

DAS FLAMMEN- UND FUNKENSPECTRUM DES MAGNESIUMS

VON
JOSEF MARIA EDER
IN WIEN.

Mit 1 Tafel.

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 2. APRIL 1903.

Das an der Luft verbrennende Magnesiumband gibt weißes Licht, welches bei der spectralanalytischen Untersuchung ein continuierliches Spectrum neben einem Banden- und Linienspectrum aufweist.

Ältere Untersuchungen dieses Flammenspectrums liegen von H. W. Vogel¹ und anderen Spectralanalytikern im sichtbaren Theile vor; ich selbst hatte eine Photographie des Magnesium-Flammenspectrums (Glasspectograph) im Jahre 1886 publiciert;² Liveing und Dewar hatten das Flammenspectrum des Magnesiums vom sichtbaren Theile bis ins Ultraviolett ausgemessen,³ und Hartley und Ramage⁴ hatten es später qualitativ untersucht, ohne genaue Messungen vorzunehmen.

Das bei Ausschluss elektrischer Entladungen entstehende Magnesium-Flammenspectrum gewinnt für die Spectralanalyse an Bedeutung, nachdem neuere Untersuchungen zeigten, dass die bisher meistens für typisch angesehenen Unterschiede zwischen Bogen- und Funkenspectrum je nach Art des Dielektricum oder anderer Verhältnisse verschwinden oder stark geändert werden.

Es ist durch Liveing u. Dewar⁵ und neuere Untersuchungen, namentlich von Hartmann u. Eberhard⁶ am Magnesium-Funken- und Bogenspectrum erwiesen, dass man mit der Annahme nicht ausreicht

¹ H. W. Vogel, Praktische Spectralanalyse. I. Theil 1889.

² Sitzgsber. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien 8. Juli 1886.

³ M. Watts, Index of Spectra. 1889, S. 100; ferner Appendix B. 1891, S. 39.

⁴ Hartley u. Ramage, Bonded Flame-Spectra of Metals. (Scientific Transact. of the Royal Dublin Society, October 1901 [mit heliographischen Tafeln nach Quarz-Prismen-Spectrogrammen kleiner Dispersion]).

⁵ Proc. Royal Soc. London. 1888, Bd. 44, S. 241.

⁶ Hartmann u. Eberhard, Sitzgsber. d. königl. preuss. Akad. d. Wiss. zu Berlin, 1903, S. 40; Hartmann, ibid. 1903, S. 234. Es gelang ihnen, das Magnesium-Spectrum im Bogen so zu erzeugen, dass nur die *b*-Gruppe, die Linie 4481, die Gruppe bei 3830 und die Flammenlinien zum Vorschein kamen. — S. auch H. C. Vogel, Astronom. Nachrichten 1903, Nr. 3861.

»die Temperatur in der Funkenentladung sei höher als im Bogen. Viel mehr gewinnt die Ansicht (Hartmann) an Wahrscheinlichkeit, dass die Entstehung gewisser Funkenlinien überhaupt nicht mit der Temperatur zusammenhängt, sondern dass sie durch Anwendung elektrischer Entladungen verursacht werden und dass das Dielektrium von entscheidendem Einfluss ist. Der unter Wasser erzeugte Flammenbogen zwischen Magnesiumelektroden zeigt Linien des sogenannten Funkenspectrums (Hartmann und Eberhard), und auch in einer Atmosphäre von Wasserstoffgas treten beim Magnesiumbogen ähnliche Erscheinungen auf.¹

Das Flammenspectrum des Magnesiums verdient also näheres Studium mit Rücksicht auf diese Verhältnisse, sowie wegen seiner aktinischen Wirkung, welche seine Anwendung in der Photometrie, sowie angewandten Photographie bedingt.

