

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 37 (1946)  
**Heft:** 14  
  
**Rubrik:** Mitteilungen SEV

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### 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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### 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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 12.01.2026

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

unabhängig von der Belastung mit einem maximalen Fehler von nur  $\pm 1\%$  angezeigt. Diese Genauigkeit ist für alle Fälle ausreichend, um so mehr, als es sich bei der Feststellung des Scheinverbrauchs oder der Scheinleistung zur Tarierung lediglich um ein Korrekturglied handelt.

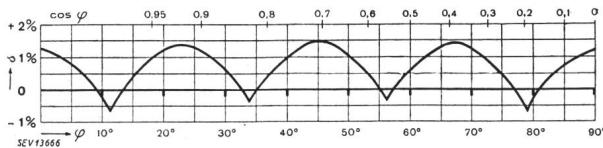


Fig. 6.

Fehler des Scheinverbrauchszählwerkes in Funktion der Phasenverschiebung bei konstanter Scheinleistung

Bemerkenswert ist, dass das nach feinmechanischen Grundsätzen ausgeführte Summierwerk des «Trivectors» weder den Wirk- noch den Blindverbrauchszähler wesentlich beeinflusst, und dass die

in der Praxis mit diesem Apparat gemachten Erfahrungen gut sind. Schliesslich sei auch darauf hingewiesen, dass sich der «Trivector» besonders gut mit den verschiedensten Tarifeinrichtungen ausstatten lässt. Wird das Scheinverbrauchszählwerk mit einem Kontaktgeber ausgerüstet, so lässt sich die mittlere Scheinleistung mit dem ebenfalls von Landis & Gyr hergestellten «Tele-Maxigraph» in Funktion der Zeit graphisch aufzeichnen. Als tragbares Instrument ausgeführt, dient der «Trivector» vielen Elektrizitätswerken als Kontrollinstrument für die Belastungsverhältnisse bei Grossabnehmern. Als solches kann er Grundlagen von aufzustellenden Lieferungsverträgen ermitteln, wobei sich auch der mittlere  $\cos \varphi$  durch die einfache Division der Angaben des Wirkverbrauchszählers durch die Angaben des Scheinverbrauchszählwerkes errechnen lässt.

#### Adresse des Autors:

W. Zingg, Ingenieur der Landis & Gyr A.-G., Zug.

## Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

### Ein neues thermisches Kraftwerk der Nordostschweizerischen Kraftwerke A.-G.

[Aus Schweiz. Bauztg. Bd. 127(1946), Nr. 26, S. 328...330]  
621.311.23(494)

Der Verwaltungsrat der Nordostschweizerischen Kraftwerke A.-G., Baden (NOK), beschloss in seiner letzten Sitzung die Erstellung eines thermischen Kraftwerkes im Anschluss an das Kraftwerk Beznau. Die installierte Leistung soll vorläufig 40 000 kW betragen. Vorgesehen sind 2 bei Brown Boveri, Baden, bestellte Gasturbinen-Gruppen von 13 000 bzw. 27 000 kW, die im Winter 1947/48 bzw. 1948/49 in Betrieb kommen sollen. Damit schon im Winter 1946/47 thermische Energie geliefert werden kann, haben sich Gebrüder Sulzer, Winterthur, verpflichtet, aus ihrem Fabrikationsbestand auf Ende dieses Jahres eine Dieselmotorengruppe von 3000 kW zur Verfügung zu stellen, die nach Lieferung der beiden Gasturbinengruppen als Reserve dienen wird.

Die Hauptaufgabe des thermischen Kraftwerkes besteht darin, in trockenen Wintern den Produktionsausfall der Wasserkraft-Kombination (eigene Werke: Beznau, Löntsch und Eglius; Beteiligungen: A.-G. Bündner Kraftwerke, A.-G. Kraftwerk Wäggital, Ryburg-Schwörstadt A.-G., Aarewerke A.-G., Etzelwerk A.-G. und Kraftwerk Rupperswil-Auenstein A.-G.) zu decken. Diese Sicherstellung ist um so dringlicher, als infolge des während des Krieges aufgetretenen Brennstoffmangels die hydraulischen Werke auch in mittleren und nassen Jahren praktisch voll ausgenützt, und in der Koncessionserteilung für die nötigen neuen Speicherwerke grosse Verzögerungen entstanden sind, über deren Auswirkung sich die Öffentlichkeit noch nicht genügend Rechenschaft gibt. Thermische Kraftwerke sollen deshalb für die nächsten Jahre die Lücke bis zur Inbetriebnahme neuer Speicherwerke eingeräumt überbrücken. Auch nachher werden sie aber an Bedeutung nicht verlieren, weil die Produktion jedes neu hinzukommenden Wasserkraftwerkes den Unterschied in der Erzeugungsmöglichkeit elektrischer Energie zwischen nassen und trockenen Jahren erhöht, wodurch das Bedürfnis nach einem Ausgleich erhöht wird.

Das thermische Kraftwerk der NOK stellt in Verbindung mit den Staauseen eine Speicheranlage von idealer Leistungsfähigkeit dar, weil in trockenen Wintern mit der Leistung von 43 000 kW bei einer maximalen Gebrauchsdauer von 3000 Stunden rund 130 Millionen kWh erzeugt werden können. Diese zusätzliche Energiemenge ist ungefähr gleich gross wie diejenige, die aus dem Speichervorrat erzeugt werden kann, der den NOK zur Zeit aus den Werken Löntsch, Wäggital und Etzel zur Verfügung steht. Mit zunehmender Wasserdurchführung und steigender Leistungsfähigkeit der hydraulischen Werke kann die Betriebsdauer des thermischen Kraft-

werkes reduziert, oder dieses ganz ausgeschaltet werden. Nach den durchgeföhrten Untersuchungen ist die Gebrauchsdauer des thermischen Kraftwerkes im langjährigen Mittel mit rund 1000 Stunden anzusetzen; auf diese Weise ergibt sich eine mittlere jährliche Erzeugung an thermischer Energie von 40...50 Millionen kWh. Ein wesentlicher Vorteil der Ergänzung von Wasserkraftwerken durch thermische Anlagen liegt auch darin, dass die Ausnutzungsmöglichkeit bestehender und künftiger Speicherwerke verbessert wird, weil dank der thermischen Reserve die Staubecken gegen Ende des Winters weitergehend abgesenkt werden dürfen.

Die Erzeugungsmöglichkeit von Normalenergie, d. h. von Energie, die ein während des ganzen Jahres ohne Einschränkungen versorgtes Absatzgebiet mit 55 % im Winterhalbjahr und mit 45 % im Sommerhalbjahr beziehen kann, erfährt im Verbundbetrieb hydraulischer und thermischer Werke eine Vermehrung um das Mehrfache der thermisch erzeugten Energiemengen. Dank diesem Umstande ist die Erstellung thermischer Kraftwerke heute auch für schweizerische Verhältnisse trotz der Kriegsteuerung und der noch relativ hohen Ölpreise wirtschaftlich tragbar. Sie stellt im Dienste des Landes eine Sicherungsmassnahme für die Elektrizitätsversorgung dar.

Thermische Anlagen können aber die Erstellung neuer hydraulischer Winterspeicherwerke nicht überflüssig machen, um so weniger, als die thermische Energie für unsere Verhältnisse relativ teuer und in jährlichem Dauerbetrieb von langer Gebrauchsdauer mit Energie aus Wasserkraftanlagen nicht konkurrieren kann. Die Schweiz muss deshalb alles daran setzen, den normalen Elektrizitätsbedarf aus der eigenen Wasserkraft zu decken und endlich zu den dringend notwendigen neuen Speicherwerken zu kommen. Die Erstellung thermischer Anlagen bedeutet daher auch für die NOK keine Schwächung der Konzessionsbewerbung für den Bau neuer Speicherwerke.

### L'énergie atomique

Par M. F. Joliot-Curie, Paris

[Reproduction d'un article de l'Experientia,  
t. 2(1946), no. 2, p. 60...62]

539.17  
621.499.4

C'est une tâche bien délicate et une lourde responsabilité d'écrire en un bref exposé un sujet déjà si vaste: la libération de l'énergie atomique. Hélas! c'est par le fracas de l'explosion de Hiroshima que cette nouvelle conquête de la science nous fut révélée. En dépit de cette apparition terrifiante, je suis convaincu que cette conquête apportera aux hommes plus de bien que de mal.

Il ne se passe peut-être pas de jour sans que dans les conversations, dans la presse, il ne soit question de la bombe atomique. Une grande excitation règne dans le monde. L'inquiétude s'est emparée de chacun, entretenu par des articles de presse, d'ailleurs souvent fantaisistes, et il faut le reconnaître par les mesures de secret maintenues par les nations réalisatrices. Il est vrai que le président *Truman* et les savants, en particulier en France, ont déclaré que les découvertes, grâce auxquelles fut réalisée cette arme redoutable, permettaient aussi de libérer, à des fins bienfaisantes, l'immense réserve d'énergie contenue dans les atomes. Enfin notre connaissance déjà profonde de la matière nous permet de conclure que le phénomène explosif dont les éléments de la bombe sont le siège, ne peut se propager aux autres éléments de la planète. Voilà qui est rassurant!

Utilisation à des fins bienfaisantes, sécurité pour le sort de notre planète, tout cela doit concourir à calmer notre inquiétude et nous donner l'espérance d'une nouvelle et rapide libération matérielle, condition nécessaire de notre libération spirituelle. Ce double aspect des applications de la science n'est pas particulier aux domaines qui nous préoccupent aujourd'hui. Les explosifs ordinaires déjà très puissants sont également utilisés pour les œuvres de paix et pour la guerre. La biologie pourrait aussi nous fournir des exemples.

Je pense que la grande inquiétude créée par l'apparition de la bombe atomique ne peut que provoquer un grand courant d'idées et de réalisations en faveur d'une bonne utilisation de la science. La pire des catastrophes serait pour l'humanité d'arrêter le développement de la science, rendant celle-ci responsable des guerres et des troubles économiques et d'autres maux encore. La nature elle-même, si de telles mesures étaient prises, se chargerait tôt ou tard de nous faire cruellement sentir cette erreur.

Je voudrais maintenant tenter de retracer les principales étapes des recherches qui ont conduit aux réalisations qui nous intéressent aujourd'hui.

Les cinquante dernières années ont vu l'éclosion de nombreuses découvertes qui nous ont permis d'acquérir une connaissance profonde de la matière. Il faut remonter à la fin du siècle dernier pour voir bouleverser le dogme de l'immortalité des atomes par les découvertes fondamentales de la radioactivité par *Henri Bequerel* et les radio-éléments par *Pierre et Marie Curie*. Certains éléments chimiques comme l'uranium, le radium, se transforment spontanément au cours du temps en d'autres éléments chimiques en libérant de l'énergie emportée par des rayonnements corpusculaires ou semblables aux rayons X. Les radio-éléments sont des sources d'énergie, mais pratiquement inutilisables en raison de leur très faible débit. Quatre cents grammes d'uranium sont équivalents à 160 tonnes de charbon, mais le débit de chaleur dû aux désintégrations des atomes d'uranium est si faible qu'il faudrait attendre quelques milliards d'années pour obtenir le total d'énergie équivalent à la combustion des 160 tonnes de charbon! Toutefois il est à noter que l'ensemble des radio-éléments naturels dispersés sur notre globe intervient dans le problème des conditions thermiques de la terre.

Ces premiers phénomènes remarquables et les anticipations immédiates dont ils ont été l'objet ont sans doute provoqué une émotion assez semblable à la nôtre à l'annonce de la bombe atomique.

L'emploi judicieux des projectiles émis par les radio-éléments a permis d'abord au savant anglais *Rutherford* et ensuite à de nombreux chercheurs de définir la structure des atomes et, résultat prodigieusement intéressant, de provoquer artificiellement la transmutation d'éléments chimiques.

Aussi fut créée une chimie des noyaux qui comme la chimie ordinaire des atomes, nécessite le contact intime des réactifs. Le projectile, noyau de l'atome d'hélium émis par un radio-élément naturel, rencontra un noyau d'azote cible et le transforme en noyau d'oxygène tandis qu'un proton du noyau composé est expulsé.

Suivant les cas, de l'énergie est libérée ou absorbée par le processus et l'origine de cette énergie est due à la transformation de la matière en énergie ou réciproquement. *Einstein* et *Langevin* ont précisé la loi reliant quantitativement masse et énergie dans ces phénomènes dits de matérialisation ou de dématérialisation. Ces phénomènes nucléaires mettent en jeu

des énergies des millions, parfois des milliards de fois plus élevées que les phénomènes de la chimie atomique.

Les constituants des noyaux atomiques sont les neutrons et les protons. Autour du noyau minuscule, édifice central, se trouvent distribuées les charges des électrons jusqu'à des distances 100 000 fois plus grandes que le diamètre du noyau.

C'est à partir de 1932 que furent découverts les particules élémentaires, neutrons, électrons positifs, et en 1934 la radioactivité artificielle. La physique française prit une part importante à ces découvertes, en particulier celle de la radioactivité artificielle lui est entièrement due. Jusqu'en 1934 on pensait que les éléments formés dans toutes les transmutations étaient des atomes stables existant dans la nature. Mme. *Joliot-Curie* et moi-même nous avons pu montrer que certaines transmutations produisaient des atomes nouveaux radioactifs n'existant plus sur la terre. Très rapidement après cette découverte, des centaines de radio-éléments artificiels furent créés dans les laboratoires du monde entier et beaucoup d'entre eux ont déjà été utilisés pour étudier divers problèmes de la biologie. L'on peut prévoir qu'ils seront tôt ou tard employés en médecine. Jusqu'en 1941 les quantités d'éléments radio-actifs ou non formés par transmutation étaient extrêmement faibles, impénétrables, même en utilisant les techniques nouvelles de préparation des faisceaux de projectiles transmutants intenses. L'énergie libérée par les rayonnements émis est, comme dans le cas des radio-éléments naturels, pratiquement inutilisable.

Toutefois, ici encore, ces réactions sont envisagées dans le domaine de l'astrophysique pour expliquer les températures des étoiles et leur évolution.

Aussitôt après l'annonce de la découverte de la radioactivité artificielle, *Fermi*, utilisant les projectiles transmutants neutrons pour bombarder l'uranium, obtint une série de radio-éléments artificiels qu'il crut être tous des transuraniens. Des éléments étaient créés, prolongeant la série des éléments connus s'arrêtant jusqu'alors à l'élément uranium dont le noyau est le plus riche en protons. Mais *Irène Curie* et *Savitch* d'une part, *Hahn* et *Strassman* d'autre part, remarquèrent des singularités dans les propriétés chimiques des radio-éléments formés. *Hahn* et *Strassman*, en Allemagne, pour interpréter leurs résultats, émirent fin 1938 l'idée importante que le noyau de l'atome d'uranium entrant en collision avec un neutron pouvait se briser en deux fragments radio-actifs. Aussitôt après, moi-même en France, *Frisch* et *Lise Meitner* au Danemark, donnèrent indépendamment la preuve objective de cette fragmentation et montrèrent que le phénomène donnait lieu à un dégagement d'énergie considérable à l'échelle atomique environ cent fois supérieure à l'énergie libérée dans les radio-activités ou transmutations, toutefois encore minime à l'échelle humaine. Je signalais dans la note que je publiais en janvier 1939 à l'Académie des sciences que la fragmentation devait être accompagnée de l'émission de neutrons. C'était là une remarque importante qui devait être une des origines des expériences qui ont conduit aux résultats que l'on connaît maintenant. A cette époque le grand physicien danois *Niels Bohr* publia une théorie du phénomène de la rupture des noyaux d'uranium.

Avec mes élèves *Halban* et *Kowarski* nous avons entrepris en mai 1939 des expériences qui montrèrent qu'en moyenne environ trois neutrons sont émis lors de chaque fragmentation. D'où l'idée simple suivante: un projectile neutron provoque une première rupture d'un noyau d'uranium dans une grande masse de ce métal, trois neutrons sont émis, projectiles de même nature que le projectile incident. Si plus d'un de ces neutrons provoque à son tour une nouvelle rupture d'un autre noyau d'uranium, on conçoit que les ruptures se propageront dans la masse, leur nombre croissant en progression géométrique. Il s'établit ainsi un processus de réactions nucléaires en chaîne explosive, une véritable épidémie. Les énergies libérées lors des ruptures s'ajoutent et donnent une énergie totale prodigieuse. Plus les projectiles neutrons sont lents, plus ils ont des chances de provoquer des ruptures. Pour ralentir les neutrons, on introduit dans la masse d'uranium des blocs de substances constituées d'atomes légers, contre lesquels les neutrons perdent leur vitesse sans être capturés, comme des billes de billard se rencontrant. En définitive, une grande masse d'uranium pur dans laquelle sont convenablement disposés des blocs ralentisseurs de neutrons constitue une machine telle qu'un premier neutron s'y

arrêtant déclenche la réaction explosive. Pour diminuer la masse d'uranium on ajoute à celle-ci une certaine quantité d'éléments lourds spécialement préparés qui favorisent l'explosion. L'équipe française de chercheurs trouva le principe de freinage permettant d'arrêter le développement des réactions avant l'explosion en vue de l'utilisation pratique de la chaleur dégagée dans la masse. Il suffit, à cet effet, d'introduire périodiquement dans la machine des lames de matière absorbant les neutrons. Notre équipe à laquelle s'était jointe *Francis Perrin*, entreprit des expériences et des calculs théoriques qui permirent de vérifier le bien-fondé des principes ci-dessus. Des matériaux précieux accumulés avant la guerre et pendant la guerre, grâce au Ministère de l'armement et à l'action personnelle de *M. Dautry*, permirent de construire des éléments de machine à uranium et donnèrent la certitude de la possibilité de fonctionnement pratique et des brevets furent pris par les inventeurs au nom du Centre national de la Recherche scientifique, organisme d'état.

Lors de l'effondrement militaire, *Halban* et *Kowarski*, d'accord avec moi, quittaient la France munis d'ordre de mission du Ministère de l'armement pour se rendre en Angleterre. Je leur confiai les documents et le stock du produit le plus précieux dont j'avais la responsabilité. Il est à noter que ce produit avait pu être obtenu pendant les hostilités grâce à l'action intelligente et courageuse de plusieurs officiers, envoyés en mission spéciale par le Ministère de l'armement.

C'est à l'aide de ce produit que les réalisations ont pu être continuées en Angleterre par *Halban* et *Kowarski* auxquels se sont associés des savants anglais. Ce n'est que beaucoup plus tard que les Américains entreprirent les fabrications à une échelle gigantesque, ce qui leur a permis d'obtenir les résultats actuellement connus.

On savait déjà en 1940 que parmi les atomes de masse différente qui constituent l'élément chimique uranium, c'était celui contenant 235 particules qui était le plus efficace et qui, si l'on réussissait à le séparer de l'ensemble, serait susceptible d'être employé pour réaliser une bombe explosive d'une puissance prodigieuse. On pouvait calculer qu'elle serait équivalente à des dizaines de milliers de tonnes des explosifs les plus puissants. Enfin, on avait précisé la puissance considérable des machines dans lesquelles on procéderait au contrôle de la libération de l'énergie.

Ce sont sur ces principes que les équipes anglaises puis américaines réalisèrent d'une part les machines, d'autre part les bombes à uranium 235, l'état de guerre les orientant à concentrer principalement leurs efforts vers cette dernière application.

Nous ne pouvons nous empêcher d'admirer l'effort de recherche et de construction qui a été fait par les Américains, ainsi que la valeur des savants et techniciens réalisateurs. Les chiffres suivants sont évocateurs de cet effort. L'un des centres occupe une surface de 500 kilomètres carrés et est entouré d'une zone contrôlée de 10 000 kilomètres carrés; 100 000 ouvriers et techniciens y travaillèrent. Au total une somme de 100 à 200 milliards de francs français a été nécessaire au financement du programme. Mais le seul résultat n'est pas la réalisation des bombes; des machines ou piles, sources puissantes d'énergie ont été construites. Dans ces machines se trouvent concentrés les éléments formés par les fragmentations des atomes d'uranium. Le rayonnement prodigieux de neutrons dont elles sont le siège transforme une partie des atomes d'uranium par simple capture de neutrons en transuraniens — comme le neptunium et le plutonium, ce dernier étant un élément avec lequel on peut réaliser des bombes. Ce sont des kilogrammes d'éléments nouveaux que l'on peut séparer de l'uranium ayant servi dans les machines. Sans doute c'est par l'utilisation de ces radio-éléments que seront obtenues les applications les plus fécondes et qui auront en outre pour conséquence d'abaisser le prix de revient du kilowatt libéré. Notre imagination nous permet déjà d'envisager de nombreuses applications pacifiques (chimie, biologie, médecine), des machines et même des bombes, transformation du profil des terrains, création artificielle des pluies, etc.

Les savants sont conscients de leur responsabilité pour ces applications et ils préfèrent envisager leur aspect pacifique plutôt que leur aspect militaire. Ils sont contre les mesures de secret qui ne peuvent que conduire à une course aux armements scientifiques, à une guerre plus meurtrière encore. C'est

pourquoi ils demandent à intervenir dans les discussions concernant ces questions dans leur pays et entre les nations.

En France, nous pouvons faire l'effort nécessaire pour construire les machines et apporter notre contribution aux progrès industriels qu'elles permettent. Le général *de Gaulle* a fait créer un commissariat spécial à l'énergie atomique qui pourra, grâce aux savants et techniciens dont dispose notre pays, et en particulier aux professeurs *Pierre Auger*, *Francis Perrin*, nous permettre de rattraper le retard et d'obtenir des résultats nouveaux. Tout cela doit concourir à faire participer la France aux discussions internationales sur ces questions.

En attendant nous travaillons avec ardeur, nous aurons la satisfaction de contribuer à la renaissance de notre patrie en conservant l'espoir que bientôt avec les savants des autres pays nous participerons de toutes nos forces au maintien de la paix dans le monde.

### Transformatorengруппen unsymmetrischer Schaltung

[Nach *F. Cahen*, Rev. gén. électr. Bd. 54(1945), Nr. 4, S.101...105]

621.314.21.06

Nach den Zerstörungen, die der Krieg in der Pariser Region verursacht hatte, waren in einzelnen Unterwerken nur noch unvollständige Gruppen, bestehend aus einzelnen Einphasentransformatoren, vorhanden. In den Unterwerken Chevilly und Ampère waren zusammen nur noch vier Einphasen-Dreiwicklungs-Transformatoren  $\frac{220}{\sqrt{3}} / 60 / \frac{11,5}{\sqrt{3}}$  kV verwend-

bar. Für die folgenden Betrachtungen sind die zwischen der 220-kV- und der 60-kV-Wicklung übertragbaren Leistungen von Bedeutung. Die beiden Einphasen-Transformatoren in Chevilly waren für je 20 MVA und die beiden Einphasen-Transformatoren im Unterwerk Ampère für rund 30 MVA dimensioniert. Es handelte sich darum, abzuklären, in welcher Schaltung diese 4 Einheiten kombiniert und bei grösster Betriebssicherheit möglichst viel Leistung zwischen dem 220-kV-Netz und dem 60-kV-Netz übertragen können. Gleichzeitig sollten die Auswirkungen einer unsymmetrischen Schaltung der Transformatorengruppen auf den Netzbetrieb festgestellt werden. Fig. 1 zeigt 6 verschiedene Schaltungen, wobei der Transport einzelner Transformatoreneinheiten von einem Unterwerk zum anderen berücksichtigt ist.

Die Schaltungen A, B und C enthalten je eine dreiphasige Transformatorenguppe, zusammengestellt aus Einphasen-Transformatoren verschiedener Leistung. Auf der 220-kV-Seite wurde Sternschaltung mit geerdetem Sternpunkt und auf der 60-kV-Seite Dreieckschaltung gewählt. Die Zahlen in Fig. 1 geben die Nennleistung in MVA der Einphasen-Transformatoren an. Die mit Rücksicht auf Erwärmung zulässige übertragbare Leistung einer unsymmetrisch geschalteten Transformatorenguppe beträgt 60 MVA bei den Schaltungen A und B, 90 MVA bei der Schaltung C.

Während die Schaltungen E und F nur im Unterwerk Ampère 2 Einphasen-Transformatoren von 30 MVA in V-Schaltung enthalten, sind bei Schaltung D in beiden Unterwerken 2 Einphasen-Transformatoren in V-Schaltung angeordnet. Werden in der Schaltung E die beiden Unterwerke gleichzeitig betrachtet, so ergeben sie zusammen eine Dreiphasenschaltung mit auseinandergenommenem Sternpunkt auf der 220-kV-Seite (dargestellt durch die Erde). Die Dreieckschaltung der 60-kV-Seite ist im Fall E nur unter Berücksichtigung zweier Pole der 60-kV-Drehstromleitung vollständig. Ähnliche Überlegungen gelten für die Schaltungen D und F. Die zwischen dem 220-kV-Netz und dem 60-kV-Netz übertragbare Leistung ist durch die Erwärmung bei der Schaltung E auf  $3 \times 20 = 60$  MVA und bei der Schaltung F auf  $3 \times 30 = 90$  MVA begrenzt.

