

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 79 (1961)
Heft: 30

Artikel: Icos-Veder-Bohrpfähle
Autor: Graf, W.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-65573>

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: 01.04.2025

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

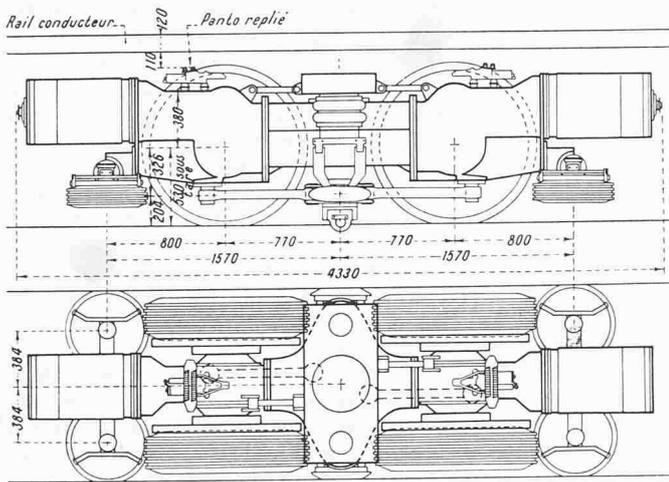


Bild 2. Drehgestell, rd. 1:50

sind ähnlicher Bauart wie jene, die auf einigen Strecken des Pariser «Métro» seit einigen Jahren mit gutem Erfolg in Betrieb sind. An jedem Ende des geschweissten Drehgestellchassis ist ein Gleichstrommotor von 120 PS Stunden-

leistung und 300 V angeflanscht. Jeder Motor treibt über ein Reduktionsgetriebe zwei mit glatten, stickstoffgefüllten Pneus versehene Tragräder an, die auf den 20 mm starken, im Kastenträger angeschweissten Stahlschienen rollen. Unter jedem Drehgestellmotor ist auf jeder Seite ein horizontal abrollendes, gummbereiftes Führungsrads angeordnet, das mit einer automatisch konstant gehaltenen Kraft von 400 kg an die im Kastenträger untergebrachte Rollbahn gepresst bleibt. Die Aufhängung des Fahrzeuges an den Drehgestellen ist so ausgebildet, dass auch bei Aenderung der Lastverteilung oder starkem Seitenwind die Gleichgewichtslage stets gesichert bleibt. Eine im Boden des Fahrzeuges versenkt angeordnete Klappe und eine mit Winde zu betätigende Falltreppe sollen in Störungsfällen das Aussteigen ausserhalb der Stationen ermöglichen. Die Stromzufuhr mit 600÷700 V erfolgt durch eine an der Decke des Kastenträgers auf Isolatoren verlegte Leichtmetallschiene. Im übrigen entspricht die elektrische Ausrüstung der beim «Métro» üblichen. Für die Signalisierung und Verbindung mit dem Wagenführer wurde ein besonderes elektronisches Verfahren entwickelt. Das Gesamtgewicht eines vollbesetzten Fahrzeuges beträgt 27 t. Eine doppelspurige Hängebahn der beschriebenen Art soll pro km nur auf 12 bis 15 Mio NF zu stehen kommen, während eine Untergrundbahn gleicher Leistungsfähigkeit pro km 70 bis 100 Mio NF kosten dürfte.

Icos-Veder-Bohrpfähle

Von W. Graf, Bauingenieur ETH, in Firma Bentag Schafir & Mugglin AG., Zürich

Ein Verfahren zur Erstellung von Ortsbeton-Bohrpfählen mit unverrohrter Bohrung wurde nach den grundlegenden Studien und Vorarbeiten durch Dr. Veder von der ICOS, Mailand, entwickelt. Diese Bohrpfähle, Icos-Veder-Pfähle genannt, werden seit 1951 auf dem Gebiet der Schweiz in Lizenz ausgeführt, Lizenzinhaberin ist die Bentag Schafir & Mugglin AG. in Zürich. Ein Hauptmerkmal dieses Pfählungs-Systems ist die Verwendung einer Bentonitdickspülung¹⁾.

1) Ueber Bentonit s. Prof. G. Schnitter, SBZ 1960, H. 19, S. 313.

