Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens

Herausgeber: Association suisse des électriciens

Band: 13 (1922)

Heft: 6

Artikel: Luftheizung unter Verwertung der Abwärme von elektrischen Generatoren

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1058300

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: 22.08.2025

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

Die Spannungswandler selbst sind in Oel, und ihrer Konstruktion ist mit Rücksicht auf ihre Verwendung im Freien besondere Aufmerksamkeit und Sorgfalt zugewendet worden.

Die ebenfalls in Oel gelegten Stromwandler entsprechen den Vollziehungsverordnungen des Eidgenössischen Amtes für Mass und Gewicht. Die Primärwicklung besitzt einen in den Stromwandler eingebauten Ueberbrückungswiderstand.

Die für 200 A bemessenen Trennschalter sind einfachster Bauart und bestehen aus dem Schaltmesser mit Kontakten auf Delta-Isolatoren aufgebaut. Diese Trennmesser sind vertikal montiert und werden durch Schalthaken bedient.

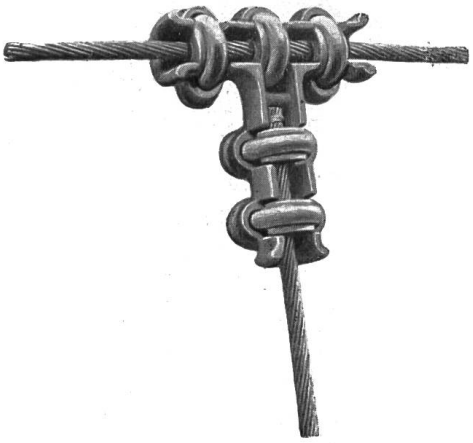

Fig. 6 a

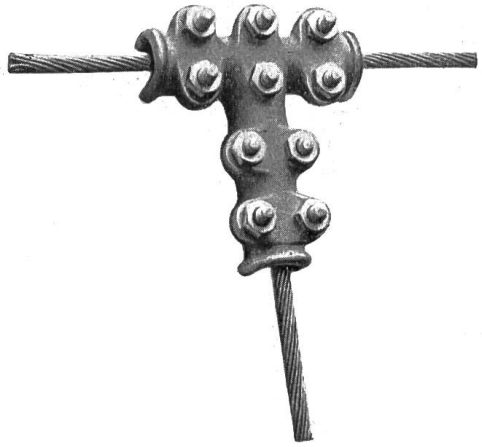

Fig. 6 b

Beim Uebergang der 62 500 Volt Sammelschiene zu dem Transformatoren-Oelschalter befindet sich ein dreipoliger Trennschalter. Jeder Pol besitzt drei Isolatoren mit horizontal drehbar angeordnetem Messer. Der mittlere Isolator ist als Drehpunkt ausgebildet. Alle drei Pole werden vom Boden aus gemeinsam betätigt durch einen verschliessbaren Antriebshebel. Zwischen Transformator-Oelschalter und dem 4250 kVA Transformator sind Drosselspulen von 0,4 mH eingebaut. Diese Apparate befinden sich im Innern des Transformatorenhauses und zwar einzig aus Dispositionsgründen.

Die ganze Apparatur ist gebaut für eine Betriebsspannung von 65 000 Volt und geprüft mit 130 000 Volt gegen Erde.

Sammelschienen und Verbindungen bestehen aus nacktem Kupferkabel. Die Abzweigungen erfolgen mittels Klemmverbindern nach der Art von Fig. 6. Das Kabel liegt in einer Nut und wird durch Klemmbriden befestigt. Diese Verbinder gewährleisten einen sehr guten Kontakt und können zudem einen beträchtlichen Zug aushalten.

Die Betriebsverhältnisse der Freiburger Freiluftstation sind insofern bemerkenswert, als im Winter mit starker Eisbildung gerechnet werden muss; doch ist auch diesem Umstand voll Rechnung getragen worden.

Luftheizung unter Verwertung der Abwärme von elektrischen Generatoren.

Mitgeteilt von *Gebrüder Sulzer,* Aktiengesellschaft, Winterthur, Abt. Zentralheizung.