Die Schaltung D erfordert besondere Betrachtung. Es wird die Übertragung von Leistung aus dem 220-kV-Netz ins 60-kV-Netz vorausgesetzt. Falls das Unterwerk Chevilly mit 20-MVA-Transformatoren in V-Schaltung einen eigenen Bezirk des 60-kV-Netzes speist, und das Unterwerk Ampère mit 30-MVA-Transformatoren in V-Schaltung an einen andern unabhängigen Teil des 60-kV-Netzes angeschlossen ist, so kön-

nen zusammen höchstens  $\frac{60}{\sqrt{3}} + \frac{90}{\sqrt{3}} = 35 + 52 = 87$  MVA

übertragen werden. In der Praxis können auch bei getrennter Betriebsweise wohl kaum beide Unterwerke gleichzeitig voll belastet werden; d. h. die berechnete Leistung von zusammen 87 MVA hat nur theoretische Bedeutung.

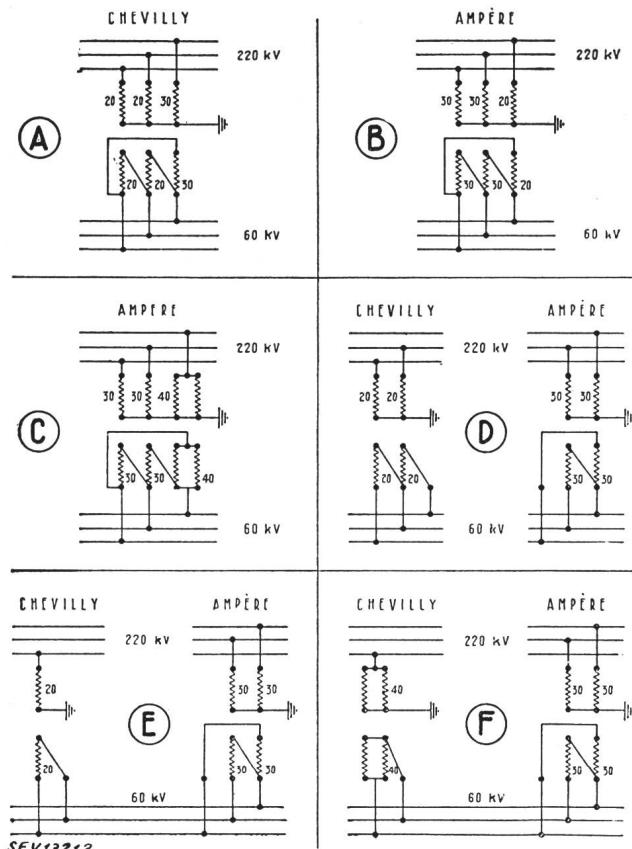


Fig. 1.

Kombination verschiedener Schaltungen von Einphasen-Transformatoren 220/60 kV

Durch Berechnungen wurde nachgewiesen, dass die in Fig. 2 dargestellte Schaltung, nämlich die Ergänzung einer Drehstromgruppe von Transformatoren durch 2 Einphasen-Transformatoren in V-Schaltung, keine Leistungserhöhung bringt. Dies leuchtet auch ein, wenn man das in Fig. 2 rechts

gezeichnete Ersatzschema betrachtet und sich vorstellt, dass die Erwärmung der äussersten Wicklung rechts die Gesamtleistung der ganzen Schaltung bestimmt.

Die in Fig. 1 dargestellten Schaltungen D, E und F mit unvollständigen Drehstromgruppen in jedem Unterwerk, unter gleichzeitiger Benützung der Erde als Verbindung der Sternpunkte, haben folgende Auswirkungen auf die Betriebsverhältnisse:

1. In gewissen Leitungen sind die durch die unsymmetrischen Transformatorengruppen hervorgerufenen Ausgleichströme so gross, dass sie unter sonst normalen Betriebsbedingungen eine Relaisauslösung von Schaltern bewirken.

2. Die verhältnismässig grossen Erdströme können gefährliche Erwärmungen der Sternpunktterdungen hervorrufen, so dass ihre Umgebung zum Schutze des Personals wirksam abgesperrt werden muss.

3. Als wichtigster Nachteil erscheint die Beeinflussung von Fernmeldeleitungen durch die auf der Hochspannungsseite

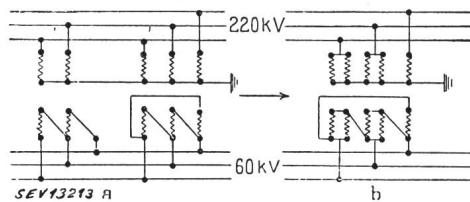


Fig. 2.

Kombination einer Transformatorengruppe in normaler Drehstromschaltung mit 2 Einphasen-Transformatoren in V-Schaltung

- Montageschema, übereinstimmend mit der Aufstellung der Einphasen-Transformatoren.
- Prinzipschema, ohne Rücksicht auf die Aufstellung der einzelnen Transformatoren. Diese Schaltung ist elektrisch betrachtet gleichwertig derjenigen unter a).

zwischen den Unterwerken fliessenden Ausgleichströme. Die kleinsten schädlichen Auswirkungen hat in dieser Hinsicht die Schaltung D, wenn die Einphasentransformatoren in V-Schaltung in beiden Unterwerken an die gleichen Poleiter des 220-kV-Netzes angeschlossen sind.

4. Im 60-kV-Netz sind bei den Schaltungen D, E und F zur Vervollständigung des durch die einpoligen Wicklungen gebildeten Dreiecks starre Verbindungen zwischen den beiden Unterwerken nötig, die im praktischen Betrieb oft nur schwer realisierbar sind.

Als beste aller betrachteten Lösungen hat sich eine Gruppierung nach Schaltung A, B oder C erwiesen, bei der wohl eine Leistungsunsymmetrie innerhalb eines Unterwerkes, jedoch keine beträchtlichen Ausgleichströme zwischen den Unterwerken und daher keine störenden Beeinflussungen von Fernmeldeleitungen bestehen.

Gz.

### Tätigkeitsbericht des Eidg. Amtes für Mass und Gewicht pro 1945

In den Prüfämtern wurden 228 861 Elektrizitätszähler und 47 906 Gasmesser amtlich geprüft. Bei 5 Prüfämtern und 58 Elektrizitätsversorgungen wurden Kontrollen vorgenommen. Zur amtlichen Prüfung und Stempelung wurden 16 Systeme und Zusätze von Elektrizitätsverbrauchsmessern sowie 4 Neigungswagensysteme zugelassen. Zwei Instruktionskurse für Eichmeister wurden durchgeführt.

Im Jahre 1945 wurden 1937 Prüfscheine für 7754 Instrumente und Apparate ausgestellt. Auf die verschiedenen Gebiete verteilen sich die Prüfungen wie folgt:

1. Längenmasse und Längenmessinstrumente . . . . .	817
2. Gewichte, Waagen, Gasmesser . . . . .	659
3. Hohlgasse, Alkoholometer, Aräometer usw. . . . .	1452
4. Druckmessgeräte, Tachometer usw. . . . .	24
5. Thermometer . . . . .	2324
6. Thermoelemente, Widerstandsthermometer . . . . .	44
7. Photometrische Messungen, Röntgendiffraktometrie . . . . .	104
8. Kapazitäten, Selbstinduktionen, Frequenzmessapparate	1267
9. Widerstände, Kompensatoren, Normalelemente . . . . .	518
10. Messwandler, Zähler, Ampere-, Volt-, Wattmeter usw.	406
11. Magnetische Messungen . . . . .	126
12. Diverse Spezialuntersuchungen . . . . .	3

Von den Prüfarbeiten, die einen grösseren Aufwand an Zeit erforderten, seien folgende erwähnt:

Untersuchung von Zementsteinen bezüglich der Schutzwirkung gegenüber Röntgenstrahlen.

Vergleich einer grösseren Zahl von Luxmetern mit Sperrsichtzellen verschiedener Fabrikate. Die Prüfung ergab grosse Abweichungen in den Eichwerten der verschiedenen Luxmeter; ferner zeigte sich, dass bei ungefilterten Zellen der Korrektionsfaktor für Licht anderer spektraler Zusammensetzung als Glühlampenlicht bei Lichtquellen mit stark blauem Licht (z. B. Hg-Dampflampen) sich mit der Beleuchtungsstärke ändert. Bestrebungen auf diesem Gebiete, bei den Messungen bessere Uebereinstimmungen zu erzielen, sind im Gang.

Nach Neuauflistung der Interferenzkomparatoren in einem besonderen Raum mit konstanter Temperatur erfolgte die Nachkontrolle der Normalendmasse des Amtes. Die Untersuchungen, die sich über einen Zeitraum von etwa 20 Jahren erstreckten, ergaben bei Endmassen verschiedener Herkunft Verschiedenheiten hinsichtlich der Stabilität. Während bei gewissen Fabrikaten, abgesehen von der durch den Gebrauch entstandenen Abnutzung, keine Änderungen festgestellt werden konnten, zeigten andere Endmasse stetige Änderungen, die z.B.

bei einem 50-mm-Endmass z.Z.  $+ 3,1 \mu\text{m}$  betragen. Bei den vorhandenen Bestrebungen, hinsichtlich der Genauigkeitsansprüche wesentlich über DIN-I-Toleranzen hinauszugehen, muss diesem Verhalten erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt werden, ganz abgesehen davon, dass Untersuchungen gezeigt haben, dass sich auch bei Verwendung von Tastern mit grosser Empfindlichkeit (Übersetzungsverhältnis bis 16 000 elektrisch und mechanisch) bei Kontaktmessungen kaum eine grössere Messgenauigkeit als  $0,1 \mu\text{m}$  erreichen lässt.

Anlässlich der Lichttechniker-Tagung des Schweizerischen Beleuchtungskomitees im April in Bern wurden eine Reihe von Demonstrationen betreffend photometrische Messungen, sowie über die oft störend empfundenen Flimmererscheinungen und stroboskopischen Effekte an Gasentladungslampen vorgeführt. Im Zusammenhang mit den Bestrebungen des Schweizerischen Beleuchtungskomitees zur Abklärung dieser Erscheinungen wurden eine Reihe von mit Wechselstrom betriebenen Gasentladungslampen auf ihre Lichtschwankungen hin untersucht und ausserdem versucht, abzuklären, was «gleich stark flimmern» bei Lichtquellen mit verschiedenem zeitlichem Verlauf der Lichtintensität überhaupt heisst.

Neu aufgenommen wurde die Prüfung von Stufenfiltern im Ultraviolett.

Eine grössere Untersuchung betreffend das Aufbringen von Metallbelägen auf Glimmer zur Herstellung von Normalkondensatoren wurde abgeschlossen.

Als Neuanschaffungen seien erwähnt:

Zweistufige Quecksilber-Diffusionspumpe.  
RC-Generator mit kleinem Klirrfaktor 20...200 000 Hz.

Als Veröffentlichungen sind erschienen:

Einfaches Demonstrations-Flimmerphotometer. Experientia Bd. 1(1945), Nr. 1, S. 26.

Universalmessgerät für spektrale und integrale Licht- und Farbmessungen. Helv. phys. acta Bd. 18(1945), Nr. 2, S. 125...157.

Schweizerische Präzisionsmessgeräte für Längenmessungen. Schweiz. Technik Bd. 24(1945), Nr. 1, S. 5...14.

Ueber die Verteilung der amtlich geprüften Zähler und Gasmesser auf die einzelnen Prüfämter geben die nachstehenden Tabellen Aufschluss:

#### Elektrizitätsverbrauchsmesser

1 Amt . . . . .	262
2 Landis & Gyr AG., Zug . . . . .	61 298
3 Société des Compteurs de Genève . . . . .	28 756
4 EW der Stadt Bern . . . . .	9 416
5 Bernische Kraftwerke A.-G., Nidau . . . . .	15 566
6 EW der Stadt Zürich . . . . .	13 915
7 EW der Stadt Luzern . . . . .	1 622
8 EW der Stadt Lausanne . . . . .	4 577
9 EW Genf . . . . .	12 541
10 Siemens EAG., Zürich . . . . .	1 916
11 EW der Stadt Basel . . . . .	13 614
12 EW des Kantons Zürich . . . . .	7 157
13 EW Lugano . . . . .	1 603
14 EW La Chaux-de-Fonds . . . . .	2 186
15 EW Uster . . . . .	645
16 Schweizerischer Elektrotechnischer Verein, Zürich . . . . .	8 488
18 EW der Stadt Schaffhausen . . . . .	1 494
19 EW Jona SG . . . . .	186
20 St. Gallisch-Appenzellische Kraftwerke A.-G. . . . .	3 494
22 Elektra Baselland . . . . .	270
23 EW Burgdorf . . . . .	543
24 Wasserwerke Zug . . . . .	1 670
25 EW der Stadt Solothurn . . . . .	1 561
26 Elektra Birseck, Münchenstein . . . . .	2 529
27 EW Davos A.-G. . . . .	633
28 Centralschweizerische Kraftwerke, Luzern . . . . .	5 555
29 EW der Stadt Aarau . . . . .	322
30 EW der Stadt Winterthur . . . . .	3 937
31 EW der Stadt St. Gallen . . . . .	3 185
32 EW der Stadt Biel . . . . .	2 284
33 Lichtwerke und Wasserversorgung der Stadt Chur . . . . .	425
34 EW der Stadt Neuenburg . . . . .	1 862
36 EW der Stadt Rorschach . . . . .	262
37 EW des Kantons Thurgau, Frauenfeld . . . . .	3 987
38 EW der Gemeinde Rütli ZH . . . . .	269
39 Gas- und Elektrizitätswerk Wil SG . . . . .	201
40 Aargauisches Elektrizitätswerk, Aarau . . . . .	1 591
41 EW St. Moritz . . . . .	
43 Licht- und Wasserwerke Interlaken . . . . .	733
44 EW Bellinzona . . . . .	369
45 Eichgenossenschaft für Elektrizitätswerke, Wetzikon . . . . .	578
46 EW Locarno . . . . .	1 102
47 EW Chiasso . . . . .	184
48 Landeswerk Lawena, Schaan . . . . .	20
49 EW Le Locle . . . . .	
50 Sté. Romande d'Electricité, Clarens-Montreux . . . . .	6 053
Total . . . . .	228 861

Nr.	Gasmesser	4
1 Amt . . . . .		19 040
2 Zürich . . . . .		7 866
3 Genf . . . . .		7 993
4 Luzern . . . . .		6 000
5 Basel . . . . .		3 330
6 St. Gallen . . . . .		105
7 La Chaux-de-Fonds . . . . .		2 533
9 Lausanne . . . . .		1 035
10 Vevey . . . . .		
Total . . . . .		47 906

## Wirtschaftliche Mitteilungen Communications de nature économique

### Zahlen aus der schweizerischen Wirtschaft

(Auszüge aus «Die Volkswirtschaft» und aus «Monatsbericht Schweizerische Nationalbank»)

Nr.		Mai	
		1945	1946
1.	Import . . . . .	62,8	279,3
	(Januar-Mai) . . . . .	(209,8)	(1359,8)
	Export . . . . .	141,2	225,3
	(Januar-Mai) . . . . .	(460,1)	(951,8)
2.	Arbeitsmarkt: Zahl der Stellensuchenden . . . . .	4422	2261
3.	Lebenskostenindex } Juli 1914 {	210	206
	Grosshandelsindex } = 100 {	221	213
	Detailpreise (Durchschnitt von 34 Städten)		
	Elektrische Beleuchtungsenergie Rp./kWh } (Juli 1914 {	35 (70)	35 (70)
	Gas Rp./m <sup>3</sup> } = 100 {	30 (143)	31 (148)
	Gaskoks Fr./100kg }	16,78 (336)	17,47 (349)
4.	Zahl der Wohnungen in den zum Bau bewilligten Gebäuden in 33 Städten . . . . .	801	1260
	(Januar-Mai) . . . . .	(3897)	(5548)
5.	Offizieller Diskontsatz . . %	1,50	1,50
6.	Nationalbank (Ultimo)		
	Notenumlauf . . . . .	10 <sup>6</sup> Fr.	3532
	Täglich fällige Verbindlichkeiten . . . . .	10 <sup>6</sup> Fr.	1994
	Goldbestand u. Golddevisen <sup>1)</sup> 10 <sup>6</sup> Fr.	4883	4960
	Deckung des Notenumlaufes und der täglich fälligen Verbindlichkeiten durch Gold %	95,17	99,25
7.	Börsenindex (am 25. d. Mts.)		
	Obligationen . . . . .	100	104
	Aktien . . . . .	185	237
	Industrieaktien . . . . .	290	362
8.	Zahl der Konkurse . . . . .	17	17
	(Januar-Mai) . . . . .	(96)	(121)
	Zahl der Nachlassverträge . . . . .	7	2
	(Januar-Mai) . . . . .	(32)	(17)
9.	Fremdenverkehr		
	Bettenbesetzung in % nach den vorhandenen Betten . . . . .	April	
		1945	1946
		16,8	22,3
10.	Betriebseinnahmen der SBB allein		
	aus Güterverkehr . . . . .	1945	1946
		16 873	25 868
	(Januar-April) . . . . .	(63 295)	(96 568)
	aus Personenverkehr 1000 Fr.	22 489	22 585
	(Januar-April) . . . . .	(74 990)	(77 066)

<sup>1)</sup> Ab 23. September 1936 in Dollar-Devisen.

## Energiestatistik

### der Elektrizitätswerke der allgemeinen Elektrizitätsversorgung

Bearbeitet vom Eidg. Amt für Elektrizitätswirtschaft und vom Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Die Statistik umfasst die Energieerzeugung aller Elektrizitätswerke für Stromabgabe an Dritte, die über Erzeugungsanlagen von mehr als 300 kW verfügen. Sie kann praktisch genommen als Statistik aller Elektrizitätswerke für Stromabgabe an Dritte gelten, denn die Erzeugung der nicht berücksichtigten Werke beträgt nur ca. 0,5 % der Gesamterzeugung.

Nicht inbegriffen ist die Erzeugung der Schweizerischen Bundesbahnen für Bahnbetrieb und der Industriekraftwerke für den eigenen Bedarf. Die Energiestatistik dieser Unternehmungen erscheint jährlich einmal in dieser Zeitschrift.

Monat	Energieerzeugung und Bezug												Speicherung*)				Energieausfuhr	
	Hydraulische Erzeugung		Thermische Erzeugung		Bezug aus Bahn- und Industrie-Kraftwerken		Energie-Einfuhr		Total Erzeugung und Bezug		Veränderung gegen Vorjahr	Energieinhalt der Speicher am Monatsende	Aenderung im Berichtsmonat — Entnahme + Auffüllung					
	1944/45	1945/46	1944/45	1945/46	1944/45	1945/46	1944/45	1945/46	1944/45	1945/46		1944/45	1945/46	1944/45	1945/46	1944/45	1945/46	
	in Millionen kWh												%	in Millionen kWh				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Oktober . . .	627,2	633,1	0,1	0,5	14,7	47,2	10,1	5,9	652,1	686,7	+ 5,3	960	929	+ 3	- 71	103,0	39,9	
November . . .	630,0	606,4	0,1	0,4	18,5	30,7	10,7	4,0	659,3	641,5	- 2,7	931	799	- 29	- 130	90,1	32,6	
Dezember . . .	652,2	600,8	0,1	2,6	21,9	16,5	10,8	7,7	685,0	627,6	- 8,4	800	642	- 131	- 157	90,1	31,0	
Januar . . . .	684,4	590,3	0,1	2,4	19,1	18,0	8,8	4,3	712,4	615,0	- 13,7	520	493	- 295	- 149	59,3	35,3	
Februar . . . .	580,9	575,5	—	0,3	24,5	18,0	9,4	2,8	614,8	596,6	- 3,0	383	363	- 137	- 130	54,5	26,9	
März . . . . .	622,4	646,9	0,1	0,3	33,6	30,1	3,1	8,1	659,2	685,4	+ 4,0	277	235	- 106	- 128	42,8	30,6	
April . . . . .	569,8	665,6	0,2	0,3	17,3	28,7	—	3,1	587,3	697,7	+ 18,8	308	235	+ 31	0	26,2	45,1	
Mai . . . . .	603,6	687,9	0,2	0,3	17,1	53,6	—	2,1	620,9	743,9	+ 19,8	483	297	+ 175	+ 62	36,3	45,0	
Juni . . . . .	622,7	0,2			18,0	—			640,9			724		+ 241		59,4		
Juli . . . . .	679,3	0,2			21,4	—			700,9			934		+ 210		89,1		
August . . . . .	700,2	0,2			36,7	—	0,4		737,5			1000		+ 66		113,4		
September . . .	708,8	0,2			45,0	—	1,9		755,9			1000		+ 0		119,5		
Jahr . . . . .	7681,5	—			287,8	—	55,2	—	8026,2	—		1007 <sup>4)</sup>	—			883,7		
Okt.-Mai . . . .	4970,5	5006,5	0,9	7,1	166,7	242,8	52,9	38,0	5191,0	5294,4	+ 2,0					502,3	286,4	
Verwendung der Energie im Inland																		
Monat	Haushalt und Gewerbe		Industrie		Chemische, metallurg. u. thermische Anwendungen		Elektro-kessel <sup>1)</sup>		Bahnen		Verluste und Verbrauch der Speicher-pumpen <sup>2)</sup>		Inlandverbrauch inkl. Verluste					
	1944/45	1945/46	1944/45	1945/46	1944/45	1945/46	1944/45	1945/46	1944/45	1945/46	1944/45	1945/46	ohne Elektrokessel und Speicher-pump.	Veränderung gegen Vorjahr <sup>3)</sup>	mit Elektrokessel und Speicher-pump.			
	1944/45	1945/46	1944/45	1945/46	1944/45	1945/46	1944/45	1945/46	1944/45	1945/46	1944/45	1945/46	1944/45	1945/46	1944/45	1945/46		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Oktober . . .	220,6	264,2	83,2	97,7	77,5	70,4	57,7	83,4	27,0	34,2	83,1	96,9	485,2	560,3	+ 15,5	549,1	646,8	
November . . .	229,4	278,9	88,1	103,9	69,9	63,1	64,6	32,3	34,6	39,5	82,6	91,2	501,6	575,8	+ 14,8	569,2	608,9	
Dezember . . .	246,5	284,7	90,0	99,6	61,9	62,7	72,1	16,5	40,7	46,6	83,7	86,5	521,5	578,2	+ 10,9	594,9	596,6	
Januar . . . . .	268,6	282,6	97,6	100,1	69,8	52,7	76,7	10,4	45,7	47,7	94,7	86,2	575,7	567,6	- 1,4	653,1	579,7	
Februar . . . . .	218,1	251,6	82,3	92,6	52,5	49,4	91,4	56,0	36,9	44,4	79,1	75,7	467,6	511,8	+ 9,5	560,3	569,7	
März . . . . .	232,9	264,8	83,7	101,2	55,7	70,0	118,5	82,1	38,9	45,6	86,7	91,1	495,2	570,0	+ 15,1	616,4	654,8	
April . . . . .	204,2	221,8	79,1	95,1	54,8	72,0	114,9	138,6	22,7	32,9	85,4	92,2	435,9	505,6	+ 16,0	561,1	652,6	
Mai . . . . .	206,2	231,6	80,4	99,2	63,8	72,5	124,1	160,5	23,8	33,1	86,3	102,0	454,7	528,1	+ 16,1	584,6	698,9	
Juni . . . . .	191,7	84,1			65,5		131,6		22,4		86,2		440,7			581,5		
Juli . . . . .	201,5	85,1			67,7		134,9		25,6		97,0		464,9			611,8		
August . . . . .	207,5	85,9			66,8		142,1		24,9		96,9		472,9			624,1		
September . . .	216,1	91,7			62,6		144,5		26,9		94,6		487,7			636,4		
Jahr . . . . .	2643,3	1031,2			768,5		1273,1		370,1		1056,3		5803,6			7142,5		
Okt.-Mai . . . .	1826,5	2080,2	684,4	789,4	505,9	512,8	720,0	579,8	270,3	324,0	681,6	721,8	3937,4	4397,4	+ 11,7	4688,7	5008,0	
*) Neu in die Statistik aufgenommen: ab Januar 1945 Kraftwerk Lucendro																		
<sup>1)</sup> d. h. Kessel mit Elektrodenheizung.																		
<sup>2)</sup> Die in Klammern gesetzten Zahlen geben den Verbrauch für den Antrieb von Speicherpumpen an.																		
<sup>3)</sup> Kolonne 15 gegenüber Kolonne 14.																		
<sup>4)</sup> Energieinhalt bei vollen Speicherbecken.																		

