

Kur z e r i c h t    Nr. 375

über

Eine Anordnung zur Messung von Temperaturen.

Abgeschlossen am 13. September 1943 Ho.

Bearbeiter: Dr. E. Schuel

Die vorliegende Ausfertigung

| enthält

6 Textblätter

1 Bildblatt.

### Eine Anordnung zur Messung von Temperaturen.

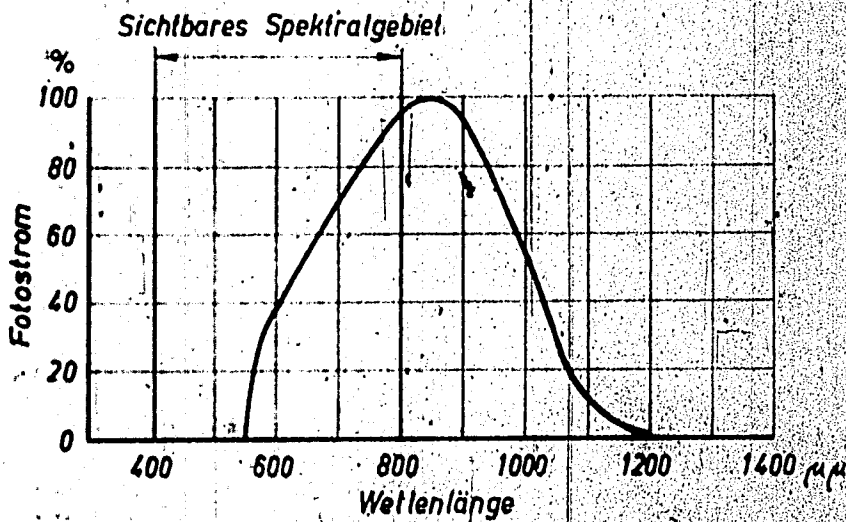
Bei der im folgenden beschriebenen Anordnung bestand die Aufgabe die Temperaturverhältnisse, die an verschiedenen Stellen des Brennraumes von Verbrennungsmaschinen aufzutreten neigen, mit Glühfäden zu veranschaulichen. Zu diesem Zwecke wurde in einen Zylinder aus Messing ein gekühltes Glührohr eingebaut, das nach dem Ende hin abgekühlt wurde, um weniger Schaden die für Glühzündungen notwendigen Temperaturen erreichte. Während dieser Temperaturanstieg um einige hundert Grad an der Oberfläche des Glührohres nicht gleichmässig erfolgt, sondern nach einer Wellenlinie entsprechend den einzelnen Arbeitspielen abläuft, ist an der Innenseite des Rohres infolge der grossen Wärmeträgheit nur wenig von diesen Schwankungen zu merken, so dass hier vorgedruckte Zeitstrahls Messungen von Temperaturen nicht mehr den wahren Temperaturverlauf an der Oberfläche wiedergeben. Obgleich gerade letztere, unter Berücksichtigung der im vorliegenden Falle Messungen an der Glührohr-Oberfläche wegen der damit verbundenen grossen Schwierigkeiten, wie Anbringung eines Sensors an geeigneter Stelle des Zylinderkopfes, Verrußen desselben usw., nicht durchgeföhrt,

es wurde als Zweck der vorliegenden Arbeit die Schaffung einer Anordnung angesehen, die u.a. wohl den Temperaturanstieg im Innern des Rohres vom Abstellen der Kühlung ab bis zu den Glühzündungen und natürlich auch konstante Temperaturen richtig erfasst, die aber den einzelnen, durch die Explosionen hervorgerufenen Temperaturschwankungen nicht zu folgen vermöchte. Dabei schied die Anwendung der bekannten Pyrometer - z.B. des Teilstrahlungs-pyrometers von Holborn und Kurlbaum oder eines Gesamtstrahlungs-pyrometers - wegen deren Trägheit aus. Letzteres ist ausserdem bei kleiner strahlenden Fläche - wie hier - zu empfindlich. Auch gewöhnliche Thermolemente kamen hier wegen der Schwierigkeiten der einwandfreien Anbringung nicht in Frage.

