

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 48 (1957)
Heft: 3

Rubrik: Mitteilungen SEV

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: 15.05.2025

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

Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

Die Anwendung der Leitsätze für Gebäudeblitzschutz des SEV in den verschiedenen Kantonen

621.316.98(494)

[Nach E. Diggelmann: Die Koordinierung der Gebäudeblitzschutzanlagen mit den elektrischen Anlagen der PTT-Betriebe. Techn. Mitt. PTT Bd. 34(1956), Nr. 8, S. 352...359]

Der Gebäudeblitzschutz in der Schweiz ist der kantonalen Gesetzgebung unterstellt. In jenen Kantonen, in welchen Gebäudeversicherungsanstalten bestehen, geschieht die Betreuung des Blitzschutzes durch diese Institutionen. Wo aber solche Anstalten fehlen, fällt der Gebäudeblitzschutz in die Kompetenz der kantonalen Feuerpolizei oder ähnlicher Behörden.

Diese Untersuchung ergab die erfreuliche Tatsache, dass fast alle Kantone die erwähnten Leitsätze als technische Grundlage ihrer Blitzschutz-Gesetzgebung anerkennen, bzw. diese verwenden (Tabelle I).

Bemerkung des Referenten

Das Studium der Tabelle I zeigt, dass in der Schweiz trotz einer dezentralisierten Gesetzgebung durch Anwendung der Leitsätze für Gebäudeblitzschutz des SEV eine gewisse Einheitlichkeit in der Handhabung des Gebäudeblitzschutzes besteht. Dieses Erkenntnis ist für die Kommission für Gebäudeblitzschutz des SEV nicht nur erfreulich, sondern auch verpflichtend. Sie nahm daher, nicht zuletzt auf Grund

Blitzschutzeinrichtungspflicht nach Kantonen

Technische Vorschriften. Kontrolle und Kontrollorgane. Beiträge, Ermässigungen. Stand 1954

Kantone	Einrichtungspflicht	Technische Vorschriften	Amtliche Kontrolle im Jahresturnus von Jahren	Amtliche Kontrollorgane	Gebäudeversicherungs-Prämien-ermässigung	Beiträge an Erstellungskosten
Aargau	keine 1)	SEV	keine	Gemeinden 6)	keine	keine
Appenzell A.-Rh.	ähnl. SEV	SEV 3)	3	Aufseher	10 %	keine
Appenzell I.-Rh.	wie SEV	SEV 3)	3	Aufseher	keine	20–25 %
Baselland	keine	SEV	5	Experten	keine	keine
Baselstadt	wie SEV	SEV	3–5	Experten des EW	keine	keine
Bern	keine	SEV	8–10	Brandversicherungsanstalt	keine	bis 30 %
Fribourg	keine	SEV	7	Brandversicherungsanstalt	keine	20–30 % 12)
Genève	keine	SEV	keine	—	—	—
Glarus	keine	SEV	keine	—	keine	keine
Graubünden	keine 2)	keine 4)	keine	—	keine	keine
Luzern	wie SEV	SEV	4	Brandversicherungsanstalt	keine	ja
Neuchâtel	keine 2)	SEV	siehe 7)	Brandversicherungsanstalt	keine	25 %
Nidwalden	—	—	—	—	—	—
Obwalden	keine	keine	keine	keine	keine	keine
St. Gallen	wie SEV	SEV	5	siehe 8)	keine	keine
Schaffhausen	wie SEV	SEV	6	Kantonale Feuerpolizei	keine	bis 30 %
Schwyz	—	—	—	—	—	—
Solothurn	wie SEV	SEV 5)	3–5	Versicherungsanstalt	keine	20–40 %
Tessin	wie SEV	SEV	—	siehe 9)	keine	keine
Thurgau	wie SEV	SEV	—	Versicherungsanstalt 10)	keine	keine
Uri	keine 1)	keine	keine	—	keine	keine
Waadt	keine	SEV	keine	Brandversicherungsanstalt	keine	30 %
Wallis	keine	SEV	3–6	Gemeinden 11)	keine	keine
Zug	wie SEV	SEV	4–6	Kant. Feuerschauer	keine	keine
Zürich	wie SEV	SEV 5)	3–4 13)	Aufseher 14)	keine	keine

— keine Angaben.

1) keine gesetzlichen Vorschriften.

2) Einrichtungspflicht nur für Spreng- und Brennstofflager.

3) Leitsätze des SEV sind anerkannt; daneben eigene Instruktion von 1936 bzw. 1944.

4) Kirchtürme, Hochkamine, Getreidesilos u. a. Hochbauten sind meistens mit einer Blitzschutzanlage versehen.

5) Eigene, ausführliche Vorschriften im Sinne der Leitsätze des SEV.

6) Keine Kontrolle durch Kanton; diese ist auf freiwilliger Basis Sache der Gemeinden. Das Versicherungsamt leistet einen Beitrag an die Prüfkosten.

7) Abnahmekontrolle amtlich, periodische Kontrolle durch den Installateur.

8) Abnahmekontrolle durch Bezirksaufseher auf Kosten der Versicherungsanstalt; periodische Kontrolle durch Gemeindeaufseher.

9) Brandverhütungsdienst der Gemeinden oder Gesellschaften.

10) Experten der Versicherungsanstalt, wobei diese die Hälfte der Prüfungskosten übernimmt.

11) Durch Experten auf Kosten der Besitzer.

12) Eingetretene Blitzschäden werden subventioniert unter der Bedingung, dass das Gebäude mit einer wirksamen Blitzschutzanlage versehen wird.

13) Landgemeinden alle 3, Städte Zürich und Winterthur alle 4 Jahre.

14) 7 Spenglermeister im Nebenamt.

Die Kommission für Gebäudeblitzschutz des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins (SEV) stellte schon im Jahre 1934 Leitsätze für den Gebäudeblitzschutz auf, welche die wichtigsten technischen Einzelheiten für die Erstellung und die Kontrolle von Blitzschutzanlagen in Form von Empfehlungen enthalten.

Im Zusammenhang mit der Aufstellung von neuen Gebäudeblitzschutz-Vorschriften der PTT, welche für ihre Eigenanlagen bestimmt sind, wurde gemeinsam mit dem SEV eine Untersuchung durchgeführt, um festzustellen, in welchem Masse die kantonalen Gesetzgebungen die Leitsätze für Gebäudeblitzschutz des SEV berücksichtigen.

der erwähnten Untersuchung, eine gründliche Revision bzw. Anpassung der Leitsätze an den heutigen Stand der Technik in ihr Arbeitsprogramm auf.

E. Schiessl

Körperschallprobleme im Elektromaschinenbau

621.313.018.6

[Nach E. Lübecke: Körperschallprobleme im Elektromaschinenbau. Akustische Beihefte Bd. —(1956), Nr. 1, S. 109...114]

In elektrischen Maschinen können infolge mechanischer, magnetostruktiver oder elektromagnetischer Erregung Schwingungen auftreten, welche sich als störender Körperschall be-

merkbar machen. Eine Unwucht der umlaufenden Teile ruft mechanische Schwingungen hervor, deren Frequenz meist gleich der Maschinendrehzahl ist. Durch genaues Auswuchten können diese Schwingungen jedoch sehr klein gehalten werden. Die Magnetostraktion des aktiven Eisens bewirkt bei

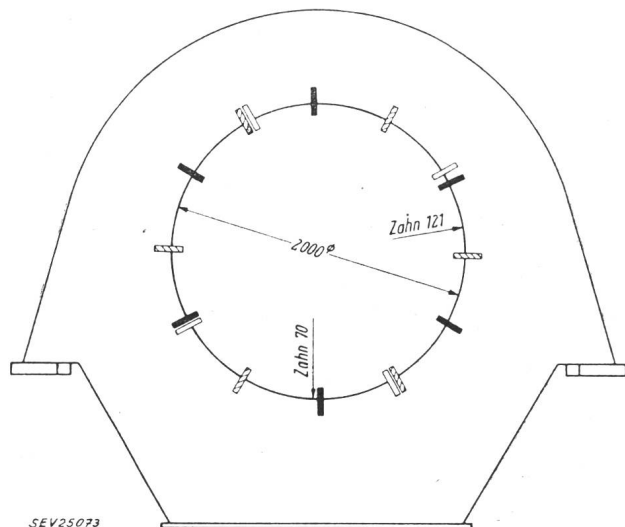


Fig. 1

Knotenlagen für Biege-Eigenoscillungen des Stators eines Asynchronmotors bei punktförmiger Erregung

- Erregung an Zahn 121: Eigenschwingung 256 Hz, 6 Knoten
- Erregung an Zahn 70: Eigenschwingung 97 Hz, 4 Knoten
- Erregung an Zahn 70: Eigenschwingung 221 Hz, 6 Knoten

Wechselstrommaschinen und Transformatoren eine Schwingung mit der doppelten Netzfrequenz als Grundfrequenz, der bei hohen Sättigungen eine grosse Anzahl Oberwellen überlagert sein können. Bei rotierenden Maschinen ist der magnetostruktive Anteil des Körperschalles meist gering. Wichtiger ist die elektromagnetische Erregung von Schwingungen infolge der Pulsation des Luftspaltfeldes. Die auf diese Weise entstehenden Frequenzen sind abhängig von

den Nutenzahlen im Stator und Rotor, neben der Netzfrequenz und der Maschinendrehzahl. Zur Vermeidung eines störenden Geräusches muss verhindert werden, dass diese Störfrequenzen mit den mechanischen Eigenschwingungszahlen der einzelnen Maschinenteile zusammenfallen.

Zur Berechnung der Eigenfrequenzen der radialen Biegeschwingungen des Stators wird dieser meist als Kreisring angenommen. Es zeigt sich aber, dass die so errechneten Werte oft erheblich von den wirklichen abweichen. Dies kann durch Einführung eines Korrekturfaktors berücksichtigt werden, welcher experimentell für verschiedene Maschinen ermittelt wird. Zu diesem Zweck wird der Stator an einer Stelle durch Anbringen eines Vibrators radial erregt und die auftretende Schwingung mit Hilfe eines Kristallaufnehmers gemessen. Fig. 1 zeigt das Resultat für einen grossen Asynchronmotor bei Erregung an verschiedenen Orten mit verschiedenen Frequenzen, aber konstanter Amplitude. Schon aus diesem einen Beispiel ist zu ersehen, dass die Eigenschwingungen eines solchen Stators je nach dem Ort der Erregung verschieden ausfallen. Auch über die axiale Länge des Statorpaketes ergibt sich eine ungleichförmige Verteilung der Eigenfrequenzen. Die Schwingungen sind somit sehr komplizierter Natur.

Zur Verhinderung der Übertragung dieser Schwingungen vom Statorpaket auf das Gehäuse werden bei grossen Turbogeneratoren Federn zwischengeschaltet. Modellversuche ergeben die günstigste Anordnung dieser Federn. Hochfrequente Schwingungen lassen sich durch Auftrag von körnigem Material auf das Statorgehäuse weitgehend dämpfen.

Wie der Stator, kann auch der Rotor von elektrischen Maschinen Biegeschwingungen ausführen. Bei kleinen Maschinen sind deren Eigenfrequenzen jedoch stets über dem Hörbereich, während sie bei Rotorsternen mit grossem Durchmesser stärker in Erscheinung treten. Sie lassen sich auf die gleiche Weise wie die Statorschwingungen berechnen und experimentell ermitteln. Ausserdem treten im Rotor auch Tangentialschwingungen auf infolge von Pendelmomenten, hervorgerufen durch Unsymmetrien in den Wicklungen, mit Frequenzen gleich der doppelten Netzfrequenz oder der doppelten Schlupffrequenz, je nachdem ob die Unsymmetrie im Stator oder im Rotor besteht. Diese Pendelmomente treten besonders beim Hochlauf von Asynchronmotoren in Erscheinung.

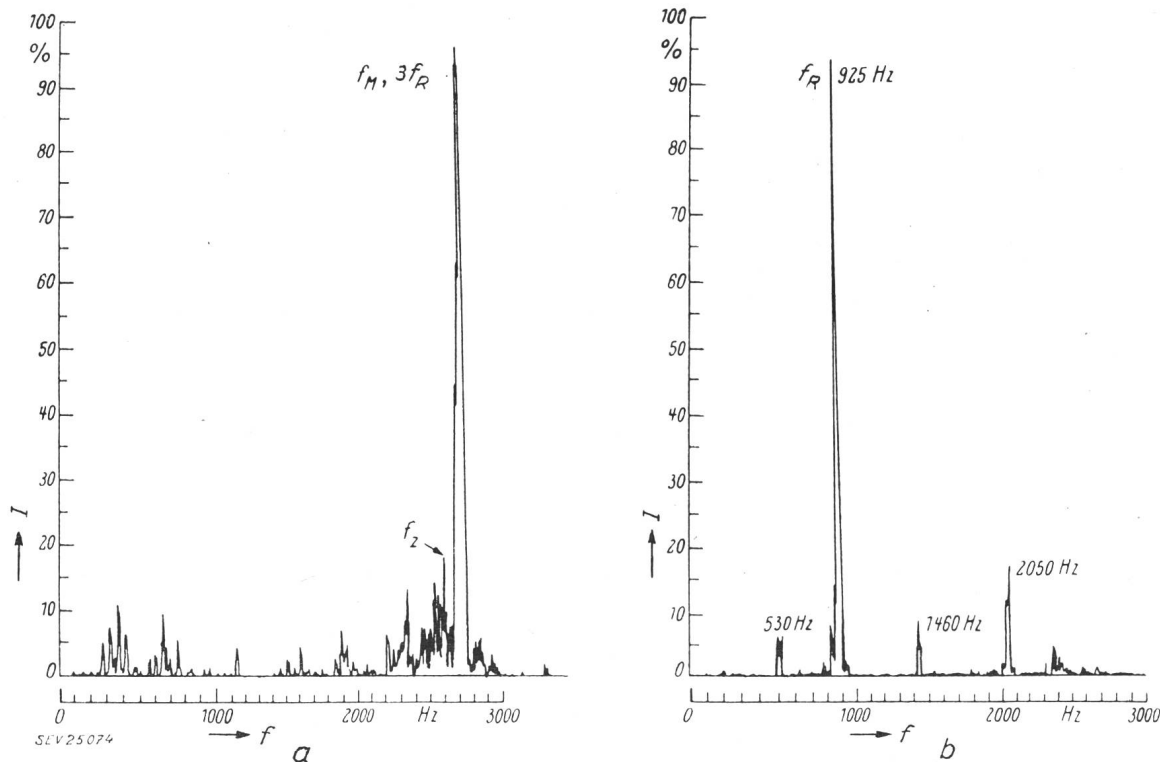


Fig. 2

Geräuschanalyse eines Istufigen Turbinengetriebes und Radkörper-Resonanzspektrum

a Spektrum bei Vollast ($P = 12 \text{ MW}$; $n_1 = 3000 \text{ U./min}$; $n_2 = 1000 \text{ U./min}$)

f_z Zahnfrequenz; f_M Maschinenantriebsfrequenz; f_R Radkörper-Eigenfrequenz ($3f_R = 3 \times 925 \text{ Hz}$ fällt mit f_M zusammen)

b Spektrum der Radkörper-Eigenoscillungen

f_R stärkste Radkörper-Eigenfrequenz; I Intensität

Zahnradgetriebe zwischen Maschinen sind oft starke Geräuschquellen. Als hauptsächliche Erregerfrequenz tritt hier nicht die Zahnfrequenz, sondern die sog. Maschinenantriebsfrequenz f_M hervor, die vom Vorschubmechanismus der Zahnfräsmaschine herrührt. Fig. 2 zeigt das Geräuschspektrum eines einstufigen Getriebes bei Vollast, sowie das Spektrum der Radkörper-Eigenschwingungen. Hier fällt die Maschinenantriebsfrequenz mit einem Oberton des Radkörperklangs zusammen, was eine starke Resonanzüberhöhung zur Folge hat.

Bei kleinen Maschinen bilden die Kugel- und Rollenlager die Ursache eines oft starken Körperschalles. Dieser wird hervorgerufen durch unvermeidliche Abweichungen der Kugeln und Ringe von der absoluten Kreisform. Die auftretende Frequenz ist meist gleich der Anzahl Kugeln mal der Drehzahl des Käfigs. Axiales Verspannen von Innen- und Aussenring schafft hier oft Abhilfe.

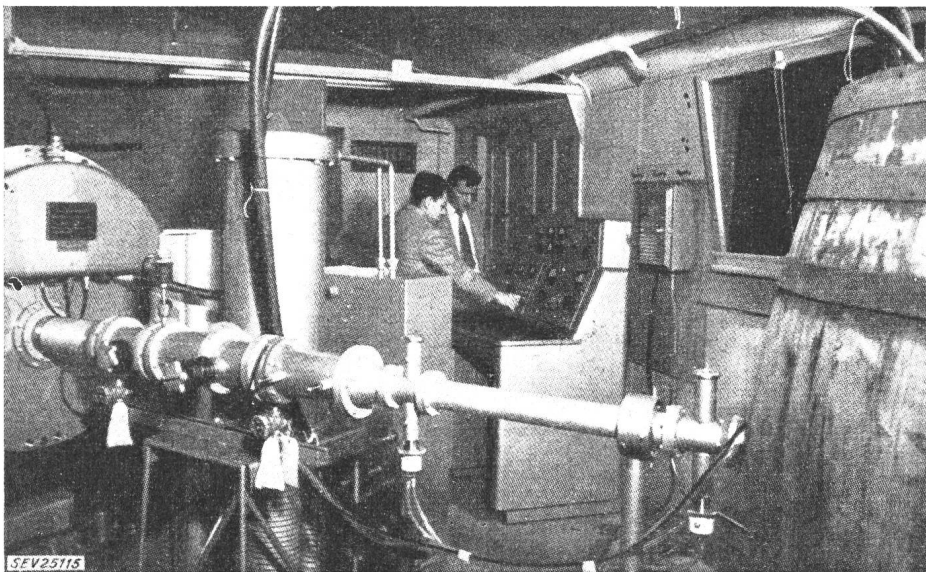
Bemerkungen des Referenten:

Nicht erwähnt sind leider die bei schnellaufenden eigenventilierten Maschinen meist das Hauptproblem bildenden Ventilationsgeräusche, hervorgerufen durch Schwingungen der Kühlluft. Ihre Verminderung erfordert sorgfältige aerodynamische Ausbildung des Ventilatorflügels und der Luftkanäle in der Maschine.

C. W. Lüdke

Unterkritischer Reaktor in einem Fass — ein Übungsgerät der Universität New York

[Nach L. B. Borst: Subcritical Reactor in a Pickle Barrel — 621.039.42
NYU's Training Tool. Nucleonics Bd. 14(1956), Nr. 8, S. 66...68]



Ein höchst originelles Übungsgerät zur Ausbildung von Atomphysikern und -ingenieuren ist vor kurzem bei der New York University (NYU) bereitgestellt worden. Zur

Durchführung von Demonstrationen und Übungen über das Verhalten eines Reaktors bei Veränderungen aller Art (Temperaturveränderung, Einführung von Regelstäben usw.) ist es an sich naheliegend, einen besonderen Reaktor zu verwenden, der aber bekanntlich ein teures Gerät ist. Dasselbe kann, soweit nur Schulungszwecke in Frage kommen, erreicht werden mit einem unterkritischen Reaktor und einer zusätzlichen fremden Neutronenquelle. In einem unterkritischen Reaktor erhält sich die Kettenreaktion nicht von selbst, so dass sie durch die fremde Neutronenquelle ständig künstlich aufrecht erhalten werden muss. Damit fällt jede Möglichkeit des Durchbrennens dahin, womit auch die ganzen komplizierten Regel- und Sicherheitseinrichtungen überflüssig werden. Ausserdem wird ein unterkritisches Reaktorsystem klein und als Moderator genügt gewöhnliches Wasser. Von diesen Erkenntnissen ausgehend ist eine sehr einfache Anlage geschaffen worden (Fig. 1).

Ein Uranstabgitter ist in einem wassergefüllten Fass untergebracht. Als künstliche Neutronenquelle sollte zuerst ein Ra-Be-Präparat verwendet werden; später entschied man sich für einen Van-de-Graaff-Hochspannungsgenerator (Fig. 1 rechts), durch den ein Deuteronenstrahl durch das Spundloch des Fasses hindurch in das Zentrum des Stabgitters geleitet wird, wo er auf Beryllium auftrifft. Dadurch wird das Beryllium zu einer Neutronenquelle, deren Intensität durch entsprechende regelnde Eingriffe am Van-de-Graaff-Generator nach Wunsch beeinflusst werden kann.

Die ganze Ausrüstung kostet je nach dem man sie in einfacher oder etwas verfeinerter Form ausführt, etwa 1500...5600 Dollars (6500...25 000 Franken). Sie erlaubt das Studium von Temperatureffekten, Regelstabeffekten, Einfangquerschnitten verschiedener Stoffe, ferner auch solche über Einflüsse gestörter Gittergeometrie, von dynamischen Vorgängen im Reaktor und noch vieles anderes. Selbstverständlich ist eine solche Versuchseinrichtung nur für Schu-

Fig. 1

Unterkritisches Reaktorsystem
in einem Fass (rechts)
mit Van-de-Graaff-Hochspannungsgenerator (links)
Ein Deuteronenstrahl von
Van-de-Graaff-Generator
trifft auf eine Be-Probe auf,
die im Gitter angeordnet ist

lungszwecke genügend, während für technische Entwicklungsarbeiten regelrechte Experimentalreaktoren gebraucht werden.

W. Traupel

Nachrichten- und Hochfrequenztechnik — Télécommunications et haute fréquence

Radar-Bildverstärker mit Transistoren

621.375.4 : 621.396.96

[Nach R. Leslie: Transistor Amplifier for Radar Video. Electronics Bd. 29(1956), Nr. 8, S. 142...145]

Entwickelt um Elektronenröhrenverstärker in Flug-Radar-Systemen zu ersetzen, weist der Transistor-Bildverstärker manche der für Transistoren bekannten Vorteile, wie geringes Gewicht, wenig Platzbedarf und kleine Leistungsaufnahme auf, wobei jedoch bei dieser Anwendung besonders auf die Verminderung des Einflusses von Temperaturschwankungen geachtet werden musste.

Verstärker mit in Kaskade geschalteten Stufen in der Emitterschaltung ergeben den günstigsten Leistungsverbrauch. Da aber in dieser Schaltung die Bandbreite eines Siliziumtransistors vom Typ 904 A nur etwa 300 kHz beträgt, jedoch Impulse mit Anstiegszeiten von wenigen 0,1 μ s übertragen werden müssen, muss für die hohen Frequenzen eine Kompensation vorgenommen werden. Durch viele Versuche ergab sich eine einfache Korrektur mit RC-Gliedern im Emittierkreis als die beste Lösung.

Grosse Sorgfalt muss auf die Wahl der Vorspannung gelegt werden. Grundsätzlich wäre eine hohe Kollektor-Spannung erwünscht. Dies ist jedoch nur bei einem Verstärker

für positive Impulse möglich, da bei negativen Impulsen mit hoher Kollektor-Spannung Anstiegszeit und Stabilisierung verschlechtert werden.

Eine einzelne Stufe kann auf maximal flachen Frequenzgang abgeglichen werden, indem die Emittor-Zeitkonstante etwas grösser als die Kollektor-Zeitkonstante gemacht wird. Bei Kaskadenschaltung zweier solcher Stufen muss jedoch eine Neujustierung vorgenommen werden, weil die erste Stufe durch die zweite belastet wird.

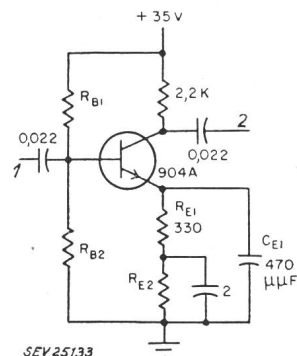


Fig. 1
Bildverstärkerstufe mit
geerdetem Emittor
1 Eingang; 2 Ausgang
(Widerstände in Ω, Kapazitäten
in μF, wenn nichts vermerkt)

(Tabelle zur Fig. 1)

Grösse	Negative Impulse	Positive Impulse	Einheit
Widerstand R_{B1}	47	100	kΩ
Widerstand R_{B2}	62	47	kΩ
Widerstand R_{E2}	4,7	6,2	kΩ
Verlustleistung P_v	35	30	mW
dynamischer Bereich U_d	8	13	V
Verstärkung g	16	16	db
Bandbreite Δf	5	5	MHz

Obwohl Si-Transistoren bis zu 150 °C arbeiten, können sich dabei die Parameter bis zu 50 % ändern. Eines der wichtigsten Erfordernisse ist die Aufrechterhaltung eines konstanten Emittorstromes über den ganzen Temperaturbereich, obwohl das Arbeiten mit konstantem Basisstrom einfacher wäre.

Die Schaltung einer Stufe mit geerdetem Emittor ist in Fig. 1 gezeigt. Die Werte des Belastungswiderstandes (2,2 kΩ) sowie von R_{E1} und C_{E1} wurden so gewählt, dass sich ein möglichst günstiger Kompromiss zwischen Bandbreite und Verstärkung ergibt (s. Fig. 2). Die Temperaturstabilisierung

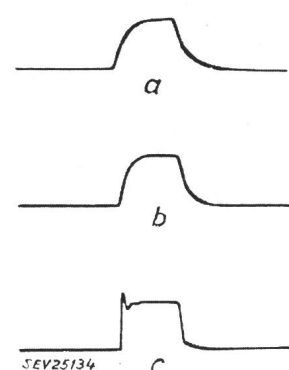


Fig. 2
Bandbreite und Übertragung
eines 2-μs-Impulses einer ein-
zelnen Stufe

a für $C_{E1} = 0$ und $R_{E1} = 0$:
 $g = 37$ db, $\Delta f = 250$ kHz,

$t_a = 1,3$ μs;

b für $C_{E1} = 0$ und $R_{E1} = 330$ Ω:
 $g = 16$ db, $\Delta f = 500$ kHz, $t_a =$

0,8 μs;

c für $C_{E1} = 470$ pF und $R_{E1} =$

330 Ω:

$g = 16$ db, $\Delta f = 5$ MHz,

$t_a = 0,07$ μs;

t_a Anstiegszeit

Weitere Erklärungen siehe

Fig. 1

wird durch das Einschalten eines relativ grossen Widerstandes R_{E2} in den Emittor-Kreis erreicht. Die Werte von R_{B1} , R_{B2} und R_{E2} wurden auf Grund verschiedener, sich teilweise widersprechender Bedingungen zuerst rechnerisch bestimmt und die optimalen Werte dann experimentell festgelegt. Diese Werte sind für negative und positive Impulse verschieden und in der Tabelle zu Fig. 1 festgehalten.

Je höher die Speisespannung gewählt wird, unter Berücksichtigung der zugelassenen Verlustleistung, desto besser arbeitet der Verstärker. In einem linearen, mehrstufigen Verstärker können alle Transistoren mit Ausnahme der beiden letzten mit hoher Kollektorspannung und niedrigem Kollektorstrom betrieben werden, da das Signal hier noch klein ist. Die letzten beiden Stufen, welche eine grosse Spannung mög-

lichst unverzerrt abgeben sollen, müssen in Übereinstimmung mit der Polarität der zu verstärkenden Impulse vorgespannt werden. Fig. 3 zeigt einen 5stufigen Verstärker, bei dem die ersten 3 Stufen durch einen gemeinsamen Widerstand vorgespannt werden. Das Impulsverhalten dieses Verstärkers bei verschiedenen Temperaturen ist in Fig. 4 festgehalten.

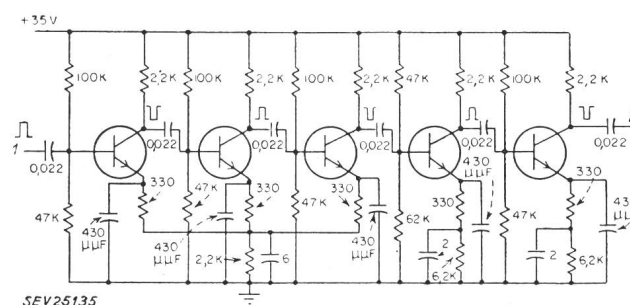


Fig. 3

5stufiger Verstärker mit gleicher Frequenzgangkorrektur
in jeder Stufe

Ein etwas besseres Resultat wird erhalten, wenn die RC-Konstanten im Emittor-Kreis der verschiedenen Stufen verschieden gehalten werden.

Der Verstärker von Fig. 3 verbraucht etwa 315 mW bei einer Speisespannung von 35 V, wobei etwa die Hälfte in den Netzwerken für die Vorspannung und die Stabilisierung der Vorspannung verbraucht wird. Ein gleicher Verstärker mit Elektronenröhren würde ohne die Heizleistung ca. 4,5 W bei einer Spannung von 150 V verbrauchen.

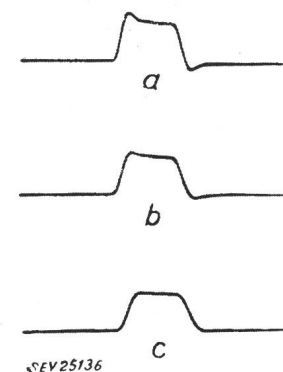


Fig. 4
Übertragung eines
2-μs-Impulses durch den
5stufigen Verstärker von Fig. 3

a gemessen bei 25 °C: $g = 62$ db,
 $\Delta f = 2$ MHz, $t_a = 0,25$ μs

b gemessen bei 65 °C: $g = 62$ db,
 $\Delta f = 1,5$ MHz, $t_a = 0,31$ μs

c gemessen bei 100 °C: $g = 61$ db,
 $\Delta f = 1$ MHz, $t_a = 0,35$ μs

Ein 6stufiger Bildverstärker, der auf einer Platte mit gedruckter Schaltung aufgebaut war, wurde verschiedenen Temperaturzyklen unterworfen. Dabei änderte sich nach 20stündigem Versuch mit mehrmaligem Wechsel der Temperatur zwischen 25 und 100 °C die Verstärkung und Anstiegszeit bei Zimmertemperatur nicht. Ebenso waren die gleichen Daten bei 100 °C am Anfang und Ende des Versuches nahezu identisch. Es zeigten sich auch keine spürbaren Änderungen der Verstärkerdaten bei 24stündigem Betrieb zwischen -55 und +100 °C, wobei pro Stunde zusätzlich noch 10mal die Speisespannung aus- und eingeschaltet wurde. H. Spegitz

Transistor-Fernsteuerempfänger

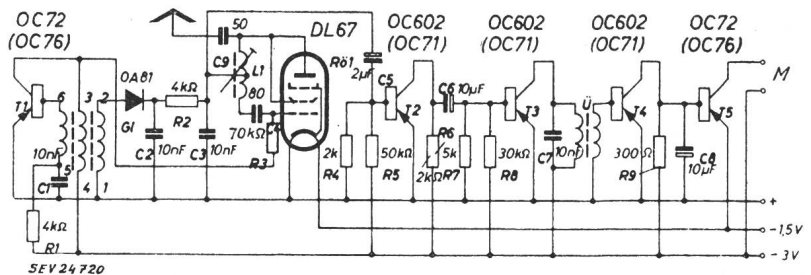
621.398 : 621.314.7

[Nach H. Bentert: Fernlenkempfänger mit Transistoren. Funk-Technik Bd. 11(1956), Nr. 13, S. 383]

Fig. 1 zeigt das Schaltschema eines für Fernsteuerung entwickelten Transistor-Fernsteuerempfängers, der im Frequenzbereich von 27,12 MHz arbeitet. Um eine hohe Empfindlichkeit zu erreichen, wird eine Subminiaturröhre (DL 67) als HF-Stufe verwendet, und zwar in der bewährten Pendelrückkopplungsschaltung. (Transistoren mit einer Grenzfrequenz von über 30 MHz sind auf dem Markt noch nicht erhältlich.) Die Anodenbatterie wird eingespart, indem die 3-V-Speisespannung mittels einem Transistor-Gleichstromwandler auf ungefähr 22 V hochtransformiert wird. Dieser Gleichstromwandler (Transistor T1) erzeugt die Anoden-

Fig. 1
Schaltung des Fernsteuerempfängers mit Transistoren

M Steuermotor; *R61* Batterieröhre in Pendelrückkopplungsschaltung; *T1* Transistor-Gleichstromwandler; *T2, T3* 2stufiger Transistorverstärker; *T4* Demodulatorstufe; *T5* Schalttransistor



und die Pendelspannung. Die Rauschspannung des Pendlers wird von den Transistoren *T2* und *T3* verstärkt und über den Übertrager *Ü* der vierten Transistorstufe *T4* zugeführt. Dieser Transistor richtet die Rauschspannung in der Basis-Emitterstrecke gleich und verstärkt sie gleichzeitig. Die Kollektorstromänderung dieser Stufe wird im Transistor *T5* verstärkt; jener ersetzt somit das sonst verwendete schwere Empfangsrelais, das mechanisch empfindlich und schwer ist. Mit einem Transistor OC 72 kann ein Strom von 50 mA geschaltet werden; mit einem Transistor vom Typ OC 76 beträgt der Schaltstrom 125 mA. Es ist somit möglich, einen kleinen Steuermotor ohne Zwischenschaltung eines Relais direkt zu betätigen.

Konstruktionsdetails

Die Arbeitsfrequenz des Gleichstromwandlers ist 80 kHz; der dazugehörige Transformator besteht aus einem Ferritkern (40 mm lang, 8 mm Durchmesser) mit den Wicklungen: (1...2 in Fig. 1) 260 Windungen 0,12-CuLS-Draht; (3...4) 180 Windungen 0,20-CuLS-Draht; (5...6) 35 Windungen 0,12-CuLS-Draht. Die Spannung nach dem Gleichrichter *G1* ist 22 V; mittels *R1* kann sie etwas verändert werden. Die HF-Spule *L1* besteht aus 30 Windungen 0,35-CuLS-Draht, die auf einem Spulenkörper (mit Eisenkern) von 8 mm Durchmesser gewickelt sind. Die Kreiskapazität wird allein durch die Schalt- und Röhrenkapazitäten gebildet. Die Transistor-Verstärkerstufen besitzen keinen Widerstand in der Emitterzuleitung zur Stabilisierung des Gleichstromarbeitspunktes gegenüber Temperaturschwankungen, da diese keinen Einfluss auf den Schaltstrom haben, solange die Rauschspannung an der Basis vom Transistor *T4* einen Mindestwert nicht unterschreitet. Der Empfänger arbeitet demzufolge zwischen den Temperaturen $-20...+35^{\circ}\text{C}$ noch einwandfrei.

Der Übertrager *Ü* ist mit *C7* auf etwa 10 kHz abgestimmt, um die restliche Pendelspannung, die noch durch den Verstärker kommt, auszusieben. Die im Transistor *T4* gleichgerichtete Wechselspannung lässt einen Kollektorstrom von etwa 7,5 mA fließen; bei getastetem Sender nur noch 0,1 mA. Die Kollektorspannung wird durch *C8* geglättet und schwankt zwischen $-0,75...-3$ V. Der Emitter des Transistors *T5* erhält eine Vorspannung von $-1,5$ V; die Basis ist somit gegenüber dem Emitter einmal positiv, d.h. Transistor gesperrt, oder dann negativ, d.h. Transistor «offen», so dass in diesem Fall ein Basisstrom von etwa 5 mA durch *R9* fließt. (Der Widerstand *R9* ist so bemessen, dass bei ausgeschaltetem Sender der Kollektorstrom der Transistor *T5* gerade gesperrt ist.) Der Lastwiderstand des Transistors *T5* (der Motor *M*) muss gross genug sein, um den maximal zulässigen Kollektorstrom nicht zu überschreiten. Die «Knie-spannung» des Transistors OC 72 liegt bei ungefähr 0,5 V; für den Verbraucher steht also noch 1 V zur Verfügung. Wird eine grössere Schaltleistung benötigt, dann kann dies durch Zuschalten einer 4,5-V-Batterie erreicht werden. (Die Grenzwerte für den Transistor OC 76 liegen bei 125 mA und 30 V.)

Der mittlere Stromverbrauch des Empfängers ist 40 mA. Motor und Empfänger werden getrennt gespeisen, so dass die Antriebsbatterien bis zur völligen Erschöpfung aufgebraucht werden können, was beim Empfänger wegen Unterheizung der Röhre nicht möglich ist. Im freien Gelände erreichte man mit einem 80 mW-Sender eine Reichweite von 1,8 km (Antenne am Model nur 40 cm lang). Für das sichere Schalten des Ausgangstransistors benötigt der Empfänger eine Eingangs-HF-Spannung von nur 12 μV . Der Empfänger wiegt nur 65 g und hat die Abmessungen $80 \times 50 \times 16$ mm.

R. Shah

Diffusions-Transistoren erreichen höhere Grenzfrequenzen

621.314.7.029.62

[Nach J. M. Carroll: Diffusion Transistors Raise Frequency Limits. Electronics Bd. 29(1956), Nr. 2, S. 137...139]

1. Einleitung

Die obere Grenzfrequenz eines Transistors wird wesentlich durch die Dicke des Basis-Gebietes beeinflusst. Die Diffusionstechnik ermöglicht die Herstellung dünner Schichten, und die so gewonnenen Transistoren können sowohl mit hohen Frequenzen arbeiten, als auch grosse Leistungen abgeben.

