ÜBER

DIE SPECTREN VON KUPFER, SILBER UND GOLD

VON

J. M. EDER UND E. VALENTA.

(Mit 4 Textfiguren.)

(VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 7. NOVEMBER 1895.)

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Bei unseren spectral-analytischen Untersuchungen[1] hatten wir verschiedene Elemente unter variablen Versuchsbedingungen betreffs ihrer Emissionsspectren untersucht und auf Grund sorgfältiger Wellenlängenmessungen auf principielle Verschiedenheiten verschiedener Spectren einer und derselben Substanz hingewiesen.

Die damals angestellten Vorversuche hatten gezeigt, dass bei den Elementen Kupfer, Silber und Gold sich neue Aufschlüsse über die variablen Spectren der Elemente ergeben, denn diese Elemente geben ausserordentlich linienreiche Funkenspectren, welche an Zahl und Schärfe der Linien die entsprechenden Bogenspectren weit übertreffen. Wir konnten unsere vor zwei Jahren begonnenen diesbezüglichen Untersuchungen damals aus dem Grunde nicht zu Ende führen, weil der uns zu Gebote stehende Spectrograph mit Quarzprisma in den weniger brechbaren Bezirken eine zu geringe Dispersion hatte und der Spectrograph mit Glascompoundprisma diese Lücke wohl im Blau und Violett bis zum Beginne des Ultraviolett ausfüllte, jedoch im sichtbaren Theile immer noch zu wenig leistete.

Es gelang uns inzwischen, zwei Rowland'sche Concavgitter zu erhalten, welche uns Herr John A Brashear in Allegheny freundlichst einsandte, und zwar ausgezeichnete Concavgitter mit sehr kurzem Focus, welche bei grosser Lichtstärke eine vorzügliche Definition gaben. Wir wählten dasjenige derselben, welches sowohl das Spectrum erster als auch jenes der zweiten und dritten Ordnung mit grosser Helligkeit gab, um einen grösseren Spielraum in der Definition zu haben, obschon ein solches Gitter, welches die Spectren erster und zweiter Ordnung beinahe gleich hell gibt, schwerer zu handhaben ist als eines, welches das Spectrum erster Ordnung sehr hell, dagegen jenes zweiter und dritter Ordnung bedeutend lichtärmer wiedergibt.

Durch Anwendung des Gitterspectrographen, auf dessen thunlichst präcise Aufstellung die grösste Sorgfalt verwendet wurde, erhielten wir ein ausgezeichnetes Beobachtungsmittel, welches uns gestattete, im Vereine mit dem oberwähnten Prismenapparate die Genauigkeit der Resultate wesentlich zu steigern.

[1] Eder und Valenta, Denkschriften der kais. Akademie der Wissenschaften, mathem.-naturw. Classe, 1890—1894.

Bekanntlich liefern Gitterspectrographen weit genauere Wellenlängenmessungen, als man sie am prismatischen Spectrum anstellen kann; unsere im Nachstehenden beschriebenen Messungen übertreffen demzufolge die früher gemachten merklich und wir erzielten durchschnittlich eine Genauigkeit von 0·05 bis 0·1 A. E. Die grössere Schärfe der Linien gestattet ein sehr genaues Messen, so dass die Genauigkeit der Endresultate sehr befriedigend im Vergleiche mit den Ergebnissen der viel lichtärmeren Gitter mit langem Focus ist.

Da unseres Wissens Concavgitter mit sehr kurzem Focus, wozu wir Brennweiten von unter $^3/_4$ *m* rechnen,[1] bisher zu ausgedehnten Untersuchungen wenig benützt wurden, und es beim Arbeiten mit solchen Gittern auf eine sorgfältige Anordnung des Apparates wesentlich ankommt, viel mehr als bei Gittern mit langem Focus, so wollen wir unseren Arbeitsgang genauer beschreiben.

Zunächst wollen wir noch bemerken, dass bekanntlich die Spectren zu beiden Seiten des Gitters niemals vollkommen gleiche Helligkeit aufweisen, sondern dass sich stets eine Verschiedenheit der Helligkeit derselben, welche wiederum in den Spectren verschiedener Ordnung variirt, bemerkbar macht. Dazu kommt noch, dass je nach der Art der Furchung am Gitter das Spectrum zweiter Ordnung heller als jenes erster Ordnung sein kann. Noch complicirter wird die Sache durch den Umstand, dass nicht selten, z. B. das Spectrum erster Ordnung, optisch heller als das der zweiten Ordnung erscheint, aber im photographisch wirksamen ultravioletten Theile sich das Verhältniss umkehrt; ja es kann vorkommen, dass das ultraviolette Spectrum dritter Ordnung heller ist als dasjenige erster Ordnung, trotzdem im optischen Theile das Helligkeitsverhältniss umgekehrt ist. Das von uns derzeit benützte Gitter zeigt z. B. folgende Eigenschaften: Das Spectrum erster Ordnung ist sehr hell und sehr scharf vom Roth bis gegen die Fraunhofer'sche Linie *H* hinaus und zu Beginn des Ultraviolett bis circa $\lambda = 3900$.

Das Ultraviolett erster Ordnung von $\lambda = 3900$ bei ca. 2500 ist bei unserem Gitter mittelmässig hell, von $\lambda < 2500$ aber sehr lichtschwach. Das Spectrum zweiter Ordnung ist im Roth, Gelb und Grün wesentlich lichtschwächer als das Spectrum erster Ordnung, welches in diesem Bezirke dreimal heller als jenes ist. Dagegen ist die Helligkeit des Spectrums zweiter Ordnung im Blau, Violett und Ultraviolett sehr gross, so dass diese Bezirke auf Bromsilbergelatine-Platten kräftiger als unser Spectrum erster Ordnung wirken, was namentlich vom stärker brechbaren Ultraviolett gilt, welches beim Spectrum zweiter Ordnung zwei- bis dreimal heller als bei jenem erster Ordnung wirkt. Von λ 2800 bis λ 1900 arbeiten wir mit dem Quarzspectrographen mit einem Prisma, welcher den Gitterspectrographen in diesen Bezirken an Helligkeit und auflösender Kraft (wenigstens bei jenen Gittern, welche wir untersuchen konnten) weit überlegen ist. Das Spectrum dritter Ordnung ist bei unserem Gitter sehr hell; im Ultraviolett von $\lambda > 2200$ ist es ungefähr gleich hell wie das Ultraviolett zweiter Ordnung, vielleicht sogar etwas heller, demzufolge ist das Spectrum zweiter Ordnung von sehr lichtstarken Linien dritter Ordnung durchsetzt, welche ausgeschieden und identificirt werden müssen, und dann eine ausserordentlich scharfe Controle für die Messungen am Spectrum zweiter Ordnung abgeben. Auch das Violett und Ultraviolett in der Umgebung der Fraunhofer'schen Linie *H* tritt so lichtstark im Spectrum dritter Ordnung auf, dass es sogar durch hellgelbes Glas durchdringt und nur mittelst dunkelgelber Gläser oder intensiver Pikrinsäureschichten abfiltrirt werden kann. Auch das Spectrum 4. Ordnung ist bei dem von uns angewendeten Gitter noch deutlich nachweisbar, jedoch ist seine Helligkeit eine geringe.

Jedes Concavgitter zeigt aber andere Variationen in der Vertheilung der Helligkeit und Definition bezüglich der Spectren verschiedener Ordnung, und es bleibt somit bei der Montirung des Gitterspectrographen nichts Anderes übrig, als mit dem provisorisch aufgestellten Apparate die Spectren verschiedener Ordnung einer Vorprüfung zu unterziehen, um die günstigste Seite des Gitters für die definitive Anordnung wählen zu können.

Bei der Montirung des Gitterspectrographen soll darauf geachtet werden, dass derselbe völlig lichtdicht gegen äusseres fremdes Licht geschützt ist, damit man im Arbeitsraume jede Art von Lichtquelle frei

[1] Das von Kayser und Runge benützte Gitter hatte einen Krümmungsradius von 6·5 *m*.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

aufstellen und benützen kann, ohne eine Verschleierung der photographischen Platten durch falsches Licht befürchten zu müssen.

Der an der k. k. Versuchsanstalt für Photographie und Reproductionsverfahren in Verwendung stehende Concavgitterapparat wurde von Eugen v. Gothard ausgeführt. Fig. 1 gibt uns die schematische Anordnung der einzelnen Theile des Apparates; Fig. 2 zeigt eine Ansicht des ganzen Apparates. Derselbe ist auf einem dreieckigen Tische *T*, dessen Füsse mit Stellschrauben versehen sind, montirt. Am rechten Winkel des dreieckigen Tisches ist ein kleines Tischchen angebracht, welches mit dem eigentlichen Tischgestelle fest durch massive Träger verbunden ist. Dasselbe hat die Bestimmung, die Quarzcondensorlinie *C* und den Funkengeber *f* aufzunehmen, und es sind die beiden Metallplatten *P*, *P'*, auf denen diese Hilfsvorrichtungen aufgestellt werden, so eingerichtet, dass man mittelst Zahnstange und Trieb, sowie eines Hock'schen Schlüssels vom Beobachtungsfernrohre aus im Stande ist, den Funkengeber seitlich zu verschieben, während zwei Metallschienen, auf denen die beiden Platten sich in der Richtung der Axe des Collimatorrohres *r* verschieben lassen, die Bewegung von Funkengeber und Condensor bezüglich scharfer Einstellung der Lichtlinie auf den Spalt ermöglichen. Der Spalt am Collimatorrohre ist ein hochpolirter Stahlspalt, welcher durch eine plangeschliffene Quarzplatte

Fig. 1.

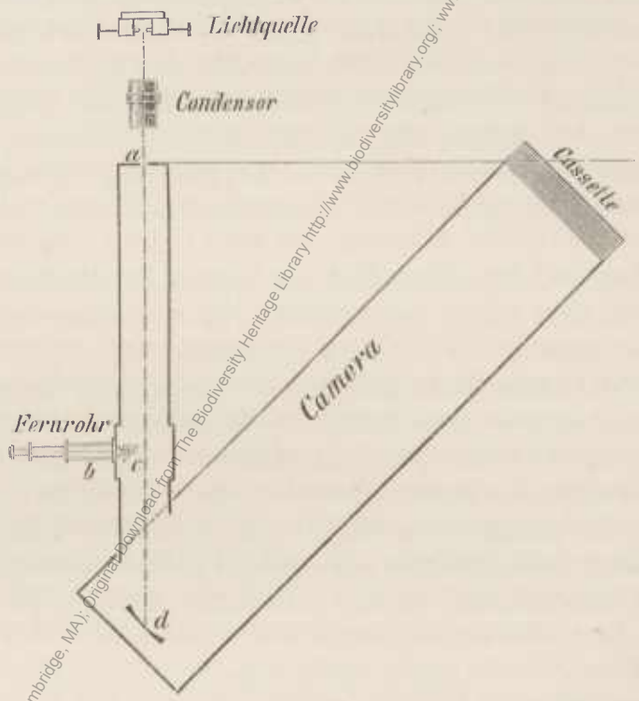
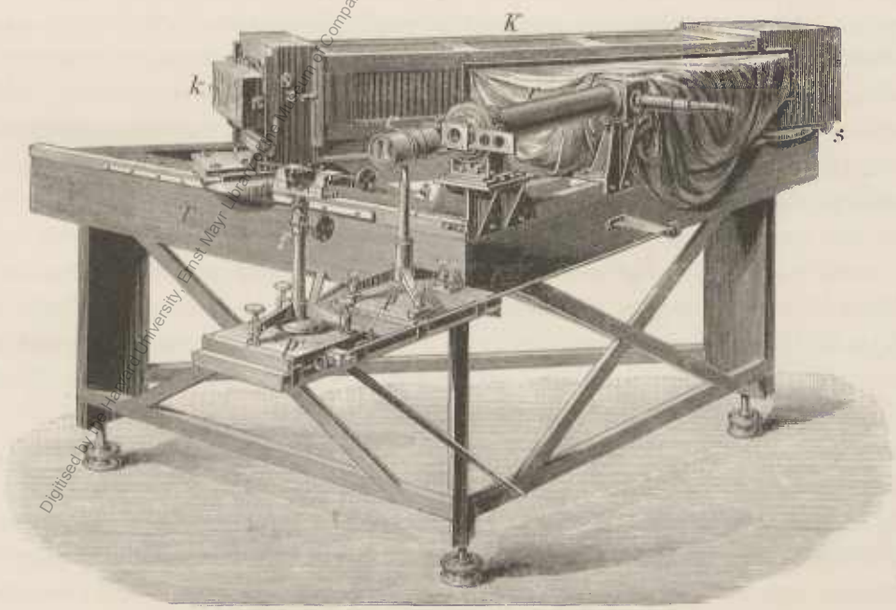


Fig. 2.



vor Staub geschützt wird. Das Collimatorrohr ist fix an der einen Kathete des Tischgestelles montirt und

[1] Astrophysikalisches Institut in Herény, Ungarn.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

mit einem seitlich angebrachten Einstellfernrohre *d* (Fig. 1) versehen, welche Vorrichtung in der bereits früher bei Beschreibung des Quarzapparates[1] geschilderten Weise eine bequeme Controle der Einstellung gestattet, so dass man sofort erkennen kann, ob das einfallende Lichtbüschel den Spiegel voll trifft. Das Collimatorrohr greift in eine schlitzförmige Öffnung der verstellbaren Camera so ein, dass die Axe desselben bei jeder Verstellung der Camera stets die Mitte des Gitters trifft.

Das in der Camera (Fig. 1) bei *d* befindliche Concavgitter ist ein Rowland'sches Gitter von 730 *mm* Brennweite. Es ist auf einem Tischchen derartig montirt, dass es mittelst feiner Schrauben sich nach verschiedenen Richtungen verstellen lässt, ohne dass es hiebei eine Pressung erleiden würde. Man kann es ferner von aussen mittelst einer Mikrometerschraube (Fig. 2, *S*) in der Richtung der Cameraaxe verschieben, was den Zweck hat, bei Verstellungen der Camera die Lage des Gitters richtig zu stellen. Die Camera *K* ist aus Mahagoniholz gefertigt und ruht auf beiden Katheten des Gestelles auf. Sie ist beiderseits auf Metallschienen beweglich und kann in jeder möglichen Stellung leicht fixirt werden. Die Cassette *B* befindet sich am anderen Ende der Camera. Der Abschluss dieses Endes der Camera gegen die Cassette besitzt einen Schlitz, hinter welchem sich eine mit einem schmäleren Schlitze versehene Metallplatte auf- und abwärts verschieben lässt. Die Gesammtbreite des fixen Spaltes beträgt 10 *mm*, jene des verschiebbaren Schlitzes 3 *mm*. Der verschiebbare Schlitz ist mittelst Zahnstange und Trieb verstellbar, und ist die Einrichtung so getroffen, dass derselbe in drei Stellungen fixirt werden kann, welche zusammen der Breite des fixen Spaltes entsprechen. Da es wegen des grossen Astigmatismus des Concavgitters von kurzer Brennweite nicht günstig war, mit der Lockyer'schen Riegelvorrichtung am Spalte zu arbeiten, haben wir diese Vorrichtung angebracht, mit deren Hilfe es leicht gelingt, drei verschiedene Spectren coïncidirend übereinander zu photographiren, oder, was unter Umständen erwünscht sein dürfte, zwei Spectren so ineinander zu photographiren, dass nur ein Theil des Gesammtbildes die Linien beider Spectren enthält.

Die Bildfläche des Spectrums, welches mit Concavgittern von so kurzem Focus, wie das von uns benützte Gitter ihn zeigt, erhalten wird, ist sehr stark gekrümmt; bei Verwendung der sonst gebräuchlichen photographischen Cassetten würden daher nur sehr kleine Spectralbezirke scharfe Linien geben. Da wir nun für unsere Versuche Bromsilbergelatine-Platten von 30 *cm* Länge verwendeten, um grössere Spectralbezirke in Einem photographiren und messen zu können, so ergab sich die Unmöglichkeit, mit ebenen Platten zu arbeiten. Auf die Vortheile der Verwendung gekrümmter Platten hat bereits Rowland hingewiesen. Bei den bisher verwendeten Gittern von sehr langem Focus ist jedoch die Krümmung eine so kleine, dass man bei Verwendung mässiger Plattenformate mit ebenen Platten arbeiten, beziehungsweise die erforderliche Krümmung den Platten ohne Schwierigkeit ertheilen kann.

Bei Concavgittern von kurzer Brennweite, wie in unserem Falle, macht das Biegen der photographischen Platten die grössten Schwierigkeiten, da man selbst den dünnsten Plattensorten des Handels nicht einmal annähernd die richtige Krümmung ertheilen kann. Wir liessen deshalb Platten aus dünnstem, best gekühltem Solinglase eigens für diesen Zweck herstellen. Diese Platten zeigen ein Maximum von höchstens 1 *mm* Glasstärke, sie lassen sich in dem von uns benützten Formate von 30 × 8 *cm* wohl nicht ganz bis zur theoretisch richtigen Krümmung biegen, aber anstandslos bis zu einem Krümmungsradius von 1240 *mm*, was sich bezüglich der allgemeinen Schärfe der Linien als praktisch vollkommen genügend erwies. Solche Platten aus sehr dünnem, vorzüglich gekühltem Solinglase lieferte uns freundlichst Herr Dr. Schleussner aus seiner Trockenplattenfabrik in Frankfurt a. M. in bester Qualität.

Die von uns verwendete Cassette stellt ein Kästchen vor, welches im Inneren zwei der Krümmung der Platten entsprechend geformte Metallschienen enthält. Die empfindliche Platte wird auf diese Schienen von zwei an den Seiten angebrachten Metallstücken, welche mittelst Schrauben von aussen zu fixiren sind, niedergedrückt. Beim Biegen der Platten ist Vorsicht und langsames Niederdrücken der Platten auf die gekrümmten Schienen sehr am Platze, indem sonst ein nicht unbeträchtlicher Percentsatz derselben bricht. Selbstverständlich nehmen die photographischen Platten wieder ihre ebene Lage ein, wenn die gewaltsam

[1] J. M. Eder, Denkschriften der kais. Akad. d. Wiss. Bd. LVII, 1890.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

niedergebogenen Enden wieder freigelassen worden oder mit anderen Worten die Klemmung aufgehoben wird. Im Ausmessapparate liegen die Platten wieder ganz eben. Es können einerseits durch das nicht völlige Anpassen der Platten an die Krümmung des Bildfeldes, andererseits durch Änderungen in der Krümmung der Platten während der Exposition oder mangelhaftes Zurückgehen in die völlig ebene Fläche, bei der Ausmessung kleine Fehler in der Bestimmung der Wellenlänge sich einschleichen, weil dadurch die Vertheilung der Linien auf der photographischen Platte nicht vollständig proportional der Wellenlänge geworden ist. Diese kleinen Fehler, welche an und für sich nicht bedeutend sind, würden von uns dadurch eliminirt, dass wir stets die Spectren völlig genau bekannter Elemente (Fe, Cd, Zn, Pb) mit genauer Einhaltung aller Vorsichtsmassregeln[1] neben das zu untersuchende Spectrum photographirten, so dass die beiden Spectrumbilder scharf aneinander stiessen; dann bezogen wir unsere Messungen in kurzen Intervallen auf bekannte Leitlinien, und machten so die erwähnten kleinen Abweichungen vollkommen unschädlich.

Ist der Spectrograph annähernd richtig angeordnet, so muss man zur Scharfeinstellung des Spectrums schreiten. Die vorläufige Einstellung geschieht am bequemsten auf optischem Wege mittelst einer Loupe, denn die übereinander gelagerten Spectren erster und zweiter Ordnung liegen in einer und derselben Bildfläche. Dann schritten wir zur schärferen Einstellung auf photographischem Wege unter Anwendung des Flaschenfunkens, welcher zwischen Elektroden aus einer Legierung von Zn, Cd und Pb überspringt, bei welcher Lichtquelle sich die zunehmende Schärfe der Linien bei Erreichung einer präciseren Einstellung leicht erkennen lässt. Die Feineinstellung nahmen wir stets mit Hilfe des Eisenspectrums vor, dessen feine Linien unter dem Mikroskope die präcise Einstellung erkennen lassen, während eine Änderung der Bilddistanz (Einstellung am Gitter) um $\pm 1\,mm$ sofort eine auffallende Verminderung der Schärfe, eine grössere Verschiebung von 2 bis 3 *mm* aus dem richtigen Focus, sogar Verdoppelung mancher Linien zur Folge hat.

Bei richtiger Einstellung müssen sich dann im Spectrum zweiter Ordnung benachbarte Eisenlinien wie $\lambda \begin{cases} 3840\cdot58 \\ 3841\cdot19 \end{cases}$ oder $\lambda \begin{cases} 4250\cdot93 \\ 4250\cdot28 \end{cases}$ spielend und sehr deutlich als Doppellinien auflösen lassen.

Beim Arbeiten mit derartigen Gitterspectrographen ist die Anwendung eines Condensors unerlässlich. Bei Prismenapparaten können sehr schön definirte Spectren erhalten werden, wenn man ohne einen Condensor zu verwenden, nur die Vorsicht beobachtet, die Lichtquelle 30 bis 40 *cm* vom Spalte entfernt aufzustellen; die Linien sind von vortrefflicher Schärfe und die Einstellung ist in diesem Falle weit einfacher als mit dem Condensor. Anders ist es beim Gitterspectrographen; ohne Condensor würde man hier nur ein sehr schmales, kaum einige Millimeter breites Spectrum erhalten, das zu Messungszwecken ungeeignet ist. Am besten sind Quarzcondensoren mit gekreuzten Cylinderlinsen, wie wir selbe über Anrathen des Herrn Dr. V. Schumann seit Längerem mit bestem Erfolge benützen. Um die Spectren verschiedener Ordnung zu trennen, sind Lichtfilter erforderlich, welche man vor dem Spalte des Collimatorrohres anbringt.

Aus Fig. 3, welche wir der Abhandlung von Ames (The concave grating in Theory and Practice[2]) entnehmen, ist die Übereinanderlagerung der einzelnen Spectren zu ersehen. Das Spectrum erster Ordnung ist in der Figur in seiner relativen Länge gegenüber den Spectren zweiter, dritter Ordnung etc. gezeichnet, und sind überdies die Wellenlängen von 2000 bis 8000 A. E., sowie die Fraunhofer'schen Linien des Sonnenspectrums eingetragen. Wie aus dieser Figur unmittelbar hervorgeht, kann man das Spectrum erster Ordnung im Ultraviolett bis *H* photographiren, ohne die Beimischung von Linien zweiter Ordnung befürchten zu müssen. Da wir auf die Photographie des ultravioletten Spectrums erster Ordnung bei der Beschaffenheit unseres Gitters wenig Werth legten, sondern nur auf das sichtbare Spectrum, so wählten wir eine Einstellung, bei welcher Roth von $\lambda = 7000$ bis Ultraviolett erster Ordnung 3800 auf einer Bromsilbergelatine-

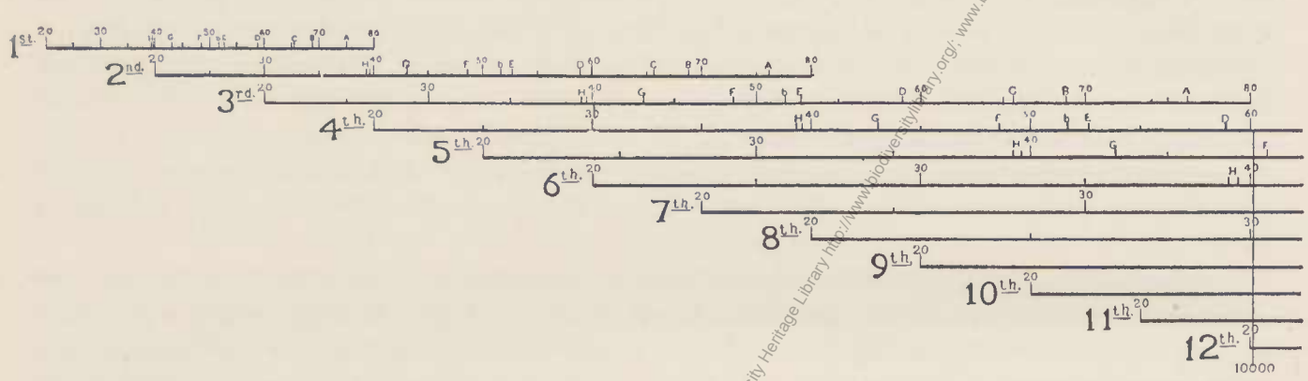
[1] Dazu gehört Vorsicht gegen Erschütterung, kräftiges Festklemmen der Cassette, thunlichst genaue Einhaltung einer gleichmässigen Temperatur im Arbeitsraum u. s. w.

