

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 77 (1959)
Heft: 53

Artikel: Über die Ingenieurarbeiten der Weichenbauhalle
Autor: Berger, Fritz
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-84377>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 30.01.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Über die Ingenieurarbeiten der Weichenbauhalle

Von Fritz Berger, dipl. Ing., Ingenieurbüro Emch & Berger, Bern-Solothurn

DK 625.14:621.7:624.024.25

1. Einführung

Die freie Konkurrenz und der Mangel an qualifizierten Arbeitskräften zwingen zu immer weitergehender Rationalisierung der Betriebe und zur Steigerung der Produktion. Mensch und Maschine müssen so in den Arbeitsprozess eingegliedert werden können, dass der bestmögliche Wirkungsgrad entsteht. Dieser Forderung hat sich der moderne Industriebau ganz zu unterziehen. Er muss die notwendigen Voraussetzungen schaffen, dass sich die industrielle Produktion frei entwickeln und stets dem neuesten Stand der Technik angepasst werden kann.

So ist auch das Projekt der Weichenbauhalle aus dem Betrieb heraus entstanden. Die Stützen und Axabstände und das Lichtraumprofil ergaben sich aus betriebswirtschaftlichen Erwägungen. Die Aufgabe des Ingenieurs bestand nun darin, zu diesen Gegebenheiten eine wirtschaftliche Hallenkonstruktion zu finden, welche den gestellten Anforderungen möglichst gerecht zu werden vermag. Die vorgeschlagenen vorgespannten Schalensheds kamen der Idealösung am nächsten: Gutes Arbeitsklima mit ausgezeichneten künstlichen und natürlichen Belichtungsverhältnissen, gute Isolation, Feuersicherheit, geringer Unterhalt, Staubfreiheit, hohe Steifigkeit usw.

2. Zur statischen Berechnung

Neben den normenmässigen Belastungen der Dachkonstruktion waren die Lasten der Hängekrane gemäss Belastungsschema Bild 1 zu berücksichtigen mit folgenden Werten: $P_v = 15$ t, $P_v' = 13$ t, $P_v'' = 24$ t, $P_H = \pm 1,2$ t, $P_H' = \pm 1,0$ t. Um eine Querverbindung der Krane zu ermöglichen, wurden an den Hallenenden jeweils zwei Stützen durch ein vorgespanntes Fachwerk ersetzt (siehe Hallen-Längsschnitt, Bild 4, S. 837, im Aufsatz von Architekt J. W. Huber, und Bild 5, S. 869).

Statisches System

Die Stützen, Schalen und Binderscheiben bilden in beiden Richtungen Rahmen. Die Fassadenstützen sind sehr schlank ausgebildet, so dass sie annähernd wie Pendelstützen wirken und nur geringe Biegebeanspruchungen erhalten. Die Shedschalen bilden in Querrichtung die Riegel. Für die Rahmenberechnung stellte sich die Frage des mitwirkenden Trägheitsmomentes der Schale. Auf Grund von durchgeführten Messungen konnte mit rund 50 % des theoretischen Trägheitsmomentes gerechnet werden.

Statische Berechnung

Die Berechnung von Schalentragwerken ist meist mit einem grösseren mathematischen Aufwand verbunden, wobei viele Vereinfachungen und Voraussetzungen notwendig sind, welche das Rechenergebnis stark beeinflussen können. Dadurch geht leicht die Anschaulichkeit verloren. Das richtige und wirtschaftliche Konstruieren setzt aber den Ueberblick über das innere Kräftefeld voraus. Die starke Entwicklung der Schalenbauweise führte deshalb zu Bestrebungen, die

klassische Theorie für Kreiszyinderschalen durch eine anschaulichere Berechnungsart zu ersetzen. H. Lundgren hat mit seinem Buch «Cylindrical Shells» einen neuen Weg gewiesen, indem er die Schalenberechnung auf die vertraute Stabstatik zurückführt. In der Folge werden die beiden Wege zur Berechnung von Shedschalen grundsätzlich beschrieben.

