**9. Aenderung der Emission und Absorption
von Platinschwarz und Russ mit zunehmender
Schichtdicke; von F. Kurlbaum.**

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

Alle Strahlungsmessungen beruhen auf den absorbirenden Eigenschaften der dünnen Schicht, welche auf Bolometer oder Thermosäule aufgetragen wird. Diese Schicht soll daher möglichst schwarz sein, für relative Messungen würde es schon genügen, wenn sie alle Wellenlängen gleichmässig absorbirte. Eine solche Schicht giebt es jedoch nicht, und es ist wichtig, die selectiven Eigenschaften zu kennen, da sie eine ungewöhnlich grosse Fehlerquelle bilden können.

Der einfachste Weg, das Absorptionsvermögen zu bestimmen, ist der, das Emissionsvermögen mit dem des idealen schwarzen Körpers zu vergleichen, wodurch das Absorptionsvermögen nach der Kirchhoff'schen Beziehung $E/A = e$ bei einer bestimmten Temperatur bekannt ist.¹⁾ Der schwierigere Weg ist der, die Absorption durch die Reflexion $R = 1 - A$ bei einer genügend dicken Schicht zu bestimmen, denn die Reflexion ist sehr gering und ausserdem diffus, sodass stets nur ein kleiner, einen gewissen Raumwinkel füllender Bruchtheil gemessen werden kann.²⁾ Alle früheren Beobachter haben nur die maximale Emission gemessen oder im allgemeinen angegeben, dass die Emission zunächst mit der Schichtdicke zunimmt und nach Ueberschreiten einer gewissen Grenze wegen des schlechten Wärmeleitvermögens wieder abnimmt. Gegenstand dieser Untersuchung ist, die Abhängigkeit der Absorption von der Schichtdicke zu bestimmen. Es wird sich zeigen, dass sehr dünne Schichten, die optisch dem schwarzen Körper schon bis auf wenige Procent nahe kommen,

1) Crova et Compan. Sur le pouvoir absorbant du noir de fumée pour la chaleur rayonnante. Compt. rend. 126. p. 707—710. 1898.

2) Knut Ångström, Absorptionsvermögen geschwärzter Körper. Verhandl. der Akad. d. Wiss. zu Stockholm 5. p. 283—295. 1898.

thermisch noch nicht die Hälfte des Absorptionsvermögens des schwarzen Körpers besitzen.

Die Untersuchungsmethode besteht darin, die Emission der verschieden dicken Schichten mit der Emission des schwarzen Körpers bei möglichst derselben Temperatur, bei ungefähr 100° zu vergleichen. Als Maass für die Dicke der Schicht wurde die Masse pro Quadratdecimeter gewählt.

Die Apparate.

Die Apparate sind im wesentlichen den bei einer früheren Arbeit benutzten ähnlich.¹⁾ Der schwarze Körper besteht aus einem innen geschwärzten Messingblech-Cylinder *C* (vgl. Fig. 1)

Fig. 1.

von 16 cm Länge und 12 cm Durchmesser. Boden und Deckel werden durch den Mantel eines stumpfen Kegels gebildet, am den Deckel ist eine Oeffnung *O* von 2 cm Durchmesser zum Austreten der Strahlung. Dieser Cylinder befindet sich in einem rechteckigen Messingkasten von den Dimensionen $14 \times 14 \times 20$ cm, *Z* und *A* sind Zu- und Abflussröhren für den Wasserdampf, welcher den schwarzen Körper umspült. In gleicher Höhe mit *O* sind an dem Kasten bei F_1 und F_2 zwei kurze Cylinderrohre mit äusserem Gewinde angelöthet, auf diese werden mit Hülfe eines Metallringes Platinbleche dampfdicht aufgeschraubt, welche Träger der zu untersuchenden Schicht sind und eine frei strahlende Kreisfläche von 4 cm Durchmesser besitzen. Der Kasten ist bis auf die strahlenden Flächen mit Filz umkleidet.

1) F. Kurlbaum, Wied. Ann. **65**, p. 746. 1898.