Herstellung der Pfähle

Die Bohrung (Bilder 1a und 2)

Beim Verfahren Icos-Veder werden die Bohrlöcher durch unverrohrte Perkussionsbohrungen erstellt. Das Bohrgerät besteht aus einem Bohrbock, an dem ein Hohlgestänge und ein Freifallmeissel mit Spülvorrichtung aufgehängt sind. Mit dem Bohrwerkzeug (Flach-, Kreuzmeissel usw.) wird ein Loch von beispielsweise 60 bis 100 cm Ø gebohrt. Während der Bohrung wird eine Bentonit-Suspension, die in

624.154.34



a) BOHRUNG

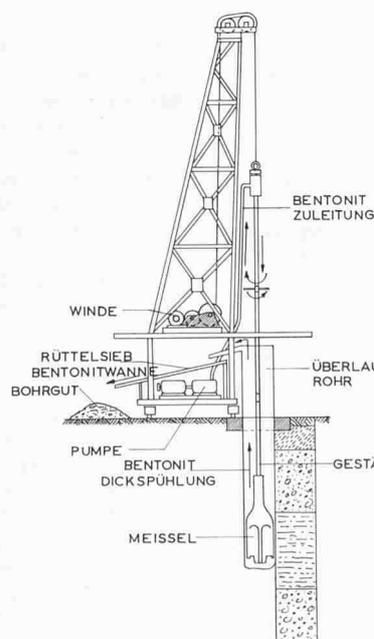


Bild 1. Schema der Arbeitsvorgänge

b) BETONIERUNG

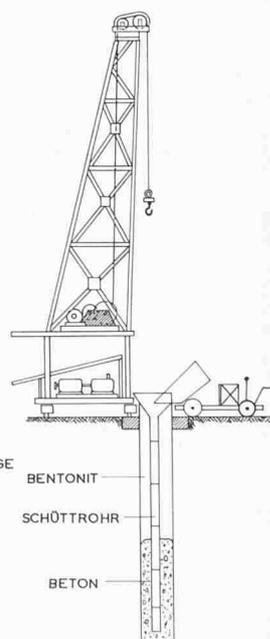
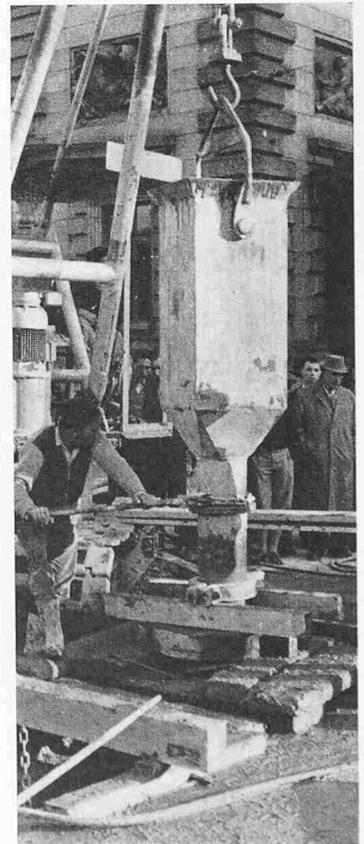


Bild 3. Schüttrohr

Bild 2. Bohrgeräte
(Geschäftshaus «Zur Palme» in Zürich)



Beispiel: Pfahl $D = 0,60 \text{ m}$, $U = 1,9 \text{ m}$, $T = 22 \text{ m}$, $m = 3$, $h_G = 4 \text{ m}$.

Schicht	h_j m	φ_i °	$tg\varphi_i$	c_j t/m ²	A_j t/m	$c_j \cdot h_j$ t/m	$A_j \cdot tg\varphi_i$ t/m
①	4	15	0,27	0	13	0	3
②	6	20	0,36	2	58	12	21
③	4	25	0,47	0	51	0	24
④	8	25	0,47	0	110	0	52
				Σ		12	100

Daraus $M = \frac{1,9}{3} (12 + 100) = 71 \text{ t}$

einem eigens konstruierten Mischer aufbereitet wird, stetig durch Hohlgestänge und Meissel gepumpt. Am Bohrlochgrund vermengt sich die Suspension mit dem Bohrgut und trägt dieses, senkrecht im Bohrloch aufsteigend, zu Tage. Am Bohrlochmund wird die Dickspülung mittels eines Ueberlaufrohres gesammelt und über ein Rüttelsieb geleitet, welches Bohrgut und Spülflüssigkeit trennt. Beides wird separat aufgefangen. Die Bentonit-Suspension wird wieder durch die Pumpe und das Gestänge in die Tiefe gefördert, das Bohrgut abgeführt.