Klassische Theorie der Kreiszyinderschalen

Für die Berechnung nach der klassischen Theorie, wie sie von W. Flügge aufgestellt wurde, werden die beiden «Randglieder» von der Schale getrennt (Bild 2). Zwischen jedem Randglied und der Kreiszyinderschale entstehen vier überzählige Grössen, so dass ein achtfach statisch unbestimmtes System entsteht (bei Anordnung von Fensterstützen ergibt die Stützkraft C eine weitere überzählige Grösse). Am so geschaffenen Grundsystem wirkt die Schale im Membranspannungszustand, dem die von den Rändern ausgehenden Störungen überlagert werden. Der Einfluss dieser Störungen nimmt mit dem Verhältnis der «Träger-spannweite» zur «Gewölbespannweite» zu und führt bei «langen Schalen» ($L/b \geq 2$) zu grundlegenden Änderungen des Membranspannungszustandes. Es entsteht ein Längsspannungsbild, das nur wenig von der Navierschen Spannungsverteilung abweicht (bei «kurzen Schalen» klingen die Randstörungen in der Schale rasch ab und beschränken sich auf eine schmale Zone).

Grundsätzlich ist das Problem mit der Ermittlung der überzähligen Grössen gelöst. Diese können aus einem linearen Gleichungssystem berechnet werden, das die Elastizitätsbedingungen zwischen Schale und Randglied erfüllt (die gegenseitigen Verschiebungen horizontal, vertikal und in Richtung der Erzeugenden, sowie die gegenseitigen Verdrehungen müssen gleich null sein). Die Ermittlung der Koeffizienten und Belastungsglieder des Gleichungssystems ist meist sehr schwierig, da die geometrische Form der Randglieder keine genaue Berechnung der Verschiebungen und Verdrehungen (unter äusseren Lasten bzw. Einheitslasten) zulässt. Neben den Voraussetzungen und Annahmen für die klassische Schalenberechnung sind noch solche für die Randglieder notwendig, welche die «Genauigkeit» der Berechnung weiter einschränken. Trotz des grossen Rechenaufwandes lässt sich so das Kräftefeld der Shedschale nur approximativ ermitteln.

In den letzten Jahren sind verschiedene Tabellenwerke entstanden, die der Berechnung der Schnittkräfte und Verschiebungen der Schalen dienen. So liefert das Buch «Kreiszyinderschalen» von Rüdiger-Urban explizite Formeln für den Spannungs- und Verschiebungszustand der Schalen infolge von Flächenlasten und Randkräften längs der Erzeugenden (überzählige Grössen am Grundsystem).

Unbefriedigend an dieser klassischen Berechnung ist der Umstand, dass der Spannungszustand am Grundsystem (Membranspannungszustand) durch das Ueberhandnehmen der Randstörungen bei langen Schalen grundlegend geändert wird. Es entstehen Differenzen grosser Zahlen, so dass

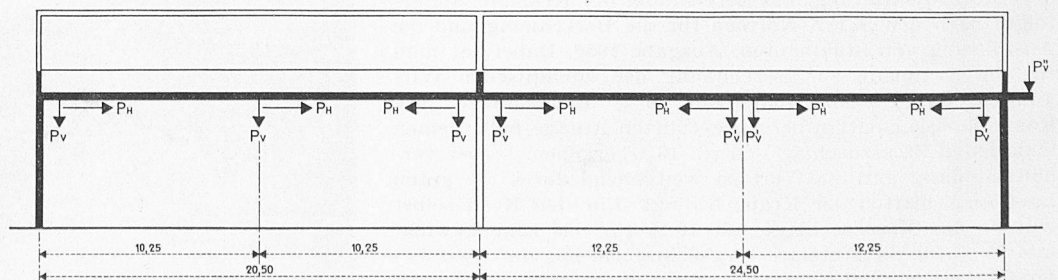


Bild 1. Belastungsschema der Hängekrane

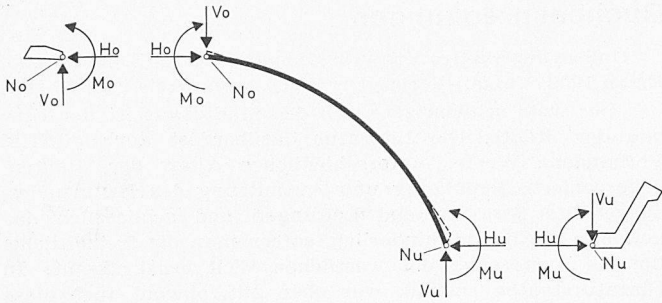


Bild 2. Statisches Grundsystem zur Berechnung der Schalen nach der klassischen Zylindertheorie

die Gleichungssysteme sehr empfindlich werden und eine für die Praxis zu hohe Rechengenauigkeit verlangen. Das künstlich geschaffene Grundsystem mit den Randstörungen entspricht dem tatsächlichen Verhalten der Schalen nur wenig und ist deshalb sehr ungünstig.

