

Zeitschrift für angewandte Chemie.

1901. Heft 10.

Ueber Messung hoher Temperaturen mittels des Spectralapparates.

Von Walther Hempel.¹⁾

Das Problem der Messung hoher Temperaturen hat seine Lösung in sehr mannigfach verschiedener Weise gefunden. Zur Verfolgung der Vorgänge bei technischen Prozessen haben sich zur Zeit einerseits die Segerschen Schmelzkegel, andererseits das thermoelektrische Pyrometer von Le Châtelier besonders eingeführt. Die Seger'schen Kegel haben den Vorzug grösster Einfachheit und Billigkeit, besitzen aber den Nachtheil, dass es nicht möglich ist, mit denselben Temperaturschwankungen zu beobachten. Das Instrument von Le Châtelier hat den Nachtheil, eine verhältnismässig theure und gegen äussere Einflüsse sehr empfindliche Einrichtung zu sein. Wer je einmal versucht hat, in einem grossen Ofen, wie sie die Industrie verwendet, die Temperatur zu bestimmen, wird die grossen Schwierigkeiten kennen, die der Anbringung einer Porzellanröhre in denselben entgenstehen. Da das Platin und seine Legirungen sich leicht kohlen, so läuft man beständig Gefahr, das Platinelement zu ruiniren, wenn die Porzellanröhre, in welcher das Element im Ofen steckt, einen Sprung erhält. So angenehm es sich mit dem Le Châtelier'schen Pyrometer in den kleinen Versuchsofen der chemischen Laboratorien arbeitet, so schwierig wird die Handhabung, wenn man in die grossen Werkstätten der Industrie tritt.

Anlässlich einer Untersuchung über Dissociationstemperaturen habe ich eine Anzahl von Versuchen ausführen lassen, die zur Construction eines sehr brauchbaren Instrumentes geführt haben, welches gestattet, durch Messung der Länge des Spectrums, welches durch Zerlegung des Lichtes, das von einem glühenden Körper ausstrahlt, erhalten wird, die Höhe der Temperatur zu bestimmen.

Es ist eine wohlbekannte Thatsache, dass das Spectrum eines glühenden Körpers um so länger wird, je höher dessen Temperatur steigt. Die in der Praxis von Alters her eingebürgerten Ausdrücke Dunkelroth-, Roth-, Hellroth-, Weiss- und Blaugluth finden in

¹⁾ Nach einem im Sächsisch-Thüringischen Bezirksverein des Vereins deutscher Chemiker gehaltenen Vortrage.

dieser Beobachtung ihre wissenschaftliche Erklärung.

Erhitzt man mittels eines Gebläses einen Körper nach und nach zum Glühen, so findet man, dass das Spectrum, welches das von ihm abgegebene Licht zeigt, bei etwa 700° im Roth anfängt sichtbar zu werden. Entsprechend der Temperatursteigerung treten nach und nach die gelben, grünen, blauen und violetten Strahlen auf. An der Scala irgend eines gewöhnlichen Spectralapparates kann man leicht beobachten, dass die Verlängerung des Spectrums mit der Temperatur stetig zunimmt. Obgleich das Ende des Spectrums niemals scharf begrenzt ist, so findet man doch nach ganz kurzer Uebung, dass es leicht möglich ist, sehr gut übereinstimmende Beobachtungen zu machen. Man ist in ähnlicher Lage wie beim Titriren mit Lackmustinctur, wo ein einigermaassen farbenempfindliches Auge mit Leichtigkeit eine bestimmte Farben-nüance zu unterscheiden vermag, obgleich der Uebergang von Blau durch Zwiebelroth zum Roth ebenfalls ganz allmählich erfolgt.

