

S I E M E N S
Ardometer



SIEMENS & HALSKE AG.
Wernerwerk, Berlin-Siemensstadt

Inhalt

	Seite
Die Strahlung als Meßgröße für die Temperatur	3
Wirkungsweise und Aufbau des Ardometers	5
Einstellung des Ardometers	7
Anwendung und Einbau des Ardometers	9
Temperaturmesser und Meßbereiche	21
Temperaturregler	23
Temperaturschreiber	25

Die Strahlung als Meßgröße für die Temperatur.

Für die Messung hoher Temperaturen kommen in erster Linie thermoelektrische Pyrometer und Strahlungs-pyrometer in Betracht. Thermoelektrische Pyrometer können nur bis zu einer bestimmten Temperatur (bis 1600°C) benutzt werden und erfordern außerdem eine sehr sorgfältige Auswahl der Schutzrohre, von denen vor allem die Haltbarkeit der Thermo-elemente abhängt. Ist ein allzu starker Verschleiß der Schutzrohre zu befürchten, dann sind Strahlungs-pyrometer vorzuziehen. Sie sind mit keinem Teil den hohen Temperaturen unmittelbar ausgesetzt und somit auch keinem Verschleiß unterworfen. Außerdem spricht in vielen Fällen für die Verwendung von Strahlungs-pyrometern die schnelle Einstellung des Instrumentes auf den jeweiligen Temperaturwert. Sie sind daher besonders auch dort am Platze, wo es sich um die Messung schnell veränderlicher Temperaturen handelt oder die Temperatur in wenigen Sekunden ermittelt werden soll.

Die Temperaturbestimmung mit Strahlungs-pyrometern beruht auf der Messung der von einem glühenden Körper ausgehenden Strahlungsenergie. Erwärmt man einen Körper, so sendet er zunächst langwellige Strahlen aus, die man als Wärme empfindet. Mit steigender Temperatur, etwa bei 500°C , kommen Strahlen kürzerer Wellenlängen hinzu, die als Licht wahrnehmbar sind. Der Hauptanteil dieser sichtbaren Strahlen liegt zunächst im Rot (Rotglut) und wandert mit weiter steigender Temperatur immer mehr über Gelb (Gelbglut) nach Blau (Weißglut); bei sehr hohen Temperaturen (über 6000°C) gelangen sie in das Gebiet der sehr kurzwelligen (ultraviolett) Strahlen, die nur chemisch wirken und weder als Wärme noch als Licht empfunden werden. Der Zusammenhang zwischen der gesamten, von einem Körper ausgesandten Strahlungsenergie und der Temperatur ist gesetzmäßig bekannt, und zwar steigt nach dem Stefan-Boltzmannschen Strahlungsgesetz die Strahlungsenergie mit der 4. Potenz der absoluten Temperatur ($^{\circ}\text{C} + 273^{\circ}$), also sehr rasch an.

Von wesentlicher Bedeutung für die Temperaturmessung mit Strahlungs-pyrometern ist jedoch, daß diese Gesetzmäßigkeit nur für sogenannte schwarze Körper gilt. Als schwarzen Körper bezeichnet man einen Idealkörper, der bei jeder Temperatur ein Maximum an Strahlungsenergie aussendet. Das gilt für einen Körper, der alle



Bild 1. Ardometer (Ansicht).

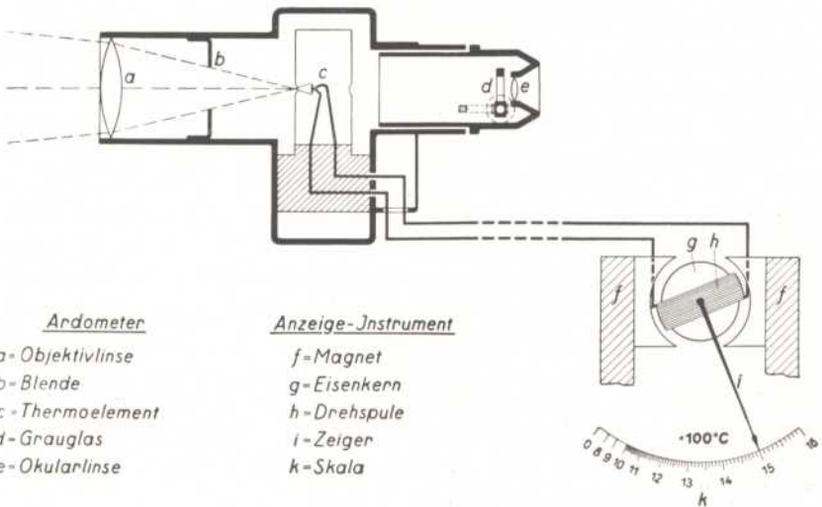


Bild 2. Schematische Darstellung des Ardometers.

auf ihn fallenden Strahlen absorbiert und nichts reflektiert. Experimentell läßt sich der Unterschied zwischen einem solchen schwarzen Körper und einem nichtschwarzen Körper leicht feststellen, wenn man einen Körper mit einer Vertiefung, die bei Zimmertemperatur dunkel aussieht, zum Glühen bringt. Die Vertiefung erscheint viel heller, weil sie einem schwarzen Körper näher kommt als ihre Umgebung. Ein Körper sendet eben um so mehr Strahlen aus, je schwärzer er ist. Vollkommen schwarze Körper gibt es in der Natur nicht, man kann jedoch aus jedem Stoff einen schwarzen Körper herstellen, indem man ihn zu einem Hohlkörper formt, der mit einer kleinen Öffnung versehen ist und dessen Wände überall die gleiche Temperatur haben. Die durch die Öffnung eintretenden Strahlen werden an der Wandung vielfach reflektiert und dabei jedesmal zum Teil absorbiert, so daß schließlich nur noch ein ganz geringer Bruchteil wieder austritt. Praktisch kann man alle geschlossenen, auf gleichmäßige Temperatur gebrachten Öfen als schwarze Hohlraumstrahler ansehen. In solchen Öfen läßt sich also durch Strahlungsmessung die richtige Temperatur feststellen, wenn man Gesamtstrahlungs-pyrometer benutzt, die am schwarzen Körper geeicht sind. Bei nichtschwarzen Körpern, wie sie z. B. freistrahrende Oberflächen darstellen, mißt man dagegen eine Temperatur, die niedriger liegt als die wahre. Es sind daher Berichtigungen anzubringen. Die Berichtigungswerte sind aber bisher nur für oxydiertes Eisen experimentell mit einiger Genauigkeit bestimmt worden¹⁾, so daß man bei freistrahrenden Körpern aus andern Stoffen auf eine genaue Temperaturmessung verzichten und sich gegebenenfalls mit Relativwerten begnügen muß.