Zwischen der Oeffnung *O* und dem Bolometer *B* ist ein Diaphragma *D* von 1 cm Durchmesser eingeschaltet, welches nur Strahlen aus dem Innern des schwarzen Körpers zum Bolometer gelangen lässt. Bei einer Horizontalverschiebung des Kastens strahlen die zu untersuchenden Schichten zum Bolometer. Der innen mit Wasser von Zimmertemperatur gespülte Fallverschluss *V* befindet sich zwischen Diaphragma und Siedegefäss. Das Bolometer hat die übliche Anordnung mit vier Bolometerzweigen, von denen zwei gleichzeitig bestrahlt werden, die letzte Abgleichung der Zweige erfolgt auf der Brücke *P*. Das du Bois und Rubens'sche Galvanometer *G* besitzt mit dem mittleren System, auf 6 Sekunden halbe Schwingungsdauer astasirt, eine für diese Zwecke mehr als ausreichende Empfindlichkeit.

Versuche mit Platinschwarz.

Das Platinschwarz wurde nach dem Recept¹⁾ 1 Theil Platinchlorid + 30 Theile Wasser + 0,008 Theile Bleiacetat bei 0,03 Amp. cm² Stromdichte und 4 Volt Spannung hergestellt, und nur die Zeit der Elektrolyse variirt. Die Stromdichte lässt sich nicht genau einhalten, weil während der ersten Viertelminute die Stromstärke rapide sinkt und nach der ersten Minute langsam steigt.

Das elektrolytische Gefäss bestand aus einem horizontalen Glaszylinder von 25 mm Länge und 38 mm innerem Durchmesser. Die beiden Böden des Cylinders wurden durch die wasserdicht angedrückten Platinelektroden gebildet, die Flüssigkeit trat durch ein an der Cylinderwand angeschmolzenes Rohr ein, durch welches auch die entwickelten geringen Gas-mengen ausströmen konnten.

Die Strahlung einer geschwärzten Fläche liess sich direct mit der des schwarzen Körpers vergleichen, indem für die schwächere Strahlung soviel Ballast aus dem Stromkreis herausgenommen wurde, dass beide Strahlungen nahezu gleiche Aus-

1) F. Kurlbaum, Sitzungsber. der Physikal. Ges. zu Berlin, p. 11. 14. Juni 1895.

schläge hervorriefen. In nachstehender Versuchsreihe bedeuten W_1 und W_2 den Gesamtwiderstand des Stromkreises, in

Ausschlag in cm bei Strahlung			
	der geschwärzten Fläche $W_1 = 197,2 \text{ Ohm}$		des schwarzen Körpers $W_2 = 317,2 \text{ Ohm}$
1.	16,46	3.	15,98
2.	16,51	4.	16,03
6.	16,45	5.	16,03
7.	16,49		
Mittel $A_1 = 16,48$		$A_2 = 16,01$	

welchem der Widerstand des Bolometers nebst allen Zuleitungen als 17,2 Ohm bei 17° enthalten ist. Das Product aus Ausschlag und Widerstand ist ein genaues relatives Maass für die Strahlung, und $(A_1 W_1 / A_2 W_2) 100$ giebt die gesuchte Strahlung der Schicht, bezogen auf die des schwarzen Körpers gleich 100.

Fig. 2.

Nur für ganz schwache Strahlungen, z. B. für die des blanken Platinblechs, auf welchem die schwarze Schicht aufgetragen wird, ist es nicht mehr günstig den Widerstand bis zur Ausschlagsgleichheit zu verkleinern, weil sonst die Stromstärke in den Bolometerzweigen so gross wird, dass die Temperaturerhöhung des Bolometers nicht mehr proportional der zugeführten Wärme ist. In diesem Fall sind die Strah-

lungen durch verschieden grosse ausgemessene Diaphragmen verglichen oder durch Ausschläge, deren Proportionalität geprüft war.

Tabelle 1 giebt die Strahlung s von Platinschwarz in Schichten verschiedener Dicke $d = mg/dm^2$. In Curve 1 (vgl. Fig. 2) ist horizontal die Schichtdicke, vertical die Strahlung s aufgetragen.

Tabelle 1.

Platinschwarz.

