

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

**Band:** 13 (1922)

**Heft:** 7

**Artikel:** Das Widerstandsmaterial "Quarzilit" und seine Anwendung in der Elektrotechnik

**Autor:** [s.n.]

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1059775>

#### 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:** 17.02.2026

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

près qu'on y reconnaît nettement l'allure d'un plaidoyer „pro domo“ des antitrustistes. C'est déjà un enseignement!

Il n'y a contre le trust qu'une seule objection à soulever: c'est une arme à deux tranchants, qui ne peut être mise en mains d'individus qui hésitent à s'en servir „totalement“, car elle ne tarderait pas à se retourner brutalement contre eux et contre les intérêts qu'ils ont pour mission de défendre. Le danger de trust se résume en ceci: l'inaptitude du „chief-manager“, la faiblesse de la tête dirigeante.

Si l'homme ou les hommes sont là, rien ne peut s'opposer à ce que des industries identiques se groupent en vue de la défense *coopérative* de leurs intérêts, à l'intérieur et à l'extérieur du pays.

Outre que cette coopération répond de plus en plus aux besoins de notre époque, il faut aussi comprendre qu'elle n'a rien d'antinational comme voudraient le faire croire les antitrustistes.

Ou bien nous voulons réellement *agir* de tout notre pouvoir pour nous ressaisir et marcher de l'avant ou bien nous consentons à la stagnation.

Si même on ne voulait pas recourir au trust sous sa forme originale, il faut néanmoins organiser pour notre industrie du four électrique une centrale d'achat des matières premières, un office de ventes, de répartition des commandes au pro rata de la puissance disponible des usines adhérentes, un office de péréquation pour les prix et un organe technique central qui s'occupera de la normalisation des installations et de l'unification des méthodes d'exploitation.

C'est le commencement du consortium, et nous sommes persuadés qu'on y viendra par la force des choses et avant peu!

Réclamer avec insistance des tarifs-marchandises qui permettent le transport de nos matières premières et de nos produits sans que les seuls frais de route sur le réseau suisse nous mettent en état d'infériorité vis-à-vis de la concurrence étrangère; chercher de nouveaux débouchés, de nouvelles applications de certains produits comme le carbure; obtenir pour les matières premières des tarifs douaniers réduits; étudier la question du retour aux deux postes de 12 heures dans l'exploitation, voilà du travail préparatoire en suffisance!

C'est à l'intérieur qu'il faut avant tout manifester le désir réel d'une amélioration et c'est une organisation intérieure, d'abord qui est indispensable, avant de passer à des mesures de protection plus qu'illusives telles que la suppression de permis d'exporter l'énergie électrique.

Il est temps de se ressaisir!

## Das Widerstandsmaterial „Quarzilit“ und seine Anwendung in der Elektrotechnik.

Mitgeteilt von der A.-G. Kummeler & Matter in Aarau.

*Es werden die physikalischen Eigenschaften dieses neuen aus Quarz und Kohle hergestellten Widerstandsmaterials, an Hand von Versuchsergebnissen, beschrieben und darauf auf verschiedene technische Anwendungsmöglichkeiten hingewiesen.*

*L'article expose les diverses qualités physiques du „Quartzsilite“, un composé de quartz et de carbone. Il donne des résultats d'essais et rend attentif à toutes les possibilités d'application de cette nouvelle matière.*

Es sind in der Elektrotechnik eine grosse Zahl fester Widerstandsmaterialien bekannt und in Verwendung. Dabei sind zwei Hauptgruppen zu unterscheiden:

1. Widerstandsmaterialien aus Metallen und
2. Widerstandsmaterialien aus Metalloiden und Metallkarbiden, sowie aus Kohlenstoff selbst. In beiden Gruppen sind wieder zu unterscheiden Widerstände für hohe und solche für niedere Temperaturen. Die Widerstände für hohe Temperaturen finden Verwendung als Heizkörper, die für niedere Temperaturen als Widerstände im Apparatebau.

Die Widerstandsmaterialien der beiden Gruppen haben ganz verschiedene physikalische Eigenschaften. So weisen dieselben aus Metallen immer positiven Temperaturwiderstandskoeffizient auf, während die Widerstandsmaterialien der zweiten Gruppe negativen Temperaturwiderstandskoeffizient besitzen. Ferner ist der spezifische Widerstand der Metalle gewöhnlich sehr klein, im Maximum zirka  $1\Omega$  pro m und  $\text{mm}^2$ .