Um darüber Klarheit zu erhalten, ob es möglich sei, mit einem entsprechend eingerichteten Spectralapparat Temperaturbestimmungen zu machen, habe ich eine Reihe von Versuchen ausgeführt, um festzustellen, in welcher Weise die chemische Natur eines glühenden Körpers die Gesamtlänge des Spectrums beeinflusst. Zu diesem Zwecke wurden aus den zu untersuchenden Substanzen kleine Cylinder geformt und diese in einem elektrischen Widerstandsofen zum Glühen erhitzt. Es war aus einem Stück Retortengraphit eine Röhre hergestellt mit wesentlich verstärkten Enden. Die Röhre wurde zwischen den Polen einer grossen Accumulatorenbatterie eingespannt. Die fraglichen Cylinder wurden in die Mitte der Kohlenröhre gebracht und von der einen Seite die Löthstelle eines Le Châtelier'schen Platinelementes eingeführt, während auf der anderen Seite ein Spectralapparat aufgestellt war. Es konnte so der Glühkörper beliebig erwärmt und gleichzeitig die Höhe der Temperatur und die Länge des Spectrums gemessen werden.

Der Spectralapparat hatte eine willkürliche Scala. Die beobachteten Resultate sind die nachfolgenden:

| | Ende des Spectrums am Theilstrich | Temperatur Grad |
|---------------------|--------------------------------------|--------------------|
| Kalk als Glühkörper | 20 | 850 |
| | 30 | 880 |
| | 40 | 980 |
| | 46 | 1010 |
| | 55 | 1035 |
| | 74 | 1070 |
| | 115 | 1300 |
| | 105 | 1280 |
| | 90 | 1230 |
| | 85 | 1190 |
| | 80 | 1160 |
| | 70 | 1110 |
| | 65 | 1090 |
| | 60 | 1050 |
| | 55 | 1035 |
| | 50 | 1000 |
| | 25 | 850 |
| Magnesia | 35 | 900 |
| | 40 | 930 |
| | 45 | 980 |
| | 55 | 1000 |
| | 65 | 1060 |
| | 75 | 1130 |
| | 80 | 1150 |
| | 85 | 1180 |
| | 95 | 1230 |
| | 100 | 1300 |
| | 105 | 1310 |
| | 110 | 1370 |
| | 115 | 1390 |
| Thorium | 25 | 906 |
| | 35 | 900 |
| | 45 | 970 |
| | 55 | 1000 |
| | 70 | 1070 |
| | 80 | 1100 |
| | 85 | 1280 |
| | 95 | 1300 |
| | 110 | 1370 |
| | 115 | 1400 |
| Zirkon | 45 | 1000 |
| | 50 | 1020 |
| | 55 | 1100 |
| | 65 | 1130 |
| | 70 | 1170 |
| | 80 | 1195 |
| | 85 | 1240 |
| | 100 | 1310 |
| | 115 | 1350 |

Die gefundenen Zahlenwerthe lehren einerseits, dass chemisch verschiedene Substanzen ein verschieden langes Spectrum geben, sie zeigen andererseits, dass man bei ein und derselben glühenden Substanz recht wohl aus der Länge des Spectrums auf die Höhe der Temperatur schliessen kann.

Da bei technischen Processen die zu glühenden Körper gewöhnlich der directen Wirkung der Flamme ausgesetzt sind, so wurde eine zweite Versuchsreihe durchgeführt, bei der die zu untersuchenden Substanzen in dem heissten Punkt der Flamme eines Schlösing'schen Löthrohrs standen. Die Einrichtung war so getroffen, dass im Innern eines kleinen Chamotteofens eine Chamotterröhre angebracht war, durch welche die Drähte eines Châtelier'schen Pyrometers so weit hindurchgingen, dass die Löthstellen derselben

etwas über das Ende der Röhre herausragten. Die zu untersuchenden Substanzen waren in Form kleiner Näpfchen hergestellt, die beim Experiment über die Löthstelle gestülpt wurden. Die Scala des Spectralapparates war eine willkürliche. Aus räumlichen Gründen war ein anderer Spectralapparat benutzt worden, als der für die vorher mitgetheilten Versuche verwendete.