$\frac{mg}{dm^2}$	s	$\frac{mg}{dm^2}$	s	$\frac{mg}{dm^2}$	s
0	6,4	28,6	46,5	94,2	94,2
3,7	7,8	32,7	58,5	107,2	94,9
15,0	12,9	41,2	72,9	114,0	95,3
22,4	23,4	59,9	89,3	189,7	96,8
25,7	31,1	82,7	93,5	318,5	96,7

Versuche mit Russ.

Den Russ lieferte ein Petroleumflämmchen, dessen Cylinder durch ein Blech mit kleiner Oeffnung bedeckt wurde, aus der ein feiner Russstrahl austrat. Tabelle 2 giebt die Strahlung s

Tabelle 2.

Russ.

$\frac{mg}{dm^2}$	s	$\frac{mg}{dm^2}$	s	$\frac{mg}{dm^2}$	s
2,2	33,0	9,7	77,6	30,0	94,2
2,5	40,7	12,6	82,5	33,2	94,5
7,9	58,0	17,3	89,8	33,9	94,0
7,9	64,0	24,2	93,1	52,7	93,1
9,0	72,9	26,7	94,9	112,8	88,2

bei verschiedener Dicke mg/dm^2 , die Resultate sind in Curve 2 (vgl. Fig. 2) eingetragen. Die Werthe auf dem ersten Anstieg der Curve sind sehr ungenau, weil die Wägungsfehler sich hier sehr bemerklich machen, und weil eine sehr dünne Schicht sich nicht gleichmässig herstellen lässt. Auf einer blanken Fläche haftet der Russ zunächst schlecht, wo er aber gehaftet

hat, schlägt er sich mit Vorliebe nieder, sodass einzelne Stellen röthlich sind, während andere schon schwärzlich oder noch blank sind. In der Nähe des Maximums verläuft die Curve gleichmässig und fällt bei weiterer Verdickung der Schicht, weil die Temperatur der äussersten Schicht sinkt, sodass also auch das Maximum zu niedrig erscheinen muss.

Mit Hülfe des Stefan-Boltzmann'schen Gesetzes lässt sich die Temperaturdifferenz für eine gewisse Schichtdicke ungefähr berechnen, wenn man einige später zu erörternde Umstände vernachlässigt, die das Resultat nur wenig beeinflussen.¹⁾

Ist T_1 die Zimmertemperatur, T_m die Temperatur der maximal strahlenden Schicht in dem strahlenden Theil und m die zugehörige Strahlung, T_n ebenso die Temperatur einer dickeren Schicht und n die zugehörige Strahlung, so ist:

$$\frac{T_m^4 - T_1^4}{T_n^4 - T_1^4} = \frac{m}{n}.$$

Für $T_1 = 290^\circ$ abs. $T_m = 373^\circ$ abs. $m = 94,9$ $n = 88,2$ vgl. p. 850 Tabelle 2) ergibt sich $T_n = 368,8^\circ$ also um $4,2^\circ$ niedriger als T_m bei einer Dickendifferenz $112,8 - 26,7 = 86,1$ mg/dm^2 . Mit Hülfe dieses Temperaturgefälles lässt sich die Temperaturdifferenz zwischen dem Siedegefass und der Oberfläche der maximal strahlenden Schicht gleich $1,3^\circ$ berechnen. Dementsprechend wird die maximale Strahlung selbst durch den Versuch um etwa $1\frac{1}{2}$ Proc. zu klein gefunden.

Während obige Russcurve in der Nähe des Maximums gleichmässig verläuft, habe ich mit Russ, der nach dem Vorgange von Crova und Compan²⁾ in Alkohol gebadet wurde, unregelmässige Resultate erhalten. Der Russ sintert hierbei auf ein viel kleineres Volumen zusammen, in dünnen Schichten verliert er das röthliche Aussehen und wird hellgrau. Wie genaue Wägungen ergaben, findet ein Gewichtsverlust von mehr als 1 Proc. nicht statt. Die Emission dünner Schichten wird durch das Baden erhöht und zwar häufig um viel mehr als durch besseres Wärmeleitvermögen hervorgerufen sein könnte. Im Maximum ist die Emission für lange Wellen nicht grösser, dagegen wird die Absorption für kurze Wellenlängen

1) Der Gegenstand ist genauer in einer demnächst zu veröfentlichenden Untersuchung erörtert.