Es fallen zwei Herstellungsverfahren in Betracht:

1. Das Diffundieren der Basis in den Mutterkristall, der den Kollektor bildet. Der Emitter wird mit der Basisschicht legiert. Auf diese Weise wird Germanium behandelt.

2. Die Doppel-Diffusion, bei welcher sowohl die Basis, als auch die Emitterschicht in den Mutterkristall diffundieren. Diese Methode ist bei Silizium vorteilhaft.

2. Elektrische Daten

Germanium-Transistoren mit Basisschichten von 1 μm Dicke erreichen α -Grenzfrequenzen¹⁾ von 400...600 MHz, gehen also gut 3...10mal so hoch wie die höchste Grenzfrequenz bisher bekannter Transistoren. Die zulässige Verlustleistung ist 150 mW, d.h. sie ist 3mal grösser als diejenige bekannter Junction-Transistoren.

Silizium-Transistoren mit 3,7 μm dicker Basisschicht haben eine α -Grenzfrequenz von 100...120 MHz. Sie ertragen eine höhere Temperatur und somit eine zulässige Verlustleistung von 500 mW.

3. Herstellungsverfahren

a) Basis-Diffusion

Aus monokristallinem Germanium vom Typ *p* werden Stäbchen geschnitten. Nach dem Läppen und Polieren werden sie schwach geätzt und im deionisierten Wasser gewaschen. Im Diffusionsofen erhalten sie die Basisschicht aus Germanium vom Typ *n*, das Spuren von Arsen enthält. Nachher wird das Stäbchen mit einer Schutzschicht bedeckt und ein Al-Film 100 μm dick auf einer Fläche von 25×50 μm auf die Basis aufgedampft. Durch Erhitzen legiert sich das Aluminium mit dem Germanium und bildet den Emitter.

Nach dem Aufbringen einer weiteren Schutzschicht, flächengleich und parallel zum Emitter, wird mit 12...25 μm Zwischenraum ein Gold-Antimon-Film von 3000...4000 μm Dicke auf die Basis aufgedampft. Nach dem Aufheizen auf die eutektische Temperatur²⁾ von Gold-Germanium entsteht ein Ohmscher Basiskontakt.

Auf der Rückseite wird nun mit Indium ein Platinplättchen aufgelötet, wobei sich das Indium mit dem Germanium durch die oberflächliche *n*-Schicht hindurch legiert. Emitter und Basisgebiete werden neuerdings mit Wachs bedeckt, und mittels Ätzen ein Kollektorgebiet geschaffen. Dann wird im Lösungsmittel das Wachs entfernt. Basis und Kollektoran-schlüsse werden mit elektrolytisch aufpunktiertem Phosphordraht von 25 μm gemacht.

b) Doppel-Diffusion

Der Diffusionskoeffizient eines Acceptors der Gruppe 3, z.B. Aluminium, ist 10...100mal grösser als derjenige eines

¹⁾ Mit α wird der Stromverstärkungsfaktor eines Transistors bezeichnet.

²⁾ Die eutektische Temperatur ist der niedrigste Schmelzpunkt aller Mischverhältnisse einer Legierung.

Wirtschaftliche Mitteilungen

Unverbindliche mittlere Marktpreise je am 20. eines Monats

Metalle

		Januar	Vormonat	Vorjahr
Kupfer (Wire bars) ¹⁾	sFr./100 kg	335.—	340.—	477.—
Banka/Billiton-Zinn ²⁾	sFr./100 kg	960.—	975.—	994.—
Blei ¹⁾	sFr./100 kg	146.—	148.—	144.—
Zink ¹⁾	sFr./100 kg	128.—	131.50	122.50
Stabeisen, Formeisen ³⁾	sFr./100 kg	67.50	65.50	63.—
5-mm-Bleche ³⁾	sFr./100 kg	73.—	69.—	65.—

¹⁾ Preise franko Waggon Basel, verzollt, bei Mindestmengen von 50 t.

²⁾ Preise franko Waggon Basel, verzollt, bei Mindestmengen von 5 t.

³⁾ Preise franko Grenze, verzollt, bei Mindestmengen von 20 t.

Flüssige Brenn- und Treibstoffe

		Januar	Vormonat	Vorjahr
Reinbenzin/Bleibenzin ¹⁾	sFr./100 kg	49.52	49.52	42.—
Diesöl für strassenmotorische Zwecke	sFr./100 kg	46.10 ³⁾	44.—	39.70
Heizöl Spezial ²⁾	sFr./100 kg	26.60 ³⁾	26.60 ³⁾	19.30
Heizöl leicht ²⁾	sFr./100 kg	25.80 ³⁾	25.80 ³⁾	18.30
Industrie-Heizöl mittel (III) ²⁾	sFr./100 kg	22.05 ³⁾	22.05 ³⁾	14.70
Industrie-Heizöl schwer (V) ²⁾	sFr./100 kg	20.85 ³⁾	20.85 ³⁾	13.50

¹⁾ Konsumenten-Zisternenpreis franko Schweizergrenze, verzollt, inkl. WUST, bei Bezug in einzelnen Bahnkesselwagen von ca. 15 t.

²⁾ Konsumenten-Zisternenpreise (Industrie), franko Schweizergrenze Buchs, St. Margrethen, Basel, Genf, verzollt, exkl. WUST, bei Bezug in einzelnen Bahnkesselwagen von ca. 15 t. Für Bezug in Chiasso, Pino und Iselle reduzieren sich die angegebenen Preise um sFr. 1.—/100 kg.

³⁾ Konsumenten-Zisternenpreise (Industrie), franko Schweizergrenze Basel, verzollt, exkl. WUST, bei Bezug in einzelnen Bahnkesselwagen von ca. 15 t. Für Bezug in Chiasso, Pino und Iselle reduzieren sich die angegebenen Preise um sFr. 1.—/100 kg, bei Bezug in Buchs, St. Margrethen und Genf erhöhen sie sich um sFr. —.80/100 kg.

Kohlen

		Januar	Vormonat	Vorjahr
Ruhr-Brechkok I/II	sFr./t	133.—	133.—	108.—
Belgische Industrie-Fettkohle				
Nuss II	sFr./t	135.50	121.—	110.—
Nuss III	sFr./t	135.50	121.—	107.50
Nuss IV	sFr./t	135.50	121.—	104.—
Saar-Feinkohle	sFr./t	89.50	89.50	85.50
Saar-Koks	sFr./t	—	103.—	108.—
Französischer Koks, Loire	sFr./t	144.50	139.50	107.—
Französischer Koks, Nord	sFr./t	136.50	129.50	103.50
Polnische Flammkohle				
Nuss I/II	sFr./t	130.50	117.50	102.—
Nuss III	sFr./t	128.—	115.—	99.50
Nuss IV	sFr./t	128.—	115.—	99.50

Sämtliche Preise verstehen sich franko Waggon St. Margrethen, verzollt, bei Lieferung von Einzelwagen an die Industrie, bei Mindestmengen von 15 t.

Fortsetzung von Seite 90

Donors der Gruppe 5, z. B. Antimon. Bei gleichzeitiger Diffusion von Acceptor- und Donorspuren in einen Siliziumkörper vom Typ *n* entsteht ein *npn*-Gebilde. Die erste *n*-Schicht bildet sich, weil die Oberflächenkonzentration des Donors grösser ist als diejenige des Acceptors. Das *p*-Gebiet entsteht, weil der Acceptor schneller diffundiert und somit dem Donor vorausseilt. Die zweite *n*-Schicht wird durch die ursprüngliche Siliziumunterlage vom *n*-Typ gebildet.

Nach der Diffusion ist der Körper vollständig von *n*- und *p*-Schichten bedeckt. Der Basiskontakt entsteht durch Legieren durch die Emitterschicht vom *n*-Typ hindurch.

c) Silizium-Dioden

Auch für Dioden wird die Diffusionstechnik angewendet. Man erreicht mit Silizium-Dioden eine maximale Stromdichte von 2000 A/cm². Damit wird der Bau von Grossgleichrichtern möglich, die mit mehr als 98 % Wirkungsgrad arbeiten und ca. 5000mal mehr Strom abgeben können als Gleichrichter gleicher Grösse und herkömmlicher Bauart.

H. Neck

Miscellanea

In memoriam

Guntram Lesch †. Anfangs November 1956 raffte eine jähe Herzkrise Professor Dr. Guntram Lesch, Rektor der Technischen Hochschule Karlsruhe (Deutschland) und Ordinarius für Elektrotechnik, dahin. Professor Lesch hatte auf Beginn des Wintersemesters sein Amt als neu gewählter Rektor kaum angetreten, als Schnitter Tod es ihm, unerwartet für seine Kollegen und Hörer, für immer entwand.

Guntram Lesch, der im 58. Lebensjahr stand, wurde in München geboren, wo er an der Technischen Hochschule bei Prof. Osanna studierte und promovierte. Seine praktische Tätigkeit begann er in der Bayern-Werk A.-G., siedelte dann zu Brown Boveri in Mannheim über, wo er während 25 Jahren bis zu seiner Berufung 1948 als Ordinarius für Elektrotechnik an die Technische Hochschule Karlsruhe sehr erfolgreich tätig war.

Prof. Lesch ist durch seine Arbeiten und Veröffentlichungen über elektrische Antriebe der Schwerindustrie und des Schiffbaus bekannt geworden. Bis zuletzt widmete er sich in seinem Institut Forschungen auf dem Gebiet der elektrischen Gasentladungen bei Höchstspannungen und hatte gleichzeitig die wissenschaftliche Leitung der Arbeiten der 400-kV-Forschungsgemeinschaft in Heidelberg inne.

In der Schweiz war Prof. Lesch kein Unbekannter. Der SEV konnte ihn noch am 10. April 1956 in Zürich an seiner Diskussionsversammlung über Ausbildungsfragen in der Elektrotechnik begrüßen, wo er ein durch seine Klarheit und präzise Formulierung auffallendes Votum abgab (Bull. SEV 1956, Nr. 15, S. 690), das von seiner langjährigen Erfahrung als Leiter einer industriellen Forschungsstelle und als Hochschullehrer zeugte. Alle, die ihn zu kennen die Ehre hatten, haben einen hervorragend geschulten Forscher und Lehrer, einen väterlichen Freund von liebenswürdigstem Wesen verloren.

Mt.

Persönliches und Firmen

(Mitteilungen aus dem Leserkreis sind stets erwünscht)

E. Riesen, Mitglied des SEV seit 1943, ist nach 14jähriger Tätigkeit beim Starkstrominspektorat als Teilhaber in die Firma Grüniger, Zuber und Riesen, elektrische Unternehmung, Interlaken (BE), eingetreten.

Generaldirektion der Schweizerischen Bundesbahnen, Bern. Zum Nachfolger von H. Eckert, Mitglied des SEV seit 1928, Stellvertreter des Obergeringens der Abteilung Kraftwerke der Generaldirektion, der in den Ruhestand getreten ist, wurde A. Wälti, Mitglied des SEV seit 1932, bisher Ingenieur der Kreisdirektion II in Luzern, gewählt.

Sandoz A.-G., Basel. Dr. sc. techn. W. Dieterle, Mitglied des SEV seit 1945, wurde zum Prokuristen ernannt.

Kleine Mitteilungen

Vortrag über durch anodische Oxydation isolierte Aluminiumleiter

Am Mittwoch, 20. Februar 1957, 20.00 Uhr, findet in Zürich, Eidg. Technische Hochschule, Hauptgebäude, Auditorium III, ein Vortrag von Ingenieur *Jean Prieux*, L'Aluminium Français, Paris, in französischer Sprache statt. Der Titel des Vortrages lautet:

Les conducteurs en aluminium isolés par oxydation anodique.

Es werden Lichtbilder und ein Film über die Oberflächenbehandlung des Aluminiums vorgeführt.

Die Mitglieder des SEV sind zu diesem Vortrag, für den kein Eintritt erhoben wird, eingeladen.

Vortragstagung über Unternehmensführung und Förderung des Führungsnachwuchses. Diese von der Institution der Schweizerischen Kurse für Unternehmensführung veranstaltete Tagung, die am Dienstag, den 12. Februar 1957, im Auditorium Maximum der ETH stattfindet, wird Probleme der Unternehmensführung und der Förderung des Führungsnachwuchses behandeln. Neben grundsätzlichen Ausführungen wird auch auf die besonderen Probleme verschiedener Unternehmungsarten eingegangen.

Anmeldungen sind bis zum 9. Februar 1957 zu richten an: Kurs-Sekretariat, Schweizerische Kurse für Unternehmensführung, Betriebswissenschaftliches Institut der ETH, Leonhardstrasse 33, Zürich 6.

Schweizerische Kurse für Unternehmensführung 1957

Die Institution der Schweizerischen Kurse für Unternehmensführung, eine Arbeitsgemeinschaft des Betriebswissenschaftlichen Institutes der ETH, der Handelshochschule St. Gallen und der Schweizerischen Stiftung für Angewandte Psychologie, veranstaltet ihre diesjährigen Kurse folgendermassen:

Der *Vorkurs* findet vom 27. bis 29. März und vom 8. bis 10. April 1957 in Zürich statt.

Der *Hauptkurs* wird vom 3. bis 8. und vom 11. bis 21. Juni 1957 in Brunnen durchgeführt.

Der *Nachkurs* wird im Spätherbst an drei aufeinanderfolgenden Tagen stattfinden.

Die Kursleitung liegt in den Händen von Prof. W. Daenzer, Prof. Dr. H. Biäsch, Prof. Dr. H. Ulrich und Dr. A. Brunnschweiler.

Anmeldungen sind bis spätestens 30. April 1957 zu richten an: Kurs-Sekretariat, Schweizerische Kurse für Unternehmensführung, Betriebswissenschaftliches Institut der ETH, Leonhardstrasse 33, Zürich 6.

Conférence d'information sur l'énergie nucléaire pour les dirigeants d'entreprises. Une Conférence d'information sur l'énergie nucléaire pour les dirigeants d'entreprises aura lieu à Paris du 1^{er} au 6 avril 1957. Elle sera organisée par l'Agence Européenne de Productivité de l'OECE¹⁾, avec le concours du Secrétariat de l'Energie Nucléaire de l'Organisation. L'objet de cette Conférence est de fournir aux industriels des informations sur:

— l'état de la technique nucléaire et les progrès réalisés dans ce domaine;

— les perspectives ouvertes pour l'économie des pays européens et de leurs territoires d'outre-mer par le développement de cette nouvelle forme d'énergie;

— les problèmes nouveaux que posent la construction et l'exploitation des installations nucléaires, notamment pour les industries métallurgiques, chimiques et mécaniques;

— les possibilités offertes par les utilisations des radio-isotopes dans l'industrie.

Les principaux exposés prévus porteront sur les différents types de réacteurs, les premières centrales nucléaires (Calder Hall au Royaume-Uni, Marcoule en France et Shippingport aux USA), les éléments du prix de revient de

¹⁾ OECE = Organisation Européenne de Coopération Economique.

l'énergie nucléaire, les matériaux et équipements spéciaux de l'industrie nucléaire, l'état des programmes nationaux et l'action internationale.

Pour des renseignements plus détaillés, s'adresser à l'OECE, château de la Muette, 2, rue André-Pascal, Paris 16^e.

British Radio and Electronic Component Show. Die 14. Ausstellung, die von der Radio and Electronic Component Manufacturers' Federation veranstaltet wird, findet vom 8. bis 11. April 1957 in London statt. Etwa 160 Aussteller werden erwartet. *Anmeldungen* sind zu richten an: The Secretary, RECMF, 21, Tothill Street, Westminster, London S. W. 1.

I. Internationaler Kongress für Drahtseilbahn-Transporte. Das italienische Transportministerium, Ispettorato Generale della motorizzazione civile e dei trasporti in concessione, Roma, veranstaltet im Mai 1957 in Rom einen internationalen Kongress der am Transport mittels Seilbahnen interessierten Kreise. Folgende Themen werden behandelt: Allgemeine Fragen; Drahtseile; Maschinenanlagen; Linien und Stationen; Anlagen-Zubehör; Betrieb.

Anmeldungen sind bis zum 28. Februar 1957 zu richten an: Segreteria I Congresso Internazionale dei Trasporti a fune, Ministero dei Trasporti, Roma.

Gründung der Schweiz. Gesellschaft für Automatik

Die Gründungsversammlung der Schweiz. Gesellschaft für Automatik (SGA) fand am Donnerstag, den 6. Dezember im Auditorium maximum der ETH statt.

Zu Beginn der Versammlung erläuterte Prof. Ed. Gerecke, Präsident des provisorischen Komitees, das mit den Vorbereitungsarbeiten zur Gründung der Gesellschaft für Automatik betraut war, die Ursachen, die die Gründung einer solchen Gesellschaft rechtfertigen. Er erwähnte die verschiedenen Etappen, die dieser Gründung vorangegangen waren und gab den Statutenentwurf bekannt. Er wies auf die engen Beziehungen hin, welche die SGA mit den befreundeten Vereinigungen Schweiz. Ingenieur- und Architektenverein (SIA), Schweiz. Elektrotechnischer Verein (SEV) und Schweiz. Technischer Verband (STV) unterhält. Diese Vereine haben das Recht, einen Delegierten in den Vorstand der SGA abzuordnen. Im weiteren erhalten ihre Mitglieder, die sich für die SGA einschreiben, eine Reduktion des Jahresbeitrages um die Hälfte. Ohne die bestehenden Vereine zu konkurrenzieren, ergänzt und koordiniert die SGA die Tätigkeit früherer Gesellschaften auf dem Gebiete der Automation.

Unter dem Vorsitz von Prof. Dr. F. Tank genehmigte die Versammlung einstimmig die vorgelegten Statuten und ging zur Wahl des Vorstandes über, der sich wie folgt zusammensetzt:

Präsident: Prof. Ed. Gerecke, ETH, Zürich; **Vizepräsident:** Prof. Dr. E. Stiefel, ETH, Zürich; **Generalsekretär:** Dr. M. Cuénod, Genève; **Kassier:** L. Ambrosini, Genève; **Sekretär:** M. Baumgartner, Zürich.

Mitglieder: Prof. L. Borel, EPUL, Lausanne; PD Dr. P. Profos, Winterthur; PD Dr. A. Speiser, Zürich; Direktor Dr. B. Koller, Zürich; Direktor Dr. G. Weber, Zug; A. Kesselring, Zürich.

Delegierte der befreundeten Vereine: Direktor C. Seippel, Baden (vom SIA); Direktor H. Puppikofer, Zürich (vom SEV); Direktor M. Trachsel, Bern-Bümpliz (vom STV).

Direktor Seippel (im Namen des SIA), Prof. Tank (im Namen des SEV), und Direktor Trachsel (im Namen des STV) erwähnten die Unterstützung, die von seiten ihrer Vereinigungen zur Gründung der Schweiz. Gesellschaft für Automatik beigetragen worden war. Prof. Borel der Ecole Polytechnique de l'Université de Lausanne (EPUL) bezeugte das Einverständnis und überbrachte die Wünsche von Prof. Dr. h. c. Stucky, Direktor der EPUL.

Über 500 Einzelmitglieder und ungefähr 50 Kollektivmitglieder haben sich bereits als Mitglieder der neuen Gesellschaft eingeschrieben, die ihre Tätigkeit sofort aufgenommen hat mit einem Fortbildungskurs, der dem Thema «Moderne Methoden der Behandlung von dynamischen Vorgängen in der Mechanik, der Elektrotechnik und der Automatik» gewidmet war.

Gesamtbericht der 5. Weltkraftkonferenz 1956. Der Gesamtbericht, der in den ersten Monaten des Jahres 1957 in einer beschränkten Auflage erhältlich sein wird, besteht aus 20 Bänden mit insgesamt 7000 Seiten. Er umfasst — neben dem korrigierten Abdruck sämtlicher Berichte und Generalberichte — eine ausführliche Wiedergabe aller in den technischen Sitzungen gehaltenen Diskussionsbeiträge, sowie aller offiziellen Ansprachen. Ferner enthält der Gesamtbericht ein vollständiges Teilnehmerverzeichnis und ein ausführliches Stichwortverzeichnis, das in jeder der drei Konferenzsprachen in alphabetischer Reihenfolge geordnet und mit entsprechenden Seitenverweisen versehen ist.

Patentstelle für die deutsche Forschung. Von der Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V., München, wurde die von einem eigenen Kuratorium betreute Abteilung «Patentstelle für die deutsche Forschung» gegründet. Es ist die Aufgabe dieser Abteilung, Wissenschaftler und Fachleute von Hochschulen, Forschungsinstituten usw., sowie Einzelpersonen (freie Erfinder) bei der Bearbeitung, Anmeldung, Aufrechterhaltung und Ver-

wertung von Erfindungen zu beraten und dazu insbesondere zwischen Erfindern und an der Verwertung interessierten Kreisen (Firmen usw.) zu vermitteln.

Portraits des grands hommes des télécommunications. Le Secrétariat général de l'Union internationale des télécommunications met actuellement en vente une eau-forte de Lord Rayleigh, tirée à 700 exemplaires sur papier de luxe. Chaque épreuve mesure 23×17 cm, marges comprises. Elle est accompagnée d'une courte biographie. Cette gravure peut être obtenue au Secrétariat général de l'Union internationale des télécommunications, Palais Wilson, 52, rue des Pâquis, Genève, contre l'envoi de la somme de 3 francs suisses par exemplaire, frais de port et d'emballage compris.

Un petit nombre d'exemplaires des portraits de Morse, de Hughes, de Bell, de Marconi, de Baudot, de Gauss et Weber, de Maxwell, du Général Ferrie, de Siemens, de Popov, d'Ampère, de Hertz, d'Erlang, de Tesla, de Faraday, de Heaviside, de Pupin, de Lord Kelvin, de Lorentz, d'Armstrong et de Fresnel, tirés de 1935 à 1955, est encore disponible. Prix: 3 francs suisses par unité.

Literatur — Bibliographie

537

Nr. 11 304

Analysis of Electric Circuits. By William H. Middendorf. New York, Wiley; London, Chapman & Hall, 1956; 8°, XIV, 306 p., fig., tab. — Price: cloth \$ 6.—.

Es handelt sich beim vorliegenden Buch um ein sauber und gründlich durchgearbeitetes Lehrbuch über elektrische Stromkreise und Netzwerke mit konzentrierten, linearen Schaltelementen, also über Schaltungen, wie sie mit den Elementen Widerstand, Spule, Kondensator und Spannungsquellen aufgebaut werden können. Die Grenzen sind bewusst relativ eng gesteckt, so werden z.B. Einschwingvorgänge nicht behandelt. Dafür wird Wert darauf gelegt, dass die behandelten Gebiete so ausführlich und klar dargestellt werden, dass der Studierende gut folgen kann und die wichtigen Methoden und Zusammenhänge nicht nur kennen, sondern auch verstehen und anwenden lernt. Dem Buch fehlt auch die in amerikanischen Lehrbüchern oft anzutreffende «persönliche Note» nicht. Sympathisch sind z.B. die biographischen Notizen über die Pioniere der Elektrizitätslehre wie Coulomb, Kirchhoff u.a.m. Auch sieht sich der Studierende oft persönlich angesprochen; es wird nicht nur mitgeteilt, wie «man» eine spezielle Schaltung berechnet, sondern wie «er», der Leser, das Problem anpacken, durchführen und abschliessen soll.

Unter Voraussetzung der Grundlagen der Differential- und Integralrechnung und der Physik und ausgehend von 6 fundamentalen Zusammenhängen werden die Methoden und Gesetzmässigkeiten entwickelt, die für die Berechnung elektrischer Stromkreise benötigt werden. Die komplexe Rechenmethode wird dabei ausgiebig verwendet. Neben den einfacheren Schaltungen mit einer oder mehreren Spannungsquellen finden auch mehrphasige Kreise und typische Schaltungen der Fernmeldetechnik Berücksichtigung, sowie die Behandlung nichtsinusförmiger Vorgänge unter Verwendung von Fourier-Reihen. Eine grosse Zahl von Aufgaben, knapp die Hälfte davon mit Angabe des Resultats, geben Gelegenheit, den Stoff intensiv zu üben.

Einige besondere Merkmale: Mit Recht wird viel Wert darauf gelegt, dass einheitliche und klare positive Zählrichtungen eingeführt werden, wodurch die exakte Diskussion mancher Aufgaben überhaupt erst ermöglicht wird. Hervorzuheben ist auch das Kapitel über die Berechnung der Leistung, in dem der oft etwas verschwommen dargestellte Begriff der Blindleistung sehr klar abgeleitet wird. Für die Berechnung von Netzwerken mit mehreren Spannungsquellen werden neben den bekannten Verfahren mit den Kirchhoffschen Gesetzen, dem Überlagerungsprinzip und der Methode mit der Ersatzspannungs- bzw. Stromquelle noch zwei weitere Verfahren angegeben, von denen die «Knotenpunkt-methode» (node method) erwähnenswert ist. Nach ihrem Prinzip gelingt es z.B., den Strom im gemeinsamen Be-

lastungswiderstand zweier Spannungsquellen mit Innenwiderständen durch den Ansatz einer einzigen Gleichung zu bestimmen.

In der Regel finden die Einheiten des rationalisierten MKS-Systems Verwendung. Was die Schreibweise der Einheiten betrifft, fällt auf, dass nur wenig Symbole eingeführt sind. Die Grössen werden also z.B. als 5 amperes, 60 volts, $4 + j3$ ohms, 0,05 henry usw. angegeben, was wohl unmissverständlich ist, aber sehr umständlich wirkt.

Jedem, der sich für das angegebene Gebiet der theoretischen Elektrotechnik interessiert, kann das Buch bestens empfohlen werden.

H. Biefer

621.315.09

Nr. 11 316

Elements of Power System Analysis. By William D. Stevenson. London, McGraw-Hill, 1955; 8°, X, 370 p., fig., tab. — McGraw-Hill Electrical and Electronic Engineering Series — Price: cloth £ 2.16.6.

Das Buch enthält eine erweiterte Vorlesung über die Grundlagen der mit dem Betrieb elektrischer Hochspannungsnetze zusammenhängenden Berechnungen. Die Darstellung ist sehr gründlich und eingehend. Alle verwendeten Formeln sind ausführlich hergeleitet, geeignete Beispiele werden in Zahlen durchgerechnet und am Schlusse jedes Kapitels sind eine Anzahl von Übungsaufgaben angegeben, so dass der behandelte Stoff repetiert und das Verständnis überprüft werden kann. Das Werk darf als sehr gute Einführung und Anleitung für alle Fragen der Berechnung von Kurzschlussströmen und der Übertragungsstabilität in Hochspannungsnetzen empfohlen werden.

Der behandelte Stoff lässt sich in Stichworten wie folgt angeben: Induktivitäts-, Kapazitäts- und Widerstandswerte von Leitungen, Impedanz kurzer, mittlerer und langer Leitungen, Vierpoltheorie, Kreisdiagramme, Rechnen mit relativen Werten (per units), Netzdarstellung in Netzmodellen, symmetrische Fehler, symmetrische Komponenten, Mit-, Gegen- und Nullimpedanzen der Netzteile, unsymmetrische Fehler oder Belastungen, Stabilitätsprobleme, Tabellen der wichtigsten Kennwerte von Leitungen, Transformatoren und Generatoren.

E. Elmiger

621.397.9

Nr. 11 322

Principles of Color Television. By The Hazeltine Laboratories Staff. Compiled and edited by Knox McIlwain and Charles E. Dean. New York, Wiley; London, Chapman & Hall 1956; 8°, XVI, 595 p., fig., tab. — Price: cloth \$ 13.—.

Es liegt hier ein vortreffliches Handbuch der Farbfernsehtechnik vor, das dem Entwicklungsingenieur in klarer und sauberer Art den Aufbau des heute in den USA eingeführten NTSC-Systems aus den farbphysiologischen und

technischen Grundlagen vermittelt. Die einzelnen Kapitel sind von vorbildlicher Klarheit und Kürze. Jeder Abschnitt ist mit einer gut ausgewählten Literaturzusammenstellung versehen, welche den Weg für weitergehende Studien öffnet.

Die ganze Art der Darstellung der doch sehr komplexen Materie trifft das Wesentliche mit grosser Sicherheit, und es wird auf Schritt und Tritt erkenntlich, dass dieses Werk von Leuten geschaffen wurde, welche den grossen Stoff souverän beherrschen und Massgebendes in der Entwicklung in der amerikanischen Farbfernsehtechnik geleistet haben. Die Klarheit der Darstellung, die Konzentration auf das Wesentliche und die Herausarbeitung der heutigen Technik aus den Grundlagen geben dem Buch bleibenden Wert. Die in allen Teilen vorbildliche Darstellung gibt dem Entwicklungsingenieur wirklich das, was er braucht.

Diese Art der Darstellung kann europäischen Autoren zur Nachahmung empfohlen werden. *E. Gretener*

Bulletin Oederlin. Bereits vor längerer Zeit hat die A.-G. Oederlin & Cie., Baden (AG), mit der Herausgabe eines in zwangloser Folge erscheinenden Bulletins im Format A4 begonnen, das die Kunden über allgemein interessierende wirtschaftliche Fragen, sowie über die Erzeugnisse der Firma orientiert. Mit dem Bulletin Nr. 2, das im Herbst 1956 erschien, wurde ein neuer Katalog über «Nibco»-LötfitTINGS für Kupferrohre herausgegeben, der in übersichtlicher Darstellung alle Einzelangaben dieser Erzeugnisse enthält. Die LötfitTINGS gestatten Abzweigungen ohne Schraubverbindungen und sehen dadurch sehr gefällig aus. *Mt.*

Prüfzeichen und Prüfberichte des SEV

IV. Prüfberichte

Gültig bis Ende Oktober 1959.

P. Nr. 3212.

Gegenstand: **Kochherd**

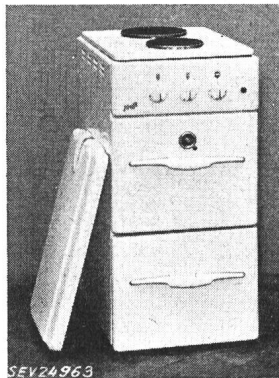
SEV-Prüfbericht: A. Nr. 32075a vom 16. Oktober 1956.

Auftraggeber: FERROTECHNIK A.-G., Holbeinstrasse 21, Basel 2.

Aufschriften:

Krefft

Geräte-Nr. 31—32 4407
Werk-Nr. 415 kW 4,8 Volt 380
W. Krefft AG. Gevelsberg



Beschreibung:

Kochherd Typ «MAMSELL», gemäss Abbildung, mit zwei Kochstellen, Backofen und Schublade. Festmontierte Kochplatten von 145 und 220 mm Durchmesser mit Rand aus rostfreiem Stahlblech. Herdschale aufklappbar, jedoch verschraubt. Backofenheizkörper ausserhalb des Backraumes angebracht. Gemeinsame Regulierung derselben durch einen Temperaturregler. Anschlussklemmen für verschiedene Schaltungen eingerichtet. Handgriffe aus Isoliermaterial.

Der Kochherd entspricht in sicherheitstechnischer Hinsicht den «Vorschriften und Regeln für elektrische Kochplatten und Kochherde» (Publ. Nr. 126).

Gültig bis Ende Oktober 1959.

P. Nr. 3213.

Gegenstand: **Drei Kochplatten**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 31607 vom 18. Oktober 1956.

Auftraggeber: ELRKTRON A.-G., Seestrasse 31, Zürich 2.

Aufschriften:

AEG

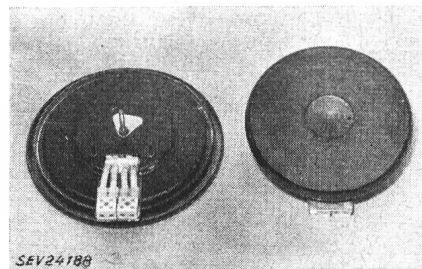
Prüf-Nr. 1:	T Nr. 87014	380 V	1000 W	155 Sch
Prüf-Nr. 2:	T Nr. 87018	380 V	1500 W	155 Sch
Prüf-Nr. 3:	T Nr. 87022	380 V	2000 W	1551 Sch

Beschreibung:

Gusskochplatten gemäss Abbildung, zum festen Einbau in Kochherde. Dreiteiliger Heizwiderstand in Masse eingebettet. Vier Anschlussklemmen auf keramischem Material

montiert. Tropfrand der Platten emailliert. Abschluss nach unten durch emailliertes Blech. Aussparung von 46...72 mm in der Mitte der Aufstellfläche. Erdleiteranschluss am Befestigungsbolzen auf der Unterseite der Kochplatten.

Prüf-Nr.		1	2	3
Durchmesser der Aufstellfläche	mm	150	183	226
Gewicht	kg	1,4	2,2	3,0



Die Kochplatten entsprechen in sicherheitstechnischer Hinsicht den «Vorschriften und Regeln für elektrische Kochplatten und Kochherde» (Publ. Nr. 126).

Gültig bis Ende Oktober 1959.

P. Nr. 3214.

Gegenstand: **Kochherd**

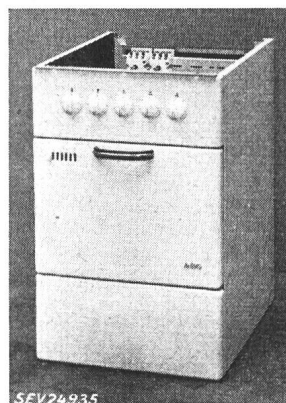
SEV-Prüfbericht: A. Nr. 32338 vom 17. Oktober 1956.

Auftraggeber: ELRKTRON A.-G., Seestrasse 31, Zürich 2.

Aufschriften:

AEG

Pl. Nr. 243326/oS
kW 6,8 380 V 1800 W
F. Nr. 108504
Nur für Wechselstrom



Beschreibung:

Kochherd gemäss Abbildung, zum Einbau in Küchenkombinationen. Anschlusslitzen mit Isolierperlen für drei festmontierte Kochplatten vorhanden. Backofenheizkörper ausserhalb des Backraumes angebracht. Anschlussklemmen für verschiedene Schaltungen eingerichtet. Handgriffe aus Isoliermaterial.

Der Kochherd entspricht in sicherheitstechnischer Hinsicht den «Vorschriften und Regeln für elektrische Kochplatten und Kochherde» (Publ. Nr. 126). Verwendung: in Verbindung mit Kochplatten, die diesen Vorschriften ebenfalls entsprechen.

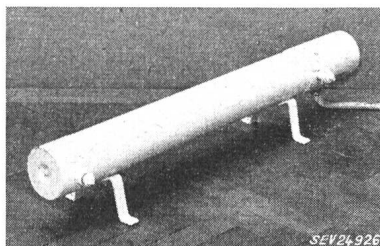
Gültig bis Ende November 1959.

P. Nr. 3215.**Gegenstand: Durchlauferhitzer****SEV-Prüfbericht:** A. Nr. 32541 vom 1. November 1956.**Auftraggeber:** W. Wieland, Spenglerei und Installationsgeschäft, Steckborn.**Aufschriften:**

W i e s t a
6000 Watt 3 × 380 Volt
Fabr. No. 101 Typ I
W. Wieland Steckborn

Beschreibung:

Durchlauferhitzer gemäss Abbildung für Wandmontage. Drei Heizstäbe mit Metallmantel und dreipoliger Temperaturregler mit Sicherheitsvorrichtung in Eisenrohr mit Wärmeisolation und Blechgehäuse eingebaut. Rohrstützen für die



Wasserleitungen. Netzanschluss durch verstärkte Apparateschnur mit 3 P + E-Stecker. Aussendurchmesser 105 mm, Länge 955 mm, Abstand gegen Wand 78 mm.

Der Apparat entspricht den «Vorschriften und Regeln für Durchlauferhitzer» (Publ. Nr. 133).

Gültig bis Ende November 1959.

P. Nr. 3216.**Gegenstand: Tischherd****SEV-Prüfbericht:** A. Nr. 32327 vom 7. November 1956.**Auftraggeber:** SIEMENS Elektrizitätserzeugnisse A.G., Löwenstrasse 35, Zürich I.**Aufschriften:**


THF 2 b 380 V~ 3000 W 3604
Nur für Wechselstrom

Beschreibung:

Tischherd gemäss Abbildung. Festmontierte Kochplatten von 145 und 180 mm Nenndurchmesser mit Rand aus rostfreiem Stahlblech. Sockel und aufklappbarer Deckel aus emailliertem Blech. Kochherdschalter eingebaut. Zuleitung dreiadrige Gummiaderschnur, fest angeschlossen.

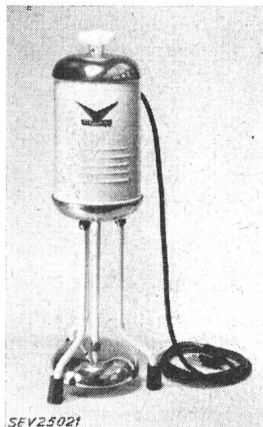


Der Tischherd entspricht in sicherheitstechnischer Hinsicht den «Vorschriften und Regeln für elektrische Kochplatten und Kochherde» (Publ. Nr. 126).