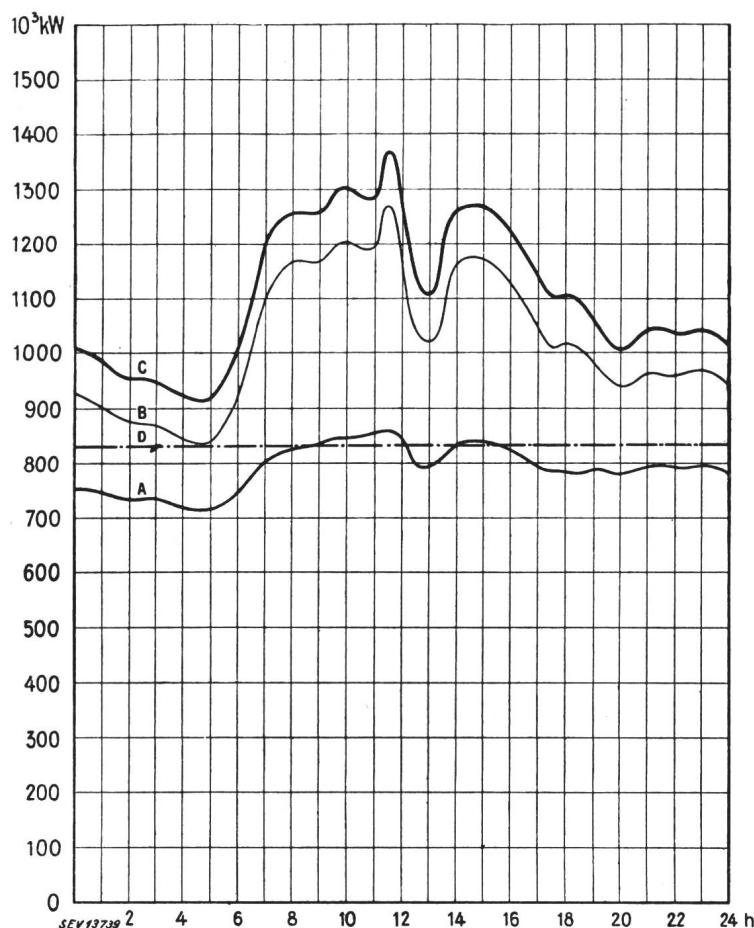
<sup>\*)</sup> Neu in die Statistik aufgenommen: ab Januar 1945 Kraftwerk Lucendro

<sup>1)</sup> d. h. Kessel mit Elektrodenheizung.

<sup>2)</sup> Die in Klammern gesetzten Zahlen geben den Verbrauch für den Antrieb von Speicherpumpen an.

<sup>3)</sup> Kolonne 15 gegenüber Kolonne 14.

<sup>4)</sup> Energieinhalt bei vollen Speicherbecken.



### **Tagesdiagramme der beanspruchten Leistungen,**

**Mittwoch, den 15. Mai 1946**

### **Legende:**

### **1. Mögliche Leistungen:**

Laufwerke auf Grund der Zuflüsse (O—D) . . . . .	829
Saison speicherwerke bei voller Leistungsabgabe (bei maximaler Seehöhe). . . . .	858
Total mögliche hydraulische Leistungen . . . . .	1687
Reserve in thermischen Anlagen . . . . .	110

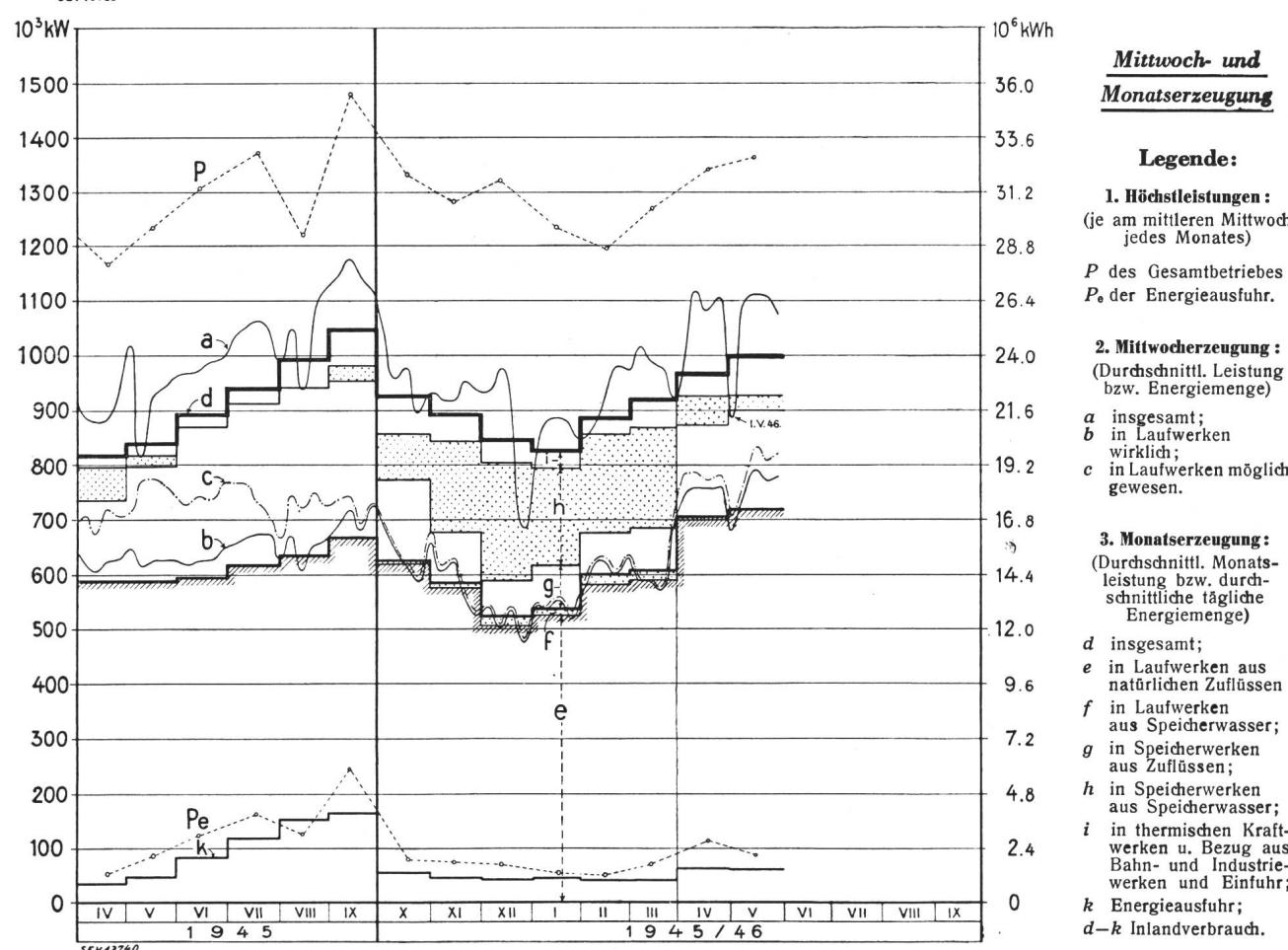
## **2. Wirklich aufgetretene Leistungen:**

O—A Laufwerke (inkl. Werke mit Tages- und Wochenspeicher).  
A—B Saison speicherwerke.  
B—C Thermische Werke, Bezug aus Bahn- und Industrie- Kraftwerken und Einfuhr.

### **3. Energieerzeugung:**

Laufwerke . . . . .	18,9
Saisonspiederwerke . . . . .	5,7
Thermische Werke. . . . .	—
Bezug aus Bahn- und Industrie-Kraftwerken und Einfuhr	2,0
Total, Mittwoch, den 15. Mai 1946 . . . . .	26,6

Total, Samstag, den 18. Mai 1946 . . . . . 22,9  
 Total, Sonntag, den 19. Mai 1946 . . . . . 16,0



## Der elektrische Betrieb der Schweizerischen Bundesbahnen im Jahre 1945<sup>1)</sup>

621.331 : 625.1(494)

### 1. Energiewirtschaft<sup>2)</sup>

Aus Tabelle I lassen sich die Angaben über Erzeugung und Verbrauch elektrischer Energie der SBB im Vergleich zum Vorjahr entnehmen. Im ersten und zweiten Quartal sank der Energieverbrauch im Vergleich zu den entsprechenden Perioden des Vorjahrs um 3,4 und  $2,5 \cdot 10^6$  kWh. Dies war durch den Ausfall des Transitverkehrs Nord-Süd bedingt. Demgegenüber war im dritten und vierten Quartal ein Mehrverbrauch von 6,2 und  $20,2 \cdot 10^6$  kWh zu verzeichnen, was dem wieder einsetzenden internationalen Verkehr, diversen Fahrplanverbesserungen und der Neulektrifizierung einiger Linien zuzuschreiben ist.

An Stelle des auf den 31. Dezember 1945 gekündigten Energielieferungsvertrages mit den Bernischen Kraftwerken A.-G. wurde mit diesen ein neuer Vertrag für die Einspeisung von  $23 \cdot 10^6$  kWh elektrischer Energie in das SBB-Fahrleitungsnetz in Bern und in Thun abgeschlossen. Ferner wurde von den SBB am 6. Dezember die Energielieferung an die Vereinigten Hettwil-Bahnen für den Betrieb der neu elektrifizierten Strecke Hettwil-Wolhusen<sup>3)</sup> übernommen. Die Energie für den elektrischen Betrieb der beiden anderen Strecken Langenthal—Hettwil<sup>4)</sup> und Ramsei—Sumiswald—Hettwil<sup>5)</sup> wird durch Vermittlung der SBB durch die Bernischen Kraftwerke A.-G. geliefert.

Die Wasserverhältnisse in der Winterperiode 1944/45 waren sehr günstig. Ende März 1945 betragen die Reserven in den Staueseen (Barberine, Ritom und Sihlsee) noch  $86 \cdot 10^6$  kWh. Dank dieser Verhältnisse waren alle drei Seen frühzeitig wieder gefüllt. Zur Deckung des zu erwartenden grossen Energiebedarfes für die Winterperiode 1945/46 mussten trotz der Inbetriebnahme des Kraftwerk Rapperswil-Auenstein im Oktober 1945 noch vorsorglich  $10 \cdot 10^6$  kWh Ergänzungsenergie (im Vorjahr  $20 \cdot 10^6$  kWh) bestellt werden. Die Inanspruchnahme der Winterreserve begann bereits anfangs September 1945. Zur Einhaltung der grössten zulässigen Absenkung der Staueseen war es nötig, die vertraglich der SBB zur freien Verfügung zugesicherte Aushilfsleistung von 7000 kW (Lieferungen der BKW-NOK-Atel) ab 1. November bis Ende Dezember 1945 zu beanspruchen.

### 2. Kraftwerke

**Barberine.** Die tiefste Absenkung des Stauesees wurde am 5. Mai 1945 mit einem verbliebenen Nutzinhalt von  $17,8 \cdot 10^6$  m<sup>3</sup> ( $4,8 \cdot 10^6$  m<sup>3</sup> im Vorjahr) erreicht. Am 12. August war der Barberinesee mit seinen  $39,0 \cdot 10^6$  m<sup>3</sup> Nutzinhalt, entsprechend  $110 \cdot 10^6$  kWh, gefüllt. Die Absenkung begann am 1. September 1945.

An der Wasserseitigen Verkleidung der Staumauer wurden die üblichen Fugenausbesserungen durchgeführt. Im Nebenkraftwerk Trient wurde der Regulator der Turbine erneuert.

**Amsteg.** Um gegebenenfalls vom Elektrizitätswerk Altdorf Energie beziehen zu können, wurde ein Drehstromtransformator 100 kVA aufgestellt. Verschiedene Arbeiten wurden zur besseren Entlüftung des Wasserschlusses und zur Erneuerung der Nahtverbindungen der Druckleitungen ausgeführt.

<sup>1)</sup> Aus den Quartalsberichten der Generaldirektion und dem Geschäftsbericht 1945 der SBB. Vgl. pro 1944 Bull. SEV Bd. 36(1945), Nr. 16, S. 508...510.

<sup>2)</sup> Bull. SEV Bd. 36(1945), Nr. 11, S. 354; Nr. 18, S. 634; Nr. 26, S. 884; Bd. 37(1946), Nr. 4, S. 110.

<sup>3)</sup> Bull. SEV Bd. 37(1946), Nr. 3, S. 87...88.

<sup>4)</sup> Bull. SEV Bd. 36(1945), Nr. 15, S. 463.

<sup>5)</sup> Bull. SEV Bd. 36(1945), Nr. 21, S. 733.

**Ritom.** Die tiefste Absenkung des Stauesees wurde am 15. April 1945 mit einem verbliebenen Nutzinhalt von  $5,6 \cdot 10^6$  m<sup>3</sup> ( $1,4 \cdot 10^6$  m<sup>3</sup> im Vorjahr) erreicht. Am 12. Juli war der Ritomsee mit  $27,5 \cdot 10^6$  m<sup>3</sup>, entsprechend  $45 \cdot 10^6$  kWh, gefüllt. Die neue Absenkung begann am 6. Oktober 1945.

Am stark frostbeschädigten Seilbahnunterbau wurden Instandstellungsarbeiten durchgeführt. Ferner wurden grössere Reparaturen an der Fassung und an den übrigen Anlagen der Cadlimozuleitung ausgeführt. Die Staumauer im Cadlimotal wurde provisorisch erhöht.

**Etzelwerk.** Der SBB-Anteil des Sihlsees erreichte seine tiefste Absenkung am 17. März 1945 mit einem verbliebenen Nutzinhalt von  $17,0 \cdot 10^6$  m<sup>3</sup> ( $5,2 \cdot 10^6$  m<sup>3</sup> im Vorjahr). Der höchste Stand wurde am 21. Mai 1945 mit  $51,6 \cdot 10^6$  m<sup>3</sup>, entsprechend  $51,6 \cdot 10^6$  kWh, erreicht. Die neue Absenkung begann am 30. September 1945. Die Energieerzeugung des Etzelwerkes im Geschäftsjahr vom 1. 10. 44 bis 30. 9. 45 belief sich auf  $239 \cdot 10^6$  kWh (195), wovon auf die SBB  $102 \cdot 10^6$  kWh (113,5) entfielen.

Um den Sihlsee als Energiespeicher besser ausnutzen zu können, wurden zwei Hochdruck-Speicherpumpen zur Förderung von Zürichseewasser in den Sihlsee unter Verwendung von Abfallenergie in Auftrag gegeben. Im Etzelwerk wurden 4 neue 66-kV-Schaltergruppen in Betrieb genommen. Umfangreiche Baggerarbeiten mussten im Kiessammler der Minster und bei der Mündung des Steinbaches ausgeführt werden. Ferner mussten zufolge örtlicher Setzungen an den Dämmen der Minster grössere Rekonstruktionsarbeiten vorgenommen werden.

**Rapperswil-Auenstein<sup>6)</sup>.** Mit dem etappenweisen Aufstau der Aare wurde am 11. Juni begonnen. Das Stauziel wurde am 30. November erreicht. Als Datum der Inbetriebnahme des Kraftwerkes wurde der 16. Oktober 1945 festgesetzt, weil an diesem Tage die Drehstromgruppe dauernd in Betrieb genommen worden ist. Die dauernde Energieabgabe der Einphasengruppe erfolgte am 29. November 1945.

**Massaboden.** Die Turbine und der Einphasengenerator der Gruppe 2 wurden revidiert. Das Laufrad und der Leitapparat der Turbine wurden erneuert.

### 3. Uebertragungsleitungen und Unterwerke

**Rapperswil.** Zwischen dem Kraftwerk Rapperswil-Auenstein und dem Unterwerk Rapperswil wurden die Verbindungsleitungen für 66 und 132 kV erstellt. An der Schaltanlage des Unterwerkes Rapperswil wurden Änderungsarbeiten durchgeführt.

**Kerzers.** Im Unterwerk Kerzers wurde die Schaltanlage für die Speisung der Broyelinie und der Bern—Neuenburg-Bahn ausgeführt.

**Ausserholligen.** In Ausserholligen wurde eine Transformatortstation mit zwei Einphasentransformatoren von je 4000 kVA erstellt.

**Grüze.** Im Unterwerk Grüze wurde die Schaltanlage für die Speisung der Strecke Winterthur—Bülach erweitert.

### 4. Elektrifizierung neuer Linien

Der elektrische Betrieb konnte im Verlaufe des Berichtsjahrs auf folgenden Strecken aufgenommen werden:

<sup>6)</sup> Bull. SEV Bd. 36(1945), Nr. 17, S. 530; Nr. 22, S. 759; Nr. 25, S. 859.

Koblenz—Eglisau <sup>7)</sup>	1. 7. 45
Bülach—Winterthur <sup>7)</sup>	15. 7. 45
Yverdon—Payerne <sup>8)</sup>	1. 8. 45
Schaffhausen—Etzwilen <sup>9)</sup>	16. 12. 45

In Arbeit befanden sich die Strecken Palézieux—Payerne—Freiburg, Zofingen—Suhr—Aarau, Suhr—Wettingen und Romanshorn—Kreuzlingen.

Für die letzte Elektrifikationsetappe <sup>7) 10)</sup> bewilligte der Verwaltungsrat der SBB einen Kredit von 31 861 000 Fr., der für folgende Strecken bestimmt ist: Palézieux—Payerne—Lyss, St-Maurice—Bouveret—St-Gingolph, Genf—La Plaine,

#### In Auftrag gegeben wurden:

10 elektr. Streckenlokomotiven der Serie Re 4/4  
7 elektr. Rangierlokomotiven der Serie Ee 3/3  
11 elektr. Traktoren der Serie Te

33 Dampf-Güterlokomotiven der Serien C 5/6 und C 4/5 wurden an die französische Bahngesellschaft SNCF vermietet, um den Verkehr zwischen den französischen Mittelmeerhäfen und der Schweiz steigern zu können. Weitere 20 Dampflokomotiven der Serien B 3/4, Ec 3/4 und E 3/3 wurden an die Niederländischen Staatsbahnen verkauft.

#### Energiewirtschaft der Schweizerischen Bundesbahnen im Jahre 1945

in Millionen kWh (= 10<sup>9</sup> Wh = 1 GWh)

Tabelle I.

Kraftwerkgruppe	I. Quartal GWh	II. Quartal GWh	III. Quartal GWh	IV. Quartal GWh	Total 1945 GWh	Total 1944 GWh
Eigene Erzeugung von Ein- und Dreiphasenenergie in den Kraftwerkgruppen:						
Amsteg—Ritom—Göschenen . . . . .	62	84	102	81	329	317
Vernayaz—Barberine—Trient—Massaboden . . . . .	72	72	75	71	290	260
Total	134	156	177	152	619	577
wovon:	(100 %)	(100 %)	(100 %)	(100 %)	(100 %)	(100 %)
a) in den Speicherwerken Ritom, Barberine und Vernayaz erzeugt . . . . .	84 (63 %)	34 (22 %)	44 (25 %)	69 (45 %)	231 (37 %)	148 (26 %)
b) in den Flusswerken Amsteg, Göschenen, Trient und Massaboden erzeugt . . . . .	50 (37 %)	122 (78 %)	133 (75 %)	83 (55 %)	388 (63 %)	429 (74 %)
Bezogene Einphasenenergie						
vom Etzelwerk . . . . .	40	14	18	29	101	121
vom KW Rapperswil-Auenstein . . . . .	—	—	—	13	13	—
von anderen Kraftwerken . . . . .	30	14	15	26	85	86
Total	70	28	33	68	199	207
Total der erzeugten und bezogenen Ein- und Dreiphasenenergie . . . . .	204	184	210	220	818	784
Abgabe von Ueberschussenergie . . . . .	18	6	19	7	50	36
Energieabgabe ab bahneigenen und bahnfremden Kraftwerken für den Bahnbetrieb . . . . .	186	178	191	213	768	748

Zofingen—Suhr—Aarau, Suhr—Wettingen, Olten—Läufelfingen—Sissach, Cadenazzo—Ranzo/St. Abbondio, Verbindungs-bahn Basel, Oberwinterthur—Etzwilen, Winterthur—Bauma—Wald und Obergлатt—Niederweningen.

Ausbauarbeiten für doppelspurigen Betrieb wurden auf folgenden Strecken durchgeführt: Rapperswil—Lenzburg, Brunnen—Sisikon und Rivera/Bironico—Taverne. Die Teilstrecke Rivera/Bironico—Mezzovico ist seit dem 27. 3. 45 im Betrieb.

#### 5. Triebfahrzeuge

Es wurden neu in Dienst gestellt:

- 4 elektr. Schnellzugslokomotiven der Serie Ae 4/6
- 7 elektr. Rangierlokomotiven der Serie Ee 3/3
- 9 elektr. Traktoren der Serie Te und Tea (3 Stück)

<sup>7)</sup> Bull. SEV Bd. 36(1945), Nr. 15, S. 457.

<sup>8)</sup> Bull. SEV Bd. 36(1945), Nr. 17, S. 535.

<sup>9)</sup> Bull. SEV Bd. 37(1946), Nr. 1, S. 24.

<sup>10)</sup> Bull. SEV Bd. 36(1945), Nr. 22, S. 758.

Zwecks Einsparung von Kohlen mietete die SBB von der DR zwei elektrische Lokomotiven der Wiesentalbahn für Rangierdienste in Basel und Olten. Ein Schnelltriebwagen der Serie RCe 2/4 wurde an die RVT vermietet.

Ebenfalls zur Einsparung von Kohlen wurde auf der Strecke Bellinzona—St. Abbondio (—Luino) ein dieselelektrischer Triebwagen zur Führung der Personenzüge eingesetzt.

#### 6. Schwachstromanlagen

Auf der Strecke Genf—Vernier wurden die Schwachstromanlagen verkabelt.

In den Bahnhöfen Bern, Biel, Olten und Luzern wurden Lautsprecheranlagen erstellt.

In Aarau wurde eine elektrische Zugsvorheizanlage eingerichtet.

### 7. Signal- und Sicherungsanlagen<sup>11)</sup>

Neue elektrische Stellwerkanlagen wurden in Cugy, Avenches, Estavayer, Arch, Büren, Dotzigen, Leuzingen, Derendingen, Dietfurt, Laufenburg, Siggenthal, Oberglatt, Fehraltorf, Pfäffikon (Zch.) und Kempten in Betrieb genommen. Die Anlage in Airolo wurde ergänzt.

Der Einbau von Streckengeräten an Durchfahr-, Ausfahrvor- und Ausfahrsignalen zur automatischen Zugsicherung wurde fortgesetzt.

Die Einrichtung des Streckenblocks wurde auf den Strecken Tüscherz—Biel, Hägendorf—Oensingen und Meggen—Immensee in Betrieb genommen.

<sup>11)</sup> Bull. SEV Bd. 36(1945), Nr. 3, S. 90...91.

### Installierte Leistung in den schweizerischen Kraftwerken

621.311.15 (494)

Summe der Leistungen der elektr. Maschinen nach der vom Starkstrominspektorat bearbeiteten und vom SEV herausgegebenen Statistik der Elektrizitätswerke der Schweiz

Ausgabe 1944, Tabellen 1...4

(Seite 144 ff.) . . . . .	2 402 100 kW
dazu	
Rupperswil . . . . .	47 000 kW
Lucendro . . . . .	45 000 kW
Mörel . . . . .	53 000 kW
Gampel . . . . .	8 800 kW
Wolfenschiessen . . . . .	3 500 kW
Pintrun . . . . .	8 800 kW
KW Moos Grellingen a. d. Birs . . . . .	1 000 kW

Stand 1. 5. 46 2 569 200 kW

### Miscellanea

#### In memoriam

**Karl Schedler †.** Am 26. Februar 1946 ist Karl Schedler, Leiter der Installationsabteilung des Elektrizitätswerks der Stadt Zürich, gestorben.

Karl Schedler wurde am 23. März 1884 in Tablat (St. Gallen) geboren, wo er auch die ersten Kinderjahre mit einem jüngeren Schwesterchen verbrachte. Später siedelten seine Eltern nach Wil über, um sich dann nach kürzerem Verbleib daselbst endgültig in Zürich niederzulassen. Hier absolvierte er die Primar- und die Sekundarschule und trat hierauf bei der Maschinenfabrik Oerlikon eine Lehre als Mechaniker an.