2) Crova u. Compan, l. c.

entschieden kleiner, da der Russ auch in dickeren Schichten noch deutlich grau erscheint.

Fehlerquellen.

Die Fehler, welche durch die Ungenauigkeit der bolometrischen Messung hervorgerufen werden, sind ungefähr $\frac{1}{4}$ Proc. der Strahlung des schwarzen Körpers, die Unregelmässigkeiten, welche bei Reproduction der strahlenden Schicht auftreten, betragen in der Nähe des Maximums weniger als 1 Proc., sind aber für dünne Schichten, namentlich bei Russ, viel grösser.

K. Ångström¹⁾ hebt hervor, dass die Temperatur einer strahlenden Oberfläche nie genau bekannt sei. Allerdings ist bei Russ im Maximum der Emission die Temperatur der äussersten Schicht um ungefähr $1,3^{\circ}$ niedriger als die der tiefsten Schicht, bei Platinschwarz ist eine Temperaturdifferenz innerhalb praktischer Grenzen nicht nachweisbar, wie die beiden letzten in die Platincurve nicht mehr eingetragenen Punkte zeigen.

Während die Strahlung des schwarzen Körpers leicht einwandfrei zu messen ist, tritt bei Messung der geringen Strahlung gut reflectirender Flächen eine Fehlerquelle auf, die besonders zu fürchten und deshalb genau zu erörtern ist. Für jede Messung ist ein Diaphragma, durch welches die Strahlung zum Bolometer gelangt, erforderlich.

Macht man die der Strahlungsquelle zugewandte Diaphragmenseite schwarz, so ist sie mit einem schlechten Wärmeleiter belegt, denn schwarze Stoffe sind gewöhnlich schlechte Leiter. Glas, Holz, Papier, Leder, Wolle, Leinen, Seide, Kautschuk, Asbest etc. strahlen alle ungefähr 90 Proc. vom schwarzen Körper aus. Steht also einer polirten Metallfläche ein schlechter Wärmeleiter gegenüber, so steht ihr ein 15- bis 30 mal so gut strahlender Körper gegenüber, dessen Strahlung das zu untersuchende Metall fast vollkommen zum Bolometer reflectirt. Es kann also schon eine ganz geringe Temperaturerhöhung des schlechten Wärmeleiters einen erheblichen Fehler hervorrufen. Eine solche Temperaturerhöhung ist aber leicht mög-

1) K. Ångström, l. c.

lich, weil eine heisse Strahlungsquelle in der Nähe steht. Ueber die Grösse der Fehlerquelle kann man sich ein Urtheil verschaffen, indem man die Zeit der Bestrahlung, d. h. bei einem schnell folgenden Bolometer die Schwingungsdauer der Galvanometernadel ändert.

Selbst das Reflexionsvermögen eines nicht genügend geschwärzten Diaphragmas ist zu fürchten, da durch erste Reflexion am Diaphragma und zweite Reflexion am strahlenden Metall Flächentheile des Metalles zum Bolometer strahlen, die abgeblendet sein sollten. Die mögliche Grösse dieses zweiten Fehlers zeigt sich, wenn man das Diaphragma absichtlich spiegelnd macht.

Ein weiteres Kriterium für beide Fehler besteht darin, dass die falschen Strahlungen und Reflexionen hauptsächlich zu den Randtheilen des Bolometers gelangen, blendet man daher die Randtheile ab, so muss ein etwaiger Fehler hervortreten.

Hr. Wiedeburg¹⁾ erörtert bei der Messung des Emissionsvermögens polirter Metalle diese Fehlerquelle nicht, während sie die übrigen von ihm erwähnten Fehlerquellen um vieles übertrifft. Bei seinen Versuchen stand das mit Asbestpappe belegte Diaphragma nur 2,3 cm vom Siedegefass entfernt, während der $1\frac{3}{4}$ Minuten dauernden Bestrahlung der Thermosäule wurde also die Asbestpappe durch heisse Luft und Strahlung erwärmt und strahlte selbst durch Reflexion an dem zu untersuchenden Metall zur Thermosäule. Nach rohen Versuchen nimmt eine Asbestpappe, welche auf einem mit Wasser von Zimmertemperatur gespülten Blechkasten aufliegt, unter obigen Bedingungen eine ungefähr 3° höhere Temperatur an und strahlt schon bei dieser geringen Temperaturerhöhung ungefähr halb so viel aus, wie polirtes Silber bei 100° . Wieviel von dieser unbeabsichtigten Strahlung zur Thermosäule gelangt, hängt von den Dimensionen der Thermosäule und deren Abstand vom Diaphragma ab. Da hierdurch zu jeder Emission ein annähernd constantes Stück hinzukommt, so wird nur das Verhältniss der Emission der verschiedenen Metalle berührt, nicht aber die Reihenfolge der Metalle nach