Im Gegensatz dazu kann der spezifische Widerstand der zweiten Gruppe beliebig verändert, also auch sehr gross gemacht werden. Im weiteren sind die Widerstände der zweiten Gruppe nicht induktiv, während Metallwiderstände nur durch geeignete Konstruktionen induktionslos gemacht werden können. Diese Eigenschaften bestimmen die Anwendung des einen oder anderen Materials.

Zu beachten ist auch, dass

sich nur wenige Metallwiderstände für hohe Temperaturen anwenden lassen, während zum Beispiel Widerstände aus Metallkarbiden auf Temperaturen erhitzt werden können, bei welchen Metallwiderstände versagen.

Ein solches Widerstandsmaterial, welches aus einem Metallkarbid besteht und deshalb sehr hohe Temperaturen, im äussersten Fall bis  $1700^\circ\text{C}$  aushält, ist das von der Firma Kummller & Matter A.-G. in Aarau fabrizierte Quarzilit. Dasselbe wird hergestellt aus Quarz und Kohle bei Verwendung von Temperaturen von  $2000 - 3000^\circ\text{C}$ .

Die oben angegebene Glühtemperatur von zirka  $1700^\circ\text{C}$  ist die Grenze, bei welcher das Material sich zu oxydieren anfängt und nach und nach verbrennt. Es ist daher notwendig, dass in der praktischen Anwendung des Materials Temperaturen von  $1200 - 1400^\circ\text{C}$  im Interesse der Haltbarkeit nicht überschritten werden. Dieses Widerstandsmaterial wird am besten in Form von Stäben hergestellt, doch ist es auch möglich, Röhren und Platten anzufertigen. Die letztere Form ist in der Anwendung nicht vorteilhaft, weil infolge des negativen Temperaturwiderstandskoeffizienten der Strom an den Stellen grösster Erwärmung stärker ist als an Stellen geringerer Erwärmung. Die geringere Erwärmung tritt natürlich bei den Partien mit grösstem Widerstand plattenförmiger Körper auf.

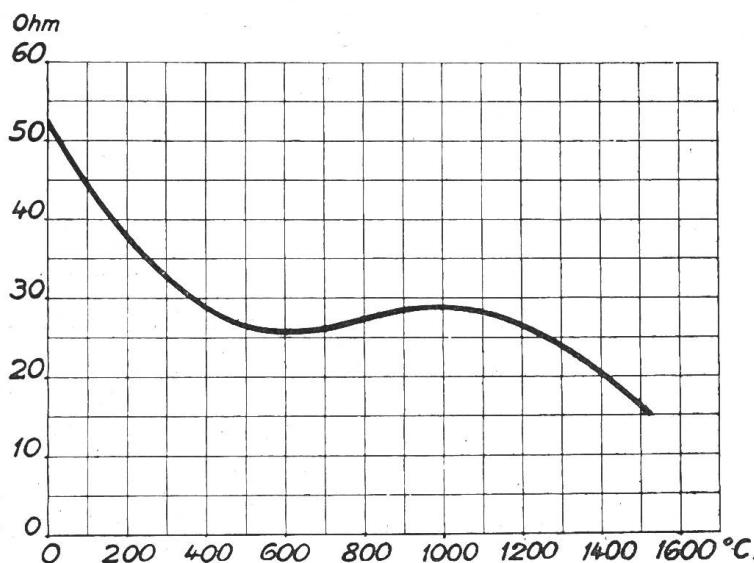


Fig. 1

Widerstand eines Quarzitheizkörpers in Funktion der Temperatur.