Die fehlende Anschaulichkeit bei der Berechnung und der grosse Rechenaufwand mit vielen Fehlerquellen machen eine Prüfung der Ergebnisse unerlässlich. Die von Lundgren für lange Schalen vorgeschlagene statische Auffassung erschliesst in dieser Hinsicht neue Möglichkeiten.

Berechnung nach der Balkenanalogie von H. Lundgren

Lundgren fasst die Schale mit den Randgliedern zusammen als einen Querschnitt auf. Er setzt dabei für die Ableitung der Spannungsformeln die Hypothesen von Bernoulli und Navier voraus, wonach ursprünglich ebene Querschnitte des untersuchten Stabes auch nach der Formänderung eben bleiben sollen. So entsteht eine lineare Spannungsverteilung, die uns aus der Stabstatik geläufig ist. Tatsächlich sind bei langen Schalen die Längsspannungen praktisch linear verteilt, wie die Berechnungen nach der klassischen Methode zeigen (siehe auch Beispiele in «Kreiszyinderschalen» von Rüdiger-Urban). Bild 3 zeigt den gemessenen und errechneten Längsspannungsverlauf für gleichmässig verteilte Belastung (Eigengewicht, Eindeckung und Schnee). Die Nulllinie weicht nur unwesentlich von der Geraden ab, wobei für die Krümmung weitgehend die Torsion verantwortlich ist.

In diesem frei geformten Stabquerschnitt geht die Resultierende der äusseren Lasten nicht durch den Schubmittelpunkt, sodass ein Torsionsmoment entsteht. Durch Reduktion der Resultierenden in den Schubmittelpunkt und Einführung des entsprechenden Torsionsmomentes lässt sich die Spannungsberechnung in zwei unabhängige Teile zerlegen, nämlich in die verdrehungsfreie Biegung (Navier) und in die Torsion. Die Torsionsbeanspruchung erzeugt Schub- und Längsspannungen, vermindert die hohen Druckspannungen im unteren und erhöht die Zugspannungen im oberen Randglied.

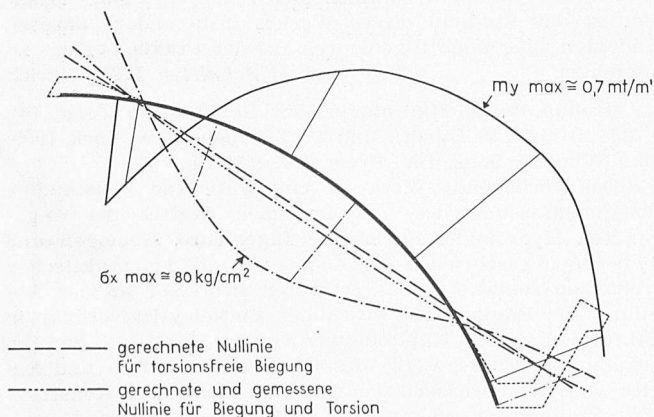


Bild 3. Längsspannungen σ_x und Quermomente m_y in Feldmitte für gleichmässig verteilte Belastung

Bei Anordnung von Fensterstützen kann das Torsionsmoment weitgehend durch ein Kräftepaar (Pfostenkräfte) aufgenommen werden, sodass praktisch eine verdrehungsfreie Biegung entsteht. Aus konstruktiven Gründen (Bauzeit, Vorspanntappen usw.) wurde bei der Weichenbauhalle auf die Anordnung tragender Fensterstützen verzichtet.

Dieses Ergebnis der eingehenden Untersuchungen zeigt, dass die Annahme linearer Spannungsverteilung (in Längsrichtung) für lange Schalen und gleichmässig verteilte Lasten zutreffende Werte liefert. Diese Erkenntnis erleichtert die Berechnung wesentlich und macht der Schalenbauweise neue Formen zugänglich. Insbesondere aber gewinnt man eine bessere Vorstellung vom Tragverhalten dieser Bauwerke, was vor allem im Hinblick auf die Vorspannung und die Einzellasten wichtig ist.