1) O. Wiedeburg, Wied. Ann. **66**. p. 92—110. 1898.

der Grösse der Emission, und auf diese Reihenfolge kam es Hrn. Wiedeburg allerdings im wesentlichen an.

Für Messungen der Emission reflectirender Flächen ist es unbedingt erforderlich, ein möglichst schwarzes und doch die Wärme nicht zu schlecht leitendes Diaphragma zu benutzen, also etwa ein starkes Metallblech, welches mit Platinschwarz genügend dick überzogen ist. Bei kurzer Bestrahlungszeit braucht man nur den Fallverschluss, nicht aber das Diaphragma mit Wasser zu spülen.

Verschiedene Typen geschwärzter Flächen.

Der Anstieg der Curven von Platinschwarz und Russ ist sehr verschieden. Für Russ ist folgende Vorstellung zulässig. Es sei eine dicke strahlende Schicht in sehr dünne, parallele, hintereinander liegende Schichten von der Dicke dx zerlegt. Jede Schicht strahle mit dem Emissionsvermögen ϵdx , hiervon tritt nur $\epsilon dx e^{-\alpha x}$ aus, wenn αdx das Absorptionsvermögen einer Schicht bedeutet. Also ist die Summe der austretenden Strahlungen gleich

$$\epsilon \int_0^{\infty} e^{-\alpha x} dx = -\frac{\epsilon}{\alpha} \left[e^{-\alpha x} \right]_0^{\infty} = \frac{\epsilon}{\alpha},$$

was gleich dem Kirchhoff'schen e , gleich der Strahlung des schwarzen Körpers ist, da man den Kirchhoff'schen Satz auf durchlässige Schichten anwenden darf, und was für Russ experimentell angenähert gleich e gefunden ist.

Es könnte auffallen, dass der Werth des Integrales unabhängig von irgend einer Voraussetzung über das Emissions- und Absorptionsvermögen stets gleich e wird. Dies hat seinen Grund darin, dass bei der Betrachtung durch die Vernachlässigung des Reflexionsvermögens der Körper als schwarzer definirt ist. In genügend dicker Schicht wird also jeder Körper schwarz, wenn ihm sein Reflexionsvermögen auf irgend eine Weise genommen werden kann. Man kann also den Unterschied zwischen einem schwarzen und einem nicht schwarzen Körper so auffassen, dass der nicht schwarze Körper seine Emission zum Theil in sein Inneres zurückreflectirt, der schwarze dagegen nicht.

Fasst man jede Ordinate der Russcurve, entsprechend obigem Integral, als Summe der Strahlung der einzelnen Schichten bei wachsender Schichtenzahl auf, so zeigen sich keine Abweichungen, die grösser als die Beobachtungsfehler sind, und es kann das Absorptions- und Emissionsvermögen einer sehr dünnen Schicht berechnet werden. Da die Strahlung der Russschicht an der sie tragenden Platinfläche gespiegelt wird, so ist in der genähert richtigen Annahme, dass diese Spiegelung vollständig sei, die Strahlung gleich der einer doppelt so dicken Schicht. Wenn man die Eigenstrahlung des Platinsbleches, sowie die Temperaturdifferenz in den verschiedenen Russschichten vernachlässigt, so berechnet sich nach Formel p. 854 aus zwei bestimmten günstig gelegenen Curvenpunkten, nämlich 12,6 mg/dm² und 82,5 Strahlung, und 25,1 mg/dm² und 93,7 Strahlung, $\alpha = 0,0079$ für die Dicke 0,1 mg/dm², auf den schwarzen Körper gleich 100 bezogen wird $\epsilon = 0,75$.