Die nachfolgend aufgeführten Scalenteile bezeichnen die Punkte, auf welche die Fraunhofer'schen Linien fallen:
A 17,8 B 18,35 D 20 E 22 F 23,9 G 27,6. Die erhaltenen Resultate sind in den nachfolgenden Tabellen zusammengestellt:

| | Ende des Spectrums am Theilstrich | Temperatur Grad |
|---|--------------------------------------|--------------------|
| Chamotte schwach gelblicher Farbe | 19,5 | 700 |
| | 20,5 | 750 |
| | 23 | 850 |
| | 24,5 | 950 |
| | 28 | 1070 |
| | 30,2 | 1200 |
| | 31,2 | 1300 |
| | 31,4 | 1320 |
| | 32 | 1380 |
| | 32,2 | 1420 |
| | 32,5 | 1490 |
| | 32,2 | 1430 |
| | 30,0 | 1300 |
| | 27,8 | 1220 |
| | 28,6 | 1150 |
| | 27,4 | 1080 |
| | 24,8 | 970 |
| | 23,3 | 900 |
| | 23,0 | 850 |
| | 22,7 | 810 |
| | 21,8 | 780 |
| | 20,5 | 750 |
| Magnesia, rein weiss | 28,0 | 1140 |
| | 28,8 | 1190 |
| | 29,4 | 1220 |
| | 30,2 | 1270 |
| | 31,3 | 1360 |
| | 32,0 | 1400 |
| | 32,8 | 1420 |
| | 33,2 | 1450 |
| | 33,5 | 1460 |
| | 34,0 | 1500 |
| | 33,0 | 1390 |
| | 31,5 | 1280 |
| | 29,8 | 1240 |
| | 29,4 | 1200 |
| | 29,0 | 1180 |
| | 28,6 | 1160 |
| | 28 | 1130 |
| | 27,5 | 1110 |
| | 26,5 | 1090 |
| | 25,2 | 1030 |
| | 24,8 | 980 |
| | 24,2 | 960 |
| Magnesiatiegel aus Veitscher Magnesia, braune Farbe | 20,5 | 740 |
| | 22 | 790 |
| | 22,2 | 850 |
| | 23,5 | 900 |
| | 23,8 | 950 |
| | 24,6 | 1040 |
| | 25,2 | 1100 |
| | 26,5 | 1160 |
| | 27,6 | 1210 |
| | 28,2 | 1280 |

| | Ende des Spectrums am Theilstrich | Temperatur Grad |
|---|--------------------------------------|--------------------|
| Eisen, oberflächlich mit Oxyd überzogen | 29,5 | 1220 |
| | 30,6 | 1320 |
| | 30,6 | 1350 |
| | 31 | 1400 |
| Kreide, rein weiss | 27,5 | 860 |
| | 29 | 890 |
| | 30,5 | 950 |
| | 31,8 | 1090 |
| | 31 | 1210 |
| | 30 | 1260 |
| | 31 | 1270 |
| | 32 | 1340 |
| | 33,5 | 1480 |
| | 34 | 1490 |
| | 34,6 | 1510 |
| | 35 | 1530 |
| | 34 | 1480 |
| | 33 | 1420 |
| | 32,1 | 1340 |
| | 31,5 | 1250 |
| | 30,5 | 1210 |
| | 30 | 1190 |
| | 29,8 | 1170 |
| | 29,5 | 1130 |
| | 28,6 | 1110 |
| | 27,5 | 1090 |
| | 26,8 | 1080 |
| | 25,6 | 1050 |
| | 25,3 | 1030 |
| | 25 | 1000 |
| | 24,5 | 960 |
| | 23,8 | 940 |
| | 23,3 | 920 |
| | 22 | 890 |
| | 21,3 | 880 |
| | 20 | 860 |
| Kieselsäure, ein Stück eines rein weissen aus Infusorienerde hergestellten Steines | 27 | 910 |
| | 28 | 960 |
| | 30 | 1040 |
| | 30,5 | 1090 |
| | 31 | 1140 |
| | 31,5 | 1200 |
| | 33 | 1270 |
| | 33,8 | 1320 |
| | 34,2 | 1360 |
| | 34,6 | 1420 |
| | 35 | 1470 |
| | 35,2 | 1490 |
| | 35,5 | 1490 |
| | 34 | 1440 |
| | 33,5 | 1390 |
| | 33 | 1290 |
| | 32,3 | 1230 |
| | 31,8 | 1200 |
| | 31 | 1170 |
| | 30 | 1130 |
| | 29,4 | 1110 |
| | 27,8 | 1090 |
| | 27,6 | 1060 |
| | 27,4 | 1020 |
| | 27 | 990 |
| | 26,6 | 970 |
| | 26,2 | 940 |
| | 25,8 | 910 |
| | 24,9 | 890 |
| | 23 | 870 |
| | 22 | 860 |
| | 21 | 850 |
| | 20 | 840 |
| | 19 | 820 |

