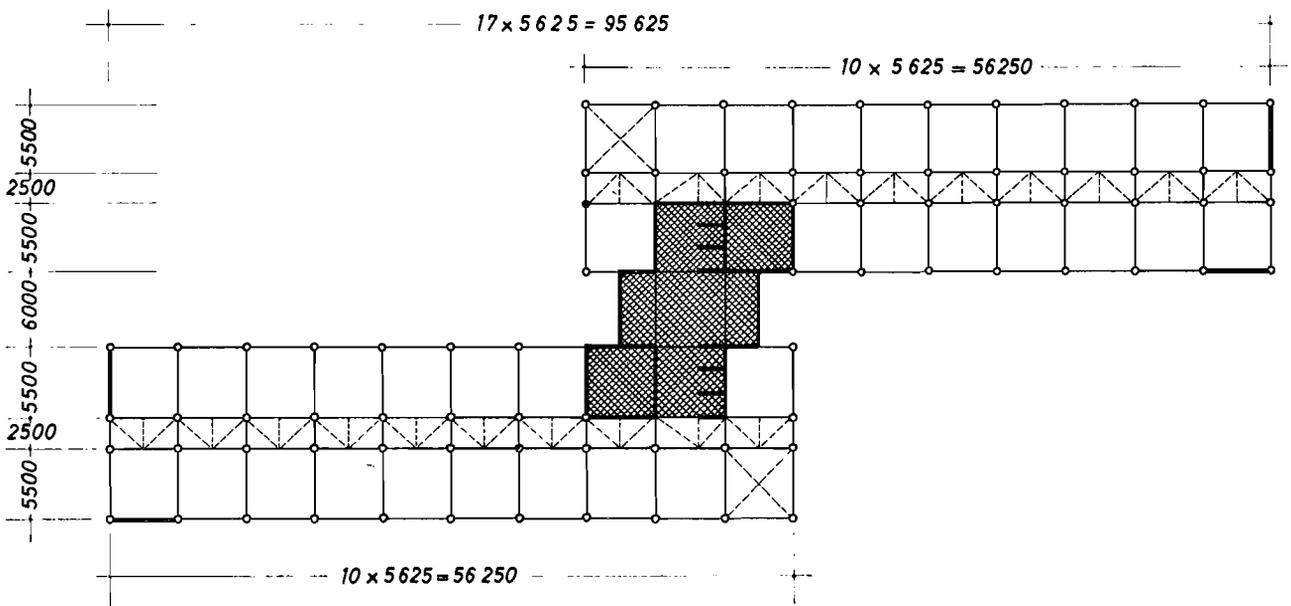


Bild 2: Decken- und Dachausbildung

Fig. 2: Floor- and roof-design

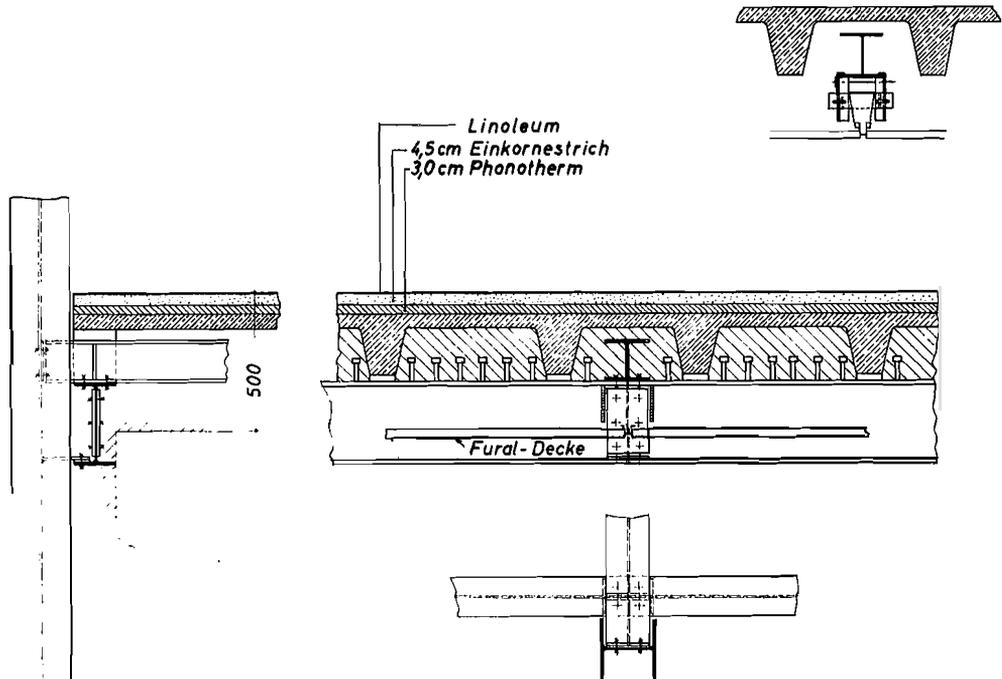
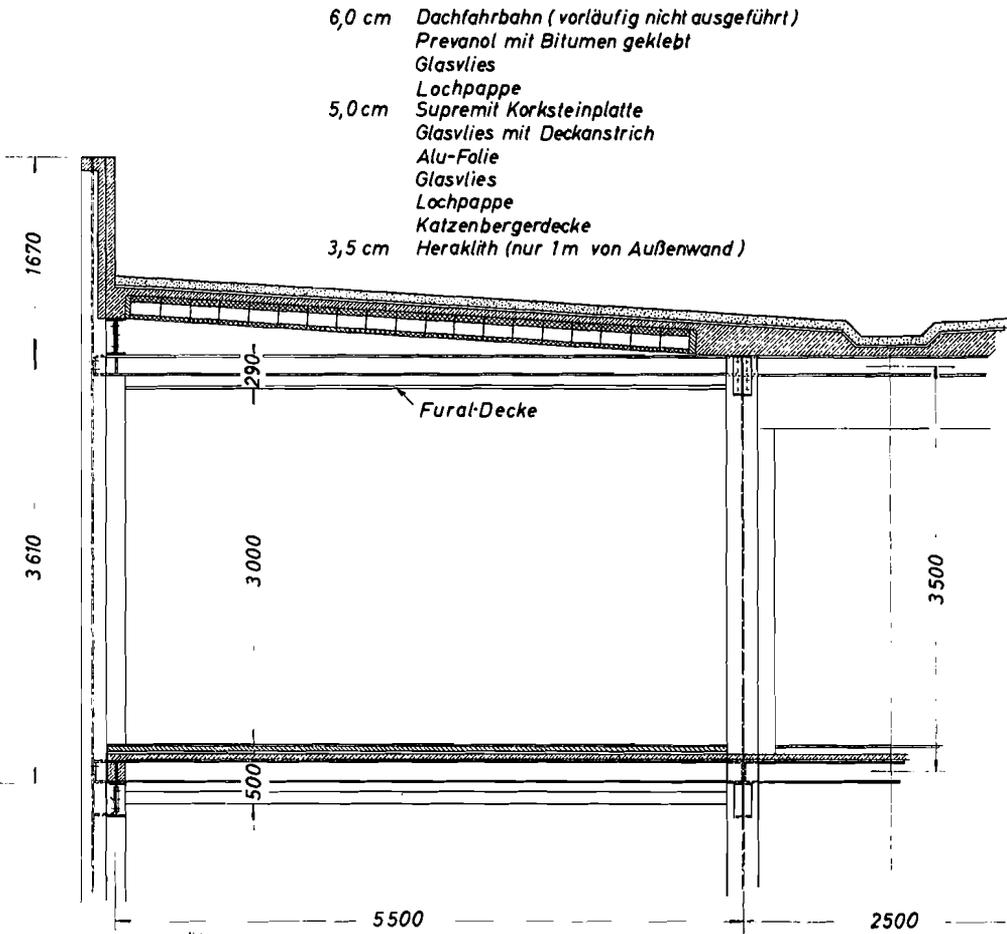


Bild 3: Normale Geschoßdecke

Fig. 3: Standard floor-ceiling

Bild 4: Stahlkonstruktion in Montage
Fig. 4. Steelconstruction in erection stage



Die Querriegel werden durch Decken und Wände nicht direkt belastet, sondern nur über den innerhalb der Außenstützen aufgehängten Außenlängsträger, so daß sie nur geringfügige Biegemomente erhalten. Am Gebäudeende wurden die unmittelbar auf den Querriegel aufbetonierten Deckenränder bis zum Erhärten des Betons unterstützt und entsprechend bewehrt, so daß auch dort mit den schwachen Querriegeln (HE 180) das Auslangen gefunden wurde.

Die Stützen sind aus HE 220 bis 260 hergestellt, deren Stege in Gebäudelängsrichtung liegen, und zwar bei den Außenstützen etwa bündig mit der Emailblechfassade, so daß die äußere Trägerhälfte wie ein U-Eisen vor der Wand liegt und die angestrebte starke Gliederung der Fassade mit Betonung der Vertikalen ergibt. Aus ästhetischen Gründen wurde das Profil der Außenstützen über die ganze Gebäudehöhe einheitlich gewählt, wobei nur im unteren Stützenbereich innenseitig Stegverstärkungen angeschweißt wurden. Bei den geringen Geschößzahlen war das Mehrgewicht gegenüber einer den statischen Erfordernissen entsprechenden Profilabstufung unbedeutend. Die Innenstützen, die wesentlich größere Lasten erhalten und außerdem architektonisch nicht in Erscheinung treten, sind unter Verwendung von HE-Trägern und Stegverstärkungen in den Untergeschossen der Statik entsprechend dimensioniert.

Bild 5: Zwei Bürogebäude in verschiedenen Baustadien
Fig. 5: Two office buildings in various erection stages



Von den drei Bürogebäuden wurde das erste mit vier Obergeschossen, das zweite mit sechs Obergeschossen und das dritte mit vier Obergeschossen, aber einer Aufstockungsmöglichkeit von zwei weiteren Geschossen ausgebildet. Dabei ergaben sich unter Abzug des Massivkernanteiles die nachstehenden Werte für die Kubaturen umbauten Raumes, die Konstruktionsgewichte und den Stahlbedarf in kg/m^3 :

$V_1 = 27\,426\text{ m}^3$	$G_1 = 262\text{ t}$	$g_1 = 9,6\text{ kg/m}^3$
$V_2 = 37\,191\text{ m}^3$	$G_2 = 416\text{ t}$	$g_2 = 11,2\text{ kg/m}^3$
$V_3 = 27\,426\text{ m}^3$	$G_3 = 319\text{ t}$	$g_3 = 11,6\text{ kg/m}^3$

Hierbei wurde entsprechend ÖNORM B 4001 in den Büroräumen mit 200 kg/m^2 Nutzlast und einem Leichtwandzuschlag von 75 kg/m^2 , in den Gängen mit 400 kg/m^2 gerechnet. Im übrigen erfolgte die Berechnung nach ÖNORM B 4300 unter Verwendung von St 37 und einem geringen Anteil an St 44 T.

Die Stahlkonstruktion wurde beim ersten Gebäude mit einem Autokran, beim zweiten und dritten mit einem Turmdrehkran montiert, wobei die HV-Verbindungen einen raschen Arbeitsfortschritt ermöglichten (Bild 5). Die Deckeneigengewichte lagen in den Normalräumen bei 380 kg/m^2 , in den Gängen bei 440 kg/m^2 , mit etwas höheren Werten in WC-Räumen und beim Dach. Die normale Deckenausbildung ist aus Bild 3 ersichtlich, die Dachausbildung mit $k \approx 0,75$ aus Bild 2. Die Fenster mit Isolierverglasung haben Dreh-Kippflügel aus verzinktem und einbrennlackiertem Stahlblech nach dem System Benetton.