Im Gegensatz zur Russcurve entspricht der schwache Anstieg der Curve für Platinschwarz obigem Integral durchaus nicht, und es fragt sich, welche Gründe sich hierfür anführen lassen. Nach Christiansen¹⁾ werden alle durchsichtigen Körper in feinsten Vertheilung weiss, alle undurchsichtigen schwarz. Es scheint nun, als gäbe es zwei verschiedene Entstehungsarten der Schwärze. Unter Beibehaltung seines starken Reflexionsvermögens kann Platin schwarz werden, indem es in feinsten Vertheilung eine Structur annimmt, welche einer grossen Anzahl abgeschlossener Hohlräume mit kleinen Oeffnungen entspricht. Dies führt allerdings zu künstlichen Vorstellungen, man könnte z. B. schematisch annehmen, dass die Partikelchen eine grosse Anzahl paralleler cylindrischer Röhren bilden, in welche man hineinsieht. Verschwindet die Wanddicke gegen den Radius, und der Radius gegen die Länge der Röhren, so muss der Körper auch unter Beibehaltung der Reflexion schwarz werden. Ebenso ist ein Bündel von Nähnadeln, deren Spitzen alle in einer Ebene liegen, von der Spitzenseite aus gesehen, ein schwarzer Körper, trotzdem der blanke Stahl gut reflectirt.

Mikroskopisch ist von einem derartigen Aufbau nichts zu entdecken, Platinschwarz besteht aus sehr feinen schwarzen

1) Christiansen, Wied. Ann. **23**. p. 298. 1884.

Klumpchen, deren Dicke mit der Zeit der Elektrolyse zunimmt. Die feinere Structur der Klumpchen selbst ist nicht weiter erkennbar.

Es ist aber auch die Auffassung möglich, dass die feinen Partikel von Platinschwarz überhaupt nicht reflectiren. Zur Reflexion einer Welle ist eine gewisse Schichtdicke des Metalles erforderlich, und da man Platinschwarz so auffassen kann, wie J. Stark¹⁾ Russ aufgefasst hat, nämlich als Luft, die durch räumlich ungefähr 2 Proc. eines Fremdkörpers verunreinigt ist, so dient Platinschwarz wohl zur Schwächung, d. h. zur Absorption der Welle, aber die Welle schreitet in Luft weiter fort, bis sie durch vielfache Schwächung vernichtet ist.

Den zuerst schwachen Anstieg der Platincurve dadurch zu erklären, dass nicht eine einzige Wellenlänge, sondern ein Wellenlängengemisch und verschiedene Absorptionscoefficienten vorhanden sind, ist nicht möglich, da bei Wellenlängengemischen der Absorptionscoefficient in den ersten Schichten grösser erscheint als in den späteren Schichten. Es müsste also auch das Emissionsvermögen der ersten Schicht relativ grösser werden und daher die Curve steiler ansteigen.

Es ist auch möglich, dass während der ersten Zeit der Elektrolyse das Platinschwarz sich nicht in einer gleichmässigen Schicht auf das blanke Metall niederschlägt, sondern in fein vertheilten Pünktchen, die zwischen sich eine relativ grosse Fläche frei lassen. Es würde dann nicht eine Schicht Platinschwarz, sondern blankes Metall mit wenigen isolirten schwarzen Punkten strahlen. Diese feinen Punkte werden wahrscheinlich im weiteren Verlauf der Elektrolyse bevorzugt mit Schwarz umkleidet, sodass sie allmählich das blanke Metall bedecken. Vielleicht tritt auch bei längerer Elektrolyse innerhalb der Pünktchen eine Structuränderung ein, die das Emissionsvermögen beeinflusst. Etwas Entscheidendes über alle diese Vorgänge wird sich erst nach Untersuchung verschiedener Metalle in Mohrform sagen lassen, namentlich unter Berücksichtigung der Emission unter verschiedenen Winkeln und der Reflexion bei streifender Incidenz. Leider ist die Anzahl der verwend-

1) J. Stark, Wied. Ann. **62**. p. 353—367. 1897.

baren Metalle klein, bei Palladium ist der Anstieg der Curve nach Vorversuchen ähnlich wie bei Platin.

