

Der elektrische Wassergeschwindigkeitsmesser System D B F

Autor(en): [s.n.]

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **81/82 (1923)**

Heft 12

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-38884>

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.

U_I und U_{II} wird durch die U -Skalen und die erwähnten Geraden $\Delta z_I'$ und $\Delta z_I''$ abgeschnitten. Wird nun $\Delta z_I''$ horizontal auf $\Delta z_I'$ projiziert, so erhält man dort das gesuchte Δz_I . Die Linie, die die so gefundenen Punkte verbindet, verläuft wellig, da ja, wenn der Spiegel im Endwasserschloss steigt, Wasser in dieses abfließt und die Spiegelhebung verringert, wenn dann der Spiegel dort wieder fällt, Wasser zurück ins Zwischenwasserschloss strömt und dort den Spiegelanstieg vermehrt.

Der elektrische Wassergeschwindigkeitsmesser System D B F.¹⁾

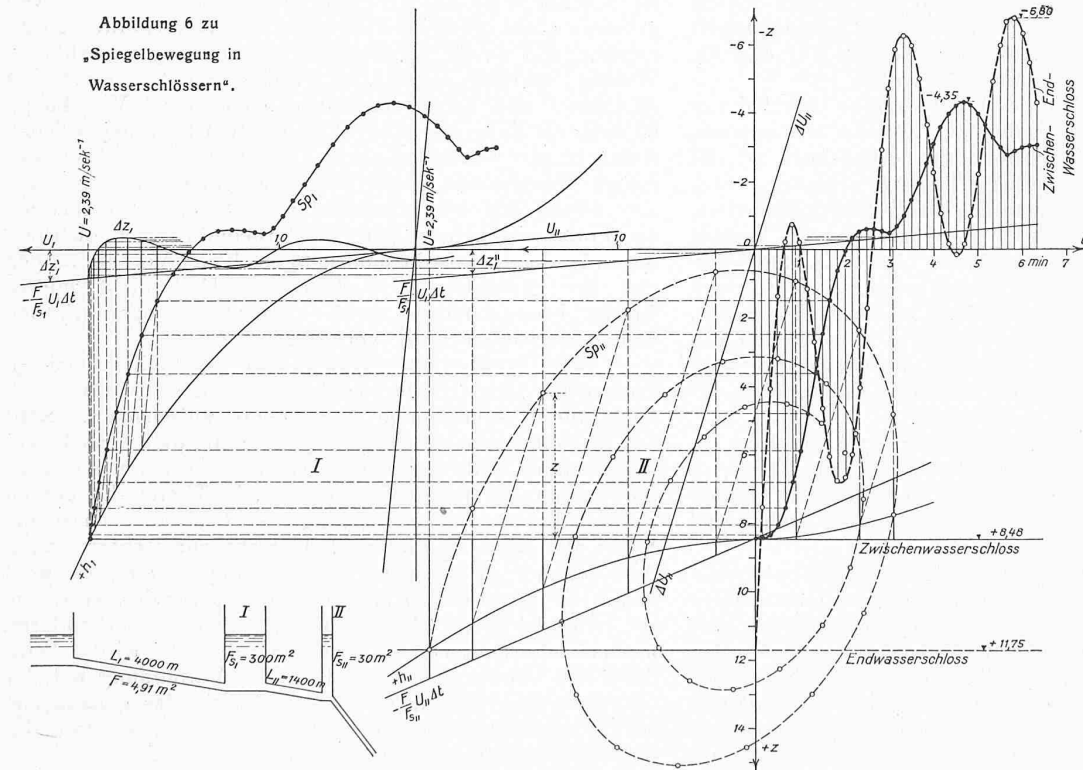
Zur Messung der Wassergeschwindigkeit bzw. der Wassermenge in offenen Gerinnen wird in den weitaus meisten Fällen der Woltmann'sche Flügel in irgend einer Ausführungsform benützt, besonders da, wo eine andere Messung nicht anwendbar ist. Bekanntlich besteht der Woltmann'sche Flügel bei allen Ausführungsarten in der Hauptsache stets aus einem Triebrad, z. B. in Form eines Schiffspropellers oder eines Laufrades mit nur zwei bis vier Schaufeln, und einem damit gekuppelten Zählwerk. An diesem selbst ist eine elektrische Kontaktvorrichtung angebracht, die nach je 25, 50 oder 100 Umdrehungen des Flügels für einige Sekunden den Stromkreis einer elektrischen Glocke schliesst. Trotz zum Teil sehr sinnreich ausgedachter Vorrichtungen sind alle diese Flügel mit den Nachteilen behaftet, die nun einmal von den Kontaktvorrichtungen und galvanischen Elementen unzertrennlich sind, und die sich bei dem fast unvermeidlichen Zutritt von Feuchtigkeit oder Wasser in Folge elektrolytischer Erscheinungen noch viel stärker bemerkbar machen als in trockener Luft. Weitaus der grösste, zugleich grundsätzliche und wohl von jedem Messenden empfundene Mangel ist aber der, dass auch mit dem besten Flügel nur die mittlere Geschwindigkeit während einer bestimmten Zeit,