Gültig bis Ende November 1959.

P. Nr. 3217.**Gegenstand: Waschapparat****SEV-Prüfbericht:** A. Nr. 32052c vom 8. November 1956.**Auftraggeber:** L. Galtier, 5, av. Bertrand, Genève.**Aufschriften:**

T O L G A
Volt 220 ~ Watt 15
Amp. 0,5 No. 646

**Beschreibung:**

Waschapparat gemäss Abbildung, bestehend aus einem Elektromagneten mit beweglichem Anker, welcher mit einem Schwingteller verbunden ist. Nach Angaben des Herrn Professor R. C. Estermann, Genève, erzeugt der Apparat Ultraschallwellen. Wasserdichtes Gehäuse auf Ständer mit Gummifüssen. Eisenkern von den berührbaren Metallteilen isoliert. Zweiadrige Zuleitung mit 2 P + E-Stecker, durch Stopfbüchse eingeführt. Der Apparat wird in den Behälter hineingestellt, in welchem sich die Wäsche befindet.

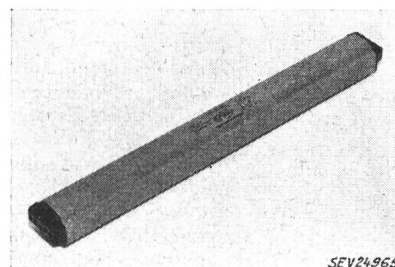
Der Apparat hat die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden. Verwendung: in nassen Räumen.

P. Nr. 3218.**Gegenstand: Vorschaltgerät****SEV-Prüfbericht:** A. Nr. 32373 vom 8. November 1956.**Auftraggeber:** Elektro-Apparatebau Fr. Knobel & Co., Ennenda (GL).**Aufschriften:**

FERROPROFIL bigu RCS 574
U₁: 220 V 50 Hz I₂: 0,42 A überkompensiert
Leuchtstofflampe 40 Watt F. Nr. 7.56
Schweizer u. ausl. Pat. ang.
Name ges. gesch.

**Beschreibung:**

Überkompensiertes Vorschaltgerät für 40-W-Fluoreszenzlampe, gemäss Abbildung, für Verwendung mit Glimmstarter. Zweiteilige, symmetrisch geschaltete Wicklung aus emailliertem Kupferdraht mit Seriendensator und Zusatzwicklung zur Erhöhung des Vorheizstromes. Störschutzkon-



densator mit Seriendensator kombiniert. Gehäuse 405 mm langes Profilrohr aus Eisen, an den Stirnseiten durch Klemmenträger abgeschlossen. Vorschaltgerät nur für Einbau in Blecharmaturen.

Das Vorschaltgerät hat die Prüfung in Anlehnung an die «Kleintransformatoren-Vorschriften» (Publ. Nr. 149) bestanden. Verwendung: in trockenen und zeitweilig feuchten Räumen.

Apparate in dieser Ausführung tragen das Qualitätszeichen des SEV; sie werden periodisch nachgeprüft.

Gültig bis Ende November 1959.

P. Nr. 3219.

Gegenstand: Kaffeemaschine

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 32409 vom 8. November 1956.

Auftraggeber: DUMACO G. Manta, Elfenastrasse 3, Biel.

Inscriptions:

P R O M E T H E U S 
G.m.b.H. Eschwege
Spannung: 220 V $\cong$ Type: WRE 750
Aufnahme: 750 Watt F. Nr.: 20043
DBP DBGM



Beschreibung:

Kaffeemaschine «RAPIDO ESPRESSO» gemäss Abbildung. Kocher von 0,1 Liter Inhalt mit Seitenheizung und nicht beheizter Vorratsbehälter von 1,3 Liter Inhalt für kaltes Wasser. Dreiweghahn zum Füllen und Leeren des Kochers, mit einpoligem Quecksilberschalter kombiniert. Das erhitzte Wasser wird mit Dampfdruck durch einen Kaffeefilter geleitet, wobei ein eingebauter Temperaturschalter Überhitzung infolge Trockengang verhindert. Signallampe eingebaut. Zuleitung dreidrigige Doppelschlauchschnur

mit 2 P + E-Stecker, fest angeschlossen.

Die Kaffeemaschine hat die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden.

P. Nr. 3220.

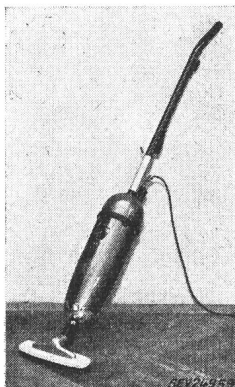
Gegenstand: Staubsauger

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 31247a/I vom 12. November 1956.

Auftraggeber: Compagnie des Compteurs S. A.,
Châteline-Genève.

Aufschriften:

E x c e l s i o r
«KEMA» Goedgekeurd
Type 1000 220 Volt $\cong$
Nr. 0118913 225 Watt



Beschreibung:

Staubsauger gemäss Abbildung. Zentrifugalgebläse, angetrieben durch Einphasen-Seriemotor. Motoren gegen berührbare Metallteile isoliert. Handgriff aus Isoliermaterial. Führungsstange aus Metall. Apparat mit Verlängerungsrohr und verschiedenen Mundstücken nur zum Saugen verwendbar. Schiebeschalter und Apparatestecker eingebaut. Zuleitung zweidrigige Doppelschlauchschnur mit Stecker und Apparatesteckdose.

Der Staubsauger entspricht den «Vorschriften und Regeln für

elektrische Staubsauger» (Publ. Nr. 139) und dem «Radioschutzzeichen-Reglement» (Publ. Nr. 117).

Gültig bis Ende November 1959.

P. Nr. 3221.

Gegenstand: Ölbrenner

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 32247a vom 13. November 1956.

Auftraggeber: Lehmann & Cie. A.-G., Florastrasse 47,
Zürich 8.

Aufschriften:

V O L C A N O Oil Burner
Manufactured by
Volcano Burner Corp. New York, N. Y.

auf dem Motor:

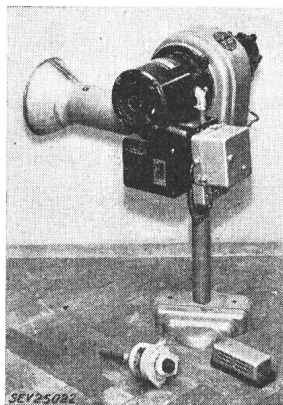
G E N E R A L E L E C T R I C
Oil Burner Motor-Spec. CS 75 Thermal Protection
Mod. 5 KH 35 KG 133 AY RPM 1425 HP 1/6 V 230 A 1,7
Ph. 1 Cy. 50 Temp. Rise 50 °C Time Rating CONT.

auf dem Zündtransformator:

Hödyn Transformatorenfabrik

Zürich 11/50 — Schweiz 

F.No. 56—3927 F 50 ~ VA: 200 max. Kl. Ha Prim.: 220 V
Sec.: 17000 AMPL V 0,015 max. A Made in Switzerland



Beschreibung:

Automatischer Ölbrenner gemäss Abbildung. Ölzerstäubung durch Druckpumpe und Düse. Zündung mit Hochspannung. Antrieb durch Einphasen-Kurzschlussankermotor mit Hilfswicklung. Zentrifugal-schalter und Motorschutzschalter. Steuerung durch Schaltautomat «Elesta» mit Photozelle, Kesselthermostat «Landis & Gyr» und Zimmerthermostat «Landis & Gyr». Zentrale Anschlussklemmen vorhanden.

Der Ölbrenner hat die Prüfung in bezug auf die Sicherheit des elektrischen Teils bestanden. Er entspricht dem «Radioschutzzeichenreglement» (Publ. Nr. 117).

Gültig bis Ende November 1959.

P. Nr. 3222.

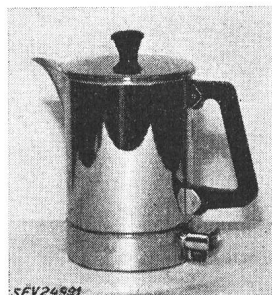
Gegenstand: Kocher

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 32410 vom 8. November 1956.

Auftraggeber: DUMACO G. Manta, Elfenastrasse 3, Biel.

Aufschriften:

P R O M E T H E U S
Made in Germany
220 V WK 12 t 1200 W
2 L 2.56



Beschreibung:

Kocher gemäss Abbildung, mit Bodenheizung. Heizwiderstand in Masse eingebettet. Schutz gegen Überhitzung bei Trockengang durch eingebauten Thermo-schalter. Apparatestecker angebaut. Handgriffe aus Isoliermaterial.

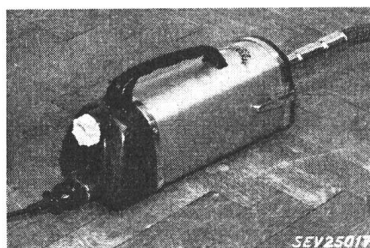
Der Kocher entspricht den «Vorschriften und Regeln für direkt beheizte Kocher» (Publ. Nr. 134).

P. Nr. 3223.**Gegenstand:** Staubsauger**SEV-Prüfbericht:** A. Nr. 32419 vom 9. November 1956.**Auftraggeber:** Baumgarten A.-G., Baumackerstrasse 53, Zürich 11.**Aufschriften:**

MATADOR — FILIUS
V 220 A-Watt 250
Nr. 2023422
Made in Germany

**Beschreibung:**

Staubsauger gemäss Abbildung. Zentrifugalgebläse, angetrieben durch Einphasen-Seriemotor. Motoreisen gegen berührbare Metallteile isoliert. Handgriff aus Isoliermaterial. Apparat mit Führungsrohren oder Schlauch und verschiedenen Düsen zum Saugen und Blasen verwendbar. Einpoliger Kipphebel-schalter und Apparatestecker eingebaut. Zuleitung zweiadrige Gummiaderschnur mit Stecker und Apparatesteckdose.



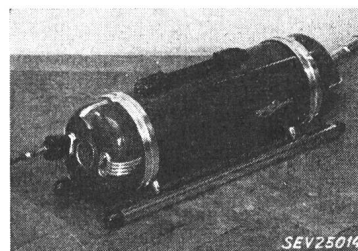
Der Staubsauger entspricht den «Vorschriften und Regeln für elektrische Staubsauger» (Publ. Nr. 139) und dem «Radoschutzzeichen-Reglement» (Publ. Nr. 117).

P. Nr. 3225.**Gegenstand:** Staubsauger**SEV-Prüfbericht:** A. Nr. 31410a vom 9. November 1956.**Auftraggeber:** Baumgarten A.-G., Baumackerstrasse 53, Zürich 11.**Aufschriften:**

MATADOR-SENATOR
220 V A-Watt 400
Nr. 1435277
Made in Germany

**Beschreibung:**

Staubsauger gemäss Abbildung. Zentrifugalgebläse, angetrieben durch Einphasen-Seriemotor. Motoreisen von den berührbaren Metallteilen isoliert. Handgriff aus Gummi. Apparat mit Schlauch, Rohren und verschiedenen Mundstücken



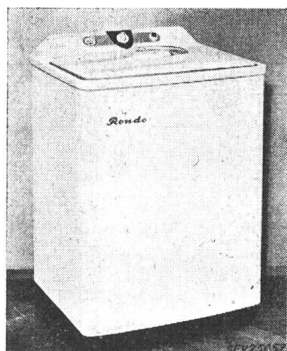
zum Saugen und Blasen verwendbar. Einpoliger Kipphebel-schalter und Apparatestecker eingebaut. Zuleitung zweiadrige Gummiaderschnur mit Stecker und Apparatesteckdose.

Der Staubsauger entspricht den «Vorschriften und Regeln für elektrische Staubsauger» (Publ. Nr. 139) und dem «Radoschutzzeichen-Reglement» (Publ. Nr. 117).

Gültig bis Ende November 1959.

P. Nr. 3224.**Gegenstand:** Waschmaschine**SEV-Prüfbericht:** A. Nr. 32371 vom 15. November 1956.**Auftraggeber:** ROLLAR-ELECTRIC Ltd., Überlandstrasse, Schlieren (ZH).**Aufschriften:****Rondo**

Rondo-Werke Schwelm/Westf. Germany
Type Erika Wechselstrom 220 V Fabr. Nr. 6.3 10204
Motor RWSC/Nr. 117078
kW 0,2 V 220 ~ A 1,5 Per. 50
Element: 220 V H 1 1,5 kW 6,9 A
H 2 2,5 kW 11,4 A

**Beschreibung:**

Waschmaschine mit Heizung, gemäss Abbildung. Herausnehmbare Wäschetrommel aus vernickeltem Messing. Antrieb durch Einphasen-Kurzschlussankermotor mit über Kondensator dauernd eingeschalteter Hilfswicklung. Heizstäbe mit Metallmantel unten im Laugebehälter. Schalter für Heizung und Motor, Signallampe und Zeigerthermometer eingebaut. Wasserstrahlpumpe vorhanden. Dreiadrige Zuleitung (2 P + E), fest angeschlossen.

Bei Anschluss der Maschine am Lichtnetz kann Heizstufe 2 blockiert werden.

Die Waschmaschine hat die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden. Verwendung: in nassen Räumen.

Gültig bis Ende November 1959.

P. Nr. 3226.**Gegenstand:** Waschmaschine**SEV-Prüfbericht:** A. Nr. 32415/I vom 23. November 1956.**Auftraggeber:** Merker A.-G., Metallwarenfabrik, Baden.**Aufschriften:**

Merker AG., Baden/Schweiz
Fabr. No. 6130 Motor Type 1 a
V 3 × 380 Hz 50 Phas. 3
n₁ 2900 kW₁ 0,6 n₂ 240 kW₂ 0,32
Heizung Vol ~ 3 × 380
Trommel kW 5 Boiler kW 2,3

**Beschreibung:**

Automatische Waschmaschine gemäss Abbildung, mit Heizung und Heisswasserspeicher. Wäschetrommel aus rostfreiem Stahl, angetrieben durch Drehstrom-Kurzschlussankermotor für zwei Geschwindigkeiten. Heizstäbe mit Metallmantel im Laugebehälter und im Heisswasserspeicher. Laugebehälter aus vernickeltem Kupfer oder rostfreiem Stahl, Heisswasserspeicher aus vernickeltem Kupfer. Temperaturregler, Schaltschütze, Umsteuerschütze, Motorschutzschalter, elektromagnetische Wasserventile, Sicherung im Steuerstromkreis und Schwimmerschalter vorhanden. Programmschalter für die Steuerung des aus Vorwaschen, Waschen, Brühen, Spülen

und Zentrifugieren bestehenden Waschprogramms. Klemmen für den Anschluss der Zuleitungen. Radiostörschutzvorrichtung, bestehend aus Drosseln und Kondensatoren, eingebaut.

Die Waschmaschine hat die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden. Sie entspricht dem «Radioschutzzeichen-Reglement» (Publ. Nr. 117). Verwendung: in nassen Räumen. Anschluss fest, nicht über Steckkontakt.

Gültig bis Ende November 1959.

P. Nr. 3227.

Gegenstand: **Waschmaschine**

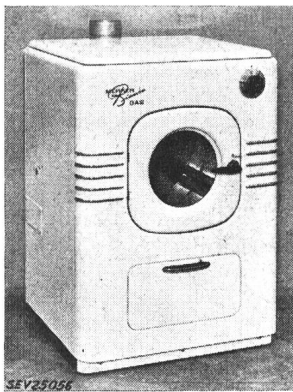
SEV-Prüfbericht: A. Nr. 32415/II vom 23. November 1956.

Auftraggeber: Merker A.-G., Metallwarenfabrik, Baden.

Aufschriften:



Merker AG., Baden/Schweiz
Fabr. No. 1078 V 220 Hz 50 Phas. 1
n₁ 2900 kW 0,6 n₂ 240 kW 0,38
Heizung Gasmenge m³ 4



Beschreibung:

Automatische Waschmaschine mit Gasheizung, gemäss Abbildung. Wäschetrommel aus rostfreiem Stahl, angetrieben durch Einphasen-Kurzschlussankermotor für zwei Geschwindigkeiten. Laugebehälter aus vernickeltem Kupfer oder rostfreiem Stahl. Temperaturregler, Schaltschütz, Umsteuerschütze, Motorschutzschalter, elektromagnetische Wasser- und Gasventile, Gleichrichter für die Speisung des Auslaufventils, Sicherung im Steuerstromkreis und Schwimmerschalter vorhanden. Programmschalter für die Steuerung des aus Vorwaschen, Waschen, Brühen, Spülen und Zentrifugieren bestehenden Waschprogramms. Klemmen für den Anschluss der Zuleitungen. Radiostörschutzvorrichtung, bestehend aus Drosseln und Kondensatoren, eingebaut. Die Maschine wird auch mit Drehstrommotor geliefert.

Die Waschmaschine hat die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden. Sie entspricht dem «Radioschutzzeichen-Reglement» (Publ. Nr. 117). Verwendung: in nassen Räumen. Anschluss fest, nicht über Steckkontakt.

Gültig bis Ende November 1959.

P. Nr. 3228.

Gegenstand: **Bodenreinigungsmaschine**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 32429/I vom 23. November 1956.

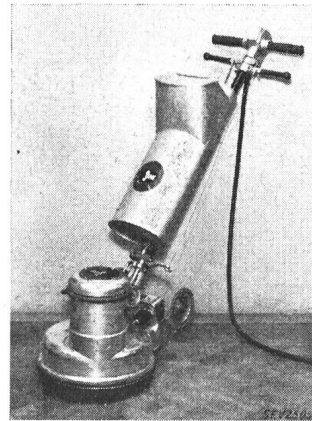
Auftraggeber: Maschinenfabrik Gränichen A.-G., Gränichen (AG).

Aufschriften:

Servo
Servo Organisation
Diethelm + Co. A.-G., Zürich, Parkring 21
Maschinenfabrik Gränichen AG., Gränichen AG Schweiz
Type K 113 Nr. 5003
Motor Type NCC43C Motor Nr. 5003
Volt 220 Amp 3,1 Watt Aufn. 520
U/M 1460 Per. 50 Phasen 1

Beschreibung:

Bodenreinigungsmaschine gemäss Abbildung, mit einer flachen, rotierenden Bürste von 300 mm Durchmesser. Antrieb durch Einphasen-Kurzschlussankermotor mit Zentrifugalschalter, Anlauf- und Laufkondensator. Motoreisen in leitender Verbindung mit dem Gehäuse. Angebauer Behälter mit Ventil für Reinigungsflüssigkeit. Handgriffe mit Gummi isoliert. Schalter in der Führungsstange eingebaut. Zuleitung dreiadrige, verstärkte Apparateschnur mit 2 P + E-Stecker, fest angeschlossen. Gewicht mit Zuleitung und leerem Behälter 42 kg.



Die Bodenreinigungsmaschine hat die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden. Verwendung: in Verbindung mit nicht brennbarer Reinigungsflüssigkeit.

Gewicht mit Zuleitung und leerem Behälter 42 kg.

Gültig bis Ende November 1959.

P. Nr. 3229.

Gegenstand: **Bodenreinigungsmaschine**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 32429/II vom 23. November 1956.

Auftraggeber: Maschinenfabrik Gränichen A.-G., Gränichen (AG).

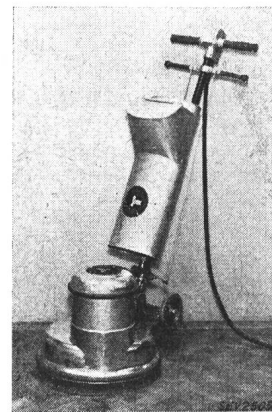
Aufschriften:

Servo
Servo Organisation
Diethelm + Co. A.-G., Zürich, Parkring 21
Maschinenfabrik Gränichen AG., Gränichen AG Schweiz
Type C 115 Nr. 1786
Mot. Typ RJ43 Mot. Nr. 18839
Volt 110/220 Amp 9,6/4,8
Watt Aufn. 555 U/m 1470 Per. 50 Phasen 1

Beschreibung:

Bodenreinigungsmaschine gemäss Abbildung, mit einer flachen, rotierenden Bürste von 380 mm Durchmesser. Antrieb durch Einphasen-Repulsionsmotor. Motoreisen in leitender Verbindung mit dem Gehäuse. Angebauer Behälter mit Ventil für Reinigungsflüssigkeit. Handgriffe mit Gummi isoliert. Schalter in der Führungsstange eingebaut. Zuleitung dreiadrige, verstärkte Apparateschnur mit 2 P + E-Stecker, fest angeschlossen. Gewicht mit Zuleitung und leerem Behälter 56 kg.

Die Bodenreinigungsmaschine hat die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden. Verwendung: in Verbindung mit nicht brennbarer Reinigungsflüssigkeit.



Gültig bis Ende November 1959.

P. Nr. 3230.

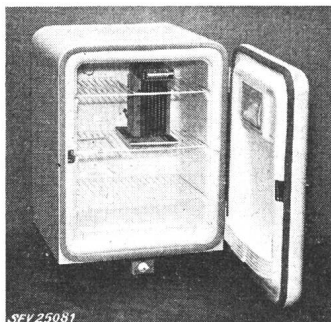
Gegenstand: **Kühlschrank**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 32597 vom 23. November 1956.

Auftraggeber: MIGROS-Genossenschafts-Bund, Limmatstrasse 152, Zürich.

Aufschriften:

ALPINA 80
Migros-Genossenschafts-Bund Zürich
Volt 220 Watt 120 Hz 50
Kältemittel NH3 Fabr. Nr. 204475

**Beschreibung:**

Kühlschrank gemäss Abbildung. Kontinuierlich arbeitendes Absorptionskühlaggregat mit natürlicher Luftkühlung. Kocher in Blechgehäuse eingebaut. Verdampfer mit Eisschublade oben im Kühlraum. Verstellbarer Regler mit Ausschaltstellung. Dreiadrige Zuleitung mit 2 P + E-Stecker, an einer Verbindungsdose angeschlossen. Abmessungen: Kühlraum

570 × 430 × 355 mm, Kühlschrank 795 × 560 × 560 mm. Nutzinhalt 80 dm³. Gewicht 47 kg.

Der Kühlschrank entspricht den «Vorschriften und Regeln für elektrische Haushaltskühlschränke» (Publ. Nr. 136).

Gültig bis Ende November 1959.

P. Nr. 3231.

Gegenstand: **Zwei Heizstrahler**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 31847a vom 22. November 1956.

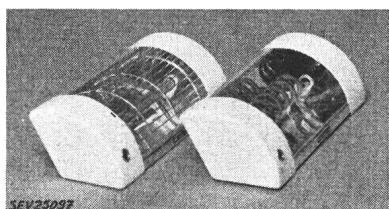
Auftraggeber: SIEMENS Elektrizitätserzeugnisse A.-G., Löwenstrasse 35, Zürich.

Aufschriften:


 SIEMENS
 220 V 1000 W

Beschreibung:

Heizstrahler für Wandmontage, z. B. in Badzimmern, gemäss Abbildung. Gehäuse und Reflektor aus Blech, 365 mm breit. Zugschalter eingebaut.



Typ WST 10a: Widerstandswendel auf Keramikkörper gewickelt. Schutzgitter aus Drahtstäben.

Typ WST 10b: Heizstab mit Metallmantel zu einer Wendel gewickelt.

Die Heizstrahler haben die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden. Verwendung: in trockenen und zeitweilig feuchten Räumen.

P. Nr. 3232.

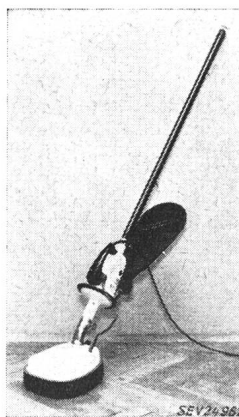
Gegenstand: **Blocher**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 32375 vom 22. November 1956.

Auftraggeber: Elektron A.-G., Seestrasse 31, Zürich.

Aufschriften:

AEG
 AEG Typ SBU 2
 Pl.-Nr. 52/500 1-3 
 220 V ~ Aufn. 120 W 0-60 Hz

**Beschreibung:**

Blocher gemäss Abbildung, für Verwendung in Verbindung mit AEG-Staubsauger «Vampyrette». Flache Bürste 180 mm Durchmesser, angetrieben durch Einphasen-Seriemotor. Motoreisen von den berührbaren Metallteilen isoliert. Einpoliger Druckknopfschalter eingebaut. Zuleitung zweiadrig. Gummiaderschnur mit an vulkanisiertem Stecker.

Der Blocher hat die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden. Er entspricht dem «Radioschutzzeichen-Reglement» (Publ. Nr. 117).

Gültig bis Ende November 1959.

P. Nr. 3233.

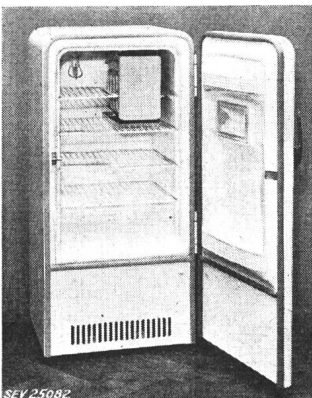
Gegenstand: **Kühlschrank**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 32596 vom 21. November 1956.

Auftraggeber: MIGROS-Genossenschafts-Bund, Limmatstrasse 152, Zürich.

Aufschriften:

Nevada
 120
 Migros-Genossenschafts-Bund Zürich
 Volt 220 Watt 140 Hz 50
 Kältemittel Freon Fabr. Nr. 155266

**Beschreibung:**

Kühlschrank gemäss Abbildung. Kompressor-Kühlaggregat mit natürlicher Luftkühlung. Kolbenkompressor und Einphasen-Kurzschlussankermotor mit Hilfswicklung zu einem Block vereinigt. Relais zum Ausschalten der Hilfswicklung nach erfolgtem Anlauf, kombiniert mit Motorschutzschalter. Verdampfer mit Raum für Eisschublade und Gefrierkonserven. Verstellbarer Temperaturregler mit

Ausschaltstellung. Gehäuse aus weiss lackiertem Blech, Kühlraumwandungen aus Kunststoff. Dreiadrige Zuleitung mit 2 P + E-Stecker, fest angeschlossen. Abmessungen: Kühlraum 700 × 430 × 465 mm, Kühlschrank aussen 1160 × 560 × 570 mm. Nutzinhalt 120 dm³. Gewicht 68 kg.

Der Kühlschrank entspricht den «Vorschriften und Regeln für elektrische Haushaltskühlschränke» (Publ. Nr. 136).

Gültig bis Ende November 1959.

P. Nr. 3234.

Gegenstand: **Futterkocher**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 31964a vom 15. November 1956.

Auftraggeber: Merz & Burger A.-G., Dulliken bei Olten.

Aufschriften:

EXPRESS
 Merz & Burger AG. Landw. Maschinen
 Dulliken b/Olten
 Nr. 100 Type A Volt 220 ~ kW 1,8

**Beschreibung:**

Futterkocher gemäss Abbildung, auf Gestell zum Kippen eingerichtet. Aussenmantel und Kochbehälter aus verzinktem Eisenblech. Bodenheizung durch drei Kochplatten. Wärmeisolation Glaswatte. Stufenschalter seitlich angebaut. Stopfbüchse für die Leitereinführung. Handgriffe isoliert.

Der Futterkocher hat die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden. Verwendung: in nassen Räumen.

Gültig bis Ende November 1959.

P. Nr. 3235.

Gegenstand: Zwei Magnetventile

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 31683 vom 13. November 1956.

Auftraggeber: Karl Mösch, Nordstrasse 19, Zürich 6.

Aufschriften:

B Ü R K E R T
Made in Germany

Prüf-Nr. 1:

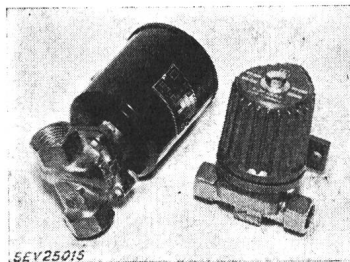
Typ 18 NW 13 Nr. 4523 ND 16
220 V 50 Hz 18 VA

Prüf-Nr. 2:

Typ 49 J 10 HB ND 16
Volt 220 Per. 50 VA 25

Beschreibung:

Magnetventile gemäss Abbildung, für Waschmaschinen und dergleichen. Magnetspule mit beweglichem Kern, welcher mit dem Ventilzapfen verbunden ist. Gehäuse aus Isolierpreßstoff (Prüf-Nr. 1) bzw. Spritzguss (Prüf-Nr. 2). Ven-



tile für 1/2" G öffnen beim Einschalten der Spule. Stopfbüchse für die Leitereinführung. Erdungsklemme vorhanden.

Die Magnetventile haben die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden. Verwendung: in feuchten Räumen.

Gültig bis Ende November 1959.

P. Nr. 3236.

Gegenstand: Geschirrwashmaschine

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 32570 vom 14. November 1956.

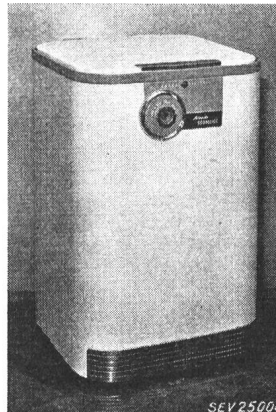
Auftraggeber: NOVELECTRIC A.-G., Claridenstrasse 25, Zürich.

Aufschriften:

GENERAL ELECTRIC

Automatic Dishwasher
GE Dishwasher Modell Sp 45 M
220 V 50 Perioden

Motor Volt 110 Watt 500
Heizung: Volt 110 Watt 700
Off. Gen. Vertretung und Service für die Schweiz:
NOVELECTRIC AG. Zürich Claridenstr. 25

**Beschreibung:**

Automatische Geschirrwashmaschine für Haushalt, mit Heizung und elektrischer Steuerung, gemäss Abbildung. Unten in einem Trog aus emailliertem Blech befindet sich eine rotierende Wasserschleuder. Antrieb durch ventilierten Einphasen-Kurzschlussankermotor mit Hilfswicklung und Zentrifugalschalter. Heizstab mit Metallmantel unten im Waschraum. Pumpe zum Entleeren des Waschbehälters, angetrieben durch selbstanlaufenden Einphasen-Kurzschlussankermotor. Programmschalter steuert Magnetventil, Motoren und Heizung nach bestimmtem Programm. Wasserstandregulierung durch Schalter mit Luftmembrane. Automatische Öffnung des Deckels nach Beendigung des Waschvorgangs. Netzanschluss über eingebauten Transformator mit zusammenhängenden Wicklungen. Radiostörschutzvorrichtung vorhanden. Dreiadrigte Zuleitung mit 2 P + E-Stecker, fest angeschlossen.

Die Maschine hat die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden. Verwendung: in trockenen und zeitweilig feuchten Räumen.

Gültig bis Ende November 1959.

P. Nr. 3237.

Gegenstand: Waschmaschine

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 32512 vom 14. November 1956.

Auftraggeber: NOVELECTRIC A.-G., Claridenstrasse 25, Zürich.

Aufschriften:

E L A N Automat
Type Doris A Fabr. Nr. 28563
Motor EM / 101735
Volt 3 × 380 Amp. 0,8/1,3 kW 0,33/0,55 Per. 50
Element kW 7,5
Volt 3 × 380 Amp. 11,4

**Beschreibung:**

Automatische Waschmaschine mit Heizung, gemäss Abbildung. Wäschetrockner aus rostfreiem Stahl, angetrieben durch Drehstrom-Kurzschlussankermotor für zwei Geschwindigkeiten. Drei Heizstäbe mit Metallmantel im Laugebehälter. Laugepumpe zum Entleeren des Laugebehälters. Schaltschütze, Schalter, Reversierschalter, Magnetventil, Schwimmerschalter, Summer, Signallampe und Zeigerthermometer eingebaut. Programmschalter zur Steuerung des aus Vorwaschen, Waschen, Spülen und Zentrifugieren bestehenden Waschprogramms. Fünfadrige Zuleitung, fest angeschlossen. Handgriff isoliert. Radiostörschutzvorrichtung, bestehend aus Drosseln und Kondensatoren, eingebaut.

Die Waschmaschine hat die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden. Sie entspricht dem «Radioschutzzeichen-Reglement» (Publ. Nr. 117). Verwendung: in nassen Räumen, mit festmontierten Zuleitungen.

Vereinsnachrichten

In dieser Rubrik erscheinen, sofern sie nicht anderweitig gezeichnet sind, offizielle Mitteilungen des SEV und der gemeinsamen Organe des SEV und VSE

Totenliste

Wie wir erst jetzt vernehmen, starb am 30. April 1956 in Cham (ZG) im Alter von 59 Jahren *Edwin Helbling*, Mitglied des SEV seit 1943, Inhaber von Vertretungen technischer Erzeugnisse. Wir entbieten der Trauerfamilie und den Firmen, die er vertrat, nachträglich unser herzliches Beileid.

Am 23. November 1956 starb in Langenthal (BE) im Alter von 77 Jahren *M. Kirschke*, Ingenieur, Mitglied des SEV seit 1907 (Freimitglied), Ingenieur bei der Mabag, Maschinenbau A.-G., Langenthal. Wir entbieten der Trauerfamilie und der Mabag unser herzliches Beileid.

Rücktritt von Ingenieur Fritz Sibler

Am 31. Dezember 1956 ist *Fritz Sibler*, dipl. Ingenieur ETH, Mitglied des SEV seit 1922 (Freimitglied), Stellvertreter des Obergeringens des Starkstrominspektorates, nach 33½-jähriger Tätigkeit in den Ruhestand getreten. An ihm verliert das Inspektorat einen hervorragenden, seinen Aufgaben voll hingebenden und tatkräftigen Mitarbeiter, der über den Kreis der Elektrizitätswerke hinaus im Lande weit



herum bekannt ist. Als erfahrener, hilfsbereiter Sachverständiger in Unfallfragen war er auch im Ausland sehr geschätzt. Fritz Sibler vertrat das Inspektorat unter anderem in der Ärztekommision des SEV und VSE und in der Hausinstallationskommission des SEV und VSE. Wir danken Fritz Sibler auch hier für seine langjährigen, mit hohem Pflicht- und Verantwortungsbewusstsein erfüllten treuen Dienste und wünschen ihm einen sorgenfreien, heiteren Lebensabend.

Starkstrominspektorat

Fachkollegium 40 des CES

Bestandteile für elektronische Geräte

Unterkommission 40-1, Kondensatoren und Widerstände

Die Unterkommission 40-1, Kondensatoren und Widerstände, des FK 40 hielt am 11. Dezember 1956 unter dem Vorsitz ihres Präsidenten, Prof. Dr. W. Druet, in Bern ihre 8. Sitzung ab. Nachdem die Publikation Nr. 80 der CEI, «Spécification pour condensateurs au papier pour courant continu» im Druck erschienen ist, stellte sich die Frage, wie weit diese Regeln von der schweizerischen Industrie über-

nommen und in welcher Form sie einem weiteren Interessentenkreis bekannt gemacht werden können. Die Regeln enthalten eine Reihe neuer Gesichtspunkte; insbesondere sind zu erwähnen:

a) Die Nennspannung der Kondensatoren ist für 40 °C Umgebungstemperatur festgelegt; bei höheren Temperaturen ist die Betriebsspannung nach einem Temperatur-Spannungs-Diagramm zu senken.

b) Die Prüfbedingungen, insbesondere die Bedingungen der Lebensdauerprüfung, sind in ihrer Strenge derart festgelegt, dass die Kondensatoren im Dauerbetrieb unter maximal zulässigen Betriebsbedingungen eine Lebensdauer von mindestens 1 Jahr gewährleisten. Eine höhere Lebensdauer von z. B. 5 Jahren kann durch Senkung der Betriebsspannung auf 70 % der Nennspannung erwartet werden.

Diese neuen Festlegungen decken sich nicht mit der bisherigen Auffassung, nach welcher ein Kondensator für eine zu erwartende Lebensdauer von ca. 10 Jahren dauernd mit der Nennspannung bei der maximalen garantierten Temperatur betrieben werden darf. Eine Senkung der Betriebsspannung bei höherer Temperatur wird jedoch den technologischen Gesetzmässigkeiten eher gerecht und gestattet daher eine zweckmässige Dimensionierung der Kondensatoren. Die bisher erwartete 10jährige Lebensdauer unter extremen Betriebsverhältnissen dürfte wohl eher ein Wunsch sein als eine Tatsache, so dass es nach Ansicht der Unterkommission in der Zukunft vorteilhafter ist, mit einer auf konkreten Prüfungen basierenden Lebensdauer von nur 1 Jahr zu rechnen (eine höhere Lebensdauer lässt sich durch Senkung der Betriebsdaten nach bekannten Umrechnungsformeln bestimmen). Selbstverständlich lassen sich diese neuen Festlegungen nur auf neue Kondensator-Entwicklungen und nicht ohne weiteres auf alte, bestehende Typen anwenden. Bei neuen, nach den Regeln der CEI entwickelten Typen müssen die Abnehmer natürlich vom Lieferanten über diese Zusammenhänge sorgfältig aufgeklärt werden.

