

Neuere Wasserturbinenanlagen in Japan

Autor(en): **Moser, J.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **83/84 (1924)**

Heft 19

PDF erstellt am: **29.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-82791>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Neuere Wasserturbinenanlagen in Japan.

Von J. Moser, Oberingenieur bei Escher Wyss & Cie., Zürich.

Nach Ende des Weltkrieges hat in Japan eine äusserst intensive Entwicklung im Ausbau der Wasserkräfte eingesetzt, wobei auch die schweizerische Industrie für die Ausführung der hydraulischen Maschinen berücksichtigt wurde. Zumeist handelt es sich um die Ausnützung mittlerer und höherer Gefälle, während der Bau von grossen Niederdruck-Kraftwerken, wie sie in Europa und Amerika vielfach ausgeführt wurden, in Japan seltener vorkommt. Bemerkenswert ist dabei, dass fast durchwegs, wo es sich um die Aufstellung von Francis-Turbinen handelt, der vertikalachsigen Anordnung der Vorzug gegeben wird mit Rücksicht auf die sehr starke Variation des Unterwasserspiegels, die in einzelnen Fällen bis zu 7 m beträgt.

Von einigen bedeutendern in der letzten Zeit ausgeführten und teilweise noch im Bau befindlichen Anlagen sind die Hauptdaten in der folgenden Tabelle zusammengestellt, die ein ungefähres Bild über die Entwicklung im Ausbau der japanischen Wasserkräfte gibt. Eine der bemerkenswertesten soll hier zur näheren Beschreibung herausgegriffen werden, doch muss sich dies auf den turbinentechnischen Teil beschränken, da die Einzelheiten über die Bauausführung dem Verfasser nicht zur Verfügung stehen.

Durch das Haus Takata & Co. in London und Tokyo erhielt die Firma Escher Wyss & Cie. im Laufe des Sommers 1921 den Auftrag auf die Lieferung von drei Generator- und zwei Erregerturbinen, für die Anlage Yomikaki bestimmt, die von der Daido Denryoku in Nagoya gebaut wurde. Jede Generator-Turbine hat bei einem Gefälle von 112,5 m, einer Wassermenge von 16850 l/sek und 360 Uml/min eine Leistung von 22 000 PS am Turbinen-

wellenflansch abzugeben. Die beiden Erregerturbinen wurden gebaut für ein Gefälle von 110 m, eine Leistung von 670 PS und 1200 Uml/min.

Für die Aufstellung der Hauptturbinen konnte mit Rücksicht auf die Grössenverhältnisse des Spiralgehäuses und die aussergewöhnliche Niveaudifferenz des Unterwasserspiegels bei Hochwasser nur die vertikalachsige Anordnung in Frage kommen, während sich für die Erregerturbinen

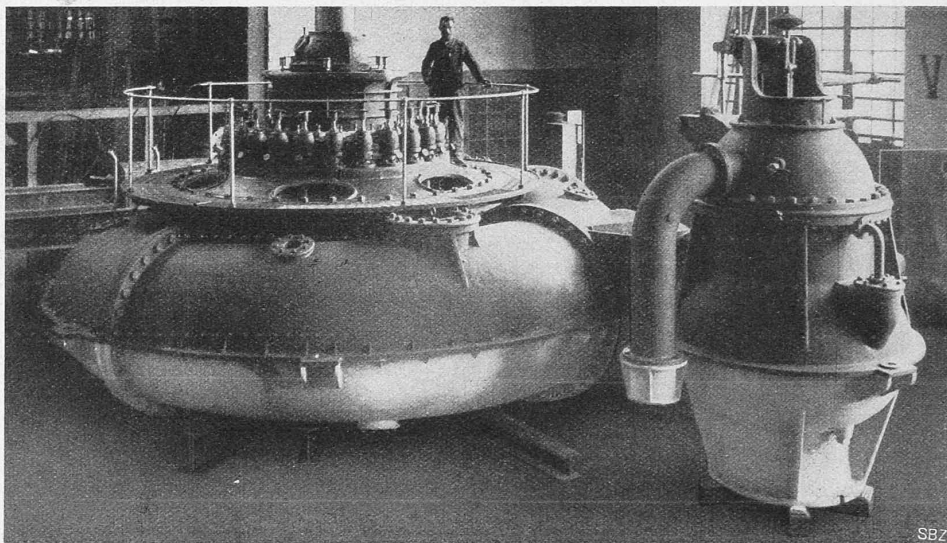


Abb. 2. Ansicht einer 22000 PS Spiral-Francis-turbine für das Kraftwerk Yomikaki in Japan.