des Wassers nicht oder nur mit Mühe erkannt werden können. Die Messungen werden dadurch nicht nur zeitraubend, sondern häufig auch unsicher, weshalb vorgeschlagen wurde, diese Flügel nicht unterhalb bestimmter Wassergeschwindigkeiten zu benützen. Dies würde aber in manchen Fällen die Verwendung von mehreren Flügeln mit verschiedener Empfindlichkeit und unter Umständen sogar teure Holzeinbauten in die Turbineneinläufe bedingen, wenn man nicht geradezu auf die Messung verzichten will. Es hatte also namentlich der mit Abnahmeversuchen von Wasserturbinen beschäftigte Ingenieur das Bedürfnis nach einem Apparat zur unmittelbaren Anzeige der augenblicklichen, wirklichen Wassergeschwindigkeit.

Es lag nahe, hierzu eine dem gewöhnlichen Tachometer ähnliche Vorrichtung zu bauen und die Bewegung oder Zeigerstellung auf z. T. mechanische und z. T. elektrische Weise an die Beobachtungstelle über Wasser zu übertragen. Der Gedanke war aber wegen des verhältnismässig grossen Kraftbedarfs für einen solchen Mechanismus und wegen der grossen Masse der beweglichen Teile nicht ausführbar. Auch hätte der Apparat wohl nicht gut abgedichtet werden können, ohne dass unzulässig hohe Reibung entstanden wäre. Bedeutend vorteilhafter war es, den Propeller zum Antrieb einer kleinen elektrischen Dynamo zu benützen und den von ihr erzeugten Strom auf ein über Wasser befindliches Voltmeter zu übertragen. Da die Spannung eines leer laufenden elektrischen Generators bei unveränderlicher Erregung des Magnetfeldes der Umdrehungsgeschwindigkeit des Ankers genau proportional ist, war damit ein vorzügliches Mittel zur unmittelbaren Bestimmung der Drehzahl des Flügels, bzw. der damit theoretisch proportionalen Wassergeschwindigkeit gefunden.

Die Ausführung bot freilich wesentliche Schwierigkeiten, weil einander widerstrebende Anforderungen zu erfüllen waren. So war wegen des beschränkten Raumes und der geringen Antriebskraft des Propellers und zwecks eines leichten Anlaufs vor allem eine möglichst kleine