Die UK 40-1 schlägt dem FK 40 zu Handen des CES und des Vorstandes SEV vor, in das Vorschriftenwerk des SEV eine Einführung zur Publikation Nr. 80 der CEI aufzunehmen, welche lediglich auf das internationale Dokument verweist und einige zusätzliche Erläuterungen enthält. So könnten die hohen Kosten für die Übersetzung, die redaktionelle Überarbeitung, die Ausschreibung des Textes im Bulletin und den Druck dieser Publikation vermieden werden. Auf diese Weise würde die wertvolle Publikation offiziellen Charakter erhalten und einem grösseren Interessentenkreis bekannt gemacht werden können, ohne dass hohe finanzielle Aufwendungen notwendig würden. Dem Antrag ist prinzipielle Bedeutung zuzumessen, da in Zukunft laufend weitere ähnliche Publikationen der CEI zu erwarten sind, für welche ebenfalls der Wunsch besteht, sie als Regeln des SEV offiziell zu übernehmen.

E. Ganz

Hausinstallationskommission

Die *Gesamtkommission* trat am 27. und 28. November sowie am 11. Dezember 1956 unter dem Vorsitz ihres Präsidenten, Direktor W. Werdenberg, zu ihrer 21. und 22. Sitzung zusammen. Als Haupttraktandum behandelte sie die vom Ausschuss für die Revision der Hausinstallationsvorschriften unterbreiteten restlichen Änderungsanträge zu den bestehenden Hausinstallationsvorschriften (HV). Gleichzeitig wurde über das Vorgehen bei der Behandlung des ersten Entwurfes zu den revidierten HV, welcher der Kommission ebenfalls durch den Revisionsausschuss vorgelegt worden war, beraten. Sodann behandelte die Kommission den sicher-

heitstechnischen Teil von Entwürfen zu den Vorschriften für Kleinkondensatoren und für explosionsssicheres Material, die vom CES aufgestellt worden waren. Ferner wurde Stellung genommen zu Anträgen über die Zulassung von brennbaren Polyäthylen-Rohren für unsichtbare Verlegung sowie über den zusätzlichen mechanischen Schutz bei dieser Verlegungsart für alle Rohre, die in der Längsrichtung nicht leiten. Sodann wurde Stellung genommen zu Anträgen über die Schutzschlauchwandstärken von Tdc- und Tdcv-Kabeln, über die Verbindung aller leitenden Teile in Gebäuden, über den Anschluss des Nulleiters an Lampenfassungen und über Nennstromstärken der Reihe R, die gegenüber den Werten der SEV-Reihe Ra weniger gerundet sind. Unter Verschiedenem orientierte der Vorsitzende kurz über die vorgesehene Reorganisation der Hausinstallationskommission mit dem Ziel, das bestehende grosse Interesse an der Mitarbeit besser berücksichtigen zu können und gleichzeitig die Kommission arbeitsfähiger zu machen.

Der vom *Ausschuss für die Revision der Hausinstallationsvorschriften* gebildete Redaktionsausschuss beendete in 17 Sitzungen seine Arbeit und unterbreitete im Einverständnis mit dem Revisionsausschuss den von ihm bereinigten ersten HV-Entwurf am 16. November 1956 direkt der Gesamtkommission zur Weiterbehandlung.

Diskussionsversammlung des SEV

Am 7. März 1957 findet in Bern eine Diskussionsversammlung des SEV statt über das Thema:

«Koordination der Isolation in Hochspannungsanlagen»

Vorort

des Schweizerischen Handels- und Industrie-Vereins

Unseren Mitgliedern stehen folgende Mitteilungen und Berichte des Schweizerischen Handels- und Industrie-Vereins zur Verfügung:

Waren- und Zahlungsverkehr mit Finnland vom 1. Oktober 1956 bis 31. Dezember 1957.

Sondernummern ausländischer Zeitungen über die Schweiz. Verhandlungen mit Grossbritannien über den Warenverkehr im Jahre 1957.

Ausführungserlasse zum Bundesbeschluss über wirtschaftliche Massnahmen gegenüber dem Ausland (gültig ab 1. Januar 1957).

Schweizerische Regeln für Wasserturbinen

Der Vorstand des SEV veröffentlicht im folgenden den Entwurf der dritten Auflage des deutschsprachigen Textes der Publikation Nr. 178 des SEV, Schweizerische Regeln für Wasserturbinen. Diese revidierte Fassung der zweiten Auflage wurde vom Fachkollegium 4 des CES, Wasserturbinen, ausgearbeitet und vom CES genehmigt. Gleichzeitig wird in der französischen (gelben) Ausgabe des Bulletins der Entwurf der zweiten Auflage des französischen Textes veröffentlicht, der jenem der dritten deutschen Auflage entspricht.

Die Mitglieder des SEV werden eingeladen, den Entwurf zu prüfen und eventuelle Bemerkungen dazu dem Sekretariat des SEV, Seefeldstrasse 301, Zürich 8, schriftlich in 2 Exemplaren bis spätestens 23. Februar 1957 zu unterbreiten. Falls bis zu diesem Datum keine Stellungnahmen eingehen, wird der Vorstand des SEV annehmen, die Mitglieder seien mit dem Entwurf einverstanden. Er wird in diesem Falle von der ihm an der 71. Generalversammlung 1955 in Luzern erteilten Vollmacht Gebrauch machen und die dritte Auflage des deutschen und die zweite Auflage des französischen Textes der Publikation Nr. 178 in Kraft setzen.

Entwurf

Schweizerische Regeln für Wasserturbinen

INHALT

	Seite
Vorwort zur 1. Auflage	7
Vorwort zur 2. Auflage	8
Vorwort zur 3. Auflage	8
Erster Teil: Allgemeine Regeln	
A. Allgemeines	1. Geltungsbereich 9
B. Grössen und Symbole	2. Zweck 9
	3. Tabelle der Messgrössen 9

C. Definitionen

I. Allgemeines	4. Bauliche Anlage 10
	5. Turbine 10
II. Nennbetrieb	6. Definition 10
III. Gefälle	7. Allgemeine Definitionen 10
	8. Allgemeine Gesichtspunkte zum Begriff Nutzgefälle 10
	9. Spezielle Definitionen 13
	10. Besondere Einbauverhältnisse 15
IV. Wassermenge	11. Definition 15
	12. Verlust-Wassermengen 16
V. Turbinenleistung	13. Definition 17
	14. Mechanische Verlustleistungen 18
IV. Druckschwankung	15. Allgemeines 18
	16. Definition 18
	17. Regulierzeiten 19
VII. Drehzahl	18. Definitionen 19
	19. Drehsinn 19
VIII. Drehzahländerung	20. Definitionen 19
	21. Garantie-Bestimmungen 20
IX. Wirkungsgrad	22. Definition 20
	23. Mittlerer Wirkungsgrad 21
X. Leistungsschild	24. Aufschriften 21

D. Vertrags-Bestimmungen

I. Allgemeines	25. Gleichberechtigung 21
	26. Haftung 21
	27. Prämien und Pönalien auf dem Wirkungsgrad 22
	28. Generator-Wirkungsgrad 22
II. Toleranzen	29. Leistung 22
	30. Wirkungsgrad 22
	31. Drehzahlanstieg 22
	32. Druckanstieg 23
	33. Rückweisung 23
III. Besondere Garantie-Bestimmungen	34. Dauer der Garantiezeit 23
	35. Beginn der Garantiezeit 23
	36. Verzögerung 23
	37. Ersatz- und Reserveteile 23
	38. Bewegliche und feste Bauwerke 24
E. Abnahmeversuche	
I. Allgemeines	39. Leitung 24
	40. Programm 24
	41. Modellversuche 24

Fortsetzung des allgemeinen Teils auf Seite 111
Es folgen «Die Seiten des VSE»

Fortsetzung von Seite 102

Schweizerische Regeln für Wasserturbinen
(Fortsetzung)

II. Instrumente	42. Bereitstellung und Eichung	25
III. Kosten	43. Allgemeines	25
	44. Spezielle Einrichtungen	25
	45. Eichung	25
	46. Wiederholung	25
IV. Vorbereitung	47. Pläne	26
	48. Bauliche Teile	26
	49. Revision	26
	50. Vermessungen	26
V. Messung	51. Messtechnik	26
VI. Durchführung	52. Provisorische Einbauten	26
	53. Vorversuche	26
	54. Vorläufige Auswertung	27
	55. Protokoll	27
	56. Endgültige Auswertung	27
	57. Schlussbericht	27
VII. Besondere Versuchsbedingungen für Leistungs- und Wirkungsgrad-Messungen	58. Gefälle	28
	59. Drehzahl	28
	60. Leistung	28

Zweiter Teil:**Besondere Regeln für die Messtechnik**

A. Allgemeines	61. Zweck	29
	62. Geltungsbereich	29
	63. Durchführung	29
B. Messgrößen	64. Allgemeines	29
C. Messregeln		
I. Wassermenge		
a) Allgemeines	65. Allgemeine Versuchsbedingungen	29
	66. Methode	29
	67. Anwendung	30
	68. Meßstelle	30
	69. Zu- und Wegfluss	30
	70. Leckwasser	31
b) Flügel	71. Allgemeines	31
	72. Lage des Messquerschnittes in Kanälen	31
	73. Geschwindigkeitsverteilung	31
	74. Einbauten	31
	75. Minimale Dimensionen	32
	76. Geschwindigkeitsgrenzen	32
	77. Flügelart	33
	78. Befestigung	34
	79. Schräganströmung	34
	80. Gestaffelte Anordnung	34
	81. Eichung	35
	82. Zahl der Messflügel	36
	83. Zahl der Messpunkte	37
	84. Messung in der Rohrleitung	37
	85. Verteilung der Messpunkte	40
	86. Abstand von Wand und Spiegel	41
	87. Zeitmessung	41
	88. Messdauer	41
	89. Wassertiefe	41
	90. Durchführung	42
	91. Pulsationen	42
	92. Auswertung	42
	93. Randzone	42
	94. Reihenfolge	45
	95. Rohrleitung	46
	96. Integrationsmethode	46

c) Ueberfall	97. Anwendung	46
	98. Vollkommener Ueberfall	46
	99. Grenzwerte	47
	100. Rechteckiger Ueberfall ohne Seiteneinschnürung	47
	101. Rechteckiger Ueberfall mit Seiteneinschnürung	47
	102. Spezialformen	47
	103. Messort	47
	104. Messkanal	47
	105. Ablaufkanal	48
	106. Einbau	48
	107. Messwand	48
	108. Ueberfallkante	49
	109. Belüftung	49
	110. Beruhigung	49
	111. Geschwindigkeitsverteilung	49
	112. Ueberfallhöhe	50
	113. Messeinrichtung	50
	114. Nullpunkt	51
	115. Wassermengen-Berechnung	53
	116. Allgemeine Formel zur Berechnung der Ueberfallmenge	53
	117. Ueberfall-Koeffizient nach SIA für Ueberfall ohne Seiteneinschnürung	53
	118. Formel von Rehbock (1929) für Ueberfall ohne Seiteneinschnürung	53
	119. Ueberfall-Koeffizient nach SIA für Ueberfall mit Seiteneinschnürung	54
d) Behälter	120. Allgemeines	54
	121. Genauigkeit	54
	122. Allgemeine Bedingungen	54
	123. Behälterform	55
	124. Eichung	55
	125. Messung	55
	126. Messgrenzen	56
e) Turbinendüse	127. Allgemeines	56
f) Gewicht	128. Allgemeines	56
	129. Genauigkeit	56
g) Schirm	130. Allgemeines	57
	131. Messeinrichtung	57
	132. Genauigkeit	57
h) Venturimeter	133. Allgemeines	57
i) Norm-Düsen und -Blenden	134. Allgemeines	57
k) Staurohr	135. Allgemeines	58
l) Allen-Methode	136. Verfahren	58
	137. Allgemeines	58
m) Gibson-Methode	138. Verfahren	58
	139. Allgemeines	58
n) Titration	140. Verfahren	59
	141. Allgemeines	59
o) Thermodynamische Methode (Temperaturmessung)	142. Verfahren	59
p) Fehlerbestimmung	143. Methode	59
II. Nutzgefälle		
a) Allgemeines	144. Nivellement	60
	145. Zahl der Ablesungen	60
	146. Vakuum	60

b) Druckmessung	147. Allgemeines	61
	148. Messquerschnitt	61
	149. Messanschluss	62
	150. Messleitung	63
	151. Instrument	64
	152. Eichung	65
	153. Einfluss der barometrischen Druckdifferenz und der Kompressibilität des Wassers	65
c) Freier Wasserspiegel	154. Messort	66
	155. Unterwasserspiegel	66
	156. Messeinrichtung	66
III. Turbinenleistung		
a) Allgemeines	157. Methode	66
b) Generatorwirkungsgrad	158. Definition	67
	159. Gesamtverluste	68
	160. Verlustmessung	68
c) Wirkleistung	161. Messort	68
	162. Messinstrumente	68
d) Mechanische Bremsung	163. Allgemeines	69
	164. Zusatzbelastung	69
	165. Sekundärwelle	69
e) Verlustleistungen	166. Regulator	69
	167. Ventilationsverluste	69
	168. Uebertragungsverluste	69
	169. Verschiedenes	70
IV. Drehzahl	170. Elektrische Leistungsmessung (indirekte Leistungsmessung)	70
	171. Bremsung (direkte Leistungsmessung)	70
V. Drehzahländerung	172. Allgemeines	70
VI. Druckänderung	173. Allgemeines	71
	174. Instrumente	71

Anhang

Literaturverzeichnis	71
Weitere Literatur	72

Vorwort zur 1. Auflage (Auszug)

Die vorliegenden Schweiz. Regeln für Wasserturbinen sind das Resultat mehrjähriger Arbeit des Fachkollegiums 4, Wasserturbinen, des Schweizerischen Elektrotechnischen Komitees (CES). Zur Bearbeitung wurde das genannte Fachkollegium so zusammengesetzt, dass alle interessierten Kreise mitwirkten, nämlich die Wissenschaft, das für Flügeleichen zuständige Amt für Wasserwirtschaft, die Elektrizitätswerke als Besteller und die Wasserturbinenfabrikanten als Lieferanten.

Als Grundlage dienten die langjährigen Erfahrungen der schweizerischen Wasserkraftwerke und der Fabrikanten, deren Turbinen in alle Industrieländer der Welt geliefert werden. Ferner wurden alle erreichbaren nationalen Regeln für Wasserturbinen und für Wasserkraftanlagen durchgearbeitet; als Unterlage für die Messregeln wurden auch die Normen des Schweizerischen Ingenieur- und Architektenvereins für Wassermessungen (1924) beigezogen.

In den vorliegenden Regeln des SEV sind auch Bestimmungen rechtlicher und finanzieller Natur enthalten, während sich bisher alle andern Regeln des SEV nur mit technischen Fragen befassten. Das CES war der Auffassung, dass

der vorliegende Versuch, auch vertragliche Bestimmungen in Regeln aufzunehmen, wert sei, der Bewährungsprobe unterworfen zu werden.

Der Schweizerische Elektrotechnische Verein bittet die Benutzer dieser Regeln, ihm die Erfahrungen, die künftig damit gemacht werden, bekannt zu geben.

Diese Regeln des SEV wurden durch die Delegiertenversammlung des Schweizerischen Ingenieur- und Architektenvereins vom 30. August 1947 als SIA-Normen erklärt.

Schweizerischer Elektrotechnischer Verein
Das Sekretariat

Vorwort zur 2. Auflage

Die Erfahrungen, die in der Praxis und bei der Übersetzung des Textes in die französische, englische und spanische Sprache gemacht wurden, brachten einige Änderungen und Ergänzungen, die in der vorliegenden 2. Auflage berücksichtigt wurden. Diese Änderungen und Ergänzungen wurden im Bulletin SEV Bd. 42(1951), Nr. 10, S. 370...372, den Mitgliedern zur Kenntnis gebracht.

Schweizerischer Elektrotechnischer Verein
Das Sekretariat

Vorwort zur 3. Auflage

Nachdem der deutsche Text der 1. Auflage der im Jahre 1947 herausgegebenen «Regeln für Wasserturbinen» in verhältnismässig kurzer Zeit vergriffen war, folgte im Jahre 1951 eine zweite Auflage, in welcher die Erfahrungen aus der praktischen Anwendung dieser «Regeln» sowie aus der Übersetzung des Textes in die französische, englische und spanische Sprache Berücksichtigung fanden. Auch die zweite Auflage war bald erschöpft, und es ergab sich die Notwendigkeit eines Nachdruckes, der infolge der Dringlichkeit unverändert erfolgte.

Die vorliegende 3. Auflage ist vollständig neu bearbeitet und stimmt mit der gleichzeitig erscheinenden 2. Auflage des französischen Textes überein. Es sind in ihr eine Reihe von materiellen und redaktionellen Änderungen gegenüber den früheren Auflagen vorgenommen worden, wobei auch der Gedanke wegleitend war, dass die Schweizerischen Regeln für Wasserturbinen einen Beitrag der Schweiz an die Schaffung internationaler Regeln darstellen sollen.

Die hauptsächlichsten Änderungen sind die folgenden: Die Ziffer 30 (Wirkungsgrad) wurde neu formuliert und bedeutend erweitert. Ferner wurden die Regeln durch Hinzufügung einer neuen Ziffer 41 (Modellversuche) ergänzt, in welcher die Bedeutung des Modellversuches als Abnahmeversuch dargestellt wird. Ebenso wurden die Ziffer 72 (Lage des Messquerschnittes in Kanälen) sowie die Ziffer 79 (Schräganströmung) vollständig neu gefasst und Ziffer 142 (Verfahren bei der Temperaturmessungs-Methode) auf Grund der bisherigen Erfahrungen geändert. Die Ziffer 155 (Unterwasserspiegel) wurde wesentlich erweitert, um den verschiedenen Einbauarten der Turbinen Rechnung zu tragen. Die Ziffer 167 (Ventilationsverluste) gibt nun Hinweise auf Veröffentlichungen im Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins der sehr weitgehenden Versuche über Ventilationsverluste von Schwungrädern, Riemenscheiben, Kupplungen und Scheiben, sowie von Freistrahlturbinen-Laufrädern, die im Institut für hydraulische Maschinen und Anlagen an der Eidgenössischen Technischen Hochschule

vorgenommen wurden. Die Ergebnisse dieser Versuche gestatteten die Aufstellung von Formeln, mit deren Hilfe es möglich ist, die Ventilationsverluste rotierender Räder mit praktisch genügender Genauigkeit zu berechnen.

Schweizerischer Elektrotechnischer Verein
Das Sekretariat

Ces règles ont aussi paru en français

These rules have also been published in English

Estas reglas han sido también publicadas en español

Schweizerische Regeln für Wasserturbinen

Erster Teil:

Allgemeine Regeln

A. Allgemeines

1. Geltungsbereich

Die vorliegenden Regeln gelten für alle heute üblichen Arten von offenen und geschlossenen Wasserturbinen, die mit praktisch sauberem Wasser betrieben werden, im besonderen für

a) Ueberdruckturbinen: Francis
Propeller
Kaplan

b) Gleichdruckturbinen: Freistrah (Pelton).

Sinnemäss können sie auch bei Messungen an älteren Turbinentypen angewendet werden, z. B. Henschel-, Jonval- und Girard-Turbinen.

c) Kreiselpumpen: Die vorliegenden Regeln haben sinngemäss auch Gültigkeit für Kreiselpumpen, die kaltes Wasser fördern.

2. Zweck

Die Regeln haben den Zweck, die bei der Bestellung von Wasserturbinen festzusetzenden Betriebsdaten und Garantien auf einheitliche Grundlage zu stellen, die für deren Ueberprüfung nötigen Grössen zu definieren und die Art ihrer Berechnung und Messung festzulegen.

Sie beziehen sich nicht auf die konstruktiven und festigkeitstechnischen Eigenschaften der Turbinen.

B. Grössen und Symbole

3. Tabelle der Messgrössen

Symbol der Grösse	Name und Bemerkungen	Symbol der Einheit
γ	Spezifisches Gewicht des Wassers (bei +4 °C und p abs. = 1 kg/cm ² : $\gamma = 1000$ kg/m ³)	kg/m ³ ; kg/dm ³
g	Erdbeschleunigung (9,81 m/s ²)	m/s ²
v	Wassergeschwindigkeit	m/s
H	Gefälle	m
p	Druck	kg/cm ² ; kg/m ²
Q	Wasservolumen dividiert durch die Messzeit (im folgenden kurz «Wassermenge» genannt)	m ³ /s dm ³ /s (Lit./s)
P	Leistung (1 kW = 102,0 kgm/s = 1,359 PS) (1 PS = 75 kgm/s = 0,7355 kW)	kW (PS)
n	Drehzahl	1/min (U./min)
η	Wirkungsgrad	1; 0/0

C. Definitionen

I. Allgemeines

4. Bauliche Anlage

Die bauliche Anlage eines Wasserkraftwerkes besteht im wesentlichen aus:

- Wasserfassung, Stauwehr, Staumauer, Stausee;
- Zuleitung zur Turbine (Oberwasserkanal, Stollen, Wasserschloss, Rohrleitung, Absperrorgane);
- offene oder geschlossene Kammer, Beton- Halb- oder Voll-Spirale;
- Betonsaugrohr, Unterwasserkanal.

5. Turbine

Die Turbine besteht, je nach Typ, aus folgenden Teilen:

- Spirale, Gehäuse;
- Leitapparat, Nadeldüse, Druckregler, Strahlableiter;
- Laufwerk, Welle, Lager;
- Saugrohr;
- Regelung.

II. Nennbetrieb

6. Definition

Der Nennbetrieb einer Turbine ist bestimmt durch die Betriebsgrössen, die ihm der Lieferant zuspricht, nämlich die Nennwerte von Gefälle H_n , Wassermenge Q_n , Leistung P_n , Drehzahl n_n usw., nach den Angaben des Leistungsschildes (Ziffer 24).

III. Gefälle

7. Allgemeine Definitionen

a) Das Gesamtgefälle einer Wasserkraftanlage ist der Höhenunterschied zwischen den Wasserspiegeln am Anfang und Ende der Konzessionsstrecke.

b) Das Nutzgefälle H ist der Höhenunterschied der Energielinien vor und nach der Turbine (Fig. 1...11).

c) Das Nenngefälle H_n ist das Nutzgefälle, für welches die Turbine berechnet ist.

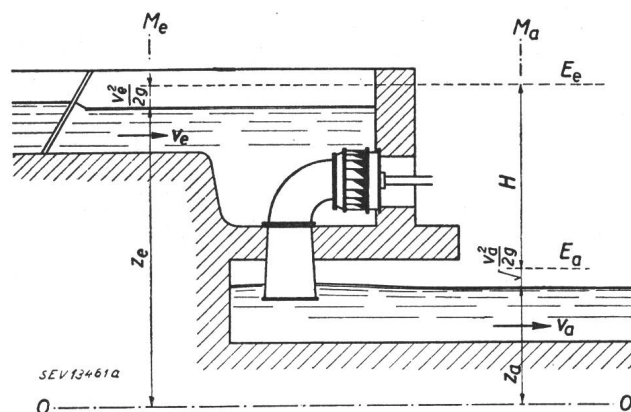


Fig. 1

Überdruckturbine (Francis, Propeller, Kaplan)

Offene Wasserkammer. Horizontale Welle. Blechsaugrohr

$$\text{Nutzgefälle } H = z_e - z_a + \frac{v_e^2 - v_a^2}{2g}$$

8. Allgemeine Gesichtspunkte zum Begriff Nutzgefälle

a) Das Nutzgefälle umfasst nur den Verantwortungsbe-
reich der eigentlichen Turbine.

b) Für die Bestimmung des Nutzgefälles ist die Höhe der Energielinien vor und nach der Turbine zu ermitteln. Die Ermittlung der Energielinie vor der Turbine erfolgt:

bei offenen Turbinen nach dem Rechen;

bei geschlossenen Turbinen nach dem Schieber, am Eintritt zum Gehäuse oder zur Nadeldüse.

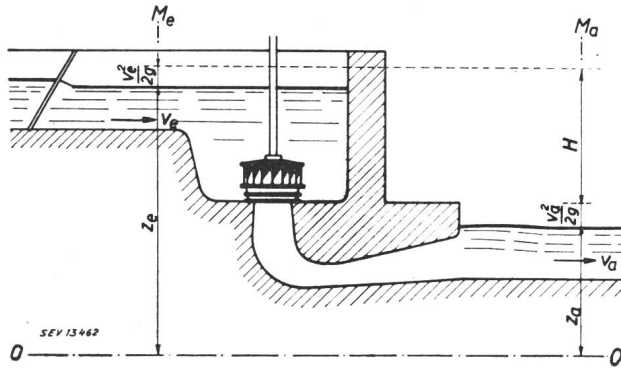


Fig. 2
Überdruckturbine

Offene Wasserkammer. Vertikale Welle. Saugrohrkrümmer

$$\text{Nutzgefälle } H = z_e - z_a + \frac{v_e^2 - v_a^2}{2g}$$

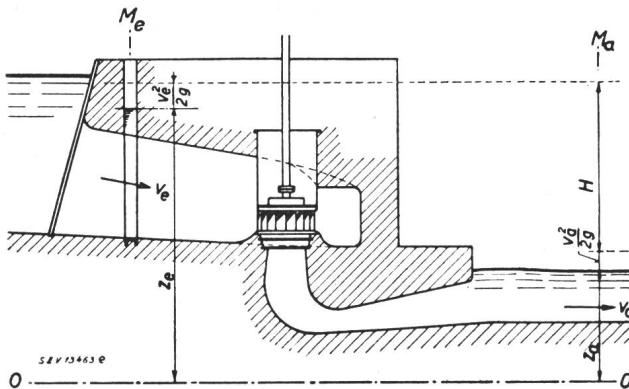


Fig. 3
Überdruckturbine

Geschlossene Betonspirale. Vertikale Welle. Saugrohrkrümmer

$$\text{Nutzgefälle } H = z_e - z_a + \frac{v_e^2 - v_a^2}{2g}$$

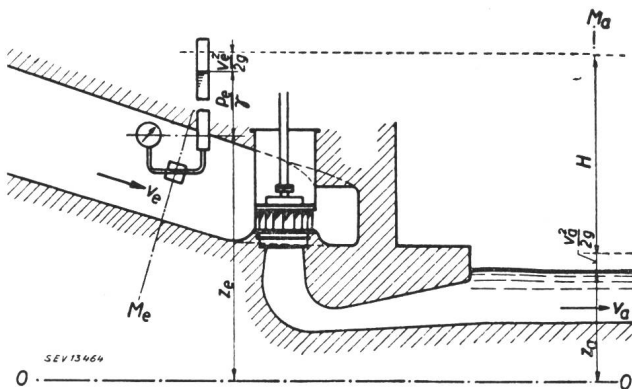


Fig. 4
Überdruckturbine

Geschlossene Betonspirale. Vertikale Welle. Saugrohrkrümmer

$$\text{Nutzgefälle } H = z_e - z_a + \frac{p_e}{\gamma} + \frac{v_e^2 - v_a^2}{2g}$$

c) Die Geschwindigkeitshöhe ist für den gleichen Querschnitt zu berechnen, in welchem die Gefällsmessung erfolgt.

d) Über die Bestimmung der Energielinie nach der Turbine siehe Ziff. 155.

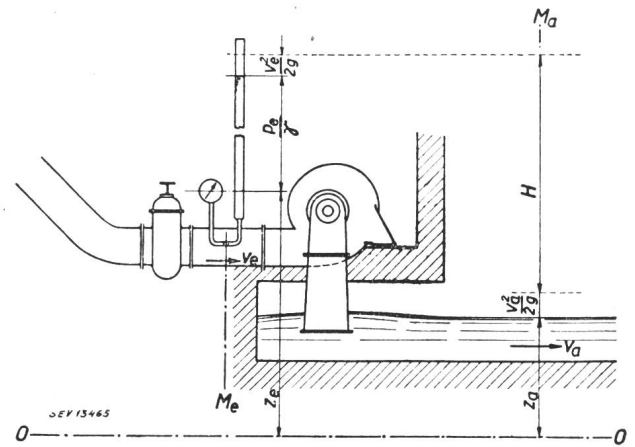


Fig. 5
Überdruckturbine

Spiralgehäuse. Horizontale Welle. Blechsaugrohr

$$\text{Nutzgefälle } H = z_e - z_a + \frac{p_e}{\gamma} + \frac{v_e^2 - v_a^2}{2g}$$

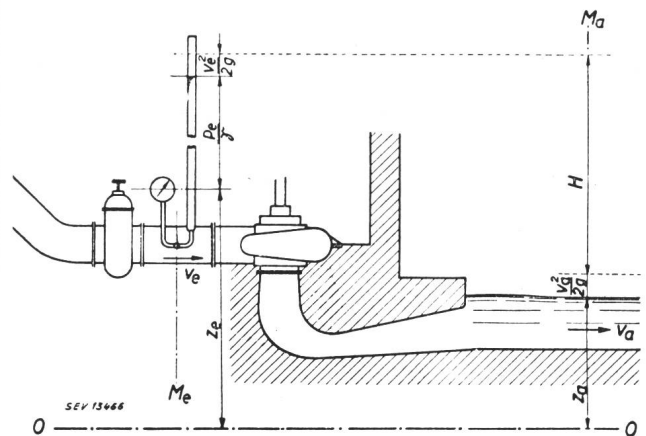


Fig. 6
Überdruckturbine

Spiralgehäuse. Vertikale Welle. Saugrohrkrümmer

$$\text{Nutzgefälle } H = z_e - z_a + \frac{p_e}{\gamma} + \frac{v_e^2 - v_a^2}{2g}$$

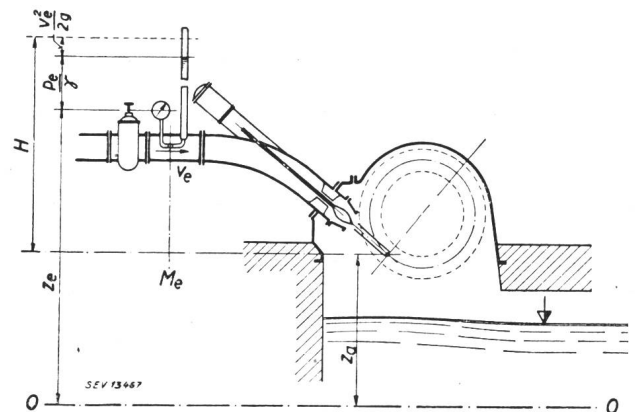


Fig. 7
Gleichdruckturbine (Freistrah, Pelton)

Eindüs. Horizontale Welle

$$\text{Nutzgefälle } H = z_e - z_a + \frac{p_e}{\gamma} + \frac{v_e^2}{2g}$$

9. Spezielle Definitionen

In Fig. 1...11 sind für die heute üblichen Turbinen-Typen und -Anordnungen die nötigen Angaben für die Messung und Berechnung des Nutzgefälles H gemacht.

Der Unterschied in der Lage der Druckmessanschlüsse zwischen Fig. 8 und 9 rührt daher, dass in beiden Fällen der Druck vor der Nadelstangen-Durchführung zu messen ist.

Definitionsskizzen zu Ziff. 9

M_e Messquerschnitt beim Wassereintritt
 M_a Messquerschnitt beim Wasseraustritt
 E_e Energielinie vor der Turbine
 E_a Energielinie nach der Turbine

siehe Fig. 1...11

Nutzgefälle $H = E_e - E_a$

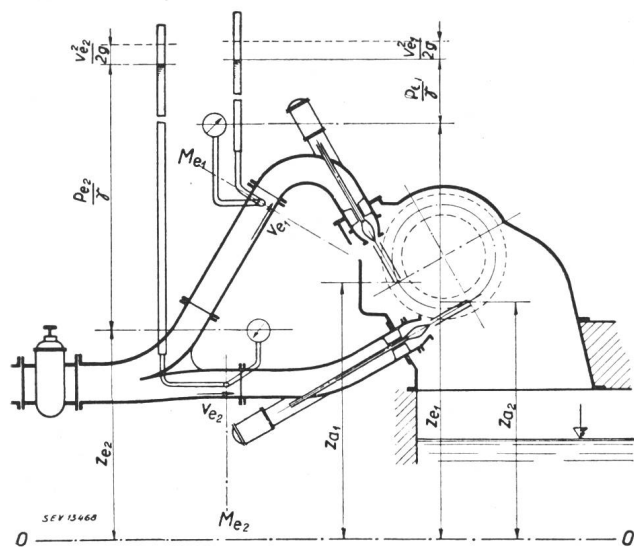


Fig. 8

Gleichdruckturbine

Zweidüsigg. Horizontale Welle

Nutzgefälle

$$H = \frac{Q_1 \left[z_{e1} - z_{a1} + \frac{p_{e1}}{\gamma} + \frac{v_{e1}^2}{2g} \right] + Q_2 \left[z_{e2} - z_{a2} + \frac{p_{e2}}{\gamma} + \frac{v_{e2}^2}{2g} \right]}{Q_1 + Q_2}$$

Gewichtetes Mittel der Einläufe

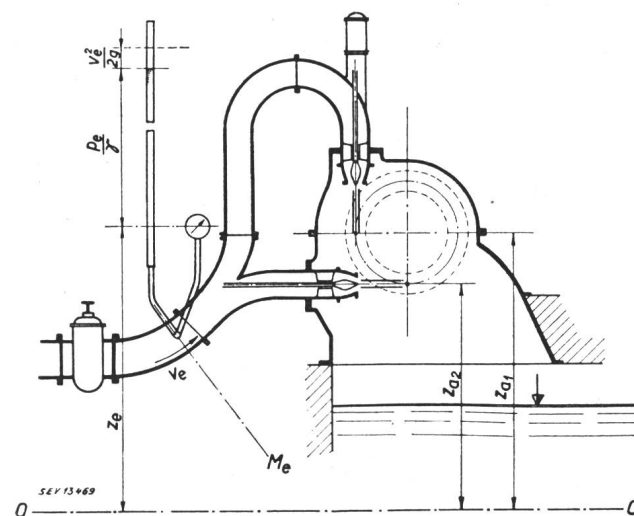


Fig. 9

Gleichdruckturbine

Zweidüsigg. Horizontale Welle

$$H = \frac{Q_1 (z_e - z_{a1}) + Q_2 (z_e - z_{a2})}{Q_1 + Q_2} + \frac{p_e}{\gamma} + \frac{v_e^2}{2g}$$

Gewichtetes Mittel der Einläufe

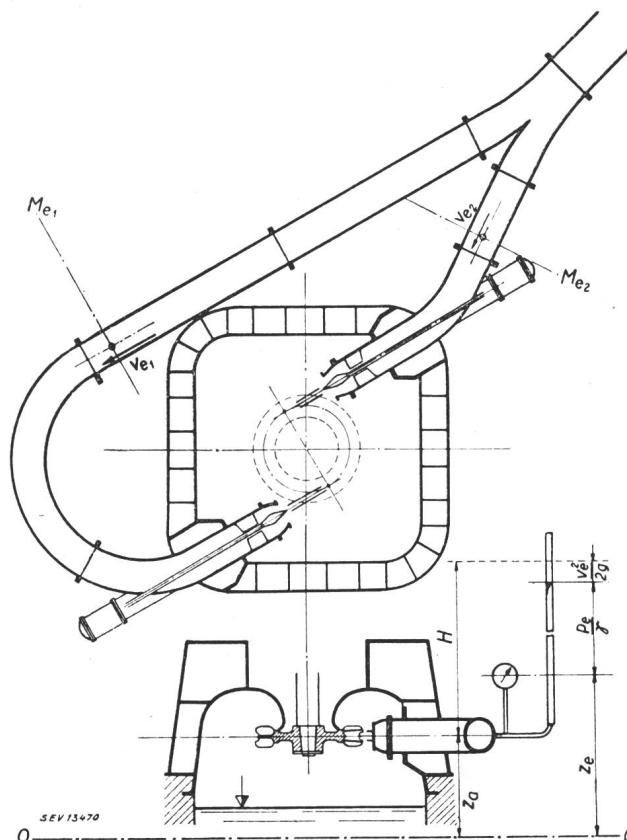


Fig. 10

Gleichdruckturbine

Zweidüsigg. Vertikale Welle

$$H = z_e - z_a + \frac{Q_1 \left[\frac{p_{e1}}{\gamma} + \frac{v_{e1}^2}{2g} \right] + Q_2 \left[\frac{p_{e2}}{\gamma} + \frac{v_{e2}^2}{2g} \right]}{Q_1 + Q_2}$$

Gewichtetes Mittel der Einläufe

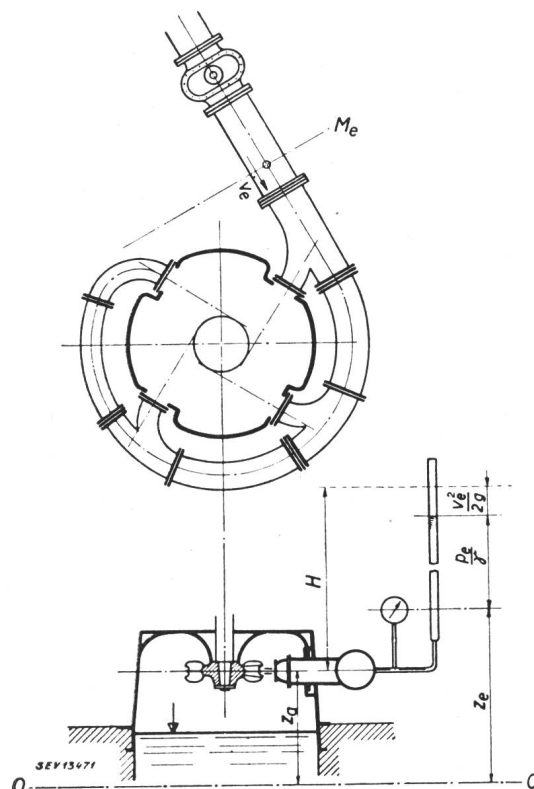


Fig. 11

Gleichdruckturbine

Mehrdüsigg. Vertikale Welle

$$H = z_e - z_a + \frac{p_e}{\gamma} + \frac{v_e^2}{2g}$$

10. Besondere Einbauverhältnisse

a) Die, besonders bei Umbauten, häufig vorhandenen ungünstigen Verhältnisse in der Wasserführung sind bei der Bestimmung des Nutzgefälles zu berücksichtigen und die Art der Gefällsmessung ist, wenn möglich, bereits bei der Bestellung festzulegen.

b) Bei der Untersuchung von älteren Turbinenarten (z. B. Gleichdruckturbinen mit Hydropneumatisation) ist die Bestimmung des Nutzgefälles den besonderen Verhältnissen anzupassen.