der allgemein übliche „horizontale Spiraltyp“ besser eignete. Der Unterwasserspiegel der Erregerturbine, die auf der Höhe des Generatorbodens aufgestellt sind, wird künstlich hochgehalten, um die Saughöhe auf ein zulässiges Mass heruntersetzen. Aus den Abbildungen 1 bis 3 sind Anordnung und Konstruktion einer Generator-Turbine ersichtlich. Das Spiralgehäuse mit einem Eintrittsdurchmesser von 1600 mm, vollständig in Stahlguss ausgeführt, musste vierteilig konstruiert werden, um den Transport auf den japanischen Eisenbahnen, deren Profilgrösse die europäischen wesentlich unterschreiten, zu ermöglichen, und auch um der Stahlgießerei die Aufgabe zu erleichtern. Zur Verminderung der Gefahr des Ausschusswerdens der einzelnen Spiralenviertel sind die zur Aufnahme der auf die Gehäusewänden einwirkenden Axialkräfte notwendigen Querstege nicht mit dem Spiralgehäuse vereinigt, sondern in einem getrennten einteiligen Stahlgussring angeordnet, der einesteiis mit den beiden Gehäuseflanschen verschraubt wird und andernteils zur Befestigung der beiden Leitraddeckel dient. Diese Konstruktion ist allerdings etwas teuer, bietet aber gegenüber derjenigen, bei der die Querstege mit dem Gehäuse direkt zusammengelassen sind, den Vorteil, dass man vollständig spannungsfreie Gussstücke erhält. Die Abdichtung der einzelnen radialen Teilflanschen erfolgt durch in Nuten eingelegte Rundgummipackungen, die mit denen der Ringflanschen stumpf zusammengestossen werden. Auf diese Weise lässt sich eine absolut sichere Abdichtung erreichen, die sich denn auch anlässlich der in der Werkstätte vorgenommenen Druckprobe auch bei 220 m Wasserdruck vollkommen bewährte. Jedes Gehäuse wird bis zu seiner Mittelebene einbetoniert, und dessen Inneres ist durch ein Mannloch von oben her zugänglich. Der Leitapparat wurde für sogenannte Aussenregulierung ausgebildet und besteht aus 24 Leitschaukeln aus Stahlguss, mit je einer durch den obern Leitraddeckel hindurchgehenden angegossenen Achse; diese wird mittels Ledermanschette nach aussen abgedichtet und trägt an ihrem Ende den Regulierhebel, der mittelst Lenker die Verbindung mit dem Regulierring herstellt. Das obere wie das untere Zapfenlager ist von aussen schmierbar, sodass die Abnützung auf das geringstmögliche Mass herabgesetzt wird. Aus gleichem Grunde sind

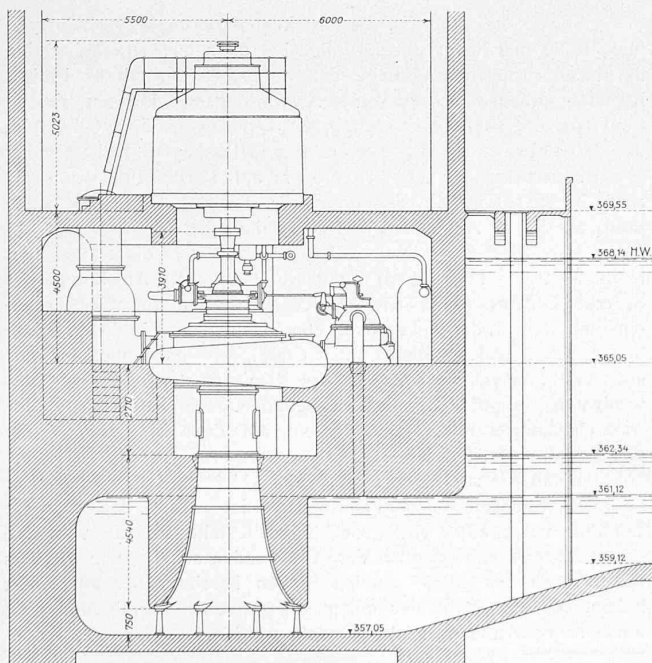


Abb. 1. Querschnitt durch das Kraftwerk Yomikaki. — Massstab 1 : 200.