Maschine mit sehr leichtem Anker und unveränderlicher Erregung nötig, die aber eine verhältnismässig hohe Spannung erzeugen sollte, damit die zusätzlichen Widerstände der Leitungen und die veränderlichen Uebergangswiderstände an den Steckkontakten der Leitung usw. die Genauigkeit der Messung nicht merklich beeinflussen konnten. Erforderlich war ferner eine wenigstens annähernd proportionale Teilung des Spannungsmessers, sowie die einwandfreie Messung bei Rücklauf des Wassers bzw. des Propellers, und dazu als Haupterfordernis die vollkommene Abdichtung



und zudem nur durch Rechnung ermittelt, und dass Stillstand, Rücklauf oder gar wechselnde Strömungsrichtung

wenigstens des Generators gegen das Wasser, ohne Anwendung von Stopfbüchsen oder wesentliche Reibung verursachender Lager. Ebenfalls wegen der Proportionalität zwischen Drehzahl und Spannung konnte nur ein Voltmeter mit sehr geringem Strombedarf in Frage kommen. Ein verhältnismässig grosser Strom hätte nicht nur einen

¹⁾ Diese Bezeichnung « D B F » ist darauf zurückzuführen, dass dieser Wassergeschwindigkeitsmesser in der vorliegenden Form aus der gemeinsamen Arbeit der Ingenieure R. Dubs (Zürich), S. Bitterli (Rheinfelden) und Rich. Fischer (Zürich) entstanden ist. Red.

fühlbaren Spannungsabfall in den Leitungen sowie im Generator selbst verursacht, sondern auch die mit der Drehzahl quadratisch anwachsende Belastung des Generators stark gesteigert und damit die Eichkurve in ihrem oberen Teil ungünstig beeinflusst.

Allen diesen Anforderungen entsprach in vorzüglicher Weise eine kleine magnet-elektrische Maschine in Verbindung mit einem Voltmeter des bekannten Drehspultyp, der auf gleichen Grundsätzen beruht. Die beiden Apparate bestehen demnach aus sehr starken Dauermagneten und einem eisenlosen Anker bzw. einer eisenlosen Drehspule, durch welche Anordnung der bei andern Maschinen und Instrumenten nötige Energieverbrauch für die Aufrechterhaltung des magnetischen Feldes fortfällt. Die gesamte Leistung für die Erzeugung des elektrischen Stromes und zur Ueberwindung der Reibung des Generators beträgt denn auch bei der höchsten Wassergeschwindigkeit von 4,10 m/sek. bzw. 6,96 Uml./min und einer entsprechenden Spannung von 0,750 Volt nur einige Hundertstel Watt. Sie kommt

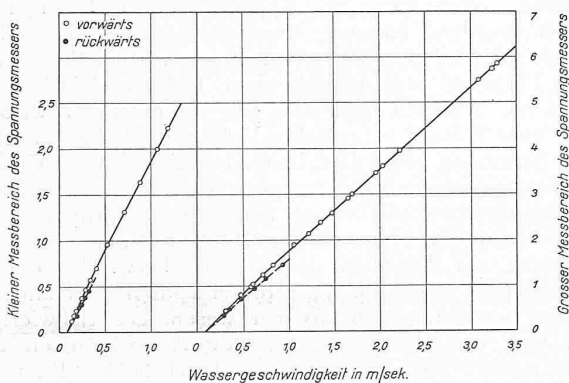


Abb. 1. Eichkurve des Wassergeschwindigkeitsmessers System DBF.

also, wie auch die praktisch vollkommen geradlinigen oberen zwei Drittel der Eichkurve (Abb. 1) des Versuchflügels zeigen, gegenüber der bedeutend grösseren Reibung für die Welle des Propellers kaum in Betracht.

Um auch den Rücklauf des Wassers ohne Umschaltung des Spannungsmessers beobachten zu können, was namentlich bei pendelnder Wasserbewegung wünschbar ist, ist das Voltmeter mit doppelseitiger Teilung versehen. Entsprechend der meist geringen Rücklaufgeschwindigkeit ist der Zeigerausschlag auf nur $\frac{1}{5}$ des Ausschlags für Vorlauf beschränkt worden. Zur Beobachtung kleiner Geschwindigkeiten ist das Voltmeter mit einem zweiten Messbereich für nur 0,05 bis 0,25 Volt versehen; doch dürfte er sich, wie die bisherigen Erfahrungen zeigen, in Folge der nahezu gleichmässigen Teilung und der sehr bequemen Ablesung auch des grossen Messbereichs in den meisten Fällen als entbehrlich erweisen.