Karl Schedler  
1884—1946

Nach dem Lehrabschluss besuchte er das Kantonale Technikum in Winterthur, das er als diplomierte Elektrotechniker verliess. Während seiner Studienzeit arbeitete er als Ferienpraktikant regelmässig bei seiner Lehrfirma, auf deren Studienbüro in Zürich er sich auch nach dem Austritt aus dem Technikum während ¾ Jahren wiederum betätigte. Anschliessend beschäftigte er sich vorübergehend im väterlichen Geschäft und trat dann im Jahre 1909 bei der Motor A.-G. in Baden als Montageleiter und Kontrolleur für Hausinstallatioen ein. Seine Leistungen und guten Erfolge im Acquisitionswesen bewogen diese Firma, ihn in gleicher Eigenschaft in den Sundgau (Oberelsass) zu delegieren, wo die Motor A.-G. eben die Elektrifizierung dieser Gegend an die Hand genommen hatte. Nach 5jähriger Tätigkeit bei der Motor A.-G. wechselte er zum letztenmal sein Anstellungsverhältnis, um beim Elektrizitätswerk der Stadt Zürich eine Stellung in dessen Installationsabteilung zu übernehmen, wo sich auch sein Schicksal und Lebenswerk erfüllen und vollenden sollte. Zürich ist ihm dann zur zweiten Heimat geworden.

Karl Schedler nahm am 1. August 1914 seine Tätigkeit vorerst als Installationstechniker auf und übernahm später die Leitung der Installationskontrolle, die er neu organisierte und ausbaute. Zufolge seiner unermüdlichen und gewissenhaften Tätigkeit wurde ihm im Jahre 1930 die Leitung der gesamten Installationsabteilung übertragen, die er tatkräftig ausbaute und förderte. Neben der Beratung im Beleuchtungswesen und in Grossinstallationen hat er sich auch eingehend mit der Organisation des Störungsbehebungsdienstes der Hausinstallationen befasst und diesen mustergültig für Großstadtverhältnisse ausgebaut.

Wegen seiner Kenntnisse und Erfahrungen auf dem Gebiete des Installationswesens hatte ihn die Verwaltungskommission des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke in einige wichtige Kommissionen gewählt. So war Karl Schedler Mitglied der Normalienkommission des SEV und VSE und des Ausschusses für kautschukfreie, nichtkeramische Isolierstoffe. Weiter war er Vorsitzender dreier Unterkommissionen der Gruppe «Elektrisches Installationswesen» der Schweizerischen Normen-Vereinigung. In allen diesen Fachkommissionen hat der Verstorbene den Verbänden dank seinen umfassenden Fachkenntnissen wertvolle Dienste geleistet. Sehr viel war ihm auch an der Hebung des Berufsstandes der Elektro-Installateure gelegen. Er wirkte von Anfang an als Organisator und Experte bei den Konzessionsprüfungen mit und beteiligte sich massgebend bei der Schaffung des Prüfreglements für die Erlangung des Meistertitels im Elektroinstallationsgewerbe, gemäss dem Bundesgesetz über die berufliche Ausbildung. An diesen Meisterprüfungen fungierte er regelmässig als Experte.

Karl Schedler hat alle ihm übertragenen Arbeiten mit grosser Sachkenntnis und Hingabe bewältigt. Der gewaltige Aufschwung in der Elektrizitätsanwendung der letzten Jahre, die intensive Beanspruchung bei der Durchführung der Schweizerischen Landesausstellung 1939, und die grossen Nöte der Kriegsjahre sowie Krankheit in der Familie haben seine Lebenskraft vorzeitig aufgezehrt. Im Jahre 1940 machten sich bereits die ersten Anzeichen eines beginnenden Herzleidens bemerkbar, das ihn nie mehr ganz verliess. Im Dezember des letzten Jahres musste er nach reicher Arbeit seine Arbeitsstätte verlassen, zu der er nicht mehr zurückkehren sollte. Gewissenhaft und streng gegen sich und seine Mitarbeiter, konnte er nach getaner Arbeit in geselligem Kreise manch humorvolles Wort einflechten und des Lebens Zweck auch von dieser Seite beleuchten lassen.

H. B.

**Eduard Paul Wullschleger †.** Am 27. April 1946 starb in Goldau im Alter von erst 45 Jahren Eduard Paul Wullschleger, dipl. Ing., Betriebsleiter der Licht A.-G. Vereinigte Glühlampenfabriken, Goldau.

Eduard Paul Wullschleger arbeitete sich aus einfachen Verhältnissen in eine geachtete Stellung empor. Am 16. Juli

1900 als Sohn eines Gerbers in Gränichen (Kt. Aargau) geboren, besuchte er dort die Gemeinde- und die Bezirksschule. Hierauf führte ihn der Schulweg an die Kantonsschule in Aarau, wo er sich die Matura holte, um dann die Eidg. Techn.



Eduard Paul Wullschleger  
1900—1946

Hochschule in Zürich zu beziehen, die er 1923 mit dem Diplom als Elektroingenieur verließ. Die Hochschulferien benützte er zu praktischer Ausbildung bei der A.-G. Kummler & Matter, Aarau, und bei J. Zehnder und Söhne in Gränichen.

Wohlvorbereitet zog er ins Ausland. Von 1923 bis 1929 arbeitete er nacheinander im Etablissement Electro-Mécanique de Strasbourg, bei Saunier Duval Frisquet, Paris, bei Paz et Silva, Paris, in der Electro-Construction S. A., Strasbourg, und bei La Lampe Neolux S. à r. l., Molsheim, Bas Rhin. 1929 ernannte ihn diese Lampenfirma, eine Tochtergesellschaft der Licht A.-G. Vereinigte Glühlampenfabriken, Goldau, zum technischen Leiter, welche Stellung er bis 1933 inne hatte.

Im Februar 1933 entschloss sich die Licht A.-G., Eduard Paul Wullschleger ins Stammhaus nach Goldau zu berufen. Auch dort diente er der Firma mit grossem Erfolg während 13 Jahren als Betriebsleiter. Ein schweres Nierenleiden zwang ihn im April dieses Jahres aufs Krankenlager, von dem er sich nicht mehr erheben sollte.

Eduard Paul Wullschleger zählte zu den Stillen im Lande, die nur ihrem Beruf und ihrer Familie leben. Alle, die ihm nahe standen, bewahren ihm ein gutes Andenken. N.

**Louis Strüby †.** Le 3 mai 1946 décédait, après quelques jours de maladie, à Lausanne où il avait été transporté, M.



Louis Strüby  
1879—1946

Louis Strüby, chef de réseau des Entreprises Electriques Fribourgeoises, à Château-d'Oex, membre de l'ASE depuis 1917.

Originaire du canton de Schwyz, mais né à Romont le 14 février 1879, le défunt, alors dans sa vingtième année, avait été engagé en août 1899 par la Société Electrique de Montbovon, à Romont. Très rapidement il se fit remarquer par son intelligence, sa facilité d'assimilation, son entregent et son esprit de décision. Aussi progressa-t-il rapidement et fut-il désigné, en 1903, comme premier chef de réseau à Château-d'Oex.

La Société Electrique de Montbovon ayant été reprise par les EEF en 1917, c'est pendant près de 30 ans qu'il fut au service de ces dernières, apportant à l'accomplissement de ses fonctions les qualités d'ordre et de travail qui le caractérisaient et jouissaient de l'amitié et de l'estime de ses chefs et de ses sous-ordres.

M. Strüby a donc vécu tout le développement de l'électricité presque depuis le début jusqu'à nos jours. Son activité de près de 50 ans dans ce domaine représente une somme de labeur et de dévouement auquel il convient de rendre hommage. Son départ inopiné a cruellement frappé sa famille et ses amis, que nous assurons de notre sincère et profonde sympathie.

*Louis Piller.*

### Persönliches und Firmen

(Mitteilungen aus dem Leserkreis sind stets erwünscht.)

**Société Romande d'Electricité, Clarens.** Procuration collective a été conférée à P. Schmidhauser, E. Hauenstein et R. Rau, R. Cuénod, membre de l'ASE depuis 1941, et R. Chesseix, mandataires commerciaux, dirigent dès le 1<sup>er</sup> juin 1946 le service des abonnements, à la place de V. Desarzens qui a pris sa retraite.

**Accumulatorenfabrik Oerlikon, Zürich-Oerlikon.** Die Direktoren E. Dressel und Dr. J. Renner wurden zu Mitgliedern des Verwaltungsrates gewählt.

**Sport A.-G., Biel.** Direktor E. Baumgartner wurde zum Generaldirektor ernannt und führt Einzelunterschrift. H. Käser wurde als kaufmännischer, und H. Schwab als technischer Direktor gewählt. Zu Vizedirektoren wurden befördert P. de Claparède, Mitglied des SEV seit 1944, und P. Antenen. J. Geister und E. Keller wurden zu Prokuristen ernannt.

**Bank für elektrische Unternehmungen, Zürich.** E. Blank, vom 1. Juli 1941 bis 31. Dezember 1943 Oberingenieur des Starkstrominspektors, dann Präsident der Direktion der Aare-Tessin A.-G. für Elektrizität, Olten, Mitglied des SEV seit 1933, wurde mit Amtsantritt am 1. Juni 1946 zum Direktor der Bank für elektrische Unternehmungen, Zürich, ernannt.

**Hans Friedli A.-G., Bern.** Die Firma Ernst Meister A.-G., elektrische Installationen und Anlagen, Bern, beschloss in ihrer ausserordentlichen Generalversammlung vom 25. Juni 1946 die Änderung ihres Namens in Hans Friedli A.-G. Der Geschäftsführer H. Friedli, Mitglied des SEV seit 1946, wurde zum Präsidenten des Verwaltungsrates ernannt.

### Kleine Mitteilungen

**30. Schweizer Mustermesse Basel**<sup>1)</sup>. Einer Mitteilung der Messeleitung entnehmen wir:

«Die 30. Schweizer Mustermesse (4. bis 14. Mai 1946) war ein ausgezeichneter Abschluss von drei Messejahrzehnten und sie war als Exportmesse im ersten Nachkriegsjahr ein ganzer Erfolg.

Die 2055 Ausstellerfirmen (im Vorjahr 1771) belegten in 14 Hallen, einigen Nebenhallen, auf den Galerien, auf freiem Gelände und im Rosentalschulhaus auf einem Gesamtareal

<sup>1)</sup> Berichte des Vorjahrs Bull. SEV Bd. 36(1945), Nr. 12, S. 383; Bull. SEV 37(1946), Nr. 6, S. 162.

von 80 000 m<sup>2</sup> (i. V. 65 000 m<sup>2</sup>) an vermieteter Standfläche 41 668 m<sup>2</sup> (i. V. 32 663 m<sup>2</sup>).

Der Besuch aus der Schweiz hatte alle Erwartungen übertroffen. An den Messeschaltern und im Vorverkauf sind 425 605 Eintrittskarten ausgegeben worden (i. V. 359 702). Die Retouren aus dem Vorverkauf, ebenso die ausgegebenen Ehren-, Frei- und Pressekarten sind in diesen Zahlen nicht berücksichtigt.

Von den vielen tausenden ausländischen Messebesucher meldeten sich im Auslanddienst erfahrungsgemäss nur knapp die Hälfte, nämlich 4270 aus 24 europäischen und 33 ausser-europäischen Staaten. Die Aussteller schätzten die Auswirkungen dieser Besuche sehr hoch ein. Ihrerseits haben die ausländischen Interessenten, was gerade in dieser Zeit der wirtschaftlichen Wiederanbahnungen außerordentlich wertvoll ist, der Demonstration schweizerischer Produktionskraft eine vorzügliche Note erteilt.

Die Presse ist, ungeachtet aller in Detailfragen etwa auseinandergehender Meinungen, einhellig in der Beurteilung der Messe als einer grossartigen Kundgebung der wirtschaftlichen Schweiz, als eines Rekordes an Schönheit und Reichhaltigkeit, und es wird insbesondere auch die weltweite Sendung der Messe in Basel nachdrücklich hervorgehoben.

Die Messeleitung selbst ist erfreut über diese allseitige Krönung ihrer vielfältigen Anstrengungen und würdigt diesen weithin sichtbaren Erfolg als ein Zutrauensvotum des eigenen Landes wie des Auslands zum schweizerischen Schaffen und als verpflichtende Wegleitung für die kommenden Messen.

**Automatischer Telephon-Fernverkehr.** Seit dem 1. Juni 1946 können die Abonnenten des Telephon-Netzes Lugano die Teilnehmer der Netze St. Gallen, Chur, St. Moritz, Scuol (Schuls), Sargans, Ilanz und Faido (und umgekehrt) selbst wählen. Der vollautomatische Verkehr zwischen Lugano einerseits und Luzern und Zürich andererseits wird auf Ende 1946 eingeführt.

**Elektrischer Betrieb Bulle—Romont.** Am 6. Mai 1946 wurde der elektrische Betrieb auf der Strecke Bulle—Romont der GFM (Chemin de fer fribourgeois) aufgenommen.

**STV, Schweizerischer Techniker-Verband.** In Heft Nr. 16 der Schweiz. technischen Zeitschrift vom 18. April 1946 veröffentlichte der STV den Bericht über seine Tätigkeit im Jahre 1945. Einleitend wird ein Ueberblick über die politische und wirtschaftliche Lage unseres Landes, die soziale Entwicklung und die technische Arbeit gegeben. Dem Wesen und den Zielen des STV entsprechend, werden im Tätigkeitsbericht des Verbandes besonders folgende Gebiete behandelt: Arbeitsbeschaffung, Auswanderung und Wiederaufbau, technische Stellenvermittlung, Standespolitik und Tierschutz, Berufsberatung und Entwicklung der technischen Schulen in der Schweiz. Am 31. Januar 1946 gehörten dem STV 5933 Mitglieder an. Der Zuwachs im Jahre 1945 betrug 276 Mitglieder.

## Literatur — Bibliographie

621.3

Nr. 2684.

**Initiation à l'emploi de l'électricité.** Von H. Marty. Toulouse, Edition de la S. A. pour la diffusion et la vulgarisation des emplois de l'électricité «Proelec», o. J.; 13 × 21,5 cm, 64 S., Fig. Preis: ffrs. 15.—.

Der Verfasser unternimmt den originellen Versuch, das Wesen der Elektrizität, ihre Grundgesetze und Wirkungen populär darzustellen, um dem Laien den Begriff einer Energieform näher zu bringen, die ihm im täglichen Leben auf Schritt und Tritt begegnet. Zu diesem Zweck werden Vergleiche mit bekannten Erscheinungen der Umwelt gemacht, wobei Zeichnungen das geschriebene Wort unterstützen und erläutern sollen. Es mag sein, dass dem Laien, der bisher von Elektrizität nichts verstand, mit solchen Darstellungen ein Dienst erwiesen wird. Dem Fachmann jedoch kann nicht entgehen, dass — besonders weil jeder noch so gut gemeinte Vergleich hinkt — damit gewisse vereinfachende Vorstellungen ins Volk getragen werden, die einem nicht ungefährlichen Dilettantismus Vorschub leisten können. In der Schweiz dürfte man doch etwas höhere Forderungen an die durchschnittliche Bildung stellen. Die gute Absicht des Verfassers, der seine Arbeit auf die Verhältnisse in Frankreich zuschnitt, soll trotzdem nicht verkannt werden. *Mt.*

9 : 54

Nr. 2645.

**Die Entwicklungsgeschichte der Chemie.** Eine Studie. Von H. E. Fierz-David. Basel, E. Birkhäuser & Cie. A.-G., 1945; 15 × 22,5 cm, XVI + 428 S., 106 Fig., Tab. Preis: Ln. Fr. 21.50.

Geschichtsbücher erwecken leicht unangenehme Erinnerungen an die Schulzeit; man sieht, gleich dem Streifen einer Registrierkasse, Zahlen und Tatsachen vorbeirollen und erwartet ungeduldig das Ende mit dem Total, welches an die Wirklichkeit anknüpft. Das vorliegende Werk ist einmal etwas ganz anderes. Der Autor wählt nicht den üblichen mühseligen Weg der lückenlosen chronologischen Aufzählung und Beschreibung der Tatsachen, um es dann der Phantasie des Lesers zu überlassen, die grundlegenden Wendepunkte in der Entwicklung selbst zu erkennen. Als Technologe, dessen allgemeines Wissen mindestens so umfassend ist, wie seine Fachkenntnis, ist Prof. Fierz in der Lage, die Entwicklung der Chemie in Wissenschaft und Technik als Ganzes zu überblicken und eine kulturgeschichtliche Darstellung zu schaffen,

die nicht nur den Chemiker interessiert, sondern auch denjenigen fesselt, der keine näheren Beziehungen zur Chemie hat. Beginnend mit den Anschauungen des Altertums über die Natur der Materie wird der Leser in die mystischen Gedankengänge der mittelalterlichen Alchemie geführt, deren Wege und Irrwege durch die beginnende Experimentierkunst entwirrt werden. Nun entwickelt sich der Elementbegriff und es entstehen die heute üblichen Formeln und Strukturformeln, welche die Grundlage für die exakte physikalische Chemie bilden, aus welcher die heutigen Anschauungen über den Bau des Atoms hervorgehen. Im letzten Kapitel kommt der Technologe zum Wort und schildert die Entstehung und Zusammenhänge der heutigen chemischen Industrie. Die vielen Hinweise auf die oft schwer zugänglichen Quellen, sowie die sorgfältig ausgesuchten Abbildungen, zeigen, mit welcher Gründlichkeit der Autor, unterstützt von seiner Gattin, sich in die Materie vertieft hat, und dabei ein Werk entstehen liess, das auf der ganzen Linie den persönlichen Stempel des Verfassers trägt. Es ist zu wünschen, dass dieses Buch, welches nicht nur fachwissenschaftliche, sondern auch allgemein kulturelle Bedeutung hat, einen würdigen Leserkreis finden möge, der sich auch über die speziellen Fachgelehrten hinaus erstreckt. *Zü.*

662.2

**Technical data on fuel.** Hg. vom British National Committee, World Power Conference. Bearbeitet von H. M. Spiers. London, 1945; 358 S., 66 Fig., 256 Tab. (4. ed.). Preis: geb. 12s. 6d.

Das Britische Nationalkomitee der Weltkraftkonferenz, 36 Kingsway, London W. C. 2, veröffentlichte Ende 1945 den fünften Neudruck der 4. Auflage des Handbuches, betitelt «Technische Daten über Brennstoffe». Ursprünglich als Bericht des Britischen Nationalkomitees an die Teilltagung der W. P. C., London 1928, über Brennstoffe zusammengestellt, erschien «Technical data on fuel» in 4 weiteren Auflagen, wobei der Umfang gegenüber dem ursprünglichen Bericht mehr als verdoppelt wurde.

Der Inhalt umfasst alle technischen Daten über die Technologie der Brennstoffe, soweit sie den in der Praxis stehenden Ingenieur und Chemiker interessieren. Die an der Zusammenstellung dieses Handbuches beteiligten Körperschaften, wie die British Standard Institution, British Coal Utilisation Research Association, National Physical Laboratory, Institute of Fuel, Fuel Research Station, Department of Scien-

tific and Industrial Research, Imperial College of Science and Technology usw. bürgen für die Zuverlässigkeit der in den Tabellen aufgeführten Angaben.

Besondere Aufmerksamkeit wurde den Masseneinheiten gewidmet, so dass das Handbuch allen Bedürfnissen sowohl in CGS- als auch in FPS-Einheiten entspricht.

Die Angaben über Atomgewichte, spezifische Wärme von Gasen usw. entsprechen den neuesten Forschungsergebnissen. Die neue Auflage umfasst auch Angaben über die thermodynamischen Eigenschaften der Gase und Flüssigkeiten.

Alle Angaben sind neuesten Datums und dürften in dieser Vollständigkeit kaum in anderen Veröffentlichungen vorhanden sein.

Bestellungen sind beim Sekretariat des Schweiz. Nationalkomitees der Weltkraftkonferenz, Bollwerk 27, in Bern aufzugeben.

**Helvetica physica acta.** Der bisherige Redaktor dieser wissenschaftlichen Zeitschrift, Prof. Dr. P. Gruner, tritt nach 15jähriger Tätigkeit von seinem Amt zurück. Als Nachfolger wurde Prof. Dr. M. Fierz, Physikalische Anstalt der Universität Basel, bestimmt.

**Philips' Technische Rundschau.** Das Erscheinen dieser Zeitschrift musste der kriegerischen Ereignisse wegen im Mai 1942 eingestellt werden. Die regelmässige monatliche Veröffentlichung begann wieder im Januar 1946 in derselben Weise und mit der gleichen Zielsetzung wie früher. Die «Philips' Technische Rundschau» behandelt technische Fra-

gen, die mit den Erzeugnissen, Arbeitsverfahren und Forschungen der N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken Eindhoven (Holland) zusammenhängen. Als ausgesprochenes Publikationsorgan für rein wissenschaftliche Forschungsarbeiten geben die Philips' Laboratorien noch eine zweite Zeitschrift, die «Philips' Research Reports», jedoch nur in englischer Sprache, heraus.

**Micafil-Nachrichten.** Nach 6jährigem Unterbruch erscheinen nun wieder die Micafil-Nachrichten. Sie unterrichten in zwangloser Folge über die Arbeiten der Micafil-Laboratorien in Zürich-Altstetten, welche besonders Fragen der Hochspannungstechnik und der Isoliermaterialien behandeln. Die Zeitschrift erscheint vorerst noch unregelmässig, sich dem jeweiligen Bedarf anpassend. Vor dem Krieg erschien sie jährlich einmal.

**L'Elettrotecnica.** Giornale ed atti dell'Associazione Elettrotecnica Italiana. Hg. vom Ufficio Centrale dell'AEI, Milano.

Nachdem nach der Kapitulation Italiens im September 1943 und mit dem langsamen Vorrücken der alliierten Truppen durch Italien die Postverbindungen immer unzuverlässiger wurden, verzichtete die AEI auf einen weiteren Versand ihrer Zeitschrift. Mit dem Eintreten normalerer Verhältnisse sind vor kurzer Zeit die ersten vier Nummern des Jahres 1946 der vorerst noch monatlich erscheinenden, nun im 33. Jahrgang stehenden Zeitschrift eingetroffen.

## Prüfzeichen und Prüfberichte des SEV

### IV. Prüfberichte

[Siehe Bull. SEV Bd. 29 (1938), Nr. 16, S. 449.]

#### P. Nr. 546.

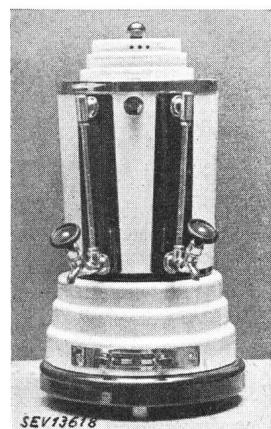
Gegenstand: **Kaffeemaschine**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 20086a vom 3. Juni 1946.

Auftraggeber: E. Oeschger, Basel.

#### Aufschriften:

E. Oeschger & Cie., Basel  
Fabrik elektr. Apparate  
No. 1052 Watt 1250  
Typ 1 Volt ~ 220  
Patente im In- und Ausland angemeldet.



Die Kaffeemaschine hat die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden. Die Radiostörfähigkeit derselben ist durch besondere Massnahmen zu beheben.

#### P. Nr. 547.

Gegenstand: **Kochherd**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 20245/II vom 29. Mai 1946.

Auftraggeber: Sursee-Werke A.-G., Sursee.

#### Aufschriften:

**SURSEE**

Volt 3 x 380 Watt 6300 Jahr 1946  
C. Nr. 0461211



#### Beschreibung:

Kaffeemaschine gemäss Abbildung, mit vom Wasser isoliertem Heizwiderstand an der Unterseite des Reservoirs. Nach erfolgter Aufheizung wird ein Teil des Wassers durch Dampfdruck über den Filter in den innerhalb des Reservoirs liegenden Kaffeebehälter gedrückt. Das Nachfüllen von Wasser erfolgt von Hand. Heizleistung mit zwei Schaltern regulierbar. Inhaltsanzeiger und Hähnen für Wasserreservoir und Kaffeebehälter vorhanden. Apparatestecker für den Anschluss der Zuleitung versenkt angebracht.

**Beschreibung:** Haushaltungskochherd gemäss Abbildung, mit drei Kochstellen und darunter angeordnetem Backofen. Backofenheizkörper ausserhalb des Backraumes angeordnet. Dosen zum Aufstecken normaler Kochplatten. Klemmen für verschiedene Schaltungen vorhanden.

Der Kochherd entspricht den «Anforderungen an elektrische Kochplatten und Kochherde» (Publ. Nr. 126). Verwendung: in Verbindung mit Kochplatten, die diesen Anforderungen ebenfalls entsprechen. Die Radiostörfähigkeit der Backofenheizkörper ist durch besondere Massnahmen zu beheben.

#### P. Nr. 548.

Gegenstand: **Drei Kochplatten**

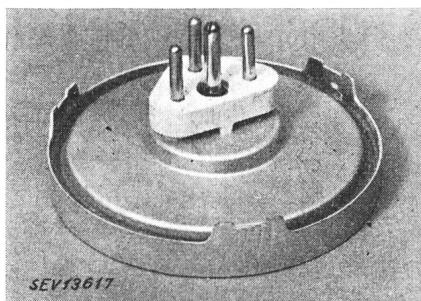
SEV-Prüfbericht: A. Nr. 19179b vom 16. Mai 1946.