Welche Bedeutung dem Umstande zukommt, dass zur Schwärzung durch Platin ungefähr eine 3,5 mal so grosse Masse nöthig ist als bei Russ, und ob hierin eine Beziehung zu irgend einer anderen Eigenschaft der Stoffe liegt, wird sich auch erst mit Hülfe weiterer Versuche entscheiden lassen.

Schluss.

Wie experimentell gezeigt ist, kommen Platinschwarz und Russ dem schwarzen Körper sehr nahe, wenigstens in dem Gebiet langer Wellen, welche ein schwarzer Körper von 100° zu einem solchen von Zimmertemperatur aussendet. Das Intensitätsmaximum des Normalspectrums liegt für diese Temperatur ungefähr bei $8\ \mu$. Für kürzere Wellen nimmt das Absorptionsvermögen noch zu, da schon eine dünnere Schicht schwarz ist, z. B. beträgt die Strahlung einer optisch gerade schwarz erscheinenden Fläche bei 100° nur 40 Proc. von der Gesamtstrahlung des schwarzen Körpers.

Man kann also behaupten, dass Platinschwarz und Russ, so weit sie noch in höheren Temperaturen existiren können, in genügend dicker Schicht das Stefan-Boltzmann'sche Gesetz erfüllen müssen, und dass eine erhebliche Abweichung hiervon nur durch eine zu dünne strahlende Schicht oder ein zu dünn belegtes Bolometer gefunden werden kann.

Es ist zwar lange bekannt, dass Platinschwarz und namentlich Russ für lange Wellen durchlässig sind, doch dürfte die Grösse der Fehlerquelle oft unterschätzt sein. Die Intensitätsverhältnisse in verschiedenen Spectralgebieten können nach obigem durch ein scheinbar schwarzes Bolometer um 60 Proc. falsch wiedergegeben werden. Es würde daher zweckmässig sein, die Dicke der Schicht auf den Bolometern absichtlich innerhalb weiter Grenzen zu variiren, um die Grösse der Absorption in verschiedenen Spectralgebieten kennen zu lernen. Dieser Weg ist auch ganz einwandfrei, während die hier benutzte Methode auf der Annahme beruht, dass die Absorption sich in dem Intervall von Zimmertemperatur bis zu 100° nicht merklich ändert, sodass die Voraussetzung des Kirchhoff'schen Gesetzes $(A/E)=e$ erfüllt ist, indem Emission

und Absorption sich auf gleich zusammengesetzte Strahlungen beziehen.

Für Wellenlängen bis zu $8\ \mu$ aufwärts ist es immer genügend, nach dem (p. 848) erwähnten Recept ungefähr 3 Min. Platinschwarz niederzuschlagen, da die dann noch vorhandene geringe Abweichung vom schwarzen Körper nur der diffusen Reflexion zuzuschreiben ist. K. Ångström¹⁾ findet, dass man die diffuse Reflexion durch eine darauf zu legende dünne Schicht Russ noch verringern kann.

In Gebieten wesentlich grösserer Wellenlänge ist Platinschwarz nach Versuchen von Rubens und Nichols²⁾ viel durchlässiger und Russ noch in höherem Grade, sodass hier ein geeignetes Absorptionsmittel fehlt.

Für alle Untersuchungen dürfte Platinschwarz besser sein als Russ, nicht bloss wegen seines etwas besseren Absorptionsvermögens und der grösseren Wärmeleitfähigkeit, sondern vor allem, weil eine gleichmässigere Schicht hergestellt und der Grad der Absorption durch die Daten der Elektrolyse definirt werden kann. Selbst wenn man ein möglichst schnell folgendes Bolometer braucht, ist Platinschwarz vortheilhafter als Russ, da das Gewicht einer angenähert schwarzen Schicht, multiplicirt mit der specifischen Wärme, für Platin einen kleineren Werth als für Kohlenstoff ergibt.

1) K. Ångström, l. c.

2) Rubens u. Nichols, Wied. Ann. **60**. p. 418. 1897.

(Eingegangen 5. März 1899.)