Ein Temperaturmeßinstrument, bei dem die Gesamtstrahlung (Licht- und Wärmestrahlung) als Meßgröße dient, ist das Siemens-Ardometer.

Wirkungsweise und Aufbau des Ardometers.

Das Ardometer (Bild 1) vereinigt die vom glühenden Körper ausgehenden Strahlen mittels einer Objektivlinse a (Bild 2) auf einem geschwärzten Platinblättchen mit angelötetem Thermoelement c. Dieses wird erwärmt, und an seinen Enden entsteht eine elektromotorische Kraft, die mit einem Spannungsmesser gemessen werden kann.

¹⁾ Moeller, Miething, Schmick: Zeitschrift f. technische Physik, 1924, S. 640.

Objektivlinse und Thermoelement sind zusammen mit einer Okularlinse in ein kräftig ausgeführtes Leichtmetallgehäuse eingebaut (Bild 3). Die Okularlinse dient zum Einstellen des Ardometers auf den zu messenden Körper.

Beim Ardometer für höhere Temperaturen (Meßbereiche bis 1800 und 2000° C) ist nur ein Thermoelement mit einem runden Blättchen von 2 mm Durchmesser vorhanden. Für tiefere Temperaturen sind zur Erhöhung der Thermospannung zwei Thermoelemente in Reihe geschaltet. Die beiden Blättchen sind halbkreis-

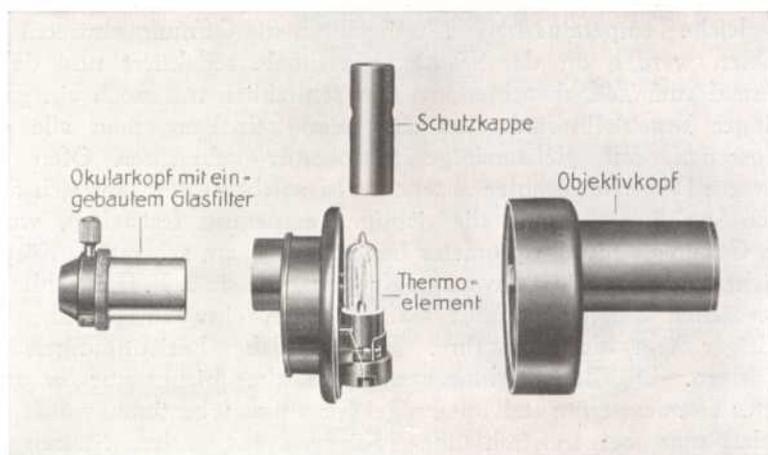


Bild 3. Das Ardometer in seine Einzelteile zerlegt.

förmig und bilden zusammen eine kreisförmige Fläche von 3 mm Durchmesser (Bild 4). Blättchen und Thermoelemente sind in einer Glasglocke eingeschlossen. Damit die Strahlen nur auf das Blättchen und nicht auch auf die Thermoelementschenkel fallen, außerdem ein schneller Temperatureausgleich stattfinden kann, ist die Glocke mit einem Metallmantel umgeben, der eine blendenförmige Öffnung zum Durchtritt der Strahlen und eine zweite auf der diametral gegenüberliegenden Seite zum Durchvisieren hat. Zur Erhöhung der Empfindlichkeit wird die Glasglocke bei Ardometern für Temperaturen bis 1200° C hoch evakuiert. Für höhere Temperaturen ist sie mit einem Edelgas gefüllt.

Einstellung des Ardometers.

Vor der Messung richtet man das Ardometer so auf den zu messenden Körper, daß die von ihm ausgehenden Strahlen auf das Blättchen des Thermoelementes fallen. Der Beobachter sieht durch die Okularlinse hindurch und stellt das Ardometer-Fernrohr so ein, daß der am hellsten glühende Teil der Fläche oder der Teil, dessen Temperatur zu messen ist, gerade vom Blättchen verdeckt wird. Der Strahler muß eine gewisse Mindestgröße haben. Die richtige Einstellung ist daran zu erkennen, daß, wie Bild 5 veranschaulicht, das ganze Blättchen von einer gleichmäßig hellen Zone umgeben ist. Jede andere Einstellung führt zu fehlerhaften Messungen.



Bild 4. Thermoelement
mit Aufnahmeblättchen.

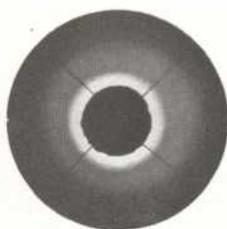


Bild 5.
Richtige Einstellung
des Ardometers.

Außerdem ist bei der Einstellung darauf zu achten, daß die Strahlen ungehindert auf das Blättchen fallen. Zwischen Okularlinse und Blättchen ist in das Ardometer-Fernrohr noch ein Grauglas d (Bild 1) eingesetzt, das durch Drehen eines Kordelknopfes in den Strahlengang eingefügt werden kann, um das Auge bei höheren Temperaturen gegen Blendung zu schützen. Die Entfernung zwischen Ardometer und Strahler ist nur von geringem Einfluß auf die Messung. Solange der anvisierte Gegenstand die der Entfernung entsprechende Größe hat, wird die richtige Temperatur angezeigt. Die Intensität der Strahlung nimmt zwar mit dem Quadrat der Entfernung ab. Dafür wirkt aber bei Verdopplung der Entfernung die vier-



Bild 6. Ardometer in Schutzgehäuse an einem Blankglühofen. In die Ofenwand ist ein Glührohr eingesetzt, auf dessen Boden das Ardometer eingestellt ist.

fache Fläche, also auch die vierfache Strahlung. Eine Fehlanzeige tritt erst dann ein, wenn der Strahler für eine größere Entfernung zu klein ist und das Blättchen nicht mehr vollständig von Strahlen umgeben wird. Die nachstehende Tabelle zeigt, welchen Mindestdurchmesser der Strahler bei einer bestimmten Entfernung haben muß.

Entfernung von der Linse	Mindestdurchmesser der strahlenden Fläche bei einem	
	Meßbereich bis 1600° C	Meßbereich über 1600° C
mm	mm	mm
300	37	37
500	40	40
700	44	44
1000	53	48
1500	82	62
2000	110	83
x	1/18 x	1/23 x

Die Objektivlinse ist nicht verstellbar. Sie wird bei der Eichung für eine mittlere Entfernung von etwa 70 cm fest eingestellt. Veränderliche Einstellung würde die Handhabung erschweren.