Es ist bekannt, dass ungefähr 95 % der von einer Turbinenwelle bei Vollast auf den Generator übertragenen mechanischen Arbeit in letzterem in elektrische Energie, der zirka 5 % betragende Rest in *Wärme* umgesetzt wird. Bei grösseren

Kraftwerken macht diese Wärmeproduktion einen ansehnlichen Betrag aus, und man ist deshalb in neuerer Zeit bestrebt, denselben in geeigneter Weise für den Bedarf des Werkes nutzbar zu machen. Die nächstliegende Verwendungsmöglichkeit ist die *Heizung* der verschiedenen Betriebs- und Lagerräume, Werkstätten usw. mit Hilfe einer Luftheizungsanlage. Je nach der Konstruktion der Generatoren sind prinzipiell zwei verschiedene Ausführungsarten solcher Anlagen gegeben.

Bei Generatoren mit vertikaler Welle ist das *Generatorgehäuse* unten und oben *offen;* die aus dem Untergeschoss an den Ankerwicklungen vorbeistreichende Luft führt die in letzteren erzeugte Wärme durch die oberen Gehäusedurchbrechungen in den Maschinensaal. Dieser erfährt dadurch eine Erwärmung, welche um so grösser ausfällt, je geringer die Wärmetransmissionsverluste des Saales sind. Da es sich dabei in der Regel um hohe, geräumige, gut beleuchtete und daher viel Fensterfläche enthaltende Hallen handelt, ist der Wärmebedarf zu ihrer Heizung relativ gross. Die Abwärme der Generatoren wird also im Winter in den wenigsten Fällen eine nennenswerte Ueberschreitung der normalen Innentemperatur im Maschinensaale zu bewirken vermögen, da eine solche naturgemäss stets eine proportionelle Erhöhung der Wärmetransmission nach sich zieht.

Fig. 1

Kraftwerk Eglisau. Kurz vor Fertigstellung.

Ist aber ein Wärmeentzug aus dem Saal doch möglich, ohne dass die Innentemperatur dadurch ein zulässiges Mass unterschreitet, so kann es sich nur um Entnahme von Luft mit *Raumtemperatur,* also mit relativ mässigem Wärmeinhalt handeln. Es sind daher zur Herbeiführung eines bestimmten Heizeffektes verhältnismässig grosse Luftmengen, also auch grosse Ventilatoren, Kanäle usw. notwendig. Ausserdem kann die Luft nur zur Heizung solcher Lokalitäten verwendet werden, deren Innentemperatur stets um einige Grade unter der Maschinensaaltemperatur bleiben darf. Bureaux und ähnliche Lokale, die auch bei grosser Kälte auf zirka 18° C erwärmt werden müssen, kommen für diese ausschliessliche Heizungsart also meistens nicht in Frage, und bleibt diese auf die Temperierung von Magazinen, Werkstätten oder ähnlichen Räumen beschränkt.

Günstigere Verhältnisse lassen sich für *geschlossene Generatorgehäuse* schaffen. Die Kühlluft wird dabei, sei es infolge der eigenen Ventilatorwirkung des Laufrades,

sei es durch speziell hierfür aufgestellte Gebläse, *zwangsläufig* an den Wicklungen vorbei in einen Sammelkanal geführt. Durch entsprechende Reduktion des Luftquantums kann dasselbe auf eine höhere Temperatur gebracht werden; 45 – 50° C ist als Maximum anzusehen. Die Wärme steht also für Heizzwecke in hochwertigerer Form zur Verfügung, womit die Möglichkeit einer weitgehenden Verwendung geschaffen wird. Vom heiztechnischen Standpunkt aus ist also stets diese Lösung anzustreben.

Das im Laufe des vergangenen Jahres dem Betrieb übergebene *Kraftwerk Eglisau* (Fig. 1) hat eine Luftheizung der erstbeschriebenen Art erhalten. Trotzdem die Projektierung desselben in das Jahr 1918 zurückreicht, war es damals nicht mehr möglich, eine andere Lösung zu erwirken, da der Stand der baulichen Arbeiten und der Maschinenbestellungen dies nicht mehr gestattete.