Da die älteren Angaben über das Flammenspectrum bei einem Vorversuche Differenzen um mehr als eine Angström'sche Einheit mit meiner eigenen Messung ergaben, ferner bei meinen Spectrographien mittels des großen Rowland'schen Gitters der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt die Definition weit besser als bei Liveing oder Hartley war und hiedurch genaueren Einblick über den Bau des Magnesiumoxydspectrums ermöglicht wurde, so unterzog ich dieses Spectrum, sowie das Magnesiumfunkenspectrum einer neuerlichen Untersuchung, welche sich über das ganze sichtbare und ultraviolette Band des Spectrums erstreckte. Die hiebei gewonnenen Spectrumphotographien sind von großer Klarheit und Schärfe, so dass eine gute heliographische Reproduction des Gitterspectrums von Mg und MgO (s. Tafel)² möglich war.³

Das von mir verwendete Magnesiumband war mit Natrium, Mangan, Spuren von Eisen und Kupfer verunreinigt. Demzufolge fanden sich außer den Magnesiumlinien noch die gelbe Natriumlinie und die dem Flammenspectrum des in Sauerstoff verbrennenden Mangans zukommenden charakteristischen Manganlinien 4034·6, 4033·1, 4030·7 vor, weiters die im brennenden Kupfer auftauchenden, dem elementaren Kupfer zukommenden Linien 3274·08, 3247·68. Im Funkenspectrum (starker Flaschenfunke), namentlich im ultravioletten Theile machen sich die scharfen Manganlinien 2605·80, 2593·85, 2576·25 etc. bemerklich. Die Eisenlinien waren in dem von mir verwendeten käuflichen Magnesiummetall weitaus schwächer vertreten als die Manganlinien. Übrigens kommen alle diese Verunreinigungen in so kleinen Mengen vor, dass ihre Funkenspectren nur bei langer Belichtung deutlich werden. In meinen nachfolgenden Tabellen sind diese fremden Linien eliminiert.

I. Flammenspectrum.

Verbrennt man Magnesiumband an der Luft unter Benützung einer Magnesiumlampe mit Uhrwerk, so kann man bei genügend langer Belichtung das Flammenspectrum photographieren. Schwierigkeiten bereitet nur die gute Auflösung der ultravioletten Bande von 3823 bis 3621, weil dort zahlreiche dicht nebeneinanderstehende verwischene Linien, welche wahrscheinlich dem Spectrum des Magnesiumoxyds

¹ Das Bogenspectrum des Magnesiums in einer Wasserstoffatmosphäre zeigt die im gewöhnlichen Bogenspectrum an der Luft fehlende, für den Funken früher für charakteristisch gehaltene Magnesiumlinie 4481 sehr deutlich (Hartmann a. a. O.; Crew, Astrophys. Journ. 1900, Bd. 12, S. 167; Porter, a. a. O., Bd. 15, S. 274). — Vergl. auch H. Crew (Spectrum des Magnesiums im rotirenden Bogen. Evanston 1895) und Hartmann's Versuche über den kleinen Lichtbogen zwischen Magnesiumelektroden bei schwachen elektrischen Strömen (a. a. O.). — Über Zerlegung der Serienlinien des Magnesiumspectrum im magnetischen Felde s. Runge und Paschen, Sitzgsber. d. königl. preuss. Akad. d. Wiss. zu Berlin, 1902, Bd. 32; physik. Zeitschrift, 3. Jahrg. Nr. 19.

² Die Heliogravuren dieser Tafel geben Facsimile des Originalnegativs wieder. Die schwarzen Linien und Streifen entsprechen also den leuchtenden Partien des Spectrums.