Ist das Ardometern richtig eingestellt, so zeigt es die Temperatur ohne Verzögerung an. Die Einstellzeit des Zeigers am Anzeigeeinstrument von Null auf den Endwert beträgt nur wenige Sekunden. Temperaturschwankungen folgt das Ardometern daher sofort.

Anwendung und Einbau des Ardometers.

Das Ardometern ist, wie erwähnt, hauptsächlich für Temperaturmessung an geschlossenen Öfen geeignet, die praktisch als „schwarze“ Strahler gelten können. Hierzu gehören z. B. Glasschmelzöfen, Tunnelöfen in der Grobkeramik, Rundöfen zum Porzellanbrennen, Emaillieröfen, Gas- und Luftkammern von Regenerativfeuerungen, Kohlenstaubkessel, Glüh- und Härteöfen u. dgl. Wenn man das Ardometern außen am Ofen anbringt und durch eine Öffnung hineinvisiert, so mißt man die wahre Temperatur der Stelle, von der die aufgefangenen Strahlen ausgehen.

Für Dauermessungen wird das Ardometern an einem Ofen fest eingebaut. Wie man es anordnet, kann ganz allgemein nicht festgelegt werden. Es richtet sich nach den örtlichen Verhältnissen

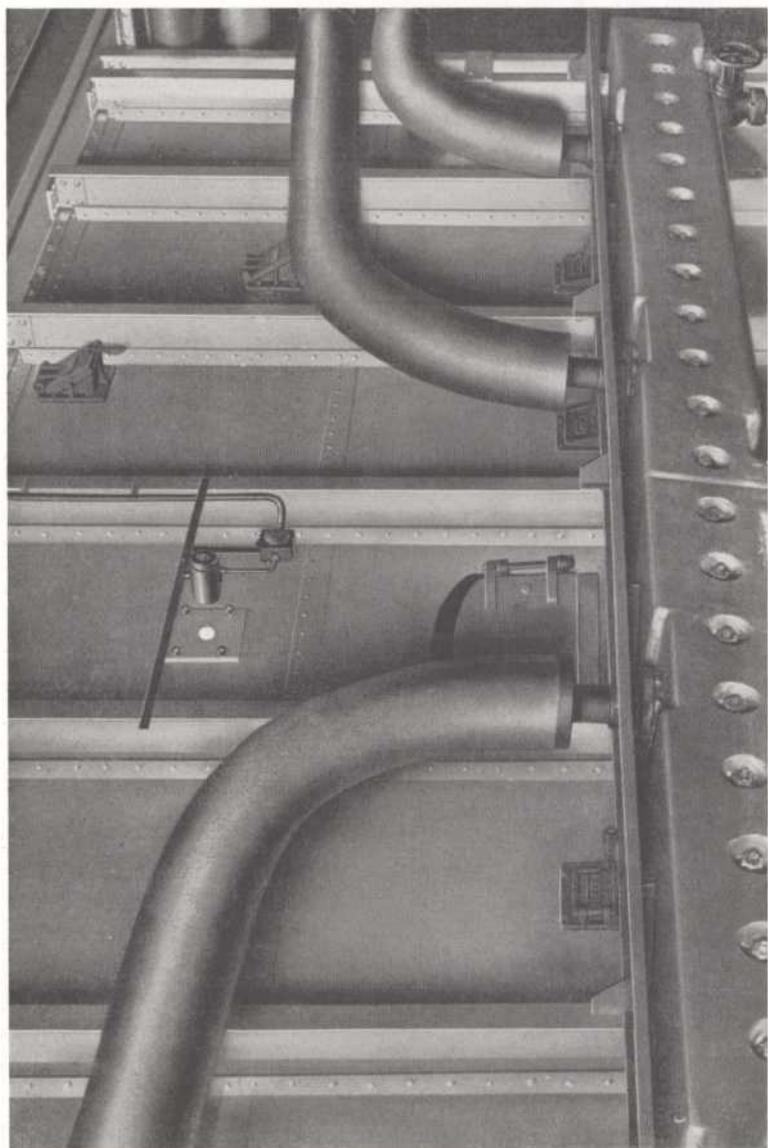


Bild 7. Ardometer in Schutzgehäuse an der Brennkammer eines Kessels mit Kohlenstaubfeuerung.

und danach, was mit der Messung bezweckt wird. In vielen Fällen hat es sich als praktisch erwiesen, in den Ofen ein Glührohr aus einer hochfeuerfesten Schamotte (Bild 8) einzubauen, auf dessen Boden das Ardometer eingestellt wird. Da das Rohr dünnwandig ist, folgt es allen Temperaturschwankungen des Ofens schnell. Es schließt den Ofen fest ab, so daß keine kalte Außenluft eindringen kann. Andererseits steht aber das Rohr mit der äußeren Atmosphäre



Bild 8. Glührohr zum Einbau in Ofen.



Bild 9.
Schutzgehäuse.



Bild 10. Schutzgehäuse
mit Wasserkühlung.

in Verbindung, und es wird teils durch Leitung, teils durch Strahlung Wärme abgeführt, so daß der innere Boden des in den Ofen hineinragenden Rohres nur höchstens die Temperatur der inneren Wand erreichen kann, also nie die der im Ofen vorhandenen Gase. Für viele Zwecke genügt dies. Ein solches Glührohr baut man zweckmäßigerweise waagrecht in den Ofen ein, so daß es mindestens 15 cm weit hineinragt. Das Ardometer ist so vor das