In Querrichtung lassen sich die Schnittkräfte in ihrer Grössenordnung ebenfalls nach der Theorie von Lundgren errechnen. So folgen die Quermomente aus dem Gleichgewicht von Belastung und Schubflussänderung. Immerhin müssen Vorbehalte angebracht werden. Insbesondere weichen bei einem freien oberen Rand (ohne Fensterstützen) die effektiven Quermomente (Bild 3) stark von den errechneten Werten ab.

Einzellasten und Vorspannung

Für verteilte Lasten liefern die beiden beschriebenen Wege für die Praxis genügend genaue Werte. Für Einzellasten (Kranlasten und Vorspannung) sind jedoch die getroffenen Rechnungsannahmen teilweise nicht mehr erfüllt, sodass eine «genaue» Berechnung unmöglich ist. Insbesondere kann nicht mehr angenommen werden, dass die Querschnitte eben und deren Formen erhalten bleiben. Der Berechnung dieser Shedschalen wurden deshalb die Ergebnisse von Belastungsproben und Modellmessungen zugrunde gelegt.

Es lassen sich «feste» Beziehungen zwischen der Theorie von Lundgren, welche jede Belastungsform rechnerisch erfassen kann, und den gemessenen Schnittkräften finden, welche deren genügend genaue Bestimmung erlauben. In Bild 4 sind die gemessenen Längsspannungen für eine Einzellast von 24 t dargestellt. Sie verlaufen im unteren Randglied praktisch linear und entsprechen den errechneten Werten weitgehend. In der Schale weichen sie hingegen stark

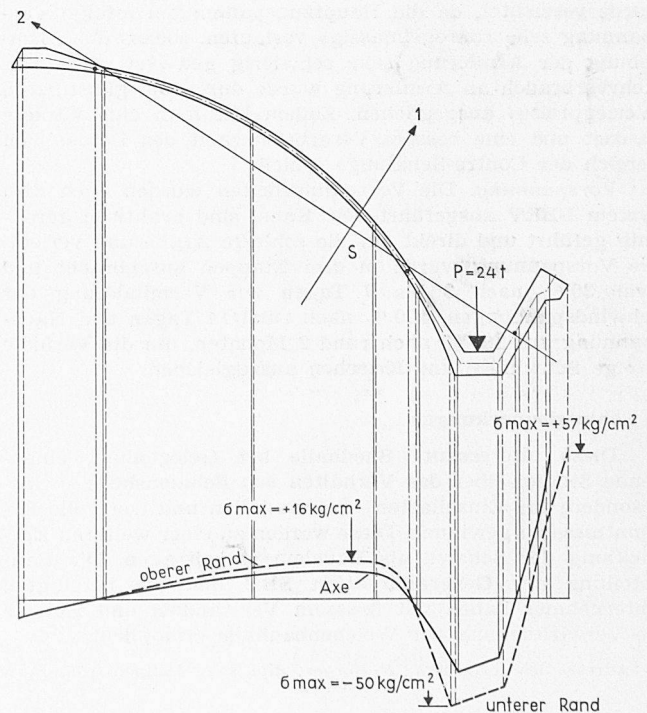


Bild 4. Längsspannungen σ_x infolge einer Einzellast von 24 t in Feldmitte

von der Rechnung ab. Die Durchbiegung in Feldmitte infolge dieser Einzellast betrug in vertikaler Richtung 4 mm oder rund $\frac{1}{6000}$ der Spannweite. Daraus ist die hohe Steifigkeit solcher Schalen und die Eignung zur Aufnahme von grossen Einzellasten ersichtlich.

Aus konstruktiven Gründen wurde die Vorspannung in den Randgliedern geradlinig geführt, sodass am unteren und oberen Rand «Einzellasten» die Shedschale in Richtung der Erzeugenden beanspruchen. In Zylinderschalen verteilen sich solche Lasten praktisch nicht und so konzentrieren sich auch die Vorspannkraft stark auf die Randglieder. Dementsprechend tritt das nach Lundgren errechnete Vorspannmoment (und die damit verbundene entlastende Wirkung) nur teilweise auf.

3. Bauausführung

Die 46 Schalen benötigten eine *Bauzeit* von 6 Monaten, sodass rund 1400 m² Shedhalle pro Monat entstanden (siehe die Bilder auf Seite 869).