Durch den ununterbrochenen Kreislauf der Suspension kann man das Bohrloch bis zur Endtiefe abteufen, ohne das Bohrwerkzeug zwischendurch hochzuziehen. Ueber Tag werden lediglich, dem Bohrfortschritt entsprechend, nach und nach die nötigen Bohrstangen angeschraubt.

Die Bentonit-Suspension erfüllt aber ausser dem Transport des Bohrgutes eine weitere Aufgabe. Sie legt sich derart an die Bohrlochwand an, dass sie wie eine verstreubende Auskleidung wirkt. Dieser Bentonitüberzug, der von gelatineartiger Beschaffenheit und rd. 1 bis 3 mm Dicke ist, übernimmt im Bohrloch die Funktion des Verkleidungsrohres und verhindert den Einsturz der Wandung.

Beobachtungen an Bohrlöchern und ausgeführten Grossversuchen haben Hinweise dafür ergeben, dass sich diese weit über die hydrostatischen Kräfte hinausgehende Erscheinung wahrscheinlich durch elektroosmotische Eigenschaften der Bentonit-Suspension erklären lässt. Ausserdem werden noch andere Kräfte, wie Oberflächenspannung, Thixotropie usw., zur Wirkung kommen.

Die Betonierung (Bilder 1b und 3)

Hat das Bohrloch die gewünschte Tiefe erreicht, so wird die Bentonitdickspülung, falls nötig, mit Wasser verdünnt. Der den Wänden und der Sohle evtl. noch anhaftende lose Bohrschlamm wird mittels eines dem Lochdurchmesser genau angepassten Rundmeissels, Matriz genannt, entfernt. Darnach kann eine Armierung, bestehend aus Längseisen und Spiralbügeln, eingebracht und mit dem Betonieren begonnen werden.

Der Beton wird im Unterwasserverfahren eingebracht. In das Bohrloch wird ein der gebohrten Tiefe anpassbares Schüttrohr eingebaut und der Beton, von plastischer bis fließender Konsistenz, in einem ununterbrochenen Guss eingebracht. Der vom Bohrlochgrund aufsteigende Beton drückt die über ihm befindliche Spülflüssigkeit aus dem Bohrloch und presst sich unter seinem Eigengewicht und dem Gewicht der Suspension völlig an die Bohrlochwandung an. Der Bentonitfilm wirkt als Verbindungsglied zwischen Beton und Boden und zwar ohne schmierende Wirkung, wie durch Probelastungen an ausgeführten Pfählen festgestellt wurde.

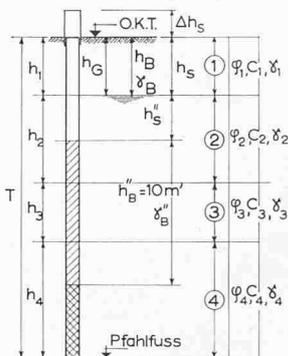


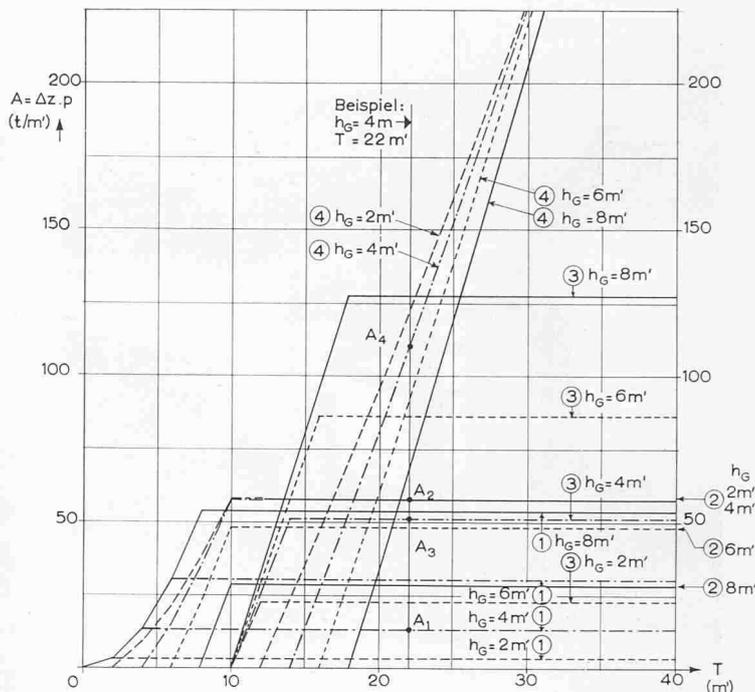
Bild 4. Richtwerte für die Tragfähigkeit M infolge Mantelreibung eines Icos-Veder-Pfahles; Formel nach H. J. Lang, Erdbaulaboratorium Schafir & Mugglin AG., Liestal