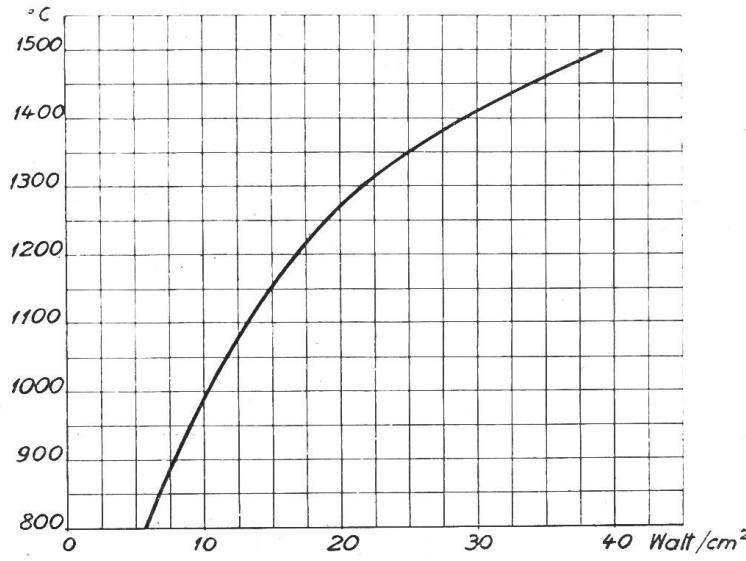


Fig. 2

Spezifische Oberflächenbelastung eines Quarzitheizkörpers von 7 mm Durchmesser und 190 mm Länge bei Temperaturen bis zu  $1500^\circ\text{C}$ .

Eine sehr schwierige Sache ist bei drahtlosen Widerständen immer eine dauerhaft gute Zuführung des elektrischen Stromes an den Enden der Heizkörper, ohne dass ein Glühen derselben auftritt. Ein Glühen hat ein rasches Zerstören der Anschlussklemmen zur Folge. Diese Aufgabe ist bei den Quarzilitwiderständen gelöst worden, indem durch ein geeignetes Verfahren diese Stelle besser leitend gemacht wird, als die übrigen Teile des Widerstandes, so dass kein Glühen bis in die Klemmen hinein mehr erfolgt, sondern nur eine den Klemmen nicht nachteilige Erwärmung derselben. Da an dieser Stelle auf kurze Distanz Temperaturgefälle von vielen hundert  $^{\circ}\text{C}$  auftreten, ist es erforderlich, dass das Material einen sehr kleinen Ausdehnungskoeffizienten besitzt, was beim Quarzilit durch eine richtige Wahl der Herstellungsmaterialien erreicht worden ist.

Ein weiterer wichtiger Umstand eines guten Anschlusses sind die verwendeten Klemmen selbst. Dieselben dürfen keine starren Teile aufweisen, vielmehr müssen