Betrachtet man die gewonnenen Zahlen, so findet man, dass bei steigender Temperatur die Lichtstrahlung den mittels des Le Châtelier'schen Pyrometers gewonnenen Werthen etwas vorausgeileilt ist, während umgekehrt bei fallender Temperatur die aus der Lichtstrahlung ermittelten Werthe etwas niedriger sind. Dieser Umstand erklärt sich aus der Anordnung des Versuches, bei steigender Temperatur ist die leuchtende Oberfläche etwas höher erhitzt, als der innere Theil der untersuchten Substanz, wo sich die Drähte des Pyrometers befanden, bei fallender Temperatur war umgekehrt die Oberfläche kühler, das Innere heißer. Bei der Kreide trat bei 1070° eine Unregelmässigkeit ein, die Länge des Spectrums nahm trotz steigender Temperatur etwas ab, um dann gleichmässig zuzunehmen. Die Ursache liegt in der Veränderung der Substanz durch das Weggehen der Kohlensäure. Bei dem aus Infusorienerde hergestellten Stein ist offenbar das Le Châtelier'sche Pyrometer nur langsam gefolgt, da diese Steine sehr schlechte Wärmeleiter sind. Lässt man die mit dem Infusorienerdestein und die mit dem schwarzbraunen Magnesia Stein gewonnenen Zahlen ausser Betracht, so findet man, dass eine grosse Zahl von Bestimmungen bis auf etwa 50° mit einander übereinstimmt, dass die weitesten Abweichungen von einander etwa 100° betragen. Es hat dies seinen Grund in den mannigfach variablen Factoren, welche die Messung beeinflussen. Dieselben sind gegeben in den verschiedenen Temperaturen der leuchtenden Oberfläche und des Inneren, in der verschiedenen Brechung des Lichtes durch das Prisma, in der Ungenauigkeit der Ablesungen am Spectralapparat und des Le Châtelier'schen Pyrometers. Um einen Einblick zu erlangen, welche Genauigkeit mittels des Le Châtelier'schen Pyrometers unter den gewöhnlichen Verhältnissen erreicht werden kann, wurden 3 derartige Instrumente unter möglichst gleichmässigen Bedingungen mit einander verglichen.

Die Instrumente waren alle drei in Benutzung gewesen, machten aber äusserlich den Eindruck vollständiger Zuverlässigkeit. Um alle Temperaturungleichheiten auszuschliessen, war in einem Schachtofen eine mit Holzkohlen heizbare Muffel eingesetzt, in welcher die Löthstellen der Thermoelemente unmittelbar nebeneinander steckten. Die Muffel wurde ganz langsam angeheizt und vor der Ablesung einige Zeit auf der zu bestimmenden Temperatur gehalten.

Die nachfolgende Tabelle giebt die erhaltenen Zahlen:

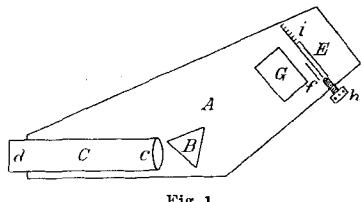
| Pyrometer | | |
|-----------|-------|-------|
| No. 1 | No. 2 | No. 3 |
| 500° | 550° | 500° |
| 800 | 810 | 800 |
| 940 | 940 | 950 |
| 1020 | 1000 | 1030 |
| 1060 | 1030 | 1062 |
| 1065 | 1030 | 1085 |
| 1100 | 1070 | 1100 |
| 1130 | 1082 | 1136 |
| 1140 | 1095 | 1160 |
| 1150 | 1100 | 1165 |
| 1160 | 1115 | 1175 |
| 1160 | 1115 | 1180 |

Diese Zahlen lehren, dass selbst unter diesen Verhältnissen Verschiedenheiten in der Beobachtung bis zu 55° nicht ausgeschlossen sind. Bei höheren Temperaturen nehmen die Schwierigkeiten in Bezug auf die Messung bedeutend zu.