Beton: $h_B = 10 \text{ m}$, $\varphi_B = 10^\circ$, $\gamma_B = 2,4$, $\gamma''_B = 1,4 \text{ (t/m}^3\text{)}$

Pfahl: Länge T , Durchmesser D , Umfang U

Suspension: $\Delta h_s = 0$, $\gamma_s = 1,2$, $\gamma''_s = 0,2 \text{ (t/m}^3\text{)}$

Loden: Schicht i : Reibungswinkel φ_i , Kohäsion C_i , Raumgewicht γ_i , unter Berücksichtigung des Grundwasserspiegels, dessen Lage unter Bodenoberfläche mit h_G bezeichnet wird



Die Tragfähigkeit (Bild 4)

Richtwerte für die Tragfähigkeit der Icos-Veder-Pfähle können auf Grund der Baugrund-Kennziffern aus der Summe von Spitzenwiderstand und Mantelreibung berechnet werden. Der Spitzenwiderstand kann nach den Formeln von Terzaghi, Caquot-Kérisel, Meyerhof usw. errechnet werden.

Für die Bestimmung der Mantelreibung wurde folgende, die Herstellung des Icos-Veder-Pfahles berücksichtigende Formel entwickelt: Beim Ausbetonieren des unverrohrten Bohrloches in der geschilderten Art übt die Säule aus Frischbeton und Bentonitsuspension einen horizontalen Druck auf die Bohrlochwandung aus. Der spez. Druck p_z in Abhängigkeit von der Tiefe z ermittelt sich aus der Formel:

$$p_z = (\gamma_s h_s + \gamma_s'' h_s'' + \gamma_B h_B + \gamma_B'' h_B'') \lambda_{Ba}$$

dabei ist:

$$\gamma_s h_s + \gamma_s'' h_s''$$

der vertikale Druck der Suspension auf den Frischbeton (t/m^2),

$$\gamma_B h_B + \gamma_B'' h_B''$$

der Druck der Frischbetonsäule (t/m^2),

$$\lambda_{Ba} = tg^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi_B}{2} \right)$$

aktiver Erddruckfaktor des Frischbetons (dimensionslos).

$\varphi_B =$ Winkel der inneren Reibung des Frischbetons.

Für den Beton werden Silowirkungen vernachlässigt.

Wegen der rauhen Pfahlwandung (Bild 5) findet ein Abscheren nicht längs der Pfahloberfläche sondern im angrenzenden Erdmaterial statt. Für das Abscheren im Bodenmaterial ergibt sich unter dem Druck p_z in der Tiefe z die Scherfestigkeit

$$s_z = p_z tg\varphi + c \quad (\text{totale Spannungen}),$$



Bild 5. Teilweise ausgegrabene Icos-Veder-Pfähle bei der Belastungsprobe

wobei

φ = Winkel der inneren Reibung des Bodenmaterials ($^{\circ}$)

c = Kohäsion (t/m^2)

Auf ein Pfahlelement vom Umfang U und der Höhe Δz wirkt demnach die Mantelreibung

$$\Delta M_R = (p_z \operatorname{tg} \varphi + c) \Delta z U \quad (t)$$

setzt man für

$$p_z \Delta z = A_i$$

und für

$$c \Delta z = c_i h_i,$$

so ergibt sich für die Mantelreibung des ganzen Pfahles

$$M = \frac{1}{m} U \left(\sum c_i h_i + \sum A_i \operatorname{tg} \varphi_i \right) \quad (t)$$

dabei ist m der Sicherheitsgrad.