IV. Wassermenge

11. Definition

Als Turbinen-Wassermenge wird die gesamte zum Betrieb der Turbine erforderliche Wassermenge bezeichnet, wobei die Verlust-Wassermengen nach Ziffer 12 zu berücksichtigen sind.

Die Nennwassermenge Q_n ist die Turbinen-Wassermenge, für welche die Turbine berechnet ist.

12. Verlust-Wassermengen

a) Die Wasserverluste in Laufradspalten, Labyrinth und Stopfbüchsen gehen zu Lasten der Turbine.

b) Die für die Kühlung der Turbinenlager nötige Wassermenge geht nicht zu Lasten der Turbine.

c) Die für die Kühlung und den Betrieb des Regulators nötige Wassermenge geht nicht zu Lasten der Turbine.

d) Das Kühlwasser für den Generator geht nicht zu Lasten der Turbine.

e) Die nötige Kühlwassermenge ist bei der Bestellung verbindlich anzugeben.

V. Turbinenleistung

13. Definition

Unter Turbinenleistung P_T versteht man die Leistung an der Turbinenwelle.

Die Nennleistung P_{Tn} ist die Leistung, für welche die Turbine berechnet ist und nach der sie benannt wird.

14. Mechanische Verlustleistungen

a) Die Lagerreibungsverluste der Turbine allein gehen zu Lasten der Turbine. Bei gemeinsamen Lagern mit dem Generator und im besonderen bei Spurlagern für vertikale Wellen geht zu Lasten der Turbine nur der Teil der Lagerreibungsverluste, der der Lagerbelastung durch die Turbine entspricht (siehe Ziff. 159 und 160).

b) Die Antriebsleistung der für die Lagerkühlung nötigen Pumpen geht nicht zu Lasten der Turbine (siehe insbesondere Ziff. 159 und 160).

c) Die Antriebsleistung des Regulators geht nicht zu Lasten der Turbine; sie ist jedoch bei der Garantieabgabe verbindlich anzugeben.

d) Die Ventilations- und Lagerreibungs-Verluste des Schwungrades gehen nicht zu Lasten der Turbine.

e) Mechanische Uebertragungsverluste (bei der Uebertragung der Nutzleistung) in Riemen, Zahnradern usw. gehen nicht zu Lasten der Turbine.

VI. Druckschwankung

15. Allgemeines

a) Als Bezugsort für die Berechnung der vorübergehenden Druckschwankung gilt der gleiche Querschnitt wie für die Bestimmung der Energielinie vor der Turbine (siehe Ziff. 8, Alinea b).

b) Die Garantien beziehen sich auf eine Turbine allein am gleichen hydraulischen System, welches bei der Garantieabgabe zu definieren ist, bei im übrigen abgestellter Anlage. Informatorisch ist auch der bei Vollabschaltung des gan-

zen Kraftwerkes zu erwartende Druckanstieg anzugeben, wobei gleichzeitig der Besteller auf die Tatsache aufmerksam gemacht werden kann, dass unter Umständen bei Teilentlastungen noch ungünstigere Verhältnisse auftreten.

c) Garantien über die Grösse der Druckschwankungen bei Laständerungen sind nur für Entlastungen auf Null anzugeben.

d) Angaben über die Grösse der Druckschwankungen bei Belastungen haben nur die Bedeutung einer Information.

16. Definition

Der bei einer Entlastung an der Turbine auftretende relative Druckanstieg δ_p wird folgendermassen definiert:

$$\delta_p = 100 \frac{p_{max} - p_{stat}}{\gamma \cdot H_{stat}} \text{ in } \%.$$

Hierin bedeuten:

p_{max} der bei einer Entlastung vorübergehend auftretende maximale Druck

p_{stat} der beim Versuch vorhandene statische Druck

H_{stat} das beim Versuch vorhandene statische Gefälle (Nutzgefälle bei $Q = 0$)

17. Regelzeiten

Angaben über Regelzeiten von Regelorganen und Druckreglern haben nur informatorischen Charakter.

VII. Drehzahl

18. Definitionen

a) Die Nenndrehzahl n_n ist die Drehzahl, für welche die Turbine berechnet ist.

b) Als Durchgangsdrehzahl wird die höchste Drehzahl bezeichnet, welche die Turbine allein unter dem höchsten Nutzgefälle erreicht, wenn nur die Eigenverluste der Turbine auftreten. Eventuelle Leistungsaufnahmen von angekuppelten Generatoren, Pumpen, Regulatoren usw. sind daher bei der Angabe der Durchgangsdrehzahl nicht zu berücksichtigen.

Bei Kaplan-turbinen bezieht sich die Durchgangsdrehzahl auf gelösten Steuerzusammenhang einerseits und auf die gegenseitige Stellung von Leit- und Laufschaufeln, welche die höchste Drehzahl ergibt, andererseits.

c) Sofern eine Schleuderprobe des Laufrades vereinbart wird, ist diese während 2 min mit der Durchgangsdrehzahl durchzuführen.

19. Drehsinn

a) In Uebereinstimmung mit den Regeln des SEV für elektrische Maschinen wird eine Turbine als «rechtslaufend» bezeichnet, wenn sie im Uhrzeigersinn dreht, als «linkslaufend», wenn sie entgegengesetzt dreht.

b) Der Drehsinn wird bestimmt:

1. Von der Antriebseite (Kupplungsseite) aus.

2. Nach besonderen Vereinbarungen, am besten durch eine Skizze, wenn für eine Turbine der Begriff «Antriebseite» (Kupplungsseite) nicht eindeutig ist.

c) Handräder oder Hebel von Regelungen und von Abschlussorganen müssen immer «rechts», d. h. im Uhrzeigersinn, schliessen.

VIII. Drehzahländerung ¹⁾

20. Definitionen

a) Die bleibende relative Drehzahländerung δ_n wird folgendermassen definiert:

$$\delta_n = 100 \frac{n_0 - n}{n_n} \text{ in } \%.$$

Es bedeuten:

n_0 die Drehzahl bei unbelastetem, erregtem Generator

n die Drehzahl bei belastetem Generator

n_n die Nenndrehzahl

Mit Rücksicht auf die Wichtigkeit, im Zusammenhang mit modernen Netzkupplungen und Fernlastregelungen, kann informatorisch die Angabe des Verlaufes der bleibenden rela-

¹⁾ siehe auch [Lit. 8] des Literaturverzeichnisses im Anhang.

tiven Drehzahländerung δ_n in Funktion der Leistungsänderung verlangt werden.

Die bleibende relative Drehzahländerung $\delta_{n\text{ voll}}$ [totale Statik²⁾] bei der grössten Turbinenöffnung, die beim vorhandenen Gefälle ausgenützt werden kann, wird sinngemäss folgendermassen definiert:

$$\delta_{n\text{ voll}} = 100 \frac{n_0 - n_{\text{voll}}}{n_n} \text{ in } \%. \quad \text{in } \%$$

Es bedeuten:

n_0 die Drehzahl bei unbelastetem, erregtem Generator
 n_{voll} die Drehzahl bei der grössten, beim vorhandenen Gefälle ausnutzbaren Turbinenöffnung
 n_n die Nenndrehzahl

Bei der garantierten Turbinenleistung ist infolge der Überlastbarkeit der Turbinen die Drehzahl im allgemeinen grösser als n_{voll} .

b) Der bei einer Entlastung auftretende vorübergehende relative Drehzahlanstieg δ_{nt} wird folgendermassen definiert:

$$\delta_{nt} = 100 \frac{n_{\text{max}} - n_{\text{vorher}}}{n_n} \text{ in } \%. \quad \text{in } \%$$

Es bedeuten:

n_{max} die höchste bei einer Entlastung vorübergehend auftretende Drehzahl
 n_{vorher} die Drehzahl unmittelbar vor der Entlastung
 n_n die Nenndrehzahl

21. Garantie-Bestimmungen

a) Die Garantien für den vorübergehenden relativen Drehzahlanstieg δ_{nt} beziehen sich auf eine Turbine allein am gleichen hydraulischen System, welches bei der Garantieabgabe zu definieren ist, bei im übrigen abgestellter Anlage.

b) Bei den Garantiewerten des vorübergehenden relativen Drehzahlanstieges ist das zugehörige Nenngefälle anzugeben.

c) Die Garantien für den vorübergehenden relativen Drehzahlanstieg sind nur für Entlastungen auf Null anzugeben.

d) Angaben für Belastungen haben nur informatorischen Charakter.

e) Periodische Drehzahlschwankungen infolge Druckschwankungen, hervorgerufen durch zu kleine Wasserschläuser, oder den eventuellen Einfluss eines Spannungsreglers, sind bei der Beurteilung der Arbeitsweise des Turbinenreglers zu berücksichtigen.

f) Falls Pendelungen auftreten, untersuchen der Turbinen- und der Generator-Lieferant zusammen mit dem Besteller die Ursachen der Pendelungen und beschliessen, wie diese behoben werden sollen und wer die Kosten dafür zu tragen hat.

IX. Wirkungsgrad

22. Definition

Der Wirkungsgrad η_T wird definiert als das Verhältnis der Turbinenleistung P_T zu der der Turbine zugeführten disponiblen Leistung P_d , d. h.

$$\eta_T = 100 \frac{P_T}{P_d} \text{ in } \%. \quad \text{in } \%$$

(Betr. Verlust-Wassermengen und Verlustleistungen vgl. Ziff. 12 bzw. 14.)

Die disponible Leistung P_d berechnet sich folgendermassen aus der Turbinenwassermenge und dem Nutzgefälle:

$$P_d = \frac{\gamma Q H}{102} \text{ in kW}$$

Q in m³/s; H in m; γ in kg/m³

23. Mittlerer Wirkungsgrad

a) Für die Bestimmung des mittleren Wirkungsgrades ist die Kurve der gemessenen Wirkungsgrade (nach Ziffer 56) über die Turbinenleistung P_T aufzutragen. Der mittlere Wirkungsgrad berechnet sich als arithmetisches Mittel der Kurvenwerte, welche den verschiedenen Garantieleistungen entsprechen.

²⁾ siehe Kap. IV der Leitsätze für die Drehzahlregelung von Wasserturbine-Generator-Gruppen, Publ. Nr. 0205 des SEV [Lit. 8].

b) In gleicher Weise wird ein mittlerer gewichteter Wirkungsgrad arithmetisch berechnet.

X. Leistungsschild

24. Aufschriften

a) Es ist bei jeder Turbine ein Leistungsschild anzubringen.

b) Darauf sind deutlich und haltbar folgende Angaben zu machen:

Nennwerte von:

Name des Lieferanten	Gefälle
Baujahr	Wassermenge
Fabrikationsnummer	Leistung
	Drehzahl
	Durchgangsdrehzahl

c) Musterschild

NAME DES LIEFERANTEN	
Baujahr	Fabr. Nr.
Gefälle	m
Wassermenge	m ³ /s
Leistung	kW
Drehzahl	/min
Durchgangsdrehzahl	/min

D. Vertrags-Bestimmungen

I. Allgemeines

25. Gleichberechtigung

Die Beziehungen zwischen Besteller und Lieferant basieren auf dem Grundsatz der Gleichberechtigung beider Partner.

26. Haftung

Der Lieferant haftet in keinem Fall für das Vorhandensein der den Garantien zu Grunde gelegten Nennwerte des Gefälles und der Wassermenge, auch wenn er die Aufnahmen für das Projekt selbst gemacht hat.

27. Prämien und Pönalitäten auf dem Wirkungsgrad

Werden in der Bestellung Pönalitäten aufgeführt, so sind Prämien gleichen Umfanges vorzusehen. Die Berechnung der Prämien und Pönalitäten hat nach einmal festgelegter Wirkungsgradkurve (nach Ziffer 23 und 56) und unter Berücksichtigung der Messtoleranz (Ziffer 30) in Schritten von 0,1 % (absolut) zu erfolgen.

28. Generator-Wirkungsgrad

a) Der Besteller verschafft dem Turbinenlieferanten auf Ansuchen das Recht, denjenigen Generator-Abnahmeversuchen beizuwohnen, deren Ergebnisse für die Bestimmung des Generator-Wirkungsgrades von Bedeutung sind. Der Turbinenlieferant ist dann vom Generatorlieferanten zu den Versuchen einzuladen.

Nimmt der Turbinenlieferant an den Generator-Versuchen nicht teil, so ist ihm eine Kopie des Original-Protokolles der Generator-Abnahmeversuche zu übergeben.

b) Wenn die Voraussetzungen von Ziff. 28a) nicht erfüllt sind und wenn vom Turbinenlieferanten Generatorversuche verlangt werden, dann bezahlt er nur dann die Kosten dieser Versuche, wenn die dem Turbinenlieferanten bekannt gegebenen Generator-Wirkungsgrade erreicht oder überschritten werden.

II. Toleranzen

29. Leistung

a) Dem Lieferanten steht es frei, eine über der Nennleistung wirklich erreichte Leistung als Höchstleistung zu bezeichnen und der Berechnung des mittleren Wirkungsgrades zu Grunde zu legen, wenn sie nicht mehr als 10 % über der Nennleistung liegt. Dabei darf der Lieferant die Höchstleistung so wählen, dass die Pönalitäten ein Minimum werden. Kommen Prämien in Frage, dann ist die Höchstleistung so zu wählen, dass die Prämien ein Minimum werden.

b) Wird die Nennleistung nicht erreicht, beträgt die Toleranz — 2 % der Nennleistung.

Ist die Ungenauigkeit der elektrischen Messung ausserordentlich gross, so ist die Leistungs-Toleranz entsprechend zu erhöhen (siehe auch Ziff. 162 d).

30. Wirkungsgrad

Technische Messungen sind mit Fehlern behaftet, deren Ursprung in den örtlichen Verhältnissen, den Eigenschaften der verwendeten Instrumente und den subjektiven Beobachtungsgenauigkeiten liegt. Die Summe der Fehler, die sich nach der Wahrscheinlichkeitsrechnung zum Teil ausgleichen können, muss als *Messfehler* beim Vergleich der gemessenen Wirkungsgrade mit den garantierten Werten berücksichtigt werden.

Grundsätzlich kann der totale wahrscheinliche Messfehler in jedem einzelnen Fall, unter Berücksichtigung der einzelnen Messfehler, gesondert berechnet werden. Langjährige Beobachtungen zeigen immer wieder, dass mit den heute verwendeten Instrumenten und einer Durchführung der Mes-

sungen entsprechend den SEV-Regeln, ein totaler Messfehler von etwa $\pm 2\%$ zu erwarten ist.

Entsprechend diesem Messfehler wird die Messtoleranz für den gemessenen Wirkungsgrad auf $\pm 2\%$ (absolute Prozente oder «Punkte») angesetzt.

Ist die Ungenauigkeit der elektrischen Messung ausserordentlich gross, so ist die Wirkungsgrad-Messtoleranz entsprechend zu erhöhen (siehe auch Ziff. 162 d).

Die festgelegte Messtoleranz ($\pm 2\%$ oder mehr) ist im Prinzip auf jeden einzelnen Messpunkt anzuwenden. Bei einmal festgelegter mittlerer Versuchskurve (siehe Ziff. 56b, c, d) kann sie direkt auf diese Kurve angewendet werden, sodass schliesslich ein Messtoleranz-Band entsteht. Bei gewichteten Wirkungsgraden ist sinngemäss vorzugehen.

In Fig. 12 sind 4 der möglichen Fälle als Beispiele dargestellt. In den Fällen a und b liegt die Kurve der garantierten Wirkungsgrade innerhalb des Toleranzbandes; die Wirkungsgradgarantien sind also erfüllt. Im Fall c sind die Wirkungsgradgarantien nicht erreicht; ein allfälliges Pönale (siehe Ziff. 27) ist mit dem Fehlbetrag $-\Delta\eta_T$ zu berechnen. Im Fall d sind die Wirkungsgradgarantien überschritten; eine allfällige Prämie ist mit dem Mehrbetrag $+\Delta\eta_T$ zu berechnen.

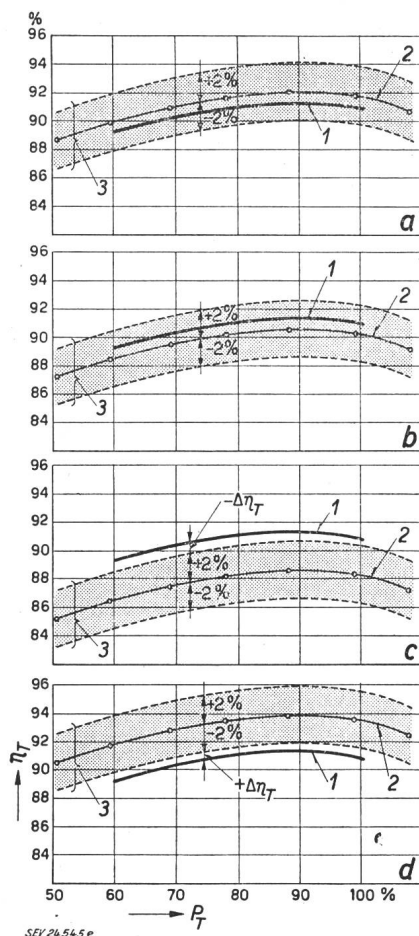


Fig. 12

Vergleich der Messergebnisse mit den Garantiewerten und Anwendung der Messtoleranz auf den Wirkungsgrad

- 1 Kurve der garantierten Wirkungsgrade
- 2 Kurve der gemessenen Wirkungsgrade
- 3 Toleranzband von $\pm 2\%$ absolut

- a Die Kurve der garantierten Werte liegt etwas tiefer als die gemessenen Werte, aber noch innerhalb des Toleranzbandes von $\pm 2\%$; keine Prämie
- b Die Kurve der garantierten Werte liegt etwas höher als die gemessenen Werte, aber noch innerhalb des Toleranzbandes von $\pm 2\%$; kein Pönale
- c Die Kurve der garantierten Werte liegt oberhalb des Toleranzbandes von $\pm 2\%$ zu den gemessenen Werten. Die Garantie ist nicht erfüllt; ein allfälliges Pönale ist mit $-\Delta\eta_T$ zu berechnen
- d Die Kurve der garantierten Werte liegt unterhalb des Toleranzbandes von $\pm 2\%$ zu den gemessenen Werten. Die Garantie ist erfüllt; eine allfällige Prämie ist mit $+\Delta\eta_T$ zu berechnen

31. Drehzahlanstieg

Für den vorübergehenden relativen Drehzahlanstieg δ_{nt} beträgt die Toleranz:

- 1 % (absolut) bei Entlastungen bis 50 %,
- 2 % (absolut) bei Entlastungen von 100 %,
- mit linearer Interpolation zwischen 50 und 100 %.

32. Druckanstieg

Die Toleranz für den garantierten Druckanstieg δ_p bei Entlastungen beträgt $+20\%$ des Garantiewertes.

33. Rückweisung

Liegt der mittlere gemessene Wirkungsgrad, nach Addition der Toleranz, um mehr als 3 volle Prozente unter dem mittleren garantierten Wirkungsgrad, so ist der Besteller berechtigt, die Lieferung zurückzuweisen. Die Rückweisungsgrenze liegt bei einer Toleranz von $\pm 2\%$ folglich bei -5% (absolut).

Ebenso kann die Rückweisung erfolgen, wenn die gemessene maximale Leistung um mehr als 5 % kleiner als die Nennleistung ist.

III. Besondere Garantie-Bestimmungen

34. Dauer der Garantiezeit

Die Garantiezeit *D* dauert mindestens 6 Monate bei kleinen Anlagen und höchstens 24 Monate bei grossen Anlagen. Sie ist bei der Bestellung zu vereinbaren.

35. Beginn der Garantiezeit

Die Garantiezeit *D* beginnt nach Ablauf des vereinbarten Probetriebes, der bei kleinen Anlagen 1...2 Tage, bei grossen Anlagen 3 Wochen betragen kann.

36. Verzögerung

Wenn aus Gründen, die der Turbinen-Lieferant nicht zu vertreten hat, die Spedition der Maschinen, oder die Montage, Inbetriebsetzung oder der Probetrieb in den vorgesehenen Fristen nicht erfolgen kann, so wird der Beginn der Garantiezeit entsprechend verschoben, deren Dauer aber so bemessen ist, dass spätestens nach einer Zeitspanne von $2D$ nach Versandbereitschaft ab Werk jede Garantie dahinfällt. Während nach Ablauf von $2D$ nach Versandbereitschaft die kommerziellen Forderungen automatisch fällig werden, kann über die technischen Garantien vor Ablauf dieser Frist $2D$ eine neue gegenseitige Vereinbarung getroffen werden, wobei der Lieferant für allfällige zusätzliche Auslagen Anrecht auf angemessene Entschädigung hat.

Die fälligen Zahlungen beziehen sich nur auf ausgeführte Arbeiten.

37. Ersatz- und Reserveteile

Wenn während der Garantiezeit ein wesentlicher Maschinenteil zur Erfüllung der vertraglichen Verpflichtungen repariert, geändert oder ersetzt werden muss, so läuft die Garantiezeit neu, und zwar nur für diesen Teil allein vom Zeitpunkt seiner Inbetriebsetzung an. In der Hauptlieferung ein-

geschlossene Reserveteile werden gleich behandelt wie die entsprechenden montierten Teile der Lieferung, d. h. sie unterliegen dem gleichen Ablauf der Garantiezeit wie die Hauptlieferung, auch wenn ihre Verwendung erst später erfolgen sollte.

38. Bewegliche und feste Bauwerke

Als demontierbare, d. h. bewegliche Teile, die nicht unter den Begriff der «geheimen Mängel» nach schweizerischem Obligationenrecht fallen, sind alle diejenigen Teile zu betrachten, die durch Lösen einer rein mechanischen Verbindung entfernt werden können. Einbetonnierte Teile sind als feste Bauwerke zu betrachten.

E. Abnahmeversuche

I. Allgemeines

39. Leitung

Die Versuche werden, sofern bei der Bestellung nichts anderes vorgesehen ist, vom Lieferanten im Einvernehmen mit dem Besteller durchgeführt. Wenn zwischen Lieferant und Besteller keine Einigung erzielt wird, dann ist ein sachverständiger Unparteiischer beizuziehen.

Die Durchführung von Abnahmeversuchen soll nur einem mit solchen Messungen vertrauten Personal übertragen werden.

40. Programm

a) Die Abnahmeversuche sind innerhalb der Garantiezeit durchzuführen. Der genaue Zeitpunkt kann nach besonderer Vereinbarung oder bereits bei der Bestellung bestimmt werden.

b) Der Umfang der Versuche wird rechtzeitig gemeinsam festgelegt, wenn möglich schon bei der Bestellung. Dabei ist der Umfang so zu wählen, dass eine sichere Beurteilung der Lieferung, d. h. ein Vergleich mit den Garantien einwandfrei möglich ist.

c) Bei mehreren gleichen Maschinen kann bereits bei der Bestellung bestimmt werden, dass nur eine, gemeinsam zu bezeichnende Maschine gemessen wird, und die Ergebnisse für alle verbindlich erklärt werden.

d) Nach Einstellung des Beharrungszustandes muss in jedem Lastpunkt während mindestens 15 min gemessen werden. Die Lastpunkte werden bei unveränderter Einstellung der Turbine je nach dem Gewicht der Garantiepunkte ein- oder höchstens dreimal gemessen.

e) Bei Kaplan-turbinen müssen die Versuche bei verschiedenen festen Laufstelllungen und mehreren jeweils dazugehörigen Leitapparatöffnungen durchgeführt werden. Der geometrische Ort aller Punkte besten Wirkungsgrades der verschiedenen Propellerkurven ergibt die Wirkungsgradkurve und die endgültige Steuerkurve.

41. Modellversuche

Bei grossen Kraftwerken, insbesondere bei solchen mit Francis- und vor allem Kaplan-turbinen können an Stelle der zeitraubenden und oft sehr kostspieligen Abnahmeversuche im Werk auch Modellversuche empfohlen werden und zwar mit in geometrischer und hydraulischer Beziehung vollständig ähnlichen Modellturbinen in genügend grossem Maßstab. Solche Messungen im Laboratorium gestatten eine Umgehung der bei Grossanlagen besonders für die Messung grosser Wassermengen auftretenden Schwierigkeiten und erlauben es insbesondere, die Garantien nicht nur bei einem Gefälle zu prüfen, sondern den gesamten Garantiebereich durchzumessen.

Die am Modell gemessenen Wirkungsgrade sind nach einer der bekannten Aufwertungsformeln aufzuwerten, über deren Wahl sich Besteller und Lieferant zu verständigen haben. Wie der Publikation von Hutton [Lit. 11]³⁾ entnommen werden kann, gibt z. B. die Formel von Moody meistens etwas zu hohe Werte für den Wirkungsgrad der Grossausführung, während die Formel von Ackeret etwas zu kleine Werte ergibt.

Der Modellmaßstab soll mit Rücksicht auf die Herstellungsgenauigkeit, auf die relative Rauigkeit und auf die zu messenden Grössen so gross wie möglich gewählt werden. Er soll bei Überdruckturbinen mindestens 1 : 25 sein, wobei

der Saugrohr-Durchmesser des Modells mindestens 300 mm betragen soll. Bei Freistrahlturbinen sollen der Strahlkreis-Durchmesser mindestens 300 mm und der Strahldurchmesser bei Voll-Last mindestens 30 mm betragen.

Sind für dasselbe Kraftwerk Modellturbinen verschiedener Lieferanten zu prüfen, so ist dringend zu empfehlen, denselben Modellmaßstab zu wählen und die Versuche unter gleichen Versuchsbedingungen durchzuführen, womöglich in der gleichen neutralen Versuchsanlage.

Das Versuchslaboratorium muss so gebaut und ausgerüstet sein, dass jederzeit und in einfacher Weise sowohl die Genauigkeit der verwendeten Messinstrumente als auch die Zuverlässigkeit der verwendeten Eichkoeffizienten nachgeprüft werden kann. Alle bei den Modellversuchen verwendeten Messmethoden müssen mit den entsprechenden Bestimmungen der vorliegenden Schweizerischen Regeln für Wasserturbinen für Versuche an grossen Maschinen in Übereinstimmung sein.

II. Instrumente

42. Bereitstellung und Eichung

Für Messungen in der Schweiz stellt der Lieferant diejenigen hydraulischen Instrumente, die er besitzt, sowie das zu deren Bedienung nötige Personal gratis zur Verfügung.

Für die Eichung gelten die folgenden Festlegungen:

a) Die Eichkurven sind vorzulegen. Es steht sowohl dem Besteller als auch dem Lieferanten frei, Neueichungen vor oder nach den Versuchen (oder beides) zu verlangen.

b) Die Eichstätte bestimmt, ob die festgestellten unvermeidlichen Abweichungen der Neueichung von der vorgelegten Eichkurve im normalen Rahmen liegen. Der Verwendungsbereich des Instrumentes ist der Eichstätte bekanntzugeben.

c) Für die Schweiz werden folgende Eichstätten bestimmt:

Für hydraulische Messinstrumente:

Eidg. Amt für Wasserwirtschaft,

Eidg. Amt für Mass und Gewicht.

Für elektrische Messinstrumente:

Schweiz. Elektrotechnischer Verein,

Eidg. Amt für Mass und Gewicht.

d) Die Eichstätte entscheidet, ob die Vor- und Nach-eichung zufriedenstellend miteinander übereinstimmen. In diesem Falle wird bei der endgültigen Auswertung mit dem arithmetischen Mittelwert der beiden Eichungen gerechnet. Wenn grössere Differenzen vorhanden sind und deren Ursache, insbesondere der Zeitpunkt ihres Auftretens, nicht eindeutig abgeklärt werden kann, hat eine Verständigung zu erfolgen.

III. Kosten

43. Allgemeines

a) Der Lieferant hat nur die Kosten für die Abordnung seines eigenen Personals zu den Abnahmeversuchen im Inland zu tragen.

b) Die Aufteilung der Kosten für die Auswertung und den Schlussbericht ist bereits bei der Bestellung festzulegen.

44. Spezielle Einrichtungen

Die Kosten für spezielle Einrichtungen, insbesondere für die Wassermessung, gehen zu Lasten des Bestellers.

45. Eichung

a) Wenn bei der Nacheichung von Instrumenten, die der Lieferant stellt, nach Ansicht der Eichstätte die unvermeidlichen Abweichungen sich innerhalb des normalen Rahmens bewegen, zahlt der, welcher diese Nacheichung verlangt hat; im gegenteiligen Fall hat eine Vereinbarung zu erfolgen.

b) Wenn Instrumente von Drittpersonen verwendet werden, hat eine Verständigung über die Verteilung der Eichkosten zu erfolgen.

46. Wiederholung

Werden die Ergebnisse der Abnahmeversuche von einem der Vertragspartner beanstandet, so gehen die Kosten der eventuellen Wiederholung zu Lasten des unrechthabenden Teiles.

³⁾ siehe Literaturverzeichnis im Anhang.

IV. Vorbereitung

47. Pläne

Wird ein Unparteiischer zugezogen, so sind ihm sämtliche nötigen Pläne und Angaben aus der Bestellung vorzulegen, und es sind die Betriebsverhältnisse anzugeben.

48. Bauliche Teile

Der Turbinen-Lieferant hat das Recht, auch die baulichen Teile der Anlage zu prüfen, soweit sie auf seine Lieferung Einfluss haben können.

49. Revision

a) Der Lieferant hat das Recht, den Zustand seiner Lieferung vor und nach den Versuchen zu überprüfen.

b) Bei Abnützung wichtiger Teile, insbesondere infolge Sandführung des Wassers, ist ihm Gelegenheit zu geben, vor den Versuchen die nötigen Instandstellungsarbeiten vorzunehmen, wobei zwischen Besteller und Lieferant eine Verständigung über die Kostenübernahme dieser Instandstellungsarbeiten zu treffen ist.

Dagegen ist die Beseitigung von Kavitationsschäden vor der Durchführung der Abnahmeversuche nur im Einverständnis mit dem Besteller zulässig, sofern die Betriebsverhältnisse und -führung normal waren.

50. Vermessungen

Die Vermessung der Turbinenöffnungen, z. B. Leitapparate, Düsen usw. hat vor den Versuchen zu erfolgen.

V. Messung

51. Messtechnik

Die für die Messung der verschiedenen Grössen anzuwendenden Einrichtungen und Methoden sind im *zweiten Teil der Regeln*, «Besondere Regeln für die Messtechnik», eingehend festgelegt und beschrieben.

VI. Durchführung

52. Provisorische Einbauten

Die Einbauten, die für die Messungen nötig sind, sind wenn möglich schon bei der Bestellung festzulegen.

Diese Einbauten dürfen die Maschine in der normalen Arbeitsweise nur wenig beeinflussen.

53. Vorversuche

Es ist dem Lieferanten genügend Zeit zur Durchführung und Auswertung von Vorversuchen einzuräumen.

Die Vorversuche haben im besonderen auch den Zweck, das an den Hauptversuchen beteiligte Personal zu instruieren und einzutüben.

Auf Grund der Vorversuche ist dem Lieferanten gegebenenfalls genügend Zeit für die als nötig erachteten Verbesserungen einzuräumen.

Die Vorversuche können bei beidseitiger Zustimmung als Hauptversuche angenommen werden.

54. Vorläufige Auswertung

Die vorläufige Auswertung der Versuche hat möglichst rasch und so weit zu erfolgen, dass eventuell nötige Wiederholungen vorgenommen werden können, bevor die Versuchseinrichtungen entfernt sind.

55. Protokoll

Alle Protokolle, d. h. alle während der Versuche gemachten Aufzeichnungen sind gegenseitig zu unterzeichnen.

56. Endgültige Auswertung

a) Sofern nichts anderes festgelegt ist, erfolgen alle Auswertungen, sowie die Ausarbeitung des Schlussberichtes durch den Lieferanten.

b) Sämtliche Messgrössen, d. h. Gefälle H , Wassermengen Q und Leistungen P_T , werden in Funktion der Turbinenöffnung aufgetragen, nachdem vorher die Wassermengen und Leistungen auf ein mittleres Versuchsgefälle umgerechnet

worden sind, wodurch die Festlegung einer Mittelkurve für den Wirkungsgrad ermöglicht wird.

c) Die endgültige Mittelkurve ist so zu legen, dass keiner der berücksichtigten Punkte um mehr als die Toleranz von dieser Mittelkurve entfernt liegt.

d) Wenn mehr als ein Drittel der Punkte ausgeschaltet werden müssen, sind die Messungen für Abnahmeversuche unbrauchbar. Bei gegenseitigem Einverständnis können die Ergebnisse trotzdem als Information betrachtet werden.

e) Die berechneten Wirkungsgrade werden über den auf konstantes Gefälle umgerechneten Leistungen P_T aufgetragen.

57. Schlussbericht

a) Sobald die Versuche ausgewertet und die Ergebnisse der Messungen von beiden Partnern anerkannt sind, ist ein Schlussbericht auszuarbeiten.

b) Der Bericht hat eine allgemeine Beschreibung der Anlage, sowie die nötigen Angaben über die Lieferanten, die Versuchsteilnehmer und die verwendeten Instrumente zu enthalten. Beizufügen sind Skizzen der Messanordnung, der verwendeten Koten, sowie eine Betrachtung über die Genauigkeit der Messungen und eventuelle Vergleiche mit vorliegenden Modellversuchen.

VII. Besondere Versuchsbedingungen für Leistungs- und Wirkungsgrad-Messungen

58. Gefälle

a) Die Messungen sind möglichst bei den Nenngefällen H_n auszuführen.

b) Liegt das Versuchs-Nutzgefälle H_V innerhalb der Grenzen von $\pm 3\%$ des Nenngefalles H_n , dann darf bei Nenndrehzahl n_n gemessen werden.

c) Liegt H_V zwischen $\pm 3\%$ und $\pm 10\%$ des Nenngefalles, dann ist die Versuchs-drehzahl n_V nach folgender Formel einzustellen:

$$n_V = n_n \cdot \sqrt{\frac{H_V}{H_n}}$$

Wenn bei der Versuchs-drehzahl n_V die Kavitationsbedingungen nicht mehr der Garantie entsprechen, haben die Versuchsergebnisse nur informativ Charakter. Das gleiche gilt, wenn das Einstellen der Versuchs-drehzahl n_V nicht möglich ist und trotzdem gemessen wird.

d) Weicht H_V mehr als $\pm 10\%$ von H_n ab, dann ist auf die Messung zu verzichten, wenn die Garantien nur für ein einziges Gefälle H_n abgegeben worden sind.

e) Ist bei der Bestellung vorzusehen, dass H_V mehr als $\pm 10\%$ von H_n abweicht, oder dass H_V in den Grenzen von $\pm 3\%$ und $\pm 10\%$ von H_n liegt, wobei für den letztgenannten Fall die Drehzahl nicht eingestellt werden kann, so sind für die Nenndrehzahl Garantien für Leistung und Wirkungsgrad anzugeben, welche den ganzen Bereich der möglichen H_V umschliessen.

f) Für den Vergleich mit den Garantiewerten werden die Versuchsergebnisse auf ein mittleres konstantes Versuchsgefälle H_{Vm} umgerechnet und mit den für dieses mittlere Gefälle interpolierten Garantiewerten verglichen.

g) Das Versuchsgefälle H_V darf während der Messung eines bestimmten Lastpunktes höchstens in den Grenzen $\pm 2\%$ von H_{Vm} variieren.

h) Bei den Messungen soll die Aufteilung des Versuchsgefalles H_V in Druck- und Sauggefälle keine schlechteren Kavitationsbedingungen ergeben als bei der Bestellung vorgeesehen wurde.