[2] John Hopkins' University Circulars, Nr. 273, 1889.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Platte von 30 *cm* Länge beobachtet werden konnte. Da hiebei das Ultraviolett zweiter Ordnung übergreift, so wurden folgende Glasfilter angewendet: Für eine Erythrosinplatte,[1] welche bis über die Fraunhofer'sche Linie *D* im Orange (bei ca. 6000) empfindlich ist, genügt die Vorschaltung eines gewöhnlichen weissen Glases,

Fig. 3.



welches das ultraviolette Licht zweiter Ordnung bis λ 3000 absorbirt, so dass die Spectren zweiter Ordnung von λ > 3000 und dasjenige erster Ordnung von λ < 6000 fast aneinander stossen; tritt bei besonders hellen Spectren ein Übergreifen dieser Grenzzonen ein, so muss ein Lichtfilter aus ordinärem, grünlichem Fensterglase angewendet werden, welches bis λ 3200 absorbirt. Sobald man aber rothempfindliche Cyaninplatten anwendet, so greift in das rothe Spectrum erster Ordnung das Ultraviolett zweiter Ordnung bis λ 3500 über, und man muss mit gelben Kohleglasfiltern oder besser mit Filtern aus mit Pikrinsäure gelbgefärbten Gelatineschichten,[2] welche zwischen planen Gläsern eingekittet sind, arbeiten, welche die Strahlen von λ < 3500 abfiltriren.. Sobald das sichtbare Spectrum erster Ordnung auf diese Weise photographirt ist, stellen wir den Apparat auf das Spectrum zweiter Ordnung derartig ein, dass Strahlen von λ = 4840 bis λ = 3280 auf die Bromsilbergelatine-Platte von 30 *cm* Länge fallen; in dieser Stellung wird ein Theil des sichtbaren Spectrums, nämlich Cyanblau bis Violett, photographirt und dadurch die Resultate des Spectrums erster Ordnung controlirt und die Wellenlänge bis ins Ultraviolett festgestellt; als Lichtfilter dient farbloses Fensterglas, welches das Ultraviolett dritter Ordnung abschneidet; nur wenn Spectren in Betracht kommen, welche in der Gegend λ = 3000 bis λ = 3200 sehr lichtstark sind,[3] so lagern sich diese Strahlen dritter Ordnung in das Blauviolett zweiter Ordnung und verwirren das Spectrum. In diesem Falle muss man ordinäres, grünliches Fensterglas als Filter verwenden, welches das äusserste Ultraviolett bis zu λ = 3200 absorbirt. Eine kleine Verschiebung des Apparates gestattet die Aufnahme des Spectrums zweiter Ordnung im äusseren Ultraviolett bis λ = 2400, in welcher Gegend jedoch das blaugrüne Spectrum erster Ordnung übergreift und nur dadurch eliminirt werden kann, dass man nebeneinander das Spectrum durch Quarzplattenverschluss, das zweitemal nur durch weisses Glas aufnimmt. Die beiden Aufnahmen gemeinsamen Linien in dem Bezirke (zweiter Ordnung) λ = 2400 bis 2500 gehören dem Blau und Grün erster Ordnung an; jene, welche bei Verwendung

[1] Wir benützen stets Erythrosinplatten, welche Dr. Schleussner in Frankfurt a. M. unter dem Namen »orthochromatische Platten« in den Handel bringt. — Zur Photographie des Orangeroth leisten Cyaninplatten gute Dienste, obschon sie wesentlich weniger empfindlich als die vorigen sind.

[2] Sehr brauchbare Pikrinsäure-Lichtfilter erhält man auf folgende Weise. Man fixirt eine mittels dünnstem Spiegelglas (oder auch Solinglas) hergestellte photographische Bromsilbergelatineplatte mit Hilfe von Fixirnatron vollkommen aus, wäscht bestens im fliessenden Wasser und legt sie dann in eine wässerige Lösung von Pikrinsäure, welche bei längerer Wirkungsdauer die Gelatineschicht intensiv färbt; nach dem Waschen und Trocknen erhält man tadellos blanke, intensiv gelbe Platten. Die richtige Intensität der Gelbfärbung ist spectroskopisch zu ermitteln. Unsere Gelatine-Pikrinsäurefilter absorbiren das Blau von λ = 4700 schon sehr stark, sind aber für Strahlen von λ > 4800 schon ziemlich gut, für Strahlen von λ > 4820 aber sehr gut durchlässig. Mit Erythrosinplatten kann man mit Hilfe solcher Filter den Bezirk von λ = 4800 bis beiläufig 6340 auf einer Platte photographiren, ohne von Spectren höherer Ordnung gestört zu werden.

[3] Dies gilt z. B. für das Linienspectrum des Kupfers.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

von Glasfiltern verschwinden und nur durch Quarz erscheinen, sind ultraviolette Linien zweiter Ordnung. Ferner greift am entgegengesetzten Ende des Spectrums das ultraviolette Spectrum dritter Ordnung ($\lambda < 2600$) in das ultraviolette Spectrum zweiter Ordnung von ca. $\lambda < 3900$ über; es ergibt sich, dass durch das weisse Glasfilter das Spectrum dritter Ordnung complet abfiltrirt wird, somit sind die Linien, welche in nebeneinander liegenden Aufnahmen an der letztgenannten Seite der Platte mit und ohne Glasfilter gemeinsam sind, ultraviolette zweiter Ordnung, und jene, welche durch Glas abfiltrirt werden, ultraviolette Linien dritter Ordnung. Die Verwendung von grünlichem Glase ist in diesem Falle überflüssig. Das Orangegelb, Gelb, Grün und Hellblau zweiter Ordnung photographiren wir mittels Erythrosinplatten und vorgeschaltetem Pikrinsäure-Lichtfilter, wobei wir ungefähr die fünffache Belichtungszeit im Vergleiche mit der für den violetten und ultravioletten Bezirk erforderlichen in Anwendung brachten. Um mittelst Cyaninplatten das Orangeroth zweiter Ordnung zu photographiren, muss man orangegelbe Lichtfilter benützen; wir erzielten mit β — Naphtolorange[1] sehr gute Resultate. Auf diese Weise führten wir unsere Arbeiten mittelst des Gitterspectrographen durch.

Um nun einen Anhaltspunkt über die Lichtstärke unseres Gitterspectrographen zu geben, erwähnen wir, dass wir im starken Flaschenfunken Metallspectren, wie Cadmium, Zink, Blei mit Belichtungszeiten von 2 bis 5 Secunden, das Eisenspectrum mit einer Belichtungszeit von ca. $^1/_2$ Minute erhielten, während wir das Spectrum von Stickstoff-Vacuumröhren binnen 5 bis 10 Minuten vom Blau bis weit in das Ultraviolett photographirten, wobei wir einen Quarzcondensor bei einer Spaltöffnung von 0·04 *mm* verwendeten.

Eine Fehlerquelle beim Arbeiten mit dem Gitterspectrographen soll hier noch erwähnt werden; es sind dies die sogenannten »Geister« oder »Gespenster«, welche bald als ziemlich scharfe Linien in fast gleichmässigen Abständen (wie bei unserem Gitter[2]), bald (je nach dem Gitter) als einseitige Verbreiterung etc. von sehr intensiven Linien auftauchen und verschiedene Ursachen haben;[3] wir beobachteten sie bei unserem Apparate hauptsächlich im Spectrum zweiter und dritter Ordnung. Bei kurzen Belichtungen bleiben sie aus; ihre stets gleichbleibende Form als Nachbarn starker Linien macht sie kenntlich; trotzdem können durch das Auftreten derselben Irrthümer entstehen, obwohl sie nicht bei allen Gittern gleich stark auftreten. Wir suchten uns durch vergleichende Aufnahmen mit unserem Prismenspectrographen, welcher diese Art von Fehler bei correcter Einstellung nicht zeigt, zu schützen.[4]

Ausser des Gitterspectrographen bedienten wir uns für das äusserste Ultraviolett, wie bereits erwähnt, des Quarzspectrographen (ein Quarzprisma, Quarzlinse von $^3/_4$ *m* Focus), welcher in diesen Bezirken vorzügliche Dienste leistet und (wenigstens bei den von uns untersuchten Concavgittern) namentlich von $\lambda = 2600$ ab an Helligkeit und scharfer Definition den Gitterspectren überlegen ist.

Wir geben trotzdem die Wellenlängen der mit dem Quarzspectrographen ermittelten Linien nur auf 0·1 A. E. an, weil diese Linien folgende Eigenschaften zeigen: Stellt man auf die mittlere Schärfe bei einer Länge des Spectrums von 20 bis 25 *cm* ein, so kann man eine vorzügliche Mittelschärfe erzielen; jedoch macht sich das Bestreben der sehr hellen, beziehungsweise reichlich belichteten Linien, sich einseitig zu verbreitern, geltend. Diese Erscheinung tritt naturgemäss umso stärker auf, je mehr sich der betreffende Spectralbezirk vom Minimum der Ablenkung entfernt. Es gelingt allerdings bei sorgfältiger empirischer Einstellung den hier in Betracht kommenden Bezirk $\lambda = 2800$ bis 1900 mit vortrefflicher Schärfe der Linien zu erhalten; allein wir hielten es trotzdem für zwecklos, die Wellenlängen für mehr als 0·1 A. E. anzugeben,

[1] Eine Gelatineplatte wurde in der bei Pikrinsäure angegebenen Weise intensiv mit einer wässerigen Lösung von β — Naphtolorange gefärbt und getrocknet. Nach dem Verkitten mit einer Pikrinsäureplatte gibt sie sehr sichere Lichtfilter für den obgenannten Zweck.

[2] Unser Gitter liefert symmetrisch zu beiden Seiten von sehr intensiven Linien je zwei ziemlich scharfe Linien, welche sog. »Gespenster« sind.

[3] S. Kayser in Winkelmann's »Handbuch der Physik.« II. Bd., 1. Abth. 1894 (Optik), S. 405. — Ferner: J. Landauer, Die Spectralanalyse. 1896.

[4] Eine sichere Methode zur Eliminirung der »Gespenster« aus den Spectralphotographien besteht darin, dass man sich absichtlich durch Aufnahme sehr heller, einzeln stehender Spectrallinien »Gespensterphotographien« erzeugt, diese dann unter die fragliche Platte legt und unschwer diese unwillkommenen Begleiter eliminirt.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

sondern rechneten dieselben auf zwei Stellen, setzten aber nur eine Stelle (mit Correctur) in die Tabelle ein. Die mit zwei Decimalstellen angegebenen Wellenlängen sind mittelst des Gitterspectrographen ermittelt.

Spectrum des Kupfers.

Das Spectrum des Kupfers im elektrischen Flammenbogen, im Flaschenfunken zwischen Kupferelektroden, sowie mittelst Kupferlösungen und in der Bunsen'schen Leuchtgasflamme wurde wiederholt beschrieben, ohne dass es möglich wäre, sich ein klares Bild über die Schwankungen des Kupferspectrums bei verschiedenen Temperaturen zu machen. Kayser und Runge haben das Bogenspectrum des Kupfers untersucht,[1] indem sie den elektrischen Flammenbogen zwischen Kupferelektroden von 1 bis 2 cm^2 Querschnitt erzeugten; sie gaben eine sehr erschöpfende und genaue Tabelle der Kupferlinien (304 an der Zahl), von denen sie viele neue fanden und bestimmten. Die Kupferlinien fanden Kayser und Runge im Bogenspectrum fast sämmtlich meistens nach beiden Seiten hin unscharf. Während somit das Bogenspectrum des Kupfers wohl bekannt ist, erscheint die Kenntniss des Funkenspectrums des Kupfers trotz der Untersuchungen von Kirchhoff,[2] Thalén,[3] Lecoq de Boisbaudran,[4] Trowbridge und Sabine[5] dennoch sehr unvollkommen. Die drei Erstgenannten untersuchten nämlich nur das sichtbare Spectrum, und die diesbezüglichen Angaben weisen nicht nur grosse Lücken, sondern auch Ungenauigkeit im blauen und violetten Theile auf, den diese Autoren nur bis $\lambda = 4275$ untersuchten, während die beiden letztgenannten Autoren nur das äusserste Ultraviolett berücksichtigten. Thalén's Untersuchungen im optisch hellen Theile sind auf sehr guten Beobachtungen basirt; er übersah keine Hauptlinie des Kupferfunkenspectrums und constatirte die Anwesenheit einiger Linien desselben, welche Kayser und Runge im Bogenspectrum nicht fanden, offenbar weil diese Linien erst bei der höheren Temperatur des Flaschenfunkens auftauchen.

Natürlich gibt Thalén nur die hellsten Hauptlinien im sichtbaren Spectrum an, da er sich ja damals der photographischen Beobachtungsmethode nicht bedienen konnte. Die Nebenlinien des Kupfers gab Thalén selbst für die von ihm untersuchten Bezirke nicht an, wahrscheinlich deshalb, weil sie vom Luftspectrum stark überwuchert werden; er liess nämlich den Flaschenfunken zwischen Kupferelektroden an der Luft überspringen. Es ist eine Eigenthümlichkeit der Funkenspectren von Kupfer (sowie auch von Silber und Gold), dass die Nebenlinien nur sehr schwach auftreten, die Luftlinien dagegen sehr stark, wenn der Flaschenfunken an der Luft zwischen Kupfer-, respective Silber- oder Goldelektroden überschlägt. Umgibt man die Elektroden dagegen mit einer Wasserstoffatmosphäre, wie wir dies bei unseren Versuchen taten, so fällt diese Schwierigkeit weg. Hartley und Adeney untersuchten das Funkenspectrum des Kupfers von $\lambda = 3599$ bis $\lambda = 2104$. Der Anschluss an Thalén's Beobachtungen ist somit nicht gegeben, sondern es bleibt eine Lücke von $\lambda = 4275$ bis $\lambda = 3599$.

Die stärker brechbaren Strahlen haben Hartley und Adeney ziemlich vollständig, jedoch nicht erschöpfend bestimmt; allerdings sind die von ihnen angegebenen Werthe für die Wellenlängen so ungenau, dass es nicht möglich ist, diese Zahlen mit jenen von Kayser und Runge zu vergleichen; es war aus diesem Grunde unmöglich, durch Vergleichung dieser Zahlen festzustellen, ob die Bogen, beziehungsweise Funkenspectren unter sich identisch sind oder nicht, respective inwieweit sie von einander verschieden sind. Die Unsicherheit bezüglich unserer Kenntnisse des Kupferspectrums war so gross, dass es Kayser und Runge nicht gelang, die Beobachtungsresultate ihrer Vorgänger am Kupferfunkenspectrum mit jenen am Kupferbogenspectrum in Einklang zu bringen. Sie schreiben »im sichtbaren Theile haben wir drei Linien, welche Thalén führt, nicht gefunden: 4955, 4932, 4911; sie sind also entweder dem Funkenspectrum eigenthümlich oder keine Kupferlinien«. Im ultravioletten Theile von λ 2720 ab fanden Kayser und Runge

[1] Kayser und Runge, Spectren der Elemente, 5. Abschn. Abhandl. d. königl. preuss. Akad. d. Wissensch. Berlin 1892.

[2], [3] Die diesbezüglichen Wellenlängen siehe Watt's »Index of Spectra«.

[4] Lecoq de Boisbeaudran, »Spectres lumineux.« 1874.

[5] Proceedings of the American Academy, 1888. Phil. Mag. (5.) XXVII, p. 342.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

die Unterschiede zwischen ihren Beobachtungen und jenen von Hartley und Adeney so bedeutend, »dass man nicht weiss, wie man sie einander zuordnen soll«.

Trowbridge und Sabine lieferten viel genauere Bestimmungen der Wellenlängen des Kupferfunkenspectrums als Hartley und Adeney,[1] indem sie ein Concavgitter benützten. Leider zogen diese Spectralanalytiker nur einen sehr kleinen Theil des brechbarsten Ultraviolett in den Kreis ihrer Untersuchungen.[2] Trotz der Genauigkeit der Bestimmungen von Trowbridge und Sabine einerseits am Funkenspectrum und von Kayser und Runge andererseits am Bogenspectrum des Kupfers ist selbst bei dem schmalen, von den genannten Forschern gemeinsam gemessenen Bezirke die Zutheilung der correspondirenden Linien mehrmals irrthümlich erfolgt, weil zur Zeit die ziemlich bedeutende Verschiedenheit beider Arten von Spectren nicht bekannt war, da dies erst durch unsere Messungen nachgewiesen wurde. Es war deshalb eine gründliche Untersuchung des Kupferfunkenspectrums geboten, wenn man ein richtiges Bild über die Schwankungen der Spectren dieses Metalles bei verschiedenen Temperaturen erhalten will, zugleich war die genaue Kenntniss des Kupferfunkenspectrums uns aus dem Grunde erwünscht, weil dasselbe ein vortreffliches Leit- und Vergleichsspectrum für das äusserste Ultraviolett abgibt.

Für unsere Untersuchungen über das Funkenspectrum des Kupfers suchten wir zunächst chemisch reines Metall zu erhalten. Zu diesem Behufe wurde käufliches, reinstes, auf elektrolytischem Wege hergestelltes Kupfer zur Darstellung von absolut reinem Kupfervitriol benützt und mehrmals das Kupfer aus dessen Lösung elektrolytisch ausgefällt, bei welchen Arbeiten uns Herr Professor Dr. J. Oser von der k. k. technischen Hochschule in Wien und Freiherr v. Hübl vom k. k. militär-geographischen Institute ebendaselbst in freundlichster Weise unterstützten.

Bei unseren Untersuchungen verwendeten wir starke Flaschenfunken, indem wir ein grosses Ruhmkorff'sches Inductorium mit kräftigen Condensatoren in Verbindung brachten und mit einem Gleichstrome von 8 Ampère und 110 Volt speisten, so dass ein enorm heller, sehr kräftiger Funke zwischen den Kupferelektroden entstand. Die Elektroden dürfen in diesem Falle nicht zu dünn sein, da sie sonst glühend werden, dann schlechter leiten und einen unregelmässigen Funken liefern, was übrigens beim Kupfer nicht so störend wie beim Silber auftritt. Bemerkenswerth erscheint es uns, dass beim Quarzspectrographen bei Anwendung sehr starker Flaschenfunken die Kupferlinien sich verbreitern und wollig werden, während dies beim Gitterspectrum nicht der Fall ist. Lässt man den Funken zwischen Kupferelektroden an der Luft überschlagen, so treten, wie bereits erwähnt wurde, die Luftlinien in sehr störender Weise auf und machen bei ihrer grossen Anzahl und Helligkeit die Erkennung schwacher Kupferlinien unsicher. Deshalb liessen wir den Funken in einer Atmosphäre von Wasserstoff überschlagen, indem die Elektroden in einem mit Quarzfenstern versehenen, geräumigen Glasballon angebracht wurden, durch welchen während der unter Umständen mehrstündigen Belichtungszeit reines, über Schwefelsäure und Phosphorpentoxyd getrocknetes Wasserstoffgas langsam geleitet wurde.[3] Die Farbe des Kupferfunkens in der Wasserstoffatmosphäre ist

---

[1] Hartley und Adeney geben einige ultraviolette Kupferlinien als Doppellinien an, welche weder von uns, noch von Trowbridge und Sabine oder von Kayser und Runge als doppelt beobachtet wurden; wir halten somit diese Doppellinien, welche in unserer Tabelle der Kupferlinien genauer präcisirt sind, für zweifelhaft.

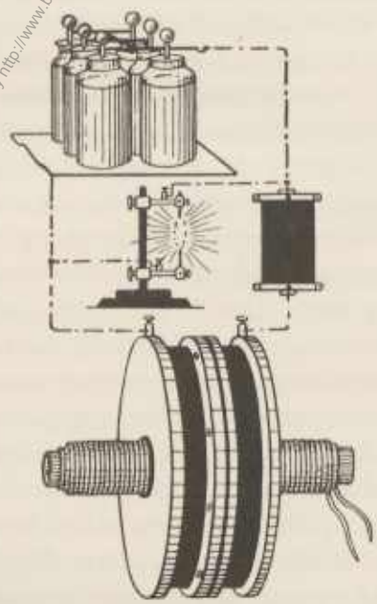
[2] Erst lange nachdem unsere Untersuchungen über die Funkenspectren des Kupfers, Silbers und Goldes abgeschlossen waren und wir die vorliegende Abhandlung der k. Akad. d. Wissensch. am 7. November 1895 überreicht hatten, erhielten wir Kenntniss von der Arbeit der Herren Professor Dr. F. Exner und E. Haschek, welche ihre Abhandlung »Über die ultravioletten Funkenspectren der Elemente« am 11. Juli d. J. der Akademie überreicht hatten und die uns durch die Freundlichkeit der Herren Verfasser am 1. December d. J. als Separatabdruck zukam. In der citirten Abhandlung behandeln die Herren Verfasser unter anderen Elementen auch Kupfer und Silber. Diese Arbeit deckt sich mit den von uns durchgeführten und hier veröffentlichten Untersuchungen insoferne, als unsere Arbeit ebenfalls die obgenannten zwei Elemente zum Gegenstande hat; dagegen umfassen unsere Untersuchungen überdies noch Gold, welches von den genannten Forschern nicht untersucht wurde, ferner einen weitaus grösseren Specialbezirk und sind unsere Tabellen gewiss frei von Luft- und Oxydlinien, indem wir unsere Versuche sowohl an der Luft, als auch in einer reinen Wasserstoff-Atmosphäre durchführten und dadurch in die Lage gesetzt wurden, sowohl Luftlinien, als auch Kupferoxydlinien zu eliminiren. Wir bedienten uns zu unseren Messungen des Mikroskopes, welche Methode wir für genauer als die Projectionsmethode halten, sowie auch unser Gitter bessere Definition der Spectren gegeben zu haben scheint.

[3] Zur Beseitigung von Arsen- oder Schwefelwasserstoff schalteten wir eine Waschflasche mit Silbersulfat ein.

Digitised by the Universitätsbibliothek Graz; Ernst Mayr-Fraatz of the Mitsuma Computer Society (Cambridge, MA): Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

eine andere als jene des Funkens an der Luft, und die Elektroden belegten sich nach sechsstündigem Durchschlagen des Funkens mit einem schwarzen, pulverartigen Beschlage, welcher auch allmälig sich an den Wandungen des Ballons absetzte, ohne jedoch (bei unserer Versuchsanordnung) das Quarzfenster des Ballons zu verlegen, welches in einem rohrförmigen Ansatzstücke am Ballon angebracht war. Da das Kupferspectrum viel lichtärmer als das Spectrum von Cadmium, Zink, Blei etc. ist, so muss man stundenlang unter Anwendung der kräftigsten Flaschenfunken belichten, um alle schwachen Linien unserer Tabelle zu erhalten. Sehr kräftige, lichtstarke Funken erhält man auch unter Verwendung von Wechselströmen, und wir bedienten uns bei einer zweiten Versuchsreihe dieses Stromes, u. zw. eines Wechselstromes von 25 Ampère und 70 Volt, welcher mit Hilfe einer Wood'schen Inductionsrolle[1] für Wechselströme auf hohe Spannung transformirt und durch Einschaltung von sechs grossen Plattencondensatoren für unsere Zwecke brauchbar gemacht wurde. Die erwähnte einfache Inductionsrolle, welche nach den Angaben des Herrn Hofrathes Professor Dr. v. Lang von einer Wiener Firma für unsere Zwecke gebaut wurde, gibt bei Einschaltung der entsprechenden Anzahl Leydener Flaschen oder Plattencondensatoren, wie dies Fig. 3 zeigt, sehr kräftige und lichtstarke Funkenbüschel, jedoch erhitzen sich selbst mehrere Millimeter dicke Elektroden in kürzester Zeit so stark, dass sie weissglühend werden und abschmelzen. Diesem Übelstande haben wir dadurch abgeholfen, dass wir während der Functionirung des Apparates einen kräftigen Strom kalter Luft über die Elektroden streichen liessen, wodurch dieselben so weit abgekühlt werden, dass sie höchstens schwachroth glühen; auch wird der Funke (zufolge des raschen Zerreissens desselben durch den Luftstrom) bedeutend heller. Man muss jedoch die Vorsicht gebrauchen, den Luftstrom früher eine mit Baumwolle gefüllte Woulfsche Flasche passiren zu lassen, wodurch fremde Staubpartikelchen zurückgehalten werden.

Fig. 3.