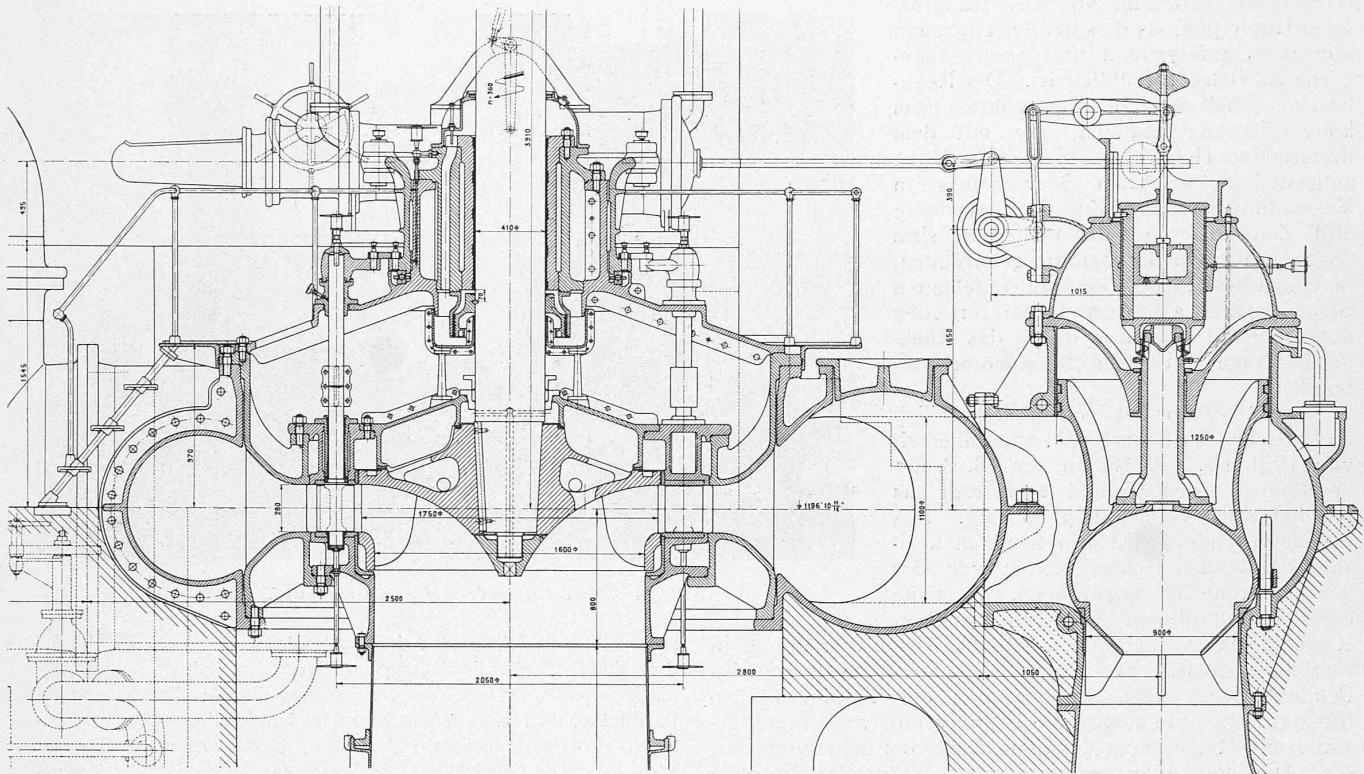


Abb. 3. Schnitt durch Turbine und Regulator des Kraftwerks Yomikaki. — N = 22000 PS, H = 112,5 m, Q = 16850 l/sek, n = 360. — Masstab 1 : 40.

auch die Leitradwände und sämtliche Spaltstellen mit geschmiedeten auswechselbaren Ringen versehen.

Das als mittlerer Langsamläufer ausgebildete Francis-Laufrad, vollständig in Stahlguss hergestellt, hat einen Eintrittsdurchmesser von 1750 mm und sitzt mittelst Konus auf der Turbinenwelle. Zur Abführung des Spaltwassers und zur Entlastung der Stopfbüchse dient die im unteren Teil der Welle angeordnete zentrale Bohrung, die die Stopfbüchsenkammer direkt mit dem Saugrohr verbindet.