Auftraggeber: Accum A.-G., Gossau (Zch.).

#### Aufschriften:

ACCUM			
380 V 1500 W	○		
Prüf-Nr.	1	2	3
Fabr.-Nr.	104335	104336	104337

**Beschreibung:** Gusskochplatten von 180 mm Durchmesser gemäss Abbildung, zum Aufstecken auf normale Kochherde. Gewicht: Prüf-Nr. 1 : 1,78 kg; Prüf-Nr. 2 : 1,79 kg; Prüf-Nr. 3 : 1,59 kg.



Die Kochplatten entsprechen den «Anforderungen an elektrische Kochplatten und Kochherde» (Publ. Nr. 126).

#### P. Nr. 549.

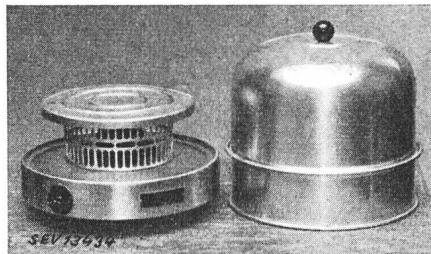
Gegenstand: **Backofen**

SEV-Prüfbericht A. Nr. 19991a vom 14. Juni 1946.  
Auftraggeber: *Alpha A.G., Nidau.*

Aufschriften:

**Alpha A-9.**

Werkstätte für elektrische und mechanische Konstruktionen  
NIDAU  
V 220 W 900



**Beschreibung:** Backofen gemäss Abbildung. Im Unterteil ist ein Heizkörper eingebaut. Dieser besteht aus einer Widerstandsspirale, welche auf einen kegelförmigen Körper aus keramischem Material gewickelt und durch ein perforiertes Eisenblech vor zufälliger Berührung geschützt ist. Regulier-Wärmeschalter und Apparatestcker eingebaut. Der Zwischenring und die Haube bestehen aus Aluminiumblech.

Der Backofen hat die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden.

#### P. Nr. 550.

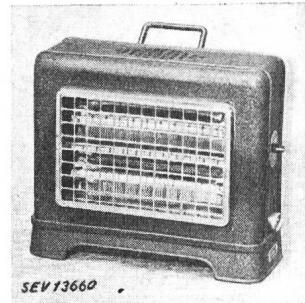
Gegenstand: **Heizstrahler**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 19408a/II vom 6. Juni 1946.  
Auftraggeber: *AEG, Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft, Zürich.*

Aufschriften:

**AEG**

Pl. Nr. 245110 Z 220 V 1000 W



**Beschreibung:** Heizstrahler gemäss Abbildung, mit zwei übereinander angeordneten Heizelementen. Letztere bestehen aus Widerstandsspiralen, die auf Stäbe aus keramischem Material gewickelt sind. Hinter jedem Heizelement befindet sich ein Blechreflektor. In der Zuleitung zum oberen Heizelement befindet sich ein Schalter. Zum Ausschalten des ganzen Strahlers muss der Netzstecker gezogen werden. Für den Anschluss der Zuleitung ist ein Apparatestcker vorhanden. Der Handgriff ist isoliert.

Der Heizstrahler hat die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden. Die Radiostörfähigkeit desselben ist durch besondere Massnahmen zu beheben.

#### P. Nr. 551.

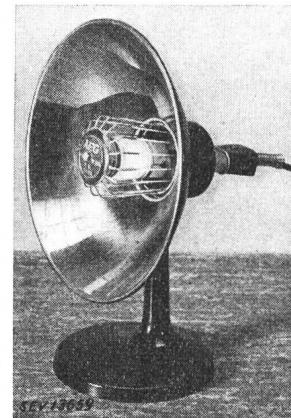
Gegenstand: **Heizstrahler**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 19408a/I vom 6. Juni 1946.  
Auftraggeber: *AEG, Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft, Zürich.*

Aufschriften:

**AEG**

V 220 W 500 Pl. Nr. 245325



**Beschreibung:** Heizstrahler gemäss Abbildung, mit Blechreflektor von 270 mm Durchmesser. Widerstandsdräht auf zylindrischen Körper aus keramischem Material gewickelt und gegen zufällige Berührung geschützt. Strahler auf einem Fuss aus Isolierpreßstoff befestigt, Neigung verstellbar. Apparatestcker für den Anschluss der Zuleitung.

Der Heizstrahler hat die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden. Die Radiostörfähigkeit desselben ist durch besondere Massnahmen zu beheben.

## Vereinsnachrichten

Die an dieser Stelle erscheinenden Artikel sind, soweit sie nicht anderweitig gezeichnet sind,  
offizielle Mitteilungen der Organe des SEV und VSE

### Vorstand des SEV

Der Vorstand des SEV hielt am 24. Juni 1946 in Zürich unter dem Vorsitz von Prof. Dr. P. Joye, Präsident des SEV, seine 107. Sitzung ab.

Er fasste Beschluss über den Ankauf einer an das Areal des SEV anstossenden, mit grossräumigen Gebäuden überbauten Liegenschaft von etwa 2000 m<sup>2</sup> Grundfläche zum Preis von 268 000 Fr. Dieser Kauf bildet eine Kapitalanlage für die Rückstellungen der TP.

Der Vorstand nahm Kenntnis vom Entwurf des Eidg. Amtes für Verkehr zu einem Bundesgesetz über Trolleybusbetriebe. Der SEV wird sich dazu zu äussern haben.

Der Entwurf zu Ausführungsbestimmungen zum Vertrag zwischen dem Eidg. Post- und Eisenbahndepartement und dem SEV vom 23. Januar 1903 über das Starkstrominspektorat wurde genehmigt.

### Schweizerisches Beleuchtungskomitee (SBK)

Das SBK hielt am 19. Juni 1946 in Genf unter dem Vorsitz von Prof. Dr. H. König seine 32. Sitzung ab. Der Jahresbericht und die Rechnung pro 1945 wurden genehmigt. Das Budget 1946 wurde aufgestellt. Mit Befriedigung nahm das Komitee Kenntnis, dass das Bundesamt für Industrie, Ge-

werbe und Arbeit dem SBK als Mitglied beigetreten ist; es wird durch Herrn dipl. Ing. E. Bitterli, Adjunkt des Eidg. Fabrikinspektors des 3. Kreises in Zürich, vertreten. Als Jahresbeitrag wurden Fr. 100.— festgesetzt. Mit dem Beitritt des BIGA ist die statutarische Mitgliederzahl des SBK von 13 erreicht. Im Hinblick auf die Aktualität der Luftverkehrsbeleuchtung soll der gestorbene Prof. Gsell als Experte für dieses Gebiet bald ersetzt werden; es wird mit dem Luftamt Fühlung genommen. Die «Gästeliste» ist zu ergänzen. Die Frage der Ernennung weiterer Mitarbeiter des SBK wurde zurückgestellt. Die Fachgruppen Automobilbeleuchtung, Luftverkehrsbeleuchtung, Flimmern, Leitsätze und Beleuchtung der Fernverkehrsstrassen wurden für ein Jahr bestätigt. Vom Stand der internationalen Beziehungen wurde Kenntnis genommen. Es wird vorgesehen, für den Januar 1947 eine Beleuchtungstagung des SEV vorzubereiten. Der Bericht der Fachgruppe Flimmern über «Flimmern und stroboskopische Erscheinungen als Folge netzfrequenter Schwankungen des Lichtes» wurde genehmigt und zur Veröffentlichung freigegeben. Es wurden Richtlinien aufgestellt über die Veröffentlichung von Material, das im SBK produziert wurde. Das Komitee nahm einen Bericht von Architekt Wuhrmann entgegen über die bisherigen Arbeiten der IBK auf dem Gebiete der Tageslichtbeleuchtung; die Frage der Tageslichtbeleuchtung wird weiter geprüft mit dem Ziel, Leitsätze für dieses Gebiet herauszugeben. Es wurden Beschlüsse über die Änderung und Ergänzung einzelner Ziffern der Schweizerischen Allgemeinen Leitsätze für elektrische Beleuchtung gefasst. Praktische Fragen der Messung der Beleuchtungsstärke kamen anhand von Messungen des Eidg. Amtes für Mass und Gewicht zur Behandlung; bei der ZfL wird angeregt, auf Grund der neuen Luxmeter wieder eine «Luxmeteraktion» einzuleiten. Der Präsident der Fachgruppe Automobilbeleuchtung, Ch. Savoie, berichtete über Versuche des Eidg. Amtes für Mass und Gewicht an neuen Automobilscheinwerfern, die für das Eidg. Justiz- und Polizeidepartement, bzw. den Ausschuss der kantonalen amtlichen Automobilexperten ausgeführt und von der Fachgruppe begutachtet wurden. Das SBK nahm Kenntnis vom neuen Genfer Tarif für die Elektrizitätsabgabe, einem Grundgebührentarif, der der Beleuchtung neuen Auftrieb geben wird.

## Aenderungen und Ergänzungen der Hausinstallationsvor- schriften

Der Vorstand des SEV veröffentlicht hiermit einen Entwurf zu Änderungen und Ergänzungen der Hausinstallationsvorschriften des SEV, bearbeitet von der Hausinstallationskommission des SEV und VSE. Der Vorstand lädt die Mitglieder des SEV ein, diesen Entwurf zu prüfen und allfällige Bemerkungen schriftlich im Doppel bis zum 31. Juli 1946 dem Sekretariat des SEV einzureichen. Wenn bis zum genannten Datum keine Bemerkungen eingehen, wird der Vorstand annehmen, die Mitglieder des SEV seien mit dem Entwurf einverstanden.

### Entwurf

#### Aenderungen und Ergänzungen an den Hausinstallationsvorschriften des SEV

Der Wortlaut der §§ 53, 111, 152 und 217 soll gemäss Beschluss der Hausinstallationskommission folgendermassen geändert oder ergänzt werden. (Die Änderungen gegenüber der bisherigen Fassung sind *kursiv* gesetzt.)

##### § 53, Schmelzsicherungen und Ueberstromschalter

1. Leitungen .... (unverändert) .... können.
2. Ueberstromschalter .... (unverändert) .... ersetzen.
3. Den Installationsselbstschaltern .... (unverändert) .... Tabelle.

## Fachkollegium 8 des CES

### Normalspannungen, Normalströme und Isolatoren

Das FK 8 des CES hielt am 18. Juni 1946 in Zürich unter dem Vorsitz seines Präsidenten, Dr. A. Roth, Aarau, die 31. Sitzung ab. Als Ergebnis redaktioneller Bearbeitung lagen neue Entwürfe zu den Regeln für Durchführungen und für Stützer zur Verwendung in Hochspannungs-Anlagen für Wechselstrom vor. Ferner unterbreitete der Vorsitzende einen Vorschlag zur Formulierung von Spannungsbegriffen in den Regeln für Durchführungen. Die weitere Behandlung dieser Angelegenheit wird auf dem Zirkularwege erfolgen. In der Frage der Wahl von Spannungen für Drehstromübertragungen über 220 kV konnte noch keine endgültige Stellungnahme erzielt werden. Es wurde beschlossen, die Frage vorerst den direkt interessierten Elektrizitätswerken zu unterbreiten. Die Diskussion über dieses Traktandum wird fortgesetzt.

## Entwurf

### zu einem Bundesgesetz über Trolleybusbetriebe

Das Eidg. Amt für Verkehr legte dem SEV den Entwurf zu einem Bundesgesetz über Trolleybusbetriebe vor, mit der Einladung, dazu Stellung zu nehmen.

Wir bitten unsere Mitglieder, soweit sie interessiert sind, den Entwurf beim Sekretariat des SEV, Seefeldstrasse 301, Zürich 8, zu beziehen und Bemerkungen dazu der gleichen Stelle einzureichen.

## Vorort des

### Schweizerischen Handels- und Industrie-Vereins

Konsulat in Managua (Nicaragua).

Jugoslawien.

Waren- und Zahlungsverkehr mit Süddeutschland.

Waren- und Zahlungsabkommen mit Spanien: Verhandlungen.

Waren- und Zahlungsverkehr mit Finnland: 1. Juni 1946 bis

31. Mai 1947.

Schaffung einer konsularischen Vertretung in Addis Abeba. Umwandlung des Honorarkonsulates in Léopoldville (Belgischer Kongo) in ein Berufskonsulat.

## Hausinstallationsvorschriften

### Erläuterung:

Die Bestimmung .... (unverändert) .... § 103.

Die Bestimmung von Ziffer 2 ist in jedem Fall für die Hauptsicherungen von Gebäuden, die aus Ortsnetzen gespeist werden, einzuhalten. Dagegen erübrigen sich in Industrieanlagen mit eigenen, im gleichen Gebäudekomplex vorhandenen Transformatorenstationen Hauptsicherungen vor den Hauptverteiltafeln, wenn die ankommenden Niederspannungsstränge durch Ueberstromschalter in den Stationen geschützt sind.

Die den .... (unverändert) .... sein.

Der Querschnitt .... (unverändert) .... 1 m beträgt.

Für die Wahl .... (unverändert) .... massgebend.

### § 111, Motorschutzschalter für Motoren

(Die Änderungen gegenüber dem im Bull. SEV Bd. 36 (1945), Nr. 11, veröffentlichten, von einigen Mitgliedern beanstandeten Text sind *kursiv* gesetzt.)

Für Motoren von 0,8 kW (1 PS) Leistung und mehr mit Ausnahme der transportablen handbedienten Motoren sind Schalter mit allpoliger Ueberstromauslösung (Motorschutzschalter) zu verwenden. Die Ueberstromauslöser müssen dem Nennstrom des Motors entsprechend gewählt und eingestellt werden.

### Erläuterung:

Motoren .... (unverändert) .... nachgeprüft werden.

### § 152, Hauptsicherungen

1. Jede Hausinstallation .... (unverändert) .... anzubringen ist.
2. Hauptsicherungen .... (unverändert) .... einzubauen.
3. Die Schmelzeinsätze .... (unverändert) .... anzupassen.

**Erläuterung:**

Für das Leitungsstück vor den Hauptsicherungen gelten die Bestimmungen von § 147 und für die Hauptsicherungen von Industrieanlagen mit eigener Transformatorenstation die Erläuterung zu § 53. Beim Spannungsumbau .... (unverändert) .... und Nulleiter (220 V).

**§ 217, Rohrverlegung**

1. Stahlpanzerrohre sind in nassen Räumen nur bei sichtbarer Verlegung zulässig. In nassen Räumen von Wohnhäusern, die nicht für gewerbliche Zwecke dienen, dürfen sie unter Putz verlegt werden, sofern es sich um Zuleitungen zu einzelnen Verbrauchskörpern handelt. Die Rohre

sind mit den Apparaten dicht zu verschrauben. In Wanddurchführungen dürfen die Rohre kein brennbares Material berühren und müssen eingemauert werden.

2. (unverändert)  
3. (unverändert)

**Erläuterung:**

Stahlpanzerrohrinstallationen sind in nassen Räumen .... (unverändert) .... vorzuziehen. Für die Verwendung von Winkel- und T-Stücken gelten die Bestimmungen von § 169, Ziffer 4.

Durch die .... (unverändert) .... oder Verbleitung u. dgl.

## Regeln für Wasserturbinen

Das Fachkollegium 4 des CES hat in den letzten Jahren einen Entwurf zu Regeln für Wasserturbinen ausgearbeitet, der vom CES genehmigt wurde. Grundlage dieses Entwurfes war eine Zusammenstellung der wichtigsten nationalen Regeln. Weitere Grundlagen bildeten vom Vorsitzenden, Prof. R. Dubs, und andern Mitgliedern des FK 4 durchgeführte wissenschaftliche Studien und Versuche in mehreren Wasserkraftwerken.

Der Vorstand des SEV unterbreitet hiermit diesen Entwurf den Mitgliedern und ersucht sie, allfällige Bemerkungen dazu schriftlich im Doppel bis zum 20. August 1946 dem Sekretariat des SEV, Seefeldstrasse 301, Zürich 8, einzureichen. Wenn bis zum genannten Datum keine Bemerkungen eingehen, wird der Vorstand annehmen, die Mitglieder des SEV seien mit dem Entwurf einverstanden, und er wird ihn der nächsten Generalversammlung zur Inkraftsetzung unterbreiten.

### Entwurf

#### Erster Teil: Allgemeine Regeln

##### A. Allgemeines

###### 1. Geltungsbereich

Die vorliegenden Regeln gelten für alle heute üblichen Arten von offenen und geschlossenen Wasserturbinen, im besonderen:

a) Ueberdruckturbinen: Francis  
Propeller  
Kaplan

b) Gleichdruckturbinen: Freistrahl (Pelton).

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

###### 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 Überprüfung 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
$\gamma$	Spezifisches Gewicht des Wassers (bei $+4^{\circ}\text{C}$ und $p \text{ abs.} = 1 \text{ kg/cm}^2$ : $\gamma = 1000 \text{ kg/m}^3$ )	$\text{kg/m}^3$
$g$	Erdbeschleunigung ( $9,81 \text{ m/s}^2$ )	$\text{m/s}^2$
$v$	Wassergeschwindigkeit	$\text{m/s}$
$H$	Gefälle	$\text{m}$
$p$	Druck	$\text{kg/cm}^2$
$Q$	Wasservolumen dividiert durch die Messzeit (im folgenden kurz «Wassermenge» genannt)	$\text{m}^3/\text{s}; \text{lit./s}$
$P$	Leistung ( $1 \text{ kW} = 102 \text{ mkg/s} = 1,36 \text{ PS}$ ) ( $1 \text{ PS} = 75 \text{ mkg/s} = 0,736 \text{ kW}$ )	$\text{kW (PS)}$
$n$	Drehzahl	$1/\text{min} (\text{U/min})$
$\eta$	Wirkungsgrad	$1; \% / \%$

### C. Definitionen

#### I. Allgemeines

##### 4. Bauliche Anlage

Die bauliche Anlage eines Wasserkraftwerkes besteht im wesentlichen aus:

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

##### 5. Turbine

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

- a) Spirale, Gehäuse;
- b) Leitapparat, Nadeldüse, Druckregler, Strahlablenker;
- c) Laufrad, Welle, Lager;
- d) Saugrohr;
- e) Regulierung.

#### II. Nennbetrieb

##### 6. Definition

Der Nennbetrieb einer Turbine ist bestimmt durch die Betriebsgrössen, die ihm der Lieferant zuspricht, nämlich die Nennwerte von Gefälle, Wassermenge, Leistung, Drehzahl 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 Kraftwerkgefälle ist der Höhenunterschied zwischen dem Kraftwerk-Oberwasserspiegel nach dem Rechen und dem Kraftwerk-Unterwasserspiegel.

c) Das Nutzgefälle  $H$  ist der Höhenunterschied der Energiedlinien vor und nach der Turbine.

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

##### 8. Allgemeine Gesichtspunkte zum Begriff Nutzgefälle

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

Fig. 1...11

## Definitionsskizzen zu Ziff. 9

$M_e$  Messquerschnitt beim Wassereintritt  
 $M_a$  Messquerschnitt beim Wasseraustritt

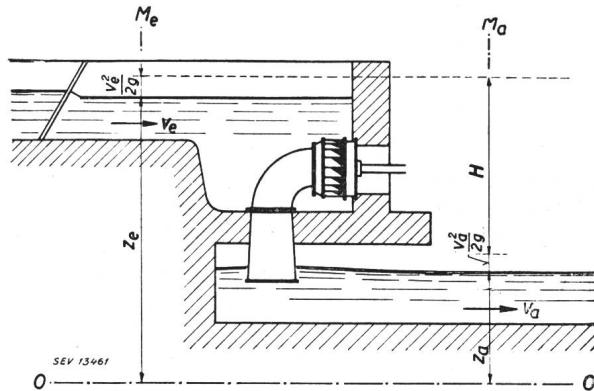


Fig. 1.

Ueberdruckturbine (Francis, Propeller, Kaplan)  
 Offene Wasserkammer. Horizontale Welle. Blechsaugrohr.  
 Nutzgefälle  $H = z_e - z_a + \frac{v_e^2 - v_a^2}{2g}$

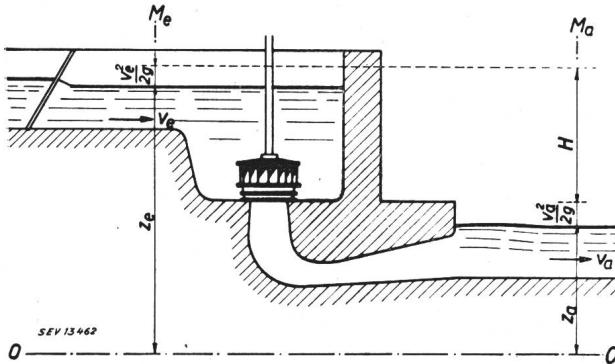


Fig. 2.

Ueberdruckturbine  
 Offene Wasserkammer. Vertikale Welle. Saugrohrkrümmer.  
 Nutzgefälle  $H = z_e - z_a + \frac{v_e^2 - v_a^2}{2g}$

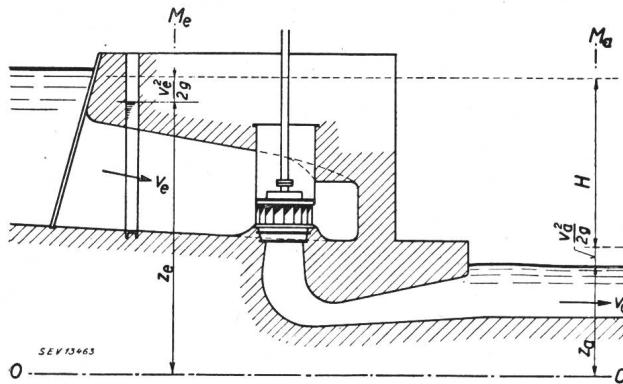


Fig. 3.

Ueberdruckturbine  
 Geschlossene Betonspirale. Vertikale Welle. Saugrohrkrümmer.  
 Nutzgefälle  $H = z_e - z_a + \frac{v_e^2 - v_a^2}{2g}$

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

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

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

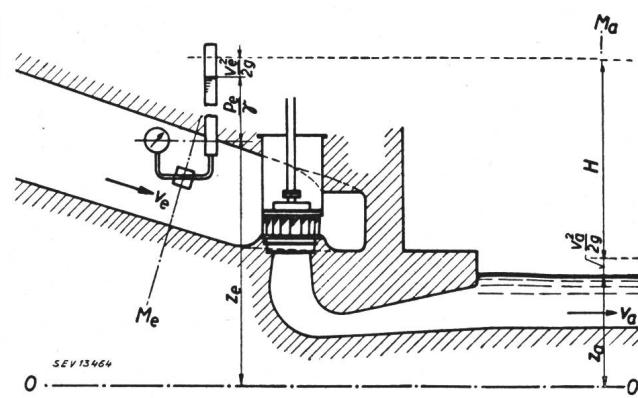


Fig. 4.

Ueberdruckturbine  
 Geschlossene Betonspirale. Vertikale Welle. Saugrohrkrümmer.  
 Nutzgefälle  $H = z_e - z_a + \frac{p_e}{\gamma} + \frac{v_e^2 - v_a^2}{2g}$

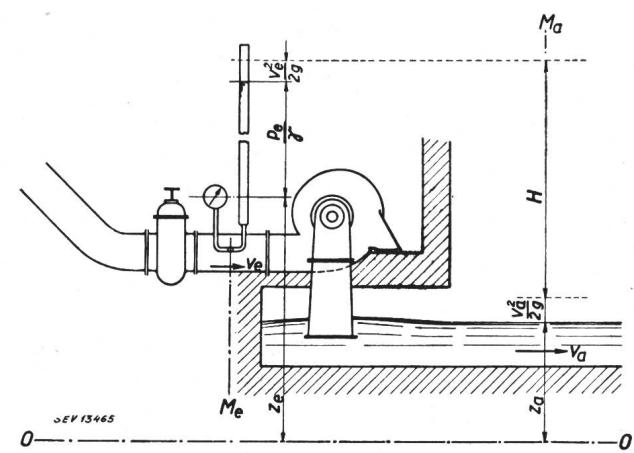


Fig. 5.

Ueberdruckturbine  
 Spiralgehäuse. Horizontale Welle. Blechsaugrohr.  
 Nutzgefälle  $H = z_e - z_a + \frac{p_e}{\gamma} + \frac{v_e^2 - v_a^2}{2g}$

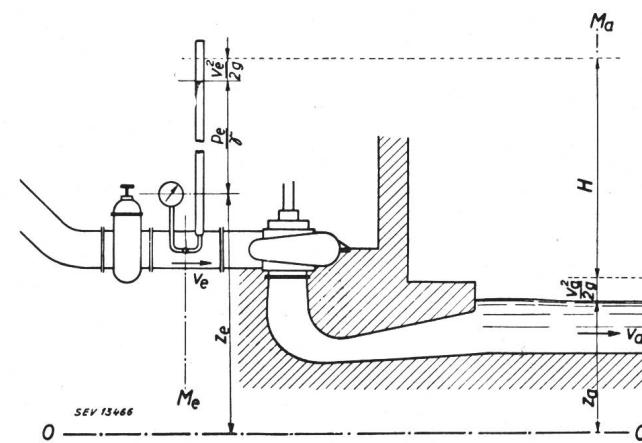


Fig. 6.