Der Ueberdruck Δh_s der Suspension sowie Bodenschichten mit sehr kleinem inneren Reibungswinkel φ_i sollen für überschlägige Berechnungen (Richtwerte!) vernachlässigt werden, da für sehr kleine φ_i evtl. die errechneten horizontalen Drücke p_z gar nicht vom Boden aufgenommen werden und daher nicht auftreten können. Zur Kontrolle der errechneten Werte empfiehlt sich die Ausführung von Belastungsproben auf der Baustelle.

Vorteile der Icos-Veder-Pfähle

Mit dem Icos-Veder-Verfahren wurden bisher Pfähle mit Durchmessern von 60 bis 100 cm ausgeführt. Doch können, wenn nötig, Pfähle grösseren Durchmessers erstellt werden. Ohne maschinelle Aenderungen können Pfähle von verschiedenen Durchmessern mit der gleichen Maschine abwechselungsweise ausgeführt werden. Dadurch ergibt sich eine wirtschaftliche Anpassung der Pfählung an Gebäudegrundriss und Lastverteilung. Icos-Veder-Pfähle können auf jede gewünschte Tiefe und in jeder Bodenart erstellt werden. Hartgelagerte Schichten (z. B. Blöcke) werden durchmeiselt.

Jede Bohrung ist eine Sondierung. An Hand des geförderten Materials ist ein Aufschluss über die durchfahrenen Schichten möglich. Die Pfahllänge kann den erhaltenen Baugrundaufschlüssen und der Pfahlbelastung angepasst werden. In grundbruchgefährlichem Boden wird durch Erhöhung



Bild 7. Gebäudeunterfangung an einem Steilhang

des Bentonitspiegels ein Ueberdruck erzeugt und damit ein Grundbruch vermieden.

Infolge der augenblicklich wirksam werdenden Stützung des angebohrten Bodens durch die Bentonitsuspension werden Bodenentspannungen und damit jegliche Setzungserscheinungen vermieden.

Das Icos-Veder-Verfahren ist *erschütterungsfrei*, dadurch werden Schäden an Nachbargebäuden und dgl. vermieden (Bild 6). Das Verfahren ist *lärmarm*. Der Antrieb der Geräte erfolgt mit Elektromotoren.

Die Verwendung eines Freifallmeissels mit abgestufter Schneide sowie dessen ständige Drehung gewährleisten eine vollkommen *lotrechte Bohrung*.

Der Meisseleinsatz bewirkt eine starke *Verdichtung* des Bodens. Dies kann durch Beobachtung während der Bohrarbeiten, bei denen jeweils nur 85 ÷ 60 % des theoretischen

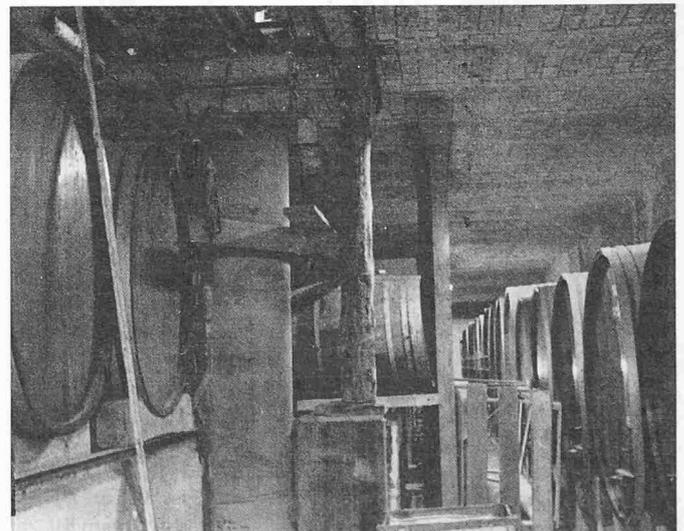


Bild 6. Pfählung in einem Weinkeller. Kellereibetrieb während der Arbeiten voll aufrecht erhalten, keine Erschütterung des Lagergutes

Bohrungsvolumens zu Tage gefördert wird, festgestellt werden.