59. Drehzahl

Abweichungen von mehr als $\pm 1\%$ von der unter Ziff. 58 festgelegten Versuchs-drehzahl n_V sind während der Messung eines bestimmten Lastpunktes unzulässig.

60. Leistung

Abweichungen von mehr als $\pm 3\%$ vom arithmetischen Mittelwert P_T sind während der Messung eines bestimmten Lastpunktes unzulässig. Der massgebende arithmetische Mittelwert ist durch schrittweises Ausscheiden der nicht zu berücksichtigenden Messpunkte zu bestimmen.

Zweiter Teil:

Besondere Regeln für die Messtechnik

A. Allgemeines

61. Zweck

Die «Besonderen Regeln für die Messtechnik» haben den Zweck, die Methoden und deren Anwendung festzulegen, die zur Durchführung der Versuche an Wasserturbinen nötig sind, und welche für die Ueberprüfung der nach den vorliegenden «Schweiz. Regeln für Wasserturbinen» abgegebenen Garantien vorgenommen werden.

62. Geltungsbereich

Die «Besonderen Regeln für die Messtechnik» gelten für alle heute üblichen Arten von Wasserturbinen.

Sinngemäss können sie auch bei Messungen an älteren Turbinentypen, z. B. Henschel-, Jonval- und Girard-Turbinen, angewendet werden, sowie auch bei Kreiselpumpen, die kaltes Wasser fördern.

63. Durchführung

Die Durchführung der im folgenden beschriebenen Messungen soll nur einem mit solchen Versuchen vertrauten Personal übertragen werden.

B. Messgrössen

64. Allgemeines

Für die Ueberprüfung der abgegebenen Garantien sind bei Turbinen die folgenden Grössen zu messen:

Wassermenge
Nutzgefälle
Turbinenleistung
Drehzahl
Drehzahländerung
Druckänderung

C. Messregeln

I. Wassermenge

a) Allgemeines

65. Allgemeine Versuchsbedingungen

Während der Durchführung einer Wassermessung ist die Turbinenöffnung der Versuchsmaschine zu blockieren (bei Kaplanturbinen auch das Laufrad), und die Wasserspiegelnhöhen sind möglichst konstant zu halten.

66. Methode

Die in Europa vorliegenden Erfahrungen über die verschiedenen Wassermess-Methoden führen dazu, diese in die folgenden vier Gruppen zu unterteilen:

- | | |
|--|--|
| α) Normale Messmethoden: | Flügel
Überfall |
| β) Weitere Messmethoden: | Behälter
Turbinendüse |
| γ) Methoden, die sich hauptsächlich für Laboratorien eignen: | Gewicht
Schirm
Venturimeter
Norm-Düsen und -Blenden
Staurohr |
| δ) In der Schweiz noch zu wenig erprobte Messmethoden: | Allen-Salzgeschwindigkeitsverfahren
Gibson-Methode (Druck-Zeit-Verfahren)
Mischverfahren (Titration)
Thermodynamische Methode (Temperaturmessung) |

Für die praktische Anwendung in Turbinenanlagen kommen deshalb vorläufig nur, je nach der Grösse der zu messenden Wassermenge und den örtlichen Verhältnissen, die folgenden vier Methoden in Frage:

Flügel
Überfall
Behälter
Turbinendüse

67. Anwendung

Die bei den Abnahmeversuchen anzuwendende Methode ist wenn möglich bei der Bestellung festzulegen, damit die nötigen Vorkehren rechtzeitig getroffen werden können. Andernfalls ist sie vor den Versuchen gemeinsam zu vereinbaren, wobei die örtlichen Verhältnisse zu berücksichtigen sind.

In Zweifelsfällen kann die Messung noch nach einer zweiten Methode durchgeführt werden, deren Ergebnisse dann massgebend sind. Hierbei wird vorausgesetzt, dass diese zweite Messmethode für den vorliegenden Fall qualitativ der ersten mindestens gleichwertig ist.

68. Meßstelle

Der Lieferant hat frühzeitig Vorschläge für die Lage der Meßstelle zu machen, welche für Messungen mit Flügel oder Überfall wenn möglich in einer geraden Strecke der Wasserführung zu wählen ist.

Liegt die Meßstelle im Unterwasser, so ist wegen möglicher Luftausscheidungen und Wirbelbildungen besondere Vorsicht geboten.

Querschnittvermessungen und allfällige Messeinbauten sind möglichst schon während des Baues, d. h. im Trockenem auszuführen.

69. Zu- und Wegfluss

Zwischen der Meßstelle und der Turbine dürfen keine Zu- und Wegflüsse vorhanden sein. Es ist dies vor und nach den Versuchen genau zu kontrollieren.

Auch das Ansteigen oder Absinken freier Wasserspiegel zwischen Meßstelle und Turbine ist zu berücksichtigen.

70. Leckwasser

Sofern das Leckwasser anderer Turbinen mitgemessen wird, ist dessen Grösse separat zu ermitteln, z. B. durch Absenken bei geschlossener Turbine und geschlossenem Zulauf.

b) Flügel

71. Allgemeines

Die Flügelmessung, welche sich immer über einen gewissen Zeitraum erstreckt, darf nur angewendet werden, wenn mit Sicherheit während der ganzen Dauer einer Messung Beharrung vorhanden ist. Tritt während der Messung eine Störung ein, so ist der Versuch neu zu beginnen.

72. Lage des Messquerschnittes in Kanälen

Der Querschnitt für Flügelmessungen ist sehr vorsichtig zu wählen, so dass die grösstmögliche Genauigkeit zu erwarten ist. Es sind dabei ausser Ziff. 68 die folgenden Punkte zu berücksichtigen:

a) Der Flügelmessquerschnitt ist womöglich ins Oberwasser zu verlegen. Im Unterwasser muss der Abstand des Flügelmessquerschnittes vom Turbinenaustritt so gross sein, dass im Messquerschnitt keine wirblichen Strömungen, Quellen oder Senken vorhanden und allfällige Luftblasen weitgehend ausgeschieden sind.

b) Die Kanalwände sollen gerade und parallel sein; bei offenen Kanälen soll die Kanalsohle auf mindestens 2 m Länge vor dem Messquerschnitt möglichst horizontal sein.

c) Wenn irgend möglich ist die Flügelachse parallel zur Strömung zu stellen und der Messquerschnitt senkrecht zur Strömungsrichtung. Ist dies aus örtlichen Gründen ausgeschlossen, so können die Flügel gestaffelt angeordnet werden (siehe Ziff. 80).

d) Bei Flusskraftwerken kann der Messquerschnitt in den Turbineneinlauf verlegt werden. Es ist empfehlenswert, in solchen Fällen mit Hilfe von provisorischen Führungswänden und Tauchdecken dafür zu sorgen, dass in allen Punkten des Messquerschnittes eine gerade und parallele Strömung vorhanden ist.

e) Messungen bei konvergenter Strömung oder schiefer Messquerschnitt sind womöglich zu vermeiden, da systematische Fehler auftreten können, die schwierig festzustellen sind. Jedenfalls sind bei solchen Messungen nur Komponentenflügel zu verwenden und die Hinweise von Ziff. 79 zu beachten.

73. Geschwindigkeitsverteilung

Es ist eine gleichmässige Strömung anzustreben. Die Geschwindigkeitsverteilung im Messquerschnitt ist vor den Hauptversuchen festzustellen.

Bei stark unregelmässiger Geschwindigkeitsverteilung sind geeignete Führungswände, Tauchdecken, Beruhigungsrechen und, bei bewegter Wasseroberfläche, Flosse usw. einzubauen (Fig. 13).

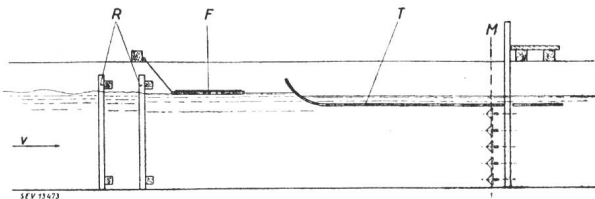


Fig. 13

Beruhigungseinrichtung in offenen Kanälen
zur Erzielung günstiger Strömungsverhältnisse für Flügel-
messungen (auch gültig vor Messüberfall)
R Rechen; F Flosse; T Tauchdecke; M Flügelmessquerschnitt

Bei Rückströmung darf nicht gemessen werden, auch nicht mit Flügeln mit Rückwärtskontakt.

74. Einbauten

Beruhigungseinrichtungen, z. B. Gitter, Rechen usw., sollen mehrere Meter vor dem Messquerschnitt liegen. Sie dienen nicht nur zur Korrektur der Geschwindigkeitsverteilung, sondern auch zur Erzielung einwandfreier Verhältnisse für eine genaue Messung der Wassertiefe (Fig. 13).

Der Einbau einer Messdüse (Fig. 14) bringt folgende Vorteile:

Vergrosserung der zu messenden Geschwindigkeiten,
gute Geschwindigkeitsverteilung,
Wegfall der Messung der Wassertiefe.

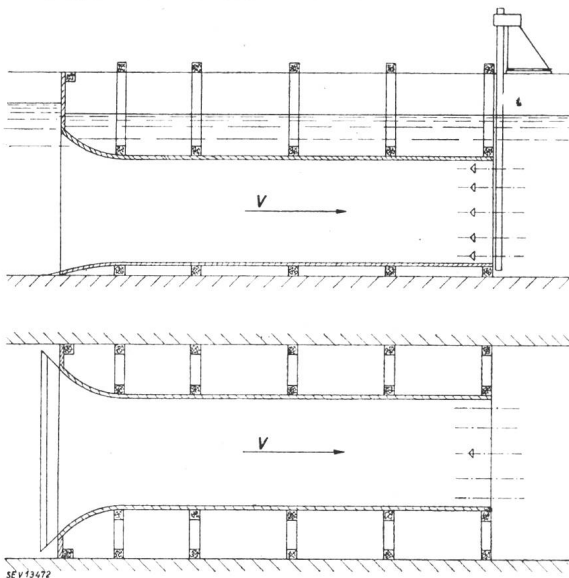


Fig. 14

Provisorische Messdüse mit quadratischem oder rechteckigem Querschnitt

75. Minimale Dimensionen

Rechteckige oder trapezförmige Messquerschnitte können folgende Mindestdimensionen haben:

Minimale Kanalbreite $B = 0,8 \text{ m}$
Minimale Wassertiefe $T = 0,8 \text{ m}$

Eine Messung mit Einzelflügel in einer Rohrleitung darf nur durchgeführt werden, wenn die Rohrleitung einen lichten Durchmesser von mindestens 1,2 m aufweist.

Wird eine Messung mit festem Tragkreuz und einer grösseren Anzahl Flügel vorgenommen, so muss der lichte Durchmesser der Rohrleitung mindestens 1,4 m betragen.

Im besonders sei auf die Bestimmungen von Ziff. 84 verwiesen.

76. Geschwindigkeitsgrenzen

Die Anwendung des Wassermessflügels für grosse Geschwindigkeiten ist, neben der Frage der Befestigung, nur durch die vorhandene Eichmöglichkeit begrenzt. Die Eichkurve darf auf keinen Fall extrapoliert werden.

Die mittlere Geschwindigkeit Q/A im Flügelmessquerschnitt A soll mindestens 0,4 m/s betragen.

77. Flügelart

Es sind nur Flügel mit axialer Durchströmung und elektrischer Zeichengebung zu verwenden. Die Lagerung der Flügelwelle ist von besonderer Wichtigkeit (Fig. 15).

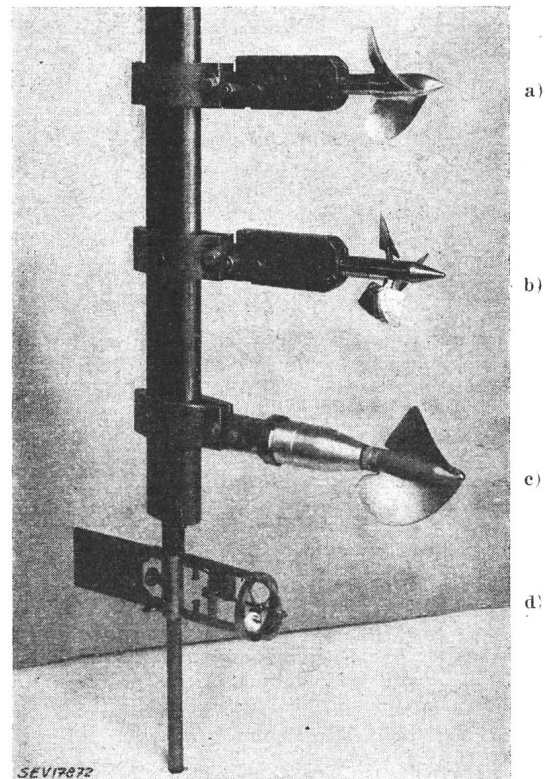


Fig. 15

Europäische Wassermessflügel mit axialer Durchströmung

- a) Schrägkantflügel, Durchmesser 120 mm
- b) Speichenflügel, Durchmesser 120 mm
- c) Schrägkantflügel, Durchmesser 125 mm
- d) Ringflügel mit Strömungsfahne, Durchmesser 80 mm

Speichenflügel und ganz besonders Flügel mit Schutzring sind empfindlicher auf Verschmutzung durch Geschwemmsel als Schrägkantflügel.

Der Durchmesser des normalen Messflügels soll mindestens 100 mm betragen. Bei Messungen in Rohrleitungen von weniger als 2 m Durchmesser wird zur besseren Erfassung der Randzone empfohlen, Flügel mit 80 mm Durchmesser zu verwenden.

Sind Rückströmungen zu vermuten, so soll eine Kontrolle der Strömung mit Hilfe eines Flügels mit Rückwärtskontakt erfolgen. Es ist jedoch nicht erforderlich, dass sämtliche Flügel die Rückwärtskontakt-Einrichtung besitzen.

78. Befestigung

Die Flügel sind genau in der Richtung der Kanal- oder Rohrachse, oder bei konvergenten Einläufen (Schräganströmung) nach Ziff. 79, auf der Stange derart zu befestigen, dass weder Vibration noch Verdrehung auftreten kann.

79. Schräganströmung

Sofern die örtlichen Verhältnisse keine andere Lösung zulassen, darf eine Wassermessung mit Flügeln auch zugelassen werden, wenn diese vom Wasser schräg angeströmt werden, vorausgesetzt, dass die von den verwendeten Flügeln angezeigte Axialkomponente der Wassergeschwindigkeit mit genügender Genauigkeit mit der wirklichen Axialkomponente übereinstimmt (Fig. 16).

Mit den heute üblichen Messflügeln kann, je nach Typ, eine Schräganströmung bis zu $\alpha_{max} = \pm 10^\circ$ zugelassen werden. In diesem Fall würden die Abweichungen vom Cosinus-Gesetz im allgemeinen unter 1% liegen.

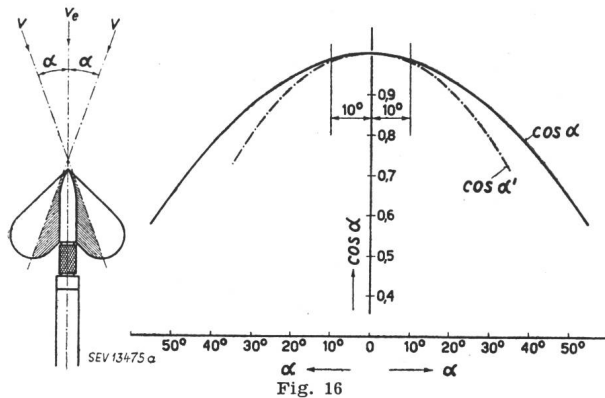


Fig. 16

Abweichung der Flügeleichkurve vom Cosinus-Gesetz bei schräger Anströmung des Flügels

v Anströmgeschwindigkeit unter dem Winkel α ; $v \cos \alpha$ zu messende Geschwindigkeitskomponente senkrecht zum Messquerschnitt, d. h. in Richtung der Flügelachse. Es sollte $v \cos \alpha = v \cos \alpha'$ sein. In Wirklichkeit misst der Flügel $v \cos \alpha' = v \cos \alpha$, d. h. etwas zu wenig, sobald $\alpha > \approx \pm 10^\circ$

Es existieren auf dem Markt sogenannte Komponentenflügel, deren Abweichungen vom Cosinus-Gesetz auch bei grösseren α -Werten innerhalb $\pm 1\%$ liegen. Werden solche Flügel verwendet, so ist es, vor allem bei konvergenten Turbineneinläufen, unerlässlich, sie so weit wie möglich vor ihrem Messrahmen anzuordnen, damit sie von diesem nicht beeinflusst werden. Aus dem gleichen Grund sind für die in der Wasserströmung liegenden Bauteile des Messrahmens ovale und flache Profile zu vermeiden und runde Rohre zu verwenden.

Die Achse der Messflügel muss senkrecht zum Messquerschnitt stehen.

80. Gestaffelte Anordnung

Sofern die örtlichen Verhältnisse eine Anordnung der Messflügel nach Ziff. 72 nicht zulassen, können diese auch gestaffelt eingebaut werden nach Fig. 17.

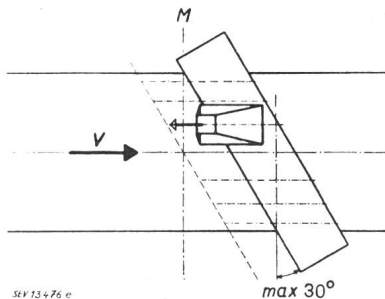


Fig. 17

Gestaffelte Anordnung: Flügelmessquerschnitt nicht senkrecht zur Strömungsrichtung

M Bezugsquerschnitt für die Rechnung

Der Querschnitt, auf den die Wassermengenberechnung zu beziehen ist, steht aber senkrecht zur Achse der Fliessrichtung des Wassers, also senkrecht zur Flügelachse und zur Kanalachse.

Die gestaffelte Anordnung darf nur dann angewendet werden, wenn der Kanal vor und nach der Meßstelle bei gleichbleibendem Querschnitt lang genug ist, d. h. wenn die Gleichmässigkeit der Geschwindigkeitsverteilung im Bereich der Flügelanordnung gewährleistet ist.

Vergleichende Untersuchungen haben gezeigt, dass bis zu einer Abweichung von 30° aus der Senkrechten zur Kanalachse keine messbaren Unterschiede gegenüber einer Messung auf senkrechtem Querschnitt zur Kanalachse entstehen.

Die Bedingungen von Ziff. 72 erhalten hiebei besondere Bedeutung.

81. Eichung

Die Eichung der Flügel hat mit der gleichen Befestigungsart zu erfolgen, die bei den Versuchen verwendet wird. Zur Kontrolle allfälliger Deformationen der Propellerschaufeln eignen sich im besonderen die Gipsformen (Fig. 18).

Die Gipsformen sind der Eichstätte zuzustellen und mit dem Eichdatum abzustempeln.

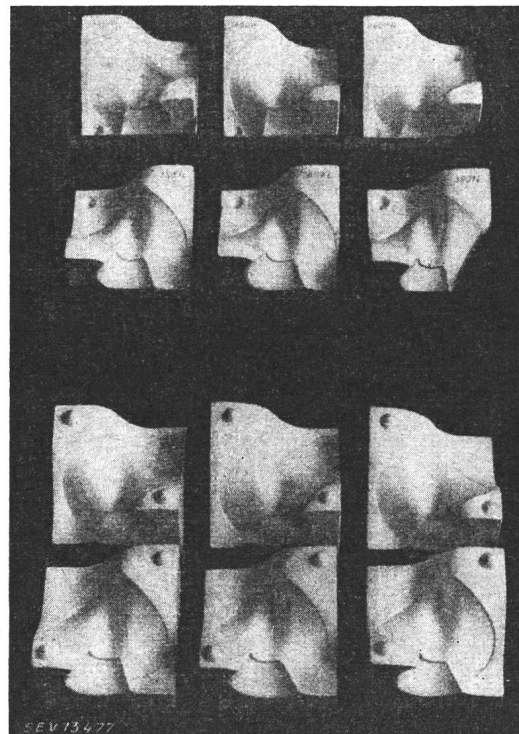


Fig. 18

Gipskontrollformen für Wassermessflügel

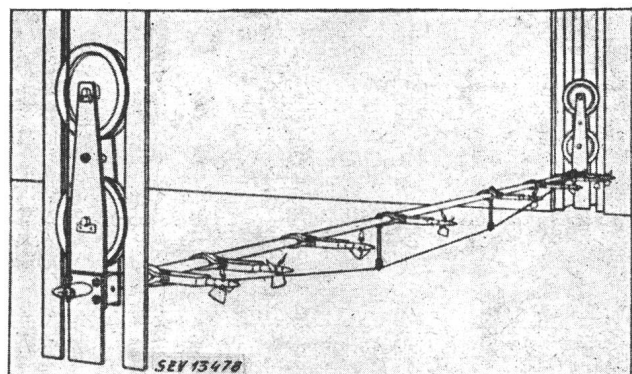


Fig. 19

Beispiel einer einfachen, horizontalen Flügelmeßstange Konstruktion Ott

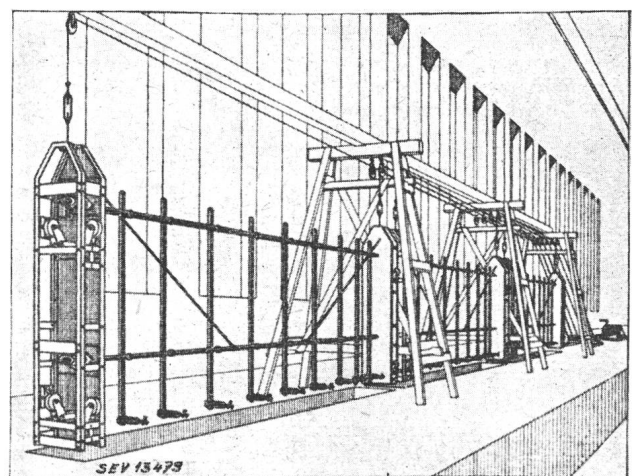
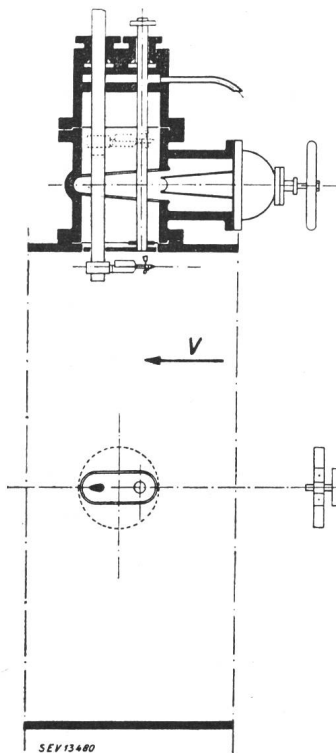


Fig. 20

Beispiel eines Flügelmessrahmens mit vertikalen Flügelstangen für Wassermessungen in Grosskraftwerken, Konstruktion Bitterli

82. Zahl der Messflügel

Bei grösseren Querschnitten ist die Messung mit mehreren Flügeln gleichzeitig vorzunehmen. Es kann dadurch die Messdauer wesentlich abgekürzt werden. Je nach den örtlichen Verhältnissen können vollständige Vertikalen oder Horizontalen gleichzeitig gemessen werden (Fig. 19 und 20).



Messtoleranz zu vereinbaren, oder dann ist auf mindestens vier Durchmessern zu messen.

Die Messung kann erfolgen:

mit Einzelflügel und Schieber (Methode Dufour, Fig. 21)

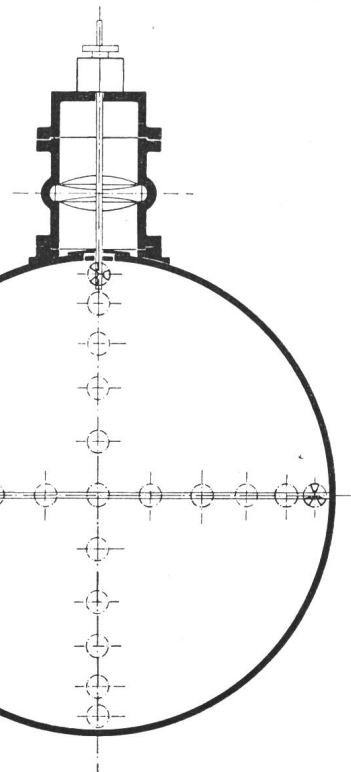


Fig. 21

Flügelmessung in Rohrleitungen nach Methode Dufour
Verschiebbarer Einzelflügel mit Absperrschiebern zum Wechseln des Durchmessers während der Messung

83. Zahl der Messpunkte

Die Zahl z der für einen bestimmten Querschnitt A nötigen Flügel-Messpunkte berechnet sich nach der Beziehung

$$24 \sqrt[3]{A} < z < 36 \sqrt[3]{A}$$

wo A in m^2 einzusetzen ist.

Die obige Beziehung gilt nur für offene Kanäle, Spiraleinläufe usw.

Wird in einer Rohrleitung mit einem festen Tragkreuz gemessen (z. B. wie in Fig. 23, vierschenklig), so berechnet sich die Zahl z der Messflügel pro Schenkel (Radius R) des Kreuzes nach der Beziehung:

$$4 \sqrt{R} < z < 5 \sqrt{R},$$

wobei die totale Zahl der festen Messflügel im ganzen Messquerschnitt mindestens 13 betragen soll ($4 \times 3 + 1$) und die Schenkellänge R in m einzusetzen ist.

Je nach Konstruktion des Kreuzes wird empfohlen, überdies einen Flügel im Zentrum vorzusehen.

84. Messung in der Rohrleitung

Der Messquerschnitt soll auf einer geraden Strecke und mindestens $20 D_{Rohr}$ nach und mindestens $5 D_{Rohr}$ vor dem nächsten Rohrbogen liegen.

In Rohrleitungen wird normalerweise auf mindestens zwei zueinander senkrecht stehenden Durchmessern gemessen.

Der mittlere Rohrdurchmesser ist als Mittelwert von 6 Durchmessern zu bestimmen. Eine Wassermessung auf nur zwei Durchmessern ist dann zulässig, wenn die auf diesen zwei Durchmessern separat gefundenen Wassermengen um nicht mehr als 2% vom Mittelwert der zwei Wassermengen abweichen.

Bei kleineren geraden Strecken vor und nach dem Messquerschnitt ist zwischen Besteller und Lieferant eine grössere

mit verschiebbaren Flügeln auf fester Stange gleitend (Fig. 22)

mit fest eingebauten Flügeln auf Tragkreuz oder Tragstangen (Fig. 23).

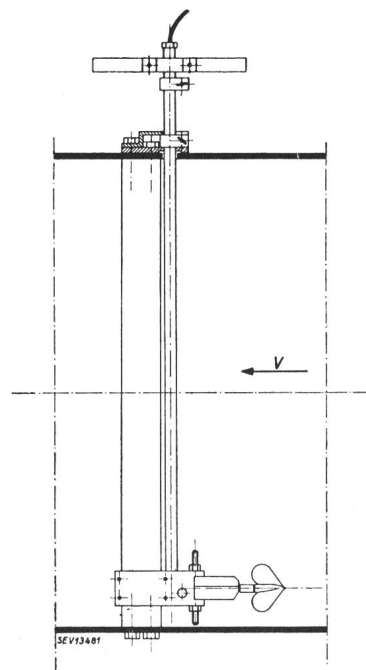


Fig. 22

Wassermessung in Rohrleitungen von grösseren Durchmessern oder bei grosser Geschwindigkeit Einzelflügel, verschiebbar auf fest eingebauter Gleitstange

Sofern die örtlichen Verhältnisse die Anwendung einer der aufgeführten Messmethoden nicht zulassen, kann ebenfalls, nach gegenseitiger Vereinbarung, die Messung mit Hilfe eines Flügels auf schwenkbarer und verschiebbarer Stange vorgenommen werden (Fig. 24).

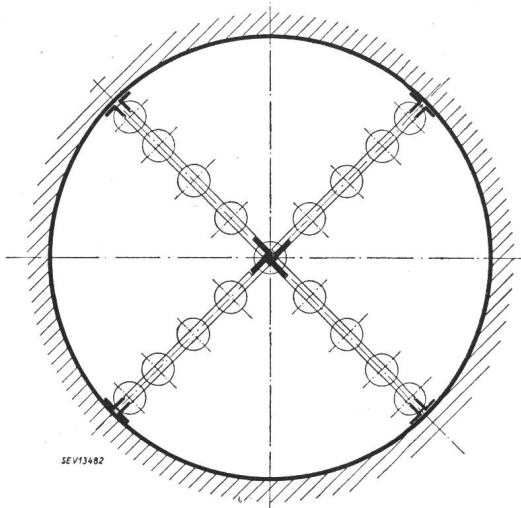


Fig. 23

Flügelmessung in Rohrleitungen mit grossem Querschnitt
Flügeltragkreuz mit fest eingebauten Flügeln

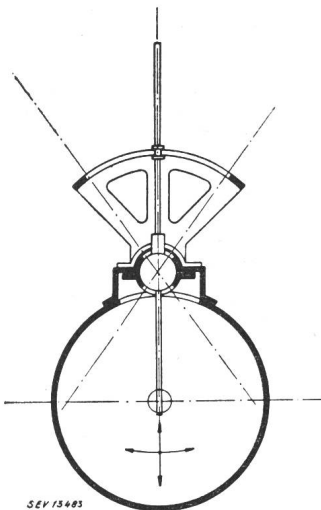


Fig. 24

Wassermessung in
Rohrleitungen mit kleinem,
nicht allseitig zugänglichem
Querschnitt
Einzelflügel auf
schwenkbarer,
verschiebbarer Stange

85. Verteilung der Messpunkte

In der Zone der grössten Geschwindigkeitsänderungen, d. h. in der Nähe der Wandungen, der Sohle und der freien Spiegel sind die Messpunkte enger anzuordnen.

86. Abstand von Wand und Spiegel

Der Abstand der Flügelachse des äussersten Messflügels von Wand oder Sohle soll in folgenden Grenzen bleiben:

minimal $0,75 \times \text{Flügel-Durchmesser}$
maximal 0,2 m

Der oberste Flügel soll vollständig eintauchen, aber möglichst nahe beim freien Wasserspiegel sein.

87. Zeitmessung

Bei Verwendung mehrerer Flügel werden deren Signale mit einem Chronographen registriert; bei Einzelflügelmessungen kann auch mit der Stoppuhr gearbeitet werden.

88. Messdauer

Die Messdauer pro Flügel- oder Rahmenstellung soll mindestens 1 min betragen. Bei Messungen mit festem Flügelkreuz in Rohrleitungen, zum Beispiel nach Fig. 23, soll die Messdauer einige Minuten betragen und ungefähr in den mittleren Bereich der unter Ziff. 40d angegebenen Zeitdauer von mindestens 15 min für die übrigen Messgrössen gelegt werden.

Sind Pulsationen in der Wassergeschwindigkeit vorhanden, so ist die Messdauer zu verlängern, so dass mindestens zwei Perioden der Pulsation für die Auswertung zur Verfügung stehen.

89. Wassertiefe

Bei der Bestimmung der Wassertiefe sind die Wasserspiegelnhöhen im Flügelmessquerschnitt dauernd zu beobachten.

Es ist Beharrungszustand anzustreben, d. h. es darf keine ausgesprochene Tendenz zum Steigen oder Sinken vorhanden sein. Die Schwankung während einer Flügelmessung soll innerhalb von $\pm 1\%$ der mittleren Wassertiefe bleiben.

Die Messung der Wasserspiegelhöhe kann mit separaten Stechpegeln (Fig. 25) oder durch Anheben der Flügelstange und Einstellen der Spitze des obersten Flügels auf den Wasserspiegel erfolgen (Fig. 26).

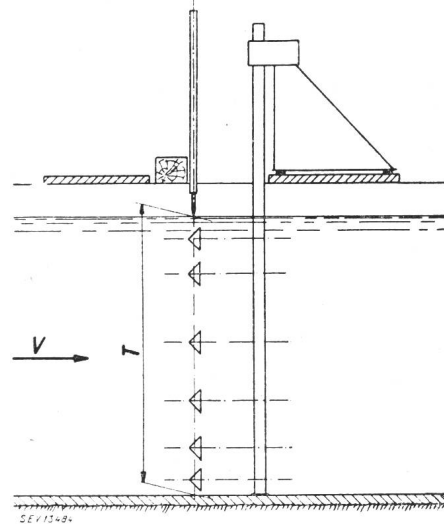


Fig. 25

Messung der Wassertiefe im Flügelmessquerschnitt
mit Stechpegeln

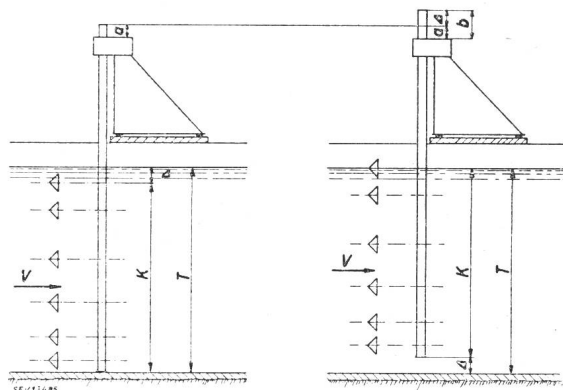


Fig. 26

Messung der Wassertiefe im Flügelmessquerschnitt durch
Anheben der Flügelstange

90. Durchführung

Jede Wassermessung ist über den ganzen Messquerschnitt zu erstrecken.

Es ist also nicht zulässig, von einer bestimmten Geschwindigkeit auf die mittlere Geschwindigkeit und daraus auf die Wassermenge zu schliessen.

91. Pulsationen

Zur Feststellung von allfälligen Pulsationen der Wassergeschwindigkeit sind Flügel zu verwenden, die mindestens alle 20, besser alle 10 Umdrehungen einen Kontakt geben.

92. Auswertung

Die Auswertung der Flügelmessung hat graphisch-planimetrisch zu erfolgen, wobei jedoch eine arithmetische Kontrolle von Vorteil sein kann.

Für die Auswertung ist kein Millimeter-Papier zu verwenden (ungenauer und unregelmässiger Vordruck). Im weiteren ist das Schwinden des Papiers zu berücksichtigen, besonders bei Nachkontrollen auf Heliographien.

Das Planimeter ist zu prüfen; im besondern eignet sich ein Spezialplanimeter mit Rollen auf Schiene (Linear-Planimeter).

Die zeichnerischen Maßstäbe sind so zu wählen, dass die Genauigkeit der graphischen Auswertung mindestens so gross ist wie die Genauigkeit der Zeit-, Längen-, Tiefen- und Geschwindigkeits-Messung.

Die praktische Erfahrung hat gezeigt, dass sich die Maßstäbe am besten eignen, welche annähernd quadratische Diagramm-Flächen von 150...200 mm Seitenlänge ergeben.

93. Randzone

α) Messungen in offenen Kanälen, Spiraleinläufen usw.

Für den Verlauf der Geschwindigkeit in der Randzone bei Messungen in offenen Kanälen, Spiraleinläufen usw. ist ein Kreisbogen an die Geschwindigkeitskurve im letzten Messpunkt und an die Wand anzunehmen, wobei die Neigung der Tangente im letzten Messpunkt den Wert

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{v_1}{7a} \text{ erhält (Fig. 27a).}$$

Es ist dies eine zulässige Vereinfachung gegenüber dem Gesetz:

$$v_x = v_1 \left(\frac{ax}{a} \right)^{1/7}$$

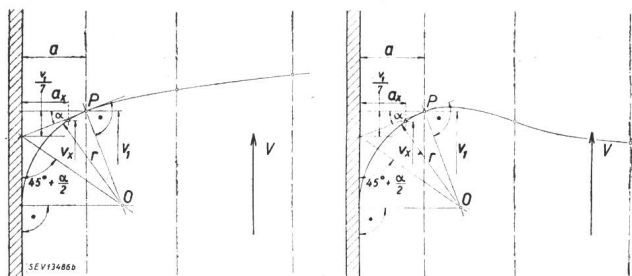


Fig. 27 a

Geschwindigkeitsverlauf in der Randzone (Ziff. 93 α)

- a Abstand der Flügelachse von der Wand im letzten Messpunkt P
- v_1 Geschwindigkeit im letzten Messpunkt P
- r Krümmungsradius der Extrapolationskurve
- α Tangentenwinkel

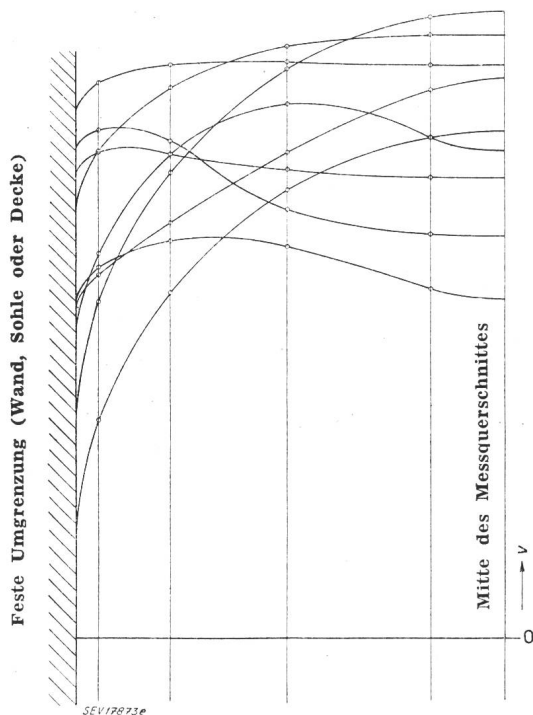


Fig. 27 b

Verschiedene typische Geschwindigkeitskurven an Wand, Sohle oder Decke von verhältnismässig engen Messquerschnitten

(Fig. 27 b stellt die vereinfachte Fig. 5 der SIA-Normen Nr. 109 dar)

β) Messungen am Ende von provisorischen Holzdüsen

Bei Messungen am Ende von provisorischen Holzdüsen entsprechend Fig. 14 oder in anderen Querschnitten mit kurz davor liegender Beschleunigung sind die Abrundungen sinnig gemäss zu wählen nach Fig. 27b.