Schalung. Unter der Shedrinne wurde ein leichtes Stahlrohrgerüst (System Kern) erstellt, welches die Holzkonstruktion trug. Diese bestand aus leichten Fachwerkbindern im Abstand von 1 m und aus Schaltafeln von 50 cm Breite (die Zylinderform wurde durch ein Polygon angeglichen). Die Schalung wurde bis zu 10 mal wiederverwendet, wobei die hohe Qualität des Sichtbetons bis zuletzt erhalten blieb.

Beton. Die Shedschalen wurden in hochwertigem Beton P 300 mit Kies-Sand O ÷ 30 mm und Zusatz von Plastiment hergestellt. In den steilen Zonen der Rinne wurde bis zu einer Neigung von 45° mit Contre-Schalung gearbeitet, welche in Etappen von 50 cm aufgebracht wurde. Die Verdichtung des Betons erfolgte in den Partien mit Contre-Schalung durch Tauch- und Schalungsvibratoren und im «flachen» Schalenteil durch Flächenvibratoren. Entsprechend dem unterschiedlichen Wirkungsgrad der Verdichtung wurde die Betonqualität (und der E-Modul) im unteren Randglied besser als in der Schale. Damit ist die Annahme eines homogenen Querschnitts nur teilweise erfüllt (der unterschiedliche Elastizitätsmodul lässt sich nach der Theorie von Lundgren berücksichtigen).

Armierung. Als schlaffe Armierung wurde Caronstahl verwendet, der sich dank seiner grossen Steifigkeit sehr gut eignete. Als Grundelement diente ein unteres und oberes, an den Randzonen verstärktes, orthogonales Netz mit einer Maschenweite von 20 cm. Auf eine Trajektorienarmierung wurde verzichtet, da die Hauptzugspannungen infolge Vorspannung sehr «unregelmässig» verlaufen, sodass die Formgebung der Armierung sehr schwierig gewesen wäre. Der Mehrverbrauch an Armierung wurde durch die günstigeren «Verlegpreise» ausgeglichen. Zudem hat man eine kürzere Bauzeit und eine bessere Verarbeitbarkeit des Betons (im Bereich der Contre-Schalung) erzielt.

Vorspannung. Die Vorspannarbeiten wurden nach dem System BBRV ausgeführt. Die Kabel sind praktisch geradlinig geführt und direkt auf die schlaffe Armierung verlegt. Die Vorspannung wurde in drei Etappen aufgebracht und zwar 30 % nach 3 bis 5 Tagen zur Verminderung der Schwindspannungen, 100 % nach rund 14 Tagen und Nachspannung auf 100 % nach rund 2 Monaten, um die Verluste infolge Schwinden und Kriechen auszugleichen.

4. Schlussbemerkungen

Diese interessante Shedhalle bot Gelegenheit, eingehende Studien über das Verhalten von Schalensheds — insbesondere für Einzellasten — anzustellen und wertvolle Erkenntnisse zu gewinnen. Diese werden zu einer weiteren Entwicklung der Schalen als Bauelement beitragen. Die Bauabteilung der Generaldirektion SBB und die beteiligten Unternehmer haben mit grossem Verständnis und Einsatz die Verwirklichung der Weichenbauhalle ermöglicht.

Adresse des Verfassers: F. Berger, dipl. Ing., Laupenstr. 5, Bern

Alle Aufsätze über die Oberbauwerkstätte Hägendorf sind als Sonderdrucke erhältlich. Näheres siehe SBZ 1959, Heft 52, Anzeigenseite 22.

Buchbesprechungen

Umbau der Städte. Von W. Seidensticker. 106 S. mit 66 Abb. Essen 1959, Vulkan-Verlag Dr. W. Classen. Preis geb. 26 DM.