Das Saugrohr liegt in seinem oberen Teil frei und dessen Inneres ist durch zwei Mannlöcher zugänglich, die jederzeit eine leichte Kontrolle des Laufrades gestatten. Das Saugrohr entspricht den von Prof. Dr. F. Prášil für Strömungen in Rotationshöhlräumen aufgestellten Theorie und taucht über 3 m in den Unterwasserspiegel ein, um einen möglichst hohen Rückgewinn der aus dem Laufrad austretenden Energie zu erzielen. Die inzwischen gemachten Betriebserfahrungen ergaben die Notwendigkeit, den Saugrohrunterteil mit einem Betonmantel vollständig einzukleiden, und eine sehr starke Verankerung desselben mit der Kanalsohle durchzuführen, da sonst das Saugrohr bei bestimmten Betriebszuständen in intensive Schwingungen gerät, deren schädliche Wirkungen am einfachsten durch

Massenbeschwerung paralyisiert werden. Selbstverständlich muss auch die Kanalsohle zur Aufnahme der Geschwindigkeitsenergie des austretenden Wassers äusserst solid ausgeführt sein.

In der geradlinigen Fortsetzung des Gehäuse-Einlaufes schliesst der Druckregulator an, dessen Konstruktion aus Abbildung 3 im Detail ersichtlich ist. Der bei Hochwasser 3 m über Turbinenfußboden stehende Unterwasserspiegel erforderte die Abdichtung des Kataraktzylinders; doch musste diese möglichst reibungslos ausgeführt sein, um ein jederzeit sicheres Funktionieren des Druckreglers zu gewährleisten. Der Wasseraustritt aus dem Druckregler wird mittels gusseisernem Bogenrohr in die Fliessrichtung des Unterwassers abgelenkt.

Ueber dem Leitapparat sitzen, auf einem besonderen Deckel angeordnet, das Turbinenführungslager und der Regulierriem zur Betätigung der Leitschaufeln. Die Schmierung des Lagers besorgt automatisch eine auf der Turbinenwelle aufgesetzte und in ein Oelgefäss eintauchende Fördererschraube, die das Schmiermittel direkt durch Nuten zwischen Welle und Lagerfläche hochpumpt, von wo es durch äussere Kanäle zum Ausgangspunkt zurückläuft. Diese Anordnung ist äusserst einfach, bedingt aber infolge der

Aufstellung über von Escher Wyss & Cie. in Japan ausgeführte Turbinenanlagen.

Anlage	Anzahl Turbinen	Gefälle m	Wassermenge l/sek	Leistung pro Einheit	Leistung total	Uml/min	Turbinen-Typ
Yomikaki	3	112,5	16 850	22 000	66 000	360	Spiral vertikal, einfach, Stahlguss-Gehäuse
Momoyama	2	81	21 300	19 800	39 600	300	" " " Blech-Gehäuse
Ujigawa	3	45,7	33 200	17 000	51 000	180	" " " " "
Kanidera	2	134	25 000	38 400	76 800	300	" " " " "
Kamikuya	3	113	8 500	11 000	33 000	500	" " " Stahlguss-Gehäuse
Seto	4	102	9 300	11 000	44 000	400	" " " Grauguss-Gehäuse
Okuwa	2	34,7	20 000	7 500	15 000	225	" " " Blech-Gehäuse
Kamegaya	3	206	2 140	5 000	15 000	720	" horizontal, " Grauguss-Gehäuse
Gokasegawa	3	56,7	10 200	6 250	18 750	500	" vertikal, " " "
Gunma	2	21,9	25 000	6 150	12 300	215	" " " Blech-Gehäuse
Yuzawa	4	300	1 820	6 000	24 000	500	Freistrah horizontal, zwei Düsen
Nakanosawa	2	334	4 530	17 000	34 000	300	" " " " "

reichlichen Förderung von Oel ein grösseres Lagerspiel, als dies bei der allgemein von oben erfolgenden und genau abgegrenzten Oelzufuhr üblich ist. Der Reguliering erhält seine Betätigung durch zwei konvergierende Stangen, die mit dem dreiarmligen Hebel des auf gleicher Höhe aufgestellten separaten Servomotors in Verbindung stehen. Zur Vereinfachung und Zentralisierung der Bedienung sind dagegen die zum Servomotor gehörenden, in einem besonderen Gehäuse eingebauten Steuerorgane auf dem Generatorboden untergebracht und nur durch das Rückführgestänge mit dem Servomotor verbunden.