Die Außenwände bestehen aus 10 cm dicken Heraklith-PV-Platten (das ist mit beiderseitigem Porenverschluß) und einer vorgehängten Emailblechfassade auf einer Unterkonstruktion aus Formrohren. Der Abstand zwischen Blech und Heraklith ist etwa 13 cm ($k \approx 0,77$). Die Innenwände sind teils aus 10 cm dicken Gipsdielen hergestellt, und zwar an Stellen, wo höherer Schallschutz erforderlich ist, teils sind sie Montagewände aus verzinktem und einbrennlackiertem Stahlblech aus zusammensetzbaren Elementen von etwa 95 cm Breite mit teilweiser Verglasung. Gang und Feuermauern sind aus 12 cm dicken Schlackenplatten hergestellt.

Der Stahlbetonkern umfaßt zwei Stiegenhäuser, zwei Aufzugsgruppen und einen Verbindungsbau.

Für den Brandschutz wurden folgende Forderungen gestellt:

Im Erdgeschoß feuerbeständige Verkleidung der tragenden Stützen mit Ausnahme der Außenseite der Außenstützen; in den Obergeschossen analog feuerhemmende Ummantelung bzw. Abtrennung von den Räumen; feuerhemmende Verkleidung der Längs- und Querträger oder feuerhemmende Untersichtdecke; Herstellung von vier Brandabschnitten je Geschoß durch Feuermauern und feuerhemmende Türen.

Zur Erfüllung dieser Forderungen wurden die Stützen im Erdgeschoß ausgemauert, die Außenstützen jedoch nur innenseitig. Die Innenstützen wurden in den Obergeschossen mit 10 mm dicken Lentsolmatten (Hüttenwolle auf Papier) umwickelt und an den Flanschseiten mit 19 mm, parallel zu den Stegen mit 9 mm starken Asbestplatten verkleidet, soweit es sich um freistehende Stützen in den Großräumen handelt. Die Innenstützen an den Flurwänden wurden raumseitig mit 20 mm Spritzasbest ummantelt. Die Außenstützen stehen zur Gänze vor der Heraklith-PV-Wand und erhielten daher in allen Obergeschossen nur den vierfachen Korrosionsschutzanstrich.

Der Außenlängsträger wurde innen und unterseitig mit Phonothermplatten abgedeckt, die durch ein Kantblech festgehalten sind. Innenlängsträger und Querträger sind mit 20 mm Spritzasbest ummantelt.

Da die Außenstützen, wie schon gesagt, unverkleidet blieben, zeigt die ganze Fassade – Stützen wie Wandflächen – unverkleideten Stahl als hauptsächlichstes Bauelement.

Dipl.-Ing Theodor Müller,
VOEST, Linz/D.

300 000 m³ Gasbehälter mit Stahlbecken, schraubengeführt

Von W. Jank, H. Weitzer, F. Haller, F. Erlacher, Wien*)

I. Einleitung

Der Gasbehälter mit einem Fassungsvermögen von 300 000 m³ Inhalt wird im Auftrage der Wiener Stadtwerke-Gaswerke errichtet. Dies ist derzeit der größte schraubengeführte Behälter mit einem vollkommen geschweißten Stahlbecken. Konstruktion und Montage wurden von den Firmen Wiener Brückenbau- und Eisenkonstruktions A. G., Wien, und F. A. Neuman, Eschweiler bei Aachen, durchgeführt.

Einige wesentliche Zusammenhänge, betreffend die Gasversorgung der Stadt Wien, seien dargelegt: Wien wird von den beiden Gaswerken Simmering und Leopoldau versorgt, wobei auf jedes Werk etwa die Hälfte der Gaserzeugung entfällt. Während vom Werk Leopoldau nur Mitteldruckleitungen ausgehen, von denen über Reglerstationen das Niederdrucknetz gespeist wird, gibt das Werk Simmering etwa 40 Prozent seiner Gaserzeugung unmittelbar unter Behälterdruck, also ohne Gebläse, an das Niederdrucksystem ab. Der Druck im Mitteldrucksystem beträgt am Ausgang des Werkes verbrauchsbedingt bis zu 10 000 mm WS. Für diese Art der Förderung und Verteilung haben die Gasbehälter in den beiden Werken und an drei Behälterstationen wichtige Funktionen. Einerseits muß das erzeugte Gas im Behälter gespeichert und aus diesem kontinuierlich unmittelbar an das Verbrauchernetz abgegeben werden, andererseits dienen sie als Pufferbehälter für die Entnahme des Gases durch die Mitteldruckgebläse. In beiden Funktionen aber gleichen die Behälter die Differenzen zwischen Erzeugung und Verbrauch aus.

Zu der üblichen Funktion der Speicherung kommt für den neuen 300 000 m³ fassenden Behälter auch noch die Funktion eines Mischbehälters. Unmittelbar am Eingang zum Behälter wird die fertige Stadtgasmischung durch Beimengung der erforderlichen Erdgasmenge hergestellt. Dies erfolgt so, daß das in der Zuführungsleitung ankommende Gemisch von Luftmethan- und Wasserdampfmethanspaltgas durch die geregelte Erdgasbeimengung auf den Stadtgasheizwert von 4600 kcal/m³ aufkarburiert wird. Im Behälter selbst wird die gründliche Durchmischung erreicht, während die Kontrolle des Heizwertes am Behälteraussgang erfolgt.

Bis zur Errichtung des neuen Schraubengasbehälters stehen theoretisch rund 1,5 Millionen m³ Behälterraum zur Verfügung. Wenn an einem strengen Wintertag 4,5 bis 5 Millionen m³ Gas abgegeben werden, so bedeutet dies, daß der verfügbare Behälterraum

kaum einen Ausgleich über wenige Stunden bietet. Der nunmehr zu errichtende Großbehälter in Simmering soll die ausreichende Gasversorgung der Stadt Wien sichern.

II. Bauart und Werkstoffwahl

Verschiedene Überlegungen führten dazu, einen Teleskopbehälter mit Wasserbecken zu bauen. Die übliche Bauart mit einem feststehenden Führungsgerüst kam vor allem deshalb nicht in Betracht, weil aus geometrischen Gründen die Schraubeführung wesentlich präziser ist und auch eine geringere Schrägstellung der Teleskope garantiert. Außerdem können die durch Windeinflüsse und einseitige Schneelasten bei konventionellen Behältern unvermeidbaren nachteiligen Schräglagen und das damit verbundene Abfließen von Wasser aus den Tauchtaschen, was in weiterer Folge Gasaustritt bewirkt, beim schraubengeführten Behälter kaum auftreten.

Von den drei möglichen Ausführungsarten des Wasserbeckens aus Spannbeton, aus Stahl genietet oder aus Stahl geschweißt, wurde die letzte Ausführungsart gewählt. Durch die Kombination der beim Wasserbecken verwendeten Stahlarten, vorwiegend mit dem Feinkornstahl Aldur 58, ist es im Behälterbau gelungen, nicht nur in technischer Hinsicht einen neuen Weg zu weisen, sondern auch die Preiswürdigkeit einer modern abgestimmten Konstruktion unter Beweis zu stellen.

Bei der Auswahl der für das Wasserbecken zu verwendenden Stahlarten war zu berücksichtigen, daß der Wasserinhalt im gefüllten Zustand immerhin 85 Millionen Liter beträgt. Man entschloß sich daher, für die untersten vier der insgesamt acht je 2000 mm hohen Schüsse, also für die Schüsse mit den größten Wandstärken, den VOEST-Stahl Aldur 58, einzubauen (siehe Bild 4). Bei diesem Werkstoff handelt es sich um einen Al-haltigen SiMn-Feinkornbaustahl, der eine hohe Streckgrenzenlage, Trennbruchsicherheit und Alterungsbeständigkeit aufweist und gute Schweißbarkeit besitzt.

III. Konstruktion

Der Gasbehälter besteht in seinem Hauptaufbau aus dem zylindrischen Wasserbecken und den auf dem Beckenwasser schwimmenden, gasgefüllten vier Hubteilen (das sind die Glocke und die Teleskope I, II, III), den Führungen, der Treppenanlage, den Gas- ein- und -ausgangsrohren und den zusätzlichen Ausrüstungen wie z. B. dem Zeigerwerk und einer wirkungsvollen Heizung. Bild 6 zeigt den geschilderten Aufbau.

*) Dieser Aufsatz enthält eine gekürzte Wiedergabe des am 6. April 1967 im Außeninstitut der Technischen Hochschule Wien gehaltenen Vortrages über die Entwicklung, Konstruktion und Montage des gegenständlichen Behälters.

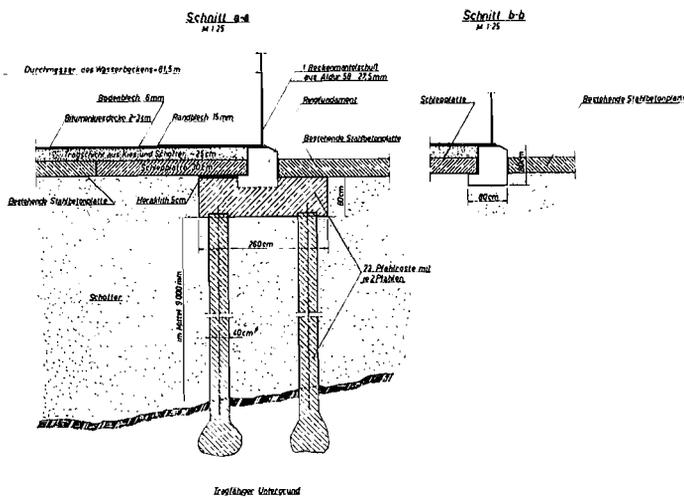
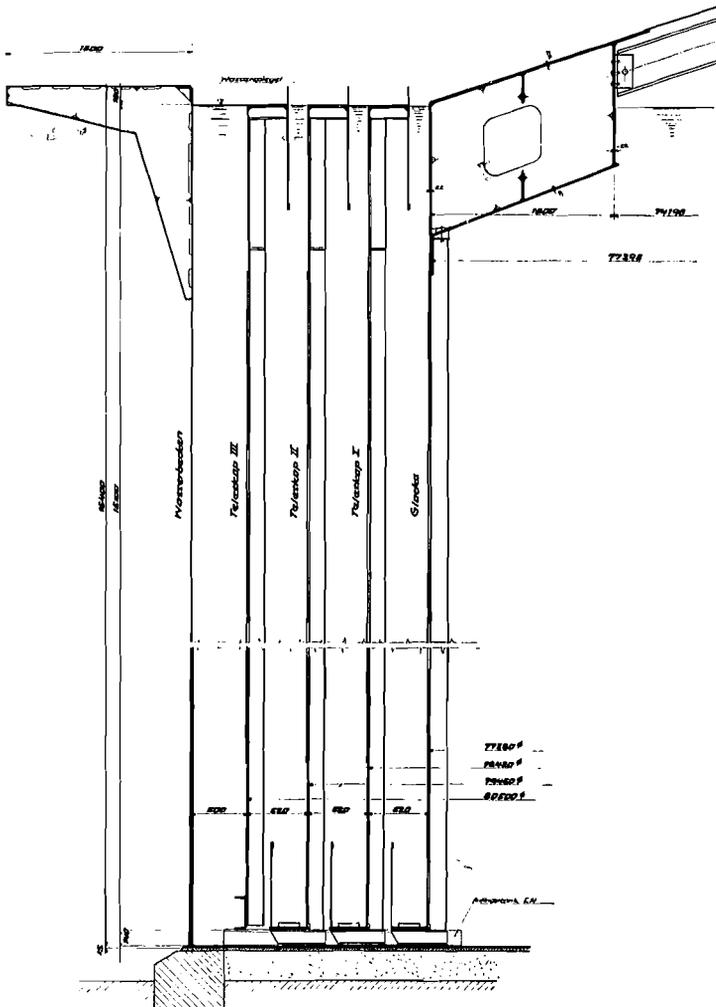