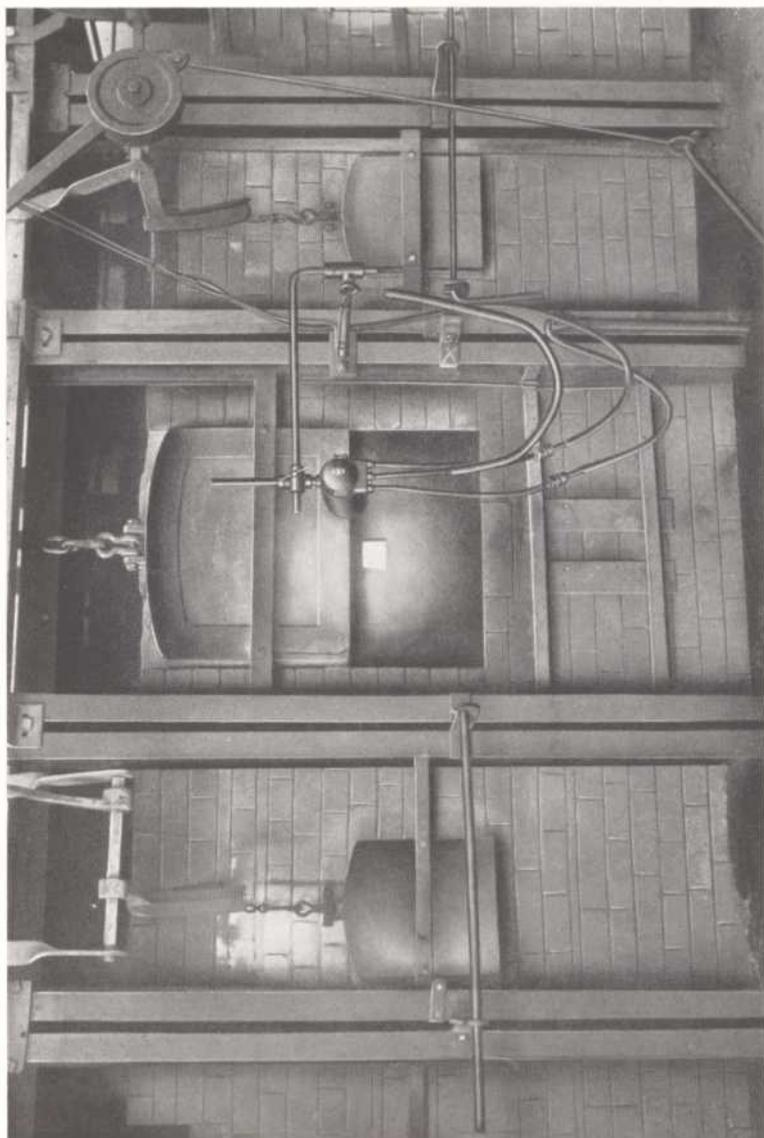


Bild 11. Ardometer in wassergekühltem Schutzgehäuse an der Entnahmestelle einer
Fourcault-Tafelglasmaschine.

Glührohr zu setzen, daß der Boden anvisiert wird. Bei schrägem Einbau können dem Ardometern zugekehrte Teile der Öffnung die Strahlen abblenden. Bild 6 zeigt den Einbau des Ardometers vor ein Glührohr an einem Blankglühofen. Der Ofen in der Werkzeugschmiede einer Zeche dient hauptsächlich zum Glühen von Werkzeugstücken. Das Ardometer selbst ist in ein Schutzgehäuse (Bild 9) eingesetzt, um es gegen mechanische Beschädigungen zu schützen. Ein ähnlicher Einbau in dem gleichen Schutztopf, und zwar an der Brennkammer eines Kessels mit Kohlenstaubfeuerung, ist in Bild 7 dargestellt. Das Ardometer ist über dem Granulierrost angeordnet und dient hier dazu, ein Durchschlagen der Flamme durch den Granulierrost anzuzeigen. Eine zu lange Flamme gefährdet die Granulierrohre und muß vermieden werden. Vielfach baut man noch ein zweites Ardometer in Höhe der Brennkammerdecke ein und richtet es auf die Deckenwölbung. Diese Messung hat den Zweck, eine allzu hohe Temperatur der Brennkammer dem Bedienungspersonal rechtzeitig kenntlich zu machen und ist besonders dann von Wichtigkeit, wenn der Aschenschmelzpunkt des Kohlenstaubes tief liegt.

Die Linse des Ardometers kann für den Fall, daß das Glührohr springt, gegen herausschlagende Flammen geschützt werden. Dazu dient eine Sicherheitsklappe, die durch einen dünnen, leicht schmelzbaren Draht hochgehalten wird. Sie fällt herunter, sobald die herausschlagende Flamme den Draht durchschmilzt, und verdeckt die Öffnung. In manchen Fällen wird das Glührohr chemisch angegriffen, z. B. in Glasschmelzöfen, wo aus den Gläsern beim Schmelzen alkalische Dämpfe entweichen. Man setzt dann das Ardometer ohne Glührohr vor die Ofenöffnung und stellt als Strahlungsschutz zwischen Ardometern und Ofenwand ein oder zwei asbestbelegte Eisentafeln.

Wird das Ardometer zu warm (über 100°C), so muß ein wassergekühltes Schutzgehäuse (Bild 10) verwendet werden. Namentlich bei Glasschmelzöfen empfiehlt sich dieses Schutzgehäuse, da an der Einbaustelle die Ofenstrahlung meist sehr stark einwirkt. Ein Beispiel dafür gibt Bild 11, das eine Entnahmestelle am Arbeitsraum einer Fourcault-Glasmaschine mit Ardometern zeigt. Bei diesen Maschinen wird das Glas im Schmelzraum niedergeschmolzen und geläutert, gelangt dann in den Arbeitsraum, an dem sich mehrere Entnahmestellen befinden. Unmittelbar neben den Entnahmestellen wird das Glas, das sich abgekühlt hat, nochmals geheizt. Da an

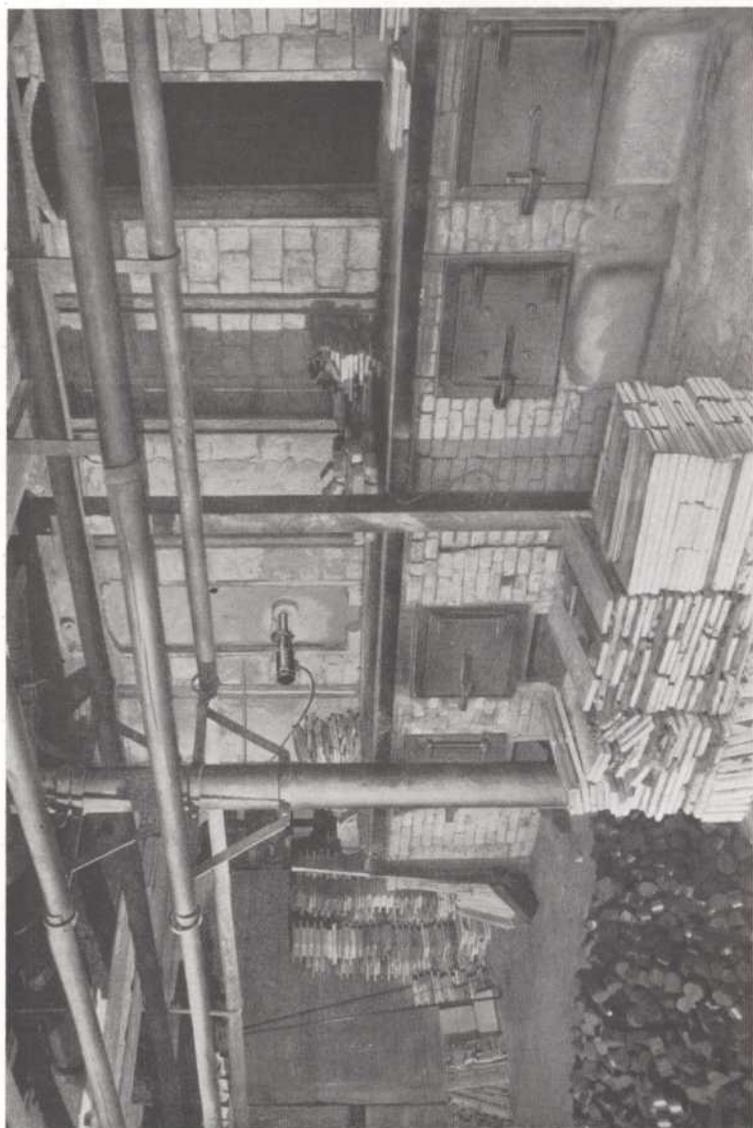


Bild 12. Ardometer in Schutzgehäuse mit angesetztem Stutzen an einem keramischen Brennofen.