Der Regulator ist von gleichem Typ und gleicher Wirkungsweise, wie seinerzeit von Prof. Dr. F. Prášil in der „S. B. Z.“ beschrieben wurde¹⁾, und es beträgt das Regulierarbeitsvermögen 3500 mkg. Das Regulatorpendel wird durch einen horizontal laufenden Riemen direkt von der Turbinenwelle aus angetrieben. Im Falle eines Heruntergleitens desselben oder eines Riemendefektes tritt automatisch die Abstellvorrichtung in Funktion, sodass trotz dieser einfachen Anordnung des Pendelantriebes kein Durchbrennen der Turbine zu befürchten ist. Eine elektrische Tourenverstellvorrichtung gestattet die Regulierung der Umlaufzahl vom Schaltbrett aus.

Die Druckölversorgung erfolgt für alle drei Gruppen von einer Pumpenzentrale aus, die sich am einen Ende des Maschinenhauses befindet, während auf der gegenüberliegenden Seite die beiden Erregerturbinen untergebracht sind. Zur Gewährleistung eines sichern Oelrücklaufes und zur Gewinnung einer bessern Uebersichtlichkeit ist der Generatorboden abgesetzt, um die Pumpengruppen auf der Höhe des Turbinenfußbodens unterbringen zu können. Die beiden Pumpenaggregate (Abbildung 4) bestehen aus je zwei doppelstufigen Zahnradpumpen für eine Fördermenge von je 300 l/min und 15 kg/cm² Druck gebaut, erhalten ihren Antrieb mittels Zahnradübersetzungen einerseits durch eine zentral angeordnete Freistrahlturbine, andererseits durch je einen an den äusseren Enden aufgestellten Elektromotor. Eine Pumpengruppe allein genügt zur Speisung der drei Servomotoren, sodass im Falle einer Störung genügende Reserve vorhanden ist. Ueber dem Pumpenkasten befinden sich die Windkessel und seitwärts unterhalb am tiefsten Punkt die beiden Oelbehälter.

Als Absperrorgan der einzelnen Turbinenzuleitungen dient ein gewöhnlicher hydraulisch betätigter Absperrschieber von 1600 mm Durchgangsweite, dessen Steuerorgane sich auf dem Generatorboden befinden, wo auch die übrigen Instrumente, wie Manometer, Vakuummeter und Tachometer auf besonderen Säulen vereinigt sind.

Die Bedingung, dem Betriebspersonal eine übersichtliche und möglichst zentralisierte Bedienung zu schaffen, ist bei der vorbeschriebenen Anlage in jeder Beziehung erfüllt.

Miscellanea.

Internationaler Städtebau-Kongress in Amsterdam. In den Tagen vom 2. bis 9. Juli 1924 findet in Amsterdam ein vom Internationalen Gartenstadt- und Städtebau-Verband veranstalteter internationaler Städtebau-Kongress statt. Die Hauptpunkte für die Beratung sind: A. Landesplanung in Beziehung zu grossen Städten, B. Parke, Parkanlagen und Erholungsplätze. Zu Punkt A sollen folgende Vorträge gedruckt vorgelegt und diskutiert werden: Arch. *J. Granpré Molière* (Rotterdam): „Die moderne Stadt“; Architekt *Raymond Unwin* (London): „Die Notwendigkeit einer Bautenplanung“; Prof. *Patrick Abercrombie* (Liverpool): „Die vorbereitende Aufsicht für einen Distrikt“; Architekt *Léon Jaussely* (Paris): „Die

¹⁾ Band 69, Seite 233 ff. (26. Mai 1917).

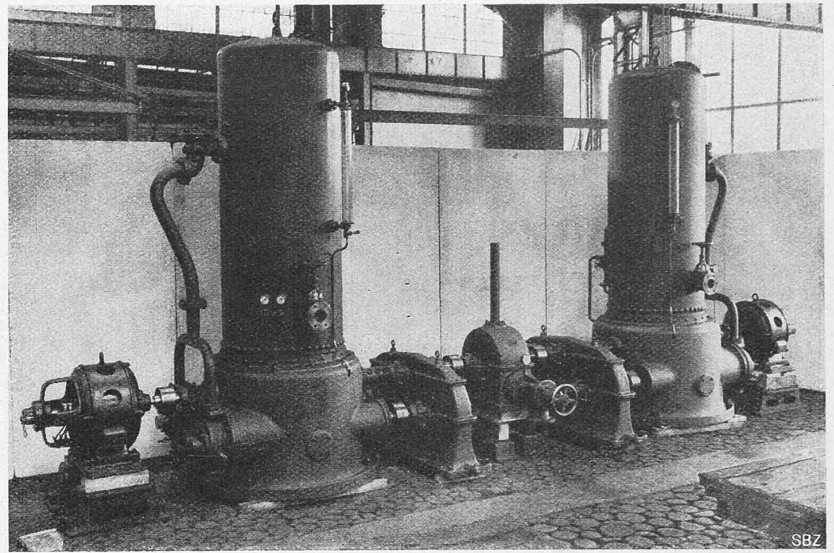


Abb. 4. Drucköl-Pumpen-Gruppen für das Kraftwerk Yomikaki.