Der wohl schwierigste Teil des Städtebaus ist der Umbau der Städte. Die Literatur darüber ist auch dürftig. Vorhandene Werte, unterschiedliches Alter der Bauten, differenzierte Benützung und Ausnützung des Baugrundes, ausgebaute Strassen und Leitungen und schliesslich das geltende Recht sind hinderlich, sofern man die freiheitliche, liberale Auffassung der westlichen Welt ernst nimmt. In Diktaturstaaten entfällt, was oben gilt, obwohl auch diese sich nur zaghaft an das Problem des Stadtumbaus heranzuwagen. Während den ersten Jahrzehnten unseres Jahrhunderts und auch schon etwas früher führte man vielerorts grosse Strassendurchbrüche durch alten Baubestand aus, aber tatsächlicher Umbau, wie wir ihn uns vorstellen möchten, war das nicht, denn hinter neuen Hauptfassaden gab es auch neue Hinterhöfe, und alte Häuser blieben links und rechts der staubigen Umbauschlacht liegen.

Der Verfasser gibt nun in seinen mit Strichzeichnungen versehenen Ausführungen zunächst eine knapp gefasste Einführung ins Problem, dann befasst er sich mit den gewonnenen Erkenntnissen des Städtebaus und schliesslich macht er auch konkrete Vorschläge für den Umbau bestimmter Stadtteile, die auch zeitliche Staffelungen (ein wesentlicher Bestandteil des Umbaus) vorsehen. Für jeden, der sich intensiv mit Städtebau befasst, stellt dieses Buch eine sehr anregende Lektüre dar.

H. M.

Usines de Dérivation. Par Henri Varlet. Tome I: Captage des Eaux, Canalisations à Ecoulement libre. 344 p., 207 fig. Prix relié 4920 F. Tome II: Conduites Forcées, Tunnels d'amenée en Charge, Usines Souterraines. 276 p., 136 fig. Prix relié 4673 F. Paris 1958/1959, Edition Eyrolles.

Diese beiden Bände bilden die Fortsetzung des hier bereits besprochenen einführenden Buches über die allgemeine Anordnung von Hochdruck-Laufwerken (SBZ 1959, S. 103). Im ersten Band wird die allgemeine Anordnung einer Wasserversorgung, insbesondere auch mit Rücksicht auf eine geschlebefreie Fassung, eingehend behandelt. Anschliessend folgt die hydraulische Berechnung der Triebwasserleitung mit freiem Spiegel im stationären und nichtstationären Zustande, wobei die verschiedenen auftretenden Verluste an Energielinienhöhe eingehend behandelt werden, wie auch die Ausbildung eines Ueberfallwehres und die möglichst vollkommene Energievernichtung im anschliessenden Tosbecken. Im zweiten Band werden die hydraulischen und statischen Verhältnisse im System Druckstollen-Druckleitung bzw. Druckschacht unter Einschluss des Druckstosses und des Wasserschlosses untersucht. Den Schluss bildet eine Darstellung der unterirdischen Zentralen.

Der Autor stützt sich vornehmlich auf französische Ausführungen und auf französische Publikationen, was eine gewisse Einseitigkeit und Unvollständigkeit mit sich bringt. Leider fehlen neben den sehr instruktiven Abbildungen grundsätzlicher Natur einige Beispiele ausgeführter Anlagen, aus welchen die konstruktiven Einzelheiten der einzelnen Bauteile und deren Zusammenspielen hervorgingen. Trotzdem ist das Studium dieses Werkes insbesondere unseren Studenten, aber auch Ingenieuren aus der Praxis, bestens zu empfehlen.

Prof. Gerold Schmitter, ETH, Zürich

Ground Water Hydrology. Von David Keith Todd, Ph. D. 336 S. mit 158 Bildern und 17 Tabellen. New York 1959, John Wiley & Sons, Inc. Preis geb. \$ 10,75.

Das vorliegende Werk ist eine gute und vollständige Zusammenfassung des umfangreichen Stoffes der angewandten Hydrologie. Es ist für Ingenieure, Geologen und Hydrologen geschrieben von dem auch mit den praktischen Problemen seines Faches vertrauten Professor an der Abteilung für Bauingenieurwesen der Berkeley-Universität in Kalifornien. In 14 Kapiteln werden die Herkunft, die Bewegung, die Fliessgesetze des Grundwassers, Bau und Betrieb von Grundwasserfassungen verschiedenster Konstruktion, Fragen der chemischen und physikalischen Grundwasserqualität, grossräumige Grundwassernutzung, Einfluss der Infiltration von Oberflächenwasser, die verschie-

denen Methoden der hydrologischen Untersuchung von Grundwasserträgern, die Wiederanreicherung erschöpfter Grundwasservorkommen, die Gefahr der Salzwasserinfiltration und die entsprechenden Gegenmassnahmen in Küstengebieten, die heutigen Grundlagen der USA-Grundwasser-Gesetzgebung, sowie Modellversuche und deren Auswertung behandelt. Jedes Kapitel ist von einem die ganze Welt umfassenden Literaturverzeichnis begleitet. Mit seiner klaren Gliederung nach dem Dezimalsystem, einem ausführlichen und vollständigen Schlussregister und einem sauberen Druck kann das Werk jedem auf dem Gebiete des Grundwassers tätigen Fachmann sehr empfohlen werden.