Vielfache Versuche lehrten, dass bei Anwendung ein und desselben Körpers die Länge des Spectrums einen sehr brauchbaren Maassstab abgibt für die Höhe der Temperatur, die in irgend einem Raum herrscht.

Da es wohl bekannt ist, dass bei sehr hohen Temperaturen, wie sie mittelst des elektrischen Lichtbogens erreicht werden können, sich das Spectrum, welches glühende Körper geben, weit über das Blau hinaus verlängert, dasselbe aber für das menschliche Auge nicht mehr sichtbar ist, so wurde versucht, ob man nicht vermittelst fluorescirender Substanzen Messungen dieser höchsten Temperaturen ausführen könnte.

Zu diesem Zweck wurde ein Spectralapparat so zusammengestellt, wie es nebenstehende Skizze (Fig. 1) zeigt.



In einem luftdichten Kasten *A* ist ein Bergkristallprisma *B* vor einem mit einer Bergkristalllinse *c* versehenen Collimatorrohr aufgestellt. *d* ist der Spalt, durch welchen die zu untersuchenden Lichtstrahlen gehen. Das so erzeugte Spectrum wird von einem gegen die Grundplatte des Kastens *A* etwas geneigten Metallspiegel *E* auf einer auf der Grundplatte aufgeklebte fluorescirende Fläche *G* aufgefangen. Durch ein kleines in dem Deckel des Kastens befindliches Loch kann das auf der Fläche *G* erscheinende Spectrum beobachtet werden. Es ist nothwendig, alle Glastheile zu vermeiden, da dasselbe bekanntlich die ultravioletten Strahlen theilweise absorbiert. Als fluorescirende Fläche verwendet

man zweckmässig ein Stück Papier, das mit Baryumplatincyanür bestrichen ist, wie es zur Beobachtung der Röntgenstrahlen dient. Ein kleiner schwarzer Metallschieber, welcher mit einer Schraube *h* vor dem Spiegel hin und her geschoben werden kann, gestattet, die Lichtstrahlen nach Belieben abzublenden. Die Grösse der Bewegung des Schiebers kann an einer kleinen Scala *i* und an einer auf der Schraube *h* befindlichen Trommel mit Leichtigkeit bis auf Zehntelmillimeter genau abgelesen werden. Bei der Beobachtung stellt man zunächst den Schieber *f* so, dass das Spectrum auf der Fläche *G* gut gesehen werden kann und verschiebt dann die Platte *G* so lange, bis der letzte Schein der ultravioletten Strahlen verschwindet. An der Scala *i* lässt sich dann mit Leichtigkeit die Verschiebung ablesen, die nothwendig ist, um das Spectrum zum Verschwinden zu bringen. Die so erhaltenen Zahlen stehen in dem Verhältniss der Breiten der Spectren, welche die untersuchten Lichtquellen geben. Vermittelst Lichtquellen von bekannter Wellenlänge lässt sich die rein empirische Scala aichen.

An dem von mir benutzten Apparat verschwand das Spectrum eines Auerlichtes bei 16,5, das des elektrischen Lichtes bei 22,2 und das des Sonnenlichtes bei 23,5 mm der Scala.

Vergleichende Versuche an einem Siemens'schen Stahlofen, an einem Bessemer-converter und an einem mit Goldschmitt-schem geschmolzenen, flüssigen Thermanit gefüllten Tiegel lehrten jedoch, dass für ein farbenempfindliches Auge bis zu den Temperaturen, die bei diesen Processen erreicht werden, dieses Fluorescenzpyrometer noch nicht nötig ist.