Zunächst interessirte uns der Charakter dieser Art Spectren, von denen wir nicht wussten, ob sie mehr zum Bogenspectrum oder zum gewöhnlichen Funkenspectrum hinneigen. Bei Verwendung von Cadmiummetallelektroden konnten wir uns aber sofort überzeugen, dass der Wechselstrom mit genanntem Inductionsapparate ein ziemlich reines Funkenspectrum liefert. Das Verhalten des Cadmiums[2] ist derartig charakteristisch, dass man z. B. durch Beobachtung des Auftretens der Cadmiumlinien $\lambda = 4415$ und $\lambda = 4313$ u. A. (siehe unsere Tabelle des Cadmiumspectrums) sofort die Kriterien vor sich hat, ob das betreffende Spectrum zum Charakter des Funken- oder Bogenspectrums neigt.

[1] Diese Inductionsrolle besteht aus einem cylindrischen weichen Eisenkerne von 15″ Länge und 2″ Durchmesser. Derselbe ist aus sogenannten »Kerndrähten« gefertigt. Um dieses Drahtbündel sind isolirt zwei Lagen doppelt übersponnener Magnetdraht Nr. 6 gewunden, welcher als primäre olle functionirt. Die secundäre Rolle ist in ihrer Form ganz verschieden von derjenigen, welche die Verfertiger von Inductionsrollen in der Regel adoptiren. Sie erstreckt sich nicht über die ganze Länge der primären Spule, sondern ist in deren Mitte angebracht, um die Wirkung der Enden der primären Rolle nicht zu beeinträchtigen. Sie ist auf einer Doppelspule von 14″ Durchmesser und 6″ Weite aufgewunden. Diese Doppelspule wird mit baumwollübersponnenem Magnetdraht Nr. 30 (0·26 *mm* Durchmesser) überwunden, die einzelnen Windungen und Lagen sind durch Paraffin isolirt. Die Rolle wird mit einer Anzahl grosser Leydenerflaschen in der Weise, wie dies in Fig. 3 ersichtlich ist, in Verbindung gebracht, und es kann die Wirkung noch dadurch erhöht werden, wenn man, wie es die Figur zeigt, noch eine Rolle von hohem Widerstand in den Stromkreis einschaltet, wie z. B. die secundäre Rolle eines mittelgrossen Ruhmkorff'schen Inductoriums. (»Praktische Physik, Monatsschrift von M. Krieg, 1893, S. 80.«)

[2] Siehe Eder und Valenta, »Über das Spectrum des Kaliums, Natriums und Cadmiums bei verschiedenen Temperaturen.« Denkschr. d. kais. Akad. d. Wissensch. Bd. LXI, 1894.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Auch im ultravioletten Funkenspectrum des Kupfers finden sich Hauptlinien, welche im Bogen fehlen. Dieselben sind derartig charakteristisch für das Funkenspectrum, dass man aus dem Auftreten dieser Linien auf den Charakter des Spectrums schliessen kann, z. B.:

Gruppe: $\lambda = 2713 \cdot 82$, $2703 \cdot 48$, $2701 \cdot 34$, $2689 \cdot 66$ ($i = 8—10$) und

Gruppe: $\lambda = 2609 \cdot 43$, $2600 \cdot 51$, $2599 \cdot 15$, welche nur im Funkenspectrum vorkommt, während die benachbarte Linie $\lambda = 2618 \cdot 46$ beiden Spectren gemeinsam ist; ferner $\lambda = 2545 \cdot 08$ (10), $2529 \cdot 60$, $2506 \cdot 50$ $2489 \cdot 75$, $2473 \cdot 6$ und verschiedene noch stärker brechbare Linien, welche nur im Funken vorkommen (Siehe unsere Tabellen.)

Es zeigte sich nun durch Übereinanderphotographiren des mittelst Gleichstromes erhaltenen Spectrums einerseits und des Spectrums, welches mit Hilfe von Wechselstrom und Transformator erhalten wurde, dass beide wohl nicht identisch, aber sehr ähnlich sind.[1] (Dasselbe beobachteten wir bei Silberelektroden.)

Bei Anwendung des Wechselstromes und mit Hilfe des beschriebenen Wood'schen Inductoriums aber konnten wir nur an der atmosphärischen Luft arbeiten. Das dabei auftretende Luftspectrum zeigte eine andere Helligkeit als beim Ruhmkorff, indem sie beim starken Flaschenfunken des letzteren stärker war als bei jenem. Die beim oberflächlichen Beobachten der Kupferspectren beider Arten an der Luft bemerkbaren Verschiedenheiten sind grossentheils auf Rechnung des mit anderer Intensität auftretenden Luftspectrums zu setzen. Übrigens werden die Luftlinien von $\lambda \gtrsim 3000$ sehr schwach, sie treten zurück und das stark brechbare ultraviolette Metallspectrum tritt klar hervor. Wir reducirten unsere Angaben der Wellenlängen auf Rowland's Normalspectren, welche auch Kayser und Runge ihren Untersuchungen zu Grunde legten; es sind somit unsere Zahlen und die Kayser- und Runge'schen Zahlen direct vergleichbar, während dies bei den Zahlen von Thalèn und von Hartley und Adeney nicht der Fall ist.

Die Messungen von Kayser und Runge stimmen so vollständig mit unseren Messungen am Gitterspectrum überein, dass wir ohne Bedenken die Wellenlängen Kayser's und Runge's als äusserst präcise und vollkommen genaue annehmen können.

Allerdings haben diese Zahlen nur für das Bogenspectrum des Kupfers Giltigkeit und nicht für das Funkenspectrum; man muss dies wohl beachten, denn besonders im äussersten Ultraviolett sind die Verschiedenheiten der Kupferlinien sehr auffallende. In vielen Fällen fanden wir die Coincidenz zahlreicher Hauptlinien des Kupfers im Bogen- und Funkenspectrum als ganz unzweifelhaft und nahmen in solchen Fällen die Kayser- und Runge'schen Zahlen unmittelbar in unsere Tabellen auf, sobald wir die sichere Überzeugung hatten, dass der Beobachtungsfehler unter 0·05 A. E. liege. Diese sichergestellten Linien benützten wir neben dem Vergleichsspectrum von *Cd*, *Zn* und *Pb* als Normallinien zur Ermittlung der anderen Linien, deren Wellenlängen nach unseren eigenen Bestimmungen berechnet und in die Tabelle eingesetzt wurden.

Gehen wir nun auf die Resultate unserer Wellenlängenmessungen im Funkenspectrum des Kupfers ein, deren endgiltige Zahlen in der folgenden Tabelle zusammengestellt sind.

Intensität der Linien von 1—10 ist derart bezeichnet, dass die stärksten Linien mit $i = 10$, die schwächsten mit $i = 1$ bezeichnet wurden (in Übereinstimmung mit Watt's »Index of Spectra« und mit unseren früheren Angaben).

Unsere Tabelle spricht für sich selbst, so dass wir nur hervorheben wollen, dass wir im Funkenspectrum des Kupfers über 500 Linien ausmassen, wovon beiläufig 200 sich auch in den Kayser- und Runge'schen Tabellen über das Bogenspectrum finden, ein Theils als früher schon erkannte *Cu*-Linien des Funkenspectrums nachgewiesen und über 100 neu entdeckt sind.

[1] Ganz identisch sind die mittels Ruhmkorff'schen Inductoriums oder einer Wood'schen Inductionsrolle erzeugten Spectren nicht. Ersteres gibt in der Regel schärfere Linien; doch ist in einzelnen Fällen das Gegentheil der Fall. Die Umkehrungsphänomene treten leichter bei der Wood'schen Spule auf, und die einseitigen Verbreiterungserscheinungen vieler Kupferlinien kann man in letzterem Falle häufig in vollkommener Analogie mit dem Bogenspectrum beobachten, während die mit dem Ruhmkorff erhaltenen entsprechenden Linien häufig scharf sind und nur ein kleiner Theil diese ausgesprochen einseitige Verbreiterung aufweist.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Das Bogenspectrum des Kupfers zeigt, wie erwähnt, die Eigenschaft, dass fast alle Linien verschwommen, verbreitert und unscharf sind (Kayser und Runge).

Das Funkenspectrum des Kupfers weist zwar auch viele verschwommene, verbreiterte Linien auf, aber daneben eine gewisse Anzahl scharfer Linien, welche insbesondere im stärker brechbaren Theile, und speciell im äussersten Ultraviolett in grosser Zahl kräftig hervortreten, während im sichtbaren Theile die verbreiterten, verschwommenen Linien überwiegen. Wegen der schönen Definition im brechbarsten Theile des Spectrums ist daher das Kupferfunkenspectrum als Vergleichsspectrum daselbst vorzüglich geeignet und leistet im äussersten Ultraviolett dieselben Dienste, wie das Eisenspectrum in den weniger brechbaren Spectralbezirken.

Das erwähnte verschwommene Aussehen vieler Kupferlinien und die Thatsache, dass Kupferoxyd ein ihm eigenthümliches verschwommenes Spectrum gibt, legt die Vermuthung nahe, dass die unscharfen Kupferlinien vielleicht Oxydlinien oder schmale Oxydbanden seien. Darüber geben unsere Versuche über das Kupferfunkenspectrum in einer Wasserstoffatmosphäre Aufschluss, bei denen das Auftreten von Oxydbanden ausgeschlossen ist, während beim Überspringen des Funkens an der Luft sich wohl Kupferoxydlinien beimengen können.

Der Vergleich mit Kayser's, Runge's und Thalén's Angaben zeigt, dass fast alle dieser verschwommenen Linien auch bei Abwesenheit von Sauerstoff auftreten und somit dem elementaren Kupfer zuzuschreiben sind. Man sieht viele Linien im Bogen umgekehrt, im Funkenspectrum dagegen nur wenige; dies rührt wohl daher, dass im ersteren Falle eine dichte Dampfhülle um den Lichtbogen sich findet, während im Funken geringere Metallmengen verdampft werden. Trotzdem muss constatirt werden, dass sich auch im Funken immerhin noch einige umgekehrte Linien finden, welche auch im Bogenspectrum vorkommen während andere nur im Bogenspectrum sich finden, dagegen im Funken als mehr oder weniger dünne, schwache oder auch verbreiterte Linien (ohne Umkehrung) auftreten. Dieses Phänomen dürfte die betreffenden Linien besonders charakterisiren und vielleicht ihre Zusammengehörigkeit bedeuten. Die im Bogenspectrum leicht umkehrbaren Linien, welche im Funken mit ähnlichem Charakter auftreten, dürften besonders charakteristischen, bei Temperaturschwankungen wenig veränderlichen Atom-Oscillationen zukommen, während die anderen bei steigender Temperatur zurückzutreten scheinen.

Das Kupfer hat den charakteristischen Theil seines Spectrums im Ultraviolett besonders im stärkst brechbaren Theile. Im sichtbaren Spectrum sind nur die beiden gelben Linien $\lambda = 5782$ und 5700, ferner die drei grünnen Linien $\lambda \left\{ 5220, 5153 \text{ und } 5105 \right.$ charakteristisch. Die grüne Doppellinie $\lambda \begin{cases} 5220; & i = 6 \\ 5218; & i = 10 \end{cases}$ erscheint bei geringer Dispersion einfach, weil die intensivere und verbreiterte Hauptlinie mit der schwächeren Linie zusammenzufliessen scheint. Thalén, so wie Kirchhoff sahen diese Linie nur einfach, Kayser und Runge erkannten sie im Bogenspectrum als doppelt, und wir konnten sie auch im Funkenspectrum stets mit Leichtigkeit als Doppellinie mit denselben Intensitätsverhältnissen und identischen Wellenlängen nachweisen; bemerkenswerth erscheint, dass die im Bogenspectrum leicht umkehrbare Cu-Hauptlinie 5218·45 auch eine der wenigen im Funkenspectrum leicht umkehrbaren Cu-Linien ist, während die Nachbarlinie 5220·25 in den beiden Fällen nicht umgekehrt auftritt.

Die blauen und violetten Linien sind für das Auge wenig charakteristisch. So erscheint z. B. die violette Linie $\lambda = 4275$ dem Auge schon schwach, ist jedoch im photographirten Spectrum eine Hauptlinie sowohl für den Bogen als auch für den Funken (im ersteren ist sie umgekehrt, im letzteren nicht). Dasselbe gilt von der etwas schwächeren Linie $\lambda = 4062$. Die eigentlichen charakteristischen Hauptlinien aber liegen im Ultraviolett, und zwar sind solche Hauptlinien, welche sowohl dem Bogen als auch dem Funken angehören, $\lambda = 3308$, 3274, 3247, dann 2492 u. a. (s. Tabelle). Eine ganze Gruppe von Hauptlinien im Cu-Funkenspectrum sind für dieses allein charakteristisch und fehlen im Bogenspectrum, z. B. $\lambda = 2689$, 2666, 2600, 2545, 2506, 2489 u. a. (s. Tabelle).

Eine Anzahl von Cu-Linien, welche Kayser und Runge im Bogenspectrum als starke Hauptlinien anführen, verblassen im Funkenspectrum oder fehlen ganz; oft tritt auch das Entgegengesetzte ein.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Der Grund des Fehlens mehrerer Linien bei unseren Beobachtungen am Funkenspectrum ist nach unserer Ansicht keinesfalls mangelhafter Beobachtungsmethoden zuzuschreiben, sondern sowohl Dispersion als auch die Definition des Spectrums war bei unserem Apparate eine derartige, dass wir diese Linien, bei einer grossen Anzahl von Spectrumphotographien, welche aufgenommen wurden, hätten unbedingt beobachten müssen. Wir belichteten reichlich sowohl mit Ruhmkorffunken unter Verwendung von Gleichstrom und einer grösseren Anzahl Leydener Flaschen, als auch mit dem Wechselstrom-Inductorium-Funken, wobei grosse Condensatoren zur Verwendung gelangten, und erhielten sogar weit detailreichere Funkenspectren als Bogenspectren. Die Nachforschung nach derartig zweifelhaften Linien gelang insbesondere im stark brechbaren Ultraviolett mit grosser Sicherheit, weil in diesem Bezirke die Linien besonders scharf sind, was bei zahlreichen Linien im weniger brechbaren Theile nicht der Fall ist, weshalb dort ein Übersehen stark verschwommener Cu-Linien leichter vorkommen kann. Zu den Kayser'- und Runge'schen ultravioletten Cu-Linien im Bogenspectrum, welche wir im Funkenspectrum vergeblich suchten, gehören die Linien: $\lambda = 2345 \cdot 6$, $2282 \cdot 2$, $2240 \cdot 9$, $2238 \cdot 5$, $2236 \cdot 4$, $2178 \cdot 9$, $2171 \cdot 9$, $2169 \cdot 5$, $2068 \cdot 5$, $2061 \cdot 8$, $2025 \cdot 1$.

Ob diese Linien vielleicht dem von Kayser und Runge verwendeten unreinen Kupfer, resp. den in diesem etwa enthaltenen fremden Substanzen zuzuschreiben sind oder nur bei der niedereren Temperatur des Bogenlichtes auftreten, nicht aber in der höheren Temperatur des Funkens, vermögen wir nicht zu entscheiden. Es ist aber wahrscheinlich, dass eine grössere Anzahl von Cu-Linien, welche Kayser und Runge im Bogenspectrum fanden, auch thatsächlich vorhanden ist und erst bei der höheren Temperatur des Funkens verschwindet, um einer reichlichen Anzahl neuer Linien Platz zu machen. Jedoch tritt dieser Rückgang der Intensität von Hauptlinien des Cu-Bogenspectrums bei weiten nicht so häufig auf, als das Anwachsen der Intensität und Schärfe von Cu-Linien im Flaschenfunken, welche im Bogenspectrum schwach und verschwommen erscheinen; letzteres tritt namentlich bei den kurzwelligen Strahlen des Funkenspectrums ein, welches an Linienreichthum dem Bogenspectrum überlegen ist.

Diese Verhältnisse gehen aus unseren Tabellen, welche unsere Wellenlängen des Funkenspectrums, sowie zum bequemeren Vergleiche auch die Kayser-Runge'schen Messungen des Bogenspectrums enthalten, hervor.

Das Auftreten heller Spectrallinien an Stelle anderer nahe benachbarter, je nachdem man sich des Bogen- oder Funkenspectrums bedient, ist eine von uns beim Kupfer, Silber und Gold nachgewiesene Erscheinung. Wir haben schon gelegentlich unserer Untersuchungen des Cadmiumspectrums gezeigt, dass Doppellinien existiren, deren eine Componente z. B. im Bogenspectrum stark ist, während sie im Funkenspectrum verschwindet, wogegen bei der anderen Componente das Gegentheil stattfindet.[1] Beim Cadmium sind diese Doppellinien so weit von einander entfernt, dass mit Apparaten von mässiger Dispersion das Phänomen erkannt werden kann. Liegen aber solche variable Linien sehr nahe, so dass ihre Entfernung von einander nur 1 A. E. oder noch weniger beträgt, so sind Verwechslungen leicht möglich. In einigen Fällen haben wir sehr genaue Messungen angestellt, um uns von der Nichtcoïncidenz solcher benachbarter Linien im Bogenspectrum einerseits und im Funkenspectrum anderseits zu überzeugen. Z. B. bei der Cu-Linie $\lambda = 2025 \cdot 14$ im Bogen und $2025 \cdot 70$ im Funken oder $2016 \cdot 76$ und $2016 \cdot 0$ u. s. w. (s. Tabelle).

Vergleicht man die im Bogenspectrum auftretenden Kupferlinienpaare mit nahezu constanter Schwingungsdifferenz, welche Kayser und Runge nach Serien berechneten und anordneten, so ergeben sich folgende Resultate:

$$\begin{cases} 5782 \\ 5700 \end{cases} \quad \begin{cases} 5220 \\ 5218 \\ 5153 \end{cases} \quad \begin{cases} 4531 \\ 4480 \end{cases}$$

[1] Eder und Valenta: Über das Spectrum des Kaliums, Natriums und Cadmiums bei verschiedenen Temperaturen. Denkschr. d. kais. Akad. d. Wissensch. Bd. LXI, 1894.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

4063·5 fehlt im Funken		
4062·8	4056 fehlt im Funken	3861
4022·9	4015 » » »	3825 fehlt im Funken

3688 fehlt im Funken	3274
3654	3247

Einige dieser Serien scheinen also bei der höheren Temperatur des Funkens nicht vorhanden zu bleiben, und es zeigt sich auch keine Gemeinsamkeit der verschwindenden lang- und kurzwelligen Strahlen. Ob die fehlenden Linien bei sehr langen Belichtungen nicht dennoch zum Vorschein kommen, können wir nicht bestimmt entscheiden, jedenfalls müssen dieselben dann äusserst lichtschwach sein, da sie unseren Beobachtungen sonst kaum entgangen wären.

Vergleicht man die Bogen- und Funkenspectren mit den Kupferflammenspectren, welche in der Bunsenflamme auftreten (von Lecoq de Boisbaudran beobachtet), so ergibt sich, dass:

1. Der niedrigsten (in der Bunsen-Flamme herrschenden Temperatur) die Kupferlinien 5782, 5218 und 5105 entsprechen;

2. der etwas höheren Temperatur des zwischen mit Kupferchlorid getränkten Elektroden überspringenden schwachen Funkens genau dieselben Linien nebst einem Zuwachs von $Cu\,\lambda = 5700$, 5292, 5153, 4704, 4651 und 4275 (Lecoq) zukommen;

3. alle diese Linien sich ebensowohl im Bogen-, als auch (bei den höchsten Temperaturen) im Funkenspectrum vorfinden, also als constante, dem Kupfer bei den verschiedensten Temperaturen eigenthümliche Linien angesehen werden müssen;

4. im Bogenspectrum viel mehr Linien als in dem sub 1 und 2 geschilderten Falle auftreten, was namentlich für die stärker brechbaren Strahlen gilt. Als besonders charakteristische Linien heben wir ausser den sub 1 und 2 erwähnten Linien hervor $\lambda = 4062$, 3308, 3275, 3247, 2392 u. a.;

5. im Funkenspectrum alle sub 1, 2 und 3 genannten Hauptlinien gleichfalls als Hauptlinien auftreten; daneben treten aber noch viele sehr intensive, neue Linien auf, welche im Bogen- und Flammenspectrum fehlen, während einige starke Cu-Linien des Bogenspectrums bei der hohen Temperatur des Flaschenfunkens zurücktreten oder verschwinden. Mit Bezug auf diese Erscheinungen muss das Cu-Spectrum als ein je nach der Temperatur ziemlich stark schwankendes Spectrum bezeichnet werden.

In den nachfolgenden Tabellen theilen wir die Resultate unserer Messungen am Funkenspectrum des Kupfers mit, und fügen, zur Erleichterung der Vergleichung mit den Wellenlängenmessungen anderer Beobachter, die von Kayser und Runge, Thalén, Hartley und Adeney; Trowbridge und Sabine gefundenen Zahlen bei; dabei ist zu bemerken, dass die Kayser-Runge'schen und Trowbridge-Sabine'schen Zahlen, sowie die unseren, auf Rowland's Normalspectrum bezogen wurden, während die Angaben Thalén's, sowie Hartley's und Adeney's bekanntlich sich auf ältere Normalspectren beziehen. In wie weit diese von einander abweichen geht unmittelbar aus der Tabelle hervor.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Funkenspectrum des Kupfers.