Der Spannungsmesser, in bekannter Ausführung in einem Kästchen, kann in m/sek Wassergeschwindigkeit, in sekundlichen Umdrehungen pro sek, in beliebigen Graden oder auch in Volt geeicht werden; der Flügel selbst wird in der sonst üblichen Weise geprüft.

Bekanntlich sind die Angaben guter Drehspul-Instrumente von magnetischen Feldern praktisch in hohem Masse unabhängig und es konnte denn auch bei den in der Flügelprüfanstalt in Worblafen-Bern vorgenommenen Proben irgend ein sichtbarer Einfluss auf den Spannungsmesser nicht festgestellt werden, obwohl dieser in verschiedenen Lagen in der Nähe der für den Antrieb des Messwagens dienenden Umformergruppe benützt wurde. Da das Voltmeter in üblicher Art praktisch „temperaturfrei“ gebaut ist, und die im allgemeinen geringen Schwankungen der Wassertemperatur den Widerstand der Ankerwicklung nur unmerklich verändern, kommen die noch möglichen kleinen Fehler umso weniger in Betracht, als sie gegenüber den übrigen unvermeidlichen Ungenauigkeiten der Wassermessungen sehr klein sind.

Die Eigenschaft der Zeigerinstrumente, alle Schwankungen der zu messenden Grösse anzuzeigen, mag dem nur mit dem gewöhnlichen Flügel vertrauten Beobachter das Gefühl der Unsicherheit erwecken. Es schien in der Tat nicht ausgeschlossen, dass die Pendelungen der Wassergeschwindigkeit bzw. des Zeigers die Messungen stark erschweren würden; namentlich war fraglich, ob nicht die Eichung des Flügels auf dem mit Geschwindigkeiten bis zu 5 m/sek fahrenden Messwagen und bei der Erschütterung durch dessen Antriebsmechanismus überhaupt in einwandfreier Weise möglich sei. Diese Befürchtungen erwiesen sich erfreulicherweise als unbegründet. Es wird freilich in den meisten Fällen, wie bei vielen elektrischen Messungen, eine mehrmalige Ablesung für jeden Messpunkt oder das Abwarten der Einstellung des Zeigers auf einen Mittelwert nötig werden; dies geht aber so rasch, dass gegenüber den bisherigem umständlichen Verfahren mit Stoppuhr, Glocke und Rechenschieber trotzdem ausserordentlich an Zeit und Mühe gespart werden kann. Man

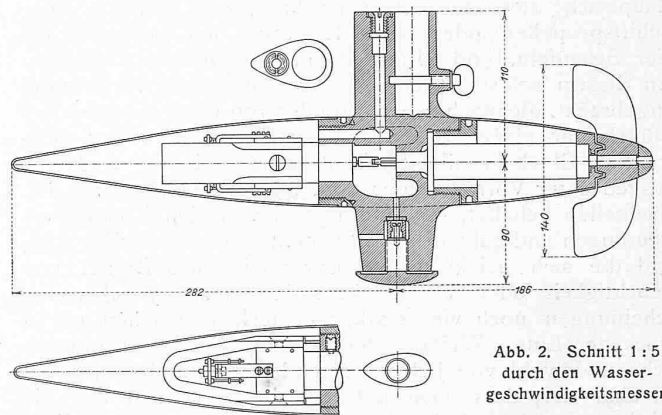


Abb. 2. Schnitt 1:5 durch den Wassergeschwindigkeitsmesser.

ist deshalb auch in der Lage, in gleicher Zeit eine weit grössere Zahl von Punkten des Messquerschnittes aufzunehmen und so die Genauigkeit der Messung zu erhöhen. Welche Vorteile dieser Zeitgewinn bedeutet, weiss der Abnahme- und Betriebsingenieur am besten. Wie knapp ist doch die Zeit, die namentlich bei in Betrieb befindlichen Anlagen zur Verfügung steht, wie häufig lässt sich der ruhige Wasserstand aus Betriebsrücksichten nur ganz kurze Zeit halten und wie manchmal verdirbt eine Wasserwelle als Folge unregelmässigen Wasserbedarfs eines oberhalb liegenden Kraftwerks die mühsam getroffenen Vorbereitungen und die geplanten Versuchsreihen. Und nicht zuletzt, welche Energiemengen gehen bei allzu langen Proben dem betreffenden Werk verloren.