³ Eine Abbildung des Magnesiumfunkenspectrums im Quarzspectrographen bei kleiner Dispersion publicierte ich in den Denkschr. d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, 1893, Bd. 60, in meinen Abhandlungen »Beiträge zur Spectralanalyse«.

angehören, von einem starken continuierlichen Spectrum begleitet werden. Ebenso konnte ich ein aus zahlreichen, sehr schwachen, dicht nebeneinanderstehenden Linien bestehendes feinschraffirtes Band im Gelbgrün zwischen dem grünen Magnesiumtriplet und der gelben Natriumlinie beobachten (s. Tabelle λ 5467 bis 5100), wenn Entwicklung und Belichtungszeit genau getroffen sind. In letzterem Falle bemerkte ich auch bei meinen Spectrumphotographien eine feine Linienschraffierung zwischen den Magnesiumoxydbanden λ 5007 bis 4903. Diese Linienschraffierungen sind zu schwach, um sie mit Sicherheit messen zu können. Ich konnte nur nachweisen, dass zwischen den zwei Magnesiumoxydbanden λ 4974·8 und 4962·4 ungefähr 25 sehr feine Linien liegen und zwar ziemlich regelmäßig vertheilt; ähnliche Linienschraffierungen weisen die Zwischenräume der anderen Magnesiumoxydbanden auf, wobei der Abstand der einzelnen feinen Linien nur circa 0·5 A. E. beträgt.

Diese feinen Linienschraffierungen sind offenbar charakteristisch für das Verbindungsspectrum Mg O) und finden sich öfters in den Emissionsspectren von zusammengesetzten Körpern (Oxyden).

Da diese regelmäßigen Schraffierungen aus höchst zarten Linien bestehen, so giengen sie bei der heliographischen Reproduction verloren.

Dagegen erkennt man an der Heliogravure ganz deutlich, dass die grünen Magnesiumoxydlinien (Bande) ihre scharfe Kante gegen die rothe Seite zuwenden und gegen die violette Seite zu abschattirt sind.

Die ultraviolette Bande im Flammenspectrum des brennenden Magnesiums weist einen anderen Bau auf (siehe Tafel).

Ihre Hauptlinien haben die Wellenlänge

$$\begin{matrix} \{ 3725 & \text{und} & \{ 3721 \\ \{ 3724 & & \{ 3720 \end{matrix}$$

Liveing und Dewar führen diese Linien einfach, während mir ihre Auflösung zu Doppellinien jedesmal mit Sicherheit gelang.

Häufig nimmt man an, dass die hohe »chemische Wirksamkeit« des Magnesiumlichtes mit dem Reichthum des Magnesiummetallspectrums an blauen und ultravioletten Linien zu erklären sei. Dies ist irrthümlich.

Für die Leuchtkraft des brennenden Magnesiums ist nicht das rudimentär beigemengte Linienspectrum des Magnesiums entscheidend, sondern die Helligkeit des Lichtes der Magnesiumflamme wird in ausgedehnten Bezirken durch das continuierliche weißglühende Spectrum des Magnesiumrauches bedingt¹ und daneben noch durch das Bandenspectrum des Magnesiumoxyds, welches in den betreffenden engen Bezirken emporsteigt und die Continuität des Spectrums zerreißt.

Das continuierliche Spectrum verursacht auch die weiße Farbe des Lichtes von brennendem Magnesiumband; es überwiegt den optischen Effect der einzelnen Banden in Grün, welche aber ihrerseits kräftig genug sind, um bei photographisch-photometrischen Versuchen Störungen herbeizuführen. Das Licht des zwischen Magnesiumelektroden überspringenden Flaschenfunken ist lebhaft blau gefärbt und gibt cyanblaue Beleuchtungseffekte, weil der Flaschenfunke zwischen Magnesiumelektroden in seiner Lichtnuancierung von der außerordentlich hellen Magnesiumlinie 4481 (vergl. Tafel, Spectrum I, wobei die Linie 4481 enorm verbreitert ist) beherrscht wird. Diese Linie fehlt im Flammenspectrum, wie im gewöhnlichen Bogenspectrum des Magnesiums an der Luft vollkommen, kann jedoch in letzterem durch Anwendung einer Wasserstoffatmosphäre sofort zum Erscheinen gebracht werden (s. o.). Dies ist