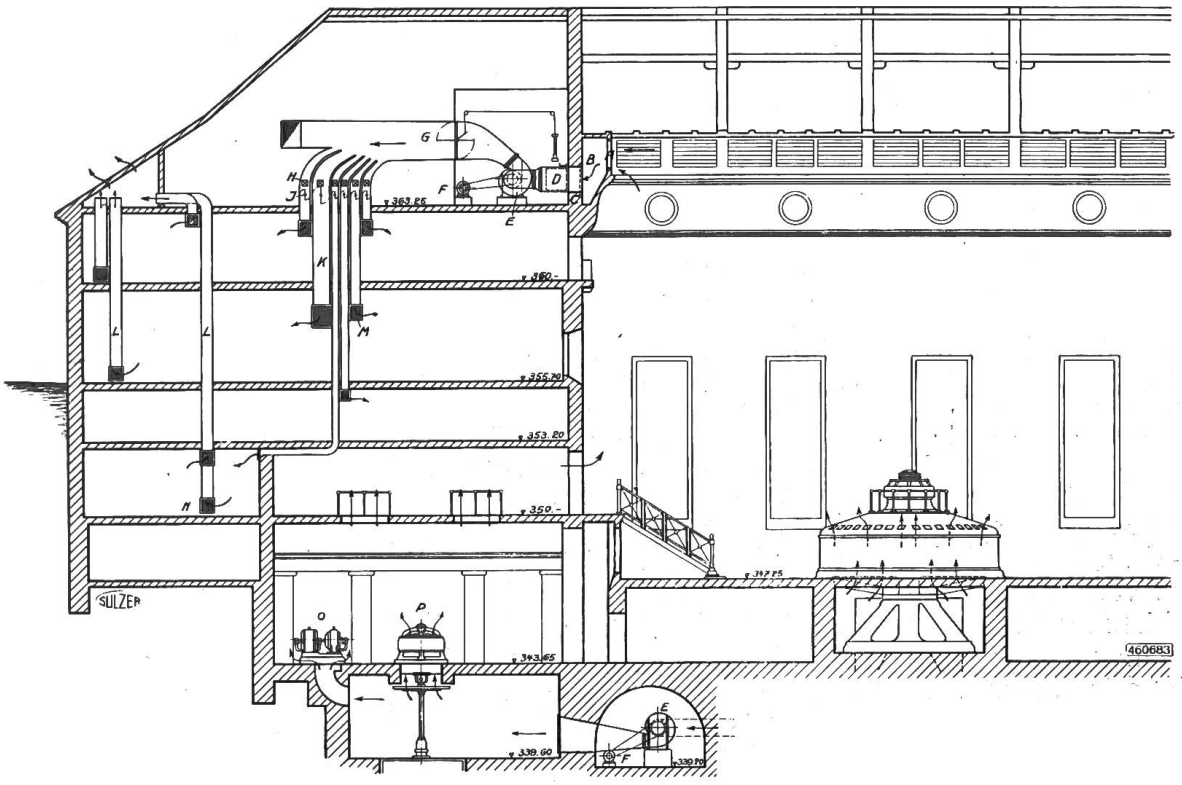

Fig. 2

A Warmlufteintritt vom Maschinensaal; *B* Warmluftkanal; *C* Frischlufteintritt von aussen; *D* Umstellklappe; *E* Ventilator; *F* Motor; *G* Hauptabschlussklappe; *H* Kontrolldeckel; *J* Regulierklappen; *K* Warmluftkanäle zu den Räumen; *L* Abluftkanäle; *M* Warmluftgitter; *N* Abluftgitter; *O* Erregergruppe; *P* Generator für Eigenbedarf.

Das Werk enthält *7 Drehstromgeneratoren zu 3600 kW* Dauerleistung. Es ist damit gerechnet, dass während der Heizperiode zeitweise der Wasserstand des Rheines die Benützung von nur 3 Generatoren gestatte. Die stündliche Wärmeproduktion derselben berechnet sich also zu

$$\frac{3600 \times 3 \times 5 \times 860}{100} = 465\,000 \text{ WE}$$

Die Wärmetransmission des Maschinenhauses beträgt bei – 10° C Aussen- und + 15° C Innentemperatur zirka *410 000 WE/Std.* Mit dem Ueberschuss von rund *55 000 WE* können die an die Luftheizung angeschlossenen Räume bei gleicher Aussentemperatur auf zirka 5 – 6° C temperiert werden. Trotzdem dies als etwas niedrig bezeichnet werden muss, wurde eine anderweitige Zusatzheizung für diese Räume grösstenteils nicht vorgesehen, da diese und noch tiefere Aussentemperaturen in

der Regel nur höchst selten und nie andauernd auftreten. Bei milderer Witterung, z. B. bei $+0^0$ Aussentemperatur erhöht sich die Raumtemperatur im Maschinensaal auf zirka $+25^0$ C, und es können in diesem Falle die übrigen Räume auf $10-12^0$ C erwärmt werden.