Der Dynamoflügel verwirklicht noch einen weiteren Fortschritt. Elektrische Vorgänge lassen sich bekanntlich leicht durch schreibende Instrumente aufzeichnen. Statt des gewöhnlichen Millivoltmeters kann daher auch ein schreibendes Millivoltmeter verwendet werden, wie es z. B. für Temperatur-Messeinrichtungen mit Thermo-Elementen gebräuchlich ist. Die Leistung der Gleichstrommaschine reicht allerdings in diesem Fall nicht zur Ueberwindung der Reibung des Zeigers auf dem Papier aus; es wird daher die punktweise Registrierung angewendet, wobei die zur Aufzeichnung nötige Arbeit von einer besonderen mechanisch-elektrischen Vorrichtung geliefert wird. Wird dabei die Papierrolle in mechanische Verbindung mit der Flügelstange gebracht, so ist es möglich, das genaue Geschwindigkeitsdiagramm der Strecke aufzuzeichnen, auf der das Messinstrument bewegt wird.

Die amtliche Eichung im Messkanal in Worblafen¹⁾ bot nicht die geringsten Schwierigkeiten und konnte vom Personal nach kurzer Anleitung selbständig ausgeführt werden. Die Eigenschaft des neuen Flügels als Geschwindigkeitsmesser kam dabei insofern wiederum zur

¹⁾ Vergl. die Beschreibung der Flügelprüfanstalt Papiermühle bei Bern in Band 70, Seite 157 (27. September 1917).

Geltung, als sie dem Beobachter die genaueste Kontrolle über die Fahrgeschwindigkeit ermöglicht und ihn mit grosser Sicherheit erkennen lässt, wann diese gleichförmig geworden ist. Die einzelnen Punkte der Eichkurve des Versuchsapparates weisen daher nur sehr wenig Streuung auf.

Der elektrische Teil des Flügels kann ausserhalb des Wassers leicht für sich nachgeprüft werden. Erweist sich zugleich der Propeller bei der Einlegung in Gipsabgüsse als unverändert, so kann die Prüfung im Eichkanal in manchen Fällen erspart werden.

Welle und Lager des Propellers sind im vordern Teil, der Generator im hintern Teil eines fischförmigen, nach dem Gesetz des kleinsten Strömungswiderstandes gebauten Gehäuses eingeschlossen (Abb. 2 und 3). Die beiden äusseren Teile des Gehäuses sind auf zwei Gewindeansätze des Mittelstückes aufgeschraubt und bequem abnehmbar. Mit der vordern Hülle wird gleichzeitig die Propellerwelle mit den beiden Kugellagern entfernt, sodass diese Teile bequem gereinigt werden können. Die beiden

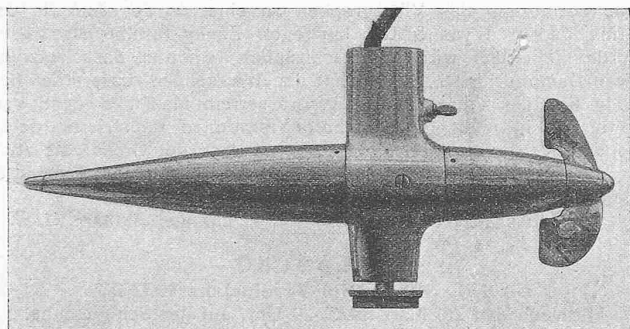


Abb. 3. Wassergeschwindigkeitsmesser System D. B. F.