dieser Stelle die Temperatur sehr genau eingehalten werden muß, ist hier die Temperaturmessung besonders wichtig. Das an einem schwenkbaren Dreharm befestigte Ardrometer wird auf das Glas in der Heizkammer unmittelbar neben der Entnahmestelle eingestellt.

An anderen Öfen ist es erforderlich, das Ofeninnere gegen die Atmosphäre abzuschließen. Dann wird das Ardrometer in einem Schutzgehäuse mit angesetztem Stutzen (Bild 13) am Ofen befestigt. Der Stutzen wird in den Ofen eingemauert oder mit Hilfe eines eingeschweißten Flansches am Ofen angeschraubt. An dem Gehäuse ist noch ein Anschluß für eine Druckluftleitung vorgesehen, um die Ardometereinse staubfrei zu halten. Man kann dann auch das Schutzgehäuse an Öfen mit Überdruck verwenden. Ist luftdichter Abschluß des Ofens erforderlich, so setzt man in das Schutzgehäuse vor das Ardrometer eine mitgelieferte Glasscheibe mit



Bild 13. Schutzgehäuse mit angesetztem Stutzen.

Dichtungsringen ein. Bei der Messung muß dann allerdings darauf Rücksicht genommen werden, daß die Scheibe einen Teil der Strahlung absorbiert. Die Korrekturwerte werden bei der Lieferung angegeben. Dieses Schutzgehäuse hat sich z. B. an den Luftkammern einer Regenerativfeuerung, an Kohlenstaubkesseln und keramischen Öfen gut bewährt. In Bild 12 ist der Einbau an einem keramischen Brennofen wiedergegeben, der zum Brennen von Kacheln dient.

In keramischen Werken und Glasfabriken sind vielfach auch Öfen in Betrieb, bei denen ein Ardometereinbau an der Seitenwand nicht möglich ist und man das Innere durch eine Öffnung an der Decke anvisieren muß. So z. B. wurde an Schmelzöfen nach dem System Hermansen in das Deckengewölbe ein Glühröhr unter einem Neigungswinkel von 45° eingesetzt und das Ardrometer etwa $\frac{1}{2}$ m darüber angebracht. Der schräge Einbau wurde deshalb gewählt, damit beim Durchbrennen des Rohres die



Bild 14. Ardrometer im Deckengewölbe eines keramischen Ringofens.

heraustretende Flamme die Ardometerlinse nicht berühren kann. Das Ardometer wird durch eine Asbestplatte gegen die Ofenstrahlung geschützt. Ist schräger Einbau des Glührohres nicht möglich, so z. B. bei Glasschmelzöfen nach dem System Stein, dann muß die Ardometerlinse durch eine Sicherheitsklappe gegen herausschlagende Flammen geschützt werden. Sie schließt automatisch die Ofenöffnung ab, wenn das Glührohr durchbrennt.

Ein weiteres Beispiel für den Einbau der Ardometer in das Deckengewölbe eines Ofens zeigt Bild 14. Die Meßanlage dient hier zur Überwachung der Feuerführung in einem Ringofen zum Brennen feuerfester Steine. Im Gewölbe befinden sich in Abständen von etwa 2 m Schaulöcher, die zum Beobachten der in den Ofen eingesetzten Segerkegel dienen. Drei Ardometer werden auf diese Schaulöcher aufgesetzt und wandern mit dem Vorwärtsschreiten des Brandes um den ganzen Ofen. Jedes Ardometer ist in einem Schutzgehäuse untergebracht, das mit einem Stutzen zum Einbringen in die Schaulöcher versehen ist. Zum Abschluß des mit Überdruck arbeitenden Ofens gegen die Atmosphäre dient eine Glasscheibe; außerdem wird Druckluft eingeblasen, um ein Verschmutzen dieser Scheibe zu verhindern. Wie Bild 14 erkennen läßt, läuft rings um den Ofen eine Druckluftringleitung, die an jeder Meßstelle eine Abzweigung mit Hahn besitzt. Die Ardometer werden mittels Stecker an die Meßleitung angeschlossen. Für das Heizpersonal ist ein Temperaturmesser mit Umschalter vorgesehen. Gleichzeitig zeichnet ein Mehrfarbenschreiber im Betriebsbüro die Meßergebnisse auf.

Für Kontrollmessungen, die nacheinander an mehreren Öfen ausgeführt werden sollen, ist das tragbare Ardometer, wie in Bild 15 gezeigt, zweckmäßig. Das Ardometer ist zusammen mit dem Anzeigeinstrument auf einem Eisen- oder auch Holzstativ mit verstellbarem Kugelkopf



Bild 15. Tragbares Ardometer mit Kegelprofilinstrument auf Eisenstativ.