Ueberdruckturbine  
 Spiralgehäuse. Vertikale Welle. Saugrohrkrümmer.  
 Nutzgefälle  $H = z_e - z_a + \frac{p_e}{\gamma} + \frac{v_e^2 - v_a^2}{2g}$

## 9. Spezielle Definition

In Fig. 1...11 sind für alle 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 röhrt daher, dass in beiden Fällen der Druck vor der Nadelstangen-Durchführung zu messen ist.

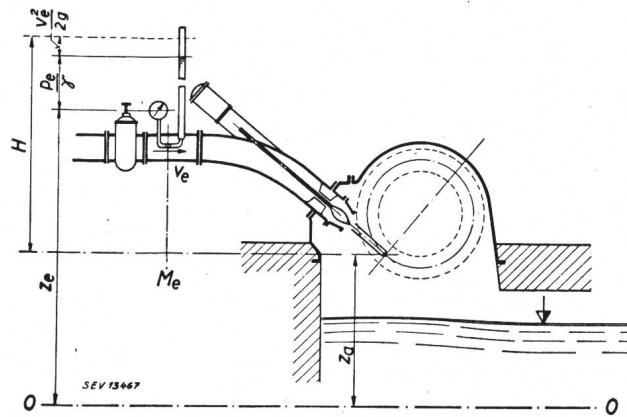


Fig. 7.  
Gleichdruckturbine (Freistrahler, Pelton)  
Eindüsig. Horizontale Welle.

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

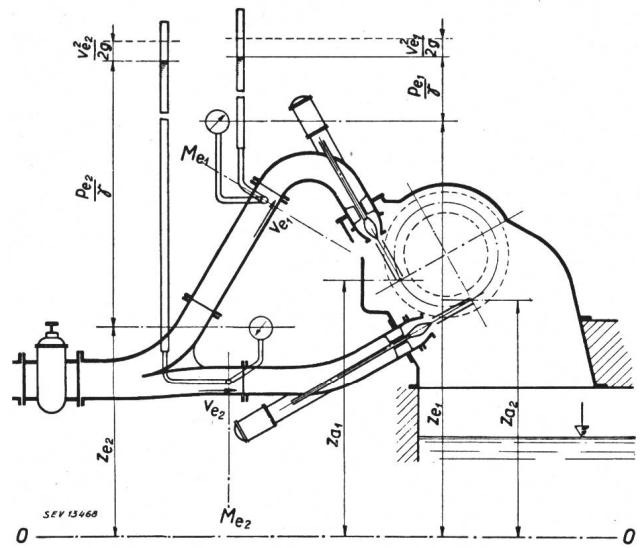


Fig. 8.  
Gleichdruckturbine  
Zweidüsig. Horizontale Welle.

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

Gewichtetes Mittel der Einläufe.

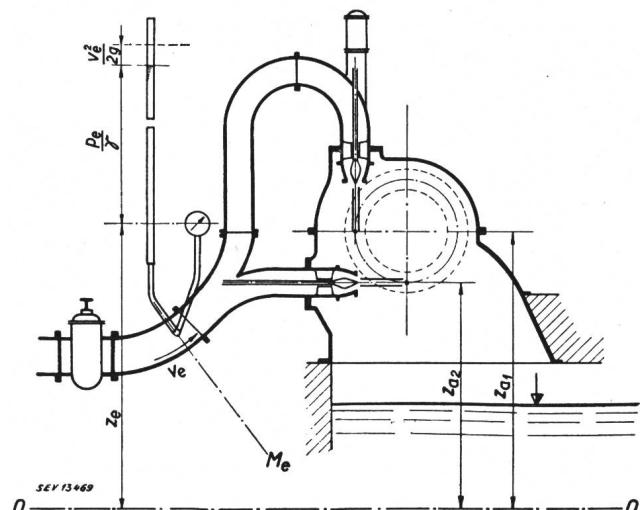


Fig. 9.  
Gleichdruckturbine  
Zweidüsig. Horizontale Welle.

$$\text{Nutzgefälle } H = z_e - \frac{z_{a1} + z_{a2}}{2} + \frac{p_e}{\gamma} + \frac{v_e^2}{2g}$$

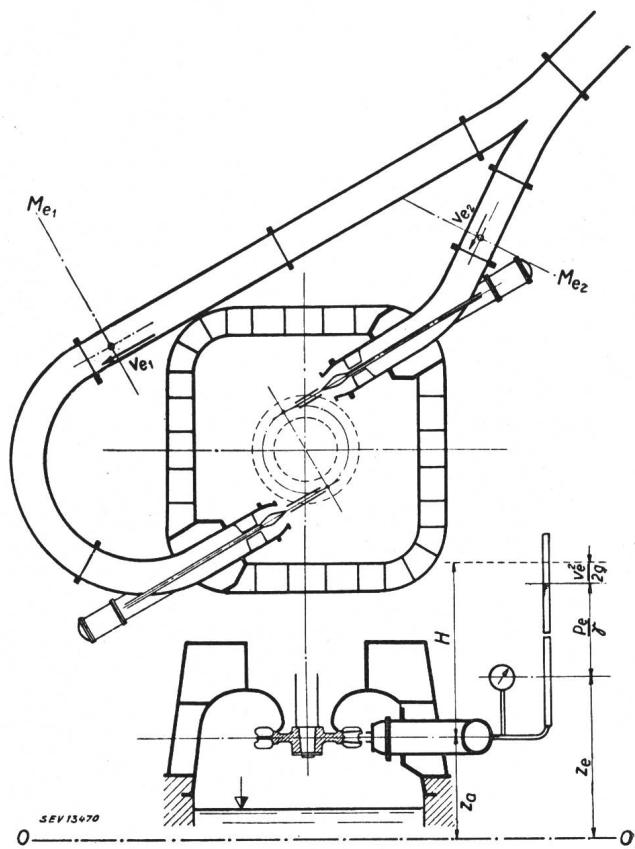


Fig. 10.  
Gleichdruckturbine  
Zweidüsig. Vertikale Welle.

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

Gewichtetes Mittel der Einläufe.

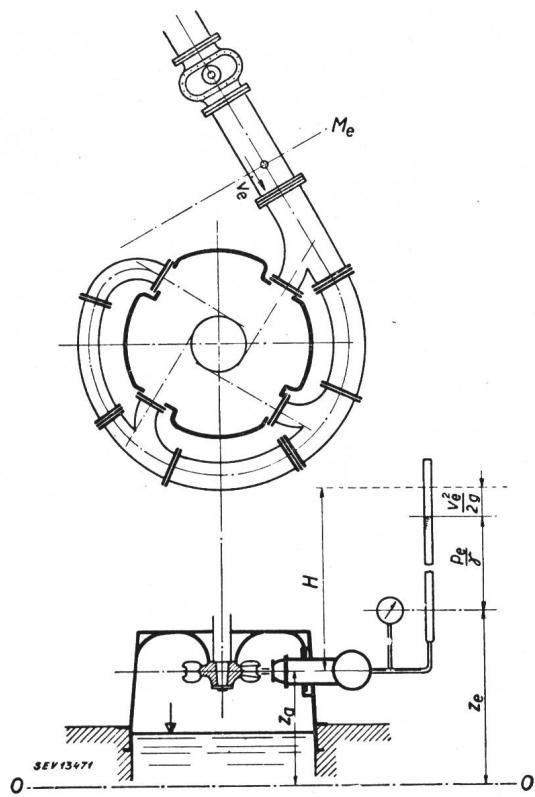


Fig. 11.  
Gleichdruckturbine  
Mehrdüsig. Vertikale Welle.

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

## 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 Hydropneumatik) 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, Labyrinthen und Stopfbüchsen gehen zu Lasten der Turbine.

b) Die für die Kühlung der Turbinenlager nötige Wassermenge geht nur bei Verwendung von Turbinentreibwasser zu Lasten der Turbine. Bei gemeinsamen Lagern mit dem Generator erfolgt die Aufteilung gleich wie bei den Verlustleistungen (Ziffer 14 a, b, c).

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) Sofern es sich um Fremdwasser handelt, ist die nötige Kühlwassermenge 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 werden die Verluste entsprechend den Belastungsanteilen berechnet.

b) Die Verluste in Spurlagern für vertikale Wellen werden entsprechend den Belastungsanteilen aufgeteilt und sind, wenn möglich, auf dem Generator-Prüffeld mit dem zukünftigen Betriebsspurlager zu messen.

c) Die Antriebsleistung der für die Lagerkühlung nötigen Pumpen geht zu Lasten der Turbine. Bei gemeinsamer Pumpe mit dem Generator wird die Antriebsleistung entsprechend den Belastungsanteilen aufgeteilt.

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

e) Die Ventilations- und Lagerreibungs-Verluste des Schwunggrades gehen nicht zu Lasten der Turbine.

f) Mechanische Uebertragungsverluste (bei der Uebertragung der Nutzleistung) in Riemen, Zahnrädern 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.

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 ganzen 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 abzugeben.

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  $\delta_H$  wird folgendermassen definiert:

$$\delta_H = 100 \frac{H_{max} - H_{stat}}{H_{stat}} \text{ in \%}.$$

Hierin bedeuten:

$H_{max}$  das bei einer Entlastung vorübergehend auftretende maximale Gefälle,  
 $H_{stat}$  das beim Versuch vorhandene statische Gefälle (Nutzgefälle bei  $Q = 0$ ).

### 17. Regulierzeiten

Angaben über Regulierzeiten von Regulierorganen 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 angekoppelten Generatoren, Pumpen, Regulatoren usw. sind daher bei der Angabe der Durchgangsdrehzahl nicht zu berücksichtigen.

Bei Kaplanturbinen bezieht sich die Durchgangsdrehzahl auf gelösten Steuerzusammenhang und auf die gegenseitige Stellung von Leit- und Laufschaufeln, welche die höchste Drehzahl ergeben.

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

### 19. Drehrichtung

a) Als «Drehrichtung rechts» gilt, in Übereinstimmung mit der Praxis, die Drehrichtung «mit der Uhr».

b) Als Drehrichtung einer Turbine gilt die, welche der Beobachter sieht, wenn er von der Kupplung auf die Turbine blickt. Die gleiche Regel wird auf die angetriebene Maschine, z. B. den Generator, angewendet. Turbine und Generator drehen folglich nach dieser Regel in entgegengesetztem Sinne.

c) Bei Turbinen mit zwei Kupplungen ist die Drehrichtung durch eine Skizze festzulegen.

d) Diese Regel ist verbindlich nur für den externen Verkehr zwischen den Lieferanten unter sich und zwischen Lieferanten und Bestellern zur Festlegung der Drehrichtung der ganzen Gruppe.

e) Handregulierungen an Turbinen und Regulatoren, sowie Handräder an Abschlussorganen müssen immer «rechts», d. h. in Drehrichtung «mit der Uhr», schliessen.

## VIII. Drehzahländerung

### 20. Definitionen

a) Die bleibende relative Drehzahländerung  $\delta_n$  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 Fernlastregulierungen, kann informatorisch die Angabe des Verlaufes der bleibenden relativen Drehzahländerung  $\delta_n$  in Funktion der Leistungsaufnahme verlangt werden.

b) Die bleibende relative Drehzahländerung  $\delta_{n \text{ voll}}$  bei Vollast wird sinngemäß folgendermassen definiert:

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

Es bedeuten:

$n_0$  die Drehzahl bei unbelastetem, erregtem Generator  
 $n_{\text{voll}}$  die Drehzahl bei vollbelastetem Generator  
 $n_n$  die Nenndrehzahl

c) Der bei einer Entlastung auftretende vorübergehende relative Drehzahlanstieg  $\delta_{n t}$  wird folgendermassen definiert:

$$\delta_{n t} = 100 \frac{n_{\text{max}} - n_{\text{vorher}}}{n_n} \text{ in \%}$$

Es bedeuten:

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

## 21. Garantie-Bestimmungen

a) Die Garantien für den vorübergehenden relativen Drehzahlanstieg  $\delta_{n t}$  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 Teil- und Vollentlastungen auf Null anzugeben.

d) Angaben für Belastungen haben nur informatorischen Charakter.

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

f) Drehzahlschwankungen infolge Netzrückwirkung hat nicht der Turbinenlieferant zu verantworten oder zu beheben.

## IX. Wirkungsgrad

### 22. Definition

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

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

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

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

$\gamma$  in  $\text{m}^3/\text{s}$ ;  $H$  in  $\text{m}$

### 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.

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

## X. Leistungsschild

### 24. Aufschriften

a) Es ist auf 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

### c) Musterschild

NAME DES LIEFERANTEN	
Baujahr . . . . .	Fabr. Nr. . . . .
Gefälle . . . . .	m . . . . .
Wassermenge . . . . .	$\text{m}^3/\text{s}$ . . . . .
Leistung . . . . .	kW . . . . .
Drehzahl . . . . .	/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 Pönenal auf dem Wirkungsgrad

Werden in der Bestellung Pönenal aufgeführt, so sind Prämien gleichen Umfangs vorzusehen. Die Berechnung der Prämien und Pönenal hat nach einmal festgelegter Wirkungsgradkurve (nach Ziffer 23 a und 56), und unter Berücksichtigung der Toleranz, in Schritten von 0,1 % zu erfolgen.

#### 28. Generator-Wirkungsgrad

a) Der Turbinen-Lieferant hat das Recht, allen denjenigen Generatorversuchen beizuhören, deren Ergebnisse auf die Berechnung der Aufnahmleistung des Generators von Einfluss sind. Er ist zu den Versuchen rechtzeitig einzuladen.

b) Werden vom Turbinen-Lieferanten Generatorversuche verlangt, dann bezahlt er nur dann die Kosten dieser Versuche, wenn die garantierten 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 Pönenal 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.

### 30. Wirkungsgrad

Die Messtoleranz beträgt  $\pm 2\%$  (absolute Prozente oder «Punkte»).

### 31. Drehzahlanstieg

Für den vorübergehenden relativen Drehzahlanstieg  $\delta_{n t}$  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 Messtoleranz für den garantierten Druckanstieg  $\delta_H$  bei Entlastungen beträgt  $\pm 20\%$  des Garantiewertes.

### 33. Rückweisung

Liegt der mittlere gemessene Wirkungsgrad, nach Abzug der Toleranz von 2 %, um mehr als 3 volle Prozente unter dem mittleren garantierten Wirkungsgrad, so ist der Besteller berechtigt, die Lieferung zurückzuweisen. Die Rückweisungsgrenze liegt also 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

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

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 Leistungen.

#### 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 eingeschlossene 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 Obligationenrecht fallen, sind alle diejenigen Teile zu betrachten, die durch Lösen einer rein mechanischen Verbindung entfernt werden können. Einbetonierte 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 Abnahmever suchen soll nur einem mit solchen Messungen vertrauten Personal übertragen werden.

##### 40. Programm

a) Die Abnahmever suchen 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 so oft unmittelbar hintereinander gemessen, als die entsprechenden Garantiepunkte Gewicht haben.

e) Bei Kaplanturbinen empfiehlt es sich, die Versuche bei verschiedenen festen Laufradstellungen und mehreren jeweils dazugehörigen Leitapparatöffnungen durchzuführen. Die Hüllkurve der so erhaltenen Schar von Propellerkurven ergibt die Wirkungsgradkurve und die endgültige Steuerkurve.

### II. Instrumente

#### 41. Bereitstellung

Der Lieferant stellt für die Messungen diejenigen hydraulischen Instrumente, die er besitzt, sowie das zu deren Bedienung nötige Personal gratis zur Verfügung.

#### 42. Eichung

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 in den Eichwerten 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 Nacheichung 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 Abnahmever suchen 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 Abnahmever suchen von einem der Vertragspartner beanstandet, so gehen die Kosten der eventuellen Wiederholung zu Lasten des unrechthabenden Teiles.

### IV. Vorbereitung

#### 47. Pläne

Wird ein Unparteiischer zugezogen, so sind ihm sämtliche nötigen Pläne und Angaben aus der Bestellung vorzu legen, 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 Abnutzung wichtiger Teile, insbesondere infolge Sandführung des Wassers, ist ihm Gelegenheit zu geben, vor den Versuchen die nötigen Instandstellungsarbeiten vorzunehmen. Dagegen ist die Beseitigung von Kavitationsschäden vor der Durchführung der Abnahmevereuche ausgeschlossen, sofern die Betriebs-Verhältnisse 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 einzubüben.

Auf Grund der Vorversuche ist dem Lieferanten gegebenfalls 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.

~~Alle Protokolle, d. h. alle während den Versuchen 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, Wassermengen und Leistungen, werden über der Turbinenöffnung aufgetragen, wodurch die Festlegung einer Mittelkurve für den Wirkungsgrad ermöglicht wird.

c) Jeder gemessene Wert des Wirkungsgrades, welcher um mehr als die zugelassene Messtoleranz von der Mittelkurve entfernt liegt, wird nicht berücksichtigt.

d) Wenn mehr als ein Drittel der Punkte ausgeschaltet werden müssen, sind die Messungen für Abnahmevereuche 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) Die endgültigen Ergebnisse der Messungen sollen von beiden Teilen anerkannt sein, bevor der Schlussbericht ausgearbeitet wird.

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 Nenngefäßes  $H_n$ , dann darf bei Nenndrehzahl  $n_n$  gemessen werden.

c) Liegt  $H_V$  zwischen  $\pm 3\%$  und  $\pm 10\%$  des Nenngefäßes, dann ist die Versuchsdrehzahl  $n_V$  nach folgender Formel einzustellen:

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

Ist das Einstellen dieser Drehzahl  $n_V$  nicht möglich und wird trotzdem gemessen, dann haben die Resultate nur informatischen Charakter.

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 vorauszusehen, 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 letzten 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 Versuchsgefäßes  $H_V$  in Druck- und Sauggefälle keine schlechteren Kavitationsbedingungen ergeben als bei der Bestellung vorgesehen wurde.

### 59. Drehzahl

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

### 60. Leistung

Abweichungen von mehr als  $\pm 3\%$  vom arithmetischen Mittelwert sind während der Messung eines bestimmten Lastpunktes unzulässig.

## 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 Überprüfung der nach den vorliegenden «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.

#### 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 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 sind Turbinenöffnungen und Wasserspiegel 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:

##### a) Normale Messmethoden:

Flügel

Ueberfall

##### b) Weitere Messmethoden:

(Hauptsächlich für Laboratoriums-Messungen geeignet)

Behälter

Gewicht

Turbinendüse

Schirm

##### c) Unsichere Messmethoden:

Venturiometer

Norm-Düsen und -Blenden

Staurohr

##### d) Noch zu wenig erprobte Messmethoden:

Mischverfahren (Titration)

Allen-Salzgeschwindigkeitsverfahren

Gibson-Methode

Temperatur

Für die praktische Anwendung kommen deshalb nur, je nach der Größe der zu messenden Wassermenge und den örtlichen Verhältnissen, die folgenden fünf Methoden in Frage:

Flügel

Ueberfall

Behälter

Gewicht

Turbinendüse

## 67. Anwendung

Die bei den Abnahmever suchen anzuwendende Methode ist wenn möglich bei der Bestellung festzulegen, damit die nötigen Vorkrehe rechzeitig getroffen werden können. Andernfalls ist sie vor den Versuchen gemeinsam festzulegen, 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 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.

Querschnittsvermessungen und allfällige Messeinbauten sind möglichst schon während des Baues, d. h. im Trockenen 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

Die Kanalwände vor der Flügelmeßstelle sollen auf mindestens 2 m Länge gerade und parallel und die Kanalsohle soll möglichst horizontal verlaufen.

Wenn irgend möglich ist der Messquerschnitt senkrecht zur Strömungsrichtung und die Flügelachse parallel zur Strömung zu legen.

Es wird empfohlen, die Flügelmeßstellen im Oberwasser zu wählen; müssen sie ins Unterwasser verlegt werden, so ist besondere Vorsicht wegen des Luftgehaltes und der Wirbel nötig.

## 73. Geschwindigkeitsverteilung

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

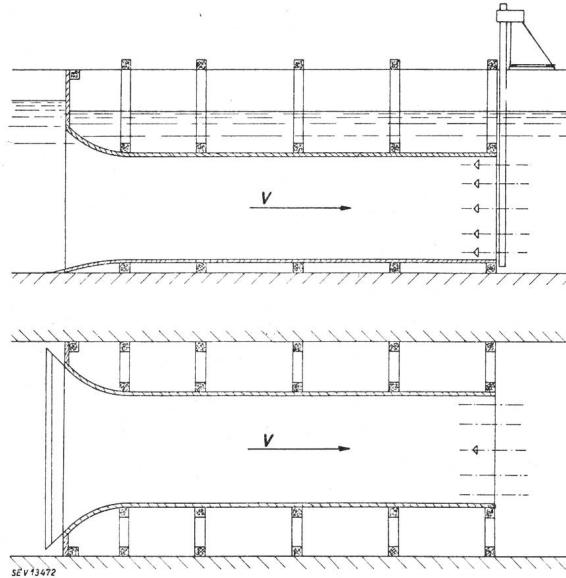


Fig. 12.  
Provisorische Holzdüse mit quadratischem oder rechteckigem Querschnitt

Bei stark unregelmäßiger Geschwindigkeitsverteilung sind geeignete Führungswände, Tauchdecken, Beruhigungsrechen, Flosse usw. einzubauen (Fig. 12).

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).

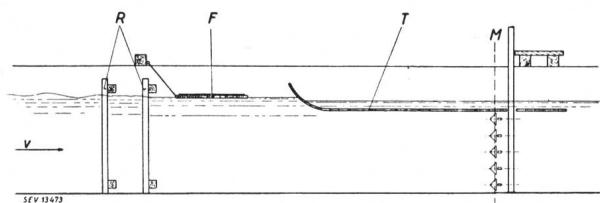


Fig. 13.

Beruhigungseinrichtung in offenen Kanälen zur Erzielung günstiger Strömungsverhältnisse für Flügelmessungen (auch gültig vor Messüberfall)  
R Rechen, F Floss, T Tauchdecke, M Flügelmessquerschnitt

### 75. Minimale Dimensionen

Rechteckige oder trapezförmige Messquerschnitte müssen folgende Mindestdimensionen haben:

$$\begin{aligned} \text{Minimale Kanalbreite } B &= 0,8 \text{ m} \\ \text{Minimale Wassertiefe } T &= 0,8 \text{ m} \end{aligned}$$

Die Flügelmessung in der Rohrleitung darf nur angewendet werden, wenn die Rohrleitung einen lichten Durchmesser von mindestens 1,2 m aufweist.

### 76. Geschwindigkeitsgrenzen

Die Anwendung des Wassermessflügels für grosse Geschwindigkeiten ist, neben der Frage der Befestigung, nur durch die vorhandene Eichmöglichkeit begrenzt.

Die mittlere Geschwindigkeit  $Q/A$  im Flügelmessquerschnitt ( $A$ ) soll mindestens 0,2 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. 14).

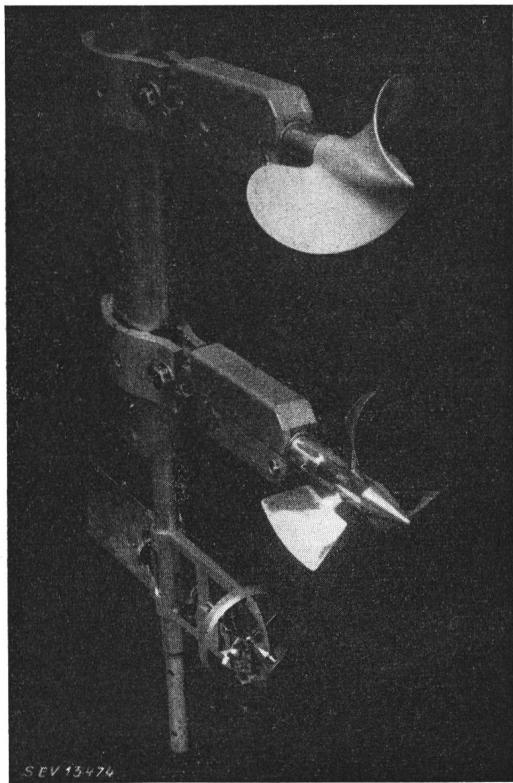


Fig. 14.