H.M.Wegenstein, dipl. Ing., Zürich

Traité de Béton armé. Von A. Guerrin. 2. Auflage. Band I: 309 S., 328 Abb. Preis geh. 29 sFr. Band II: 294 S., 230 Abb. Preis geh. 27.60 sFr. Paris 1959, Verlag Dunod.

Diese hervorragenden Abhandlungen über Eisenbeton erscheinen in einer neuen, praktisch unveränderten Auflage (vgl. Besprechung SBZ 1954, S. 122). Einzig die ohnehin bemerkenswert ausführlichen Literaturangaben wurden um Hinweise auf nach 1952 erschienene Veröffentlichungen erweitert.

Der erste Band behandelt in übersichtlicher Form die Grundlagen des Eisenbetons. Die physikalischen Eigenschaften des Betons und Eisenbetons werden in aller nur wünschbaren Vollständigkeit erläutert. Die Besprechung und Auswertung von experimentellen Untersuchungen an armierten und nichtarmierten Bauteilen bildet den zweiten Teil.

Der zweite Band bringt ebenso übersichtlich und ausführlich wie der erste, und losgelöst von allem Ballast die Gesamtheit der sich im Eisenbeton stellenden Bemessungsprobleme, wobei auch Scheiben- und Plattenprobleme behandelt werden. Ein Abschnitt befasst sich mit der Ermittlung von überzähligen Grössen in statisch unbestimmten Systemen unter Berücksichtigung der plastischen Verformungen des Betons.

Von besonderem Interesse und charakteristisch für diese Abhandlungen ist die vergleichende Darstellung der verschiedenen Methoden, welche anhand von Beispielen einen vorzüglichen Einblick in die Materie gewährt. Die Bücher sind jedem zu empfehlen, der sich nicht nur oberflächlich mit dem so vielseitigen Baustoff Eisenbeton beschäftigen will.

Jörg Schneider
dipl. Ing., ETH, Zürich

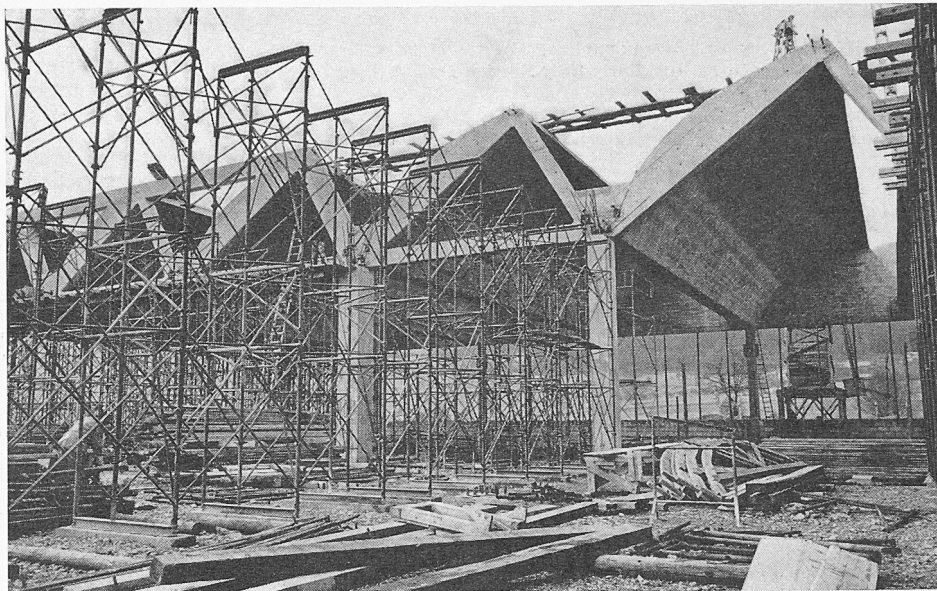


Bild 5. Nördliches Hallenende im Rohbau: Links das vorgespannte Fachwerk (Spannweite 24 m) und drei Sheds. Daran anschliessend ein Normalfeld und ein Dilatationsfeld, in welchem der Untergurt weggelassen und die Fensterstütze als Pendelstütze ausgebildet wurde. Im Vordergrund das Kerngerüst für die zweite Hallenhälfte