Fig. 2 ist eine schematische Darstellung der Anlage. Aus dieser ist zu ersehen, dass die Luftheizungsanlage im Sommer auch zur *Lüftung* benützbar ist, indem vom Ventilator an Stelle der warmen Maschinenhausluft frische, von aussen entnommene Luft gefördert wird. Der Antrieb des Gebläses erfolgt mittels eines Elektromotors von zwei PS Leistung, mit 50% Tourenregulierung.

Alle geheizten bezw. ventilierten Räume besitzen untere, ein Teil derselben auch obere Abluftklappen. Ein Trockenraum für nasse Dienstkleider wird reichlich gelüftet und elektrisch geheizt.

Dem *Gleichstromgenerator* von ca. *130 kW* Dauerleistung für den Eigenbedarf welcher durch eine spezielle, das Gefälle der Glatt ausnützende Turbine angetrieben wird, führt ein zweiter Ventilator die nötige Kühlluft zu. Die letztere dient im erwärmten Zustande alsdann zur Heizung und Lüftung des Regulierraumes der Eigenbedarfs-Schaltanlagen und, da letzterer mit dem Maschinensaal in offener Verbindung steht, auch zur Unterstützung der Heizung in diesem.

Entsprechend der geschlossenen Bauart der Generatoren in der *Zentrale Küblis* der Bündner Kraftwerke A.-G., erhält dort die Luftheizanlage eine von der Anlage in Eglisau abweichende Einrichtung. In Küblis kommen sechs Hochdruckturbinen mit horizontaler Welle und geschlossenen Generatorengehäusen zur Aufstellung. Die Gesamtleistung wird ca. 50 000 kW betragen, und es kann also bei voll ausgebauter Anlage mit einer stündlichen Wärmeproduktion der Generatoren von ca. 1,7 Millionen Wärmeeinheiten gerechnet werden.

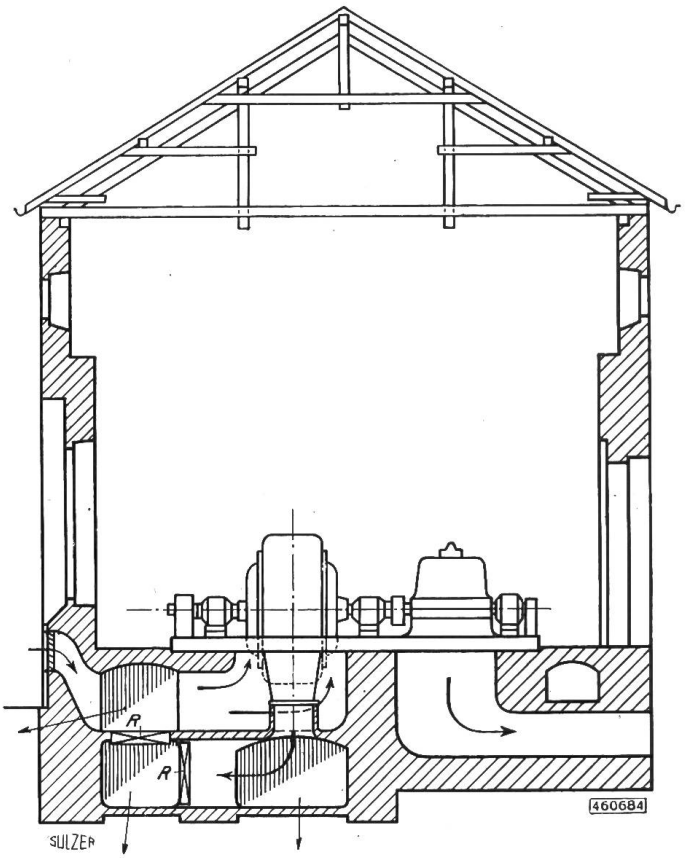

Fig. 3

Unter Abzug des Wärmebedarfes des Maschinenhauses wird eine erhebliche Wärmemenge zu Heizungs- und eventuell anderen Zwecken zur Verfügung bleiben.