Da hier nur Temperaturen über etwa  $700^{\circ}$  interessiert, wurde zur Messung die rote und infrarote Strahlung des Glührohres herangezogen.

#### Anordnung:

Für völlig oder auch nahezu völlig trägheitsfreie Messungen der roten und ultraroten Strahlung kommen praktisch nur rotempfindliche Fotozellen in Frage. Solche Zellen weisen genügende Empfindlichkeit bis zu Wellenlängen über  $1\mu$  auf, wie das Bild 1 für die technische Zelle T 31 T von der Firma Infram G.m.b.H. erkennen lässt.



**Bild 1.** Spektrale Empfindlichkeit der rotempfindlichen Fotozelle T 31 T von Infram GmbH

Da in unserem Falle vorwiegend rote und infrarote Strahlung zu messen war, wurde hier eine solche Fotozelle benutzt. Die Gesamtanordnung selbst geht aus Bild 2 hervor.

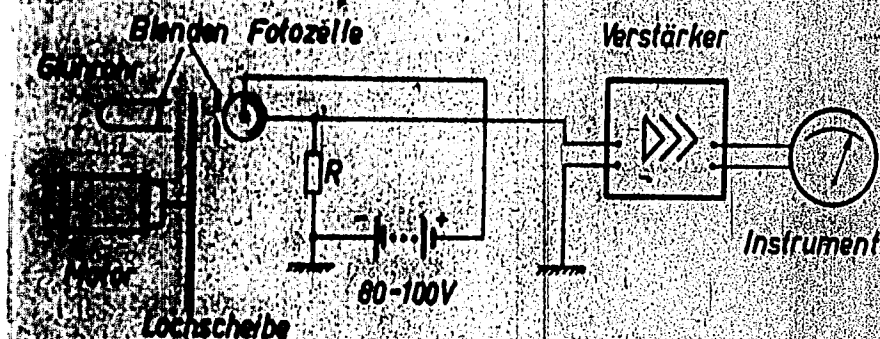


Bild 2. Gesamtanordnung

Die Fotозelle erhält ihre Strahlung von einem an seinem geschlossenen Ende erhiteten Rohr (Glührohr), dessen Temperaturänderungen hier gemessen werden sollten. Zwischen diesem und der Fotозelle befindet sich eine von einem Elektromotor angetriebene Lochscheibe, die aus dem gleichmäßigen Lichte des Glührohrs begl. Wechsellicht macht, dessen Frequenz von der Anzahl der Löcher und der Drehzahl der Scheibe abhängt. Diese Umwandlung bringt den großen Vorteil mit sich, dass man jetzt statt mit einem Gleichstromverstärker mit einem Wechselstromverstärker arbeiten kann. Die an dem Widerstand  $R$  entstehende Wechselspannung wird verstärkt, und man ist so imstande ein mechanisch ziemlich unempfindliches Milliamperemeter zur Messung zu verwenden.

Die Schaltung des Verstärkers ist in Bild 3 wiedergegeben. Es ist ein dreistufiger Widerstandsverstärker mit einer A 1 4 als Endstufe, die die Entnahme grösserer Ströme gestattet.

#### Nachprüfung der Anordnung:

Um zu sehen, wie weit die Frequenz des Wechsellichtes in die Messung eingeht, wurde eine Nachprüfung des Apparates mit dem Niederfrequenz-Schwebungsoszillator von Philips vorgenommen. Sie ergab, dass die Verstärkung von 250 bis 16000 Hz auf etwa 2% konstant ist. Das bedeutet, dass eine Veränderung der Frequenz des Wechsellichtes in diesen Grenzen praktisch ohne Einfluss auf die Messung

ist. In unserem Falle hatte die Lochscheibe 23 Löcher, so dass zur Einhaltung der angegebenen Genauigkeit eine Mindestdrehzahl von 600/min erforderlich war.