Kugellager sind in die Enden eines mit Oel gefüllten Rohres eingesetzt; das Wasser kann deshalb nur die eine Seite des vordern Lagers berühren. Bei Messungen in sandhaltigem oder chemisch verunreinigtem Wasser wird der vordere Gehäuseteil vor Beginn der Messungen mit reinem Wasser gefüllt, um so das Eindringen von Sand oder ätzenden Stoffen nach Möglichkeit zu verhüten. Die beiden äusseren Gehäuseteile sind durch eine Doppelwand im Mittelstück getrennt. In die vordere Wand ist eine Büchse samt zwei Lagern, sowie die Welle zur Kupplung des Propellers mit dem Generator eingesetzt. Diese Welle hat nur einen Bruchteil von 1 Watt zu übertragen; ihr Durchmesser konnte daher auf nur etwa 1 mm beschränkt werden. Damit wurde eine sehr geringe Reibung und ohne Stopfbüchsen eine sehr gute Abdichtung des hintern Gehäuseteils erzielt, die noch durch einen zwischen den Lagern angebrachten Fettpropfen verstärkt wird. Um die nötige Sicherheit auch in Ausnahmefällen, also bei 10—12 m Wassertiefe, zu erhalten, wurde vorgesorgt, dass unter Druck eindringende Wassertropfen in den Hohlraum des Mittelstückes entweichen, nicht aber die zweite Wand des Mittelstückes durchdringen können. Dieser Hohlraum ist unten mit einer Schraube verschlossen, deren nach unten gerichteter Kopf zugleich als Taster und Stützpunkt für den Flügel dient, sodass der Propeller den Boden nicht berühren kann. Der wasserdichte Steckkontakt für den Anschluss der Leitungsdrähte befindet sich im Innern des Stützens für den Anschluss der Flügelstange. Die Leitungsdrähte werden mittels ebenfalls wasserdichtem Stecker angeschlossen und durch das Rohr über Wasser hochgeführt.¹⁾

Zum Schluss sei noch erwähnt, dass das Instrument nicht nur für Messungen in offenen Wassergerinnen verwendet werden kann, sondern bereits mit Erfolg in geschlossenen Rohrleitungen benutzt wird und dass es sich auch für die Ermittlung der Geschwindigkeit strömender Gase eignet.

¹⁾ Dynamoflügel (Pat. u. D. R. P.) und Spannungsmesser werden von der Firma Trüb, Täuber & Cie. in Zürich hergestellt.

Miscellanea.

Eidgenössische Technische Hochschule. Diplomerteilung. Die Eidgenössische Technische Hochschule hat nachfolgenden, in alphabetischer Reihenfolge aufgeführten Studierenden auf Grund der abgelegten Prüfungen das Diplom erteilt:

Diplom als Elektro-Ingenieur: Jules Chapuy von La Côte-aux-Fées (Neuenburg), Viktor Rusterholz von Wädenswil (Zürich).

Diplom als Ingenieur-Chemiker: Antonio Bossi von Lugano (Tessin), Willem Pieter ter Horst von Amsterdam (Holland), Walter Plüss von Zofingen (Aarg.), Auguste Rouvé von Ste Marie-aux-Mines (Frankreich). — Ferner mit besonderer Ausbildung in Elektrochemie: Antonio Cotti von Romano di Lombardia (Italien), Trygve Holmsen von Fredrikshald (Norwegen), Erich Mosman von Schaffhausen.

Diplom als Forstwirt: Hans Amsler von Schaffhausen (Diplom mit Auszeichnung), Rudolf Amsler von Schaffhausen, Jean Frischknecht von Urnäsch (Appenzel A.-Rh.), Bernhard Gartmann von Jenaz (Graubünden), Charles Gut von Affoltern a. A. (Zürich), Franz Haas von Burgdorf (Bern), Hans Jenny von Davos (Graubünden), Bruno Küng von Teufen (Appenzel A.-Rh.), Theodor v. Lerber von Bern, Max Rüedi von Maienfeld (Graubünden), Samuel Schönenberger von Bern und Mitlödi (Glarus), Walter Straub von Hefenhofen (Thurgau), Hans Straumann von Olten (Solothurn), Walter Tuggener von Zürich, Otto Winkler von Zürich.