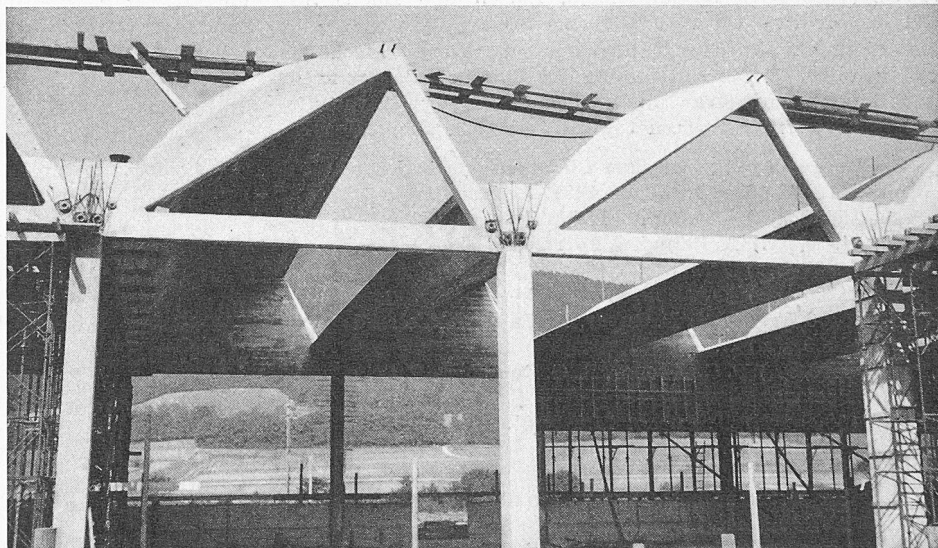


Bild 6. Zwei «Normalsheds». Gut sichtbar sind die stützenlosen Fensterflächen und die Vorspannköpfe am unteren und die Entlüftungsrohre am oberen Randglied

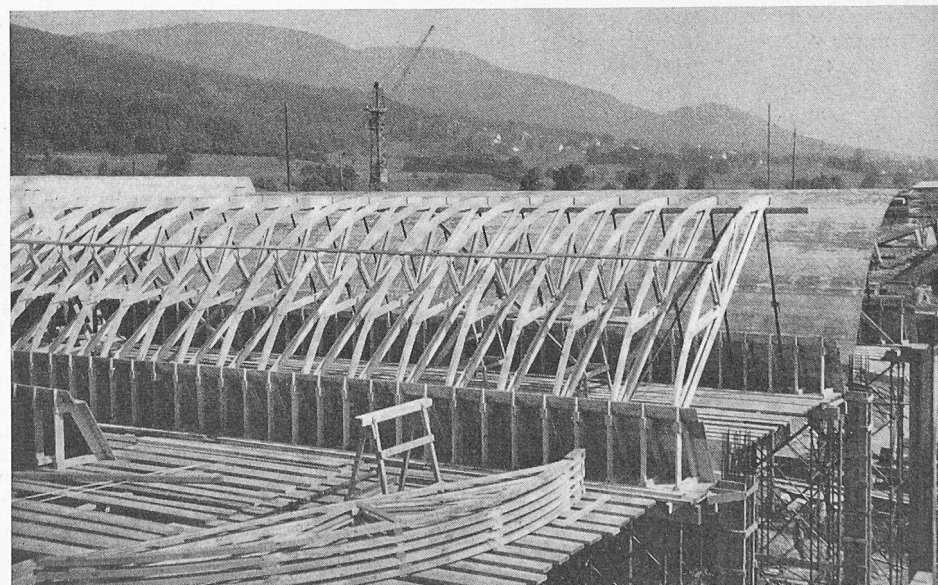


Bild 7. Aufbau der Schalung: Leichte Fachwerkbinder auf Stahlrohrgerüsten