Bild 1: Fundament
Fig. 1: Foundation

Bild 2: Schnitt durch Hubteile
Fig. 2: Section of Telescop

Behälterwand
Vertikalschnitt



Hauptabmessungen und Gewichte seien hier festgehalten:

Beckendurchmesser	81 500 mm
Höhe des Wasserbeckens	16 400 mm
Durchmesser des Teleskopes III	80 500 mm
Durchmesser des Teleskopes II	79 460 mm
Durchmesser des Teleskopes I	78 420 mm
Durchmesser der Glocke	77 380 mm
Höhe jedes Hubteiles	16 100 mm
Gesamthöhe (voll ausgefahren)	83 725 mm
Gewicht des Wasserbeckens	1 030 t
Gewicht des Teleskopes III	367 t
Gewicht des Teleskopes II	352 t
Gewicht des Teleskopes I	337 t
Gewicht der Glocke	820 t
Zubehörteile, Rohrleitungen und sonstige Ausrüstungsteile	90 t
Gesamtgewicht der Stahlkonstruktion	2 996 t

Die Gewichte der Hubteile sind bestimmend für die zu erzielenden Gasdrücke. Der Gasdruck ist variabel und beträgt je nach Ausfahrstellung:

Glocke allein ausgefahren	175 mm WS
Glocke und Teleskop I	250 mm WS
Glocke und Teleskop I und II	320 mm WS
Glocke und Teleskop I, II und III	390 mm WS

Das erzielbare Gasvolumen ergibt sich aus dem Volumen der Hubteile, und zwar

Glocke	75 714 m ³
Teleskop I	73 174 m ³
Teleskop II	75 128 m ³
Teleskop III	76 344 m ³
maximale Füllmenge	300 360 m ³

Wie in Bild 1 ersichtlich, ruht der Behälter im wesentlichen auf einem Ringfundament, das seine Lasten über 72 Auflagerbänke und je zwei, das sind zusammen 144 Pfähle, ableitet. Die Belastung pro Auflagerbank wurde mit 37,8 t errechnet.

Bei voll ausgefahrenem Behälter erhält das Fundament innerhalb der Randzone aus der Wasserfüllung dem Gasdruck und den Bodenblechen einen gleichmäßig verteilten Druck von 1,67 kg/cm². Die Randzone, das ist der Bereich des Ringfundamentes, wird noch mit den anteiligen Lasten aus den abgesetzten Hubteilen und dem Beckenmantel belastet. Die Beanspruchung der Randzone ist bei ausgefahrenem Behälter zufolge der Windeinflüsse geringer.

Das Wasserbecken – Bild 3 – hat einen Inhalt von 85 000 m³ und besteht aus Boden, Mantel und Beckenrundgang mit den Auflagerbänken für die Führungsrollen für das Teleskop III. Der Boden liegt in seiner ganzen Fläche auf dem Fundament auf und

hat keine besondere statische Funktion zu erfüllen. Er besteht in der Mitte aus rechteckigen Blechen gleicher Größe von 6 mm Stärke, die überlappt aufeinandergelegt und ohne weitere Bearbeitung der Kanten verschweißt wurden. Die Randbleche sind polygonal angeordnet und haben eine Stärke von 15 mm. Die Verschweißung erfolgt stumpf, um eine durchgehend glatte Auflagerfläche für den untersten Mantelschuß zu erzielen. Der Beckenmantel wird aus 8 Schüssen gebildet, mit den Blechstärken zwischen 27,5 und 9 mm. Am Umfang sind 24 Bleche angeordnet. Die einzelnen Blechtafeln haben eine Breite von 2000 mm und eine Länge von 10 500 mm. Ein Blech des untersten Schusses wiegt 4,5 t; es wird in der Rundnaht und Stehnaht jeweils stumpf verschweißt. Die zulässigen Spannungen für die Errechnung der Blechstärken wurden nach DIN 4119 mit zwei Drittel der gewährleisteten Streckgrenze festgelegt, und zwar für Aldur 58 mit 2733 kg/cm², für St 52 T mit 2200 kg/cm² und für St 37 T mit 1466 kg/cm² (Bild 4).

Im untersten Mantelschuß entsteht aus der Wasserfüllung des Beckens eine Ringzugkraft von 660 t je Meter Höhe. Damit ergibt sich für diesen Mantelschuß aus Aldur 58 bei einem Schweißfaktor

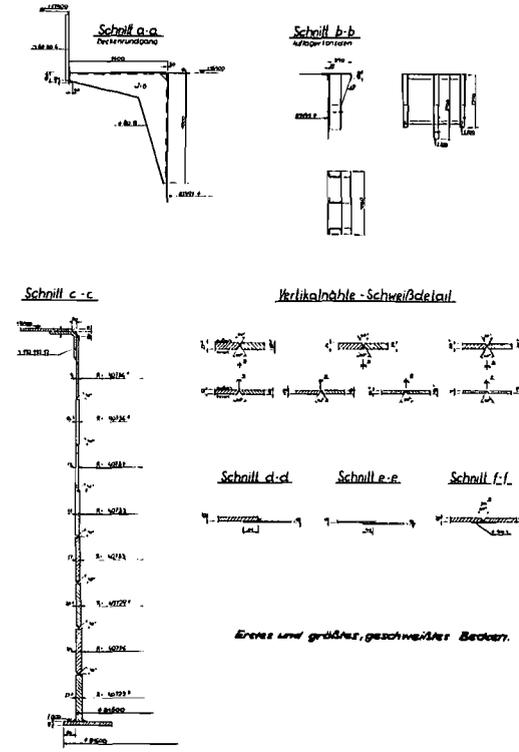
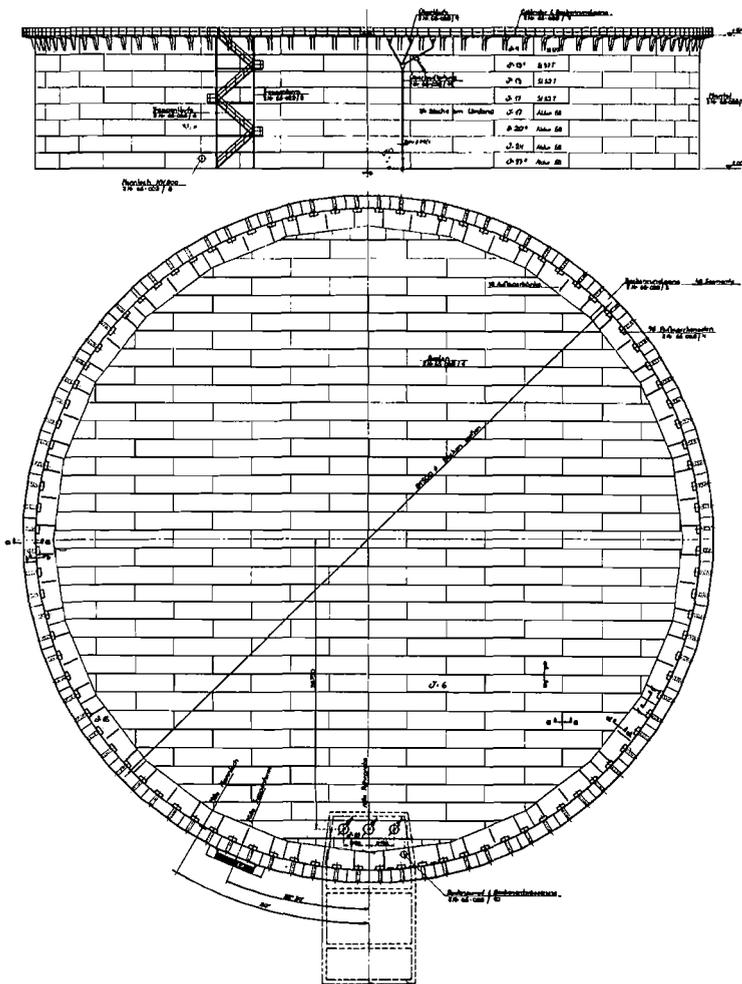
von 0,9 eine Blechstärke von 27,5 mm. Zum Vergleich sei angeführt, daß der gleiche Schuß aus St 37 T eine Wandstärke von mindestens 51 mm haben müßte, bei St 52 T immerhin noch 34 mm. Daraus ist eindeutig zu erkennen, daß man für Behälter dieser Größenordnung bei den untersten Schüssen Materialien mit hoher Streckgrenze vorteilhaft verwendet.

Der Beckenrundgang dient in erster Linie als Windträger. Er ist so ausgesteift, daß die Windkräfte, welche am ausgefahrenen Behälter angreifen, in den Beckenmantel abgeleitet werden können. Die Querschnittfläche des Beckenrundganges hat eine Größe von 182,4 cm² und ein Widerstandsmoment von 6714 cm³. Damit können Windlasten, welche bei diesem Behälter eine Größenordnung von über 410 t annehmen, aufgenommen werden.

Die Führung aller Hubteile (Bild 5) erfolgt mit schraubenförmig am Umfang eines jeden Hubteiles unter 45° Steigung angeordneten Spezialschienen, die ihrerseits wieder in Doppelrollenböcken laufen. Die Konstruktion der Rollenböcke ist so, daß diese auch noch nach der Befestigung auf der Hauptkonstruktion in tangentialer und radialer Richtung in gewissen Grenzen eingestellt werden können. Die Rollen besitzen darüber hinaus ein Achsialspiel von

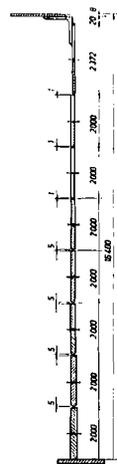
Bild 3: Wasserbecken

Fig. 3: Water pool tank



Tabellarischer Vergleich der Blechstärke bei verschiedenen Stahlorten

St 37T		St 52T		tatsächliche Ausführung	
f	Gew.	f	Gew.	f	Gew.
9,0	45,0t	9,0	45,0t	9,0	45,0t St 37T
13,5	55,5t	9,1	37,2t	13,5	55,5t St 37T
19,8	81,0t	13,0	53,5t	13,0	53,5t St 52T
26,0	106,0t	17,0	70,0t	17,0	70,0t St 52T
32,2	132,0t	21,4	88,0t	17,0	70,0t Aldur 58
38,4	157,0t	25,6	105,0t	17,0	70,0t Aldur 58
44,5	182,0t	29,6	121,0t	20,5	84,0t Aldur 58
50,6	208,0t	33,8	139,0t	24,0	98,5t Aldur 58
Σ	996,5t	Σ	658,5t	Σ	588,5t



Nach DIN 419 ml

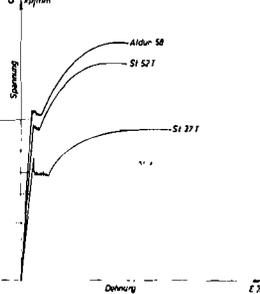
Zur Spannung 7/3 der garant. Streckgrenze