¹ Das continuierliche Spectrum des Magnesiums ist in meiner Tafel nur im blauen Bezirke reproducirt, der violette Theil ist weggelassen, weil er nicht charakteristisch ist; das continuierliche Spectrum erstreckt sich kräftig über Violett und den Beginn des Ultraviolett, wird dann schwächer und äußert von circa $\lambda > 3700$ relativ wenig Wirkung. (Vergl. meine Abhandlung: Photometrische Untersuchung der chemischen Helligkeit von brennenden Magnesium, Aluminium und Phosphor, Sitzgsber. d. kais. Aad. d. Wiss. in Wien, Bd. CXII, Abth. II a, April 1903).

der Hauptgrund der stark verschiedenen Färbung dieser drei verschiedenen Arten des an der Luft entstehenden Magnesiumlichtes.

Bemerkenswert ist der Umstand, dass die dem elementaren Magnesium zukommenden Triplets in der Flamme völlig scharf sind und niemals Umkehrungserscheinungen zeigen, welche im Bogen und Funken so charakteristisch sind und sehr leicht zustande kommen.

Eine einzige Linie im ultravioletten Flammenspectrum des brennenden Magnesiums erscheint umgekehrt, es ist die Linie 2852, welche jedoch keineswegs zu den besonders hervorragenden Hauptlinien des Funken- und Bogenspectrums gehört. Wie die Tafel zeigt, existieren im Magnesiumfunkenpectrum weit stärkere umkehrbare Magnesiumhauptlinien, welche jedoch im Flammenspectrum theils dünn, scharf und nicht umkehrbar sind, theils vollkommen fehlen.

Die Helligkeit des Magnesiumflammenspectrums fällt im Ultraviolett von $\lambda = 3721$ stark ab.

Allerdings fand ich dort einige Triplets des Magnesiummetallspectrums, nämlich

3336	3097
3332	3093
3330	3091,

welche jedoch viel schwächer auftreten als die Triplets

5183	3838
5172	3832.
5167	3829

Jedenfalls geht aus diesen Spectrumphotographien klar hervor, dass die chemische Wirkung des brennenden Magnesiums im Ultraviolett bei 3700 stark sinkt und bei $\lambda < 3400$ ihre praktische Grenze findet und dass man im Spectrum kürzerer Wellenlänge durch die Magnesiumflamme keinen wesentlichen Effect zu erwarten hat.

II. Funkenspectrum.

Zu meinen Messungen des Magnesiumfunkenpectrums, welches auch von anderer Seite vielfach untersucht worden war,¹ habe ich nichts zu bemerken. Die Wellenlängen sind auf Rowland's Standards bezogen. Einige schwache Linien, welche Exner und Haschek in ihren Magnesiumfunkenpectren angeben, konnte ich nicht wieder finden, dagegen fehlten bei den Genannten die Linien 2848, 2847, 2736 und 2733, welche ich in Übereinstimmung mit Hartley und Adeney im Magnesiumfunkenpectrum fand und nach Kayser und Runge im Bogenspectrum gleichfalls vorkommen.

Umkehrungserscheinungen treten bekanntlich im Magnesiumfunkenpectrum bei mehreren Linien stark hervor. Bemerkenswert ist die Beobachtung, dass bei den meisten starken Magnesiumlinien (bei meinem Flaschenfunken mittels eines großen Ruhmkorff'schen Inductors und mehreren Leydener Flaschen) die verbreiterten Linienränder zu beiden Seiten der inneren umgekehrten Linie symmetrisch verlaufen, die Magnesiumlinie 2852 aber zeigt die Umkehrungslinie nicht in der Mitte der verbreiterten Linie, sondern die gegen Roth zugewendete dunkle Umgebung ist intensiver als die andere Seite derselben; es liegt also ein unsymmetrisches Umkehrungsphänomen nur bei ganz bestimmten Linien vor, welche Erscheinungen wohl für die Spectralanalyse von Bedeutung sein können.