Die Abmessungen und das Gewicht der verwendeten *Bohrböcke und -geräte* ist klein. Dies erlaubt die Erstellung von Icos-Veder-Pfählen an Orten, an denen andere Verfahren zur Erstellung von Pfählen gleich grossen Kalibers wegen hohen Eigengewichtes und grossen Abmessungen der verwendeten Maschinen nicht angewandt werden können (Bilder 6 und 7).

Adresse des Verfassers: W. Graf, Bauing. ETH in Firma Bentag Schafir & Mugglin AG., Zollikerstr. 44, Zürich 32.

Flachdächer ohne Gefälle

DK 624.024.3

Unter diesem Titel hat sich Ing. R. Maillart hier (SBZ Bd. 105, S. 175, 13. April 1935), gestützt auf seine Erfahrungen in Russland, für die Ausbildung des Flachdaches ohne Gefälle eingesetzt. Angeregt durch seine Darlegungen hat die Asphalt-Emulsion AG. im Jahre 1937 unter meiner Leitung wohl das erste Flachdach dieser Art in der Schweiz ausgeführt und seither bis heute ungefähr 60 solcher Dachbeläge in einer Gesamtfläche von rd. 50 000 m² mit lückenlosem Erfolg erstellt.

An diese Tatsache muss erinnert werden, weil zur Zeit Propaganda gegen das Flachdach ohne Gefälle gemacht wird. Die von seinen Gegnern ins Feld geführten Gründe halten aber einer fachlichen Kritik nicht stand. Schwierigkeiten der Montage, die hauptsächlich angeführt werden, kann man bei zweckmässiger Organisation der Baustelle vermeiden. Als Vorteile des Flachdaches ohne Gefälle nenne ich: wegen Wegfall des Gefällbetons bedeutende Verminderung des Einschlusses von Baufeuchtigkeit unter der Dachhaut, merkliche Kosteneinsparung in der Deckenkonstruktion dank der Minderauflast, Möglichkeit von Einsparungen für den Fall einer späteren Aufstockung, grössere Freiheit in der Lageanordnung der Wasserabläufe, Möglichkeit des Wasserstaus im Sommer (mittelst Stauensätzen in den Ablauftrichtern) zur zusätzlichen Kühlung der unter dem Flachdach liegenden Räume, Kürzung der Bauermine infolge wesentlicher Vereinfachung des Bauvorganges.

Dass das Flachdach ohne Gefälle Vertrauen geniesst, beweist die Tatsache, dass die Eidgenössische Bauinspektion Zürich im Jahre 1958 für die ausgedehnten Neubauten der EMPA in Dübendorf die Ausführung sämtlicher Flachdächer ohne Gefälle angeordnet hat. Wenn ein Flachdach ohne Gefälle in Bezug auf die Beschaffenheit der Unterlage, der thermischen Isolierung, den Aufbau der bituminösen Dachhaut und der Schutzschicht richtig disponiert und handwerklich sorgfältig ausgeführt wird, so stehen nach meiner Ueberzeugung die genannten Vorteile der Bauherrschaft ohne Beschränkung zur Verfügung.

Paul Hochstrasser, Bau-Ing. ETH, S.I.A., a. Direktor der Asphalt-Emulsion AG, Zürich, Witikonstrasse 221, Zürich 53.

Hundertjahrfeier der Svenska Teknologföreningen

DK 061.2:62

In Stockholm wurde am 7. Juni 1961 die Hundertjahrfeier der Svenska Teknologföreningen mit einer Teilnehmerzahl von 1500 Personen in festlichem Rahmen begangen. An der Hauptfeier gab der Präsident, Direktor Carl A. Jacobson, einen Ueberblick über die Geschichte dieser Gesellschaft. Hierauf wurden von Professor Sven Brohult die fünf Preisträger für den Polhemspreis bekanntgegeben, der den Ausgewählten durch Seine Majestät Gustav VI. Adolf überreicht wurde.