St 37T	220-230-486 kg/m ²
St 52T	310-320-770 kg/m ²
Aldur 58	410-420-920 kg/m ²

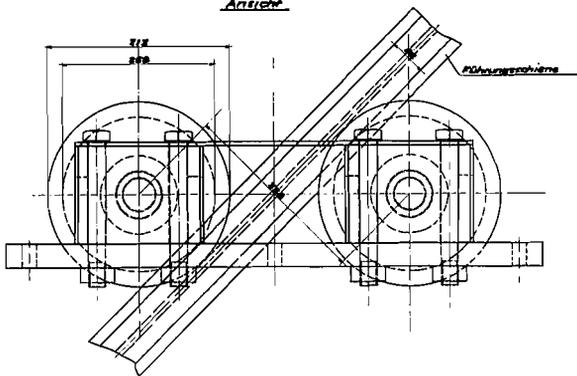
Mechanische Eigenschaften und Alterungsbeständigkeit des Aldur 58

	Garantierte Werte laut Katalog	Tats. Werte bei dem hier verwendeten Blechen
Streckgrenze für Bleche aus 30mm (kg/m ²)	41	43,8
Zugfestigkeit (kg/m ²)	58-68	61,2
Bruchdehnung (mm/m)	22	27,7
Kerbschlagarbeit DVM (geschliffen) (kgm/m ²) für 20°	6	16,0

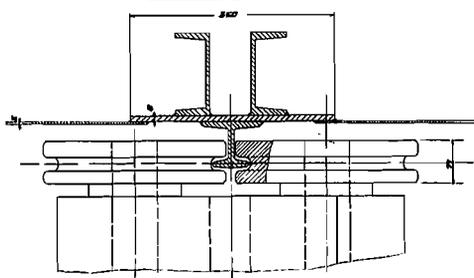
Streckungs-Dehnungs-Diagramm



Ansicht



Rolleransicht



Querschnitt

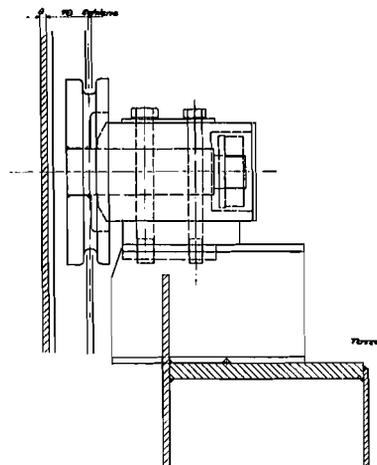


Bild 5: Führungsrollen

Fig. 5: Guide rollers

Bild 4: Stahlqualitäten des Mantels für das Wasserbecken

Fig. 4: Steel qualities of the shell of the water pool tank

34 mm. Trotz dieser Freiheitsgrade sind im Hinblick auf die Größe dieses Bauwerkes bezüglich der Werkstätte und Montage die Toleranzen weit unter der sonst üblichen Größenordnung.

Die Rollenblöcke stellen für den Behälter die einzigen mechanischen Teile dar und wurden durch ihre besondere Konstruktion weitgehend wartungsfrei gehalten.

Jeder Hubteil (Teleskop I, II und III) besteht in der Grundkonstruktion aus einem oberen und einem unteren Ring (Hak- und Schöpftasse), die dazwischen liegenden Verbindungen, das sind je 72 Stück Aufrichter und die unter 45° Steigung angeordneten Schienen. Diese Elemente bilden ein räumliches Tragwerk. Außerdem kommt dazu der 3 mm starke Blechmantel. Die Situation der Hubteile im eingefahrenen Zustand zeigt Bild 2.

Das Gespärre der Glocke ist, wie aus Bild 7 ersichtlich, als ungestützte Rippenkugel ausgebildet. Die Dachhaut liegt lose auf dem Sparrwerk und hebt sich von diesem ab, wenn der Behälter vom Gasdruck belastet wird. Da das Glockendach kugelförmig ausgebildet ist, sind die unter der Dachhaut befindlichen Sparren kreisförmig gebogen. Die Sparren sind mit dem Kronenring biegesteif verbunden, zur Glockenecke hin jedoch gelenkig angeschlossen. Somit bilden zwei diametral gegenüberliegende Sparren einen Zweigelenkbogen als Tragsystem. Die Stützweite beträgt 74 000 mm, der Krümmungsradius 118 450 mm, bei einer Bogenhöhe von 6000 mm. Die 72 Sparren sind am Umfang gleichmäßig verteilt an-

geordnet. Die aus Walzprofilen ausgeführten Sparren haben eine Normalkraft von 24 t und ein Moment zweiter Ordnung von 11,54 tm aufzunehmen. Der Glockeneckring ist als Torsionskasten ausgebildet und hat eine Fläche von 1300 cm² mit einem Trägheitsmoment in der Y-Achse von 5 400 000 cm⁴. Entsprechend der Anschlußtangente zur Kugelkalotte des Glockendaches ist die obere Gurtplatte um 18° gegenüber der Horizontalen geneigt. Der Glockeneckring erhält durch den Gasdruck eine Ringdruckkraft von 809 t und dazu ein Biegemoment von 157 tm. Im Leerzustand, hervorgerufen durch Schnee und das Eigengewicht des Glockendaches, sowie durch den Winddruck betragen die Ringzugkräfte bis zu 350 t und das Biegemoment bis 54 tm.

Vom Terrain bis zum Beckenrundgang in 16,4 m Höhe führt eine bequeme Treppe. Das Glockendach kann in jeder Ausfahrtstellung des Behälters durch vier in gleicher Weise wie die Führungsschienen schraubenförmig gebogene Treppen erreicht werden. Zum Gewichtsausgleich der auf einer Seite des Behälters aufgebauten Treppen sind an zwei jeweils um 120° versetzten Stellen Gewichte angebracht.

Der Behälter erhält eine Eingangsrohrleitung von 1200 mm NW und zwei Ausgangsrohrleitungen mit 1000 mm und 1200 mm NW. Die drei Rohrleitungen werden nebeneinander in einer Rohrgrube, die zur Hälfte unter den Behälterboden reicht, verlegt. Sie treten nebeneinander durch den Boden in den Wasserraum des Beckens ein. Die

Eingangsleitung wird gleich nach oben bis über den Wasserspiegel geführt, während beide Ausgangsleitungen über dem Boden horizontal bis zur Mitte verlegt sind und dort ebenfalls bis 500 mm über die Wasseroberfläche senkrecht nach oben steigen. Sie werden im horizontal laufenden Teil gegen Auftrieb durch Betonklötze beschwert. Alle Rohre werden durch drei Seile gegen den Boden hin verspannt.

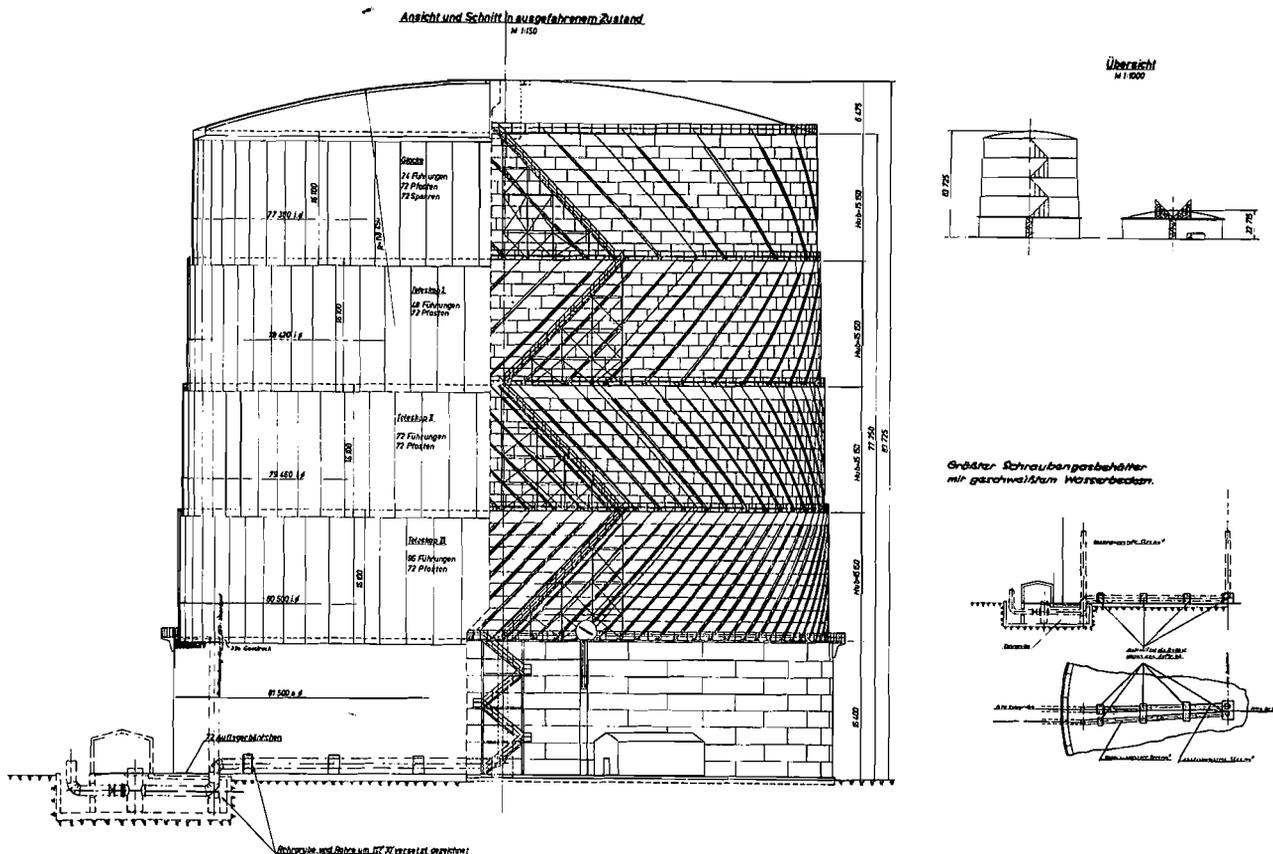
In der Mitte der Glocke, am Kronenring befestigt und etwa 7000 mm hinunter reichend, ist das sogenannte Zentralrohr von etwa 3800 mm Durchmesser angeordnet. Wenn die Glocke fast leer ist, umschließt es die beiden Ausgangsrohre, wobei es in das Beckenwasser eintaucht und dadurch den hydraulischen Abschluß der beiden Ausgangsleitungen bewerkstelligt. Auf diese Weise wird das Leersaugen des Behälters bzw. das „Einziehen“ der Dachhaut verhindert.