Das Auftreten und Verschwinden gewisser Magnesium-Hauptlinien soll besonders hervorgehoben werden; dieses variable Vorkommen gilt nicht nur für die Magnesiumlinie 4481, sondern auch für 4571² u. a.

¹ Cornu; Liveing u. Dewar; Hartley u. Adeney (Watts Index of Spectra); Exner u. Haschek (Sitzgsber. d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien).

² Exner u. Haschek führen in ihrem Funkenspectrum die Linie 4571 als ganz schwache Linie, während sie in meinem Funkenspectrum fehlte; diese Unterschiede in beiden Arten von Funkenspectren hat offenbar in der verschiedenen Beschaffenheit der Inductorien ihren Grund, was Valenta und ich bei einer anderen Gelegenheit erwähnt haben (Eder u. Valenta, Die Spectren von Kupfer, Gold und Silber. Denkschr. d. kais. Akad. d. Wiss., Wien, 1896, Bd. 63, S. 199.).

Hier sei erwähnt, dass ich im Vereine mit E. Valenta vor einigen Jahren¹ mit Sicherheit nachgewiesen habe, dass bei den niedrigen Temperaturen eines Bunsen'schen Gasbrenners die zu Beginn des Ultraviolett befindlichen Calciumlinien λ 3968 und 3933 gänzlich fehlen, während sie doch zu den allerstärksten und besonders charakteristischen Linien des Calciumbogen- und Funkenspectrums zählen und im Sonnenspectrum die gewaltigen Fraunhofer'schen Linien *H* und *K* repräsentieren.

Von diesen Calciumlinien *H* und *K* sagt Hale, dass ihre Anwesenheit in der Bunsenflamme «unsicher» sei (Astronomy and Astrophysics, Bd. XII, S. 453), während wir ihre Abwesenheit sicher constatieren konnten (a. a. O.). Dagegen treten nach Hale diese Calciumlinien im Sauerstoff-Leuchtgasgebläse, sowie in der Magnesiumflamme als feine scharfe Linien auf und stets im elektrischen Funken- und Bogenspectrum; im Sonnenspectrum, der Chromosphäre der Protuberanzen und Fackeln fehlen nach Hale die Calciumlinien *H* und *K* niemals (Astronomy and Astrophysics, Bd. XI, S. 812, 813; XII, S. 453).

Die starke Magnesiumlinie 4481·34 ist jedoch nicht so leicht in den verschiedenen Magnesiumspectren zu finden und ist noch leichter zum Verschwinden zu bringen als die Calciumlinien *H* und *K*. Ja es scheint sogar das Auftreten der Magnesiumlinie 4481 im Sonnenspectrum nicht sichergestellt,² und ich habe mich deshalb bemüht die Linie genauer zu messen, als es bisher bei dieser meist stark verbreiterten Linie geschehen war. Unter Zugrundelegung dieser Zahl³ findet man wohl in Rowland's Tabelle⁴ bei 4481·289 eine Fraunhofer-Linie, deren Zugehörigkeit von Rowland unentschieden gelassen wurde; höchst wahrscheinlich ist diese Linie aber nicht identisch mit der in Rede stehenden Magnesiumlinie des Funkenspectrums, für welche sich überhaupt keine entsprechende Linie im Sonnenspectrum finden lässt. Dass die meisten anderen Magnesiumlinien im Sonnenspectrum sich vorfinden, ist längst bekannt.

Auch bei den Magnesiumspectren irdischer Stoffe tritt jederzeit das grüne Triplet λ 5183—67 auf, während für Bogen- und Funkenspectren im Ultraviolett schon bei der bloßen Durchmusterung der Spectrumphotographien die höchst charakteristische, in der beigegebenen heliographischen Tafel gut dargestellte Liniengruppe λ 2802 bis 2776 die Anwesenheit von Magnesium sofort verräth. Diese heliographische Darstellung des normalen Magnesiumspectrums bildet eine Ergänzung meiner älteren Abbildungen des prismatischen ultravioletten Magnesiumspectrums, welches ich in meiner Abhandlung «über die Verwendbarkeit der Funkenspectren verschiedener Metalle zur Bestimmung der Wellenlänge im Ultravioletten» in den Denkschriften d. kais. Akad. d. Wiss. 1892 publiciert hatte.