γ) Messungen in Rohrleitungen

Bei Beachtung der Vorschriften von Ziffer 84 folgt die Geschwindigkeitsverteilung über den Querschnitt weitgehend dem Ansatz [Lit. 6]:

$$v = v_0 \left(1 - \frac{r^2}{R^2} \right)^{\frac{1}{m}}$$

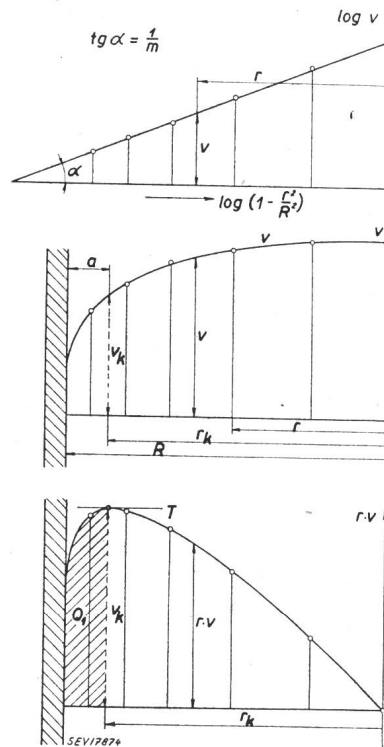


Fig. 27 c

Geschwindigkeitsverlauf in der Randzone einer Rohrleitung nach dem Ansatz in Ziff. 93 γ

wo v_0 die maximale Geschwindigkeit in der Rohrmittle und v die Geschwindigkeit im Abstand r von der Mitte bedeuten. Die Zahl m ist eine Funktion der Reynoldsschen Zahl Re und der relativen Rohrrauigkeit und wird auf Grund der im Abstände r gemessenen Geschwindigkeiten v aus der folgenden Gleichung bestimmt:

$$\log v = \log v_0 + \frac{1}{m} \log \left(1 - \frac{r^2}{R^2} \right)$$

Hierin ist $1/m$ der Tangens des Neigungswinkels einer Geraden, deren Ordinaten $\log v$ und deren Abszissen $\log \left(1 - \frac{r^2}{R^2} \right)$ sind. Die in einem logarithmischen Koordinatensystem aufgetragenen Messpunkte werden nach einer Geraden ausgeglichen und damit ergibt sich $1/m$. Die Geschwindigkeiten in der Randzone können dann nach der obigen Gleichung für v berechnet und so die totale Wassermenge bestimmt werden.

Es ist im allgemeinen einfacher und auch genauer, als Beginn der Randzone den Radius r_k anzunehmen, für welchen das Produkt $v \cdot r$ ein Maximum wird (siehe Fig. 27c, unten). Man erhält dafür

$$r_k = \frac{R}{\sqrt{1 + \frac{2}{m}}}$$

Die Wassermenge der Randzone Q_1 ergibt sich dann aus der Beziehung

$$Q_1 = R^2 \pi v_k \frac{2m}{(1+m)(2+m)}$$

wo v_k die im Abstand r_k von der Mitte gemessene Geschwindigkeit ist und aus der Geschwindigkeitskurve entnommen werden kann (siehe Fig. 27c, Mitte). Die totale Wassermenge ist dann die Summe der von $r=0$ bis $r=r_k$ graphisch bestimmten Wassermenge Q_2 und der Randzonenwassermenge Q_1 , d. h.

$$Q = Q_1 + Q_2$$

94. Reihenfolge

Die erste Integration hat über diejenige Horizontale oder Vertikale zu erfolgen, längs welcher gemessen wurde. Bei

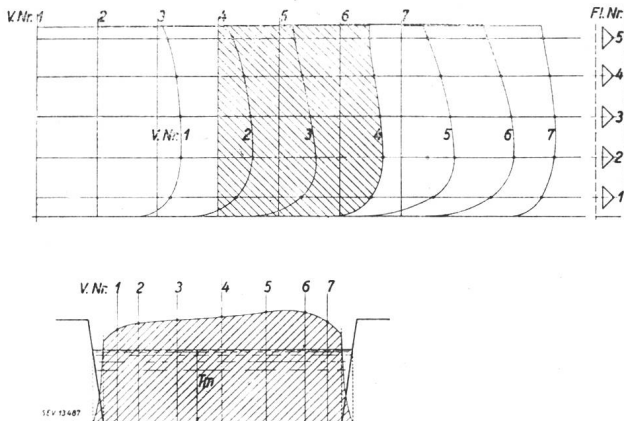


Fig. 28

Beispiel einer Flügelmessung in schwach trapezförmigem Kanal

5 Flügel auf vertikaler Stange, Messung auf 7 Vertikalen

spielsweise bestimmt sich bei vertikaler Stange (Fig. 28) die Wassermenge nach der Formel:

$$Q = \int_0^B dB \cdot \int_0^T v \cdot dT$$

wo B die grösste Breite des Messquerschnittes, T die Wassertiefe bedeuten.

95. Rohrleitung

Für die Auswertung sind zwei Methoden, d. h. v über r^2 und rv über r anzuwenden (Fig. 29).

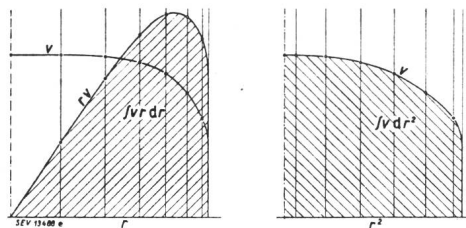


Fig. 29

Wassermessung in Rohrleitungen
links: Auswertung mit rv über r
rechts: Auswertung mit v über r^2

Die nach diesen zwei Auswertungsmethoden gefundenen Wassermengen dürfen nicht mehr als 1 % voneinander abweichen. Massgebend ist der Mittelwert der beiden Methoden.

96. Integrationsmethode

Die Anwendung der Integrationsmethode, wobei die Flügel mit gleichmässiger Geschwindigkeit über den ganzen Messquerschnitt bewegt werden, stösst auf gewisse Schwierigkeiten und setzt kostspielige Einrichtungen voraus, so dass sie gegenüber einer normalen Flügelmessung nur dann Vorteile bietet, wenn es sich um die Messung sehr grosser Wassermengen in entsprechend grossen Messquerschnitten han-

delt. Dabei müssen aber genügend Vergleichspunkte mit stillstehendem Messrahmen aufgenommen werden.

In allen andern Fällen ist diese Methode nicht zu empfehlen.

c) Ueberfall

97. Anwendung

Der Ueberfall eignet sich zur Messung von kleinen und mittleren Wassermengen.

98. Vollkommener Ueberfall

Die zur Verwendung kommenden Messüberfälle sind so anzuordnen, dass auch bei den grössten vorkommenden Ueberfallhöhen ein vollkommener Ueberfall entsteht: Die Abfallhöhe s_1 ist so gross zu wählen, dass der überfallende Strahl auf der Unterseite vollständig frei ist und sich unter ihm ein Luftraum einstellt, in welchem annähernd Atmosphärendruck herrscht [Lit. 1].

99. Grenzwerte

Bei der Anlage von Messüberfällen sind die folgenden Grenzwerte einzuhalten [Lit. 1]:

$$\begin{aligned} \text{Ueberfallbreite} & b \geq 0,25 \text{ m} \\ \text{Höhe der Messwand} & s \geq 0,30 \text{ m} \end{aligned}$$

Weitere Grenzwerte

z. B. für die Ueberfallhöhe h

sind bei den entsprechenden Ueberfallkoeffizienten angegeben.

Mit diesen Einschränkungen bleibt die Anwendung der Ueberfälle im Rahmen der Versuche der verschiedenen Forscher.

100. Rechteckiger Ueberfall ohne Seiteneinschnürung

Wenn irgend möglich soll nur ein rechteckiger Überfall ohne Seiteneinschnürung (ohne Seitenkontraktion) verwendet werden, da hierfür die zuverlässigsten Berechnungs- und Versuchs-Unterlagen vorhanden sind.

101. Rechteckiger Ueberfall mit Seiteneinschnürung

Ein rechteckiger Ueberfall mit Seiteneinschnürung (mit Seitenkontraktion) ist nur anzuwenden, wenn der Einbau eines solchen ohne Seiteneinschnürung nicht möglich ist.

Dieser Fall stellt sich z. B. ein, wenn der Einbau einer reichlichen Belüftung schwierig ist oder wenn, wie häufig in Hochdruckanlagen, die Seitenmauern des Unterwasserkanals nicht glatt oder nicht ganz senkrecht sind.

Durch Einbau eines Ueberfalles mit Seiteneinschnürung kann auch eine an sich zu kleine Ueberfallhöhe vergrössert und damit die Messgenauigkeit gesteigert werden.

102. Spezialformen

Ueberfälle mit Spezialformen,

z. B. V-Form, Kreisform usw.

sind nur in besonderen Fällen anzuwenden und müssen stets unter den Betriebsbedingungen geeicht werden.

103. Messort

Wenn der Überfall im Unterwasserkanal eingebaut wird, wie dies meistens der Fall ist, so ist er wegen allfälligen Luftgehaltes des Wassers nicht zu nahe an den Turbinenausstritt zu legen.

104. Messkanal

Der Messkanal vor dem Ueberfall hat auf einer Länge von mindestens der 20fachen maximalen Ueberfallhöhe gerade zu verlaufen und einen konstanten Querschnitt mit parallelen, senkrechten, glatten Wänden und horizontaler Sohle aufzuweisen.

105. Ablaufkanal

Der Wasserspiegel nach dem Ueberfall muss mindestens 0,3 m oder $0,5 h_{max}$ unter der Ueberfallkante stehen (vollkommener Ueberfall, siehe Ziff. 98)

$$0,3 \text{ m} \leq s_1 \leq 0,5 h_{max} \quad (\text{Fig. 30})$$

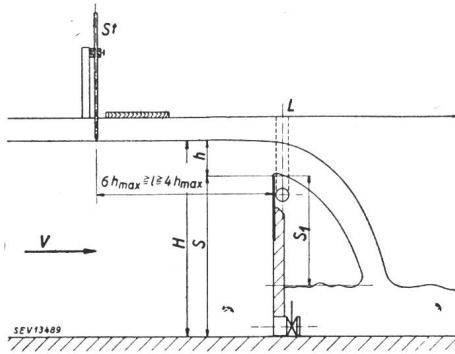


Fig. 30

Überfall ohne Seiteneinschnürung (ohne Seitenkontraktion)
 s Messwandhöhe; h Überfallhöhe; H Wassertiefe vor der Messwand; s_1 Abfallhöhe hinter der Messwand
 St Stechpegel; L Belüftungsleitung

106. Einbau

Ein Überfall mit Seiteneinschnürung ist symmetrisch anzuordnen, d. h. die Mitte des Überfallausschnittes ist in die Mitte des Kanals zu legen (Fig. 31).

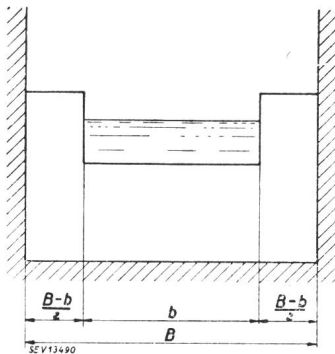


Fig. 31
Überfall mit Seiteneinschnürung
 Symmetrische Anordnung des Überfallausschnittes b zur Kanalbreite B

107. Messwand

Die Überfallwand muss senkrecht zur Sohle und zu den Seitenwänden stehen und oberwasserseitig vollständig eben und glatt sein, d. h. sie darf keine vorstehenden Teile aufweisen (Fig. 30).

Es empfiehlt sich, am Fusse der Messwand eine Entleerungsöffnung vorzusehen.

108. Überfallkante

Die eigentliche Überfallkante ist aus Metall herzustellen und genau nach Fig. 32 auszuführen [Lit. 1].

Die Kanten sollen scharf sein. Bei Überfällen mit Seiteneinschnürung sind die Seitenkanten gleich wie die Überfallkante auszubilden.

Wegen der Gefahr des Rostens empfiehlt es sich, die Überfallkanten beispielsweise aus nichtrostendem Stahl oder Messing herzustellen.

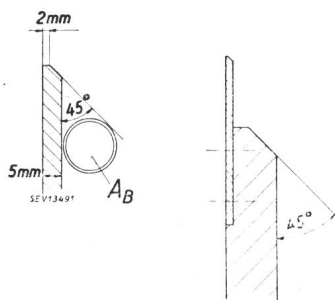


Fig. 32
Überfallmesswand
 Ausbildung der Überfallkante und Lage des Belüftungsquerschnittes A_B

109. Belüftung

Die Belüftung muss so reichlich sein, dass unter dem Strahl annähernd Atmosphärendruck herrscht.

Der Belüftungsquerschnitt A_B muss mindestens $\frac{1}{2} \%$ von $B \cdot s_1$ sein (Fig. 30 und 32).

110. Beruhigung

Vor dem Überfall ist eine ruhige und gleichmässige Strömung anzustreben. Wenn nötig sind zu diesem Zwecke geeignete Beruhigungseinrichtungen, z. B. Rechen, Siebe, Flosse usw., vorzusehen (siehe auch Fig. 13).

111. Geschwindigkeitsverteilung

Die Geschwindigkeitsverteilung vor dem Messüberfall soll über dem ganzen Querschnitt gleichmässig sein (Fig. 33).

Ausgesprochene Boden- oder Oberflächenströmungen oder unsymmetrische Zuströmung sind unzulässig und durch Einbau von geeigneten Rechen usw. zu korrigieren.

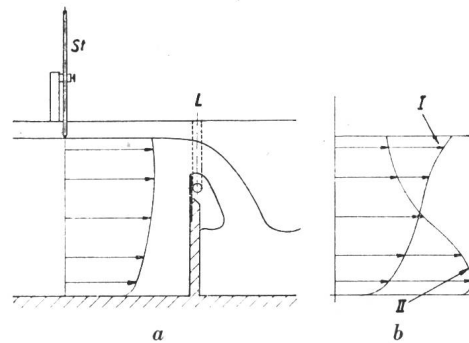


Fig. 33

Geschwindigkeitsverteilung vor dem Überfall

- a günstige Geschwindigkeitsverteilung
- b ungünstige Geschwindigkeitsverteilungen
- I Oberflächenströmung; II Bodenströmung
- St Stechpegel; L Belüftungsleitungen

Die Geschwindigkeitsverteilung vor dem Überfall kann in einfacher Weise mit Hilfe eines Einzelflügels vor den Versuchen kontrolliert werden.

112. Überfallhöhe

Die Messung der Überfallhöhe hat mindestens im Abstand $4 h_{max}$ und höchstens $6 h_{max}$ vor dem Überfall zu erfolgen.

Zahl der Abstichpunkte:

Kanalbreite $B \leq 1$ m	1 Abstich
$1 \text{ m} < B \leq 2$ m	2 Abstiche
$2 \text{ m} < B \leq 6$ m	3 Abstiche
$B > 6$ m	mindestens 4 Abstiche

Die Abstichpunkte sind gleichmässig über die Kanalbreite zu verteilen. Für die Ausrechnung ist der arithmetische Mittelwert aller Pegelabstiche zu verwenden.

113. Messeinrichtung

Für die Messung der Überfallhöhe sind möglichst nur Stechpegel (Fig. 30) zu verwenden. Bei Verwendung von Standrohren oder Schwimmern in separatem Schacht ist der Anschluss (Fig. 34) an den Kanal besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Feste Pegel sind wegen ungenügender Ablesegenauigkeit nicht zulässig.

114. Nullpunkt

Der Pegelnullpunkt ist besonders sorgfältig einzustellen und vor und nach den Versuchen zu kontrollieren.

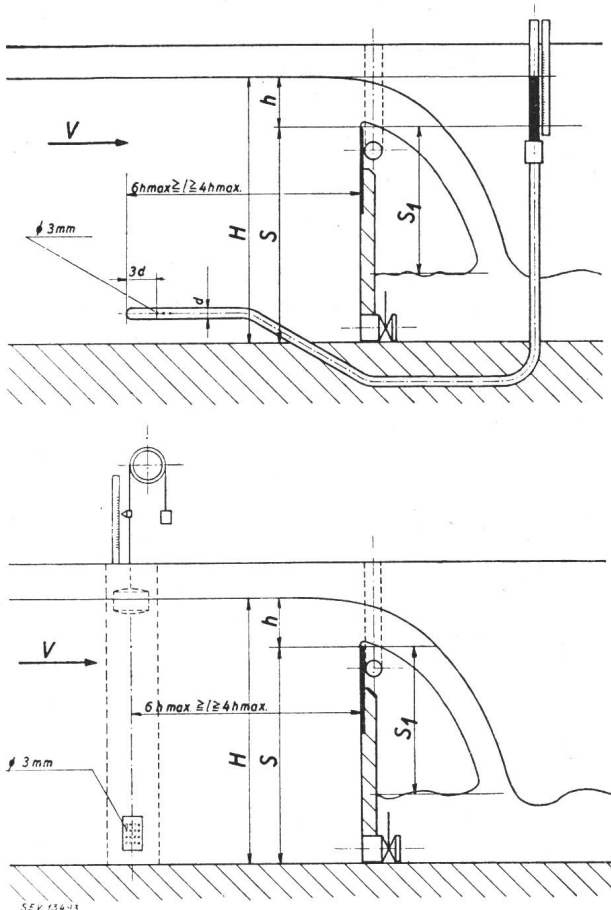


Fig. 34

Einrichtungen zur Messung der Überfallhöhe h

oben: Piezometer mit horizontaler Druckmessleitung
unten: Seitlicher Schwimmerschacht. Anschluss mit Lochblech

Es werden folgende Einstellarten empfohlen:

- Trocken, d. h. mit Hilfe des Nivellements oder mit Latte und Wasserwaage (Fig. 35);
- Nass, d. h. mit dem ruhenden Wasserspiegel vor dem Ueberfall und Messen des Meniskus mit Winkel und Blattlehre, oder bei abgesenktem Wasserspiegel mit Winkel und Tiefenmass (Fig. 36).

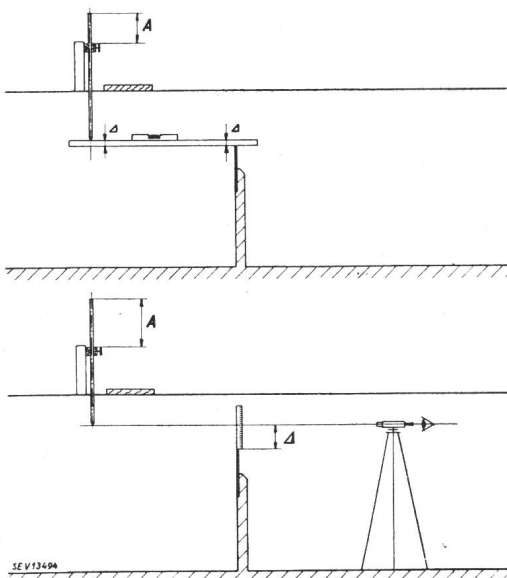


Fig. 35

Überfallmessung

Einstellung des Stechpegel-Nullpunktes mit Wasserwaage (oben)
oder Nivellierinstrument (unten)

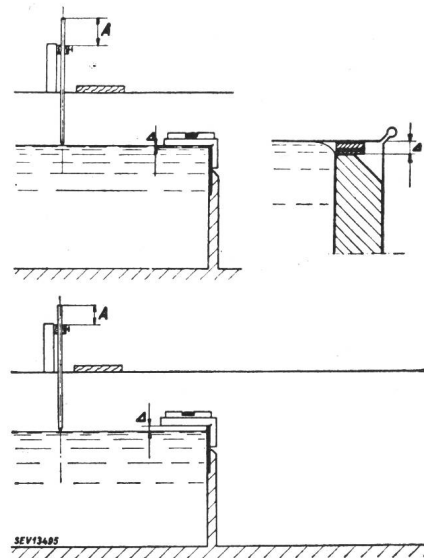


Fig. 36

Überfallmessung

Einstellung des Stechpegel-Nullpunktes mit Hilfe des ruhenden Wasserspiegels
oben: Messen des Meniskus
unten: Messen des abgesenkten Wasserspiegels

115. Wassermengen-Berechnung

Sofern die vorstehenden Regeln für den Ueberfall, den Kanal und die Geschwindigkeitsverteilung eingehalten sind, kann die Wassermenge mit Hilfe einer Ueberfallformel berechnet werden. Die anzuwendende Formel ist wenn möglich bei der Bestellung festzulegen.

116. Allgemeine Formel zur Berechnung der Ueberfallmenge

Die allgemeine Formel für die Berechnung der Ueberfallwassermengen lautet nach Du Buat-Poleni:

$$Q = \frac{2}{3} \mu b h \sqrt{2gh}$$

117. Ueberfall-Koeffizient nach SIA für Ueberfall ohne Seiteneinschnürung [Lit. 1]

Für Ueberfälle ohne Seiteneinschnürung ist der Ueberfall-Koeffizient μ nach folgender Formel des Schweizerischen Ingenieur- und Architektenvereins zu berechnen:

$$\mu = 0,615 \left(1 + \frac{1}{h + 1,6} \right) \left[1 + 0,5 \left(\frac{h}{h + s} \right)^2 \right]$$

Ueberfallhöhe h und Höhe der Messwand s sind hier in mm einzusetzen. Dabei sind die folgenden Grenzwerte einzuhalten:

$$\begin{aligned} \text{Ueberfallhöhe} & 25 \leq h \leq 800 \text{ mm} \\ \text{Höhe der Messwand} & s \geq 300 \text{ mm} \\ & h/s \leq 1 \end{aligned}$$

118. Formel von Rehbock (1929) für Ueberfall ohne Seiteneinschnürung [Lit. 2]

Zu praktisch denselben Ergebnissen führt die vereinfachte Formel von Rehbock:

$$Q = \left(1,782 + 0,24 \frac{h_e}{s} \right) b h_e \sqrt{h_e}$$

Für die «Ersatz-Ueberfallhöhe» h_e ist zu setzen:

$$h_e = h + 0,0011 \text{ m}$$

In vorstehenden Formeln sind die Werte für b , s , h und h_e in m einzusetzen, worauf sich die Wassermenge Q in m³/s ergibt.

Daraus leitet sich folgender Wert für den Ueberfall-Koeffizienten ab:

$$\mu = \left(0,6035 + 0,0813 \frac{h_e}{s} \right) \frac{h_e}{h} \sqrt{\frac{h_e}{h}}$$

der in der Formel nach Ziff. 116 verwendet werden kann.

119. Ueberfall-Koeffizient nach SIA für Ueberfall mit Seiteneinschnürung [Lit. 1]

Für Ueberfälle mit Seiteneinschnürung (Fig. 31) ist der Ueberfall-Koeffizient μ nach folgender Formel des Schweizerischen Ingenieur- und Architektenvereins zu berechnen:

$$\mu = \left[0,578 + 0,037 \left(\frac{b}{B} \right)^2 + \frac{3,615 - 3 \left(\frac{b}{B} \right)^2}{h + 1,6} \right] \cdot \left[1 + 0,5 \left(\frac{b}{B} \right)^4 \left(\frac{h}{h+s} \right)^2 \right]$$

Für $b = B$ wird μ gleich dem Überfallkoeffizienten nach Ziff. 117.

Ueberfallhöhe h und Höhe der Messwand s sind hier in mm einzusetzen. Dabei sind die folgenden Grenzwerte einzuhalten:

$$\text{Ueberfallhöhe} \quad \frac{25}{\left(\frac{b}{B} \right)} \leq h \leq 800 \text{ mm}$$

$$\text{Höhe der Messwand} \quad s \geq 300 \text{ mm}$$

$$h/s \leq 1$$

$$0,3 \leq \left(\frac{b}{B} \right) \leq 0,8$$

d) Behälter

120. Allgemeines

Die Wassermessung mit Behälter ist bei Abnahmeversuchen an Turbinen nur selten anwendbar, da gewöhnlich geeignete Behälter nur für verhältnismässig kleine Wassermengen zur Verfügung stehen.

121. Genauigkeit

Neben der Gewichtsmessung ist die Behältermessung auch heute noch die genaueste Wasser-Messmethode, wenn das Volumen des Messbehälters und die zu messende Wassermenge in einem richtigen Verhältnis zueinander stehen und wenn das Volumen des Messbehälters einwandfrei bestimmt werden kann.

122. Allgemeine Bedingungen

Bei der Durchführung der Messungen ist auf folgende Punkte zu achten:

Deformation der Wände,
Regen, Verdunstung, Wind,
ständige Zu- und Wegflüsse (Quellen, Sickerverluste),
unsichtbare Zu- und Wegflüsse (zerklüftete Ufer).

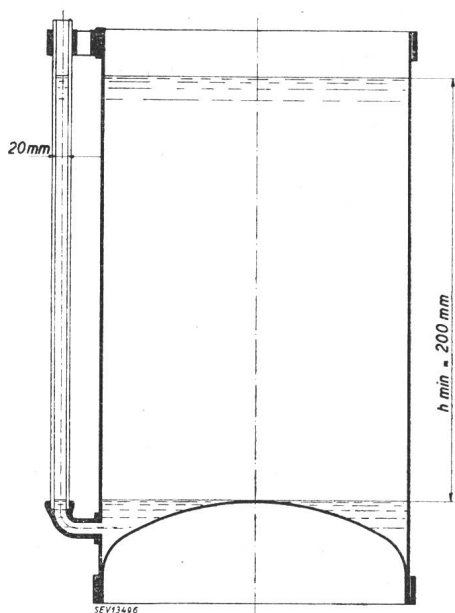


Fig. 37

Behältermessung

Normalform eines transportablen Messbehälters und Ausbildung des Piezometer-Rohres

123. Behälterform

Die Messbehälter haben folgende Forderungen zu erfüllen (Fig. 37):

a) Transportable Behälter dürfen keine deformierbaren Wände besitzen; am besten eignen sich kreiszylindrische Behälter.

b) Bei ortsfesten Behältern richtet sich die Form nach den örtlichen Verhältnissen; sie müssen genau vermessen werden können, d. h. für jede Niveauhöhe muss das Volumen genau feststellbar sein.

c) Die einfachste Volumenbestimmung ergibt sich bei Behältern mit konstantem horizontalem Querschnitt bei allen Niveauhöhen, besonders bei kreisrundem Querschnitt.

124. Eichung

Das Volumen transportabler Behälter ist sowohl durch Abwägen, als auch durch Ausmessen zu bestimmen. Der Mittelwert der beiden Messungen ist massgebend.

Bei ortsfesten Behältern kommt meistens nur ein Ausmessen in Frage.

125. Messung

Bei transportablen Behältern sind Piezometer mit einem lichten Durchmesser von mindestens 20 mm zu verwenden (Fig. 37).

Bei ortsfesten Behältern kann mit Schwimmerpegel oder mit direktem Abstich gemessen werden.

Bei Behältern mit grossem Querschnitt ist die Wasserspiegelhöhe an mindestens zwei Stellen zu messen.

126. Messgrenzen

Die Niveaudifferenz h_{min} und die entsprechende Beobachtungszeit t_{min} sollen mindestens folgende Werte erreichen:

$$h_{min} = 200 \text{ mm}$$

$$t_{min} = 100 \text{ s}$$

Wenn infolge der örtlichen Verhältnisse eine der Bedingungen nicht erfüllt werden kann, dann sind die Versuche so oft zu wiederholen, dass der mittlere Fehler des arithmetischen Mittels aus allen Einzelmessungen nicht grösser als $\pm 1\%$ wird (s. Ziff. 143).

e) Turbinendüse

127. Allgemeines 4)

Die Eichkurven der heute bei den verschiedenen Turbinenkonstrukteuren weitgehend genormten Einlaufdüsen von Freistrahlturbinen sind meistens aus vielen Laboratoriumsversuchen genau bekannt (Fig. 38).

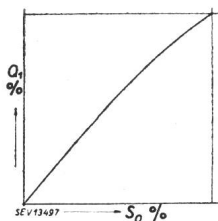


Fig. 38

Verlauf der Wassermengenkurve Q_1 einer Freistrahlturbinendüse bei verschiedenen Nadelhuben s_0
 Q_1 Wassermenge pro 1 m Gefälle

Sofern auch der Einfluss der absoluten Grösse des Gefälles auf den spezifischen Wasserdurchlass Q_1 der Düse bekannt ist und die Einlaufdüse mit Nadel und Mundstück sich in fabrikneuem Zustande befindet, kann durch einfache Messung des Nadelhubes und des Druckes die Wassermenge mit in vielen Fällen genügender Genauigkeit gemessen werden (Fig. 39).

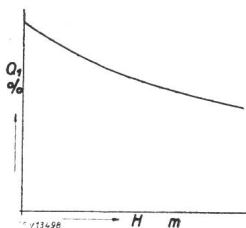


Fig. 39

Einfluss des absoluten Gefälles H auf den Wasserdurchlass Q_1 einer Freistrahlturbinendüse bei gleichbleibendem Nadelhub s_0 und bezogen auf 1 m Gefälle

Bei Vergleichsversuchen lag der Fehler innerhalb $\pm 1\%$.

*) siehe [Lit. 3] des Literaturverzeichnis im Anhang.

f) Gewicht**128. Allgemeines**

Das Anwendungsgebiet der Bestimmung der Wassermenge durch Gewichtsmessung ist in der Praxis noch enger gezogen als bei der Behältermessung.

129. Genauigkeit

Die Wassermessung durch Gewichtsmessung liefert die genauesten Ergebnisse. Die Messzeit t_{min} soll mindestens 100 s betragen.

g) Schirm**130. Allgemeines**

Die Wassermessung mit Mess-Schirm wird, abgesehen von Ausnahmefällen, nur in Laboratorien angewendet, da sie kostspielige Einrichtungen benötigt.

131. Messeinrichtung

Für den Einbau eines Mess-Schirmes ist ein langer, gerader Messkanal von konstantem Querschnitt und genügend langer An- und Auslaufstrecke nötig.

Der Wagen mit Mess-Schirm soll leicht konstruiert, gut gelagert und leicht fahrbar sein. Der Spalt zwischen Mess-Schirm und Wänden darf höchstens 5 mm betragen.

Die Wasserspiegelhöhen am Anfang und Ende der Mess-Strecke sind konstant zu halten und mit aller Genauigkeit zu messen. Die Geschwindigkeit des Messwagens wird durch Registrieren von in gleichen Abständen sich befindenden Kontakten mit Hilfe eines Chronographen bestimmt.

132. Genauigkeit

Die Schirmmessung ermöglicht einfache und rasche Versuche und liefert, da sie zur Methode der Behältermessung gehört, genaue Ergebnisse.

h) Venturimeter**133. Allgemeines**

Das Venturimeter ist sowohl einbau-, als auch zeitempfindlich und deshalb für Abnahmeversuche unbrauchbar.

Es eignet sich jedoch für die Betriebsüberwachung (Wassermengen-Registrierung), muss aber auch dann noch an Ort und Stelle geeicht werden.

i) Norm-Düsen und -Blenden**134. Allgemeines**

Trotz der bestehenden Normung sind die Düsen und Blenden, ähnlich wie die Venturimeter, heikel in der Anwendung, zeit- und besonders einbauempfindlich. Ferner führen sie zu einem, in der Praxis häufig nicht zulässigen, dauernden und immer unerwünschten Druckverlust.

Bei Eichung an Ort und Stelle mit Hilfe einer genauen Methode eignen sie sich als Betriebs-Überwachungsinstrumente, jedoch nicht zur Durchführung von Abnahmeversuchen.

k) Staurohr**135. Allgemeines**

Die Wassermessung mit Staurohr eignet sich trotz dessen konstruktiver Verbesserung hauptsächlich für Laboratoriumszwecke, während sie in der Praxis selten angewendet wird.

Die Staurohrmessung weist den Nachteil auf, dass die Ausschläge mit dem Quadrate der Geschwindigkeit verlaufen, weshalb bei Teillast die Genauigkeit wesentlich zurückgeht. Das Staurohr eignet sich deshalb vor allem für qualitative Messungen, z. B. für Bestimmung des Geschwindigkeitsverlaufes in Randzonen usw.

Als Spezialausführungen sind zu nennen: Kugelstaurohr, «Cole-Pitotmeter», «Photo-flow».

l) Allen-Methode**136. Verfahren**

Durch Einspritzen einer Salzlösung in die Rohrleitung wird die elektrische Leitfähigkeit des Wassers verändert. Der Vorbeifluss der Salzwolke vor mehreren, längs der Rohrleitung montierten Elektroden wird registriert. Die Ge-

schwindigkeit der Salzwolke zwischen zwei Elektroden ergibt, unter Berücksichtigung des zwischen den Elektroden liegenden Volumens der Rohrleitung, ein Mass für die Wassermenge.

137. Allgemeines

Ueber die Salzgeschwindigkeitsmethode nach Allen liegen in Europa wenig Erfahrungen vor, und die zur Verfügung stehenden Messergebnisse sind infolge grosser Streuung noch unbefriedigend. Sie ist deshalb bei Abnahmeversuchen vorläufig nicht zu empfehlen.

Die genaue Vermessung der Rohrleitung verursacht einen längeren Betriebsausfall und die Installationen sind kostspielig. Mit dem gleichen Aufwand kann unter Anwendung der in Europa eingehend entwickelten und bekannten Flügelmessung eine befriedigende Genauigkeit erzielt werden.

m) Gibson-Methode**138. Verfahren**

Das von Gibson entwickelte Druck-Zeit-Verfahren beruht auf der Aufzeichnung des Druckanstieges, der beim Schliessen der Turbine in der Druckleitung auftritt.

Es wird als einfache oder als Differenzmethode angewendet und beschränkt sich auf Wasserturbinenanlagen mit geschlossenen Zuleitungen.

139. Allgemeines

Dieses Verfahren benötigt, ähnlich wie die Allen-Methode, eine kostspielige Apparatur und ist kompliziert in der Anwendung. Da es gegenüber der Flügelmessung keine Vorteile bietet und in Europa wenig Erfahrungen über seine Anwendung vorliegen, ist es für Abnahmeversuche vorläufig nicht zu empfehlen.

n) Titration**140. Verfahren**

Die Titrationsmethode, auch Misch- oder Salzlösungs-Verfahren genannt, besteht darin, dass dem Turbinenwasser eine bestimmte konstante Menge einer Salzlösung von bekannter Konzentration beigegeben wird. Aus dem Konzentrationsgrad des Triebwassers nach der Mischung kann auf die Wassermenge geschlossen werden.

Die Bestimmung der Konzentration kann chemisch, elektrisch oder optisch erfolgen.

141. Allgemeines

Die Methode ist für Abnahmeversuche nicht anwendbar, da die Durchmischung nicht vollständig und bei verschiedenen Konzentrationen die Berechnung der Wassermenge ohne Kenntnis der Geschwindigkeiten nicht möglich ist. Das Mischverfahren tritt an Stelle bekannter Methoden, wenn deren Anwendung infolge örtlicher Verhältnisse nicht möglich ist (Wildbäche).

**o) Thermodynamische Methode
(Temperaturmessung)****142. Verfahren**

Die von Barbillion und Poirson vorgeschlagene, und u. a. von Barbillion entwickelte Methode der Messung von Temperatur-Differenzen am Turbinen-Ein- und -Austritt war Gegenstand eingehender Untersuchungen der «Electricité de France» [Lit.10]. Unter bestimmten Bedingungen ist sie heute für Gefälle zwischen ca. 100...1000 m anwendbar und liefert befriedigende Ergebnisse bezüglich Genauigkeit. Sie bedarf wenig Vorbereitungen, stört den Betrieb des Kraftwerkes kaum und darf daher ein praktisches Interesse beanspruchen.