IV. Montage

Vor Beginn der Stahlbaumontage muß das Fundament auf seine Genauigkeit überprüft werden. Bild 1 zeigt die Bitumenkiesdecke mit einer Stärke von 2 bis 3 cm kotiert. Die Oberfläche der Bitumenschicht wurde bezüglich des Niveaus geodätisch auf eine Genauigkeit von ± 1 cm, verteilt auf den gesamten Umfang, überprüft. Dabei ist die absolut horizontale Lage Grundvoraussetzung. Diese für eine Baufirma in ungewöhnlicher Größe geforderte Genauigkeit

Bild 6: Behälter voll ausgefahren

Fig. 6: Gasholder in lifted position



Glockendach - Gespärre

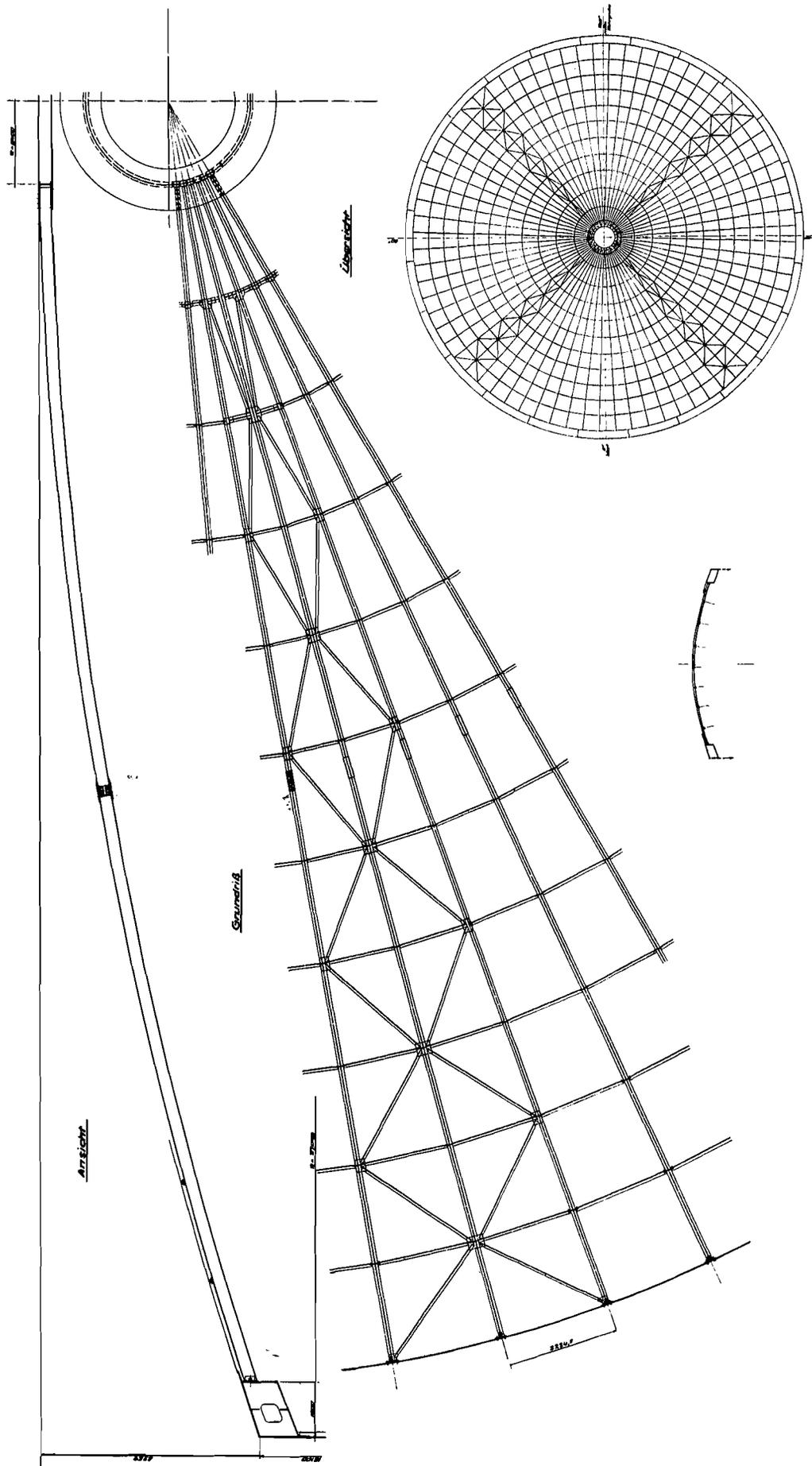


Bild 7:
Gespärre
der Glocke

Fig. 7:
Bell
construction

Bild 8: Einsetzen von Mantelblechen

Fig. 8: Insertion of shell plates

mag auf den ersten Blick übertrieben erscheinen. Es hat sich jedoch gezeigt, daß noch engere Grenzen, falls diese technisch überhaupt erreicht werden könnten, bei der Stahlbaumontage sehr vorteilhaft wären. Es muß nämlich die genaue Höhenlage der Hubteile dauernd überprüft und auch korrigiert werden. Der Endzustand wird erst nach Füllung des Wasserbeckens erreicht, während im Zuge des Baufortschrittes die Lasten nur langsam aufgebracht werden. Örtliche Einpressungen in die elastische Bitumenschichte müssen immer wieder vermessen und durch Futterbleche unter den Auflagerbänken ausgeglichen werden; ebenso ist jede weitere Unebenheit im Fundament mit Blechstreifen auszugleichen.

Vor der Montage des Behälterbodens muß in der Richtung und in der Höhe des Mannloches ein Fixpunkt außerhalb des Behälters vermarktet werden, der es gestattet, sämtliche Höhenlagen – auch relativ zueinander – zu überprüfen. Sodann ist der Mittelpunkt des Behälters zu fixieren und auf das erste Bodenblech zu übertragen. Von diesem Zentrumskörper wird ein Kreis mit einem Durchmesser von 81 600 mm angerissen. An das Zentrumsblech, das man in einer Achse senkrecht zur Rohrgrube auflegt, reihen sich überlappt die einzelnen Bleche. 195 Stück blieben davon unbeschnitten. Lediglich 90 Tafeln in der Randzone mußten, der Polygonform entsprechend, angepaßt werden. Die Querschweißnähte wurden beim Auslegen der Blechbahnen sofort hergestellt, die Längsnähte jedoch nach einem bestimmten Schweißplan. Dagegen wurden die Anschlußschweißungen der Bodenbleche zum Randblech zuerst überhaupt nicht gelegt. Wäre der Boden vollkommen fertiggestellt worden, so hätten die Tempe-



raturschwankungen während der relativ langen Bauzeit beträchtliche Aufwölbungen desselben bewirkt.

Bei der Montage eines Behälterbodens mit den vorliegenden Dimensionen ist also die gezielte Freilassung von Schweißnähten eine ganz wesentliche Aufgabe der Montageplanung. Aus ähnlichen Überlegungen wurden von den Bodenrandblechen die Radialschweißnähte auch nur im Bereich des Beckenmantels fertiggestellt, an den übrigen Stellen lediglich geheftet. Bei den Randblechen ist eine Aufwölbung im Nebenbereich der Schweißnähte durch die Winkelschrumpfung gegeben und muß durch einen



Bild 9: Beckenmontage beim 7ten Schuß

Fig. 9: Erection of the water pool tank at the 7th course

vernünftigen Schweißvorgang in kontrollierbaren Grenzen gehalten werden.

Um auch bei der Montage des Beckenmantels (Bild 8 und 9) die geometrisch richtige Form zu erzielen, wurden vom Zentrumskörper aus Parallelkreise angerissen und zwar so, daß diese nach dem Aufsetzen des untersten Schusses mit einem Außendurchmesser von 81 500 mm noch sichtbar blieben. Von den 24 Stück Mantelblechen jedes Schusses wurden 23 in der theoretischen Länge angeliefert, das 24. Blech hatte eine Überlänge und wurde erst an der Baustelle angepaßt. Dadurch konnten die Schrumpfungen beim Verschweißen der Stehnähte der Wirklichkeit entsprechend berücksichtigt werden, so daß der Behälter sicher den richtigen Außendurchmesser bzw. den theoretischen Umfang hat.

Das Verschweißen des ersten Beckenmantelschusses mit den Bodenblechen wurde zu einem viel späteren Zeitpunkt, genauer gesagt, nach Aufsetzen des vierten Schusses, durchgeführt. Der Grund liegt auch hier in erster Linie wieder in den ungünstigen Auswirkungen des Außentemperaturgefälles von 50 bis 60° C. Theoretisch ergeben sich daraus Radiusveränderungen in der Größenordnung von 3 bis 5 cm. Das wäre an und für sich nicht tragisch. Die Tücke des Objektes liegt jedoch darin, daß sich vor allem durch die einseitige Sonnenbestrahlung ellipsenähnliche Formen herauskristallisieren, die noch dazu gewisse Unstetigkeitsstellen durch die Spannungen in den

Schweißnähten erhalten. Bei einer sofortigen Verschweißung des Mantels mit dem Boden würden diesem dadurch zusätzlich Verformungen aufgezwungen. Die Stehnähte und selbstverständlich die Kehlnähte vom Anschluß des ersten Mantelausschusses zum Bodenrandblech wurden mit der Hand hergestellt.

Für die Verschweißung der Rundnaht haben wir die Arcos-Circomatic-Maschine eingesetzt. Auf ihre Arbeitsweise wird hier nicht speziell eingegangen. Erwähnenswert ist noch, daß der inneren Gondel ein wirkungsvoller Brenner vorgeschaltet wurde, der einerseits die Schweißkante intensiv getrocknet hat und andererseits eine hinreichende Vorwärmung erzielte.

Ein sehr wesentliches Problem bei der Verschweißung des Beckens war die Kantenvorbereitung für die Rundnähte. Aus Bild 3 ist zu ersehen, daß der unterste Schuß rechtwinkelig und durchgehend glatt gehobelt wurde. Das daran anschließende Blech hat an seiner Unterseite 45gradige Flanken. Außerdem muß ein Luftspalt von 5 mm bei den größeren und von 1 mm bei den geringeren Blechstärken vorgesehen sein. Eine Reihe von Versuchen und Verfahrensprüfungen haben ergeben, daß die Wurzel bei einer Spaltbreite von 5 mm von Hand aus mit einer Böhler-Elektrode EV 50 bei Aldur 58 und St 52 T zu legen ist. Darüber kommen Deckenlagen mit Schweißdrähten der Firma Arcos mit den Bezeichnungen „arcosarc 1 MM“ bzw. „arcosarc 53“ oder „51“.

Dabei ist es sehr wesentlich, die drei Komponenten, bestehend aus dem Blechmaterial, der Böhler-Elektrode und dem Schweißdraht der Firma Arcos, im richtigen Verhältnis aufeinander abzustimmen.

Es sei noch erwähnt, daß sogar in den einzelnen Lagen der Automatschweißung Schweißdrähte mit unterschiedlicher Festigkeit erfolgreich eingesetzt wurden. Ist also bei einer Rundnaht die Wurzelschweißung von Hand aus fertiggestellt, wird die Circomatic mit Hilfe des Autokranes aufgesetzt. Die Fertigschweißung der Naht erfolgt durch mehrere Umläufe. Danach muß die Maschine wieder demontiert werden und es erfolgt in der bekannten Form die Montage des nächsten Schusses.

Die Montage des Beckenrundganges (Bild 10) geschieht im Prinzip wie die Montage eines Schusses, nur mußten die Radialschweißnähte zusätzlich aufgebracht werden. Der Rundgang wurde in der Werkstätte ohne Paßelement angearbeitet. Die Montage erfuhr dadurch eine nochmalige und abschließende Kontrolle der Kreisform.