Die Fig. 3 und 4 zeigen die Luftführung zu und von den Generatoren. Die Aussenluft, welche von den in den Generatoren eingebauten Ventilatoren angesaugt wird, tritt bei *B* ins Maschinenhaus ein und gelangt durch kurze Kanäle in die Generatorengehäuse, in welchen sie beim Durchstreichen der Wicklungen Wärme aufnimmt; aus den Gehäusen der Generatoren gelangt die auf ca. 50^0 C erwärmte Luft in den Warmluftsammelkanal *C*.

Ist nun Bedarf an warmer Luft für die Beheizung der Kraftzentrale vorhanden, so werden die Regulierklappen *R* mehr oder weniger geöffnet – je nach Aussentemperatur – und mittels der Ventilatoren *H* ein Teil der warmen Luft aus dem Sammelkanal angesaugt und in die zu beheizenden Räume verteilt; die übrige Luft aus *C* gelangt durch den Kanal *D* ins Freie. Hier können nun weitere Kanäle anschliessen, welche die erwärmte Luft verschiedenen industriellen Verwendungsstellen

– z. B. Trocken- oder Entnebelungsanlagen – zuführen [1]). Die Ventilatoren *H* sind, nur für das zum Heizen der Kraftzentrale benötigte Luftquantum berechnet; ihre Dimensionen und Anschaffungspreis sind daher verhältnismässig gering.

Braucht die Zentrale nicht geheizt zu werden, so schliesst man die Klappe *R* dicht ab, und die ganze Generatorenluft strömt durch den Kanal *D* ab. Die Luftheizanlage kann im Sommer ausserdem zur Kühlung der betr. Räume benutzt werden; hierzu werden, bei geschlossenen Regulierklappen *R* die Frischluftklappen geöffnet und Aussenluft von den Ventilatoren *H* direkt angesaugt und in die zu kühlenden Räume gedrückt.