¹ J. M. Eder, Über den Verlauf der Bunsen'schen Flammenreactionen im ultravioletten Spectrum. Denkschr. d. kais. Akad. d. Wiss., Wien. Math.-naturw. Cl., 1893, Bd. 60.

² Nach H. C. Vogel tritt die Magnesiumlinie λ 4481 in den Sternspectren der Vogel'schen Spectren Classe I als kräftige scharfe Linie auf; in anderen Sternspectren tritt sie zurück und als Ausnahme gilt nach Vogel das Auftreten von λ 4481 als breite und verwaschene Linie in wenigen Sternspectren (Astronom. Nachrichten 1903, Nr. 3861). — Die Linie λ 4352 kommt mit schwankender Helligkeit in verschiedenen Sternspectren vor (H. C. Vogel a. a. O.)

³ Sie ist auf die Rowland'sche Standard im Eisen-Bogenspectrum $\lambda = 4494·756$ bezogen und auf $\pm 0·02$ A. E. genau.

⁴ Rowland A. Preliminary Table of Solar Spectrum Wave-lengths. Chicago 1898.

Spectren des Magnesiums.

(Wellenlängen bezogen auf Rowland's Standards.)

Flammenspectrum Eder			Bogenspectrum Kayser und Runge			Funke'spectrum Eder		
λ .	i	Bemerkung	λ .	i	Bemerkung	λ .	i	Bemerkung
—	—	—	5711·56	2	—	5711·56	4	—
—	—	—	5528·75	6	—	5528·75	4	—
5407·8	1/2	Die feinen, zarten Schraffierungen, wovon ein Theil hier bestimmt ist, erstrecken sich ge- meinsam mit einem continuierlichen Spectrum durch das ganze Grün	—	—	—	—	—	—
5405·7	1/2		—	—	—	—	—	—
5403·8	1/2		—	—	—	—	—	—
5401·8	1/2		—	—	—	—	—	—
5459·6	1/2		—	—	—	—	—	—
5457·9	1/2		—	—	—	—	—	—
5455·8	1/2		—	—	—	—	—	—
5453·6	1/2		—	—	—	—	—	—
5551·4	1/2		—	—	—	—	—	—
5549·5	1/2		—	—	—	—	—	—
5447·8	1/2		—	—	—	—	—	—
5445·8	1/2		—	—	—	—	—	—
5443·7	1/2		—	—	—	—	—	—
5441·7	1/2		—	—	—	—	—	—
5439·4	1/2		—	—	—	—	—	—
5436·4	1/2		—	—	—	—	—	—
5433·9	1/2		—	—	—	—	—	—
5431·5	1/2		—	—	—	—	—	—
5429·0	1/2		—	—	—	—	—	—
5210·7	1	verschwommen ¹	—	—	—	—	—	—
5205·6	1	dto.	—	—	—	—	—	—
5191·6	1	dto.	—	—	—	—	—	—
5183·79 ¹	10	—	5183·84	10	—	5183·79 ²	10	—
5177·23	1	verschwommen	—	—	—	—	—	—
5172·87 ¹	9	—	5172·87	10	—	5172·87 ¹	9	—
5167·49 ¹	8	—	5167·55	8	—	5167·49 ¹	8	—
5162·81	1/2	verschwommen	—	—	—	—	—	—
5160·68	1/2	dto.	—	—	—	—	—	—
5157·05	1/2	dto.	—	—	—	—	—	—
5153·66	1/2	dto.	—	—	—	—	—	—
5150·56	1/2	dto.	—	—	—	—	—	—
5145·87	1/2	dto.	—	—	—	—	—	—

¹ Hartley u. Ramage führen eine Mg-Flammenlinie λ 5209 als starke, gegen Violett abgeschattete Linie, welche mit einer der Liveing- und Dewar'schen Magnesium-Hydrogenbanden correspondiert, an. Dies gilt wohl nur für das Mg-Spectrum in der Oxy-Hydrogenflamme, nicht für das an der Luft brennende Magnesiummetall (Eder).