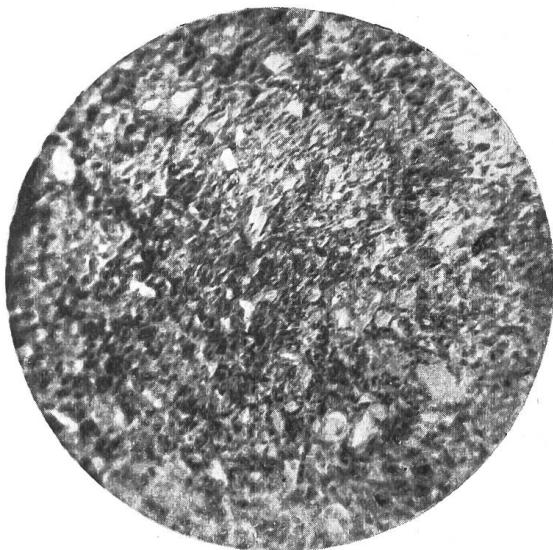


Fig. 3

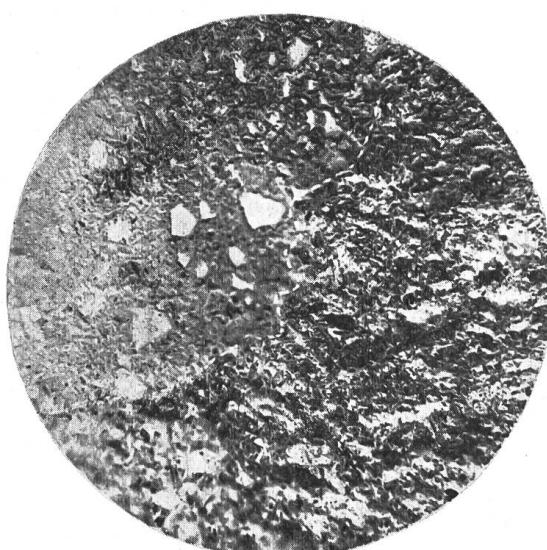


Fig. 4

sie sich bei den grossen wechselnden Temperaturen ausdehnen und zusammenziehen können, ohne dass ein Lockern derselben stattfindet. Wie oben angegeben wurde, ist der Widerstandstemperaturkoeffizient dieser Art Widerstände negativ, so dass also der Widerstand bei zunehmender Temperatur abnimmt. Wäre nun dieses Abfallen ein stetiges, so wäre es nicht möglich, solche Widerstände an eine konstante Spannung anzulegen, weil der durchgehende Strom bei zunehmender Temperatur immer grösser würde und somit schliesslich die Sicherungen durchbrennen müssten. Dies könnte nur durch Vorschalten eines Widerstandes mit positivem Temperaturkoeffizient verhindert werden.

Bei dem Widerstandsmaterial Quarzilit ist dieses Abfallen des Widerstandes nur innerhalb gewissen Temperaturgrenzen vorhanden, wie aus der Kurve Fig. 1, welche durch Herrn Prof. Dr. Zickendraht an der Universität in Basel aufgenommen wurde, ersichtlich ist. Sie zeigt, dass der Widerstand bei zunehmender Erwärmung bis zirka  $600^{\circ}\text{C}$  abfällt, um dann bis zu einer Temperatur von zirka  $1000 - 1200^{\circ}\text{C}$  anzusteigen; erst von dieser Temperatur an fällt der Widerstand weiter ab. Es ist deshalb erst bei Verwendung des Widerstandsmaterials über 1200 Grad zur Regulierung des Stromes ein Vorschaltwiderstand erforderlich. Wird hingegen eine Temperatur von ca. 1000 Grad in Anwendung gebracht, so kann der Widerstand direkt an die richtige Spannung angelegt werden, ohne dass ein Ueberkippen des Stromes erfolgt.

Infolge des geringen Ausdehnungskoeffizienten des Materials kann ein glühender Stab direkt mit Wasser übergossen werden, ohne dass Risse auftreten. Es ist sogar möglich, unter Wasser bei genügend hohem Strom ein Glühen zu erzielen, weil sich um den Körper herum eine Dampfschicht bildet. Ebensogut ist es möglich, das Material plötzlich so hoch zu beladen, dass sofort ein Glühen auftritt, ohne dass Risse auftreten. Fig. 1 zeigt die Widerstandsänderung bei den verschiedenen Temperaturen.

Weil das Widerstandsmaterial auf sehr hohe Temperaturen erhitzt werden kann, wird auch seine Oberflächenbelastung eine grosse, wie aus Fig. 2 ersichtlich ist. Die Temperaturen sind in freier, ruhiger Luft gemessen; eingeschlossen erhitzt sich der Widerstand selbstverständlich höher und es sind dann andere Zahlen gültig.

Die Struktur des Widerstandes ist eine kristallinische, wie die Mikro-Photographie zeigt. In Fig. 3 ist die Struktur des glühenden Teiles eines Quarzilitwiderstandes aufgenommen. Oben wurde gesagt, dass die Enden des Widerstandes durch geeignetes Verfahren besser leitend gemacht werden, als die zwischen ihnen liegenden Partien des Widerstandes. Dass hier eine andere Zusammensetzung vorhanden ist, zeigt die Mikrophotographie Fig. 4. Es ist daraus deutlich der Übergang vom einen Material in das andere ersichtlich. Links von der weisspunktirten Linie in Fig. 4 ist das Widerstandsmaterial in metallischen Zustand übergeführt. In dieser Partie sind noch einige Siliziumkarbid-Kristalle in Form weißer Flächen sichtbar. Wegen des nahezu metallischen Zustandes der Enden ist der für den Anschluss nötige kleine Widerstand erreicht. Es ist sogar möglich, das Ende des Stabes ganz in metallischen Zustand überzuführen, doch hat dies wieder gewisse Nachteile. Die so gebildeten Enden sind sehr hart,