Durch die Frequenz des Wechsellichtes ist auch die Schnelligkeit vorgegeben, mit der sich die Temperatur ändern darf. Diese muss 10mal größer sein, als die der schnellsten Temperaturänderung entsprechende Frequenz. In unserem Anwendungsgebiete können danach noch Änderungen der Temperatur, die in  $1/10$  Sekunde stattfinden, erfasst werden, vorausgesetzt, dass das Anzeig-Instrument mitkommt. Solche schnelle Änderungen waren hier jedoch nicht zu erwarten, so dass die angegebene Frequenz des Wechsellichtes hier vollkommen ausreicht.

#### Nichtbarkeit:

Zunächst gestattet die Apparatur ohne Eichung die Durchführung relativer Messungen. Insbesondere erhält man an üblichen Milliamperometern schon größerer Ausschläge bei Temperaturen, bei denen die beiden oben erwähnten Pyrometer gerade erst für die Messung verwendbar werden. Zur Eichung zieht man zweckmäßig nur einen kleinen Bereich des Glührohrs heran, da nur dessen Temperatur einwandfrei bestimmt werden kann und da anzunehmen ist, dass nur diese kleine Fläche gleichmäßige Temperatur hat. Bei der Ermittlung von Temperaturen muss man allerdings voraussetzen, dass der kleine Bereich, der zur Eichung verwendet wird, auch wirklich die interessierende Temperatur erreicht, nicht etwa ein Nachtarbereich, der von der Fotozelle nicht erfasst wird. Doch ist das kein grundsätzlicher Nachteil dieses Messverfahrens, er ist vielmehr bei der Messung mit Thermoelementen oder dem Teilstrahlungs-pyrometer in gleichem Masse vorhanden.

Eine genaue Eichung wurde hier nicht durchgeführt, da sich später herausstellte, dass das Glührohr für den vorgesehenen Zweck nicht verwendet werden konnte. Da jedoch ein ungefähres Bild von dem Zusammenhang zwischen Instrumentenausschlag und Temperatur zu haben, wurde das Glührohr mit einem Schweißbrenner erhitzt. Wie sich dabei herausstellte, ist es so nicht allzu leicht, die Temperatur des Rohrendes konstant zu halten. Die Temperaturmessung erfolgt mit einem Teilstrahlungs-pyrometer, bei dem Temperaturen unter  $700^{\circ}\text{C}$  nur geschätzt werden können.

Bild 4 gibt den ungefähren Zusammenhang für 2 verschiedene Empfindlichkeiten des Verstärkers wieder. Die Kurven lassen das erwartungsgemäße, sehr schnelle Anwachsen des Ausschlags mit zunehmender Temperatur erkennen.