Zur Beobachtung höchster Temperaturen, wie sie im elektrischen Flammenbogen und auf der Sonne herrschen, wird das Instrument jedoch ein sehr gutes Hülfsmittel sein. Da man keine Methode kennt, um diese höchsten Temperaturen zu messen, so hat man wenigstens in dem beschriebenen Instrument einen Maassstab, an welchem man sehen kann, ob die Temperatur fällt oder steigt. Man kann mit Leichtigkeit ganz vergleichbare Werthe angeben, indem man an Stelle von Temperaturzahlen misst, bis zu welcher Wellenlänge des Lichtes das beobachtete Spectrum reicht.

Vielfache Beschäftigung mit dem Gegenstand hat mich zu der Überzeugung gebracht, dass der Spectralapparat in einer sehr grossen Zahl von Fällen ein durchaus brauchbares Instrument ist zur Verfolgung hoher Temperaturen bei technischen Processen. Die mitgetheilten Zahlenwerthe lehren zur Genüge, dass der Apparat nicht brauchbar sein kann

zur Ermittlung von Temperaturen, welche chemisch verschiedene Körper an verschiedenen Orten haben. Hingegen ist er sehr gut brauchbar, um die Temperaturschwankungen eines Körpers unter übrigens gleichen Verhältnissen zu beurtheilen. Dies ist aber auch Alles, was bei der Beobachtung technischer Processe nöthig ist, da man so wie so nicht von einer einheitlichen Temperatur eines grossen Ofens sprechen kann. Die grossen Räume, die zum Brennen von Ziegeln, Steingut, Porzellan, zum Schmelzen von Stahl, Kupfer u. s. w. erhitzt werden, zeigen natürlich in ihrem Inneren an verschiedenen Stellen Differenzen von mehreren hundert Grad. Der Spectralapparat hat den Vortheil, dass man ohne irgend etwas in den Ofen bringen zu müssen, aus dem Licht, das durch ein ganz kleines Loch des Ofens entweicht, beurtheilen kann, ob die Temperatur sich darin ändert. Bei Temperaturen zwischen 700° — 1350° wird man bis auf 20° übereinstimmende Beobachtungen machen können. Personen mit farbenempfindlichen Augen werden bis zu Temperaturen von etwa 1600° noch bis auf etwa 50° genaue Beobachtungen zu machen im Stande sein. Die erste Neigung des Segerkegel No. 20, der einen Schmelzpunkt von 1530° haben soll, wurde z. B. an unserem Spectralapparat bei 1510° beobachtet.

Bei diesen Arbeiten stellte es sich heraus, dass die gewöhnlichen Spectralapparate für solche Beobachtungen unzweckmässig sind, da es sehr oft schwierig ist, einen passenden Standpunkt zu gewinnen, von welchem aus man mit einem horizontal stehenden Instrument beobachten könnte. Ein Spectralapparat, der für Temperaturbestimmungen benutzt werden soll, muss sich mit Leichtigkeit in jede beliebigen Stellung in wenigen Secunden stellen lassen, um so die Möglichkeit zu haben, frei im Raume nach allen Richtungen zu beobachten. Die gebräuchlichen Handspectralapparate sind nicht anwendbar, da das blaue Ende des Spectrums in denselben gewöhnlich nicht scharf beobachtet werden kann. Für praktische Zwecke ist es ferner wünschenswerth, dass der Spectralapparat eine Scala besitzt, an welcher man direct die Temperaturen abliest.

Nach einer Anzahl vergeblicher Versuche ist es gelungen, ein solches Instrument herzustellen, was sich seitdem bei vielfacher Benutzung bei mancherlei Schmelzprocessen sehr gut bewährt hat. Nebenstehende Zeichnung (Fig. 2) giebt die Anordnung, die ich für praktisch halte.