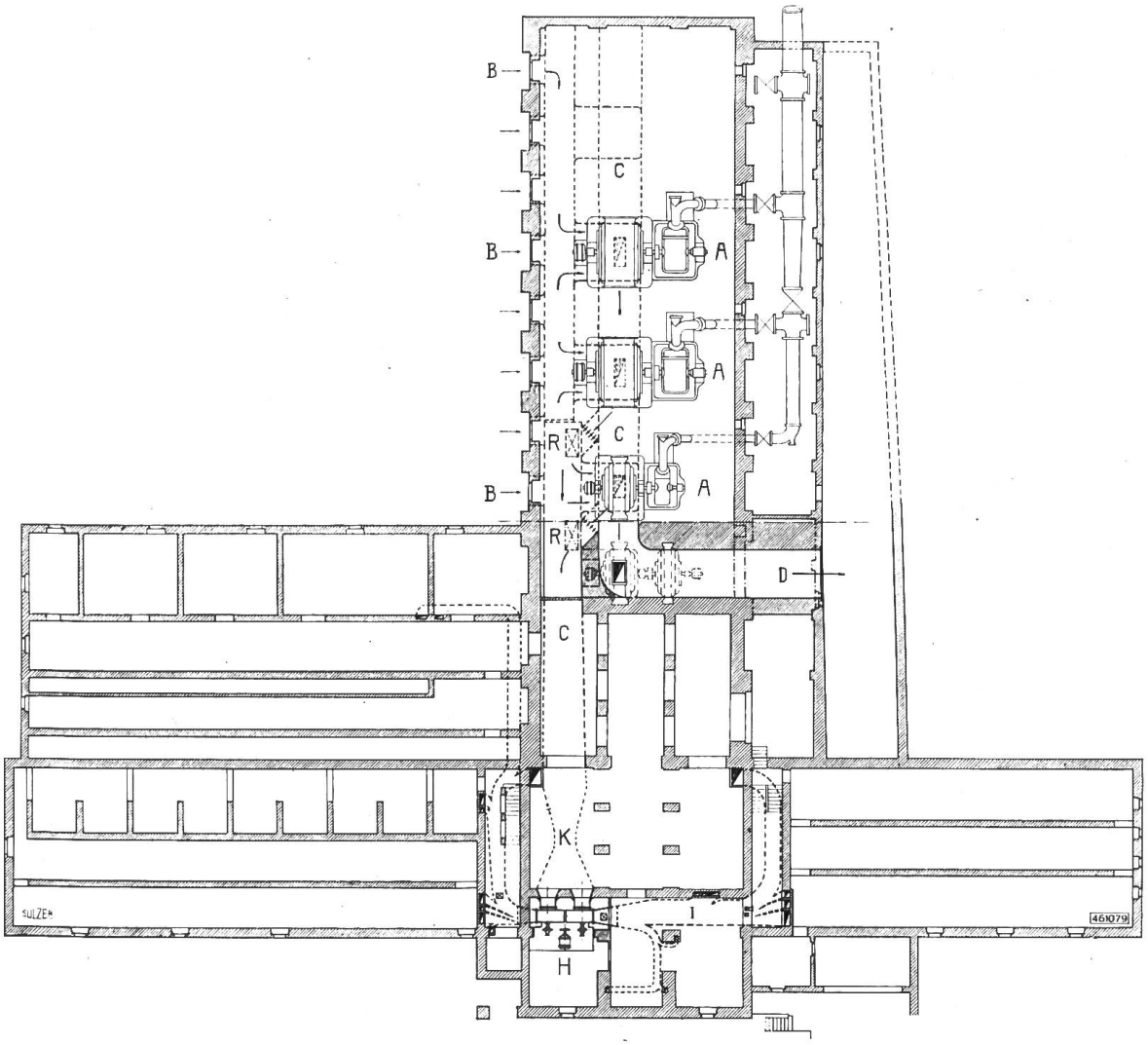

Fig. 4

Legende: *A* Generatoren; *B* Frischlufteintritte; *C* Warmluftsammelkanal; *D* Warmluftaustritt ins Freie; *H* Ventilatoren; *I* Warmluftverteilkanal; *K* Messstelle; *R* Luftklappen.

Um die von den Ventilatoren *H* geförderte Luftmenge und danach die Wirkung der Heizung kontrollieren zu können, ist im Kanal *C* eine Einschnürung *K* nach dem Venturi-Prinzip vorgesehen, welche als Messstelle dient, und mit einem Volumeter in Verbindung steht; die durchströmende Luftmenge kann fortlaufend von einem selbstregistrierenden Instrument aufgenommen werden.

Aus dieser kurzen Beschreibung ergibt sich ohne weiteres die Zweckmässigkeit solcher Abwärmeverwertungsanlagen. Besonders vorteilhaft wird die Ausnüt-

[1]) Bei der Zentrale Küblis beträgt der Wärmebedarf zur Beheizung aller in Betracht kommenden Räume nur ca. 15% der von den Generatoren erzeugten Wärme; für den Rest besteht vorläufig in der Nähe keine Verwertungsmöglichkeit.

zung der Generatorenabwärme, wenn in der Nähe der elektrischen Zentrale sich Betriebe befinden, welche die überschüssige Wärme in der einen oder andern Form für ihre Fabrikation verwenden können.

Ist dies nicht der Fall, so bietet immerhin die Möglichkeit, alle Räume einer hydroelektrischen Zentrale durch die sonst verloren gehende Abwärme der Generatoren zu beheizen, augenscheinliche Vorteile.

Die beschriebene Anlage in Eglisau wurde von Gebrüder Sulzer, Aktiengesellschaft, in Winterthur ausgeführt und hat sich seitdem im Betrieb sehr gut bewährt.

Von der gleichen Firma wurde auch die Abwärmeverwertungsanlage des Elektrizitätswerkes Küblis entworfen; diese Anlage ist im Winter 1921/22 fertiggestellt worden.

Miscellanea.

Ueber Hängeisolatoren. (Entgegnung zur Mitteilung von Herrn J. F. Scheid im Bulletin S.E.V. No. 4, Seite 159 u. ff.). Herr *Direktor Seefehlner* von der *A. E. G. Union, Elektrizitätsgesellschaft, Wien* teilt uns folgendes mit:

„In No. 4 des laufenden Jahrganges des Bulletin ist eine Notiz von J. F. Scheid, Margarethenhütte, Sachsen, enthalten, welche eine Anzahl mit meinen Erfahrungen keineswegs übereinstimmende Mitteilungen enthält. Ich versage mir, auf diese des nähern einzutreten, weil es zwecklos ist, gegen durch Tatsachen nicht belegte Behauptungen Stellung zu nehmen.