Prof. Ragnar Lundholm erhielt die Goldmedaille sowie 20 000 Kr. für seine Arbeit betr. Ueberspannungen in Hochspannungsleitungen bei Blitzschlägen und die Massnahmen, die gegen Blitzschäden zu ergreifen sind. Dozent Joel Lindberg erhielt die Goldmedaille und 15 000 Kr. für eine theoretische Untersuchung über das Zuschneiden des Stoffes

in der Konfektionsindustrie, um einfach und doppelt gekrümmte Stoffflächen zu erhalten. Prof. Nils Hast erhielt die Goldmedaille und 10 000 Kr. für seine Messungen über den Erddruck in Gruben, welche es ermöglichen, die Spannungen im Gestein zu ermitteln. Dozent Gunnar Fant erhielt die Goldmedaille und 10 000 Kr. für seine Untersuchungen über die Akustik der Rede und deren Auswertung für die Uebermittlung in Telefonkabeln, durch welche es möglich wird, die Leistung zu verzehnfachen. Diese Untersuchungen sind auch für die medizinische Wissenschaft bei Hörfehlern von grosser Bedeutung. Ing. John Rosén erhielt die Goldmedaille und 10 000 Kr. für seinen Beitrag zur Entwicklung der Windtunneltechnik durch Konstruktion und Eichung einer Ueberschalldüse für variable Machzahl.

Die würdevolle Feier im Konzerthaus Stockholm, die durch musikalische und tänzerische Darbietungen umrahmt war, wurde durch eine sehr umfassende Ansprache von Prof. Edgar B. Schieldrop aus Oslo über «Das Jahrhundert, das die Technik entwickelt und die Energie gebändigt hat» abgeschlossen. Am anschliessenden Bankett im Stadthaus von Stockholm wurde dem Präsidenten des S.I.A. die hohe Ehre zuteil, im Namen der Vertreter der eingeladenen ausländischen Ingenieurgesellschaften den Dank für die Einladung zu dem gediegenen Fest abzustatten.

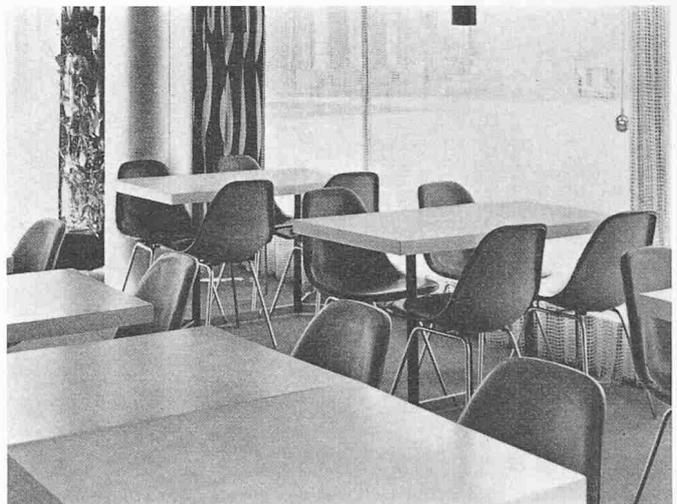
Am folgenden Tag hatten die Gäste Gelegenheit, die einzigartig schöne Sammlung der Arbeiten von Bildhauer Carl Milles im Milles Gården zu besichtigen. Anschliessend an das Mittagessen, das im Technischen Museum serviert wurde, fand eine Schifffahrt mit Besuch der vor wenigen Monaten gehobenen Fregatte «Gustav Vasa» statt. Den Abschluss der Feier bildete eine reizende Opernaufführung im historischen Schlosstheater in Drottningholm in Kostümen und mit Dekorationen aus dem achtzehnten Jahrhundert.

Georg Gruner, Präsident S.I.A.

Neue Stühle der Herman Miller-Collection

DK 645.415

Die Contura SA Birsfelden, die europäische Lizenznehmerin der «Herman Miller Collection», zeigte kürzlich in ihrem Ausstellungsraum an der Schiffflände in Zürich eine von Charles Eames und George Nelson entworfene Typenreihe von Stühlen. Diese Stahlstühle zeichnen sich dadurch aus, dass sie aus typisierten Bestandteilen zusammengesetzt sind, welche sich zu den verschiedenartigsten Sitzmöbeln zusammenfügen lassen. Industriell hergestellte Teile können so zu Möbeln zusammengebaut werden, die verschiedenartigen Gestaltungsideen gerecht werden können. Das bedeutet also, dass mit den selben wenigen Bauteilen und entsprechender Wahl der Farben und Ueberzüge verschiedenartige Räume ihrer eigenen Stimmung gemäss möbliert werden können.



Restaurant City, Zürich. Stahlrohrstühle mit Fiberglasschalen, welche mit auswechselbaren blauen und gelben Kunstlederpolstern überzogen sind