Nach Fertigstellung des gesamten Behälters wurde die Dichtigkeit des Bodens mit einem Vakuumgerät überprüft. Zur Prüfung der Schweißnähte des Beckenmantels wurden grundsätzlich Röntgenaufnahmen hergestellt, und zwar von den hochbeanspruchten Stehnähten die ganze Länge und von den Rundnähten 10 % der Länge, mindestens aber alle Kreuzungsstellen. Zwecks Prüfung der Qualität der mit der Circomatic hergestellten Schweißnähte wurde auch die zerstörungsfreie Prüfung mit Ultraschall durchgeführt. Dabei erfolgte die Untersuchung der ersten Rundnaht zu 100 %, der zweiten aber nur zu

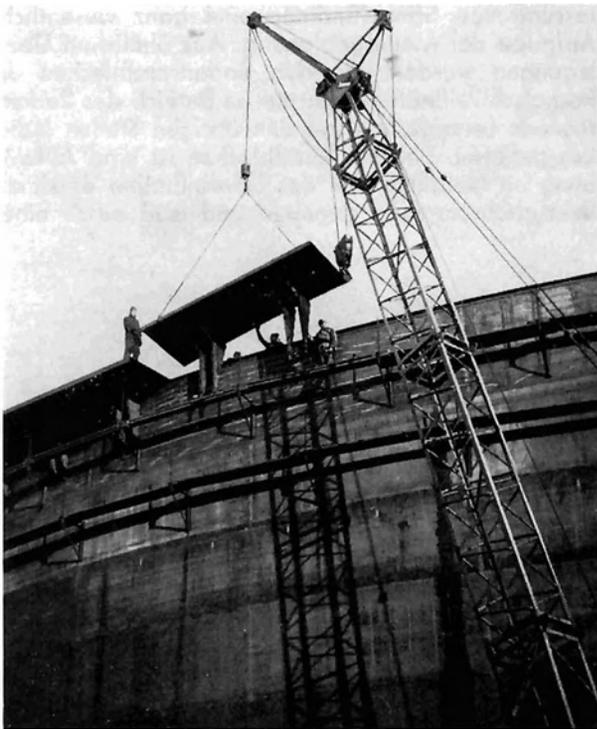
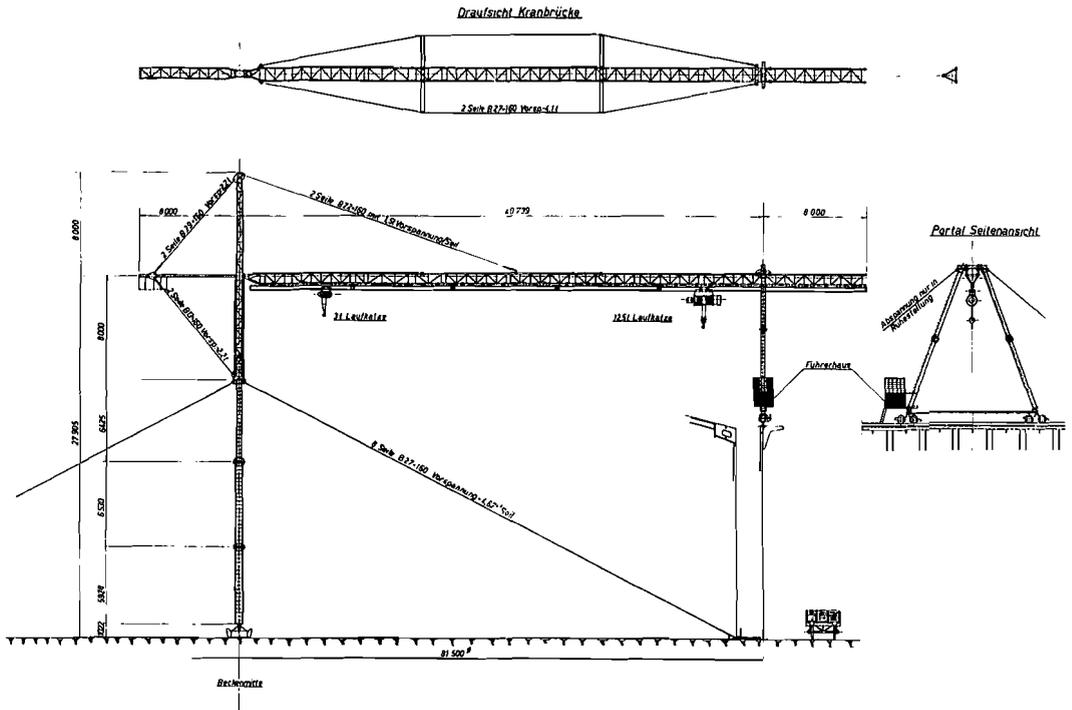


Bild 10: Montage des Beckenrundganges

Fig. 10: Erection of the gangway of the water pool tank

Bild 11:
Montage-
Rundlaufkran

Fig. 11: Rotary
crane



80%. Die Ergebnisse waren zufriedenstellend und es konnte für die restlichen Schweißnähte die Röntgenuntersuchungen als ausreichend erachtet werden.

Die Montage der Hubteile begann, nachdem auf den Auflagerbänken Körnermarken für die Vermessung jedes Teleskopes und der Glocke angebracht wurden. Beim Einbau der einzelnen Elemente wurden Kontrollmessungen zu den vorgenannten Körnermarken, zum Mittelpunkt und auch in Bezug auf das Becken bzw. dessen Auflagerbänken durchgeführt. Beim Ausfahren eines jeden Hubteiles in Schraubenform ist der Vergleich der Maße auch außerhalb der Erzeugenden unerlässlich.

Wie Bild 11 zeigt, wurde nach Fertigstellung des Beckens ein Rundlaufkran für die Durchführung der Hubarbeiten für die Montage der Teleskope und der Glocke aufgestellt.

Jedes Teleskop wird, beginnend mit der Schöpftasse, montiert. Dann werden die Aufrichter eingebaut. Anschließend erfolgt die Montage der Führungsschienen sowie das Aufsetzen und Verschweißen der oberen Tasse, der Haktasse. Mit dem Anbringen der Führungsschienen entsteht ein tragfähiges Netzwerk, das jedoch noch nicht die geometrisch richtige, zylindrische Endform haben darf.

Aus schweißtechnischen Gründen müssen die Aufrichter mit Hilfe von Druckstreben eine Vorspannung nach außen erhalten. Es wird also jedes Hubelement tonnenförmig abgeheftet. Das Einbringen der Blechbahnen erfolgt, einem genau abgestimmten Plan entsprechend, wobei durch die endgültige Verschweißung eines jeden Hubteiles, in Verbindung mit den dabei eintretenden Schrumpfungen, die gewünschte zylindrische Endform weitgehend erreicht wird. Weit-

Abstützung der Glockenecken und des Kronenringes

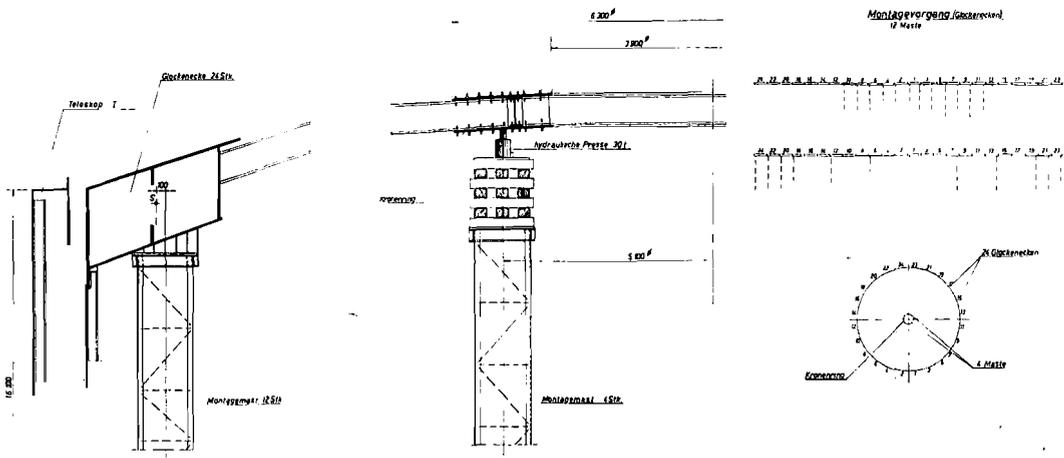


Bild 12:
Montage der
Glocke

Fig. 12:
Erection of the
bell

gehend deshalb, weil auch hier Temperatureinflüsse nicht exakt vorausschätzbare Auswirkungen haben. Wichtig ist nur, daß die Toleranzen innerhalb der konstruktiv vorgesehenen achsialen Luft der Führungsrollen liegen.

Die Führungsrollen nach Bild 5 wurden in der ersten Phase nur vormontiert. Erst beim Probefahren des Behälters mit Luft erfolgt ihre endgültige Fixierung. Durch die besondere Ausbildung der Aufstandflächen mit Verzahnungen in zwei zueinander senkrecht stehenden Richtungen ist eine leichte Justierung möglich.

Die Dimensionierung der Glocke erfolgt für den Betriebszustand, während sich bei der Montage Belastungszustände ergeben, die besonderer Vorkehrungen bedürfen. So wiegt zum Beispiel ein Glockeneckringsegment etwa 12 t und ruht exzentrisch nur auf drei Aufrichtern. Es mußten daher Unterstützungsmaste vorbereitet werden, mit deren Hilfe der Glockenring über den gesamten Umfang, praktisch unabhängig von den Aufrichtern, montiert und verschweißt werden konnte. Im Bild 12 ist die prinzipielle Anordnung dieser Unterstützungsmaste skizziert. Die Aufstellung der Maste erfolgte so, daß eine geringfügige Vertikalkomponente in die Aufrichter eingetragen wird, also zirka 100 mm außerhalb des Schwerpunktes des Ecksegmentes.

Das erste Segment wird auf zwei Masten aufgelegt, die anschließenden jeweils auf einen Mast. Dieser Vorgang geht über den halben Umfang weiter, bis die projektierten zwölf Maste eingebaut sind. Für den weiteren Arbeitsfortschritt wurden diese umgestellt, so daß im Endzustand der gesamte Glockeneckring auf diesen 12 Unterstützungen in etwa gleichmäßiger Verteilung ruht. Selbstverständlich müssen

die 24 Stöße der Glockeneckteile sofort abgeheftet werden. Die endgültige Verschweißung allerdings kann erst nach dem Einbau des letzten Segmentteiles und abermaliger Überprüfung der Formhaltigkeit erfolgen.

Der Kronenring wurde mit entsprechender Überhöhung auf 4 Hilfsmasten aufgelegt, wobei eine Absenkmöglichkeit auf das Endniveau vorgesehen wurde.

Die Montage der Tragkonstruktion des Daches, also des Gespärres selbst, begann in den zwei Hauptachsrichtungen samt den Verbänden und weiter in diametral gegenüberliegenden Zwischenstellungen. Diese während der Montage sehr labilen Konstruktionselemente wurden mit Hilfe von provisorischen Unterspannungen stabilisiert.

Abschließend sei bemerkt, daß schon bei der Konstruktion und in der Werkstätte auf die Montage und ihre Möglichkeiten ein ganz besonderes Augenmerk gelegt werden mußte und darüber hinaus die Schweißprobleme, Werkstofffragen und Temperatureinflüsse richtig miteinander in Einklang zu bringen waren. Außerdem erforderte dieses Bauwerk während der gesamten Montagezeit laufende Meßkontrollen und eine entsprechende Auswertung und Berücksichtigung der Meßergebnisse. Durch empirisch entwickelte Korrekturfaktoren konnten die Temperaturschwankungen und die Auswirkungen der einseitigen Sonnenbestrahlung möglichst wirklichkeitsnahe einkalkuliert werden.

Senatsrat Dipl.-Ing. Wilhelm Jank,
Wiener Stadtwerke-Gaswerke
Direktor Dipl.-Ing. Dr. techn. Heinz Weitzer,
Oberingenieur Fritz Haller und
Dipl.-Ing. Friedrich Erlacher,
Wiener Brückenbau- und Eisenkonstruktions A. G., Wien

Extracts

Corrosion Researches carried out on the Institute of Inorganic-Chemical Technology and Analytical Chemistry on the Technische Hochschule Graz

by H. Grubitsch, Graz Page 1

Besides of fundamental researches the Institute carries out also investigations about suitabilities. Experiments are made, f. inst. on different blasting means to investigate depth and profile of the roughness achieved, as well as the reactivity of the blasted metal surface. Subject of further investigations is the behaviour of corro-

sion with cold zinc coatings on St 37 T and ALDUR 50. The paper also describes research results about corrosion on paper machine screens, on water tubes of waste heat boilers for LD-converters, and on central heating radiators.