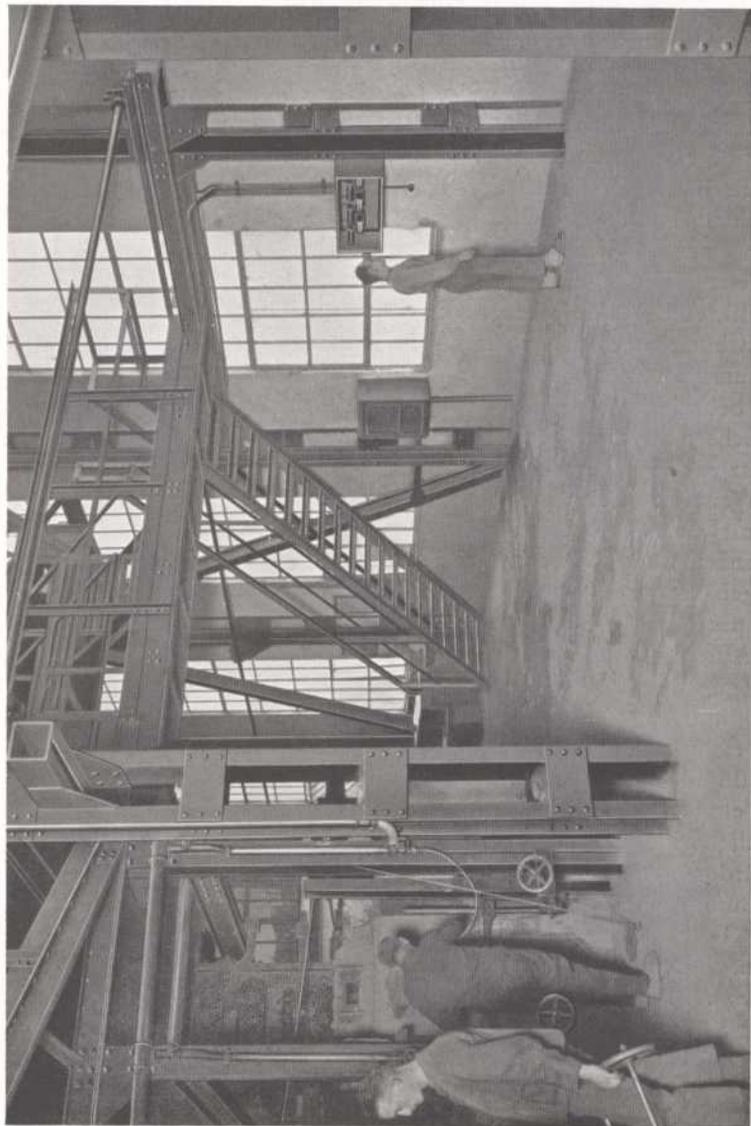


Bild 16. Temperaturmesser für das Bedienungspersonal zur Überwachung der Glastemperatur
in einer Ziehglasmachine.

angebracht und läßt sich bequem von einer Meßstelle zur anderen transportieren.

Bei den erwähnten Anwendungen handelt es sich im wesentlichen um Messungen in einem geschlossenen Ofenraum, den man als schwarzen Körper ansehen kann. Bei freistrahenden Körpern sind, wie erwähnt, Korrekturen vorzunehmen. Das Ardometer zeigt die Temperatur von oxydiertem Eisen, vorausgesetzt, daß es nicht mit lose anhaftender Schlacke bedeckt ist, zwischen 700 und 1000°C

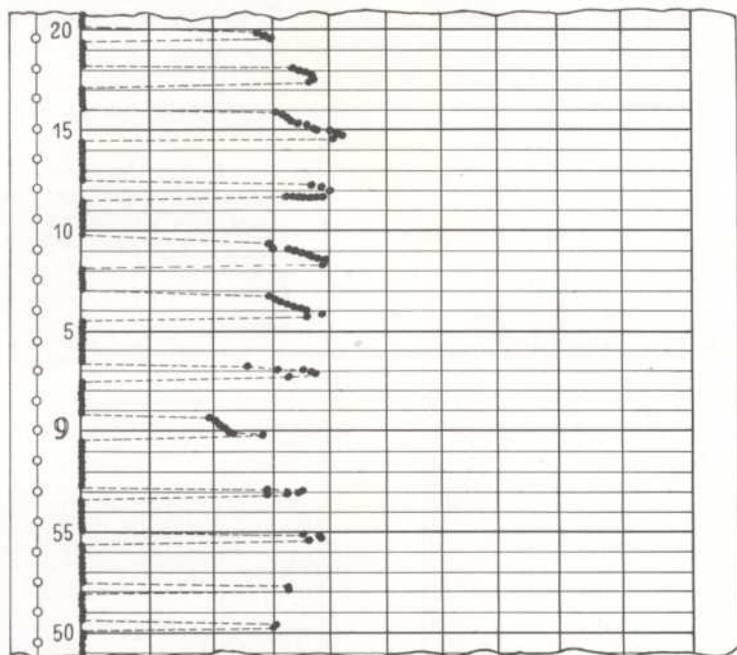


Bild 17. Ausschnitt aus einer Temperaturkurve, aufgenommen an einer Blockstraße. ($\frac{2}{3}$ natürlicher Größe.)

um 30 bis 40° zu niedrig an. Dieser geringe Fehler ist vielfach in Kauf zu nehmen. Gut bewährt hat sich das Ardometer z. B. bei der Messung an Blöcken auf der Walzenstraße. Bild 17 zeigt eine Temperaturkurve, die an einer Blockstraße aufgenommen wurde.

Mit den hier kurz beschriebenen Einbauarten des Ardometers, die lediglich Beispiele bilden sollen, sind die Anwendungsmöglichkeiten dieses ebenso einfachen wie zuverlässigen Temperaturmeßinstrumentes naturgemäß bei weitem nicht erschöpft.



Bild 18.
Kegelinstrument
für tragbare Ardometer.



Bild 19. Profelinstrument
für Aufbau.



Bild 20. Profelinstrument
für Einbau in Schalttafeln.



Bild 21.
Wasserdichter Umschalter.

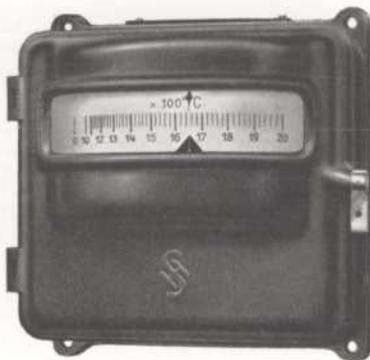


Bild 22. Temperaturregler.

Temperaturmesser und Meßbereiche.

Wie bei thermoelektrischen Pyrometern, so kann man auch an Ardometer Temperaturmesser, -schreiber oder auch -regler anschließen.

Für die tragbare Meßeinrichtung wird das in Bild 18 dargestellte Kegelprofilinstrument geliefert. Es läßt sich auf ein Stativ aufschrauben und hat außerdem eine Klemmvorrichtung, die zum Halten des Ardometerschaftes dient (Bild 15). Bei festem Einbau werden staub- und spritzwasserdichte Profilinstrumente für Aufbau (Bild 16 und 19) oder Schalttafeleinbau (Bild 20) verwendet.