² Diese Linien coincidieren im Bogen und im Funken. Obige Zahlen wurden deshalb als Standards aus Rowland's »Table of Standard Wave-Lengths« (Watts Index of Spectra, Appendix G, 1896) angenommen.

Flammenspectrum Eder			Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder		
λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung
5139.15	1/2	verschwommen	—	—	—	—	—	—
5134.81	1/2	dto.	—	—	—	—	—	—
5130.34	1/2	dto.	—	—	—	—	—	—
5127.17	1/2	dto.	—	—	—	—	—	—
5123.81	1/2	dto.	—	—	—	—	—	—
5110.18	1/2	dto.	—	—	—	—	—	—
5096.02	1	dto.	—	—	—	—	—	—
5007.44	10	Kante gegen Roth zu scharf gegen Violett zu unscharf und verbreitert	—	—	—	—	—	—
4996.85	8	dto.	—	—	—	—	—	—
4986.23	6	dto.	—	—	—	—	—	—
4974.81	4	dto.	—	—	—	—	—	—
4962.45	3	dto.	—	—	—	—	—	—
4949.30	2	dto.	—	—	—	—	—	—
4935.01	1	dto.	—	—	—	—	—	—
4923.65	1	dto.	—	—	—	—	—	—
4913.37	1/2	dto.	—	—	—	—	—	—
4903.36	1/2	dto.	—	—	—	—	—	—
—	—	—	4730.42	1	—	—	—	—
—	—	—	4703.33	8	—	4703.29	3	etwas verbreitert
4571.26	4	scharf	4571.33	4	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	4481.34	10	stark verbreitert, Hauptlinie
—	—	(Von hier ab wird das con-	4352.18	8	—	4352.2	2	verschwommen
—	—	tinuierliche Spectrum sehr	4167.84	1	—	—	—	—
—	—	stark; siehe Heliogravure-	4058.45	2	—	—	—	—
—	—	Tafel)	3987.08	2	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	3898.20	1	unscharf
—	—	—	—	—	—	3895.82	3	dto.
—	—	—	—	—	—	3893.34	1	dto.
—	—	—	—	—	—	3892.11	2	dto.
—	—	—	—	—	—	3890.33	1	dto.
3865.26	1	—	—	—	—	—	—	—
3861.56	1/2	—	—	—	—	—	—	—
3860.28	1/2	—	—	—	—	—	—	—
3858.88	1/2	—	—	—	—	—	—	—
3855.92	1	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	3854.27	2	Kante einer nach Roth verlaufenden Bande
3854.35	1/2	—	—	—	—	—	—	—
3853.30	1/2	—	—	—	—	—	—	—
3850.85	1/2	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	3849.02	1	verbreitert
3848.40	2	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	3848.02	1	verbreitert