Strip-Galvanized Steel Sheets and Plastic: Composite Material having Future Latest Knowledges in the Surface Technique of Steel

by H. Heiner, Krefeld-Bockum Page 4

The paper summarizes the latest international research and market results concerning properties, costs, application and fabrication. The field of application is wide - from construction engineering up to packing materials.

Finally, some examples of the combination of steel and plastic, and further the growing use of this material are dealt with.

The Zinc Layers of Zinc Dust Priming Coats

by F. Schaur, Wien Page 7

In case of the red lead priming coat, the well approved and usual corrosion protection since decades, particular attention is paid to the quality of the material, while no indication is required about the thickness of layers. It is different yet with regards to zinc dust compound coatings since thickness of such layers must be exactly maintain-

ned. On various specimens values of layer thicknesses are demonstrated as resulted by application with the brush and the spray gun. However, all these investigations show that deviations of about 10μ against the prescribed thickness of layers are unavoidable.

Hot-Galvanizing as Corrosion Protection in Steel Construction

by F. Götzl, Wien Page 9

The paper relates to the economy of hot-galvanizing compared with other systems of corrosion protection, and gives exact data in evidence thereof. Metallurgical observations as well as questions concerned with the tech-

nique are discussed. In a table the lifetime of a zinc coating in dependence of the atmosphere is demonstrated.

Brief Reflection on Elevated Steel Construction from the European Viewpoint

by R. Krapfenbauer, Wien Page 12

The European steel frame construction goes its own ways and is to be adapted to European conditions. From the economical point European steel frame construction must consider other aspects than the American, and consequently other methods need to be developed. Appre-

ciating more and more the advantages in steel frame building, also Europe realized its growing importance. Characteristics of the individual styles in steel construction are demonstrated on selected examples from various European towns.

An Extraordinary Ropeway Trestle

by F. Cichocki, Graz Page 17

For this trestle, erected at a height of 2560 m., a new shape was developed. The design selected consists of a bending resistant central tube of 2200 mm dia., being

stiffened by tubular struts. The structure having a total weight of 115 t is distinguished by most interesting structural features.

Building of Factories during Winter

by G. Deutschmann, Zeltweg Page 22

The paper is devoted to the erection of a factory shed carried out during winter. The total steelweight of the structure is 675 t. Trusses and main columns are spaced 8 m. In the middle row of the columns bays of 3×16 m

are arranged at one end of the shed. The use of prefabricated members in roof sheathing and walls suits most favourably the entire design.

Structural steelwork of Office Centre for VOEST

by Th. Müller, Linz/Donau Page 25

The article deals with three 5-7 storey office-buildings for VOEST. The design was of a Z-shaped plan with two 10-panel building wings each arranged around a solid concrete block. Protective measures against fire hazard

are explained in detail. The outside stantions remain unlined so that the entire front shows the unlined steel as main building element.

300 000 m³ Gasometer with Steel Pool Tank, spirally guided

by W. Jank, H. Weitzer, F. Haller, F. Erlacher, Wien Page 29

The 300 000 m³ gasometer is a telescopic holder of welded construction. Due to technical and commercial considerations the spiral guiding was selected. Essential structural members are the cylindrical water pool tank and the four hoisting parts filled up with gas and swimm-

ing on the water. The diameter of the water pool tank is 81,5 m, the total weight of the steel construction is 2996 t. The single parts of the construction with the corresponding weights are dealt with in all details. A wide spread field occupy the welding problems.



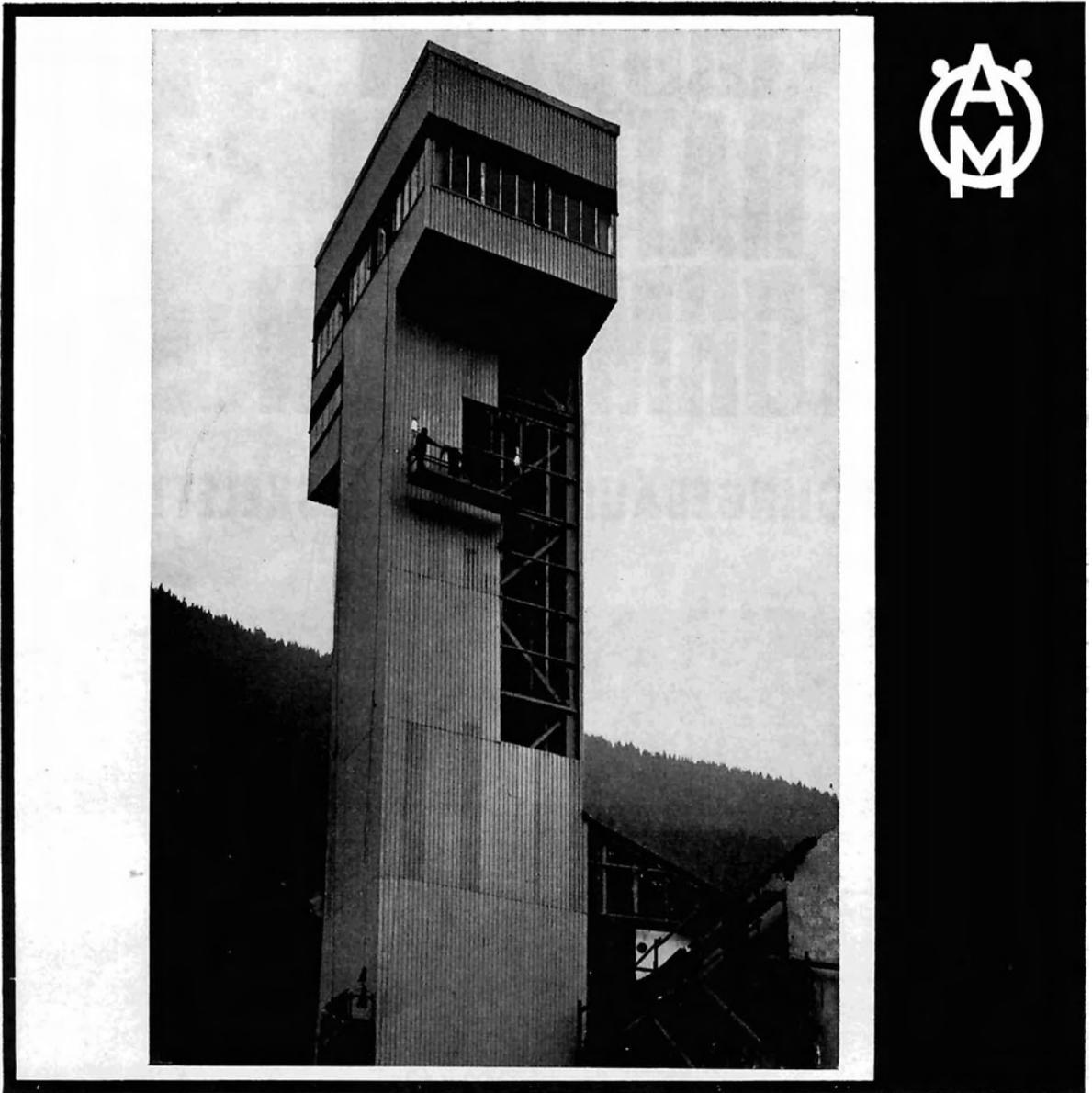
Stahl- und Behälterbau



**Montage des 300.000-m³--Schraubengasbehälters
für das Gaswerk Wien-Simmering**

WIENER BRÜCKENBAU- UND EISENKONSTRUKTIONS-AG.

WIEN X, HARDTMUTHGASSE 131-135 • FERNRUF 64 36 86 • TELEX 1785



Das ALPINE-Werk Zeltweg hat diese neue, vollautomatische Schachanlage der Bleiberger Bergwerksunion in Arbeitsgemeinschaft gebaut.

Weiters im Programm der ALPINE:
Strecken- und Strebaubau, Stetigförderer und andere Bergbaueinrichtungen.

OESTERREICHISCH - ALPINE MONTANGESSELLSCHAFT

Wien I, Friedrichstraße 4, Telefon 57 76 76
Briefanschrift: A-1011 Wien, Postfach 91
Telegrammadresse: Comalp Wien, Fernschreiber 1828

MODERN RATIONELL FORMSCHÖN

BÜRO- UND WOHNGEBÄUDE IN STAHLSCHELETTBAUWEISE

Verwaltungszent



VÖEST

VERKAUFSZENTRUM

Außer der eigentlichen Stahlkonstruktion lieferte VÖEST:

**EMAIL-BLECHFASSADEN
DEMONTIERBARE STAHLZWISCHENWÄNDE
FENSTERKONSTRUKTIONEN USW.**



WAAGNER - BIRO entwickelt neue Stahlbauweise

Für die Wiener Hafengebäude-GmbH errichtet die WAAGNER-BIRO AG gemeinsam mit der Baufirma Günther Gruber in der Zollfreizone Wien ein Lagerhaus und ein Bürogebäude. Das Lagerhaus wird mit 8 Stockwerken zirka 40 m hoch sein, bei einer verbauten Grundrißfläche von 108×43,5 m.

Technische Konzeption des Lagerhauses:

Zur Aufnahme der Horizontalkräfte werden 4 Stahlbetontürme unter Verwendung einer Gleitschalung angeordnet, die gleichzeitig auch alle vertikalen Verkehrsräume enthalten. Zur Aufnahme der senkrechten Lasten dienen Stahlstützen in Abständen von 6 m, die in Reihen von 8,5 m Abstand angeordnet sind. Die Stahlstützen sind gegen Feuerwirkung mit Beton ummantelt und gleichzeitig als Verbundkonstruktion ausgebildet. In Geschoßhöhe sind zwischen den Stützen Deckenunterzüge mit Stützweiten von zirka 6 m angeordnet; diese sind Fachwerkträger, deren Untergurte mit Beton ummantelt sind. Zwischen den Stützenreihen werden 1,5 m breite, 0,65 m hohe und 8 m lange vorgefertigte Kassettenelemente angeordnet, die auf Betonuntergurten der Unterzüge aufliegen. Durch schalungslosen Verguß der Fachwerkträger sowie der Zwischenfugen der Kassettenelemente werden diese zu einer tragenden Scheibe verbunden, die für eine Nutzlast von 2 t/m² berechnet wurde.

Die Parapettplatten für die Seitenwände sind in ihrem unteren Bereich mit den Gitterträgern vergossen und übertragen gemeinsam mit den Decken die Horizontalkräfte auf die Betontürme. Die Parapettplatten wurden so dimensioniert, daß sie auch Horizontalstöße bis zu 5 t aufnehmen können.

WAAGNER-BIRO

ZENTRALE : POSTFACH 60, A-1051 WIEN, TELEFON 57 95 45
 FERNSCHREIBER : 01 1832, TELEGR. : WAAGNERAG WIEN





BRUNNER VERZINKEREI BRÜDER BABLIK

WIEN XVIII, SCHOPENHAUERSTRASSE 36

Telefon 42 76 36 – Fernschreiber 07-4526

Feuerverzinkungen

O. M. MEISSL & CO.

Gesellschaft m. b. H.