Europäische Wassermessflügel mit achsialer Durchströmung  
a) Schrägkantflügel 120 mm Ø  
b) Speichenflügel 120 mm Ø  
c) Ringflügel mit Strömungsfahne 80 mm Ø

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

Der Durchmesser des Messflügels soll mindestens 100 mm betragen.

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 auf der Stange derart zu befestigen, dass weder Vibration noch Verdrehung auftreten kann.

### 79. Schräganströmung

Sofern die örtlichen Verhältnisse keine andere Lösung zulassen, darf die Messung mit maximal  $\pm 10^\circ$  Schräganströmung.

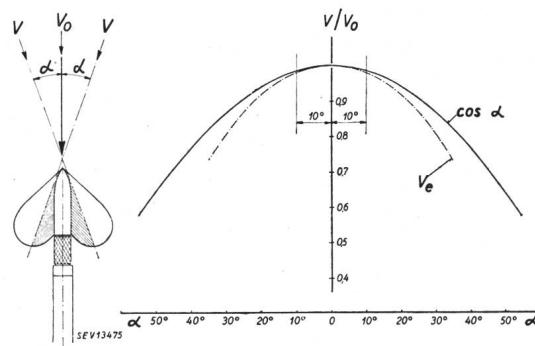


Fig. 15.

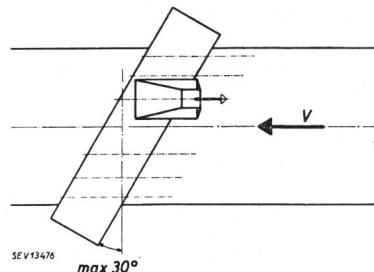
Abweichung der Flügeleichtkurve vom Kosinus-Gesetz bei schräger Anströmung des Flügels

v Richtung der Wasserströmung,  $v_0$  Wassergeschwindigkeit bei achsialer Zuströmung,  $v_e$  effektiv gemessene Geschwindigkeit bei Anströmung unter dem Winkel  $\alpha$

mung durchgeführt werden. Bei den heute üblichen Messflügeln mit und ohne Schutzring bleibt dadurch normalerweise die Abweichung vom Cosinus-Gesetz unter 1% (Fig. 15).

### 80. Gestaffelte Anordnung

Sofern die örtlichen Verhältnisse keine andere Lösung zulassen, können die Flügel auch gestaffelt angeordnet werden, d. h. der Messquerschnitt kann schräg zur Kanal- oder Rohrachse gelegt werden, während die Achse der Flügel weiterhin in Richtung der Kanal- oder Rohrachse liegen muss (Fig. 16).



Gestaffelte Anordnung: Flügelmessquerschnitt nicht senkrecht zur Strömungsrichtung

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

### 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 Gipsformen (Fig. 17).

### 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. 18/19).

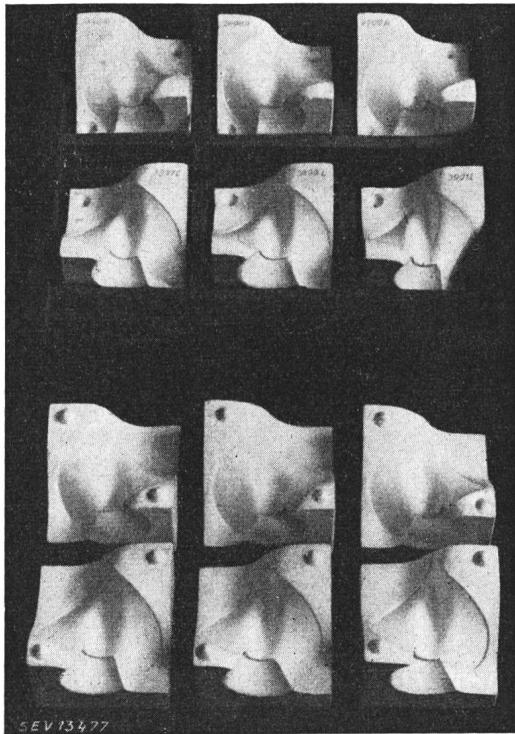


Fig. 17.  
Gipskontrollformen für Wassermessflügel

### 83. Zahl der Messpunkte

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

$$14 \sqrt{A} < z < 25 \sqrt{A} \quad [\text{Lit. 1}]^1)$$

wo  $A$  in  $\text{m}^2$  einzusetzen ist.

<sup>1)</sup> [Lit. 1] Siehe Literaturverzeichnis im Anhang I.

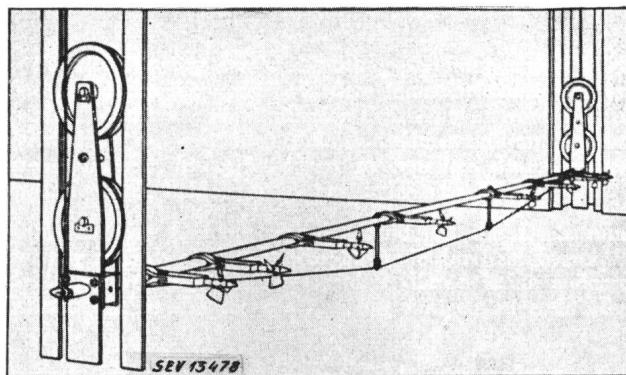


Fig. 18.  
Einfacher, horizontaler Flügelmessrahmen, Konstruktion Ott

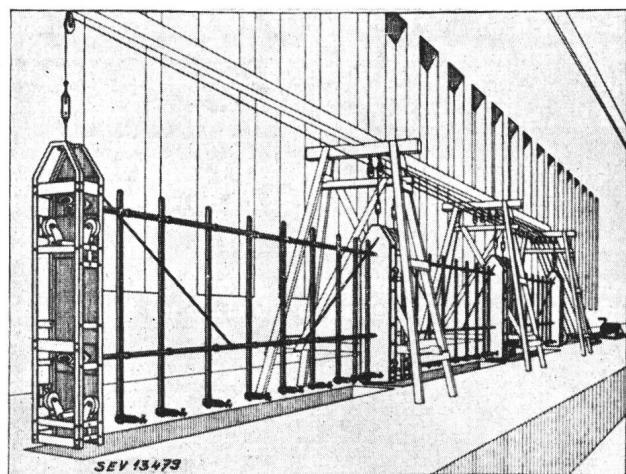


Fig. 19.  
Horizontaler Flügelmessrahmen für Wassermessungen in  
Grosskraftwerken, Konstruktion Bitterli

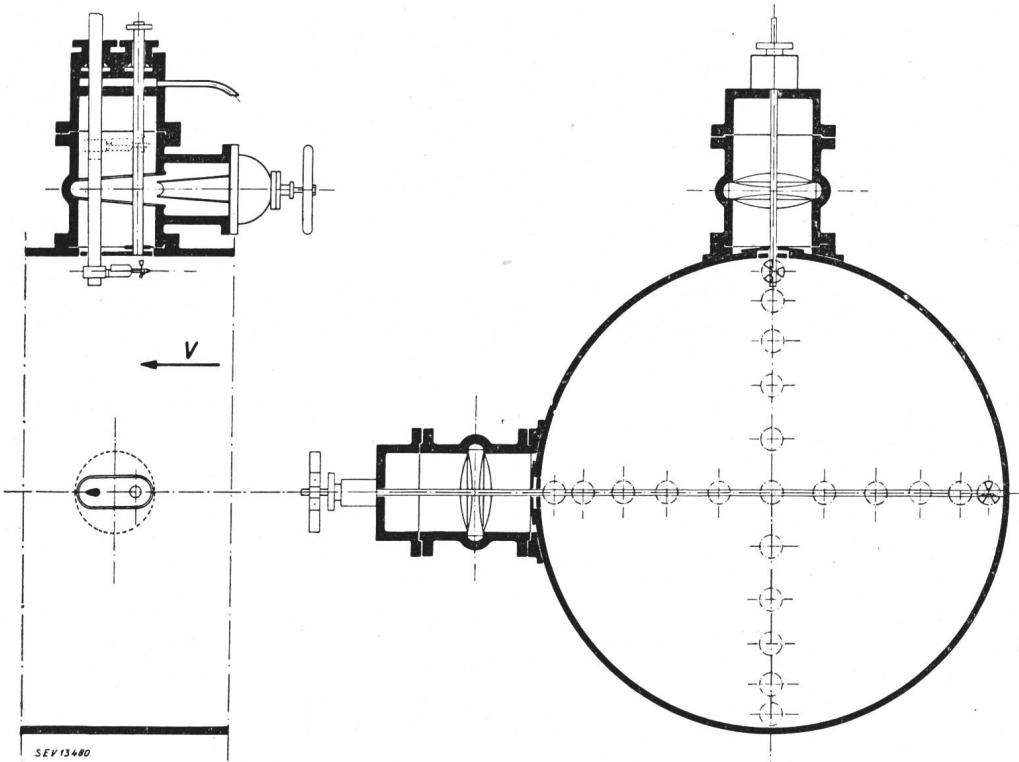


Fig. 20.

### Flügelmessung in Rohrleitungen nach Methode Dufour

Verschiebbarer Einzelflügel mit Absperrschieber zum Wechseln des Durchmessers während der Messung

## **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

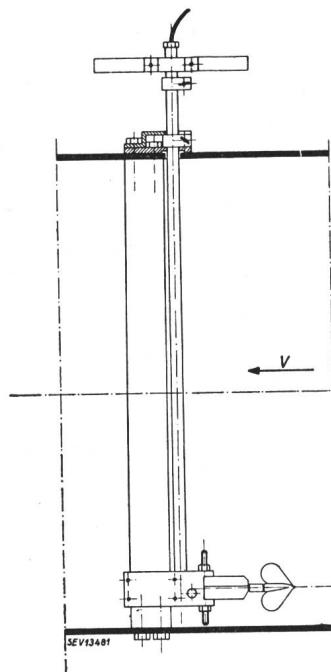


Fig. 21.

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

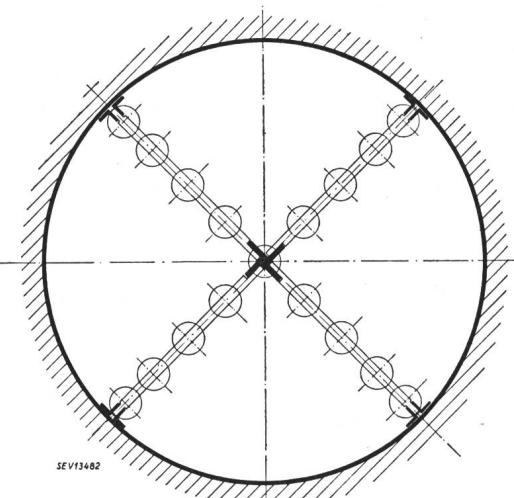


Fig. 22.

## Fig. 22.

### Flügelmessung in Rohrleitungen mit grossem Querschnitt

#### Flügeltragkreuz mit fest eingebauten Flügeln

zwei Durchmessern ist dann zulässig, wenn die auf diesen zwei Durchmessern separat gefundenen Wassermengen um nicht mehr als  $\pm 2\%$  vom Mittelwert der zwei Wassermengen abweichen.

Die Messung kann erfolgen:

mit Einzelflügel und Schieber (Methode Dufour,  
Fig. 20)

Fig. 20) mit verschiebbaren Flügeln auf fester Stange gleitend (Fig. 21)

mit fest eingebauten Flügeln auf Tragkreuz oder Tragschienen (Fig. 22).

Sofern die örtlichen Verhältnisse die Anwendung einer der aufgeführten Messmethoden nicht zulassen, kann eben-

falls, nach gegenseitiger Vereinbarung, die Messung mit Hilfe eines Flügels auf schwenkbarer und verschiebbarer Stange vorgenommen werden (Fig. 23).

## **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 anzurichten.

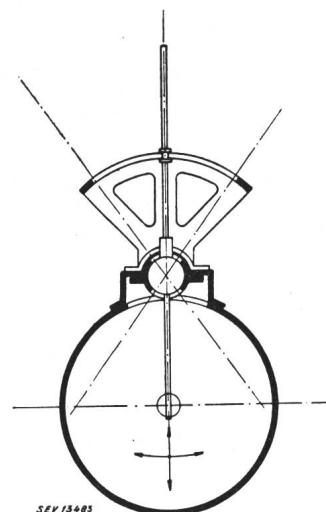


Fig. 23.

## Wassermessung in Rohrleitungen mit kleinem, nicht allseitig zugänglichem Querschnitt

Einzelflügel auf schwenkbarer, verschiebbarer Stange

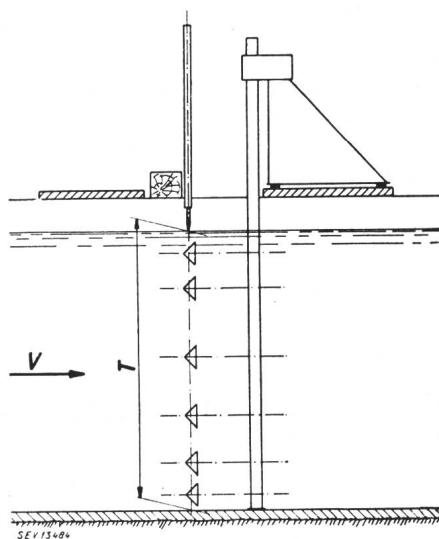


Fig. 24.  
Messung der Wassertiefe im Flügelmessquerschnitt

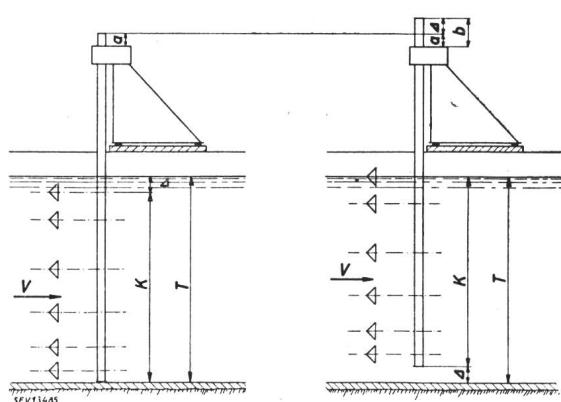


Fig. 25.  
Messung der Wassertiefe im Flügelmessquerschnitt durch  
Anheben der Flügelstange

### 86. Abstand von Wand und Spiegel

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

minimal  $0,75 \times$  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 Messpunkt soll mindestens eine Minute betragen.

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 Wasserspiegelhöhen 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. 24) oder durch Anheben der Flügelstange und Einstellen der Spitze des obersten Flügels auf den Wasserspiegel erfolgen (Fig. 25).

### 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

Für den Verlauf der Geschwindigkeit in der Randzone ist ein Kreisbogen an die Geschwindigkeitskurve im letzten Messpunkt und an die Wand anzunehmen (Fig. 26).

Es ist dies eine zulässige Vereinfachung gegenüber dem 1/7 Potenzgesetz.

### 94. Reihenfolge

Die erste Integration hat über diejenige Horizontale oder Vertikale zu erfolgen, längs welcher gemessen wurde. Beispielsweise bestimmt sich bei vertikaler Stange (Fig. 27) 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.

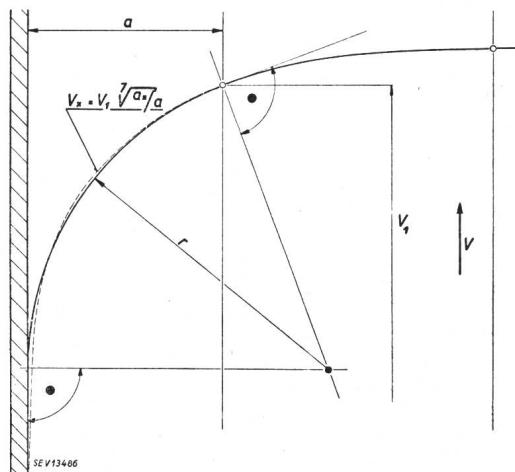


Fig. 26.

#### Geschwindigkeitsverlauf in der Randzone

$a$  Abstand der Flügelachse von der Wand im letzten Messpunkt  
 $v_1$  Geschwindigkeit im letzten Messpunkt  
 $r$  Krümmungsradius der Geschwindigkeitskurve

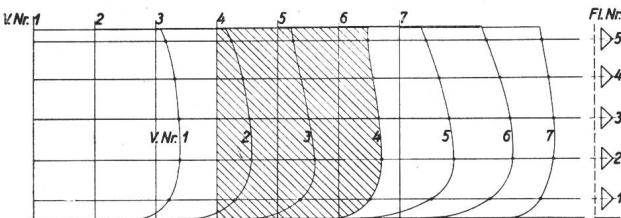


Fig. 27.

Beispiel einer Flügelmessung in schwach trapezförmigem Kanal  
5 Flügel auf vertikaler Stange, Messung auf 7 Vertikalen

### 95. Rohrleitung

Für die Auswertung sind zwei Methoden, d. h.  $v$  über  $r^2$  und  $r \cdot v$  über  $r$  anzuwenden.

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

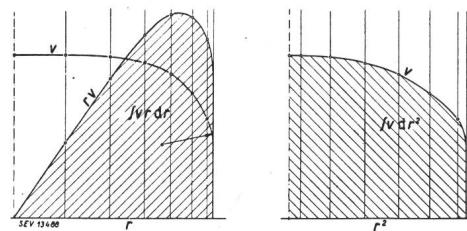


Fig. 28.

#### Wassermessung in Rohrleitungen

links: Auswertung mit  $r v$  über  $r$   
rechts: Auswertung mit  $v$  über  $r^2$

Für die Auswertung mit  $v$  über  $r^2$  ergibt sich für den Geschwindigkeitsverlauf an der Wand eine Ellipse, entsprechend dem Kreisbogen für den Verlauf von  $v$  über  $r$  (Fig. 28).

### 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 keine Vorteile bietet und deshalb nicht zu empfehlen ist.

### 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 anzurichten, 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:

$$\begin{aligned} \text{Ueberfallbreite } b &\geq 0,25 \text{ m} \\ \text{Höhe der Messwand } s &\geq 0,30 \text{ m} \end{aligned} \quad \left. \right\} \quad [\text{Lit. 1}]$$

Weitere Grenzwerte

$$\text{z. B. für die Ueberfallhöhe } h$$

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 Ueberfall 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 Unterwasserkanales nicht glatt sind.

Durch Einbau eines Ueberfalles mit Seiteneinschnürung kann auch eine an sich zu kleine Ueberfallhöhe so vergrössert werden, dass die Messgenauigkeit gesteigert wird.

#### 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

Der Ueberfall ist wenn möglich im Oberwasserkanal anzurichten. Wenn der Ueberfall im Unterwasserkanal eingebaut werden muss, ist er wegen allfälligen Luftgehaltes des Wassers nicht zu nahe an den Turbinenaustritt 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)

$$s_1 \geq 0,5 \quad h_{max} \geq 0,3 \text{ m} \quad (\text{Fig. 29})$$

#### 106. Einbau

Ein Ueberfall mit Seiteneinschnürung ist symmetrisch anzurichten, d. h. die Mitte des Ueberfallausschnittes ist in die Mitte des Kanales zu legen (Fig. 30).

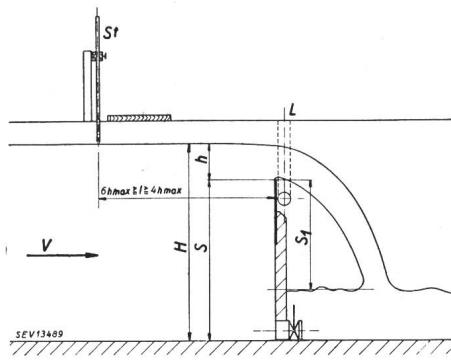


Fig. 29.  
Ueberfall ohne Seiteneinschnürung (ohne Seitenkontraktion)  
s Messwandhöhe.  $h$  Ueberfallhöhe.  $H$  Wassertiefe vor der  
Messwand.  $s_1$  Abfallhöhe hinter der Messwand.  
St Stechpegel.  $L$  Belüftungsleitung

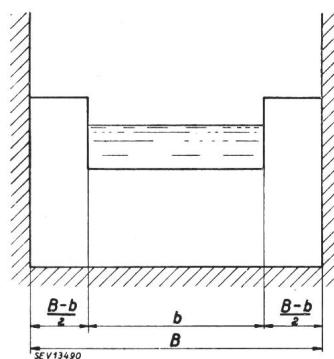


Fig. 30.  
Ueberfall  
mit Seiteneinschnürung  
Symmetrische Anord-  
nung des Ueberfall-  
ausschnittes  $b$  zur  
Kanalbreite  $B$

#### 107. Messwand

Die Ueberfallwand 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. 29).

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

#### 108. Ueberfallkante

Die eigentliche Ueberfallkante ist aus Metall herzustellen und genau nach Fig. 31 auszuführen [Lit. 1].

Die Kanten sollen scharf sein. Bei Ueberfällen mit Seiteneinschnürung sind die Seitenkanten gleich wie die Ueberfallkante auszubilden.

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

#### 109. Belüftung

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

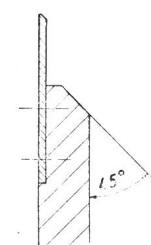
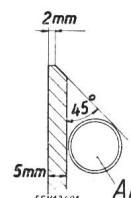


Fig. 31.  
Ueberfallmesswand  
Ausbildung der Ueber-  
fallkante und Lage des  
Belüftungsquerschnittes  
 $A_B$

Der Belüftungsquerschnitt  $A_B$  muss mindestens  $\frac{1}{2} \%$  von  $B \cdot s_1$  sein (Fig. 29 und 31).

#### 110. Beruhigung

Vor dem Ueberfall 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. 32).

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

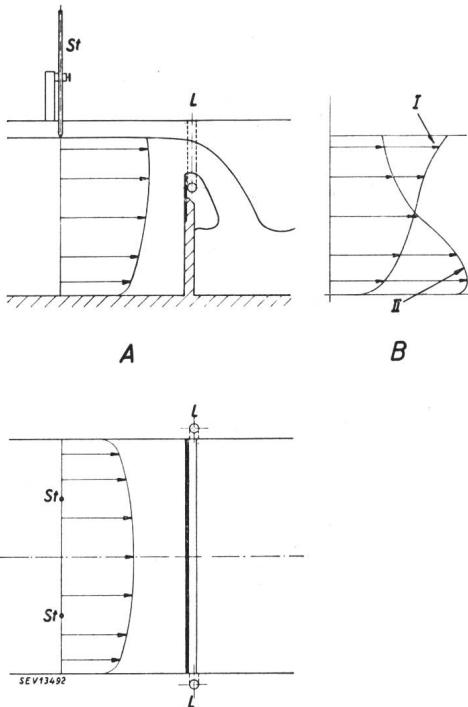


Fig. 32.

#### Geschwindigkeitsverteilung vor dem Ueberfall

- A* günstige Geschwindigkeitsverteilung
- B* ungünstige Geschwindigkeitsverteilungen
- I* Oberflächenströmung
- II* Bodenströmung
- St Stechpegel. L Belüftungsleitungen

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

### 112. Ueberfallhöhe

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

Zahl der Abstichpunkte:

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

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

### 113. Messeinrichtung

Für die Messung der Ueberfallhöhe sind möglichst nur Stechpegel (Fig. 29) zu verwenden. Bei Verwendung von Standrohren oder Schwimmern in separatem Schacht ist der Ausbildung des Anschlusses (Fig. 33) an den Kanal besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Feste Pegel sind wegen ungenügender Ablesegenauigkeit nicht zulässig.

### 114. Nullpunkt

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

Es werden folgende Einstellarten empfohlen:

- a) Trocken, d. h. mit Hilfe des Nivellements oder mit Latte und Wasserwaage (Fig. 34);
- b) Nass, d. h. mit dem ruhenden Wasserspiegel vor dem Ueberfall und Messen des Meniskus mit Winkel und Blattlehre (Fig. 35).

### 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.

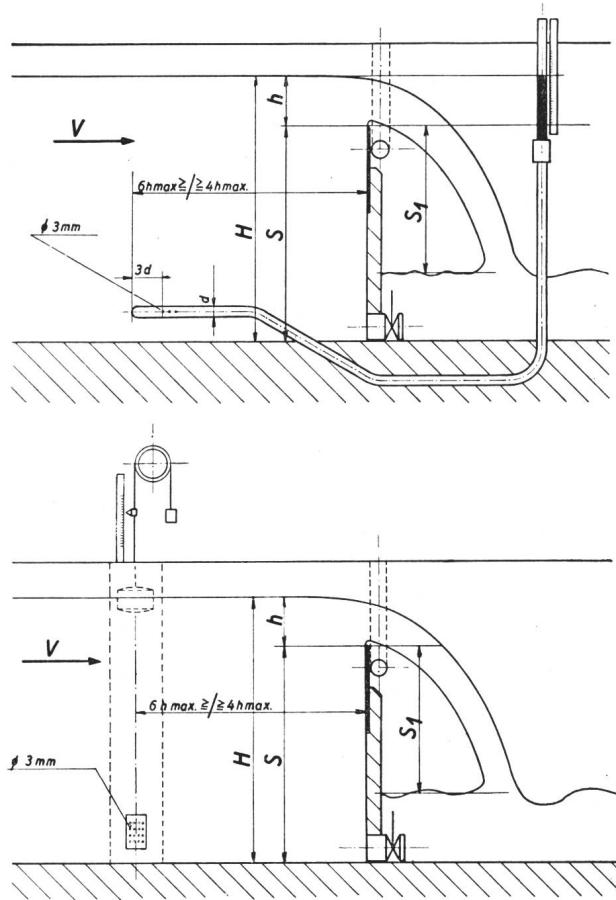


Fig. 33.