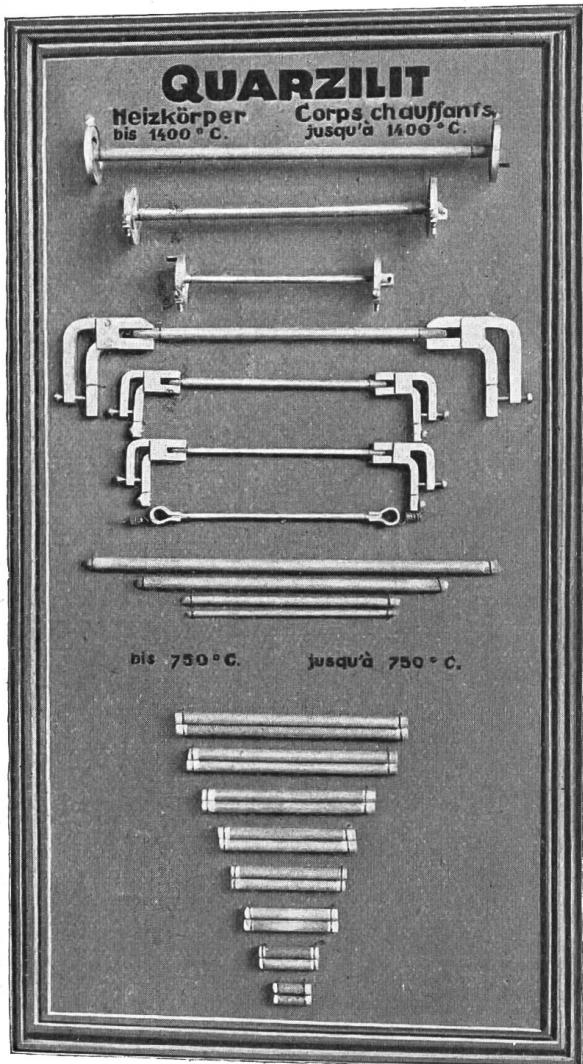


Fig. 5

so dass Klemmen unter grossem Druck auf die Enden aufgeklemmt werden können, ohne dass die Stäbe zerdrückt würden.

Mit dem Widerstandsmaterial Quarzilit können Stäbe verschiedensten Durchmessers und Länge hergestellt werden, doch werden im Interesse einer rationellen Fabrikation normale Längen und Durchmesser ausgeführt, wie 180, 250 und 350 mm bzw. 5, 7 und 10 mm. Häufig werden die Enden noch versilbert, um den Übergangswiderstand in den Klemmen auf ein Minimum zu reduzieren. Dieses Versilbern ist aber nicht absolut notwendig. In Abbildung Fig. 5 sind die verschiedenen Stabgrößen, welche von der Firma Kummler & Matter A.-G. hergestellt werden, abgebildet.

Die Lebensdauer der Heizkörper ist abhängig von der Temperatur, mit welcher sie im Betriebe gehalten werden. Je höher die Temperatur ist, desto früher erfolgt die Zerstörung, bei zirka  $1700^{\circ}\text{C}$  rasch und von dieser Temperatur abwärts nimmt

die Lebensdauer zu. Die Dauertemperaturen, bei welchen nur noch eine langsame Veränderung auftritt, liegt ungefähr bei  $1000-1100^{\circ}\text{C}$ . Eigentlich kann unterhalb der Temperaturgrenze von zirka  $1700^{\circ}\text{C}$  überhaupt nicht von einer Zerstörung gesprochen werden, denn es stellt sich nur eine Vergrösserung des Widerstandes ein, so dass in Fällen, wo es möglich ist, eine entsprechend höhere Spannung auf den Widerstand zu geben, die normale Glühtemperatur wieder erreicht werden kann.

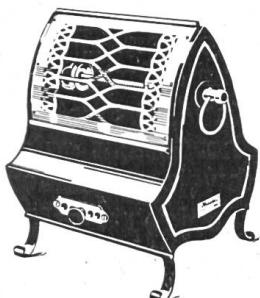


Fig. 6

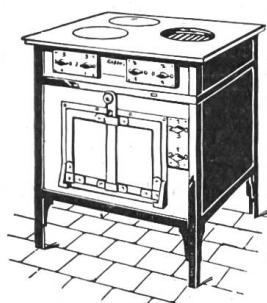


Fig. 7

Ansteigen der Temperatur zum Beispiel in einem Glühofen genügt, um ein Durchbrennen hervorzurufen.