Sie basiert auf der Tatsache, dass ein wesentlicher Teil der Verluste in der Turbine sich in Wärme umsetzt. Die dadurch entstehende Erwärmung des Betriebswassers ist zu messen, was geeignete, sehr genaue Temperatur-Messgeräte voraussetzt. Die mechanischen Verluste in Lagern und Stopfbüchsen sind separat zu messen.

In der Schweiz liegen noch keine Erfahrungen vor, insbesondere hinsichtlich des Einbezugs aller auftretenden Verluste, so dass das Verfahren vorläufig noch nicht für Abnahme-Versuche empfohlen werden kann. Dagegen wäre es von Vorteil, die Methode in geeigneten Fällen gleichzeitig mit einer der üblichen Messmethoden anzuwenden, um möglichst zuverlässiges Vergleichsmaterial zu sammeln.

p) Fehlerbestimmung

143. Methode ⁵⁾

Wenn beim gleichen Lastpunkt mehrere Wassermessungen gemacht werden, ist die Genauigkeit der Messung durch Berechnung des mittleren Fehlers zu bestimmen.

Bei n -maliger Messung der gleichen Wassermenge nach dem gleichen Messverfahren und bei vollständigem Beharungszustand ist das einfache arithmetische Mittel $\bar{Q}$ aller Messwerte Q_i der wahrscheinliche Wert der Wassermenge. Sind hiernach

$$Q_1, Q_2, Q_3 \dots Q_n$$

die gemessenen Wassermengen und n die Zahl dieser Wassermengen, so ist:

$$\bar{Q} = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n (Q_i)}{n}$$

Werden die algebraischen Differenzen zwischen den Messwerten Q_i und dem arithmetischen Mittel $\bar{Q}$ mit ΔQ_i bezeichnet, so dass

$$\Delta Q_i = Q_i - \bar{Q}$$

so ist der mittlere absolute Fehler einer Messung zu berechnen aus

$$\Delta \bar{q} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta Q_i)^2}{n-1}}$$

und der mittlere absolute Fehler des arithmetischen Mittels $\bar{Q}$ berechnet sich aus:

$$\Delta \bar{Q} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta Q_i)^2}{n(n-1)}}$$

In Prozenten ausgedrückt ist dann der mittlere relative Fehler einer Messung:

$$\varphi_m = \pm 100 \cdot \frac{\Delta \bar{q}}{\bar{Q}} \text{ in } \%$$

und der mittlere relative Fehler des arithmetischen Mittels aller Messungen:

$$\varphi_m = \pm 100 \cdot \frac{\Delta \bar{Q}}{\bar{Q}} \text{ in } \%$$

II. Nutzgefälle

a) Allgemeines

144. Nivellement

Die Fixpunkte, bzw. Abstichs- und Bezugspunkte, sind einzunivellieren, und es empfiehlt sich, sie an das Landesnivellement anzuschliessen.

145. Zahl der Ablesungen

Die Ablesungen, die für die Bestimmung des Nutzgefalles nötig sind, sind mindestens alle zwei Minuten und zehnmal pro Lastpunkt vorzunehmen; die Häufigkeit der Ablesungen hängt vom Intervall der Schwankungen ab.

146. Vakuum

Für die Bestimmung des Nutzgefalles bei Ueberdruck-Turbinen wird die Höhe des Unterwasserspiegels gemessen. Das am Saugrohreintritt eventuell gemessene Vakuum kann hierfür nicht verwendet werden.

Wird zu besonderen Zwecken das Vakuum gemessen, so ist darauf zu achten, dass die Messleitung vom Anschluss am Saugrohr bis zum Vakuummeter entweder vollständig luft- oder wassergefüllt ist.

b) Druckmessung

147. Allgemeines

Wenn irgend möglich, z. B. bei zwei Rohrleitungen, ist für die Gefällsbestimmung die Differenzdruck-Messung anzuwenden (Fig. 40).

⁵⁾ siehe [Lit. 1] des Literaturverzeichnis im Anhang.

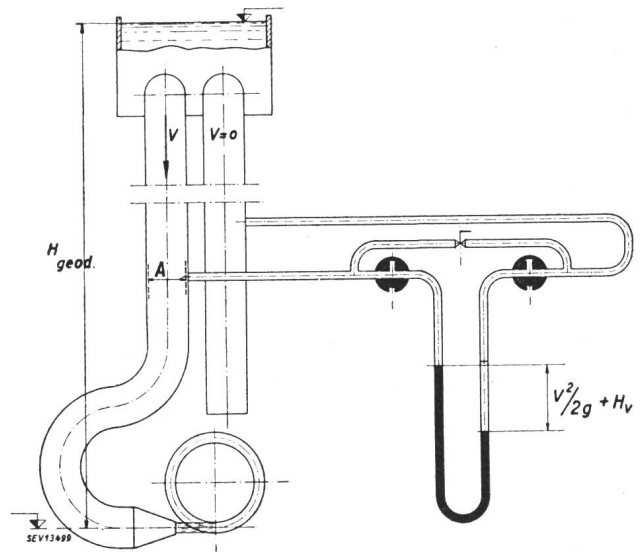


Fig. 40

Druckmessung

Bestimmung des effektiven Druckes vor der Turbine durch Differenzmessung zum statischen Druck in einer abgestellten Druckleitung

v Wassergeschwindigkeit im Messquerschnitt A

H_v Druckverlust der Rohrleitung

148. Messquerschnitt

Für die Wahl des Druckmessquerschnittes in geschlossenen Zuleitungen ist auf folgende Punkte zu achten (Fig. 41):

a) Druckmessanschlüsse im höchsten und tiefsten Punkt einer Leitung sind zu vermeiden. Am Scheitel der Rohrleitung besteht die Gefahr des Eintrittes von mitgerissener Luft, an der Sohle die der Verschmutzung.

b) Anschluss womöglich auf geradem Rohrstück von konstantem Querschnitt; empfehlenswert sind zwei Anschlüsse.

c) Anschlüsse mehr als $10 D_{Rohr}$ nach Krümmern. Liegt ein Krümmer nach dem Messquerschnitt, dann sind die Anschlüsse in die Symmetrie-Ebene des Krümmers zu legen.

Liegt die Symmetrieebene des Krümmers lotrecht, sind 4 Anschlüsse auf zwei senkrecht zu einander stehenden, unter 45° zur Lotrechten angeordneten Durchmessern vorzusehen.

d) Ist die Strömung gestört (z. B. Krümmer näher als $10 D_{Rohr}$ vor oder unmittelbar nach dem Messquerschnitt, oder Keilschieber vor diesem), so sind vier Anschlüsse auf zwei senkrecht zueinander stehenden Durchmessern vorzusehen.

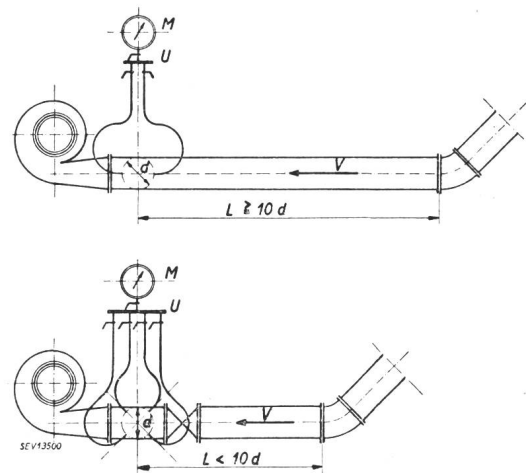


Fig. 41

Druckmessung auf 1 oder 2 Durchmessern, je nach Ausbildung der Druckleitung vor dem Druck-Messquerschnitt

M Manometer; U Verbindungsstück der Messleitungen;

d Lichter Rohrdurchmesser im Messquerschnitt

149. Messanschluss

Der Druckmessanschluss ist folgendermassen auszubilden (Fig. 42):

- Die Bohrung soll senkrecht auf die Wandung erfolgen, innen bündig, ohne Grat und ohne Abrundung sein.
- Die Bohrung soll 3 mm betragen. Kleinere Bohrungen neigen zum Verstopfen, grössere ergeben leicht Falschmessungen.
- Für den Anschluss der Messleitung aussen ist ein Gewinde von 15 bis 20 mm oder $\frac{1}{2}$ " Gas anzunehmen.

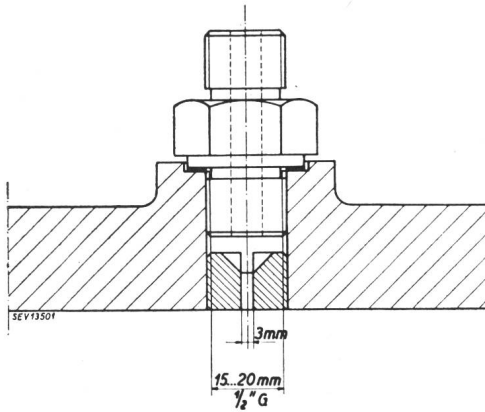


Fig. 42

Druckmessung

Einbau der Blende und Ausbildung des Druckmessanschlusses

150. Messleitung

Bei der Messung ist darauf zu achten, dass die Leitungen stets luftfrei, d. h. vollständig mit Wasser gefüllt sind. Zum besseren Entfernen von eingeschlossener Luft durch Spülen empfiehlt es sich, die Messleitung so zu verlegen, dass sie von der Bohrung bis zum Instrument ansteigt, wo ein Spülhahn mit genügendem Durchflussquerschnitt anzubringen ist. Säcke in der Leitung sind zu vermeiden.

Sind mehrere Druckanschlüsse vorhanden, so ist der Druck jedes Anschlusses einzeln zu messen, auch bei Ringleitungen. Für die Auswertung ist der Mittelwert aller Einzeldrücke massgebend.

151. Instrument

Bei der Wahl des Instrumentes für die Druckmessung ist im besonderen auf folgendes zu achten:

- Piezometer** benötigen wegen der Kapillarelevation (Kapillarelevation) des Wassers einen lichten Durchmesser des Glasrohres von mindestens 20 mm.
- Bei **Quecksilbermanometern** soll der lichte Durchmesser des Glasrohres im Bereich der Ablesung (wegen der Kapillardepression des Quecksilbers) mindestens 8 mm betragen. Das Quecksilber ist periodisch auszukochen. Bei kleinen Druckdifferenzen kann an Stelle von Quecksilber als Sperrflüssigkeit auch Tetrachlorkohlenstoff verwendet werden, dessen spezifisches Gewicht vor und nach den Versuchen mit Hilfe der Wassersäule bestimmt werden kann (temperaturempfindlich).

c) An Stelle eines gleichschenkligen U-Rohres wird mit Vorteil ein **Topf mit Steigrohr** verwendet, ähnlich der Konstruktion der Quecksilberbarometer. Der innere Durchmesser des Topfes soll mindestens das Zehnfache der lichten Weite des Steigrohres betragen (Fig. 43).

d) Für die kleinen Drücke kann ein umgekehrtes U-Rohr verwendet werden, mit Bogen nach oben. Als Sperrflüssigkeit eignet sich Toluol mit einem spezifischen Gewicht von $\gamma = 0,867 \text{ kg/dm}^3$ (Fig. 44).

e) **Feder-Manometer**, z. B. solche mit Bourdonfeder, müssen unbedingt geeicht werden, und zwar vor und nach den Versuchen.

Als Präzisions-Federmanometer ist ein solches zu bezeichnen, welches bei demselben Druck zeitlich immer dieselbe Zeigerstellung an der Skala aufweist (Schneidenzeiger).

Als günstigster Verwendungsbereich der Feder-Manometer wird 50 bis 75 % der Skala bezeichnet.

Bei der Eichung des Federmanometers soll jeweils nur im besondern Verwendungsbereich des Manometers geeicht werden.

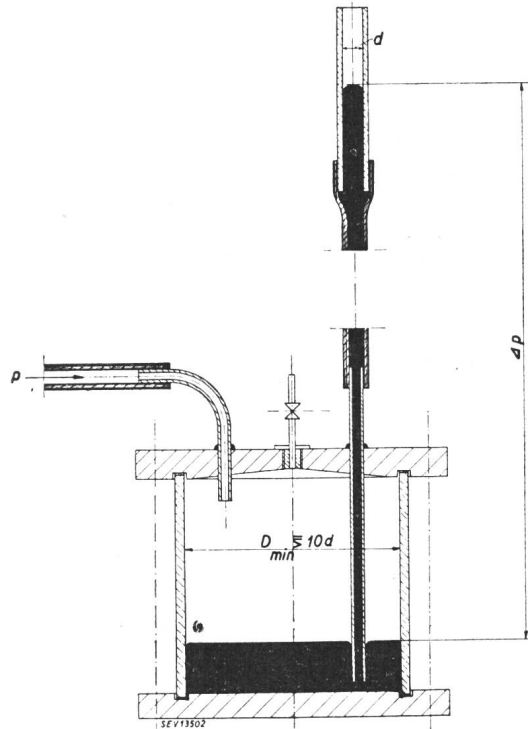


Fig. 43

Druckmessung: Quecksilber-Druckmesstopf mit Steigrohr
p Druckzuleitung; d Lichte Durchmesser des Piezometer-Glasrohres; Δp Druckhöhe

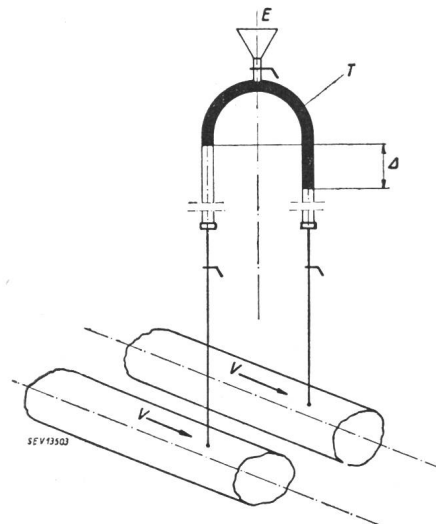


Fig. 44

Messung kleiner Differenzdrücke

Umgekehrtes U-Rohr mit Sperrflüssigkeit $\gamma < 1 \text{ kg/dm}^3$
E Einfülltrichter; T Toluol ($\gamma' = 0,867 \text{ kg/dm}^3$)

152. Eichung

Die Eichung der Manometer kann in folgender Weise geschehen:

- mit Gewichtseichapparat, vor und nach dem Versuch;
- durch Vergleich mit dem statischen Gefälle (geodätisches Wirkgefälle H_w , bei $Q = 0$), vor und nach dem Versuch.

Die Differenzen zwischen den zwei Eichmethoden sind sinngemäss zu verstehen, d. h. Methode a) gibt die Charakteristik des Instrumentes, Methode b) den absoluten Wert.

153. Einfluss der barometrischen Druckdifferenz und der Kompressibilität des Wassers

Bei der direkten Messung des Druckes mit Gewichtsmanometern oder bei der Eichung von Manometern mit Gewichtseichapparat ist das geodätische Wirkgefälle H_w aus dem Gewichtesgefälle H_G folgendermassen zu berechnen [Lit. 4]:

$$H_w = H_G + \Delta B - \Delta G$$

Darin bedeuten:

Einfluss der barometrischen Druckdifferenz zwischen Oberwasserspiegel und Standorthöhe des Instrumentes

$$\Delta B = k H_G \text{ in m}$$

Einfluss der Kompressibilität des Wassers

$$\Delta G = \frac{1}{1000} \left(\frac{p}{2} \right)^2 \text{ in m}$$

(gültig für Temperaturen des Wassers in den praktisch vorkommenden Grenzen).

H_w in m

$H_G = 10 p$ in m, ermittelt durch Gewichtsmanometer

p in kg/cm²

Für Standorthöhen des Gewichtsmanometers zwischen 100 und 2000 m über Meer beträgt der Faktor

$$k = \frac{1,1}{1000}$$

Der Koeffizient k ändert mit der Standorthöhe des Instrumentes nur sehr wenig, so dass im angegebenen Bereich mit diesem Wert gerechnet werden kann.

c) Freier Wasserspiegel

154. Messort

Freie Wasserspiegel sind in möglichst ruhiger Strömung und frei von lokalen Störungen zu messen, und zwar direkt durch Abstiche.

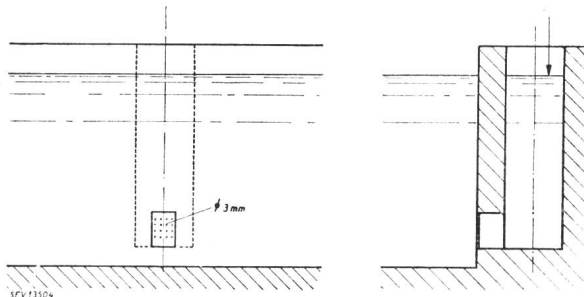


Fig. 45

Wasserspiegelmessung
Anschluss des Meßschachtes mit Lochblech

Sind Messungen in Schächten oder mit Piezometern nicht zu umgehen, dann sind die Anschlüsse ähnlich auszubilden wie bei Druckmessungen (Fig. 45).

155. Unterwasserspiegel

Der Bestimmung der Energielinie nach der Turbine muss, besonders bei Niederdruckanlagen, besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Sie kann, mit seltenen Ausnahmen, meist auf eine der folgenden Arten a), b), c) oder d) vorgenommen werden:

a) Im Unterwasser ist der höchste, *allgemeine* Unterwasserspiegel zu messen, eventuell an mehreren Stellen über die Austritts- oder die Kanalbreite.

Bei mehreren Gruppen ist für die Berechnung der Geschwindigkeitshöhe der Querschnitts-Anteil des Unterwasserkanales zu berücksichtigen.

Im Prinzip gelten hier die Angaben der Fig. 1 bis 6 von Ziff. 9.

b) Bei Flusskraftwerken kann der Spiegel unmittelbar über dem Saugkrümmer-Austritt gemessen werden, wobei die

Geschwindigkeitshöhe für den eindeutig gegebenen Saugrohraustrittsquerschnitt zu berechnen ist. In diesen Fällen verschiebt sich die Messebene M_a der Fig. 2, 3, 4 und 6 von Ziff. 9 sinngemäss in diesen Saugrohraustrittsquerschnitt.

Bei normal dimensionierten Austrittsquerschnitten liefert diese Messmethode erfahrungsgemäss für die Energielinie Werte, die mit denjenigen von Methode a) gut übereinstimmen, sofern der Spiegel unmittelbar am Saugrohraustritt nicht wesentlich von seitlich einströmendem Wasser beeinflusst wird.

c) Ist die Anwendung von Methode a) oder b) nicht möglich, oder unzuverlässig, was bei Kavernen- oder Stau-mauerwerken der Fall sein kann, so sind an Stelle von Spiegelaustichen Druckmessungen vorzunehmen.

Es sind bereits bei der Bestellung Messmöglichkeiten mit genügend Piezometeranschlüssen nach Fig. 45 von Ziff. 154 vorzusehen, insbesondere dann, wenn der Druckmessquerschnitt keine kreisrunde Form aufweist.

d) Schliesslich kann der Messquerschnitt M_a ins Innere, vor den Saugrohraustrittsquerschnitt verlegt werden, mit entsprechenden Druckmessungen, und unter Berücksichtigung des Einflusses eines allfällig vorhandenen Dralles.

Die Methoden b), c) und d) sind zulässig, wenn der Saugkrümmer einen normal dimensionierten Austrittsquerschnitt von $S \geq 3 D_s^2$ aufweist. (D_s ist der engste Mantel-Durchmesser nach den Laufradschaufeln, S die Durchflussfläche im Druckmessquerschnitt am Saugrohraustritt.) Ist dies aus besonderen Gründen nicht der Fall, so soll rechtzeitig eine Vereinbarung getroffen werden.

Die Bestimmungen a) und b) sind von besonderer Wichtigkeit für spezifisch schnelllaufende Maschinen in Niederdruckanlagen, während in Hochdruck-Francis-turbinenanlagen der prozentuale Anteil der austretenden Energie gering ist.

156. Messeinrichtung

Für die Messung von freien Wasserspiegeln sind keine festen Pegel zu verwenden.

Am besten eignen sich Stechpegel oder Metallmessband mit Teller (Fig. 46).

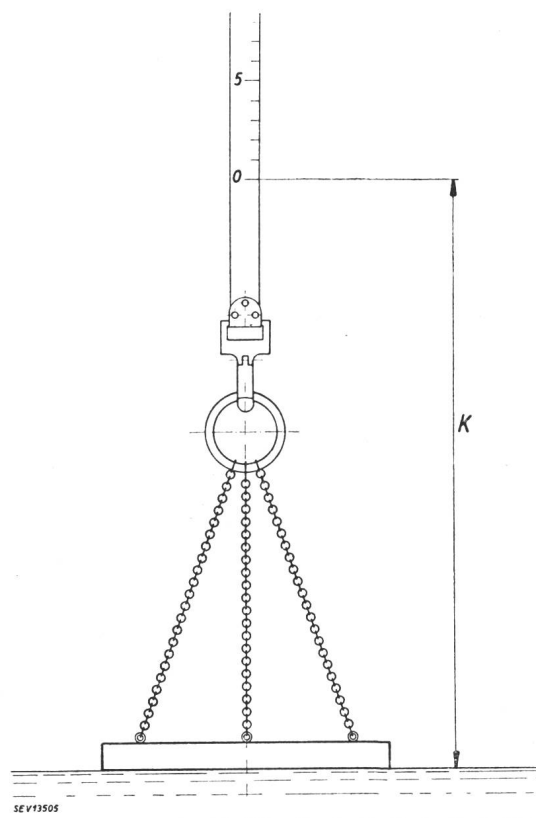


Fig. 46

Wasserspiegelmessung: Stahlmessband mit Messteller

III. Turbinenleistung

a) Allgemeines

157. Methode

Für die Messung der Turbinenleistung stehen folgende Methoden zur Verfügung:

Direkte Messung: Torsionsdynamometer
Bremsen (mechanisch, hydraulisch, elektrisch)

Indirekte Messung: Generatorleistung

Abgesehen von seltenen Fällen einer Leistungsmessung durch direkte Bremsung oder mit Torsionsdynamometer wird heute fast ausnahmslos die Turbinenleistung aus der Wirkleistung des Generators bestimmt.

b) Generatorwirkungsgrad

158. Definition

Die Wirkleistung ist die an den Klemmen des Generators abgegebene Leistung.

Die aufgenommene Leistung ist die vom Generator durch die Welle aufgenommene Leistung.

Das Verhältnis der Wirkleistung zur aufgenommenen Leistung ergibt den Generatorwirkungsgrad.

159. Gesamtverluste

Unter den Gesamtverlusten des Generators im Sinne dieser Regeln versteht man die Differenz zwischen aufgenommener Leistung und abgegebener Wirkleistung.

Die so definierten Gesamtverluste des Generators enthalten somit auch die durch den Generator verursachten Lagerreibungsverluste (siehe Ziff. 14).

160. Verlustmessung

Für die Messung der Wirkungsgrade, bzw. der Verluste von Generatoren gelten die Regeln des SEV für elektrische Maschinen, Publ. 188 des SEV [Lit. 7].

Zu den nach den genannten Regeln gemessenen Generatorverlusten sind die durch den Generator verursachten Lagerreibungsverluste zu addieren, wenn diese bei der Ermittlung des Generatorwirkungsgrades nicht schon einbezogen wurden.

c) Wirkleistung

161. Messort

Die Wirkleistung ist direkt an den Klemmen des Generators zu messen.

Lässt sich dies nicht verwirklichen, so ist die gemessene Leistung um die zwischen den Generatorklemmen und der Meßstelle auftretenden Verluste zu erhöhen.

162. Messinstrumente

a) Für die Messung der Wirkleistung ist eine ausschliesslich diesem Zwecke dienende besondere Messeinrichtung zu verwenden, welche aus einwandfreien Präzisions-Instrumenten in Verbindung mit geeichten Präzisions-Messwandlern besteht. Diese Messeinrichtung ist derart zu erstellen, dass die Ausschaltung aller Fehlerquellen gewährleistet wird.

b) Sofern vier Leiter vorhanden sind, ist die Drehstrommessung nach der Drei-Wattmeter-Methode durchzuführen.

An die verwendeten Messwandler dürfen keine anderen Instrumente als die für die Messung nötigen angeschlossen werden.

c) In besonderen Fällen können Zähler verwendet werden, die jedoch mit den zugehörigen Wandlern geeicht sein müssen. Grundsätzlich sind Zeigerinstrumente den Zählern vorzuziehen.

d) Weisen die für die Messung von Gleichstrom hoher Stromstärke verwendeten Shunts eine Ungenauigkeit von etwa $\pm 1\%$ auf, so sind die Toleranzen für Leistung und Wirkungsgrad der Turbine um 1% zu erhöhen. Bei grösserer

Ungenauigkeit der Shunts sind die genannten Toleranzen entsprechend weiter zu erhöhen (siehe Ziff. 29 und 30).

e) Die Schalttafel-Instrumente und Betriebswandler sind für Abnahmeversuche nicht zulässig.

d) Mechanische Bremsung

163. Allgemeines

Bei der Durchführung der mechanischen Bremsung einer Turbine sind vor allem die folgenden Grössen genau zu bestimmen:

Drehzahl
Hebellänge der Bremse
Tara der Bremse.

164. Zusatzbelastung

Zusätzliche Lagerbelastungen, welche durch das Gewicht und die Belastung der Bremse entstehen, sind der Turbine gutzuschreiben.

Bei vertikaler Welle ist die Bremse torsionsfrei aufzuhängen.

Zu beachten ist das Drallmoment des Kühlwassers.

165. Sekundärwelle

Die mechanische Bremsung auf einer riemen- oder seil-angetriebenen Welle ist gefährlich und daher unzulässig.

e) Verlustleistungen

166. Regulator

Bei direkt angetriebenem Regulator ist für die Berechnung der Turbinenleistung die verbindliche Angabe des Konstrukteurs zu Grunde zu legen (siehe Ziff. 14c).

Für die Beurteilung des Regulators selbst kann jedoch seine Leistungsaufnahme gemessen werden.

167. Ventilationsverluste

Über Ventilationsverluste von unverschalten und verschalten Schwungrädern verschiedener Formen liegen Versuchsergebnisse und aus ihnen abgeleitete Formeln vor, die sinngemäss auf jeden bestimmten Fall zu übertragen sind [Lit. 9].

Dasselbe gilt für die Ventilationsverluste von Freistrahlturbinenlaufrädern [Lit. 9].

168. Uebertragungsverluste

Der Leistungsverlust in Uebertragungsorganen ist wenn nötig durch separate Messung für die bei den Turbinenversuchen herrschenden Betriebszustände zu messen.

Für die Bestimmung der Verluste in Getrieben usw. eignet sich die Messung der vom Getriebeöl abgeführten Wärme. Ist diese direkte Methode nicht anwendbar, dann kann die indirekte Methode mit Messung der Temperaturdifferenzen aus bekannten Zusatzleistungen und Extrapolation auf Zusatzleistung Null angewendet werden [Lit. 5].

169. Verschiedenes

Um die Versuche zu vereinfachen und alle unnötigen Fehlerquellen von vornherein auszuschalten, empfiehlt es sich, alle irgendwie entbehrlichen, von der Turbinenwelle angetriebenen Hilfsbetriebe abzukuppeln.

Ist dies nicht möglich, so ist der Leistungsverbrauch separat zu ermitteln oder gemeinsam festzulegen.

IV. Drehzahl

170. Elektrische Leistungsmessung (indirekte Leistungsmessung)

In allen Fällen, wo die Drehzahl nicht unmittelbar zur Berechnung der Turbinenleistung verwendet wird, d. h. bei der elektrischen Leistungsmessung an den Klemmen des Generators, genügt eine Drehzahlmessung mit dem Frequenzmeter, wobei eine Kontrolle mit einem geeichten Handtachometer oder einem Tachographen zu empfehlen ist.

171. Bremsung (direkte Leistungsmessung)

Wird die Turbinenleistung durch Bremsung oder mit Torsionsdynamometer gemessen, so sind Präzisions-Drehzahlmesser anzuwenden.

Die Drehzahl ist möglichst direkt und einfach zu messen. Bei guter Beharrung eignet sich das Zählwerk mit Stoppuhr.

V. Drehzahländerung**172. Allgemeines**

Die Drehzahländerungen bei Regelungsversuchen sind mit einem geeichten Tachographen zu messen. Wenn möglich ist gleichzeitig die Bewegung des Regelorgans aufzuzeichnen.

VI. Druckänderung**173. Allgemeines**

Die Druckänderungen bei Regelungsversuchen sind mit einem geeichten Registriermanometer zu messen.

Sofern das Registrierinstrument nicht unmittelbar an die Druckleitung angeschlossen werden kann, soll die Anschlussleitung so kurz wie möglich sein.

174. Instrumente

Für die Registrierung dieser kurzfristigen Druckänderungen eignen sich am besten Federindikatoren, bei höheren Drücken insbesondere solche mit Vorspannung.

Die handelsüblichen Registriermanometer mit Bourdonfeder eignen sich nur für relativ kleine Frequenzen der Druckschwingungen.

Die Eigenfrequenz des Instrumentes soll mindestens dreimal so gross sein wie die Frequenz der zu messenden Druckschwingungen.

Bei Druckmessinstrumenten mit Maximumzeiger (Schleppzeiger) soll dieser so gebremst sein, dass sein Ausschlag praktisch mit der Angabe des Hauptzeigers übereinstimmt.

Anhang**Literaturverzeichnis**

- [Lit. 1] SIA-Normen für Wassermessungen bei Durchführung von Abnahmeversuchen an Wasserkraftmaschinen. Aufgestellt vom Schweiz. Ingenieur- und Architektenverein. Zürich 1924.
- [Lit. 2] Rehbock, Th.: Wassermessung mit scharfkantigen Überfallwehren. Z. VDI Bd. 73(1929), S. 817 ff.
- [Lit. 3] Gerber, H.: Wassermessung in Freistrahlturbinenanlagen. Schweiz. Bauztg. Bd. 117(1941), Nr. 14, S. 149...151.
- [Lit. 4] Dubs, R.: Die Bestimmung der geodätischen Höhendifferenz H durch Messung der Pressung p mit Gewichtsmannometer und Beobachtung des atmosphärischen Druckes p_a . Bull. SEV Bd. 35(1944), Nr. 18, S. 499...505.
- [Lit. 5] Tobler, H.: Zur Inbetriebsetzung und Abnahme von Kraftmaschinen. Escher Wyss Mitt". Bd. 15/16(1942/43), S. 170...172.
- [Lit. 6] Dubs, R.: Angewandte Hydraulik, S. 178...184. Zürich, Rascher 1947.
- [Lit. 7] Regeln für elektrische Maschinen. 1. Aufl.; Publ. Nr. 188 des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV). Zürich: 1951.
- [Lit. 8] Leitsätze für die Drehzahlregelung von Wasserturbine-Generator-Gruppen. 1. Aufl.; Publ. Nr. 0205 des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV). Zürich: 1956.
- [Lit. 9] Mitteilungen aus dem Institut für Hydraulische Maschinen und Anlagen an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich, Heft Nr. 1. Zürich: 1956, enthaltend:
Dubs, R.: Der Luftwiderstand von Schwungrädern, Riemenscheiben, Kupplungen und Scheiben. Bull. SEV Bd. 45(1954), Nr. 20, S. 829...838.
Gerber, H.: Ventilationsverluste von Freistrahlturbinen-Laufrädern. Bull. SEV Bd. 47(1956), Nr. 9, S. 389...420.
- [Lit. 10] Willm, G. und P. Campas: Mesure du rendement des turbines hydrauliques par la méthode thermométrique Poirson. Houille blanche Bd. 9(1954), Nr. 4, S. 449...460; Nr. 5, S. 590...607.
- [Lit. 11] Hutton, S. P.: Component Losses in Kaplan Turbines and the Prediction of Efficiency from Model Tests. Proc. Instn. Mech. Engrs. Bd. 168(1954), Nr. 28, S. 743...762.

Weitere Literatur

Allen, G. M., und Taylor, E. A.: The salt velocity method of water measurement. Trans". Amer. Soc. Mech. Engrs. Bd. 14 (1923).

Braun, W.: Messung strömender Wassermengen auf chemischem Wege. Diss. TH München, 1924.

Dietrich, W.: Wassermessungen mit Überfall in der Zentrale Handeck der Kraftwerke Oberhasli. Schweiz. Bauztg. Bd. 99 (1932), Nr. 1, S. 1...4; Nr. 2, S. 20...22, und Nr. 3, S. 39.

Gibson, N. R.: The Gibson method and apparatus etc. Vortrag an der Jahresversammlung der Amer. Soc. Mech. Engrs., 3. bis 6. Dezember 1932.

Hailer, R.: Fehlerquellen bei der Überfallmessung. Mitt". Hydr. Inst. Techn. Hochschule München, Heft 2, S. 65 ff., und Heft 3, S. 1 ff.

Henn, W.: Grundlagen der Wassermessung mit dem hydro-metrischen Flügel. VDI-Forschungsheft Bd. 8(1937), Nr. 385, Ausg. B.

Kirschmer, O.: Vergleichs-Wassermessungen am Walchensee-werk. Z. VDI Bd. 74(1930), S. 521...528, 740 ff.

Kirschmer, O., und Esterer, B.: Die Genauigkeit einiger Wassermessverfahren. Z. VDI Bd. 74(1930), S. 1499 ff.

Kirschmer, O.: Das Salzverdünnungsverfahren für Wassermessungen. Wasserkraft u. Wasserwirtsch. Bd. 26(1931), Nr. 18, S. 213...221.

Lütsch, O.: Über unsere letzten Erfahrungen mit dem Titrationverfahren für Wassermessungen. Wasserkraft u. Wasserwirtsch. Bd. 23(1928), Nr. 7, S. 97...104.

Müller, K. E.: Die Salzgeschwindigkeits-Methode von Allen zur Wassermessung in Rohrleitungen. Schweiz. Bauztg. Bd. 87 (1926), Nr. 3, S. 41...44.

Ott, L. A.: Wassermessung bei Wasserkraftanlagen (Flügel usw.). Sonderdruck aus Wasserkraftjahrbuch, Jg. 1924. München, 1924.

Ott, L. A.: Theorie und Konstantenbestimmung des hydro-metrischen Flügels. Berlin, 1925.

Schoder, E. W., und Turner, K. B.: Precise weir measurements. Amer. Soc. Civil Engrs., Paper 1711.

Stauss, A.: Der Genauigkeitsgrad von Flügelmessungen bei Wasserkraftanlagen. Berlin, 1926.

Thoma, D.: Die Auswertung der Druckdiagramme von Gibson. Wassermessungen beim Auftreten von Nachschwingungen in der Rohrleitung. Mitt". Hydr. Inst. Techn. Hochschule München, Heft 6.

Code d'essais des installations hydrauliques. Hauteur de chute ou d'élévation et Pertes de charge, 2. Aufl., Nr. 2. Mesure des débits, 2. Aufl., Nr. 3, 4 und 5. Paris: Soc. hydrotechn. de France 1951.

Dieses Heft enthält die Zeitschriftenrundschau des SEV (4...5)

Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, herausgegeben vom Schweizerischen Elektrotechnischen Verein als gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV) und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE). — **Redaktion:** Sekretariat des SEV, Seefeldstrasse 301, Zürich 8, Telefon (051) 34 12 12, Postcheck-Konto VIII 6133, Telegrammadresse Elektroveerein Zürich. Für die Seiten des VSE: Sekretariat des VSE, Bahnhofplatz 3, Zürich 1, Postadresse: Postfach Zürich 23, Telefon (051) 27 51 91, Telegrammadresse Electrunion, Zürich, Postcheck-Konto VIII 4355. — Nachdruck von Text oder Figuren ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit Quellenangabe gestattet. — Das Bulletin des SEV erscheint alle 14 Tage in einer deutschen und in einer französischen Ausgabe, ausserdem wird am Anfang des Jahres ein «Jahresheft» herausgegeben. — Den Inhalt betreffende Mitteilungen sind an die Redaktion, den Inseratenteil betreffende an die Administration zu richten. — **Administration:** Postfach Hauptpost, Zürich 1 (Adresse: A.-G. Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei, Stauffacherquai 36/40, Zürich 4), Telefon (051) 23 77 44, Postcheck-Konto VIII 8481. — **Bezugsbedingungen:** Alle Mitglieder erhalten 1 Exemplar des Bulletins des SEV gratis (Auskunft beim Sekretariat des SEV). Abonnementspreis für Nichtmitglieder im Inland Fr. 50.— pro Jahr, Fr. 30.— pro Halbjahr, im Ausland Fr. 60.— pro Jahr, Fr. 36.— pro Halbjahr. Abonnementsbestellungen sind an die Administration zu richten. Einzelnummern Fr. 4.—.

Chefredaktor: H. Leuch, Ingenieur, Sekretär des SEV.

Redaktoren: H. Marti, E. Schiessl, H. Lütolf, R. Shah, Ingenieure des Sekretariates.