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

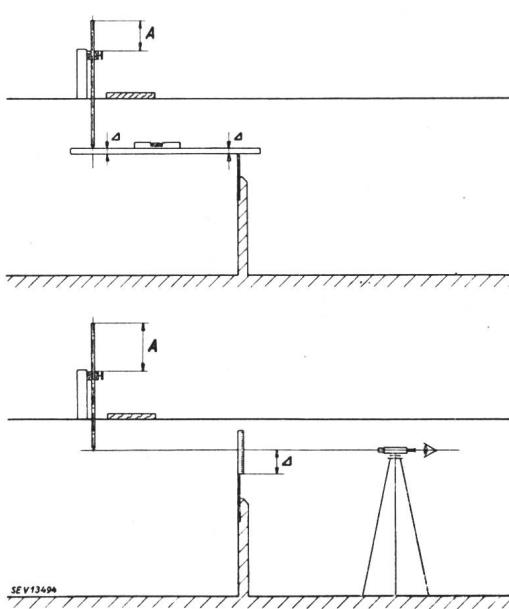


Fig. 34.

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

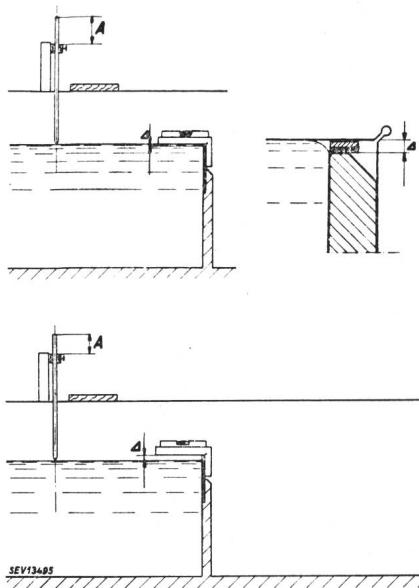


Fig. 35.  
Ueberfallmessung

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

#### 116. Allgemeine Formel zur Berechnung der Ueberfallmenge

Der allgemeine Ansatz für die Berechnung der Ueberfallwassermengen lautet nach Du Buat-Poleni:

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

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

Für Ueberfälle ohne Seiteneinschnürung ist der Ueberfall-Koeffizient  $\mu$  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:

$$\text{Ueberfallhöhe } 25 \leq h \leq 800 \text{ mm}$$

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

$$h/s \leq 1$$

#### 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:

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

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 für Ueberfall mit Seiteneinschnürung (SIA) [Lit. 1]

Für Ueberfälle mit Seiteneinschnürung ist der Ueberfall-Koeffizient  $\mu$  nach folgender Formel des Schweizerischen Ingenieur- und Architektenvereins zu berechnen:

$$\mu = \left[ 0,578 + 0,037 \left( \frac{b}{B} \right)^2 + \frac{3,615 - 3 \left( \frac{b}{B} \right)^2}{h + 1,6} \right] \cdot \left[ 1 + 0,5 \left( \frac{b}{B} \right)^4 \left( \frac{h}{h+s} \right)^2 \right] \quad (\text{Fig. 30})$$

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

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

$$\begin{aligned} \text{Höhe der Messwand } s &\geq 300 \text{ mm} \\ \frac{h}{s} &\leq 1 \\ 0,3 &\leq \left( \frac{b}{B} \right) \leq 0,8 \end{aligned}$$

Für  $b = B$  geht diese Beziehung über in die ohne Seiten einschnürung.

#### d) Behälter

##### 120. Allgemeines

Die Wassermessung mit Behälter ist bei Abnahmever suchen 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).

##### 123. Behälterform

Die Messbehälter haben folgende Forderungen zu erfüllen (Fig. 36):

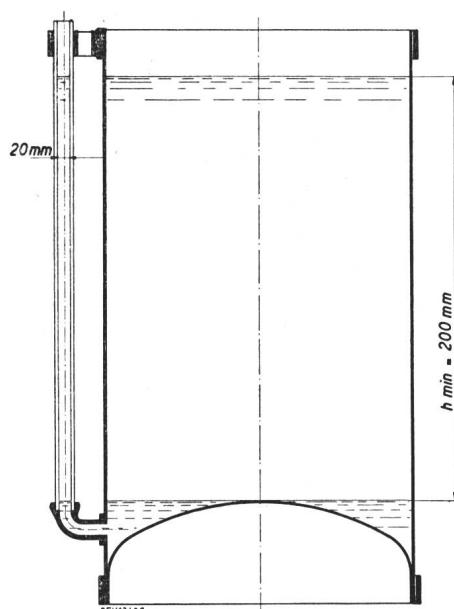


Fig. 36.  
Behältermessung  
Normalform eines transportablen Messbehälters  
und Ausbildung des Piezometer-Rohres

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 Niveaughöhe muss das Volumen genau feststellbar sein.

c) Die einfachste Volumenbestimmung ergibt sich bei Behältern mit konstantem horizontalem Querschnitt bei allen Niveaughöhen, 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. 36).

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:

$$\begin{aligned} h_{min} &= 200 \text{ mm} \\ t_{min} &= 100 \text{ s} \end{aligned}$$

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) Gewicht

#### 127. Allgemeines

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

#### 128. Genauigkeit

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

#### f) Turbinendüse

#### 129. Allgemeines [Lit. 3]

Die Eichkurven der heute bei den verschiedenen Turbinenkonstrukteuren weitgehend genormten Einlaufdüsen von Freistrahl-Turbinen sind meistens aus vielen Laboratoriumsversuchen genau bekannt (Fig. 37).

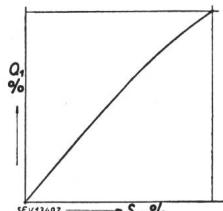


Fig. 37.

Verlauf der Wassermengenkurve  $Q_1$  einer Freistrahlturbinendüse bei verschiedenen Nadelhüben  $s_0$

$Q_1$  Wassermenge pro 1 m Gefälle

sung des Nadelhubes und des Druckes die Wassermenge mit in vielen Fällen genügender Genauigkeit gemessen werden (Fig. 38).

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

#### 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-Schirms 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 Messstrecke 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 Ver suche und liefert, da sie zur Methode der Behältermessung gehört, genaue Ergebnisse.

#### h) Venturiometer

#### 133. Allgemeines

Das Venturiometer ist sowohl einbau-, als auch zeitempfindlich und deshalb für Abnahmeverecke 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 Venturiometer, heikel in der Anwendung, zeit- und besonders einbauempfindlich. Ferner führen sie zu einem, in der Praxis häufig nicht zulässigen, dauernden Druckverlust.

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

#### 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 Geschwindigkeit 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 zu wenig Erfahrungen vor, und die zur Verfügung

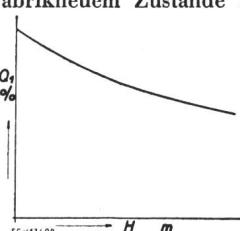


Fig. 38.

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

stehenden Messergebnisse sind infolge grosser Streuung noch unbefriedigend. Sie ist deshalb bei Abnahmever suchen 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 nur wenig Erfahrungen über seine Anwendung vorliegen, ist es für Abnahmever suchen 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 beigemischt 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 Abnahmever suchen nicht anwendbar, da die Durchmischung in keiner Weise kontrollierbar ist. Das Mischverfahren tritt an Stelle bekannter Methoden, wenn deren Anwendung infolge örtlicher Verhältnisse nicht möglich ist (Wildbäche).

### o) Temperatur

#### 142. Allgemeines

Die von Barbillon entwickelte Methode der Temperaturdifferenzmessung zwischen Ein- und Austritt der Turbine erfasst nur einen Teil des Wirkungsgrades, nämlich nicht die Verluste durch Spaltwasser bei Ueberdruckturbinen, durch Schlüpfung und Ventilation bei Pelton-Turbinen sowie die mechanischen Verluste in Lagern und durch Strahlung, Leitung und Konvektion.

Die Temperaturdifferenzen sind so gering, dass ihre Messung grosse Schwierigkeiten bereitet.

Die Methode ist für Abnahmever suchen nicht anwendbar.

### p) Fehlerbestimmung

#### 143. Methode [Lit. 1]

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 Beharrungszustand 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:

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

Werden die algebraischen Differenzen zwischen den Messwerten  $Q_i$  und dem arithmetischen Mittel  $\bar{Q}$  mit  $\Delta Q_i$  be-

zeichnet, so dass

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

so ist der mittlere absolute Fehler einer Messung zu berechnen aus

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

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

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

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

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

und der mittlere relative Fehler des arithmetischen Mittels aller Messungen:

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

## II. Nutzgefälle

### a) Allgemeines

#### 144. Nivellement

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

#### 145. Zahl der Ablesungen

Die Ablesungen, die für die Bestimmung des Nutzgefäßes 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 Nutzgefäßes bei Ueberdruck-Turbinen wird die Höhe des Unterwasserspiegels gemessen. Das am Saugrohreintritt eventuell gemessene Vakuum kann hiefür 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. 39).

#### 148. Messquerschnitt

Für die Wahl des Druckmessquerschnittes in geschlossenen Zuleitungen ist auf folgende Punkte zu achten (Fig. 40):

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 Krümmer. Liegt ein Krümmer nach dem Messquerschnitt, dann sind die Anschlüsse in die Symmetrieebene des Krümmers zu legen.

Liegt die Symmetrieebene des Krümmers lotrecht, sind 4 Anschlüsse auf zwei senkrecht zu einander stehenden, unter  $45^\circ$  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,

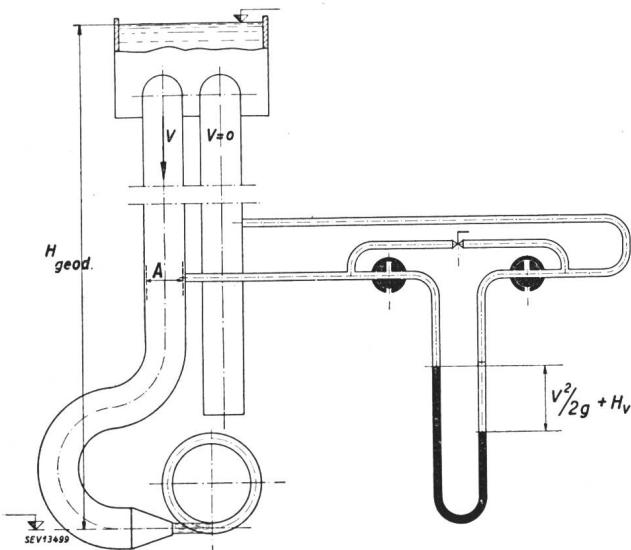


Fig. 39.

**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

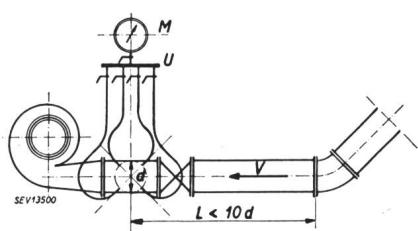
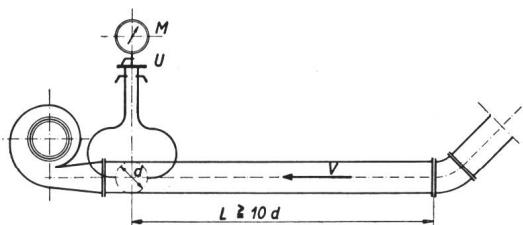


Fig. 40.

**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

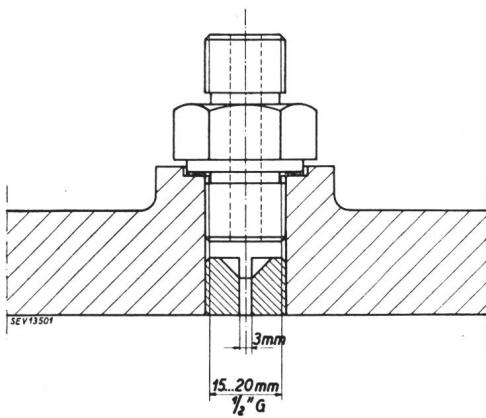


Fig. 41.  
**Druckmessung**

Einbau der Blende und Ausbildung des Druckmessanschlusses

**149. Messanschluss**

Der Druckmessanschluss ist folgendermassen auszubilden (Fig. 41) :

a) Die Bohrung soll senkrecht auf die Wandung erfolgen, innen bündig, ohne Grat und ohne Abrundung sein.

b) Die Bohrung soll 3 mm betragen. Kleinere Bohrungen neigen zum Verstopfen, grössere ergeben leicht Falschmessungen.

c) Für den Anschluss der Messleitung aussen ist ein Gewinde von 15...20 mm oder 1/2" Gas anzunehmen.

**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 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:

a) *Piezometer* benötigen wegen der Kapillarwirkung einen lichten Durchmesser des Glasrohres von mindestens 20 mm.

b) Bei *Quecksilbermanometern* soll der lichte Durchmesser des Glasrohres 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. 42).

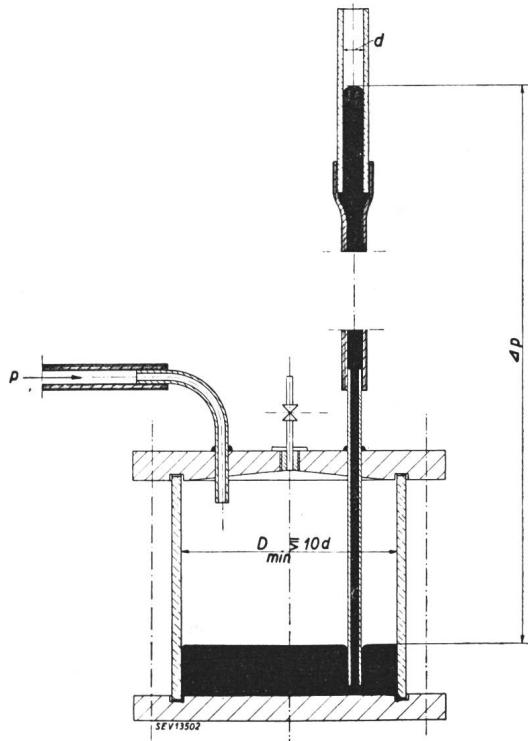


Fig. 42.

**Druckmessung: Quecksilber-Druckmesstopf mit Steigrohr**  
 $p$  Druckzuleitung,  $d$  Lichter Durchmesser des Piezometer-Glasrohres.  $\Delta p$  Druckdifferenz

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. 43).

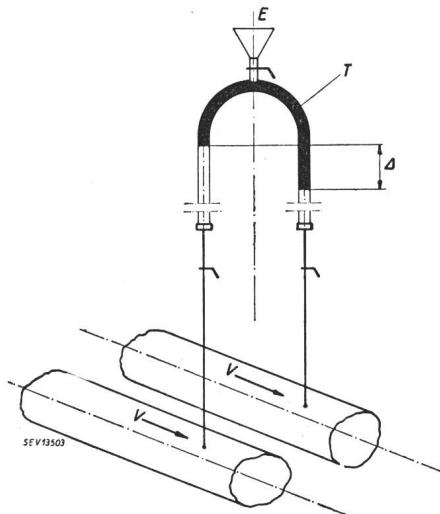


Fig. 43.

**Messung kleiner Differenzdrücke**  
umgekehrtes U-Rohr mit Sperrflüssigkeit  $\gamma < 1$ .  
E Einfülltrichter. T Toluol ( $\gamma = 0,867$ )

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 40...70 % der Skala bezeichnet.

### 152. Eichung

Die Eichung der Manometer kann in folgender Weise geschehen:

- a) mit Gewichtseichapparat, vor und nach dem Versuch;
- b) 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 Gewichtsgefälle  $H_G$  folgendermassen zu berechnen:

$$H_w = H_G + \Delta B - \Delta G \quad [\text{Lit. 4}]$$

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  $\text{kg/cm}^2$

Für eine mittlere Standorthöhe des Gewichtsmanometers von 600 m über Meer beträgt der Faktor

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

### c) Freier Wasserspiegel

#### 154. Messort

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

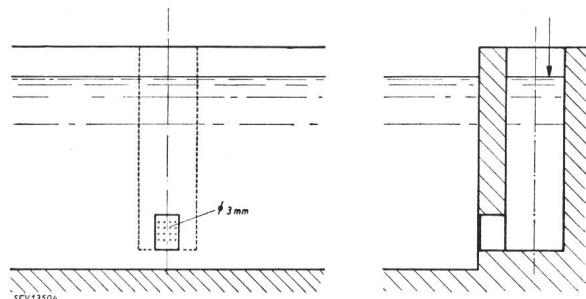


Fig. 44.  
Wasserspiegelmessung  
Anschluss des Meßschachtes mit Lochblech

Sind Messungen in Schächten oder mit Piezometern nicht zu umgehen, dann sind die Anschlüsse ähnlich auszubilden wie bei Druckmessungen (Fig. 44).

### 155. Unterwasserspiegel

Im Unterwasser ist der höchste allgemeine Unterwasserspiegel zu messen, eventuell an mehreren Stellen über die Kanalbreite.

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

### 156. Messeinrichtung

Für die Messung von freien Wasserspiegeln sind keine festen Pegel zu verwenden.

Am besten eignen sich Stechpegel oder Metallmessband mit Teller (Fig. 45).

## III. Turbinenleistung

### a) Allgemeines

#### 157. Methode

Für die Messung der Turbinenleistung stehen folgende Methoden zur Verfügung:

**Direkte Messung:** Torsionsdynamometer  
Bremse (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.

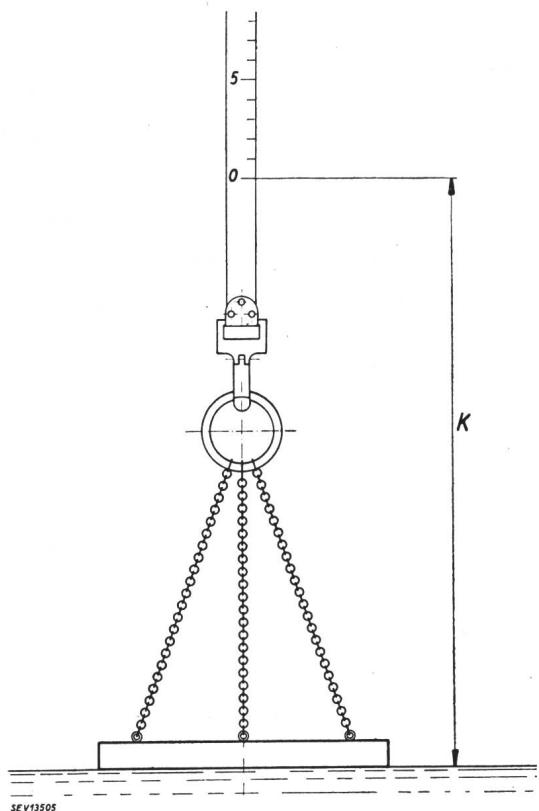


Fig. 45.

Wasserspiegelmessung: Stahlmessband mit Messsteller

**159. Gesamtverluste**

Unter den Gesamtverlusten des Generators im Sinne dieser Regeln versteht man die Differenz zwischen aufgenommener Leistung und Wirkleistung.

**160. Verlustmessung**

Für die Messung der Wirkungsgrade, bzw. der Verluste von Drehstrom-Synchrongeneratoren gelten die Regeln des SEV für elektrische Maschinen (z. Zt. in Bearbeitung; Kap. VIII, § 42...52, des Entwurfes zu den Regeln für Synchronmaschinen, 2 Fk 68, soll diesen Regeln als Anhang II beigeben werden).

**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**

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.

Sofern vier Leiter vorhanden sind, ist die Drehstrommessung nach der Dreiwattmeter-Methode durchzuführen.

An die verwendeten Messwandler dürfen keine anderen Instrumente als die für die Messung nötigen angeschlossen werden.

In besonderen Fällen können Zähler verwendet werden, die jedoch mit den zugehörigen Wandlern geeicht sein müssen. Grundsätzlich sind Zeigerinstrumente den Zählern vorzuziehen.

Da die für die Messung von starkem Gleichstrom nötigen Shunts eine Genauigkeit von etwa  $\pm 1\%$  aufweisen, ist in solchen Fällen die Messtoleranz für die Turbine von  $\pm 2\%$  auf  $\pm 3\%$  zu erhöhen.

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

Tara der Bremse.

**164. Zusatzbelastung**

Zusätzliche Lagerbelastung, 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 seilanggetriebenen 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.

Für die Beurteilung des Regulators selbst kann jedoch seine Leistungsaufnahme gemessen werden.

**167. Schwungrad**

Der Ventilationsverlust von nicht verschalteten Schwungrädern kann überschlagsmäßig nach folgender Erfahrungsformel berechnet werden:

$$P_v = \frac{2}{10^6} D_a^2 v_a^3 \gamma_L \left( 1 + 1,8 \frac{B}{D_a} \right)$$

wo

$P_v$	den Ventilationsverlust	in kW
$D_a$	den Schwungradaussendurchmesser	in m
$v_a$	die Umfangsgeschwindigkeit aussen	in m/s
$B$	die Kranzbreite	in m
$\gamma_L$	= ca. 1,20 das spezifische Gewicht der Luft	in kg/m³

bedeuten.

### 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 abgeführt 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 und wenn nötig anderweitig zu ersetzen.

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. Drehzahl-Aenderung

### 172. Allgemeines

Die Drehzahländerungen bei Regulierversuchen sind mit einem geeichten Tachographen zu messen. Wenn möglich ist gleichzeitig die Bewegung des Regulierorgans aufzuzeichnen.

## VI. Druckänderung

### 173. Allgemeines

Die Druckänderungen bei Regulierversuchen sind mit einem geeichten Registriermanometer zu messen.

Sofern das Registrierinstrument nicht unmittelbar an die Druckleitung angeschlossen werden kann, soll die Anschlussleitung so kurz als 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 viermal 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 I

### Literatur-Verzeichnis

- [Lit. 1] Die SIA-Normen für Wassermessungen bei Durchführung von Abnahmever suchen an Wasserkraftmaschinen. Aufgestellt vom Schweiz. Ingenieur- und Architekten-Verein, Zürich, 1924.
- [Lit. 2] Rehbock, Th.: Wassermessung mit scharfkantigen Ueberfallwehren. Z. VDI Bd. 73 (1929), S. 817ff.
- [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 Geichtsmanometer 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.

### 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. Dissert. Techn. Hochschule München, 1924.
- Dietrich, W.: Wassermessungen mit Ueberfall in der Zentrale Handeck der Kraftwerke Oberhasli. Schweiz. Bauztg. Bd. 99 (1932), Nr. 1, S. 1...4, Nr. 2, S. 20...22, 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.
- Häiler, R.: Fehlerquellen bei der Ueberfallmessung. Mitt. Hydr. Inst. Techn. Hochschule München, Heft 2, S. 65 ff., Heft 3, S. 1 ff.
- Henn, W.: Grundlagen der Wassermessung mit dem hydro-metrischen Flügel. VDI-Forschungsheft 385, Ausg. B, Bd. 8 (1937), Juli/August.
- Kirschner, O.: Vergleichs-Wassermessungen am Walchensee-Werk. Z. VDI Bd. 74 (1930), S. 521...528, 740ff.
- Kirschner, O., und Esterer, B.: Die Genauigkeit einiger Wassermessverfahren. Z. VDI Bd. 74 (1930), S. 1499ff.
- Kirschner, O.: Das Salzverdünnungsverfahren für Wassermessungen. Wasserkraft u. Wasserwirtsch. Bd. 26 (1931), Nr. 18, S. 213...221.
- Lütschg, O.: Ueber 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, R. Pflaum, 1924.
- Ott, L. A.: Theorie und Konstantenbestimmung des hydro-metrischen Flügels. Berlin, J. Springer, 1925.
- Scheder, E. W., und Turner, K. B.: Precise weir measurements. Amer. Soc. Civil Engrs., Paper 1711.
- Stauss, A.: Der Genauigkeitsgrad von Flügelmessungen bei Wasserkraftanlagen. Berlin, J. Springer, 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.