Bogenspectrum Kayser u. Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Name
—	—		6381·1	6	scharf	6380·0	8	Thalén
—	—		6219·5	4	»	6218·5	2	»
5782·30	8		5782·30	8	»	5781·4	8	»
—	—		5768·65	1	verschwommen, verbreitert	—	—	
—	—		5760·49	1	»	—	—	
5732·53	1		5732·50	1	»	—	—	
5700·39	8		5700·39	6	scharf	5700·5	10	»
—	—		5696·68	3	verbreitert	—	—	
—	—		5685·03	1	»	—	—	
—	—		5679·42	3	scharf	—	—	
—	—		5675·85	2	verbreitert	—	—	
—	—		5672·92	2	stark verbreitert	—	—	
—	—		5668·77	2	verbreitert	—	—	
—	—		5666·62	3	ziemlich scharf	—	—	
—	—		5663·52	1	verschwommen	—	—	
—	—		5652·16	4	verbreitert	—	—	
5646·93	1	sehr unscharf	5646·13	3	»	—	—	
—	—		5644·39	1	sehr undeutlich	—	—	
—	—		5639·50	1	»	—	—	
—	—		5635·04	2	stark verbreitert [1]	—	—	
—	—		5636·84	1		—	—	
—	—		5624·71	1		—	—	
—	—		5621·17	3	verbreitert	—	—	
—	—		5618·70	3	»	—	—	
—	—		5608·83	3	scharf	—	—	
—	—		5574·10	3	etwas verbreitert	—	—	
—	—		5571·47	1	undeutlich	—	—	
—	—		5566·35	3	ziemlich scharf	—	—	
—	—		5563·83	2	»	—	—	
5555·16	4		5555·15	2	verbreitert	—	—	
—	—		5543·11	2	»	—	—	
5536·06	4	verbreitert	5535·90	3	stark verbreitert	—	—	
—	—		5500·09	2	scharf	—	—	
—	—		5498·14	2	»	—	—	
—	—		5495·12	4	ziemlich scharf	—	—	
—	—		5487·36	3	»	—	—	
—	—		5475·49	2	undeutlich	—	—	
—	—		5472·00	3	verbreitert	—	—	
—	—		5463·55	4	»	—	—	
—	—		5460·25	2	»	—	—	
—	—		5456·02	2	ziemlich scharf	—	—	
—	—		5453·93	1	undeutlich	—	—	
—	—		5450·62	2	ziemlich scharf	—	—	
—	—		5440·90	1	ganz verschwommen	—	—	
—	—		5438·79	4	scharf	—	—	
5432·30	3	sehr unscharf	5432·26	2	verbreitert	—	—	
—	—		5429·01	1	»	—	—	
—	—		5422·93	1	»	—	—	
—	—		5418·61	4	ziemlich scharf	—	—	
—	—		5410·97	2	verbreitert	—	—	
5408·56	2	»	5408·55	3	verschwommen	—	—	
5391·89	4		5391·92	2	»	—	—	
—	—		5389·70	3	ziemlich scharf	—	—	
—	—		5380·75	3	»	—	—	
—	—		5369·63	3	»	—	—	
5360·22	2		5360·20	2	scharf [1]	—	—	
—	—		5357·27	2	sehr verschwomm., unsicher	—	—	
5355·20	2	»	5355·10	1	» [1]	—	—	
5352·87	2		5352·85	1	»	—	—	
—	—		5340·71	1	verbreitert	—	—	
—	—		5338·19	1	»	—	—	
—	—		5325·38	3	scharf	—	—	
—	—		5317·60	4	verbreitert	—	—	
—	—		5309·41	2	ziemlich scharf	—	—	

[1] Von uns nur am Kupferfunken an der Luft mittelst Wood's Inductorium beobachtet.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Name
—	—		5295·71	2	scharf	—	—	
5292·75	6		5292·75	6	»	5292·1	8	Thalén
—	—		5287·66	2	ziemlich scharf	—	—	
—	—		5285·77	2	»	—	—	
—	—		5282·34	2	verbreitert	—	—	
—	—		5270·13	1	ziemlich scharf [1]	—	—	
—	—		5268·38	3	»	—	—	
—	—		5255·62	1	»	—	—	
5250·78	2	verbreitert	5250·82	2	verschwommen	—	—	
—	—		5232·80	2	ziemlich scharf	—	—	
5220·25	6		5220·25	6	scharf	5217·3	10	»
5218·45	10	umgekehrt	5218·45	10	kräftig, umgekehrt	—	—	
—	—		5208·37	2	scharf	—	—	
—	—		5203·74	3	»	—	—	
5201·10	4	verbreitert	5201·14	2	verschwommen	—	—	
5158·53	1	»	—			—	—	
5153·33	8	umgekehrt; unscharf	5153·40	10	kräftig, umgekehrt	5152·8	—	»
5144·35	2	verbreitert	5144·40	1	scharf	—	—	
—	—		5139.03	2	verschwommen	—	—	
—	—		5133·86	1	»	—	—	
—	—		5130·97	1	scharf	—	—	
—	—		5124·70	1	Mitte einer verschwommenen Doppellinie	—	—	
—	—		5120·00	2	scharf	—	—	
—	—		5112·18	2	»	—	—	
5105·75	8	umgekehrt	5105·75	8	»	5105·0	10	»
—	—		5095·08	2	unscharf	—	—	
—	—		5094·29	2	»	—	—	
—	—		5089·54	2	»	—	—	
5076·42	2	verbreitert	5076·49	1	»	—	—	
—	—		5067·33	2	stark verbreitet	—	—	
—	—		5060·86	1	ziemlich scharf	—	—	
—	—		5059·58	1	sehr verbreitert	—	—	
—	—		5053·02	2	verschwommen	—	—	
5034·48	1	»	5034·49	1	»	—	—	
—	—		5016·99	2	»	—	—	
—	—		5013·40	2	»	5011·5	4	»
—	—		5007·49	1	scharf			
—	—		5005·38	2	»	—	—	
—	—		5001·50	1	»	—	—	
—	—		4985·94	2	verschwommen	—	—	
—	—		4954·83	4	»	4955·6	6	»
—	—		4945·17	1	»	—	—	
—	—		4938·56	1	sehr verbreitert	—	—	
—	—		4932·86	4	»	4932·6	6	»
—	—		4927·66	1	ziemlich scharf	—	—	
—	—		4921·82	1	verschwommen	—	—	
—	—		4919·65	1	unsicher	—	—	
—	—		4913·98	1	»	—	—	
—	—		4910·77	3	verschwommen	4911·6	6	»
4866·38	2		4889·89	2	ziemlich scharf	—	—	
4794·23	2	sehr unscharf	4867·33	2	ganz verschwommen	—	—	
—	—		4856·48	1	sehr unsicher	—	—	
4767·69	2	»	4767·74	1	unsicher	—	—	
—	—		4758·61	2	verschwommen	—	—	
—	—		4748·85	2	ziemlich scharf	—	—	
4704·77	8		4704·76	5	scharf	4703·1	6	»
4697·62	4	»	4697·83	3	verschwommen	—	—	
—	—		4683·35	2	sehr verschwommen	—	—	
4674.98	6	verbreitert	4674·98	6	scharf	—	—	
4651·31	8		4651·29	8	»	4650·7	6	»
—	—		4649·31	2	»	—	—	
4642·78	2	sehr unscharf	4643·05	2	verbreitert	—	—	
—	—		4634·47	1	verschwommen	—	—	
—	—		4630·77	4	scharf	—	—	
—	—		4623·26	1	undeutlich	—	—	
—	—		4621·52	2	scharf	—	—	
—	—		4614·30	2	unscharf	—	—	

[1] Siehe Note auf voriger Seite.

[2] Beide Linien erscheinen bei geringer Dispersion in eine zusammenzufliessen; sie sind aber deutliche Doppellinien.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Name
—	—		4607·45	2	scharf	—	—	
—	—		4601·80	2	»	—	—	
4587·19	10	sehr unscharf	4587·17	8	»	—	—	
—	—		4555·94	1	sehr verschwommen	—	—	
4539·98	8	umgekehrt; verbreitert	4539·60	3	verbreitert	—	—	
4531·04	8	»	4530·98	2	ziemlich scharf	—	—	
4513·39	2	verbreitert	—	—		—	—	
4509·60	4		4509·50	4	verbreitert	—	—	
4507·62	6	sehr unscharf	4507·77	1	sehr verschwommen	—	—	
—	—		4505·65	1	»	—	—	
—	—		4492·57	2	sehr verbreitert	—	—	
4480·59	8	umgekehrt	4480·52	3	»	—	—	
4415·79	6	verbreitert	4416·06	1	»	—	—	
4397·42	1	sehr unscharf	—	—		—	—	
4378·40	8	umgekehrt	4378·30	1	verschwommen	—	—	
4354·91	2	unscharf	—	—		—	—	
4336·17	2	»	—	—		—	—	
4329·00	2	»	—	—		—	—	
4275·32	8	umgekehrt	4275·36	10	scharf	4275·0	4	Thalén
4267·48	1	verbreitert	—	—		—	—	
4259·63	6	»	4260·17	1	verschwommen	—	—	
4253·53	2	»	—	—		—	—	
4249·21	4	»	4249·17	3	verbreitert	—	—	
4242·42	2	unscharf	—	—		—	—	
4231·20	1	»	4228·37	1	undeutlich	—	—	
4177·87	4	verbreitert	4177·92	2	verbreitert	—	—	
4123·38	2	»	—	—		—	—	
4080·70	2	sehr unscharf	—	—		—	—	
4073·28	2	»	—	—		—	—	
4063·50	1	unscharf	—	—		—	—	
4062·94	10	unscharf nach Roth	4062·89	7	unscharf nach Roth	—	—	
4056·8	2	unscharf »Violett«	—	—		—	—	
—	—		4043·70	3	scharf	—	—	
4022·83	10	unscharf nach Roth	4022·91	4	»	—	—	
4015·8	6	unscharf nach Violett	—	—		—	—	
4010·96	5	sehr unscharf	—	—		—	—	
4003·18	5		—	—		—	—	
—	—	hier liegen einige schwache	—	—		—	—	
—	—	Linien	—	—		—	—	
—	—		3983·31	1	verschwommen	—	—	
—	—		3981·84	1	»	—	—	
—	—		3979·74	1	»	—	—	
—	—		3962·77	1	»	—	—	
—	—		3959·60	1	»	—	—	
—	—		3954·98	1	»	—	—	
—	—		3952·02	1	»	—	—	
—	—		3948·18	1	»	—	—	
—	—		3934·15	2	scharf	—	—	
3925·40	2	verbreitert	—	—		—	—	
—	—		3923·10	2	»	—	—	
3921·38	1	»	—	—		—	—	
—	—		3919·72	2	unscharf	—	—	
—	—		3917·67	1	»	—	—	
—	—		3914·00	2	»	—	—	
—	—		3912·35	1	»	—	—	
3899·43	1		3899·90	2	ziemlich scharf	—	—	
—	—		3894·64	1	verschwommen	—	—	
—	—		3888·77	1	»	—	—	
—	—		—	—	hier liegen mehrere sehr	—	—	
—	—		—	—	undeutliche Linien	—	—	
—	—		3887·12	1	verschwommen	—	—	
3861·88	2	»	3861·88	1	ziemlich scharf	—	—	
3860·64	4	»	3860·95	2	verschwommen	—	—	
—	—		3839·03	2	»	—	—	
—	—		3834·86	1	»	—	—	
—	—		3831·97	1	»	—	—	
—	—		3826·40	2	»	—	—	
3825·13	1	»	—	—		—	—	
3821·01	1	»	—	—		—	—	
—	—		3813·77	2	»	—	—	

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Name
3812·08	1	verbreitert	3812·05	1	verschwommen	—	—	
—	—		3809·29	3	»	—	—	
—	—		3807·84	2	»	—	—	
3805·33	2	»	—	—	»	—	—	
—	—		3804·50	1	»	—	—	
—	—		3801·29	1	»	—	—	
—	—		3799·47	1	»	—	—	
—	—		3791·12	4	»	—	—	
—	—		3784·24	2	»	—	—	
—	—		3781·97	1	»	—	—	
—	—		3780·31	1	»	—	—	
—	—		3777·17	3	»	—	—	
—	—		3775·15	2	»	—	—	
3771·96	4	»	3772·17	1	»	—	—	
—	—		3764·21	1	»	—	—	
—	—		3762·23	1	»	—	—	
3759·53	2	»	3754·78	1	»	—	—	
—	—		3752·29	2	»	—	—	
—	—		3748·50	1	»	—	—	
—	—		3744·94	2	»	—	—	
—	—		3741·44	2	scharf	—	—	
3741·32	4	»	3737·62	1	verschwommen	—	—	
3734·27	2	»	3734·68	2	scharf	—	—	
—	—		3726·43	1	verschwommen	—	—	
—	—		3720·32	1	»	—	—	
—	—		3715·27	1	»	—	—	
3712·05	2		—	—		—	—	
—	—		3703·10	2	»	—	—	
3700·63	4	»	3700·56	1	»	—	—	
—	—		3697·99	1	»	—	—	
3688·60	2	sehr unscharf	—	—		—	—	
—	—		3687·75	2	verbreitert	—	—	
—	—		3686·70	3	ziemlich scharf	—	—	
3684·75	2	verbreitert	—	—		—	—	
3676·97	2	»	—	—		—	—	
3672·00	2	»	—	—		—	—	
3665·85	2	»	—	—		—	—	
3659·44	1	»	3659·54	1	undeutlich	—	—	
3656·90	1	»	—	—		—	—	
3655·99	5	»	3656·22	1	scharf	—	—	
3654·6	2	sehr unscharf	3654·59	1	unsicher	—	—	
3652·56	1	»	—	—		—	—	
3648·52	1	verbreitert	—	—		—	—	
3645·32	2	»	3645·00	1	sehr undeutlich	—	—	
3641·79	2	»	3642·00	1	»	—	—	
—	—		3639·47	1	verschwommen	—	—	
3636·01	2	»	3636·10	2	»	—	—	
—	—		3633·14	1	»	—	—	
3627·39	4	»	3627·64	1	unscharf	—	—	
—	—		3625·61	1	»	—	—	
3624·35	2		3624·44	1	verschwommen	—	—	
3621·33	4		3621·31	2	»	—	—	
3620·47	2	»	3620·46	1	»	—	—	
3614·31	1	»	—	—		—	—	
3613·86	2	»	3613·89	2	»	—	—	
—	—		3611·08	1	»	—	—	
3602·11	6	»	3602·10	4	»	—	—	
3599·20	6	»	3599·24	4	»	3598·9	3	Hartley und Adeney
—	—		—	—		3596·6	3	»
—	—		3549·09	1	»	—	—	
3546·54	1	»	—	—		—	—	
3545·05	2	»	—	—		—	—	
3533·84	4	»	3533·79	2	»	—	—	
3530·50	4	»	3530·44	3	scharf	—	—	
3527·55	4	»	3527·56	2	»	—	—	
3524·31	2	»	3524·36	3	»	3523·6	2	»
3520·07	4	»	3520·20	2	»	—	—	
—	—		3516·86	1	»	—	—	
3512·19	6	»	3512·16	3	»	3510·4	2	»
3500·37	1	»	—	—		—	—	

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Name
3498·11	2	verbreitert	—	—		—	—	
3488·89	1	»	—	—		—	—	
3487·62	1	»	—	—		—	—	
3483·82	4	»	3483·82	4	scharf	3483·2	2	Hartley und Adeney
3476·07	4	»	3476·03	3	»	3478·8	2	»
—	—		3472·26	1	verschwommen	3471·6	2	»
3454·76	4	»	3454·64	1	»	3455·8	2	»
3450·47	6	»	3450·43	3	scharf	3450·1	2	»
3422·22	1	»	—	—		—	—	
3420·20	1	»	—	—		—	—	
3415·94	2	»	3415·74	1	verbreitert	—	—	
3413·41	2	»	3413·27	1	»	—	—	
3404·73	2	»	3404·62	1	»	—	—	
3402·28	2	»	3402·31	1	»	—	—	
3396·39	1	»	—	—		—	—	
3395·52	1	»	—	—		—	—	
3393·09	2		3393·51	3	scharf	—	—	
3392·10	1		—	—		—	—	
3391·09	1		—	—		—	—	
3388·21	1		—	—		—	—	
3384·88	1		—	—		—	—	
3381·52	4	»	3381·43	2	verschwommen	3381·0	1	»
3375·74	2	»	—	—		—	—	
3365·46	4	»	3365·45	3	scharf	—	—	
3354·57	2	»	—	—		—	—	
3349·38	4	»	3349·43	2		—	—	
3342·99	1	sehr unscharf	—	—		—	—	
3337·95	4		3338·00	4	»	—	—	
—	—		3335·59	1	verbreitert	—	—	
3329·68	4	verbreitert	3329·64	1	»	—	—	
3319·76	4	»	3319·74	2	scharf	—	—	
3317·28	4	»	3317·35	2	ziemlich scharf	—	—	
3308·10	8	»	3308·10	7	Hauptlinie, scharf	3306·8	5	»
3292·95	2		3292·77	1	verschwommen	—	—	
3290·62	7	sehr unscharf	3290·60	3	etwas verbreitert	3289·9	5	»
3282·78	4	verbreitert	3282·79	2	scharf	3282·1	4	»
3279·89	2	»	3279·89	2	»	3280·1	2	»
3277·35	1	»	—	—		—	—	
3274·06	10	umgekehrt	3274·09	8	Hauptlinie, scharf	3273·2	9	»
3266·05	2	verbreitert	3266·03	1	scharf	3265·2	3	»
			—	—		3260·2	2	»
3247·65	10	umgekehrt	3247·65	10	Hauptlinie, scharf	3246·9	10	»
3243·21	4	verbreitert	3243·13	3	verbreitert	3243·9	2	»
3235·74	4	»	3235·68	3	ziemlich scharf	} 3233·4	2	»
3231·19	4	»	3231·25	2	»			
3226·61	2	»	3226·60	1	verschwommen	—	—	
3224·69	2	»	3224·67	2	»	—	—	
3223·47	2	»	3223·47	2	unscharf	—	—	
3211·47	2	»	—	—		—	—	
3208·32	4		3208·41	1	»	—	—	
—	—		3204·64	2	verbreitert	—	—	
—	—		3200·20	2	ziemlich scharf	—	—	
3194·17	4		3194·15	6	scharf	—	—	
3175·81	2	sehr unscharf	—	—		—	—	
3169·73	4	verbreitert	3169·68	3	verschwommen	—	—	
3160·09	2		3159·85	6	»	—	—	
3151·67	2		—	—		—	—	
3146·93	4	unscharf	3146·84	1	»	—	—	
3142·47	4	»	3142·38	1	»	—	—	
3140·42	4	verbreitert	3140·33	1	»	3139·7	2	»
3128·73	4	»	—	—		—	—	
—	—		—	—		3134·2	2	»
—	—		—	—		3123·7	2	»
3126·22	6	»	3126·16	6	scharf	—	—	
3120·03	2	»	—	—		—	—	
3116·48	4	»	3116·34	1	undeutlich	3115·7	2	»
3113·59	2	»	—	—		—	—	
3108·64	6	»	3108·55	5	scharf	3107·4	3	»
3099·97	4	»	3099·93	5	»	3097·8	2	»

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Name
3094·07	2	verbreitert	3094·01	3	scharf	3097·8	2	Hartley und Adeney
—	—		3088·10	1	verschwommen	—	—	
3073·89	4		3073·82	1	scharf	—	—	
3070·86	1	»	3070·86	1	»	—	—	
3063·50	6		3063·50	3	»	—	—	
3057·73	5		—	—		—	—	
3053·52	1	»	—	—		—	—	
3025·73	1	»	—	—		—	—	
3044·18	1	»	—	—		—	—	
3036·17	6		3036·15	3	»	3035·6	2	»
—	—	Hier finden sich mehrere	—	—		3023·4	2	»
—	—	schwache Linien	—	—		—	—	
—	—		—	—		—	—	
3010·92	4	verbreitert	3010·93	3	»	—	—	
—	—		3007·42	1	verschwommen, unsicher	—	—	
2997·46	4		2997·47	1	scharf	—	—	
2991·91	2	sehr unscharf	—	—		—	—	
2986·10	4	»	—	—		—	—	
2982·91	2	»	2982·21	1	verschwommen	—	—	
2979·52	2	»	2979·31	1	»	—	—	
2978·42	2	»	—	—		—	—	
—	—		2976·00	1	»	—	—	
—	—		2971·80	1	»	—	—	
2961·25	5	umgekehrt	2961·20	5	scharf	2959·6	3	»
2951·38	4		—	—		—	—	
2925·65	2	verbreitert	—	—		—	—	
2924·99	2	»	—	—		—	—	
2911·29	2	»	—	—		—	—	
2891·77	2	sehr unscharf	—	—		—	—	
2890·97	2	»	—	—		—	—	
—	—		2884·50	1	verschwommen	—	—	
2883·03	4		2883·05	1	scharf	2882·4	2	»
2879·04	2	unscharf	—	—		—	—	
—	—		2878·02	3	»	2877·4	3	»
2875·66	2	sehr unscharf	—	—		—	—	
2874·60	2	»	—	—		—	—	
—	—		2860·45	3	»	—	—	
—	—		2858·28	1	unscharf	—	—	
—	—		2837·66	2	»	2836·5	3	»
—	—		2824·47	6	scharf	2823·2	3	»
—	—		2813·25	2	ziemlich scharf	—	—	
—	—		2799·55	1	verbreitert	—	—	
—	—		2795·60	2	scharf	—	—	
2792·07	2	sehr unscharf, mehrere	—	—		—	—	
—	—	schwache Linien	—	—		—	—	
—	—		2780·25	1	»	—	—	
—	—		2777·15	1	»	—	—	
2769·37	1	verbreitert	2769·88	4	»	2769·1	7	»
2768·94	4		—	—		—	—	
2766·50	5	umgekehrt	2766·45	2	»	2766·2	3	»
—	—		2763·80	1	»	—	—	
2751·86	1	verbreitert	2751·30	2	verbreitert	2745·9	3	»
2751·38	4	unscharf						
—	—		2745·54	6	scharf	—	—	
—	—		2739·98	3	»	—	—	
—	—		2737·63	3	»	—	—	
—	—		2734·07	2	verschwommen	—	—	
—	—		2731·8	2	»	—	—	
—	—		2730·4	1	»	—	—	
2724·04	4	sehr unscharf	2724·1	2	»	2721·2	4	»
—	—		2721·98	4	scharf	—	—	
—	—		2719·14	5	verschwommen	2718·4	4	»
2715·67	4	»	—	—		—	—	
—	—		2713·82	8	ziemlich scharf	2713·1	6	»
—	—		2703·48	9	scharf	2702·2	7	»
—	—		2701·34	10	»	2700·5	7	»
—	—		2698·8	1		—	—	
2696·83	1	verbreitert	2696·70	2	ziemlich scharf	—	—	
—	—		2689·66	10	scharf	2688·8	7	»

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Name
2687·85	1	verbreitert	—	—		—	—	
2681·16	1	»	2680·0	1	verschwommen	—	—	
2676·59	2	»	—	—		—	—	
2672·24	2	»	—	—		—	—	
—	—		2666·61	6	scharf	2666·0	3	Hartley und Adeney
—	—		2658·7	1	verschwommen	—	—	
2651·78	2	sehr unscharf	—	—		—	—	
2649·93	2	»	2649·9	1	»	—	—	
2645·45	2	»	—	—		—	—	
—	—		2644·10	5	ziemlich scharf	2643·5	1	»
—	—		2641·75	2	»	—	—	
2635·02	4	»	2635·1	1	verschwommen	—	—	
2630·15	4	»	2630·1	1	»	—	—	
2627·49	2	»	—	—		—	—	
—	—		2624·4	1	unscharf	—	—	
2618·46	10	umgekehrt	2618·46	8	scharf	2617·8	3	»
—	—		2609·43	7	»	2608·9	2	»
2605·08	1	sehr unscharf	—	—		—	—	
—	—		2600·51	10	»	2599·7	7	»
—	—		2599·15	8	»	2598·3	7	»
—	—		2592·9	1	verschwommen	—	—	
—	—		2590·78	5	scharf	2590·1	3	»
—	—		2587·6	1	verschwommen	—	—	
—	—		2586·5	1	»	—	—	
—	—		2584·0	1	unsicher	—	—	
—	—		2581·3	1	scharf	—	—	
2580·52	2	»	2580·3	1	»	—	—	
2579·40	2	»	2578·1	1	verschwommen	—	—	
—	—		2576·8	1	»	—	—	
—	—		2575·2	2	scharf	—	—	
—	—		2573·4	3	»	2573·0	2	»
—	—		2572·0	4	»	2572·0	2	»
—	—		2571·2	7	verschwommen	2570·9	2	»
2570·76	2	verbreitert	—	—		—	—	
2569·99	2	sehr unscharf	2569·7	1	»	—	—	
2567·17	1	verbreitert	2566·5	5	ziemlich scharf	2565·3	2	»
—	—		2564·4		»	—	—	
2563·54	2	verbreitert nach Roth	2563·1	1	»	—	—	
—	—		2561·5	1	verschwommen	—	—	
—	—		2557·4	1	»	—	—	
—	—		2554·4	2	scharf	—	—	
2553·38	1	»	2553·2	2	stark verbreitert	2553·7	1	»
—	—		2552·9	1	unscharf	2552·2	2	»
—	—		2552·1	1	»	—	—	
—	—		2550·4	2	verbreitert	—	—	
2547·67	2	»	—	—		—	—	
—	—		2545·08	10	scharf	2544·6	8	»
—	—		2538·8	4	ziemlich scharf	2538·2	2	»
—	—		2535·5	4	»	—	—	
—	—		2533·8	1	unscharf	2533·9	2	»
—	—		2533·0	2	»	—	—	
—	—		2532·1	2	»	2531·4	2	»
—	—		2529·60	8	ziemlich scharf	2528·8	6	»
—	—		2526·90	5	scharf	2526·2	6	»
—	—		2525·2	3	ziemlich scharf	—	—	
—	—		2523·3	4	»	2522·7	1	»
—	—		2522·4	4	»	2522·1	1	»
—	—		2521·2	2	»	—	—	
—	—		2519·1	2	»	—	—	
—	—		2518·5	3	»	2518·3	1	»
—	—		2517·0	2	»	2517·5	1	»
—	—		2516·6	2	»	—	—	
—	—		2515·0	1	»	—	—	
—	—		2513·2	5	»	2513·2	1	»
—	—		2511·5	5	scharf	2512·2	1	»
—	—		2508·7	5	verbreitert	2508·7	3	»
—	—		2506·50	10	scharf	2506·2	6	»
—	—		2504·8	1	verbreitert	—	—	
—	—		2503·6	1	unscharf	—	—	