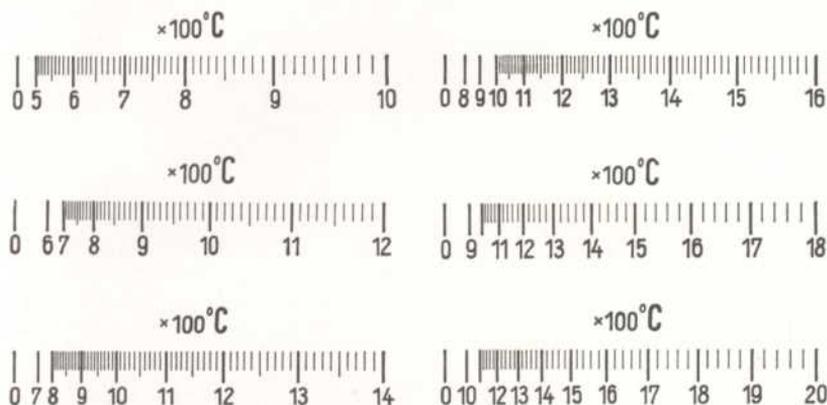


Bild 23. Skalenausführungen.

Die Instrumente werden mit folgenden Meßbereichen geliefert:

- 500 bis 1000° C
- 600 bis 1200° C
- 700 bis 1400° C
- 800 bis 1600° C
- 900 bis 1800° C
- 1000 bis 2000° C

Da die Strahlung mit der 4. Potenz der Temperatur zunimmt, sind die Teilstriche, wie Bild 23 zeigt, im unteren Skalenbereich dicht gedrängt, nach dem Endwert zu immer mehr auseinandergezogen. Bei der Wahl des Meßbereiches ist daher darauf zu achten, daß man an dem auseinandergezogenen Teil der Skala abliest.

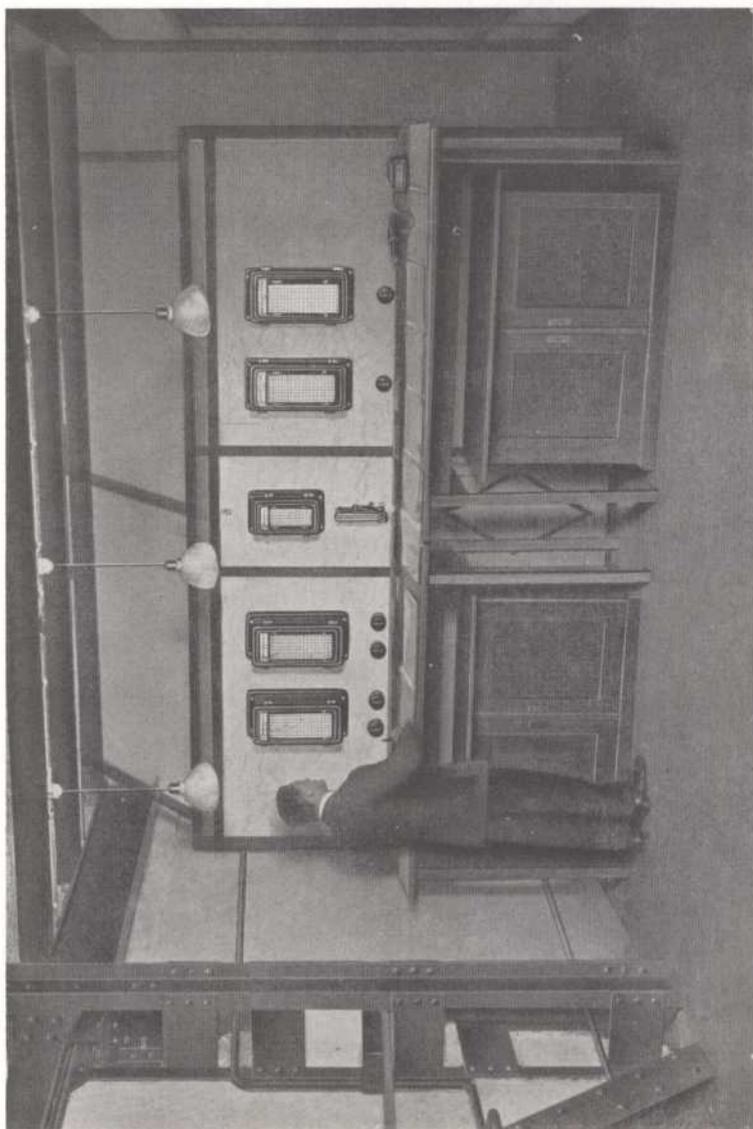


Bild 24. Meßzentrale für die wärmetechnische Betriebsüberwachung in einer Tafelglasfabrik.

Die Ardometer sind so geeicht, daß sie wahlweise an jedes Instrument, das für den gleichen Meßbereich geeicht ist, angeschlossen werden können. Man kommt daher in solchen Fällen auch mit einem Temperaturmesser aus, den man mit Hilfe eines Meßstellensumschalters an die einzelnen Ardometer anschließt. Temperaturmesser und Umschalter sind gemeinsam in staub- und spritzwasserdichten Gehäusen untergebracht (Bild 21). Zu jedem Temperaturmesser für festen Einbau läßt sich ein Schreibgerät parallel schalten.

Temperaturregler.

Sollen bestimmte Grenztemperaturen signalisiert oder auch die Temperatur in einem Ofen selbsttätig geregelt werden, so verbindet man das Ardometer mit einem Temperaturregler (Bild 22). Er besteht im wesentlichen aus einem Temperaturmesser und einer Kontaktvorrichtung¹⁾. Ein durch einen Elektromagneten angetriebener Fallbügel drückt in bestimmten Zeitabständen den Zeiger des Meßwerkes nieder und schließt dabei, je nach der Stellung des Zeigers, einen Minimal-, Maximal- oder Normalkontakt. Der Elektromagnet wird durch einen Bimetall-Zeitschalter gesteuert. Der Minimal- und Maximalkontakt sind auf je einem Dreharm angebracht. Beide Dreharme lassen sich unabhängig voneinander von Hand über den ganzen Meßbereich verstellen. Sie tragen einen roten Zeiger zur Anzeige der jeweilig eingestellten Temperatur.

Soll die Temperatur in einem Ofen selbsttätig geregelt werden, so werden durch die Kontakte unmittelbar oder über Relais Regelventile oder Schütze betätigt, die die Energiezufuhr zum Ofen drosseln oder verstärken, je nachdem ob die Temperatur zu hoch oder zu niedrig ist. Ist eine selbsttätige Regelung nicht möglich, so können die Kontakte zum Einschalten von Signaleinrichtungen, z. B. Signallampen, dienen, nach denen das Bedienungspersonal die Regelorgane des Ofens von Hand einstellt. Die Signallampen sind grün, weiß und rot gefärbt. Die grüne Lampe leuchtet auf, wenn die Temperatur zu niedrig, die weiße, wenn sie dem Sollwert entspricht, die rote, wenn sie zu hoch ist. Auch bei der selbsttätigen Regelung können solche Signallampen verwendet werden, um dem Bedienungspersonal das Abweichen der Temperatur vom Sollwert kenntlich zu machen.