An einem ausziehbaren Stativ A, welches mittels einer Schraube f beliebig hoch und tief gestellt werden kann, ist eine Petroleum-

lampe B fest angebracht. Dieser Lampe gegenüber ist das Scalenrohr a in einer Fassung d drehbar. Mit dem Scalenrohr fest verbunden befindet sich in einem geschlossenen Gehäuse e das Prisma und das Collimatorrohr c. An dem Gehäuse e ist das Fernrohr b so drehbar befestigt, dass man mit Leichtigkeit jede Stelle des Spectrums beobachten kann. Durch diese Einrichtung ist es möglich, dem Spectralapparat jede beliebige Stellung zu geben, ohne dass die Scala ihre Beleuchtung durch die Lampe B verliert. Es

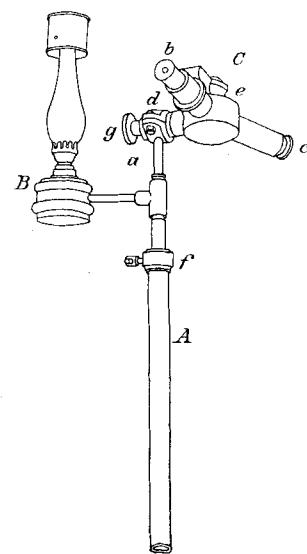


Fig. 2.

hat sich gezeigt, dass es für scharfe Beobachtungen wesentlich ist, die Scala mit rothem Licht so schwach zu erleuchten, dass sie eben noch gut sichtbar ist. Zu diesem Zweck befindet sich vor der Scala zwischen der Lampe und dem Apparat ein Stück dunkelrothes Glas. Die Beobachtung wird wesentlich verschärft, wenn man durch Abblenden des Spaltes das Spectrum so weit verschmälert, dass es als nicht zu breiter Streifen direct unter der Scala sichtbar ist. Durchaus unzweckmässig ist es, wenn man die rothen Strahlen, welche durch das Scalenrohr eintreten, sich mit den Strahlen des Spectrums mischen lässt. Die Scala muss so eingerichtet sein, dass sie mittels einer kleinen Schraube g beliebig hin und her geschoben werden kann, um den Apparat für die Beobachtungen an irgend einem Ofen auf die richtigen Temperaturen einzustellen zu können. Die mitgetheilten Versuchszahlen zeigen, dass jeder Körper ein besonderes Spectrum giebt. Für ganz scharfe Beobachtungen müsste man darum eine ganze Zahl von verschiedenen Scalen haben. So sind z. B. die Beobachtungen an ganz dunklen Körpern um ungefähr 100° niedriger als an

schwach gelblichen, hingegen zeigen ganz weisse Körper eine etwa 100° höhere Temperatur als gelbe und $200-300^{\circ}$ höhere als sehr stark gefärbte. Ich halte es für zweck-



mässig, wenn der Apparat eine Scale hat, die den Glütherscheinungen der Chamotte entspricht. Beobachtet man blendend weissen Kalk, so wird man den gefundenen Werthen 100° abziehen müssen, bei braunen Körpern, z. B. bei Beobachtungen in einem Martinofen wird man hingegen den gefundenen Werthen 100° zuzuzählen haben. Um dem Arbeiter ein Instrument an die Hand zu geben, welches diese Ungenauigkeiten ausschliesst, und um gleichzeitig den individuellen Factor herausbringen zu können, der in der verschiedenen Farbenempfindlichkeit der Augen liegt, muss die Scala beweglich sein. Will man das Instrument für einen bestimmten Ofen und eine bestimmte Person einstellen, so bringt man in den Ofen einen Segerkegel von dem Schmelzpunkt, der der Temperatur entspricht, die hauptsächlich in Frage kommt. Ist die Temperatur erreicht, wo der Kegel schmilzt, so stellt man die Scala mittels der Schraube g so ein, dass die fragliche Person das Ende des Spectrums gerade an dem entsprechenden Theil der Scala sieht. Alle späteren Beobachtungen werden dann bei niederen Temperaturen bis auf etwa 20° , bei höheren bis auf etwa 50° richtige Beobachtungen geben.