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Name
—	—		2503·1	1	unscharf	—	—	
—	—		2501·0	2	sehr verschwommen	—	—	
—	—		2497·7	3	scharf	2497·4	1	Hartley und Adeney
—	—		2496·2	4	verbreitert	2495·9	1	»
2494·97	2		—	—		—	—	
—	—		2493·6	1	verschwommen	—	—	
2492·22	5	umgekehrt	2492·2	6	scharf	2491·4	3	»
—	—		2489·75	8	»	2489·1	6	»
—	—		2486·5	4	verbreitert	} 2485·6	—	»
—	—		2485·9	4	»			
—	—		2482·5	5	scharf	2481·8	3	»
—	—		2481·2	1	ziemlich scharf	—	—	
—	—		2479·8	1	»	—	—	
—	—		2478·4	3	verschwommen	2478·2	2	»
—	—		2475·4	1	»	2475·1	1	»
—	—		2473·6	8	ziemlich scharf	2473·2	5	»
—	—		2468·7	8	»	2468·4	3	»
—	—		2466·0	4	unscharf	2465·2	1	»
—	—		2464·1	2	»	—	—	
—	—		2463·2	2	»	—	—	
2460·98	2	verbreitert	2462·1	3	»	2461·5	1	»
—	—		2460·5	1	sehr verschwommen	—	—	
—	—		2459·4	2	ziemlich scharf	—	—	
2458·97	2	»	2458·9	4	»	2458.2	1	»
—	—		2457·9	1	verschwommen	—	—	
—	—		2453·1	5	ziemlich scharf	2452·5	1	»
—	—		2451·9	1		—	—	
—	—		2449·5	1		—	—	
—	—		2447·6	2	verschwommen	—	—	
—	—		2446·8	3	»	2446·7	1	»
—	—		2445·5	2	»	—	—	
—	—		2444·54	5	scharf	2444·1	3	»
—	—		2443·5	2	verschwommen	—	—	
—	—		2442·6	2	»	—	—	
2441·72	3	umgekehrt	2441·72	6	scharf	2441·6	3	»
—	—		2440·2	3	verbreitert	2439·8	1	»
—	—		2436·0	5	ziemlich scharf	2435·7	1	»
—	—		2433·5	3	»	—	—	
—	—		2430·5	4	»	2430·3	1	»
—	—		2429·0	2	verschwommen	—	—	
—	—		2428·3	2	»	2428·2	1	»
—	—		2424·70	5	scharf	2425·1	3	»
—	—		2421·8	3	»	2422·0	1	»
—	—		2420·0	1	verschwommen	—	—	
—	—		2418·5	1	»	—	—	
—	—		2414·9	1	»	—	—	
—	—		2414·3	2	ziemlich scharf	—	—	
—	—		2413·2	1	»	—	—	
—	—		2412·45	5	scharf	2412·2	3	»
—	—		2408·6	1	verschwommen	—	—	
2406·82	8	verbreitert nach Roth	2406·8	1	scharf	—	—	
—	—		2405·64	4	»	2404·8	3	»
—	—		2403·63	6	verbreitert	2403·3	6	
2400·18	4		2400·23	6	scharf	2400·1	6	»
2392·71	8	umgekehrt, verbreitert nach Roth	2392·8	4	» } [1]	2393·0	1	»
—	—		—	—		—	—	
—	—		2391·8	3	»	2392·2	1	»
—	—		2385·1	2	»	2385·2	1	»
—	—		2276·6	5	»	2376·7	3	»
—	—		2370·9	2	verschwommen	2371·6	2	
—	—		—	—				
—	—		—	—		Hartley und Adeney		Trowbridge and Sabine
—	—		—	—				
2369·97	5		2369·97	10	scharf (Hauptlinie)	2370·1	9	2369·9
—	—		2368·8	2	ziemlich scharf	2368·7	2	2368·8
—	—		2368·4	2	»	—	—	—

[1] Ist eine Doppellinie und keine umgekehrte Linie.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Name
						Hartley und Adeney		Trowbridge and Sabine
—	—		2364·2	1	verschwommen	2365·8	1	—
2363·28	1		2363·3	1	»	—	—	—
—	—		2362·8	1	»	—	—	—
—	—		2361·6	1	»	—	—	—
2356·68	4		2356·68	6	scharf	2357·2	5	2356·7
—	—		2355·2	4	verschwommen	2355·0	2	2355·2
—	—		2348·8	3	»	2348·8	2	—
—	—		2346·2	2	ziemlich scharf	2346·2	2	2346·2
2345·59	2		—	—			—	—
—	—		2339·1	1	verschwommen	—	—	—
—	—		2336·3	4	scharf	2336·6	3	2336·3
—	—		2324·1	1	verschwommen	—	—	—
—	—		2323·1	1	»	—	—	—
—	—		2320·4	2	ziemlich scharf	—	—	—
2319·70	4	verbreitert	2319·7	1	»	—	—	—
—	—		2315·9	1	sehr undeutlich	—	—	—
—	—		2315·3	1	ziemlich scharf	—	—	—
—	—		2312·3	1	»	—	—	—
—	—		2309·7	2	»	—	—	—
2303·18	7		2303·18	4	scharf	2303·8	1	2336·3
—	—		2299·6	2		2300·5	1	2299·6
—	—		—	—		2297·5	1	—
2294·44	2		2294·40	6		2295·0	6	2294·4
2293·92	10	umgekehrt	2293·92	3	ziemlich scharf	2294·6	3	2293·9
—	—		2291·1	4	»	2291·4	3	2291·1
2288·19	4		—	—		—	—	—
—	—		2286·7	4	»	2286·7	3	2286·7
2282·20	1	verbreitert	—	—		—	—	—
—	—		2280·9	1	»	—	—	—
—	—		2278·4	2	»	2279·6	2	2278·4
2276·30	4		2276·30	6	scharf	2277·0	6	2276·3
—	—		2274·9	1	ziemlich scharf	—	—	—
—	—		2265·5	2	»	2265·8	2	2265·5
2263·20	5	umgekehrt	2263·7	3	verbreitert	2263·9	3	2263·9
—	—		2263·2	2	»	2263·2	3	2263·2
2260·58	4	»	2260·6	2	»	2257·7	2	—
—	—		2255·1	2	»	—	—	2255·1
—	—		2252·0	1	»	2250·0	2	—
—	—		2248·0	3	»	2248·2	9	2249·0
2247·08	4	verbreitert	2247·14	7	scharf	2247·7	3	2247·0
2244·36	1		2244·4	1		2244·0	9	—
2242·68	4		2242·68	7	»	2243·5	3	2242·7
2240·89	1	verbreitert	—	—		2233·0	3	—
2238·52	2	umgekehrt	—	—		—	—	—
2236·40	1	»	—	—		—	—	—
—	—		2231·8	1		2232·2	3	2231·7
2230·16	8	»	2231·1	2	»	2231·2	5	2231·0
—	—		2230·2	3	verbreitert	2230·0	5	2230·1
2228·95	4		2229·0	4		2229·1	3	2228·9
2227·85	2	»	2227·9	2	unscharf	2228·1	3	2227·8
—	—		2227·0	3	»	2227·0	1	2226·9
2225·77	5	»	2225·8	2	ziemlich scharf	2226·0	2	2225·7
—	—		2224·9	2	»	—	—	2224·8
2218·21	2		2218·2	6	»	2219·3	6	2218·2
						2218·5	3	—
2215·78	5	»	2215·4	3	»	2216·5	3	2215·3
						2215·8	3	—
2214·68	8	»	2214·6	3		2214·1	2	2214·4
—	—		2212·9	1	»	2211·3	6	2213·0
2210·35	2		2210·4	5	»	2210·8	3	2210·3
—	—		—	—		2208·8	2	—
—	—		2200·7	1	»	2200·3	3	2200·6
2199·77	8	»	2199·8	3	»	2199·8	1	2199.8
—	—		—	—		—	—	2196·9 [1]

[1] Ist wahrscheinlich durch Druckfehler unrichtig und soll 2195·9 heissen.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Name
						Hartley und Adeney		Trowbridge and Sabine
—	—		2195·9	3	ziemlich scharf	2196·5	3	—
2192·35	2	verbreitert	2192·4	5	»	2192·0	6	2192·4
						2191·2	3	
2189·69	2	umgekehrt	2189·8	5	»	2189·6	6	2189·9
						2188·5	3	
—	—		2183·0	1	»	—	—	—
2181·80	4	»	2181·8	1	»	2181·0	1	2181·8
2179·41	4	»	2179·45	5	scharf	2179·0	5	2179·5
2178·97	3	»	—	—		2178·0	3	—
—	—		2175·15	3	»	2174·5	3	2175·2
2171·88	1	»	—	—		—	—	—
2169·49	1		—	—		—	—	—
2165·20	4	»	2165·2	1	ziemlich scharf	—	2	—
—	—		2161·6	1	»	—	1	—
—	—		2157·5	2	scharf	—	—	—
—	—		2152·0	3		—	—	—
2149·05	2		2149·05	4		2148·8	3	2149·2
—	—		2147·2	2	verschwommen	—	—	—
—	—		2145·7	2	»	—	—	—
—	—		2144·9	1	»	—	—	—
2136·05	2		2136·1	3	scharf	2135·8	3	2136·1
—	—		2134·6	2	»	2134·2	2	2134·6
—	—		2130·2	1	undeutlich	—	—	—
2126·11	2		2126·1	3	scharf	—	—	2126·2
—	—		2125·3	3	»	2124·4	3	2125·3
						2124·0	2	
2123·06	2		2123·06	3	»	2122·1	3	2123·1
						2121·5	2	
—	—		2117·4	2	»	2116·0	1	2117·5
2112·19	1		2112·20	2	»	2110·5	1	2112·2
2104·88	4	»	2104·88	2	»	2103·0	1	2104·9
—	—		2098·7	2	verbreitert	—	—	2098·6
—	—		2093·1	1	scharf	—	—	2093·9
—	—		2088·2	2		—	—	2088·1
2085·40	1		2085·4	3	»	—	—	2085·5
—	—		2079·0	2		—	—	2078·8
—	—		2070·4	1	undeutlich	—	—	—
2068·45	1		—	—		—	—	—
—	—		2066·5	1	verschwommen	—	—	2067·0
—	—		2062·7	1	»	—	—	2062·7
2061·77	1		—	—		—	—	—
2055·08	1		2055·1	2	scharf	—	—	2055·1
2043·73	1		2044·0	2	»	—	—	2045.0[1]
2037·28	1		2037·28	2	»	—	—	2037·3
2035·90	1		2036·0	2	»	—	—	2036·0
—	—		2031·3	2	verbreitert	—	—	2030·9
—	—		2025·7	2	scharf	—	—	2025·7
2025·14	2		—	—		—	—	—
—	—		2017·3	2	»	—	—	—
2016·76	1		—	—		—	—	—
—	—		2016·0	2	»	—	—	2016·0
2015·53	1		—	—		—	—	2015·8
—	—		014·2	1	»	—	—	—
2013·19	1		2013·19	1	verschwommen	—	—	2013·2
2003·50	1		—	—		—	—	—
1999·68	1		1999·68	2	ziemlich scharf	—	—	1999·9
1995·16	1		—	—		—	—	—
1989·24	1		1989·24	2	»	—	—	1989·4
1979·26	1		1979·26	2	»	—	—	1979·4
1971·99	1		—	—		—	—	—
—	—		1970·5	1	»	—	—	1970·4
1956·83	1		—	—	»	—	—	—
1943·88	1		1943·88	1	»	—	—	1944·1

[1] Wahrscheinlich durch Druckfehler entstellt; soll heissen 2044·0.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Die Spectren des Silbers.

Das Funkenspectrum des Silbers ist unvollständig bekannt.[1] Es ist wohl im sichtbaren Theile von Thalèn,[2] Kirchhoff,[3] Huggins[4] durch Überschlagen des Flaschenfunkens zwischen Silberelektroden erhalten und ausgemessen worden; Lecoq[5] untersuchte das Spectrum des zwischen Silberlösungen überspringenden Funkens; jedoch sind diese Angaben im Blau und Violett aus den beim Kupfer angegebenen Gründen lückenhaft und ungenau; das von Hartley und Adeney[6] photographirte Funkenspectrum beginnt erst bei $\lambda = 3541$ und erstreckt sich bis $\gamma = 2112$, so dass das Funkenspectrum des Silbers im Violett und zum Beginne des Ultraviolett so gut wie unbekannt ist. Betreffs des Bogenspectrums geben Kayser und Runge[7] erschöpfende und sehr genaue Messungen und Beschreibungen desselben an, welche sich jedoch den Beobachtungen über das Funkenspectrum kaum angliedern lassen. Thalèn und Huggins geben im sichtbaren Spectrum 19 Linien, welche Kayser und Runge nicht erhalten konnten, während bei ersterem 15 Silberlinien, welche Kayser und Runge im Bogen constatirten, fehlen. »Darnach scheint das Funkenspectrum wesentlich verschieden vom Bogenspectrum zu sein, was sich auch im Ultraviolett bestätigt, und Hartley und Adeney geben hier viel mehr Linien, als wir (Kayser und Runge) gefunden haben« — erwähnen Kayser und Runge am angegebenen Orte. Wir wollten uns über dieses Spectrum, dessen Anordnung der Linien in Serien mehrfach Gegenstand von Untersuchungen mit widerspruchsvollen Resultaten war, Gewissheit verschaffen und das Linienspectrum des Silbers an reinem Materiale feststellen. Zu diesem Zwecke bezogen wir »chemisch reines Feinsilber« vom k. k. Münzamte und unterzogen dasselbe, um absolut sicher zu gehen, einer neuerlichen Reinigung, indem wir es in Salpetersäure lösten, die Lösung mit Salzsäure fällten, sorgfältigst wuschen, dann das gewaschene Chlorsilber auf nassem Wege mittelst Hydroxylamin und Ammoniak reducirten und das schwammige, reducirte, chemisch reine Silber im Porzellantiegel schmolzen.

Das Silber ist im stärksten Flaschenfunken lichtärmer als Kupfer oder Gold; beim Überschlagen des Funkens (Ruhmkorff) an der Luft treten überdies die Luftlinien sehr stark hervor, und wir sahen uns deshalb genöthigt, in einer Wasserstoffatmosphäre den Funken überschlagen zu lassen. Jedoch traten auch in diesem Falle die Nebenlinien des Ag-Spectrums nur lichtschwach auf, so dass wir stundenlang belichten mussten, um alle schwachen Linien auf der Platte zu erhalten. Bei starken elektrischen Strömen wird das Silber bald weissglühend und gibt schlechte Funken, weshalb man keine zu dünnen Elektroden verwenden darf.

Unsere Messungen sind sehr eingehende und erstrecken sich auf schwache Linien, so dass wir zahlreiche neue Silberlinien verzeichnen konnten. Huggins führt im rothen und orangefarbigen Theile des Funkenspectrums von Silber mehr Linien an als Thalèn, welche erstere wahrscheinlich auch vorhanden, aber sicherlich sehr lichtarme Linien sind. Jedenfalls sind die von uns nicht angeführten Huggins'schen Linien nur schwache Linien, welche bei der geringen Lichtempfindlichkeit photographischer Platten für weniger brechbare Strahlen sich der photographischen Beobachtung entzogen. Im stärker brechbaren Theile dürfen aber unsere Wellenlängenmessungen auf grosse Vollständigkeit Anspruch machen. Eine grosse Anzahl von Silberlinien, z. B. im grünen Theile des Spectrums, sind sehr verschwommen, ja manche bandartig verbreitert, daneben befinden sich viele scharfe Linien und im stärker brechbaren Theile dominiren die scharfen Linien.

---

[1] Vergl. die Fussnote auf S. 9.

[2] Thalèn, »Mémoire sur la détermine.....« 1868; auch Watt's »Index of Spectra.«

[3] Kirchhoff, »Untersuchungen über das Sonnenspectrum«, 1861; auch Watt's »Index of Spectra.«

[4] Huggins, Phil. Transact. 182, p. 861—887, 1872; auch Watt's »Index of Spectra.«

[5] Lecoq de Boisbeaudran, »Spectres lumineux«, 1874; auch Watt's »Index of Spectra.«

[6] Phil. Transact. 1884, p. 109; Watts, Index of Spectra, 1889, p. 127. — Später beschrieb Hartley auch das Bandenspectrum des Silbers und anderer Metalle; es wird mittels des Knallgasgebläses erhalten (Hartley, flame spectra at high temperatures. Philosoph. Transact. of the Royal Soc. of London. Bd. 185 [1894] S. 161.)

[7] »Über die Spectren der Elemente«, 5. Abschn. Königl. preuss. Akad. d. Wissensch. Berlin 1892.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Die Vergleichung der bisherigen Angaben über Details im Silberspectrum zeigt mannigfache Widersprüche; z. B. erwähnt Lockyer die einseitige Ausbreitung einiger Linien des Bogenspectrums von Silber;[1] er beobachtete, dass die Linie $\lambda = 4210$ sich stark nach dem violetten Ende verbreitert, während dies bei $\lambda = 4054$ mehr nach der entgegengesetzten Seite der Fall ist; später beobachteten Kayser und Runge mehrere solche Fälle (siehe Tabelle). Was die helle Linie $\lambda = 4210$ anbelangt, welche Lockyer als umgekehrte Linie auffasst, so bemerkten Liveing und Dewar, dass sie nicht umgekehrt sei, sondern dass eine neue Linie $\lambda = 4211$ hervortrete. Schuster vermuthet, Lockyer habe den dunklen Raum zwischen den beiden Linien für ein Umkehrungsphänomen gehalten und es sei die einseitige Verbreiterung nur eine scheinbare.[2] Kayser und Runge[3] dagegen erhielten immer nur eine stark umgekehrte Linie bei 4212. Wir können jedoch die Angaben Liveing's und Dewar's bestätigen, dass in der That an dieser Stelle eine Doppellinie im Silberspectrum auftritt, welche bei Anwendung von starken Flaschenfunken unzweifelhaft nachweisbar ist; ja es tritt sogar der bemerkenswerthe Fall ein, dass die Kayser- und Runge'sche Silberhauptlinie (im Bogenspectrum) $\lambda = 4212$ im Funkenspectrum zur Nebenlinie wird, während die nach Lockyer schwach-, nach Kayser und Runge (im Bogenspectrum) gar nicht vorfindliche Linie $\lambda = 4210 \cdot 87$ als kräftige und scharfe Hauptlinie auftritt. Beim Silberfunkenspectrum erscheinen als die am meisten charakteristischen Hauptlinien die intensiven und scharfen Linien $\lambda = 3280 \cdot 8$ und $3383 \cdot 0$, welche im gesammten ultravioletten Spectrum am stärksten hervortreten und auch ziemlich leicht umkehrbar sind, wenn man stärkere Ströme und dickere Elektroden, welche helle, grosse Funken geben, anwendet. Es ist bemerkenswerth, dass sich $\lambda = 3280 \cdot 8$ im Funkenspectrum stets leichter umkehren lässt als $\lambda = 3383$; am deutlichsten sehen wir dieses Umkehrphänomen bei unserem Gitterspectrum dritter Ordnung, während es im Spectrum zweiter Ordnung nur schwach angedeutet, in jenem erster Ordnung jedoch nicht zu bemerken war. Auch im Bogenspectrum sind dieselben zwei Linien charakteristische Hauptlinien und jederzeit leicht umkehrbar. In der Nachbarschaft dieser beiden Hauptlinien treten mehr oder weniger schwache, aber äusserst zahlreiche Linien auf, deren schwächste bei knapper Expositionszeit bis zur Unkenntlichkeit undeutlich werden, so dass es schwer ist, diese linienreichen Theile des Spectrums complet auszumessen.

Wir bemühten uns sowohl bei den Aufnahmen mittelst des Quarz-, als auch bei jenen mittelst des Gitterapparates diesen Bezirk klar zu stellen, umsomehr, als auch im Bogenspectrum ähnliche Verhältnisse herrschen. Wir fanden viele der von Kayser und Runge gemessenen Linien auf, einige dieser Linien konnten wir jedoch nicht nachweisen, dagegen fanden wir andere neue Silberlinien. Wir halten diese Variationen zumeist für zufällige und in der Natur dieser Linien bedingte; dagegen sind die kurzwelligen Bezirke des Silberspectrums auffallend und mit charakteristischer Gesetzmässigkeit vom Bogenspectrum abweichend. So z. B. finden sich bei den Silberlinien $\lambda < 3000$ A. E. im Funkenspectrum viele starke charakteristische Linien, welche im Bogenspectrum nicht oder nur äusserst schwach auftreten. Hier wären Ag-Doppellinien zu erwähnen, bei denen im Bogenspectrum nur eine Componente hervortritt, während im Funkenspectrum gerade diese Componente schwächer wird, wogegen die andere (welche im Bogenspectrum sehr schwach ist oder ganz fehlt) dominirt.

Dies ist z. B. bei den ultravioletten Linien $\lambda = \begin{cases} 2938 \\ 2934 \end{cases}$ der Fall, von welchen Kayser und Runge nur die erstere führen, bei $\lambda = \begin{cases} 2824 \\ 2815 \end{cases}, \begin{cases} 2721 \\ 2712 \end{cases}, \begin{cases} 2575 \\ 2567 \end{cases}$, bei welchen im Bogenspectrum die Silberlinie von kürzerer Wellenlänge zurückbleibt, während im Funkenspectrum das Umgekehrte der Fall ist. Auch im indigoblauen Theile des Spectrums finden sich Ag-Linienpaare von ähnlichem Verhalten, z. B. $\lambda = \begin{cases} 4212 \\ 4210. \end{cases}$ Ob diese Doppellinien gesetzmässig zusammengehören oder blos zufällig nebeneinander gelagert sind, dafür haben wir keinen Anhaltspunkt. So z. B. hat das Silberfunkenspectrum charakteristische starke Linien im Indigoblau $\lambda = 4226\,(4)$, $4210\,(8)$, im Violett $\lambda = 4055\,(6)$, $3933\,(5)$, ferner weit charakteristischere

[1] Royal Soc. 1879, Bd. 28, p. 428. — Roscoe, Spectralanalyse 1890, S. 157.

[2] Ibid. p. 151.

[3] Abhandlungen der königl. preuss. Akad. d. Wissensch. Berlin 1892.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

ultraviolette Silberlinien, namentlich die schönen Liniengruppen $\lambda = 2938$, 2934, 2929 bis 2873, dann die doppelte Hauptlinie $\lambda = \begin{cases} 2711 \cdot 9 \\ 2711 \cdot 3 \end{cases}$, welche bei geringer Dispersion als dicke, einfache Linie erscheint, ferner die starke Linie $\lambda = 2580$, die für das Funkenspectrum ausserordentlich charakteristische Liniengruppe $\lambda = 2506$ bis $\lambda = 2453$, welche im Bogenspectrum ebenso fehlt wie die starken Silberlinien $\lambda = 2444$, 2428, 2420, 2358 und 2357 u. s. w. Es ist auffallend, dass die ebenfalls charakteristischen Silberliniengruppen, welche allerdings weniger hell im Funkenspectrum als die obigen sind, von $\lambda = 2331$ bis 2309 sowohl im Bogen als auch im Funken auftreten, während die unmittelbar darauffolgenden Ag-Linien 2296, 2280 und 2275 eben nur im letzteren kräftig und charakteristisch auftreten. Die letzten Ag-Linien im brechbarsten Theile des Bogenspectrums beobachteten Kayser und Runge bei $\lambda = 2246$. Das Funkenspectrum reicht weiter gegen das brechbarste Ende hinaus; Hartley und Adeney beobachteten die letzten Linien bei $\lambda = 2112$,[1] während wir noch eine Anzahl von neuen deutlichen Linien kürzerer Wellenlänge bei $\lambda = 1975 \cdot 2$ beobachteten und ausmessen konnten, darunter ganz charakteristische Liniengruppen.

Das den niedrigsten Temperaturen entsprechende Silberspectrum erhält man nach Lecoq's Vorgang, wenn man schwache Funken zwischen Silbernitratlösung überspringen lässt. Hiebei fand Lecoq folgende Silberlinien $\lambda = 5465$, 5209, 4668 und 4396, welche Linien sich auch im Bogen- und Funkenspectrum des Silbers finden; während die Lecoq'sche Linie $\lambda = 4210$ bei Kayser und Runge im Bogenspectrum fehlt, fanden wir diese Linie im Funken. Die obigen Linien entsprachen den niedrigsten Temperaturen, und es lassen sich analoge Vergleiche und Schlussfolgerungen über das Variiren des Silberspectrums anstellen, wie wir dies beim Kupfer gethan haben. Im Funkenspectrum des Silbers (siehe Tabelle) sehen wir wohl viele schwache Linien des Bogenspectrums zu Hauptlinien werden, jedoch tritt der Fall, dass starke Linien des Bogenspectrums im Funkenspectrum verschwinden, nur selten ein; es treten wohl eine Reihe von Linien des Bogenspectrums im Funken zurück, aber dieses Phänomen ist beiweitem nicht so auffallend, als beim Kupfer. Immerhin ist auch das Silberspectrum als ein variables zu bezeichnen, denn es wird durch das Hinzukommen und Neuauftreten intensiver Silberlinien im heissen Flaschenfunken zu einem äusserst linienreichen Spectrum, bei welchem die im Bogenspectrum vorhandenen mittelmässig hellen Linien zumeist erhalten bleiben und von den neu auftretenden Linien des Funkenspectrums an Intensität und häufig an Schärfe weit überholt werden.

Funkenspectrum des Silbers.