Sandstrahlentrostung und Spritzmetallisierung, Technische Anstriche

Büro:

1030 WIEN

III., Marxergasse 39

Telefon 72 42 01

FS 01/3403

Werk:

KLEIN-NEUSIEDL

Fischamender Straße 38



RUDOLF RENGSHAUSEN

KOMMANDITGESELLSCHAFT
METALLSPRITZTECHNIK

1034 Wien 3/40, Verlängerte Erdbergstraße 88



STAHL- UND METALLSPRITZAPPARATE / SANDSTRAHLGEBLÄSE UND -TROMMELN / TECHNISCHE BERATUNGEN / LOHNMETALLISIERUNGEN / LOHN-SANDSTRAHLARBEITEN IM WERK UND AUF BAUSTELLEN / MONTAGEN

Hochwertigen Korrosionsschutz

für alle Industriebereiche bieten unsere

Spritzmetallisierungen

auch in Verbindung mit Kunstharzbefilmung

Ausführung aller einschlägigen Arbeiten in unserem Betrieb und auf Baustellen / Montagen

AGA-WERKE WIEN 4, Prinz Eugen-Strasse 72 - 65 66 31

sind unentbehrliche Helfer für den Stahlbau

QUALITÄTSGERÄTE
für alle Schweißverfahren
SCHWEISSGASE: Dissousgas
Sauerstoff, Argon, Mischgase



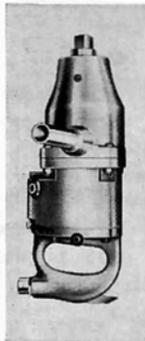
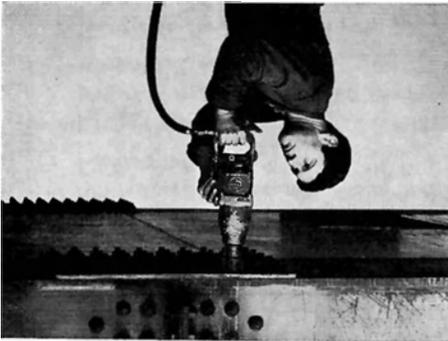
AGA

Alleinvertretung und Auslieferung für Österreich:
BLASCHKE & VAHL, Wien 1, Heugelgasse 15, Telefon: 52 49 53

PREMAG GmbH Präblutwerkzeug- und Maschinenbau
6222 Geisenheim Teleg.: Premag Rur: [06722] 8344

Zum rationalen Anziehen und Lösen von
Schrauben und Müttern. Premag bietet
Ihnen 35 Schlagschraubertypen für M 6 bis
M 80 und mehr Schraubengröße einschli.
solche mit Drehmomentkontrolle.
Bitte fordern Sie unsere Prospekte an!

Druckluft-Schlagschrauber



**Schneller
rationaler
müheloser**

BREVILLIER-URBAN
WIEN - NEUNKIRCHEN



**BUNDU-
HV-SCHRAUBEN
ERHÖHEN DIE
SICHERHEIT
IM STAHLBAU**

Zerlegbare Fachwerk- Stahlkonstruktion

vielseitig verwendbar als Stützkonstruktion oder Kranbahn, günstig zu verkaufen, bestehend aus

10 fünfteiligen Stützen je 3×6 m und 2×3 m hoch, Querschnitt $1,2 \times 1,2$ m;

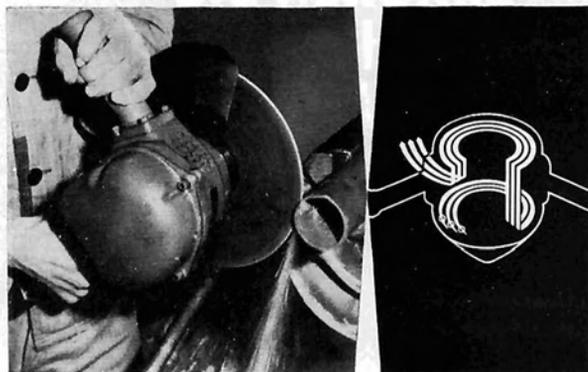
2 Längstragwerke je 56 m in Sektionen zu 4×12 m und 2×4 m mit Laufsteg und Kranbahnschienen;

5 Querjoche, je ungefähr 16 m;

4300 hochfeste Schrauben und 600 Eisenschrauben, zusammen rund 140 t.

Zu besichtigen beim Donaukraftwerk Ybbs-Persenbeug. Voranmeldung und Rückfragen bei **Österreichische Donaukraftwerke AG**, 1011 Wien, Parkring 12, Telefon 52 66 71, Klappe 267.

Geräuscharm durch zweimalige Luftumlenkung



Hochleistungs-Schleifmaschine Type 3321

Durch die sinnvolle zweimalige Luftumlenkung und die ausgewogene Expansion wurde der Geräuschpegel radikal gesenkt! Ein Gerät das die Vorteile von starker Leistung, geringem Gewicht und Geräuscharmheit vereint. Fordern Sie Prospekte an!

PREMAG GmbH Preßluftwerkzeug- und Maschinenbau
6222 Geisenheim Tel.: Premag Ruf: 06722 8344

Alleinvertretung und Auslieferung für Österreich:
BLASCHKE & VAHL, Wien I, Hegelgasse 15, Telefon: 52 49 53

Aus unserem Erzeugungsprogramm



Punktschweißmaschine SVP. Ein komplettes Programm an allen Arten von Maschinen für Widerstandsschweißung.



LCH 375. Gleichrichter für Handschweißung. Auch die bewährten KJELLBERG-ESAB Schweißumformer. Und die neuen Qualitätstransformatoren der Serie TBH, von 140 A bis 700 A.



ESAB

KJELLBERG-ESAB Ges.m.b.H.
Dirmhirngasse 110, 1235 Wien-Liesing,
Tel.: (0222) 86 16 61 Δ , FS: 01-2013



WIR BAUEN

für **INDUSTRIEANLAGEN**

Hallen in Schweißkonstruktion
Hallenkrane bis 200 t Tragkraft
Förderbandbrücken in verschiedenen Ausführungen

für die **ENERGIEWIRTSCHAFT**

Geschweißte Turbinenteile
Freiluftschaltanlagen

MASCHINENFABRIK
ANDRITZ
ACTIENGESELLSCHAFT
Graz-Andritz Austria

S T A H L

**Element moderner
Baugesinnung und
Ausdruck wachsenden
Wohlstandes**

**Seine vielfältigen
Vorzüge machen
ihn zum idealen
Werkstoff**

STADLER-Universal Zweistoffbrand Heizkessel

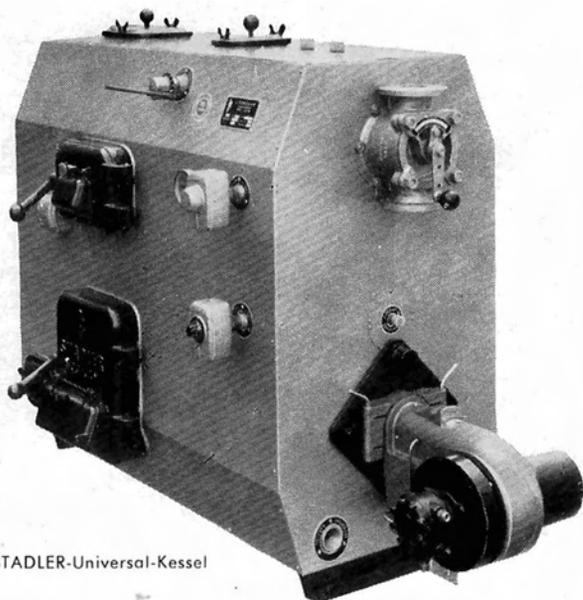
Das deutsche Spitzenfabrikat wird nun in Österreich erzeugt.

Wer modern und zeitgemäß denkt, der fortschrittliche Bauherr also, wählt die Warmwasser-Zentralheizung. Seiner außerordentlichen Vorzüge wegen kommt nur der

STADLER-Universal-Heizkessel

in Betracht.

DAS IST ER,



STADLER-Universal-Kessel

der STADLER-Universal-Kessel

Werkfoto: Kesselfabrik Hans Rendl, Salzburg

Öl, Gas und feste Brennstoffe können wahlweise im **STADLER-Universal-Heizkessel** bei garantiert gleicher Heizleistung verwendet werden.

Zwei voneinander völlig getrennte Brennkammern verbürgen bei größter betrieblicher Störungsfreiheit zugleich die größte Sicherheit.

Bei Ausfall des Gas- oder Ölbrenners entsteht keine Heizunterbrechung, da fester Brennstoff ohne jede Umstellung verwendet werden kann.

Der **STADLER-Universal-Heizkessel** ist der Kessel der hygienischen Frisch-Warmwasser-Erzeugung, das bedeutet für Sie: niemals abgestandenes Warmwasser, sondern von Beginn des Heizens an stets frisches Warmwasser in unbegrenzter Menge.

Im Sommer können Sie die Heizung durch das patentierte Vierwege-Mischventil vollkommen abschalten und haben trotzdem bei geringsten Heizkosten stets frisches Heißwasser in unbegrenzter Menge zur Verfügung.

Obwohl in zehn verschiedenen Größen, von 25 000 bis 200 000 WE in Links- und Rechtsausführung lieferbar, niedriger Preis.

Ein deutsches Patent, erzeugt in Österreich durch die Firma

HANS RENDL, STAHL-, MASCHINEN-, KESSELBAU
Salzburg, Siezenheimer Straße 31

Verlangen Sie bitte unsere Prospekte und Gutachten. Wir beraten Sie gern.

Vertretungen in allen Bundesländern.

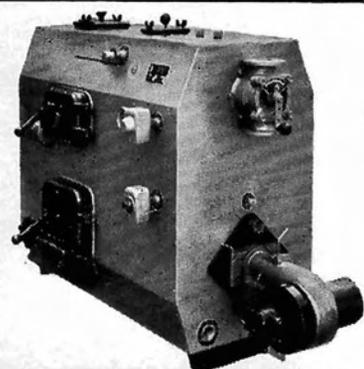
WER RECHNET WÄHLT

STADLER UNIVERSALHEIZKESSEL

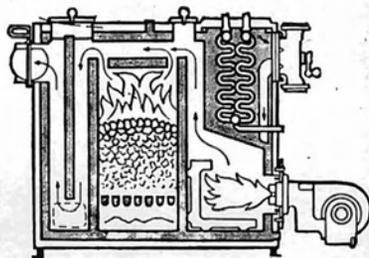
Das deutsche Spitzenerzeugnis in Österreich hergestellt

GLEICHE HEIZLEISTUNG

für
ÖL
GAS
und
KOKS



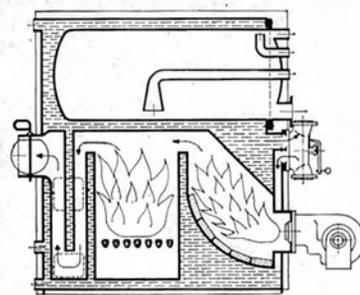
Getrennte Brennkammern



TYP D
mit
ausbau-
barem
Durchlauf-
erhitzer

BILLIGES HEISSWASSER

TYP BD
mit
auszieh-
barem
BOILER



Sparsamster Brennstoffverbrauch

Bitte, prüfen Sie in aller Ruhe, vergleichen Sie die Leistungen, die Qualität und die Preise. Wir glauben zu wissen: Auch Sie entscheiden sich für einen **STADLER-UNIVERSAL-HEIZKESSEL**. Bitte, fordern Sie Unterlagen

HANS RENDL KESSELFABRIK
5020 SALZBURG, SIEZENHEIMER STR. 31
TEL. 06222/33034 Serie FS.: 06-3426