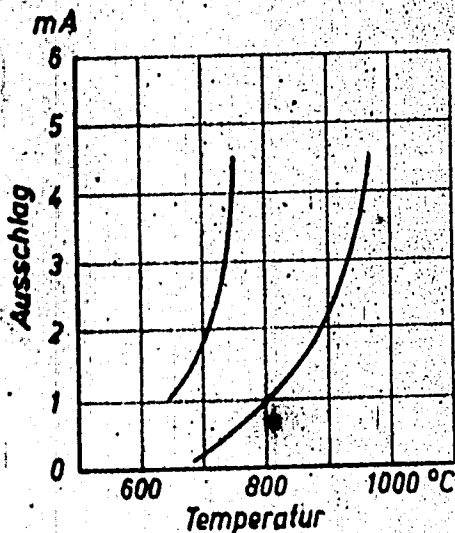


Bild 4 Eichkurven

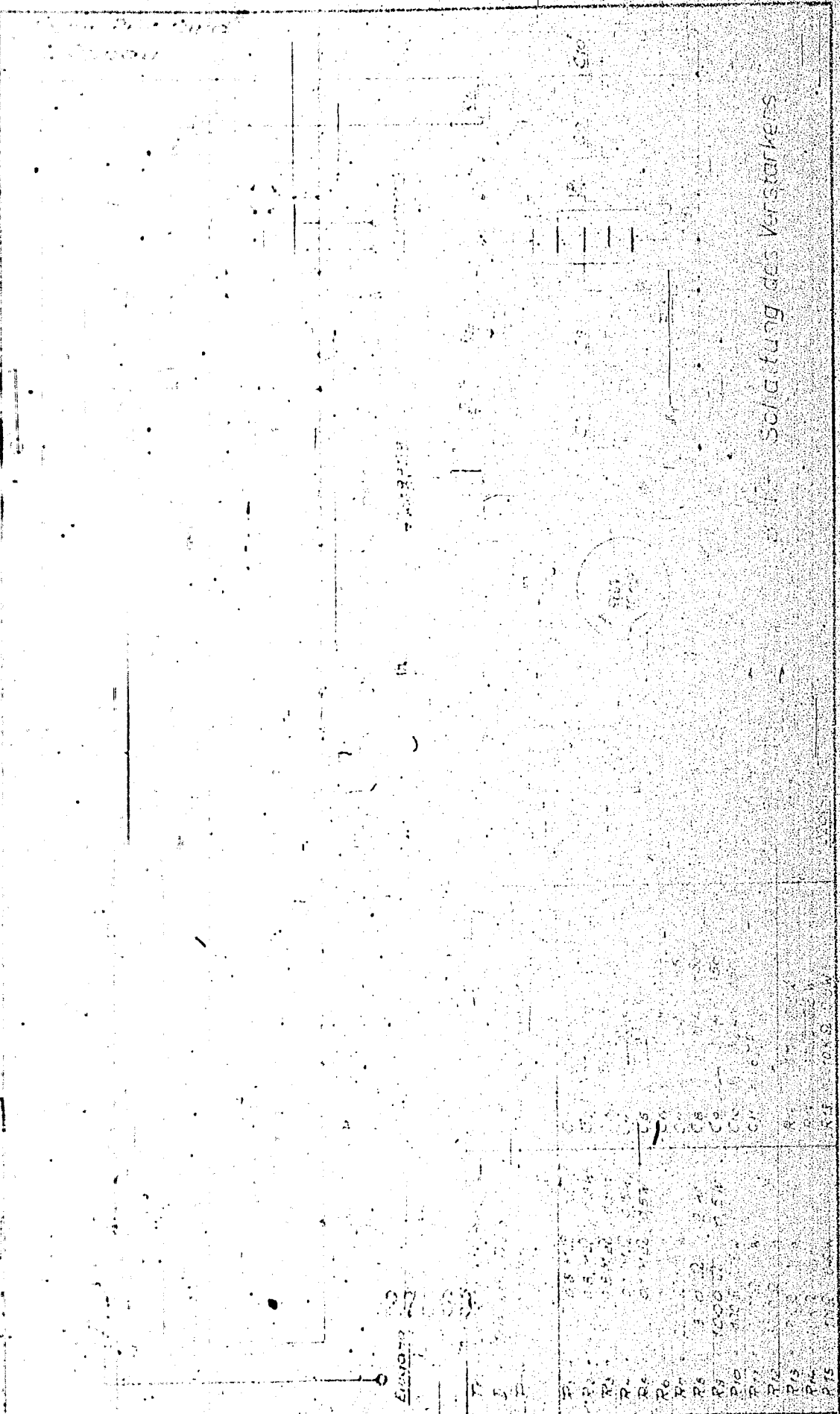
Bei Verwendung der angegebenen Aufbauteile ergibt sich nirgends ein linearer Zusammenhang zwischen Ausschlag und Temperatur. Um das zu erreichen, müsste man vielmehr die Anordnung bei hohen Temperaturen unempfindlicher machen, beispielsweise dadurch, dass man als erste Röhre eine Regelröhre (AH 1) nimmt, deren Gittervorspannung so geregelt wird, dass sie für grössere Amplituden geringer verstärkt als für kleinere.

#### Zusammenfassung:

Es wird eine Anordnung angegeben, die gestattet innerhalb von Sekunden sich ändernde Temperaturen über etwa 700 °C zu messen. Die Empfindlichkeit lässt sich am verwendeten Verstärker so einstellen, dass genügende Genauigkeit für jeden gewünschten Temperaturbereich erreichbar ist.

Reig

Schmitt



|                                                            |                                    |           |
|------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------|
| Carl Zeiss Jena Aktiengesellschaft<br>Ludwigsplatz 2, Jena | Zeichnung Nr. 375 vom 13. 11. 1913 | 1115 3173 |
|------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------|