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung
—	—		6037·3	2		6036·2	2	Thalén
—	—		5678·7	1	undeutlich	—	—	
5667·72	4	sehr unscharf	5667·9	1	schwach	—	—	
—	—		5656·99	1	unscharf, verbreitert	—	—	
—	—		5646·50	1	sehr verschwommen	5645·1	4	
—	—		5628·40	2	»	5625·6	4	
—	—		5623·34	4	sehr verbreitert	5622·6	8	
—	—		5621·25	2	»	—	—	
—	—		5611·85	2	»	5610·6	4	
—	—		5602·93	1	»	—	—	
—	—		5597·99	1	»	—	—	
—	—		5593·11	3	»	—	—	
—	—		5590·37	2	sehr verschwommen	5590·1	4	
—	—		5580·89	1	»	—	—	
—	—		5575·21	1	»	—	—	
—	—		5570·63	2	stark verbreitert	5568·1	4	

[1] Hartley und Adeney beobachteten die Linien sehr gut, aber ihre Wellenlängebestimmungen sind ungenau, theils wegen geringer Dispersion (für Bezirke $\lambda > 2800$), theils wegen mangelhaft bestimmter Leitlinien mittelst Gitterspectrum.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Name
			5558·98	3	stark verbreitert	5556.6	4	
			5552·79	4	»	5551·6	8	
5545·86	4	verbreitert nach Roth	5544·5	1	unsicher	—	—	
—	—		5535·41	2	verbreitert	—	—	
—	—		5533·48	1	»	—	—	
—	—		5530 23	1	»	—	—	
—	—		5528·72	1	»	—	—	
—	—		5521·25	4	sehr verbreittert	5522·1	4	
—	—		5494·75	1	»	—	—	
—	—		5489·06	3	»	5486·6	2	
—	—		5480·81	3	verbreitert	—	—	
—	—		5479·34	2	scharf	—	—	
5471·72	5		5471·70	5	»	5470·1	8	
5465·66	10	umgekehrt	5465·64	10	»	5464·1	10	
—	—		5454·41	3	ziemlich scharf	—	—	
—	—		5450·42	3	»	—	—	
5436·0	2	sehr unscharf	—	—		—	—	
—	—		5424·9	1	undeutlich	5423.6	6	
—	—		5412·62	1	»	5411·1	2	
—	—		5404·13	2	stark verbreitert	—	—	
—	—		5401·10	2	»	5401·6	8	
5333·5	2	verbreitert	—	—		—	—	
5329·93	4	verbreitert nach Roth	—	—		—	—	
—	—		—	—		5299.1	6	
5276·4	1	verbreitert	—	—		—	—	
5209·25	10	umgekehrt	5209·19	8	scharf	5208·9	10	
—	—	mehrere unscharfe Linien	—	—		—	—	
4874·36	4	verbreitert nach Violett	4874·42	2	»	4874·1	8	
—	—		4678·23	4	verbreitert	—	—	
—	—		4678·04	2	sehr stark verbreitert	—	—	
4668·70	8	verbreitert nach Roth	4668·58	2	ziemlich scharf	4666·6	4	
—	—		4630·10	3	»	—	—	
—	—		4620·57	2	»	—	—	
—	—		4620·08	2	»	—	—	
4616·03	4	sehr unscharf	4616·0	1	sehr verschwommen	—	—	
4556·13	4	»	4556·09	2	sehr verbreitert	—	—	
—	—		4552·41	1	»	—	—	
—	—		4519·39	1	scharf	—	—	
—	—		4509·84	1	»	—	—	
4476·29	5	verbreitert nach Roth	4476·31	5	»	—	—	
—	—		4447·08	2	ziemlich scharf	—	—	
4396·49	2	verbreitert	4396 30	1	sehr undeutlich	—	—	
—	—		4394·11	2	ziemlich scharf	—	—	
4379·45	4	»	4385·16	4	scharf	—	—	
—	—		4363·46	2	»	—	—	
—	—		4358·14	1	»	—	—	
4311·28	4	verbreitert nach Roth	4311·35	4	verschwommen	—	—	
—	—		4226·55	4	scharf	—	—	
4212·1	8	umgekehrt [1]	4212·76	2	ziemlich scharf [1]	—	—	
—	—		4210·87	8	scharf	—	—	
—	—		4085·92	2	»	—	—	
4055·44	5	»	4055·46	6	»	—	—	
—	—		4046·45	2	»	—	—	
—	—		3994·96	1	»	—	—	
3991·9	1	sehr unscharf	—	—		—	—	
—	—		3985·18	3	»	—	—	
3981·87	5	verbreitert nach Roth	3981·35	2	»	—	—	
—	—		3968·34	5	»	—	—	
—	—		3961·27	2	»	—	—	
3943·1	1	verbreitert	—	—		—	—	
3940·3	1	»	—	—		—	—	
—	—		3933·60	5	»	—	—	
—	—		3919·95	1	ziemlich scharf	—	—	
—	—		3918·41	1	sehr undeutlich	—	—	
3914·47	2	sehr unscharf	3914·01	1	»	—	—	
3907·63	2	»	3907·76	2	verbreitert	—	—	
3841·3	2	»	3840·74	1	ziemlich scharf	—	—	

[1] Kayser und Runge konnten diese unscharfe Linie nicht genau messen und gaben die Fehlergrenze mit 1 A. E. an, während wir die Linien ziemlich scharf erhielten.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Name
—	—		3838·38	1	verschwommen	—	—	
3810·6	2	sehr unscharf	3810·86	3	ziemlich scharf	—	—	
—	—		3714·37	1	scharf	—	—	
3710·1	1	»	—	—		—	—	
—	—		3683·40	2	»	—	—	
3681·8	2	verbreitert nach Violett	3682·49	1	»	—	—	
—	—		3649·97	2	unscharf	—	—	
3624·0	1	sehr unscharf	—	—		—	—	
—	—		3616·20	1	undeutlich	—	—	
—	—		3596·38	1	ziemlich scharf	—	—	
—	—		3580·77	1	undeutlich	—	—	
3557·3	1	verbreitert	—	—		—	—	
3547·3	1	»	—	—		—	—	
3542·67	4	»	3542·65	3	scharf	3541·3	2	Hartley u. Adeney
—	—		3513·44	1	undeutlich	—	—	
3505·43	1	»	—	—		—	—	
—	—		3503·05	1	kaum sichtbar	—	—	
3501·90	4	»	3502·02	2	ziemlich scharf	—	—	
3499·65	1	»	—	—		—	—	
—	—		3495·57	1	»	—	—	
—	—		3475·89	3	scharf	—	—	
—	—		3469·52	1	»	—	—	
—	—		3468·0	1	unscharf	—	—	
—	—		3437·45	1	verschwommen	—	—	
—	—		3429·59	2	scharf	—	—	
—	—		3425·56	1	verschwommen	—	—	
—	—		3421·69	2	»	—	—	
—	—		3419·43	1	»	—	—	
—	—		3412·91	1	»	—	—	
—	—		3405·20	3	verbreitert	3404·2	2	»
—	—		3401·56	1	undeutlich	—	—	
—	—		3400·34	1	»	—	—	
—	—		3397·56	2	verbreitert	—	—	
—	—		3394·05	1	undeutlich	—	—	
—	—		3392·56	1	verbreitert	—	—	
—	—		3389·44	3	scharf	3389·7	2	»
—	—		3387·22	1	»	—	—	
3383·00	1	umgekehrt	3382·98	10	Hauptlinie	3382·3	10	»
—	—		3376·28	1	undeutlich	—	—	
—	—		3373·59	1	»	—	—	
—	—		3367·94	2	scharf	—	—	
—	—		3364·94	1	verschwommen	—	—	
—	—		3363·69	1	»	—	—	
—	—		3361·98	1	scharf	—	—	
—	—		3361·18	1	»	—	—	
—	—		3360·36	1	»	—	—	
—	—		3358·79	1	unscharf	—	—	
—	—		3356·90	1	»	—	—	
—	—		3354·41	2	»	—	—	
—	—		3353·45	2	»	—	—	
—	—		3352·16	4	scharf	3351·8	2	»
—	—		3347·60	1	»	—	—	
—	—		3344·78	2	verbreitert	—	—	
—	—		3343·28	2	scharf	—	—	
—	—		3341·34	1	»	—	—	
—	—		3339·30	2	»	—	—	
—	—		3333·76	2	»	—	—	
—	—		3331·91	3	»	—	—	
—	—		3330·69	1	»	—	—	
—	—		3329·84	1	»	—	—	
3327·82	1	verbreitert	—	—	»	—	—	
—	—		3325·90	1	»	—	—	
—	—		3322·93	1	»	—	—	
—	—		3321·81	2	»	—	—	
—	—		3318·26	2	»	—	—	
—	—		3316·73	2	»	—	—	
—	—		3315·54	1	unscharf	—	—	
—	—		3313·75	1	»	—	—	
—	—		3312·65	4	scharf	3311·6	2	»

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Name
—	—		3308·58	2	scharf	—	—	
—	—		3307·31	2	»	3306·1	2	Hartley u. Adeney
3305·77	2	verbreitert	3305·32	1	verschwommen	—	—	
—	—		3304·75	1	»	—	—	
—	—		3304·14	1	»	—	—	
—	—		3301·61	5	scharf	3300·6	2	»
—	—		3299·51	4	»	3299·0	2	»
—	—		3297·74	2	»	—	—	
—	—		3295·60	2	»	—	—	
—	—		3294·40	2	»	—	—	
—	—		3293·22	3	verbreitert	—	—	
—	—		3289·26	3	scharf	3292·3	2	»
—	—		3288·0	1	»	3288·6	2	»
3280·80	1	umgekehrt	3280·80	10	»	3280·1	10	»
—	—		3274·40	3	scharf; Hauptlinie	—	—	
—	—		3272·16	1	unscharf	3272·8	2	»
—	—		3270·05	1	»	—	—	
—	—		3268·43	1	scharf	—	—	
—	—		3267·40	1	»	—	—	
—	—		3266·0	1	»	} 3265·2	2	»
—	—		3264·20	2	»			
—	—		3262·75	1	»	—	—	
—	—		3259·80	1	unscharf	3260·2	2	»
—	—		3258·50	1	scharf	—	—	
—	—		3257·36	1	»	—	—	
—	—		3256·47	1	»	—	—	
—	—		3254·88	1	unscharf	—	—	
—	—		3253·80	2	scharf	—	—	
—	—		3252·65	5	»	3251·8	2	»
—	—		3251·05	1	»	—	—	
—	—		3249·78	1	»	—	—	
—	—		3249·14	2	»	—	—	
—	—		3247·12	3	»	—	—	
—	—		3244·17	4	»	3243·8	4	»
—	—		3241·86	2	wahrscheinlich doppelt	—	—	
—	—		3240·83	2	umgekehrt? oder doppelt?	—	—	
—	—		3237·52	1	scharf	—	—	
—	—		3233·69	1	»	—	—	
3232·94	4	verbreitert	3233·07	3	»	—	—	
—	—		3231·24	2	»	3231·8	2	»
—	—		3229·90	3	»	3228·6	2	»
—	—		3228·88	1	»	—	—	
—	—		3224·87	1	»	—	—	
—	—		3223·37	3	»	3222·3	2	»
—	—		3221·46	1	»	—	—	
—	—		3217·86	1	»	—	—	
—	—		3216·65	4	»	3216·0	2	»
—	—		3211·86	1	unscharf	—	—	
—	—		3209·92	2	scharf	—	—	
—	—		3208·16	2	»	3208·1	2	»
—	—		3207·44	2	»	—	—	
—	—		3203·63	1	»	—	—	
—	—		3200·80	3	»	—	—	
—	—		3200·01	1	»	3198·8	2	»
—	—		3193·34	1	»	—	—	
—	—		3191·80	2	»	3190·6	2	»
—	—		3187·75	2	»	—	—	
—	—		3185·08	2	»	—	—	
—	—		3184·15	1	»	3183·7	2	»
—	—		3181·50	2	»	—	—	
—	—		3180·69	2	»	} 3179·2	2	»
—	—		3179·28	2	»			
—	—		3176·22	2	sehr verschwommen	—	—	
—	—		3173·52	1	scharf	3174·3	2	»
—	—		3172·22	1	»	—	—	
3170·66	4	»	—	—		—	—	
—	—		3158·73	1	»	—	—	
—	—		3153·09	2	»	—	—	
—	—		3149·92	1	»	—	—	

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Name
—	—		3142·82	1	undeutlich	—	—	
—	—		3142·08	1	scharf	—	—	
—	—		—	—		3134·9	1	Hartley u. Adeney
3130·09	3	verbreitert	3130·10	2	verschwommen	—	—	
—	—		3129·19	1	»	3129·2	1	»
—	—		3123·97	1	»	—	—	
—	—		3117·82	1	scharf	—	—	
—	—		3116·93	1	»	—	—	
—	—		3115·65	1	»	—	—	
—	—		3113·10	1	»	—	—	
—	—		3102·74	1	»	—	—	
3099·19	2	»	—	—	»	—	—	
—	—		3098·10	1	»	—	—	
—	—		3096·50	1	»	—	—	
—	—		3086·42	2	»	—	—	
—	—		3082·95	2	»	—	—	
—	—		3081·53	1	»	—	—	
—	—		3080·92	1	»	—	—	
—	—		3072·76	1	verschwommen	—	—	
—	—		3064·69	1	ziemlich scharf	—	—	
—	—		3052·71	1	verschwommen	—	—	
—	—		3047·04	1	scharf	—	—	
2938·42	3	»	3037·82	1	verschwommen	—	—	
—	—		3036·03	1	»	—	—	
—	—		3035·29	1		—	—	
—	—		3031·75	1		—	—	
—	—		3030·51	1	»	—	—	
—	—		3012·85	1	scharf	—	—	
—	—		3011·89	1	»	—	—	
—	—		3000·67	1	verschwommen	—	—	
—	—		2999·67	1		—	—	
—	—		2999·13	1		—	—	
—	—		2986·20	1	scharf	—	—	
—	—		2982·16	1	»	—	—	
—	—		2943·93	1	verschwommen	—	—	
—	—		2942·06	1	unscharf	—	—	
—	—		2938·53	3	verbreitert	2937·4	2	»
—	—		2934·23	4	»	2933·5	5	»
—	—		2929·33	5	scharf	2928·2	5	»
—	—		2920·0	3	»	2919·1	4	»
—	—		2902·88	4	ziemlich scharf	2901·6	5	»
—	—		—	—		2895·6	5	»
—	—		2886·44	5	»	—	—	
—	—		2883·99	2	verbreitert	—	—	
—	—		2878·88	1	verschwommen	—	—	
—	—		2873·65	5	scharf	2872·7	5	»
—	—		2853·0	1	verschwommen	—	—	
—	—		2828·74	1	sehr unscharf	—	—	
2824·50	2	»	2824·06	2	»	—	—	
—	—		2815·50	5	scharf	2814·5	5	»
—	—		2802·76	1	»	—	—	
—	—		2801·69	1	sehr unscharf	—	—	
—	—		2799·63	5	ziemlich scharf	2798·9	5	»
—	—		2795·60	4	scharf	—	—	
—	—		2786·53	2	verschwommen	—	—	
—	—		2767·60	8	scharf	2766·4	7	»
—	—		2756·46	4	»	2755·5	7	»
—	—		2753·3	2	»	—	—	
—	—		2749·4	4	»	—	—	
—	—		2746·9	3	verschwommen	—	—	
—	—		2746·6	3	»	—	—	
—	—		2744·06	4	scharf	—	—	
—	—		2743·3	2	»	2742·9	2	»
—	—		2740·0	4	»	—	—	
—	—		2737·2	1	undeutlich	—	—	
—	—		2727·5	2	scharf	—	—	
2721·84	4		2721·84	3	»	2720·6	1	»
—	—		2719·1	1	»	—	—	
—	—		2716·3	1	»	—	—	

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Name
—	—		2714·5	1	scharf	—	—	
—	—		2711·94	8	»	2711·3	7	Hartley u. Adeney
—	—		2711·34	2	»	—	—	
—	—		2688·40	1	unscharf	—	—	
—	—		2684·8	1	scharf	—	—	
—	—		2681·43	5	»	2680·5	6	»
—	—		2666·4	1	coïncidirt mit Cu	—	—	
—	—		2664·6	1	unscharf	—	—	
—	—		2660·52	8	scharf	2659·6	7	»
—	—		2657·0	4	verbreitert	2656·2	4	»
—	—		2631·3	1	scharf	—	—	
—	—		2628·62	1	»	2627·3	4	»
—	—		2625·75	3	»	2625·2	4	»
—	—		2621·6	1	»	—	—	
—	—		2617·8	2	»	—	—	
—	—		2614·55	6	»	—	—	
—	—		2613·8	2	»	2613·7	4	»
—	—		2612·0	2	»	—	—	
—	—		2607·0	2	»	—	—	
—	—		2606·20	6	»	2605·4	4	»
—	—		2599·26	3	»	—	—	
—	—		2598·79	2	»	2598·2	1	»
—	—		2595·60	1	ziemlich scharf	2594·7	2	»
—	—		2592·6	1	scharf	—	—	
—	—		2591·4	1	»	—	—	
—	—		2585·8	2	»	—	—	
—	—		2584·2	2	unscharf	—	—	
—	—		2580·66	8	scharf	2579·9	7	»
2575·70	5	verbreitert	2575·5	1	undeutlich	—	—	
—	—		2567·0	2	scharf	2565·8	2	»
—	—		2564·34	3	»	2563·2	2	»
—	—		2563·5	1	»	—	—	
—	—		2562·8	2	»	2561·5	3	»
—	—		2562·0	1	»	—	—	
—	—		2556·8	4	»	—	—	
—	—		2553·30	2	»	2552·0	1	»
—	—		2538·8	1	»	—	—	
—	—		2536·7	2	»	—	—	
—	—		2535·50	6	»	2534·5	7	»
—	—		2534·5	1	»	—	—	
—	—		2533·8	2	»	—	—	
—	—		2529·7	1	»	—	—	
—	—		2526·3	1	»	—	—	
—	—		2525·5	1	»	—	—	
—	—		2523·1	1	»	—	—	
—	—		2516·2	1	»	—	—	
—	—		2514·4	1	»	—	—	
—	—		2511·9	1	»	—	—	
—	—		2506·74	9	»	2506·0	7	»
—	—		2504·7	1	»	—	—	
—	—		2504·1	3	ziemlich scharf	2503·6	4	»
—	—		2502·3	1	undeutlich	—	—	
—	—		2498·9	1	scharf	—	—	
—	—		2493·2	2	»	—	—	
—	—		2490·7	1	»	—	—	
—	—		2489·9	1	»	—	—	
—	—		2488·2	1	»	—	—	
—	—		2486·6	2	»	2486·4	2	»
—	—		2485·8	3	»	2485·4	2	»
—	—		2484·3	1	undeutlich	—	—	
—	—		2483·4	1	scharf	—	—	
—	—		2480·55	5	»	2479·9	5	»
—	—		2478·6	1	»	—	—	
—	—		2477·36	6	»	2476·8	6	»
—	—		2473·93	8	»	2473·3	7	»
—	—		2472·5	1	verschwommen	—	—	
—	—		2469·7	2	scharf	2469·0	2	»
—	—		2466·8	1	»	—	—	
—	—		2462·25	5	»	2462·2	5	»

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Name
—	—		2461·4	2	scharf	—	—	
—	—		2460·4	4	»	2459·8	5	Hartley u. Adeney
—	—		2458·9	2	»	—	—	
—	—		2453·36	7	»	2453·0	7	»
2447·94	2		2447·94	8	»	2447·4	6	»
—	—		2446·45	5	»	2445·7	4	»
—	—		2445·6	2	»	—	—	
—	—		2444·3	5	»	2443·9	5	»
—	—		2439·6	1	undeutlich	—	—	
2437·84	4		2437·84	10	scharf	2437·3	9	»
—	—		2436·5	1	verschwommen	—	—	
—	—		2434·7	1	scharf	—	—	
—	—		2433·6	1	»	—	—	
—	—		2432·3	1	»	—	—	
—	—		2430·25	2	»	—	—	
—	—		2429·6	7	»	2429·8	9	»
—	—		2428·3	5	»	2428·8	4	»
—	—		2424·2	1	»	—	—	
—	—		2422·4	3	»	2422·8	4	»
—	—		2420·10	8	»	2419·9	7	»
—	—		2415·43	2	»	2414·5	1	»
2413·26	4		2413·20	10	»	2413·3	9	»
—	—		2411·37	8	»	2411·3	8	»
—	—		2410·6	1	»	2409·3	1	»
—	—		2410·2	4	»	—	—	
—	—		2409·0	2	verbreitert	—	—	
—	—		2406·6	1	scharf	2406·4	2	»
—	—		2405·0	4	»	2404·5	2	»
—	—		2402·6	3	ziemlich scharf	—	—	
—	—		2399·3	1	scharf	—	—	
—	—		2395·64	5	»	2395·7	2	»
—	—		2392·94	2	verbreitert	2393·3	1	»
—	—		2390·56	5	scharf	2390·8	5	»
—	—		2387·0	2	»	—	—	
—	—		2386·6	2	»	{2386·7 {2386·2	2 2	» »
—	—		2383·3	4	»	2383·6	2	»
—	—		2382·2	3	»	—	—	
—	—		2380·9	1	»	—	—	
—	—		2379·4	1	»	—	—	
2375·1	10	sehr unscharf	2375·3	2	Maximum einer Bande	2375·5	6	»
—	—		2373·8	1	ziemlich scharf	—	—	
—	—		2368·7	1	»	—	—	
—	—		2365·8	3	scharf	2365·8	4	»
—	—		2364·9	2	»	2364·3	5	»
—	—		2364·1	4	»	—	—	
—	—		2362·3	4	»	2362·3	5	»
—	—		2360·4	1	unscharf	—	—	
—	—		2358·86	6	ziemlich scharf	2359·2	5	»
—	—		2357·94	8	scharf	2358·1	7	»
—	—		2356·8	1	unscharf	—	—	
—	—		2348·3	2	scharf	—	—	
—	—		2343·8	1	»	—	—	
—	—		2343·5	3	»	2343·7	1	»
—	—		2341·8	2	»	2342·1	1	»
—	—		2340·7	1	undeutlich	—	—	
—	—		2339·1	2	scharf	2339·2	1	»
—	—		2337·9	1	ziemlich scharf	—	—	
—	—		2332·9	1	»	—	—	
—	—		2331·9	2	scharf	2332·5	1	»
2331·41	4		2331·34	8	»	2331·7	9	»
—	—		2327·4	1	»	—	—	
—	—		2325·0	4	»	2325·8	7	»
2324·73	4		2324·69	8	»	2325·3	9	»
—	—		2321·6	2	»	2322·3	4	»
2320·31	4		2320·24	8	»	2320·6	9	»
—	—		2319·2	1	unscharf	2319·5	2	»
—	—		2318·6	1	scharf	—	—	
2317·10	4		2317·03	8	»	2317·4	9	»

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Name
—	—		2316·1	1	undeutlich		—	
2312·5	8	sehr scharf	—	—		—	—	
2309·74	10	umgekehrt	2309·7	4	verbreitert	2310·3	4	Hartley u. Adeney
—	—		2296·8	2	scharf	2296·8	2	»
—	—		2296·1	2	»			
—	—		2291·0	1	ziemlich scharf	—	—	
—	—		2286·5	3	scharf	2286·7	1	»
—	—		2282·5	2	ziemlich scharf	—	—	
—	—		2280·0	8	scharf	2280·7	9	»
—	—		2278·9	4	ziemlich scharf	2277·8	2	»
—	—		2277·4	2	»	—	—	
—	—		2275·4	5	»	2275·3	2	»
—	—		2273·3	2	scharf	—	—	
—	—		2257·3	1	ziemlich scharf	—	—	
—	—		2253·5	4	scharf	2254·1	4	»
—	—		2250·2	1	»	—	—	
2248·79	4		2248·80	6	»	2249·9	7	»
2246·46	4		2246·46	5	»	2247·6	7	»
—	—		2243·5	2	unscharf	—	—	
—	—		2241·9	1		—	—	
—	—		2241·4	2		—	—	
—	—		2240·5	2	verbreitert	—	—	
—	—		2238·5	2	scharf	—	—	
—	—		2229·6	5	ziemlich scharf	2230·6	5	»
—	—		2228·7	3	»	—	—	
—	—		2226·2	3	»	—	—	
—	—		2223·2	1	scharf	—	—	
—	—		2220·9	1	undeutlich	—	—	
—	—		2219·7	1	scharf	—	—	
—	—		2211·3	3	»	—	—	
—	—		2208·6	3	»	—	—	
—	—		2206·2	3	ziemlich scharf	2206·0	1	»
—	—		2204·7	1	undeutlich	—	—	
—	—		2203·7	2	ziemlich scharf	—	—	
—	—		2202·3	3	verschwommen	2202·0	1	»
—	—		2192·1	1	undeutlich	—	—	
—	—		2187·0	3	ziemlich scharf	2186·0	4	»
—	—		2173·6	1	verschwommen	—	—	
—	—		2171·9	1	»	—	—	
—	—		2171·0	1	»	—	—	
—	—		2169·6	1		—	—	
—	—		2166·6	4	scharf	2165·8	2	»
—	—		2162·1	2	»	2161·3	1	»
—	—		2149·3	1	»	—	—	
—	—		2145·71	3	ziemlich scharf [1]	2145·4	4	»
—	—		2144·9	1	»	—	—	
—	—		2129·3	1		—	—	
—	—		2125·5	1	verbreitert	—	—	
—	—		2120·5	4	scharf	2119·0	1	»
—	—		2113·9	3	»	2112·0	1	»
—	—		2106·7	2	»	—	—	
—	—		2084·3	1	verbreitert	—	—	
—	—		2081·5	1	»	—	—	
—	—		2075·9	1	»	—	—	
—	—		2066·2	4	scharf	—	—	
—	—		2056·9	1	sehr schwach	—	—	
—	—		2053·9	1	undeutlich	—	—	
—	—		2053·2	1	»	—	—	
—	—		2033·1	2	verschwommen	—	—	
—	—		2016·1	2	scharf	—	—	
—	—		2000·6	2	»	—	—	
—	—		1999·6	2	ziemlich scharf [1]	—	—	
—	—		1993·5	1	»	—	—	
—	—		1975·2	1	»	—	—	

[1] Coïncidirt mit Cu.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Die Spectren des Goldes.