Vom elektrischen Schiffsantrieb. Bei Versuchen, die sich an die Prüfung des für elektrischen Antrieb umgeänderten amerikanischen Dampfers „Victorious“ anschlossen, wurden wertvolle Beiträge zur Frage des elektrischen Schiffsantriebes gewonnen. Die Ausrüstung des Dampfers besteht aus einer achtstufigen Aktionsturbine von 3180 PS, die einen Drehstromgenerator von 2250 kW und 50 Per antreibt. Dieser speist den 3000 PS-Induktionsmotor, der der Schraubenwelle 100 Uml/min verleiht. Der Motor ist so gut isoliert, dass er praktisch unter Wasser betrieben werden kann. Die vorgeschriebene Geschwindigkeit des Fahrzeuges mit dem frühern Turbinenantrieb war 10 Knoten; mit der neuen Ausrüstung sollte dieselbe Geschwindigkeit erreicht werden, man erreichte indessen, wie die „E. T. Z.“ nach „Electrical Review“ berichtet, 11,6 Knoten. Besonders bemerkenswert war die festgestellte Möglichkeit, schnell halten zu können. Die Schraube wurde hierbei bei voller Umdrehungszahl auf die gleiche Geschwindigkeit rückwärts innerhalb 4 sek umgesteuert, wodurch das Schiff innerhalb 2 min 40 sek zum Stillstand kam. Mit Kolbendampfmaschinenantrieb ausgerüstet, würde das Schiff bis zum Halten mehr als 6 min erfordern. Die schnelle Umschaltung der Drehrichtung der Schraube wird ermöglicht durch Vertauschung der Generatorleitungen an der Steuerschalttafel, wobei die Turbinen während dieser Umsteuerung in ihrer Geschwindigkeit leicht herabgesetzt werden. Der automatische Steuerapparat hält die Turbinengeschwindigkeit proportional der des Antriebsmotors.

Vortragskurs des Schweizerischen Geometervereins in Zürich. Der Schweizerische Geometerverein hält in den Tagen des 6. und 7. April, in Verbindung mit seiner Hauptversammlung, im Auditorium 101 der Universität Zürich einen Vortragskurs ab. Es werden sprechen: Prof. H. Weyl, Zürich, über die Einstein'sche Relativitätstheorie, mit Vorführung eines Demonstrationsfilms; Stadtbaumeister H. Herter, Zürich, über „Bebauungspläne, gute und schlechte Beispiele“; Ing. H. Zölly, Bern, über die geodätischen Grundlagen der schweizerischen Landesvermessung; Vermessungsinspektor Baltensperger über Organisation der Grundbuchvermessung in der Schweiz, und Bauernsekretär Messmer über das landwirtschaftliche Meliorationswesen im Eidgen. Landwirtschaftsgesetz. Ferner ist ein Vortrag über „Photogrammétrie aérienne en France“ in Aussicht genommen; der Referent soll später bekannt gegeben werden.

Die Anzahl der Dampfkessel-Explosionen in Deutschland im Jahre 1921 belief sich auf elf. Davon sind vier auf Wassermangel, drei auf ungenügende Wandstärke, zwei auf Risse im Blech, und je eine auf unzulässige Beanspruchung und auf unvollkommene Schweissung zurückzuführen. Bei diesen Explosionen wurden im ganzen 14 Personen getötet, vier schwer und zwölf leicht verletzt. Lehrreiche Einzelheiten über diese Explosionen sind u. a. in der „Z. V. D. I.“ vom 10. Februar 1923 zu finden.

Redaktion: A. JEGHER, CARL JEGHER, GEORGES ZINDEL.
Dianastrasse 5, Zürich 2.