Feststellen muss ich jedoch, dass, soweit die österreichische Teilstrecke der Mittenwaldbahn mit der Bemerkung gemeint ist, dass „beispielsweise hat die Mittenwaldbahn durch Abschmelzungen der Verbindungselemente an Hewlett-Isolatoren ständig empfindliche Störungen gehabt" diese Behauptung jeder Grundlage entbehrt.

Auf welche Quelle sich diese Behauptung des Herrn Scheid stützt, ist mir unbekannt. Dass sie unrichtig ist, besagt das offizielle Schreiben der Bundesbahndirektion Innsbruck, die seit über zehn Jahren den Betrieb der Mittelwaldbahn führt:

„Bundesbahndirektion Innsbruck.
Z1. IV/8098-1922 am 13. Mai 1922.
Betr.: Mittelwaldbahn-
Kettenglied-Isolatoren.

An die A. E. G. Union Elektr. Ges. Wien VI
Rahlhof.

Zu Ihrem Schreiben vom 2. 5. 1922, Abt. Bahnen.

Wir bestätigen, dass sich die von ihnen hergestellten Kettenglied-Isolatoren auf der Mittenwaldbahn gut bewährt haben. Vorkommende Defekte rühren hauptsächlich von Steinschlägen her. Allerdings wechseln wir bei Revisionen jeden Isolator, der Haarrisse zeigt, aus.

Im Jahre 1916 haben wir eine Zählung defekt gewordener Isolatoren vorgenommen. In diesem Jahre wurden an Kettenisolatoren Strecke Ruetzwerk-Grenze Scharnitz gewechselt:

Speiseleitung: 112 wegen mechan. Beschädigung durch Steinschlag,
45 wegen Haarrissen,

Fahrleitung: 33 wegen mechan. Beschädigung durch Steinschlag,
16 wegen Harrissen.

Durchschläge von Kettenisolatoren im Betriebe haben sich bisher insgesamt nur siebenmal ereignet, dabei lag in drei Fällen nur einfache Isolation vor; in allen Fällen erfolgte der Durchschlag bei Gewitter.

Von der Bundesbahndirektion:
Diel m. p."

Wenn man bedenkt, dass es sich um ein Netz handelt, dessen äusserste Punkte in einer Entfernung von 105 km liegen, welches beträchtliche Höhenunterschiede zu überwinden hat und wo ausserordentlich ungünstige Witterungsverhältnisse vorliegen, so wird kein einsichtiger und sachlicher Fachmann aus diesem Schreiben den Schluss ziehen, der zu der Behauptung des Herrn Scheid führt.

Sollte mit der obigen Bemerkung die bayrische Teilstrecke der Mittenwaldbahn gemeint sein, so fühle ich mich nicht berufen, zu dieser Behauptung Stellung zu nehmen, weil die elektrische Ausrüstung dieser Teilstrecke von mir weder projektiert noch ausgeführt wurde.

Aus eigener Kenntnis kann ich jedoch feststellen, dass die Hewlett-Isolatoren auf dieser Strecke zu dauernden Störungen des Betriebes schon deshalb keinen Anlass geben konnten, als Isolatoren dieser Bauart, abgesehen von einigen Verankerungen, überhaupt nicht in Verwendung stehen.

In der Fahrleitung sind Einfach- und Doppelkelch-Isolatoren in Verwendung. Die 50 000 Volt-Leitung ist mit Rosenthalschen Kammerisolatoren ausgeführt.

Die gleichen guten Ergebnisse mit Kettengliedisolatoren hat die 50 km lange mit Hochspannung betriebene Teilstrecke der Wien-Pressburger-Bahn ergeben.

Die Erfahrung bei diesen und noch zahlreichen anderen Anlagen hat demnach ergeben, dass der Kettengliedisolator, und zwar nicht die ursprünglich in jedem Belange mangelhafte Hewlett-Form, sondern die bei den genannten Bahnen verwendete Bauform, sich sehr gut bewährt hat und die dagegen angeführten gegenteiligen Behauptungen einer sachlichen Prüfung nicht Stand halten."