Auffallender Weise ist das Spectrum des Goldes am wenigsten von den Spectren der Elementengruppe Kupfer, Silber, Gold bekannt. Ausser den Messungen am Funkenspectrum im optisch hellen Theile von Huggins, Thalén und Kirchhoff, wobei nur die sechs stärksten Linien bestimmt wurden, hatte Lecoq de Boisbaudran[1] Beobachtungen an dem zwischen Chlorgold-Lösungen überspringenden Funken angestellt. Gerhard Krüss zeigte in seiner Habilitationsschrift: »Untersuchung über das Atomgewicht des Goldes« (München 1886),[2] dass die Lecoq'schen Linien theilweise den Verunreinigungen des Goldes zukommen; jedoch erstrecken sich alle diese Angaben nur auf den sichtbaren Theil. Das Bogenspectrum des Goldes studirten Kayser und Runge eingehend von $\lambda = 6278$ bis weit ins Ultraviolett $\lambda = 2283$ mit grosser Genauigkeit, dagegen wurde das ultraviolette Funkenspectrum noch niemals ausgemessen. Deshalb führten wir eine vollkommene Untersuchung des Funkenspectrums von Gold unter denselben Versuchsbedingungen wie bei Kupfer und Silber durch, indem wir den Funken in einer Wasserstoffatmosphäre zwischen Elektroden von metallischem Golde überspringen liessen und Gegenversuche mit Goldfunken an der Luft anstellten. Im ersteren Falle bildet sich ein dunkelbrauner, pulveriger Beschlag an den Elektroden, welcher beim Glühen derselben in der Flamme des Bunsenbrenners die reine Goldfarbe annimmt. Ein ähnliches Verhalten zeigten auch Kupfer- und Silberelektroden; wenn man im Wasserstoffe den Funken überschlagen lässt, bedecken sie sich in kurzer Zeit mit einem braunen Beschlage, der beim Glühen wieder die Farbe des Metalles annimmt. Da wir absolut reines Wasserstoffgas benützten, kann die Bildung dieses Beschlages nur durch den Wasserstoff selbst verursacht sein. Wahrscheinlich entsteht eine Verbindung des betreffenden Metalles mit Wasserstoff.

Auf die Reinigung des Goldes, welches wir zu unseren Versuchen verwendeten, legten wir grossen Werth; wir bezogen »chemisch reines Gold« vom kaiserlichen Münzamte und unterzogen es jener Reinigung von Silber und den Metallen der Platingruppe, welche Krüss eingehend (a. a. O.) für das von ihm zur Atomgewichtsbestimmung verwendete Gold beschreibt. Wir lösten das obige Feingold in Königswasser, dampften die Lösung zur Trockene ein, nahmen den Rückstand in Wasser auf, wobei sich etwas $AgCl$ abschied, und fällten die filtrirte Lösung mit Eisenvitriol. Das gefällte, gut gewaschene Gold wurde abermals gelöst und mit Oxalsäure aus der wie oben behandelten Lösung gefällt. Aus dem so behandelten Golde stellten wir abermals eine Chlorgoldlösung her, aus der wir das Gold durch Einleiten von schwefeliger Säure niederschlugen. Durch diese Behandlung wird das Gold von Spuren von Silber, Platin, Iridium, Palladium, Osmium, Rhodium und Ruthenium befreit, was sehr wichtig ist, denn Krüss wies nach, dass Lecoq Verunreinigungen der letztgenannten Elemente in seinen Goldlösungen hatte. Die Messungen von G. Krüss sind mit sehr kleiner Dispersion angestellt, ähnlich wie jene von Lecoq, sind demzufolge auf mehrere Angström'sche Einheiten ungenau, aber aus einem anderen Grunde interessant, weil er wirklich vollständig reines Gold verwendete und auf Grund seiner Beobachtungen die Linien Lecoq's $\lambda = 5601$, 5230, 5210, 4437, 4338, 4064 von der Liste der Goldlinien strich, indem er folgende Linien theils den Platinmetallen, theils dem Stickstoffe (Luftspectrum) zusehrieb, u. zw.: 5601 (Pd), 5228 (Pt), 5210 (Pd), 4442 (Pt) 4355 (N), 4064 (N).

Aus unseren eigenen Beobachtungen, welche wir am Gitterspectrographen vornahmen, und welche naturgemäss eine weit grössere Genauigkeit der Wellenlängebestimmungen ergaben, geht hervor, dass die Lecoq'schen Goldlinien $\lambda = 5601$, 5210, 4442 und 4345 thatsächlich nicht dem Golde angehören; dagegen befand sich Krüss bezüglich der Linie $\lambda = 4064$ (recte 4065) im Irrthume, wenn er sie für eine Luftlinie hielt, denn sie tritt auch in einer reinen Wasserstoffatmosphäre als deutliche Linie auf, welche auf der Bromsilbergelatine-Platte sogar als sehr kräftige Hauptlinie erscheint. Die geringe Dispersion des Apparates,

[1] Spectres lumineux, Paris 1894.

[2] Im Auszuge dasselbst publicirte Spectralbeobachtungen.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

mit dem Krüss arbeitete, die thatsächliche Nähe einer hellen Luftlinie, und die Unsicherheit der Beobachtung mit dem Auge sind die leicht erklärlichen Ursachen dieses Irrthums, welcher sich durch Anwendung der photographischen Beobachtungsmethode leicht vermeiden lässt.

Huggins führt beim Funkenspectrum des Goldes mehr rothe Linien an als andere Beobachter; es sind dies die Linien $\lambda = 6710, 6670, 6660, 6457, 6428, 6304, 6291$; Thalén, Kirchhoff, Krüss und wir selbst beobachteten die ersten deutlichen Linien von $\lambda = 6278 \cdot 3$ an; trotzdem bezweifeln wir nicht die Existenz der Huggins'schen Linien, denn dieser Beobachter hatte seine Untersuchungen beim Golde in allen von ihm beobachteten Bezirken sehr sorgfältig angestellt und führt viele Linien in seinem Goldspectrum an, welche andere Beobachter bisher auch nicht angaben, aber von uns unzweifelhaft nachgewiesen wurden. Jedenfalls sind die Huggins'schen rothen Linien nur schwach und unbedeutend. Erst von $\lambda = 6278 \cdot 3$ ab wird die Helligkeit des Goldspectrums bemerkenswerth und werden die Linien charakteristisch.

Das Funkenspectrum des Goldes weicht, wie der Vergleich unserer Messungen mit den Kayser- und Runge'schen Angaben am Bogenspectrum ergibt, sehr stark von letzterem ab. Es finden sich allerdings fast alle Goldlinien des Bogenspectrums im Funken wieder zumeist mit gesteigerter Intensität und wesentlich schärfer; aber es treten äusserst zahlreiche, intensive Hauptlinien im Funkenspectrum auf, welche im Bogenspectrum entweder ganz fehlen oder als sehr schwache Linien angedeutet sind. Diese neu auftretenden Linien zeigen öfters eine solche Helligkeit, dass sie die im Bogen und Funken gemeinsamen Goldlinien an Helligkeit weit übertreffen (siehe Tabelle). Ein Beispiel für den Intensitätswechsel der Linien gibt die Goldlinie $\lambda = 3898$. Dieselbe ist eine verbreiterte Nebenlinie im Bogenspectrum, dagegen eine scharfe Hauptlinie grösster Helligkeit im Funkenspectrum; daran anschliessend finden wir im Funken ein wohl definirtes, aus zahlreichen scharfen Linien bestehendes Goldspectrum, welches viele charakteristische Linien enthält, während in Kayser's und Runge's Tabelle bis $3553 \cdot 72$ keine einzige Linie angeführt ist. Ferner ist das Linienspectrum im Ultraviolett äusserst linienreich und von complicirtem Bau, wir konnten ca. 660 Linien im Ultraviolett ausmessen, während Kayser und Runge vom Bogenspectrum nur 57 Linien angeben.

Beim Goldspectrum, sowohl im Wasserstoffe als auch an der Luft, besonders aber in ersterem Falle, in welchem die Metallgoldlinien durchschnittlich schwächer erscheinen als unter sonst gleichen Bedingungen an der atmosphärischen Luft, treten Variationen auf je nach der Stärke des Inductionsfunkens, z. B. bei 4 Ampère oder andererseits 8—10 Ampère, bei Einschaltung von vielen Flaschen oder von kleinen Condensatoren, weit oder eng gestellten Elektroden.

Bei Gold fiel uns dies besonders auf, ist aber auch bei Kupfer und Silber, wenn auch nicht im selben Masse, zu constatiren; bei Kupfer in besonders geringem Masse. Beim Goldfunkenspectrum traten im starken Flaschenfunken Linien auf, welche im schwachen Funken selbst bei längerer Exposition fehlen oder wenigstens sehr lichtschwach sind.

Diese Linien gewinnen bei starkem Funken enorm an Intensität und überholen viele mittelstarke Linien oder solche, deren Intensität früher überwog, so dass Linien von $i = 2$ bis 4 in beiden Fällen gleich bleiben, ebenso die stärksten Hauptlinien, während andere Linien von $i = 0$ auf $i = 5$ bis 6 anwachsen.

Beim Funkenspectrum des Goldes beobachteten wir eine auffallende Erscheinung. Es traten im Ultraviolett eine grosse Anzahl feiner Linien auf, deren Intensität, beziehungsweise Anwesenheit von der Stromstärke beeinflusst wird.

Bei mässig starkem Flaschenfunken (grosses Ruhmkorff'sches Inductorium, 2 Ampère Strom, 3 kleine Leydenerflaschen) treten im Ultraviolett zahlreiche Linien auf, welche auch im stärksten Flaschenfunken vorhanden sind (dasselbe Inductorium mit 4 grossen Plattencondensatoren und Strom von 8—10 Ampère in der Primärspule), während im stärksten Flaschenfunken überdies zahlreiche andere Linien auftreten. Insoweit würde dieses Verhalten nichts Merkwürdiges bieten, denn dies ist eine sehr häufig auftretende Erscheinung bei den Funkenspectren der Metalle; dagegen ist es auffallend, dass im stärksten Flaschenfunken Goldlinien mit sehr grosser Intensität dazukommen, welche an Helligkeit die bei mässig starkem

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Funken auftretenden Linien weit übertreffen, so z. B. konnten wir die Linie $\lambda = 3280 \cdot 80$ ($i = 5$) nicht im mässig starken, sondern nur im stärksten Flaschenfunken erhalten, während viel schwächere Linien beiden Spectren gemeinsam sind; Ähnliches gilt von anderen Goldlinien. Im Bezirke $\lambda = 4000$ bis 3300 haben wir vergleichende Messungen bei einigen hundert Linien angestellt und an zahlreichen derselben notirt (siehe Tabelle), welche bei mässig starken und welche im stärksten Flaschenfunken auftreten; genaue Sonderung ist nicht gut möglich, weil die Grenze der Existenzbedingung dieser zeitweilig auftretenden Linien keine enggestreckte ist; jedoch scheint es uns bemerkenswerth, dass beim Funkenspectrum des Goldes je nach der Stromstärke und Spannung dasselbe stärkeren Schwankungen unterworfen ist, als es uns bisher vorkam. Insbesondere hervorzuheben ist aber, dass bei Vermehrung der Stromstärke ein Verschwinden anderer Linien des Goldspectrums, welche dem weniger starken Flaschenfunken zukamen, von uns nicht beobachtet wurde, so dass die Funkenspectren des Goldes unter verschiedenen Verhältnissen immer noch viel ähnlicher sind als Bogen- und Funkenspectrum der meisten Elemente unter sich.

Im Ganzen beobachteten wir ca. 660 Goldlinien im Funkenspectrum, wovon 50 dem Funken- und Bogenspectrum gemeinsam, über 500 aber neue Linien sind.

Funkenspectrum des Goldes.

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Name
6278·37	4		6278·37	3		6276·7	8	Thalèn, Huggins, Krüss
—	—		5961·40	2		5960·2	6	» » »
5957·24	4		5957·24	2		5955·2	6	» » »
—	—		5921·43	1	undeutlich	5920	1	Huggins, Krüss
—	—		5881·57	1	verbreitert	5880	1	» »
5863·17	4		5863·23	3	scharf	5862	2	» »
5837·64	5		5837·69	6	»	5836·1	10	Thalèn, Huggins, Krüss
—	—		5819·64	1	verschwommen	—	—	
—	—		5789·11	2	verbreitert	5790	1	Huggins
—	—		5767·46	1	undeutlich	—	—	
—	—		5762·21	1	verschwommen	—	—	
—	—		5760·14	5	ziemlich scharf	5758	1	»
—	—		5742·25	2	stark verbreitert	—	—	
—	—		5732·52	2	unscharf	—	—	
—	—		5730·88	1	sehr undeutlich	—	—	
—	—		5727·11	3	scharf	5725	1	Lecoq de Boisbaudran, [1], [2] Krüss
—	—		5711·14	4	verbreitert	—	—	
—	—		5692·49	1	undeutlich	—	—	
—	—		5688·70	3	scharf	—	—	
—	—		5679·65	1	undeutlich	—	—	
—	—		5666·82	1	»	—	—	
—	—		5662·90	1	»	—	—	
5656·0	—		5655·95	6	scharf	5653	1	Huggins, Lecoq d. B., Krüss
—	—		5651·02	1	verschwommen	—	—	
—	—		5649·44	1	»	—	—	
—	—		5648·11	1	stark verbreitert	—	—	
—	—		5645·91	3	»	—	—	
—	—		5644·51	3	unscharf	—	—	
—	—		5641·61	3	ziemlich scharf	—	—	
—	—		5619·99	1	unscharf	—	—	
—	—		5600·36	2	verbreitert	—	—	
—	—		5598·48	4	verschwommen	—	—	
—	—		5594·50	3	verbreitert	—	—	
—	—		5593·93	3	ziemlich scharf	—	—	
—	—		5591·49	2	verbreitert	—	—	
—	—		5588·08	4	sehr verbreitert	—	—	
—	—		5585·87	1	sehr verschwommen	—	—	
—	—		5578·72	5	stark verbreitert	5580	1	Huggins, Krüss
—	—		5576·42	1	verbreitert	—	—	
—	—		5566·92	1	verschwommen	—	—	

[1] Von Lecoq de Boisbaudran im Funkenspectrum einer Chlorgoldlösung beobachtet.

[2] Von Lecoq de Boisbaudran im Flammenspectrum des Chlorgoldes beobachtet.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Name
—	—		5565·38	2	sehr verbreitert	—	—	
—	—		5559·82	3	ziemlich scharf	—	—	
—	—		5550·47	1	»	—	—	
—	—		5543·93	4	verschwommen	—	—	
—	—		5532·69	3	ziemlich scharf	—	—	
—	—		5520·67	3	»	—	—	
—	—		5514·60	1	sehr verschwommen	—	—	
—	—		5511·70	1	»	—	—	
—	—		5506·42	1	»	—	—	
—	—		5495·86	1	undeutlich	—	—	
—	—		5487·87	1	verschwommen	—	—	
—	—		5465·87	1	»	5463	—	Krüss
—	—		5428·64	3	scharf	—	—	
—	—		5423·66	1	verschwommen; verbreitert	—	—	
—	—		5418·77	1	»	5418	—	Lecoq d. B. [1]
—	—		5413·42	3	scharf	—	—	
—	—		5409·80	1	»	—	—	
—	—		5394·69	3	sehr verschwommen	—	—	
—	—		5383·73	1	verschwommen	—	—	
—	—		5381·38	2	»	—	—	
—	—		5363·63	2	»	—	—	
—	—		5355·05	2	»	—	—	
—	—		5351·36	1	ganz verschwommen	—	—	
—	—		—	—		5294	—	Krüss
—	—		5269·41	1	verbreitert	—	—	
—	—		5265·83	1	»	—	—	
—	—		5262·05	3	scharf	5259	—	Lecoq d. B.,[2] Krüss
5230·47	4		5230·53	8	» [3]	5230·2	10	Thalén (Huggins)
—	—		5203·21	1	» [4]	—	—	
—	—		5147·76	3	»	—	—	
—	—		5142·62	1	undeutlich	5143	—	Lecoq d. B. [1], [2]
—	—		5108·20	2	sehr verschwommen	—	—	
—	—		5087·87	1	verbreitert	—	—	
5064·75	2		5064·76	5	ziemlich scharf	5067	1	Huggins, Lecoq d. B., Krüss
—	—		5041·83	1	undeutlich	—	—	
—	—		5016·51	1	»	—	—	
—	—		5005·10	2	ziemlich scharf	—	—	
—	—		5001·39	2	»	—	—	
—	—		4973·63	1	undeutlich	—	—	
—	—		4949·05	2	verschwommen	—	—	
—	—		4920·50	2	ziemlich scharf	—	—	
—	—		4902·45	4	»	—	—	
—	—		4828·70	1	»	—	—	
—	—		4813·58	2	ganz verschwommen	—	—	
—	—		4811·57	5	scharf	4811	1	Huggins, Krüss
4792·79	3		4792·79	8	stark verbreitert [4]	4792·1	6	Thaéln, Huggins, Krüss
—	—		4760·34	2	ziemlich scharf	—	—	
—	—		4753·90	3	»	—	—	
—	—		4715·43	1	»	—	—	
—	—		4712·92	2	»	—	—	
—	—		4701·63	2	»	—	—	
—	—		4698·50	3	»	—	—	
—	—		4696·12	2	»	—	—	
—	—		4686·96	1	»	—	—	
—	—		4684·30	6	»	—	—	
—	—		4683·84	6	scharf	—	—	
—	—		4679·21	1	ziemlich scharf	—	—	
—	—		4673·24	6	scharf	—	—	
—	—		4649·96	3	stark verbreitert	—	—	
—	—		4643·26	3	ziemlich scharf	—	—	
—	—		4640·72	1	»	—	—	
—	—		4637·37	3	»	—	—	
—	—		4633·23	3	»	—	—	
—	—		4630·58	3	»	—	—	

[1] Von Lecoq de Boisbaudran im Flammenspectrum des Chlorgoldes beobachtet.

[2] Von Lecoq de Boisbaudran im Funkenspectrum einer Chlorgoldlösung beobachtet.

[3] Krüss bestreitet die Zugehörigkeit dieser Linie zu Gold — jedoch mit Unrecht.

[4] In dem mittelst der Wood'schen Rolle erhaltenen Funkenspectrum einseitig nach Roth verbreitert.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Name
—	—		4627·98	3	ziemlich scharf	—	—	
—	—		4622·02	2	stark verbreitert	—	—	
—	—		4614·85	2	ziemlich scharf	—	—	
—	—		4614·19	1	»	—	—	
—	—		4611·98	1	»	—	—	
—	—		4607·80	6	»	4608	—	Lecoq d. B.,[1] Krüss
—	—		4601·57	2	»	—	—	
—	—		4587·91	7	stark verbreitert	—	—	
—	—		4583·87	3	ziemlich scharf	—	—	
—	—		4582·05	4	»	—	—	
—	—		4577·74	2	»	—	—	
—	—		4576·15	2	»	—	—	
—	—		4573·14	1	»	—	—	
—	—		4570·85	1	»	—	—	
—	—		4559·05	6	verbreitert	—	—	
—	—		4549·64	6	»	—	—	
—	—		4543·86	3	»	—	—	
—	—		4541·40	4	scharf	—	—	
—	—		4523·20	4	verschwommen	—	—	
—	—		4492·49	2	»	—	—	
4488·46	4		4488·43	8	scharf	4489	3	Huggins, Lecoq d.B., Krüss
4437·44	4		4437·37	4	»[2]	4437	8	» » »
—	—		4420·69	3	»	—	—	
—	—		4410·55	2	unscharf	—	—	
—	—		4395·72	3		—	—	
—	—		4382·25	2	»	—	—	
—	—		4373·70	2	scharf	—	—	
—	—		4370·46	8	»	—	—	
4364·72	1		—	—		—	—	
—	—		4328·65	1	»	—	—	
—	—		4315·34	8	»	{4314 {4315	— 8	Lecoq d. B.,[1] Krüss
—	—		4310·70	1	unsicher	—	—	
—	—		4309·21	1	»	—	—	
—	—		4303·15	1	»	—	—	
—	—		4292·80	1	ziemlich scharf	—	—	
—	—		4290·20	1	unscharf	—	—	
—	—		4280·60	1	»	—	—	
—	—		4279·24	1	verschwommen	—	—	
—	—		4276·9	1	»	—	—	
—	—		4260·61	2	ziemlich scharf	—	—	
—	—		4255·0	3	verschwommen	—	—	
4241·99	2		4241·95	3	unscharf	—	—	
—	—		4221·87	2	sehr verbreitert	—	—	
—	—		4219·11	1	verbreitert	—	—	
—	—		4211·0	2	»	—	—	
—	—		4199·54	2	»	—	—	
—	—		4186·29	2	»	—	—	
—	—		4184·65	1	»	—	—	
—	—		4175·28	3	sehr verbreitert	—	—	
—	—		4172·90	2	verbreitert	—	—	
—	—		4171·42	2	»	—	—	
—	—		4170·0	1	»	—	—	
—	—		4142·30	1	unscharf	—	—	
—	—		4128·80	1	verschwommen	—	—	
—	—		4162·31	2	»	—	—	
—	—		4118·52	1	undeutlich	—	—	
—	—		4089·95	2	verschwommen	—	—	
4084·26	2		4084·31	4	ziemlich scharf	—	—	
—	—		4076·60	3	scharf	—	—	
—	—		4070·76	1	»	—	—	
4065·22	—		4065·20	10	scharf; Hauptlinie	4064	—	Lecoq d. B.
—	—		4053·0	6	scharf	—	—	
4041·07	2		4041·07	4	»	—	—	
—	—		4028·66	2	»	—	—	
—	—		4021·83	1	verschwommen	—	—	
—	—		4020·86	1	»	—		

[1] Von Lecoq de Boisbaudran im Funkenspectrum einer Chlorgoldlösung beobachtet.