Der Temperaturregler läßt sich sowohl für elektrische als auch für gas- und ölbeheizte Öfen verwenden.

¹⁾ Siehe auch unsere Sonderdruckschrift „Siemens-Temperaturregler“.

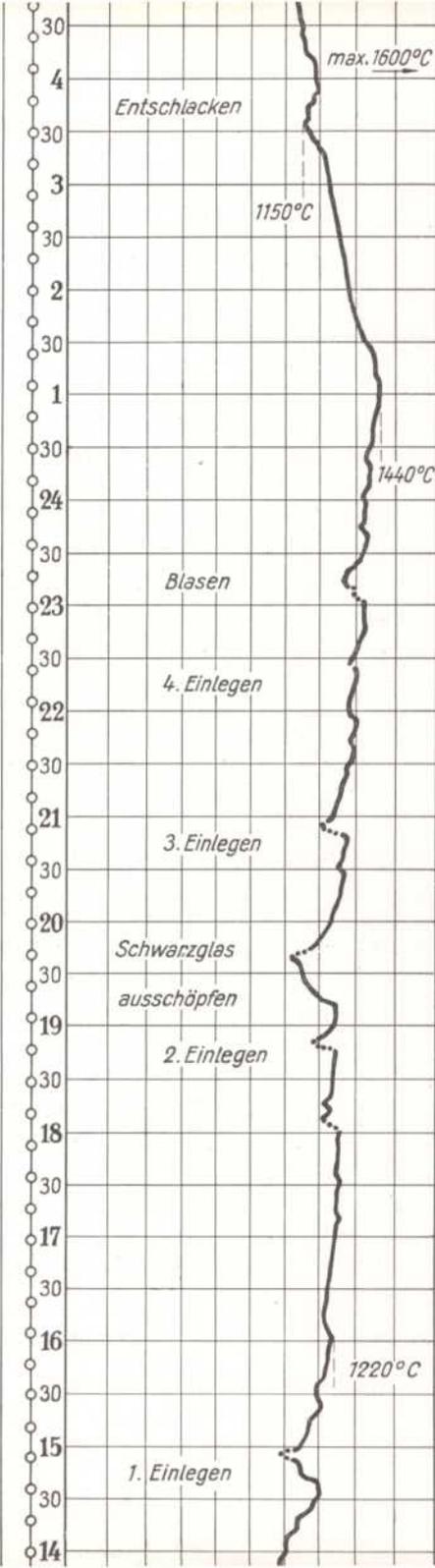


Bild 25. Temperaturverlauf des Schmelzvorganges in einem Glasschmelzofen (etwa $\frac{2}{3}$ natürlicher Größe).

Temperaturschreiber.

Von großem Wert für die Betriebsüberwachung sind in allen Fällen die Registrierstreifen der Temperaturschreiber (Bild 24). Sie lassen den Temperaturverlauf über längere Zeit eindeutig erkennen und geben wertvolle Unterlagen für Betriebsverbesserungen (Bild 25). Man verwendet sogenannte Fallbügelschreiber, bei denen die Kurven punktweise aufgezeichnet werden¹⁾. Ein durch ein Uhrwerk oder einen

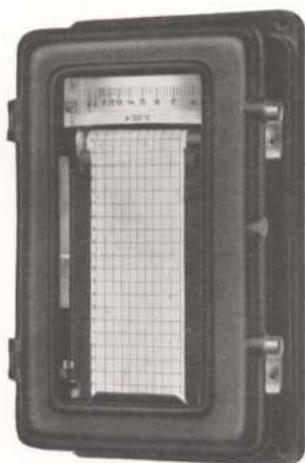


Bild 26. Kleiner Ein- und Zweikurvenschreiber.

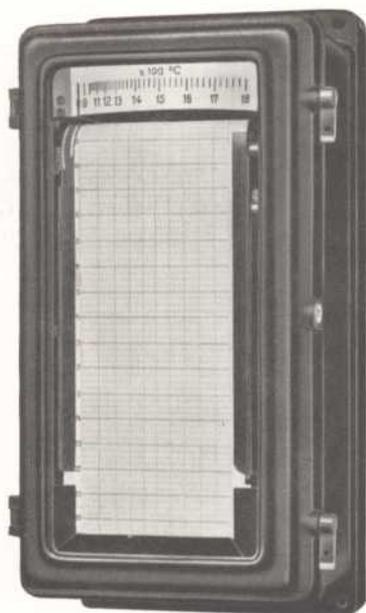


Bild 27. Großer Ein- und Zweikurvenschreiber und Sechsfarbenschreiber.

Elektromagneten betätigter Fallbügel drückt in bestimmten Zeitabständen den Zeiger des Meßwerkes auf das unter ihm sich langsam fortbewegende Papier. Unter dem durchscheinenden Papier liegt ein Farbband, so daß jedesmal auf der Unterseite ein Punkt gezeichnet wird, der auch auf der Vorderseite sichtbar ist. Zwischen zwei Aufzeichnungen kann sich der Zeiger vollkommen frei bewegen und sich wieder einstellen. Es entsteht so eine aus einzelnen dicht aneinander gereihten Punkten bestehende Kurve. Das be-

¹⁾ Siehe auch unsere Sonderdruckschrift „Siemens-Fallbügelschreiber“.

schriebene Papier läuft in eine Auffangvorrichtung, wo es sich selbsttätig aufrollt.

Die Temperaturschreiber werden in staub- und spritzwasserdichtem Gehäuse als kleine (Bild 26) und große Ein- und Zweikurvenschreiber und als Sechsfarbenschreiber (Bild 27) hergestellt.

Beim Ein- und Zweikurvenschreiber dient zum Antrieb des Fallbügels, des Papiertransportes und Meßstellenumschalters ein Uhrwerk. Sind mehrere Schreiber vorhanden, so ist der elektrische Antrieb vorzuziehen. Die Schreiber können dann von einer gemeinsamen Kontaktuhr gesteuert werden. Die nutzbare Papierbreite beträgt bei den kleinen Schreibern 70 mm, bei den großen 120 mm.

Eine besonders gute Übersicht über den Temperaturverlauf an mehreren Öfen ergibt der Sechsfarbenschreiber, der bis zu 6 Kurven in verschiedenen Farben auf dem gleichen Registrierstreifen aufzeichnet. Die nutzbare Papierbreite beträgt 120 mm.