Die Widerstände aus Quarzilit eignen sich sehr gut für alle Heizkörper, welche bis auf zirka  $1200^{\circ}\text{C}$  erhitzt werden müssen, ohne dass ein plötzliches Zerstören erfolgt, es können aber auch noch bedeutend höhere Temperaturen erreicht werden.

Aus der Anwendung der Quarzilitglühstäbe in der Industrie und im Haushalt seien nur einige typische Apparate erwähnt.

Im Parabolofen „Phoebus Aarau“, Fig. 6, kommt nicht nur die strahlende Wärme, sondern auch die angenehme Lichtwirkung zur Geltung.

Die elektrische Küche hat durch Verwendung der Quarzilitwiderstände eine wesentliche Verbesserung erfahren. Die intensiv glühenden Kochstellen der Glühherde „Phoebus Aarau“ ersetzen Kohlen- und Gasgeräte. Das Grillieren von Fleischgerichten auf diesen Herden beansprucht z. B. nur die halbe Zeitdauer wie mit den bisher üblichen Koks- und Holzkohlengrills. Für Hotels und Restaurants ist eine Zeitsparnis von gut 50% wesentlich. Fig. 7 zeigt einen Haushaltungsherd mit Glührost.

Verschiedene Typen elektrischer Glühöfen für industrielle Zwecke sind mit den Quarzilitwiderständen ausgerüstet. Aus Fig. 8 ist ersichtlich, dass dank den Eigenschaften der Quarzilitstäbe diese Heizkörper in erwähnten Glühöfen gut zugänglich, leicht kontrollierbar und rasch auswechselbar sind. Selbst bei der Fabrikation künstlicher Edelsteine bewähren sich die Quarzilitwiderstände trotz den hohen benötigten Dauertemperaturen und den Verunreinigungen durch Dämpfe und überlaufendes Material.

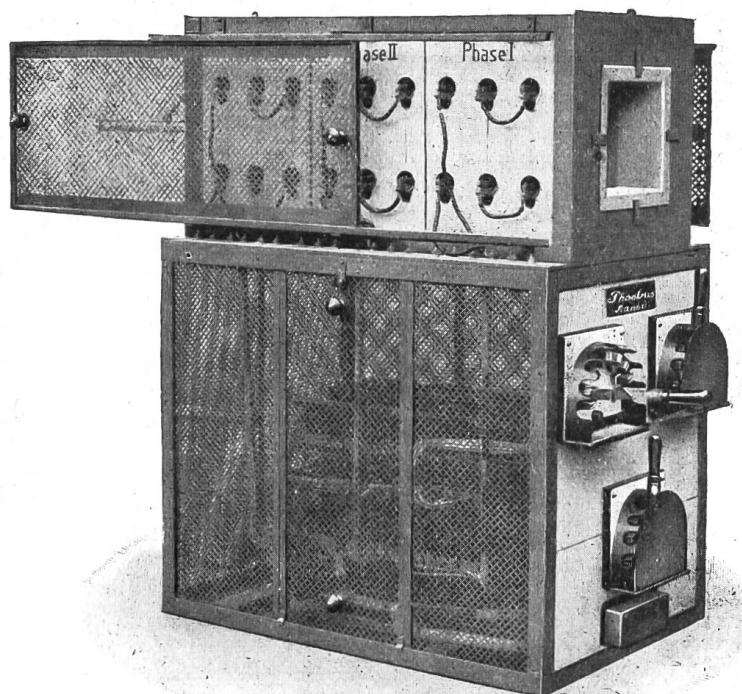


Fig. 8

Es sei kurz erwähnt, dass mit glühenden Quarzilitstäben überraschende Heilwirkungen erzielt wurden, besonders bei rheumatischen Leiden. Ob die ultravioletten Strahlen, die im Spektrum des Glühstabes enthalten sind, hierbei von Einfluss waren, ist noch nicht bestimmt.

Ausserdem können die Quarzilitheizstäbe zweckmässig verwendet werden zum Heizen von Metallschmelztiegeln, Pressplatten usw. Für diese Zwecke werden die Heizstäbe einfach in Ausbohrungen der betreffenden Apparate einmontiert. Ferner eignen sie sich auch zur Herstellung von Sengapparaten für Tuch und Garne.