[2] In dem mittelst der Wood'schen Rolle erhaltenen Funkenspectrum einseitig nach Roth verbreitert.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Name
—	—		4016·27	8	scharf	—	—	
—	—		4012·87	2	»	—	—	
—	—		4010·63	1	»	4000	—	Krüss
—	—		4002·57	3	ziemlich scharf *	—	—	
—	—		4001·60	3	» *	—	—	
—	—		3996·96	1	scharf *	—	—	
—	—		3991·64	1	» *	—	—	
—	—		3990·0	1	» *	—	—	
—	—		3986·48	1	verschwommen *	—	—	
—	—		3986·04	1	»	—	—	
—	—		3984·18	1	»	—	—	
—	—		3982·87	2	»	—	—	
—	—		3979·72	3	» *	—	—	
—	—		3976·80	3	» *	—	—	
—	—		3971·80	3	» **	—	—	
—	—		3959·35	5	scharf **	—	—	
—	—		3950·19	2	» *	—	—	
—	—		3945·69	2	sehr verschwommen *	—	—	
—	—		3945·19	1		—	—	
—	—		3937·80	1	» *	—	—	
—	—		3936·42	1	verschwommen *	—	—	
—	—		3933·16	4	ziemlich scharf *	—	—	
—	—		3927·82	3	»	—	—	
—	—		3922·66	1	» *	—	—	
—	—		3920·28	1	» *	—	—	
—	—		3919·08	1	verschwommen **	—	—	
—	—		3916·15	6	scharf **	—	—	
—	—		3915·03	2	» *	—	—	
3909·54	2		3909·60	3	sehr scharf *	—	—	
—	—		3903·47		» *	—	—	
—	—		3900·72	2	ziemlich scharf *	—	—	
3898·04	4	verbreitert	3898·03	10	scharf; Hauptlinie *	—	—	
—	—		3895·65	1	unscharf *	—	—	
—	—		3893·52	1	verschwommen *	—	—	
—	—		3892·05	3	scharf *	—	—	
—	—		3888·58	2	unscharf *	—	—	
—	—		3886·34	3	scharf *	—	—	
—	—		3877·45	4	» **	—	—	
—	—		3874·96	4	» *	—	—	
—	—		3872·81	2	» **	—	—	
—	—		3868·50	2	verschwommen *	—	—	
—	—		3865·70	4	ziemlich scharf [1] *	—	—	
—	—		3859·53	3	» **	—	—	
—	—		3856·60	2	ganz verschwommen	—	—	
—	—		3853·76	6	scharf **	—	—	
—	—		3845·02	4	» **	—	—	
—	—		3839·60	1	ziemlich scharf **	—	—	
—	—		3838·66	1	» **	—	—	
—	—		3837·70	1	undeutlich **	—	—	
—	—		3834·42	1	» **	—	—	
—	—		3831·31	4	scharf **	—	—	
—	—		3829·52	3	» **	—	—	
—	—		3828·56	2	» **	—	—	
—	—		3825·87	8	» **	—	—	
—	—		3823·20	4	» **	—	—	
—	—		3822·11	6	» **	—	—	
—	—		3820·45	2	» **	—	—	
—	—		3816·50	5	» *	—	—	
—	—		3814·30	2	verschwommen **	—	—	
—	—		3811·60	2	» **	—	—	
—	—		3810·41	2	undeutlich **	—	—	
—	—		3806·95	2	sehr verbreitert **	—	—	
—	—		3804·22	4	scharf *	—	—	
—	—		3800·75	3	» **	—	—	
—	—		3799·44	2	verschwommen **	—	—	

Anm. Die mit * bezeichneten Linien sind Goldlinien, welche im schwachen und sehr starken Flaschenfunken auftreten. Die mit ** bezeichneten Linien sind Goldlinien, welche nur im stärksten Flaschenfunken auftreten.

[1] Diese Linie coïncidirt mit einer Linie der Cd + Pb + Zn-Legirung.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Name
—	—		3796·15	3	verschwommen	—	—	
—	—		3787·37	2	scharf **	—	—	
—	—		3783·30	2	» **	—	—	
—	—		3780·13	5	» **	—	—	
—	—		3777·25	2	» **	—	—	
—	—		3773·31	4	» **	—	—	
—	—		3771·12	3	» **	—	—	
—	—		3770·14	4	» **	—	—	
—	—		3765·76	4	» **	—	—	
—	—		3765·10	3	» **	—	—	
—	—		3763·10	2	» **	—	—	
—	—		3759·03	3	»	—	—	
—	—		3754·85	3	» *	—	—	
—	—		3752·90	3	» **	—	—	
—	—		3746·5	1	sehr undeutlich **	—	—	
—	—		3744·54	2	scharf **	—	—	
—	—		3736·82	2	ziemlich scharf **	—	—	
—	—		3732·68	2	scharf **	—	—	
—	—		3730·92	2	» **	—	—	
—	—		3724·46	2	» **	—	—	
—	—		3718·02	2	» *	—	—	
—	—		3716·89	1	» **	—	—	
—	—		3714·96	1	» **	—	—	
—	—		3708·30	4	» **	—	—	
—	—		3706·99	4	» *	—	—	
—	—		3702·49	3	» **	—	—	
—	—		3698·65	2	» **	—	—	
—	—		3695·68	2	ziemlich scharf **	—	—	
—	—		3694·14	2	verschwommen **	—	—	
—	—		3691·66	2	scharf **	—	—	
—	—		3690·18	1	» **	—	—	
—	—		3687·66	3	» **	—	—	
—	—		3686·21	2	» **	—	—	
—	—		3684·0	1	sehr undeutlich **	—	—	
—	—		3681·39	2	verbreitert **	—	—	
—	—		3677·62	1	ziemlich scharf **	—	—	
—	—		3676·62	1	**	—	—	
—	—		3675·11	1	» **	—	—	
—	—		3674·0	1	» **	—	—	
—	—		3672·93	2	scharf **	—	—	
—	—		3671·34	2	» **	—	—	
—	—		3664·61	1	» **	—	—	
—	—		3663·70	1	» **	—	—	
—	—		3662·57	1	» **	—	—	
—	—		3661·79	1	» **	—	—	
—	—		3658·05	1	» **	—	—	
—	—		3657·35	2	» **	—	—	
—	—		3654·56	1	» **	—	—	
—	—		3654·22	2	» **	—	—	
—	—		3653·66	3	» **	—	—	
—	—		3650·93	2	» *	—	—	
—	—		3649·25	4	» **	—	—	
—	—		3647·90	1	» **	—	—	
—	—		3642·66	2	verschwommen *	—	—	
—	—		3637·57	3	scharf *	—	—	
—	—		3635·21	4	» *	—	—	
—	—		3633·40	5	» *	—	—	
—	—		3632·81	2	» *	—	—	
—	—		3631·02	1	» **	—	—	
—	—		3627·47	1	verschwommen **	—	—	
—	—		3625·32	2	» **	—	—	
—	—		3623·73	3	scharf **	—	—	
—	—		3622·93	6	» **	—	—	
—	—		3620·13	1	verschwommen	—	—	
—	—		3620·11	2	» *	—	—	
—	—		3614·17	3	scharf **	—	—	
—	—		3610·95	1	» **	—	—	
—	—		3607·59	3	» *	—	—	
—	—		3604·94	2	» **	—	—	

iversity, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter	
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	Name
—	—		3601·17	4	scharf **	—	—
—	—		3598·28	2	verschwommen *	—	—
—	—		3594·20	2	scharf **	—	—
—	—		3591·90	2	» **	—	—
—	—		3586·66	7	scharf; Hauptlinie *	—	—
—	—		3581·45	4	sehr unscharf *	—	—
—	—		3576·11	1	scharf **	—	—
—	—		3573·94	1	undeutlich	—	—
—	—		3565·99	2	ziemlich scharf *	—	—
—	—		3557·13	2	sehr verschwommen **	—	—
—	—		3555·58	3	scharf **	—	—
3553·72	2		3553·72	6	» *	—	—
—	—		3549·26	2	» **	—	—
—	—		3548·26	1	» **	—	—
—	—		3541·71	3	» **	—	—
—	—		3539·18	3	verschwommen **	—	—
—	—		3528·25	2	» **	—	—
—	—		3523·42	3	ziemlich scharf **	—	—
—	—		3516·40	1	verschwommen **	—	—
—	—		3515·19	1	» **	—	—
—	—		3506·17	1	» **	—	—
—	—		3504·62	1	» **	—	—
—	—		3501·85	1	» **	—	—
—	—		3496·08	2	scharf **	—	—
—	—		3492·99	1	» **	—	—
—	—		3487·34	1	ziemlich scharf **	—	—
—	—		3484·60	1	» **	—	—
—	—		3476·58	1	unscharf **	—	—
—	—		3474·36	1	verschwommen **	—	—
—	—		3471·76	1	scharf **	—	—
—	—		3470·47	1	» **	—	—
3467·19	1	verbreitert	—	—		—	—
—	—		3452·27	2	» **	—	—
—	—		3437·32	1	» **	—	—
—	—		3410·97	1	verschwommen **	—	—
—	—		3409·28	2	scharf **	—	—
—	—		3398·95	2	» [1] **	—	—
—	—		3393·87	1	» *	—	—
—	—		3383·05	3	»	—	—
—	—		3382·26	1	» *	—	—
—	—		3360·47	2	verschwommen **	—	—
—	—		3358·61	1	scharf *	—	—
—	—		3355·35	1	» **	—	—
—	—		3331·74	1	» **	—	—
3320·32	4	verbreitert nach Roth	3320·32	2	verbreitert *	—	—
—	—		3310·34	2	scharf **	—	—
3308·42	5		3308·36	3	» *	—	—
—	—		3286·56	2	stark verbreitert **	—	—
—	—		3280·72	6	scharf	—	—
—	—		3277·88	2	verschwommen **	—	—
—	—		3273·84	4	verbreitert **	—	—
—	—		3271·63	2	» **	—	—
—	—		3270·17	2	» *	—	—
—	—		3266·96	4	ziemlich scharf *	—	—
3265·18	2		3265·18	4	» *	—	—
—	—		3253·86	2	stark verbreitert **	—	—
—	—		3251·73	2	verbreitert **	—	—
—	—		3243·34	2	» **	—	—
3230·73	4	verbreitert	3230·73	8	scharf; Hauptlinie *	—	—
—	—		3228·0	5	scharf **	—	—
—	—		3223·03	2	verschwommen	—	—
—	—		3221·94	4	scharf	—	—
—	—		3219·59	3	ziemlich scharf	—	—
—	—		3217·69	2	scharf	—	—
—	—		3216·14	2	ziemlich scharf	—	—
—	—		3212·0	1	»	—	—
—	—		3211·03	4	»	—	—
3204·81	4	»	3204·75	8	scharf; Hauptlinie *	—	—
3194·82	4	»	3194·90	5	scharf *	—	—

[1] Diese Linie coïncidirt mit einer Linie in der Cd + Pb + Zn-Legirung.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Name
3181·90	1	verbreitert	—	—		—	—	
—	—		3165·02	2	ziemlich scharf	—	—	
—	—		3156·73	5	scharf	—	—	
—	—		3146·52	3	»	—	—	
—	—		3145·77	1	»	—	—	
—	—		3138·93	3	verschwommen	—	—	
—	—		3133·18	2	»	—	—	
—	—		3131·75	1	»	—	—	
—	—		3129·86	2	»	—	—	
3127·03	1	»	3127·24	4	scharf *	—	—	
3122·88	5	umgekehrt	3122·88	10	scharf; Hauptlinie *	—	—	
3117·08	4	verbreitert	3117·20	3	scharf *	—	—	
—	—		3106·70	1	»	—	—	
—	—		3104·09	2	»	—	—	
—	—		3093·28	3	verschwommen	—	—	
—	—		3091·47	1	ziemlich scharf	—	—	
—	—		3045·83	2	»	—	—	
3038·25	1	»	—	—		—	—	
3033·38	5	sehr unscharf	3033·35	4	stark verbreitert	—	—	
3029·32	3		3029·32	6	scharf	—	—	
3024·67	2	»	—	—		—	—	
—	—		3015·93	4	»	—	—	
3014·32	2	verbreitert	3014·50	2	verschwommen	—	—	
—	—		3001·81	2	ziemlich scharf	—	—	
—	—		2995·13	8	scharf	—	—	
—	—		2990·38	6	»	—	—	
—	—		2982·21	4	»	—	—	
2975·73	1	»	—	—		—	—	
2973·67	2	sehr unscharf	2973·63	1	sehr verschwommen	—	—	
2970·55	2	verbreitert	2970·66	1	verschwommen	—	—	
2963·89	4	»	2963·91	1	ziemlich scharf	—	—	
2962·12	1	sehr unscharf	—	—		—	—	
—	—		2959·90	1	sehr undeutlich	—	—	
—	—		2959·11	1	»	—	—	
—	—		2954·64	6	scharf	—	—	
2932·33	5	verbreitert	2932·33	5	»	—	—	
—	—		2918·48	4	»	—	—	
2913·63	4		2913·63	10	scharf; Hauptlinie	—	—	
—	—		2907·16	5	scharf	—	—	
2905·98	3	»	2906·07	3	verbreitert	—	—	
—	—		2893·51	5	ziemlich scharf	—	—	
2892·07	4	»	2892·05	3	»	—	—	
—	—		2885·69	3	scharf	—	—	
2883·55	4		2883·00	4	»	—	—	
—	—		2864·67	1	verschwommen	—	—	
—	—		2860·92	1	»	—	—	
—	—		2857·04	3	verbreitert	—	—	
—	—		2852·71	2	»	—	—	
—	—		2852·30	1	undeutlich	—	—	
—	—		2847·25	5	ziemlich scharf	—	—	
—	—		2838·15	7	»	—	—	
—	—		2835·55	2	scharf	—	—	
—	—		2833·20	2	»	—	—	
—	—		2825·59	6	sehr scharf	—	—	
—	—		2822·87	5	ziemlich scharf	—	—	
—	—		2820·09	10	verbreitert	—	—	
—	—		2805·45	2	ziemlich scharf	—	—	
—	—		2802·39	10	scharf	—	—	
—	—		2795·69	3	»	—	—	
—	—		2780·95	3	»	—	—	
2748·35	4	umgekehrt	2748·35	5	»	—	—	
—	—		2732·17	2	»	—	—	
—	—		2721·97	2	»	—	—	
—	—		2703·42	2	»	—	—	
2701·03	4		2700·99	3	»	—	—	
—	—		2699·4	1	verschwommen	—	—	
—	—		2697·8	1	ziemlich scharf	—	—	
2694·40	1	verbreitert	2694·40	2	»	—	—	
—	—		2690·5	1	verschwommen	—	—	
2688·86	4		2688·75	4	scharf	—	—	

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Name
—	—		2688·24	2	scharf	—	—	
—	—		2687·68	4	»	—	—	
—	—		2686·0	1	verschwommen	—	—	
—	—		2682·3	1	»	—	—	
2676·05	10	umgekehrt	2676·05	8	scharf; Hauptlinie	—	—	
—	—		2672·3	1	schwach	—	—	
—	—		2670·7	1	»	—	—	
—	—		2667·07	2	scharf	—	—	
—	—		2665·25	3	»	—	—	
—	—		2651·2	1	»	—	—	
—	—		2645·5	2	verbreitert	—	—	
—	—		2641·70	8	scharf	—	—	
—	—		2635·4	1	unsicher	—	—	
—	—		2634·4	1	»	—	—	
—	—		2631·7	1	»	—	—	
—	—		2627·15	4	scharf	—	—	
—	—		2625·65	3	»	—	—	
—	—		2624·2	2	stark verbreitert; unsicher	—	—	
—	—		2622·0	2	unsicher	—	—	
—	—		2617·60	2	scharf	—	—	
—	—		2616·71	4	verschwommen	—	—	
—	—		2612·8	1	unsicher	—	—	
—	—		2611·9	1	unsicher	—	—	
—	—		2610·5	1	»	—	—	
—	—		2609·6	2	verbreitert	—	—	
—	—		2607·4	1	undeutlich	—	—	
—	—		2605·0	1	»	—	—	
—	—		2599·5	2	scharf	—	—	
—	—		2592·0	3	»	—	—	
2590·19	4		2590·23	6	»	—	—	
—	—		2583·5	2	unscharf	—	—	
—	—		2580·1	1	unsicher	—	—	
—	—		2579·4	1	»	—	—	
—	—		2577·7	1	undeutlich	—	—	
—	—		2575·3	1	»	—	—	
—	—		2575·4	2	»	—	—	
—	—		2568·3	1	»	—	—	
—	—		2565·80	5	scharf	—	—	
—	—		2562·7	2	ziemlich scharf	—	—	
—	—		2561·9	1	unsicher	—	—	
—	—		2558·0	2	verschwommen	—	—	
—	—		2552·92	3	scharf	—	—	
—	—		2550·25	3	»	—	—	
2544·30	4		2544·30	5	»	—	—	
—	—		2538·03	4	»	—	—	
—	—		2537·0	2	»	—	—	
—	—		2536·1	3	»	—	—	
—	—		2533·68	6	»	—	—	
—	—		2528·2	2	»	—	—	
—	—		2522·8	2	sehr unscharf	—	—	
—	—		2520·7	2	ziemlich scharf	—	—	
—	—		2517·2	2	unscharf	—	—	
—	—		2515·2	3	scharf	—	—	
—	—		2511·7	1	unsicher	—	—	
2510·56	4		2510·60	5	scharf	—	—	
—	—		2506·4	2	»	—	—	
—	—		2503·42	8	»	—	—	
—	—		2495·3	1	»	—	—	
—	—		2492·7	3	verbreitert	—	—	
—	—		2491·4	1	scharf	—	—	
—	—		2490·4	2	»	—	—	
—	—		2488·3	2	»	—	—	
—	—		2483·4	2	unscharf	—	—	
—	—		2480·4	4	scharf	—	—	
—	—		2478·6	1	»	—	—	
—	—		2477·8	1	»	—	—	
—	—		2476·2	3	stark verbreitert	—	—	
—	—		2468·0	3	»	—	—	
—	—		2458·1	3	scharf	—	—	

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Name
—	—		2456·6	2	verbreitert	—	—	
—	—		2455·3	2	»	—	—	
—	—		2452·7	2	»	—	—	
—	—		2447·9	2	ziemlich scharf	—	—	
—	—		2446·6	1	undeutlich	—	—	
—	—		2445·6	4	verbreitert	—	—	
—	—		2444·3	1	»	—	—	
—	—		2442·3	2	»	—	—	
—	—		2437·8	3	scharf	—	—	
—	—		2434·5	1	verschwommen	—	—	
—	—		2433·7	2	scharf	—	—	
—	—		2433·3	2	»	—	—	
2428·06	10	umgekehrt	2428·10	10	Hauptlinie	—	—	
—	—		2423·8	2		—	—	
—	—		2419·4	1	verschwommen	—	—	
—	—		2419·1	1	erscheint bei schwachem	—	—	
—	—		2417·4	2	Strome als einfache ver-	—	—	
—	—		2416·6	2	waschene Bande	—	—	
—	—		2414·7	1	verschwommen	—	—	
—	—		2413·4	3	scharf	—	—	
—	—		2411·5	2	»	—	—	
—	—		2410·7	1		—	—	
—	—		2408·8	2	verschwommen	—	—	
—	—		2407·5	2	»	—	—	
—	—		2405·2	3	ziemlich scharf	—	—	
—	—		2402·7	4	»	—	—	
—	—		2401·5	2		—	—	
—	—		2400·2	1	coïncidirt mit einer Cu-Linie	—	—	
—	—		2399·3	1		—	—	
—	—		2395·7	1		—	—	
—	—		2393·7	3	scharf	—	—	
—	—		2391·7	1	undeutlich	—	—	
—	—		2388·5	2	scharf	—	—	
2387·85	4		2387·9	4	»	—	—	
—	—		2384·3	2	»	—	—	
—	—		2382·6	4	etwas verbreitert	—	—	
—	—		2380·5	1	undeutlich	—	—	
—	—		2379·3	1	scharf	—	—	
—	—		2377·2	1	»	—	—	
—	—		2376·4	5	»	—	—	
—	—		2373·4	2	unscharf	—	—	
—	—		2371·8	4	ziemlich scharf	—	—	
—	—		2369·5	4	unscharf	—	—	
2364·69	4		2364·8	10	Hauptlinie kehrt sich ziemlich leicht um	—	—	
—	—		2359·1	1	unscharf	—	—	
—	—		2357·9	1	»	—	—	
—	—		2355·5	2	scharf	—	—	
2352·75	4		2352·8	6	»	—	—	
—	—		2351·5	3	»	—	—	
—	—		2348·2	1	»	—	—	
—	—		2347·0	2	»	—	—	
—	—		2344·3	2	»	—	—	
—	—		2343·6	2	»	—	—	
—	—		2342·6	1	»	—	—	
—	—		2341·5	1	»	—	—	
—	—		2340·1	8	stark verbreitert	—	—	
—	—		2334·1	2	verbreitert	—	—	
—	—		2332·0	4	scharf	—	—	
—	—		2331·5	2		—	—	
—	—		2330·7	1		—	—	
—	—		2326·7	1	verschwommen	—	—	
—	—		2325·8	3	scharf	—	—	
—	—		2325·3	2	»	—	—	
—	—		2324·7	1	»	—	—	
—	—		2322·3	8	»	—	—	
—	—		2321·4	1	»	—	—	
—	—		2320·4	2	»	—	—	
—	—		2318·4	2	»	—	—	

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Name
—	—		2317·5	1	scharf	—	—	
—	—		2315·9	7	»	—	—	
—	—		2314·7	7	»	—	—	
—	—		2312·2	2	»	—	—	
—	—		2309·5	6	»	—	—	
—	—		2308·2	1	»	—	—	
—	—		2304·7	8	dick, verbreitert	—	—	
—	—		2301·1	1		—	—	
—	—		2300·4	1	scharf	—	—	
—	—		2298·3	1	verschwommen	—	—	
—	—		2296·9	2	scharf	—	—	
—	—		2295·1	2	»	—	—	
—	—		2294·1	2	verbreitert	—	—	
—	—		2291·5	6	»	—	—	
—	—		2288·7	2	scharf	—	—	
—	—		2287·7	3	verschwommen	—	—	
—	—		2286·7	1	undeutlich	—	—	
2283·42	4		2283·4	6	scharf	—	—	
—	—		2283·0	3	verschwommen	—	—	
—	—		2279·2	2	»	—	—	
—	—		2277·6	4	»	—	—	
—	—		2273·2	1	scharf	—	—	
—	—		2270·3	3	»	—	—	
—	—		2267·0	2	»	—	—	
—	—		2266·0	3	verbreitert	—	—	
—	—		2265·3	1	verschwommen	—	—	
—	—		2264·0	3	»	—	—	
—	—		2262·9	4	»	—	—	
—	—		2261·5	2	»	—	—	
—	—		2260·8	2	»	—	—	
—	—		2255·8	2	»	—	—	
—	—		2255·0	1	»	—	—	
—	—		2253·5	3	scharf	—	—	
—	—		2248·9	2	sehr verschwommen, vielleicht doppelt	—	—	
—	—		2246·7	3	verschwommen	—	—	
—	—		2243·6	1	»	—	—	
—	—		2242·7	6	scharf	—	—	
—	—		2240·4	4	verschwommen	—	—	
—	—		2237·7	2	»	—	—	
—	—		2233·8	3	»	—	—	
—	—		2231·4	4	»	—	—	
—	—		2229·1	6	»	—	—	
—	—		2222·6	2	»	—	—	
—	—		2220·6	3	scharf	—	—	
—	—		2219·4	2	»	—	—	
—	—		2215·9	3	verschwommen	—	—	
—	—		2213·2	4	scharf	—	—	
—	—		2210·6	3	»	—	—	
—	—		2210·3	1	»	—	—	
—	—		2206·0	3	»	—	—	
—	—		2201·6	5	»	—	—	
—	—		2193·7	1	»	—	—	
—	—		2192·7	1	»	—	—	
—	—		2190·7	1	»	—	—	
—	—		2189·3	5	»	—	—	
—	—		2186·9	2	»	—	—	
—	—		2185·7	2	»	—	—	
—	—		2184·2	2	»	—	—	
—	—		2172·3	3	»	—	—	
—	—		2167·7	2	»	—	—	
—	—		2160·7	2	verschwommen	—	—	
—	—		2159·2	2	»	—	—	
—	—		2157·4	3	»	—	—	
—	—		2154·4	2	»	—	—	
—	—		2140·5	1	undeutlich	—	—	
—	—		2138·0	2	verbreitert	—	—	
—	—		2133·4	1	»	—	—	
—	—		2129·7	1	scharf	—	—	

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Name
—	—		2126·8	2	scharf	—	—	
—	—		2125·3	5	»	—	—	
—	—		2113·7	1	»	—	—	
—	—		2110·8	9	scharf; Hauptlinie	—	—	
—	—		2098·8	1	undeutlich	—	—	
—	—		2098.2	1	scharf	—	—	
—	—		2095·0	1	undeutlich	—	—	
—	—		2085·4	1		—	—	
—	—		2083·1	1	scharf	—	—	
—	—		2082·1	8	»	—	—	
—	—		2071·7	1		—	—	
—	—		2064·0	1		—	—	
—	—		2059·9	1		—	—	
—	—		2056·6	1		—	—	
—	—		2055·4	1		—	—	
—	—		2044·7	5	»	—	—	
—	—		2012·3	1	unscharf	—	—	
—	—		2000·7	3	scharf	—	—	
—	—		1988·9	1	ziemlich scharf	—	—	
—	—		1977·3	1	»	—	—	

Wien, November 1895.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Denkschriften der Akademie der Wissenschaften.Math.Natw.Kl. Frueher: Denkschr.der Kaiserlichen Akad. der Wissenschaften. Fortgesetzt: Denkschr.oest.Akad.Wiss.Mathem.Naturw.Klasse.

Jahr/Year: 1896

Band/Volume: 63

Autor(en)/Author(s): Eder Josef Maria, Valenta Eduard

Artikel/Article: Über die Spectren von Kupfer, Silber und Gold. (Mit 4 Textfiguren.) 189-235