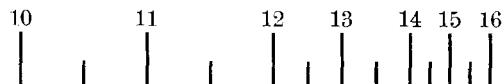
Zur Orientirung sei mitgetheilt, dass die Temperatur etwa 720° ist, wenn ein nicht sehr farbenempfindliches Auge das Ende des Spectrums an der Stelle sieht, wo die gelbe Natriumdoppellinie im Spectralapparatus liegt. Die grüne Thalliumlinie entspricht etwa 805° , die blaue Strontiumlinie 990° und die blaue Kaliumlinie 1255° .

Auf Chamotte als Glühkörper bezogen, muss die Scala eine Eintheilung haben, welche in ihren Verhältnissen der Eintheilung des obenstehend gezeichneten Maassstabes entspricht.

Bei der Herstellung der Scala macht man von derselben eine Glasphotographie von der Grösse, dass die Entfernung, welche der Stellung der Natriumlinie und der blauen Kaliumlinie des fraglichen Spectralapparates entspricht, genau dem Scalenteil von 920 bis 1255° gleich gross ist.

Ein so hergestelltes Spectralpyrometer wird nicht Anspruch machen können, ganz richtige Temperaturen zu zeigen, es giebt aber bei richtiger Einstellung auf das Material des Ofens und die Empfindlichkeit des Auges für

praktische Zwecke völlig ausreichende Werthe. Die Firma Franz Schmidt & Haensch Berlin S Stallschreiberstrasse 4 hat die Herstellung derartiger Spectralpyrometer übernommen.



Herrn Dr. R. Dietz gestatte ich mir schliesslich für die viele Hülfe, die er mir bei dieser Arbeit geleistet hat, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Bericht über die Nenerungen auf dem Gebiete der Theerfarbenchemie.

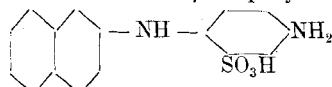
Von Dr. A. Buntrock, Elberfeld.

[Fortsetzung von S. 197.]

Secundäre Disazofarbstoffe.

Eine Anzahl werthvoller schwarzer Farbstoffe mit α -Naphtylamin in Mittelstellung erhält die Actiengesellschaft für Anilinfabrikation (D.R.P. 101 274) aus Sulfosäuren des p-Amidodiphenylamins bez. dessen Homologen als erste Componente und den Naphtolen und Naphtolsulfosäuren als Endcomponente, z. B.:
 p - Amidodiphenylaminsulfosäure $\rightarrow \alpha$ -Naphtylamin \rightarrow 1 . 4-Naphtolsulfosäure. Und zwar gelangen zur Verwendung: p-Amidodiphenylaminsulfosäure, p - Amidophenyl-o- und -p-tolylaminsulfosäure, p-Amidophenyl-m-xylylaminsulfosäure, p-Amidodiphenylamin-disulfosäure in Anfangs- und 1 . 4-Naphtolsulfosäure und 2-Naphtol-3 . 6-disulfosäure R in Endstellung. Wenn an erster Stelle eine Disulfosäure verwendet wurde, kann als Endcomponente auch β -Naphtol Verwendung finden.

In dem amerikanischen Patente 628 025 (vergl. auch D.R.P. 106 725) wird als Ausgangsmaterial noch p-Amidophenyl- β -naphthylaminsulfosäure (erhalten durch Reduction des Condensationsproduktes aus p-Nitrochlorbenzol-o-sulfosäure und β -Naphtylamin):



aufgeführt und der Farbstoff: p-Amidophenyl- β -naphthylaminsulfosäure $\rightarrow \alpha$ -Naphtylamin \rightarrow 2 . 6 - Naphtolsulfosäure ausschliesslich beschrieben.

Der Farbstoff färbt Wolle im sauren Bade sehr walk- und lichtecht an.

Das Zusatzpatent vom 2. Febr. 1899 zum franz. Pat. 271 609 behandelt den Ersatz der p-Amidodiphenylaminsulfosäure durch die Reduktionsprodukte der Nitrodiphenylaminderivate, welche bei der Einwirkung von p-