allgemeinen Gesichtspunkte der Landesplanung“; Arch. *Th. Adams* (New York): „Ueber Festlegung von Geschäfts-, Industrie- und Wohnvierteln“; Dr. Ing. *François Sentenac* (Paris): „Entwässerung“; Baudirektor Dr. Ing. *F. Schumacher* (Hamburg): „Freiflächen“; Direktor *R. Verwilghen* (Brüssel): „Verkehr“; *C. B. Purdom* (Gartenstadt Welwyn): „Die Entwicklung von Trabantenstädten (Satellite Towns) im Landesplan“; Dr. *van Poelje* (Haag): „Stadtverwaltungsaufgaben in Verbindung mit dem Landesplan“. Sonderberichte über Landesplanungen werden von *Flavel Shurtleff* über New York, von Dr. Ing. *Schmidt* über die Siedlungen des Ruhrdistrikts, und von Ing. *P. Bakker Schut* über Landesbesiedlungspläne für Holland erstattet. Zu Punkt B werden Vorträge gedruckt vorgelegt und diskutiert von Prof. *H. v. Hubbard* (Cambridge), Professor *Jacques Greber* (Paris) und *H. Cleyndert Azn* (Holland). Eine besonders ausgewählte internationale Ausstellung von Plänen und Darstellungen soll die Vortragsprobleme illustrieren. Die Tagung beginnt am 2. Juli in Amsterdam und wird am 6. Juli abends nach dem Haag (Scheveningen) verlegt. Besichtigt werden von hier aus Rotterdam und Delft. Anmeldungen sind zu richten an Herrn *H. Chapman*, Organizing Secretary, International Garden Cities and Town Planning Federation, 3 Gray's Inn Place, London WC 1, unter gleichzeitiger Einsendung der Teilnehmergebühr von 1 £ (Damen in Begleitung von Teilnehmern zahlen 10 Shilling). Interessenten, die nicht an der Konferenz teilnehmen, können die Drucksachen (in welcher Sprache, wird nicht gesagt) nach Schluss der Tagung gegen eine Gebühr von 10 Sh. erhalten.

Halle für Schiffs-Schleppversuche in Hamburg. Die Hamburgische Schiffbau-Versuchsanstalt soll der Abklärung der mannigfachen Fragen dienen, die im Zusammengang mit dem Bau eines möglichst vollkommenen Schiffes stehen und durch Versuche die noch fehlenden praktischen Erfahrungen ersetzen. Die räumliche Ausdehnung der Versuchsanstalt ist eine ganz aussergewöhnliche, indem ein mit einer eisernen Halle überdachter Versuchskanal von 350 m Länge, der auf 185 m einen Querschnitt von 16 × 7,25 m und auf 165 m einen solchen von 8 × 5 m aufweist, zur Verfügung steht. In diesem Messgerinne können mit 5 bis 10 m langen und bis 1000 kg schweren Schiffsmodellen Schleppversuche vorgenommen werden zur Prüfung der Schiffsform bezüglich des Schiffswiderstandes und des Verlaufes der Wellen, sowie zur Prüfung der Leistungsfähigkeit der Schiffschrauben. Die Schiffsmodelle werden aus Paraffin gegossen und nach Wasserlinien, sowie in bestimmten Fällen auch in Spantebenen gefräst. Die ebenfalls gefrästen Propeller werden aus einer Legierung von Zinn, Blei, Wismut und Antimon hergestellt. Besondere Sorgfalt erforderte die Erstellung der 350 m langen Geleise-Anlage für den rund 23 t schweren Schleppwagen, der eine Höchstgeschwindigkeit von 9 m/sek besitzt, sowie die Gründung der 23000 t Wasser fassenden Versuchsrinne aus Beton mit Rücksicht auf die Vermeidung von Setzungen. Die Leiter der Anstalt, deren Beschreibung die V. D. I.-Nachrichten vom 26. März bringen, sind Dr.-Ing. G. Kempf und Dipl.-Ing. Popp. y.