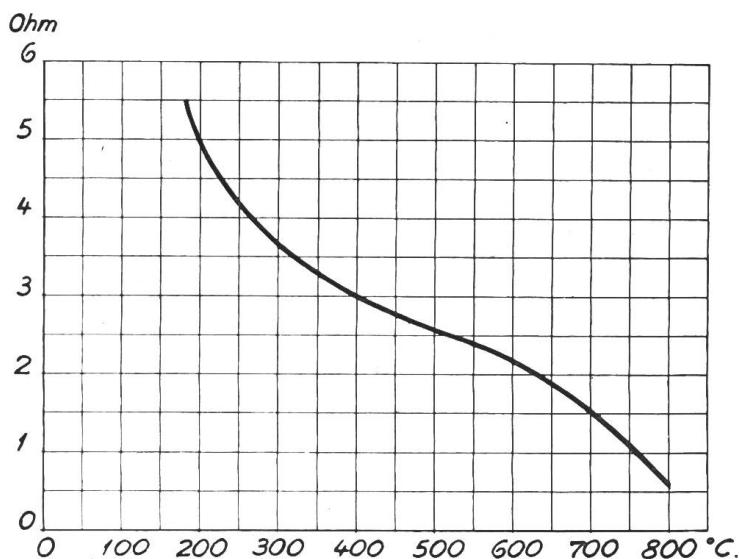


Fig. 9

Widerstand eines metallisierten Quarzilitstäbes in Funktion der Temperatur.

eine Schmelzbarkeit des Heizkörpers ein, was bei den Metallkarbiden praktisch nicht der Fall ist. Der Temperaturwiderstandscoefficient dieser metallischen Körper ist stark negativ, so dass sie nicht an eine direkte Spannung angelegt werden können. Die Verhältnisse von Temperatur und Widerstand sind aus folgender Kurve Fig. 9 zu entnehmen. Es kann natürlich das Quarzilit auch nur teilweise in einen metallischen Körper überführt werden. In diesem Falle sind dann je nach dem Stand der Metallisation der Widerstand und die Schmelzbarkeit grösser oder kleiner.

Es hat sich gezeigt, dass metallisierte Quarzilitstäbe mit einem entsprechenden Elektrolyt zusammen Gleichrichtereigenschaften zeigen. Es sind bereits solche Gleichrichterzellen hergestellt und zum Patent angemeldet worden.

In Obigem ist nur die Anwendung des Quarzilites als *Heizkörper* besprochen. Ueber eine weitere Anwendung dieses Fabrikates als Widerstandsmaterial für Apparatebau für Stark- und Schwachstrom und verschiedene Zwecke der Elektrotechnik wird noch berichtet werden. Auch diese Anwendungsform des Quarzilites ist in Fabrikation und sind einige interessante Ausführungen bereits in praktischer Verwendung.

Die Röhstoffe, aus welchen das Material hergestellt wird, sind in der Schweiz vorhanden.

Wie aus obigen Ausführungen zu entnehmen ist, besteht das Widerstandsmaterial Quarzilit aus einem Metallkarbid. Dieses Metallkarbid lässt sich durch ein geeignetes Verfahren in das dem Karbid entsprechende Metall überführen, was wie gesagt an den Enden aus den angegebenen Gründen immer geschieht. Es ist aber auch möglich, den ganzen Heizkörper in den metallischen Zustand überzuführen. Für Heizkörper ist dies aber nicht sehr erwünscht, weil dadurch der notwendige, hohe Widerstand herabgesetzt wird. Ferner tritt dadurch wieder

### Miscellanea.

Zur Frage des Entwurfes von Richtlinien für die Systemprüfung von Elektrizitätsverbrauchsmessern und Messwandlern.

In Heft No. 4 dieser Zeitschrift haben in sehr begrüssenswerter Weise Herr Direktor König und Herr Buchmüller vom Eidgen. Amt für Mass und

Gewicht einen Neuentwurf zu Richtlinien für die Systemprüfung von Elektrizitätszählern und Messwandlern zur Diskussion gestellt.

Bekanntlich sind in der Schweiz seit dem 9. Dez. 1916 Vorschriften und Richtlinien für die amtliche Prüfung solcher Apparate erlassen worden, die