erste Hauptbande des
 Magnesiumoxydspectrums

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

Flammenspectrum Eder			Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder		
λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung
3847·21	1/2		—	—		—	—	
3844·75	2		—	—		—	—	
3842·16	1	undeutlich	—	—		—	—	
3838·42	10	scharfe, dünne Linie	3838·44	10		3838·42	10	umgekehrt
3832·46	9	dto.	3832·46	10		3832·46	9	dto.
3829·47	8	dto.	3829·51	10		3829·47	8	dto.
3823·93	1	sehr undeutlich	—	—		—	—	
3817·19	1	dto.	—	—		—	—	
3810·05	2	dto.	—	—		—	—	
3805·07	1		—	—		—	—	
3804·51	1		—	—		—	—	
3798·49	1		—	—		—	—	
3784·4	1/2	sehr undeutlich	—	—		—	—	
3778·33	1/2	dto.	—	—		—	—	
3772·88	1		—	—		—	—	
3766·42	1		—	—		—	—	
3756·11	1/2		—	—		—	—	
3751·58	1/2		—	—		—	—	
3740·22	1/2		—	—		—	—	
3731·11	1/2		—	—		—	—	
3725·76	5	mäßig verbreitert	—	—		—	—	
3724·74	0	dto.	—	—		—	—	
3721·34	8	dto.	—	—		—	—	
3720·05	10	dto.	—	—		—	—	
3714·39	1/2	dto.	—	—		—	—	
3706·91	1/2	dto.	—	—		—	—	
3704·29	1/2	dto.	—	—		—	—	
3701·64	1/2	dto.	—	—		—	—	
3694·94	1/2	dto.	—	—		—	—	
3690·95	1/2	dto.	—	—		—	—	
3688·53	1/2	dto.	—	—		—	—	
3686·59	1/2	dto.	—	—		—	—	
3684·45	1/2	dto.	—	—		—	—	
3683·30	1/2	undeutlich	—	—		—	—	
3681·24	1/2	dto.	—	—		—	—	
3675·78	1/2	dto.	—	—		—	—	
3672·23	1/2	dto.	—	—		—	—	
3659·89	1/2	dto.	—	—		—	—	
3634·28	1/2	dto.	—	—		—	—	
3627·83	1/2	dto.	—	—		—	—	
3621·34	1/2	dto.	—	—		—	—	
3330·89	5	scharf	3330·83	10		3330·89	8	
3332·38	4	dto.	3332·28	8		3332·38	5	
3330·15	4	dto.	3330·08	8		3330·15	3	

zweite Hauptbande des Magnesiumoxydspectrums

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

Flammenspectrum Eder			Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder		
λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung
—	—	—	—	—	—	3139.0	1	undeutlich
—	—	—	—	—	—	3135.1	1	dto.
—	—	—	—	—	—	3107.14	2	—
3097.11	2	—	3097.00	10	—	3097.11	2	—
3093.17	2	—	3093.14	8	—	3093.17	2	—
3091.24	1	—	3091.18	8	—	3091.24	1	—
—	—	—	—	—	—	3074.11	2	—
—	—	—	—	—	—	3050.75	2	—
—	—	—	—	—	—	3040.80	1	—
—	—	—	—	—	—	2943.7	1	—
—	—	—	2942.21	8	—	—	—	—
—	—	—	2938.07	6	—	—	—	—
—	—	—	2936.99	4	—	—	—	—
—	—	—	2930.01	10	—	2930.81	10	verbreitert
—	—	—	2928.74	4	—	2928.89	10	umgekehrt
—	—	—	2915.57	4	—	2915.58	0	—
2852.29	10	umgekehrt (die einzige, kräftige, umgekehrte Linie im ganzen Flammenspectrum)	2852.22	10	—	2852.29	7	umgekehrt
—	—	—	2848.53	4	—	2848.44	2	—
—	—	—	2840.91	4	—	2847.08	2	—
—	—	—	—	—	—	2817.29	2	—
—	—	—	—	—	—	2815.07	2	—
—	—	—	—	—	—	2811.35	2	—
—	—	—	—	—	—	2809.88	2	—
—	—	—	2802.86	10	—	2802.805 ¹	10	umgekehrt
—	—	—	2798.07	4	—	2798.12	5	dto.
—	—	—	2795.03	10	—	2795.032 ¹	10	dto.
—	—	—	2790.88	4	—	2790.97	10	verbreitert, Beginn einer Umkehrung
—	—	—	2783.08	8	—	2783.077 ¹	0	—
—	—	—	2781.53	8	—	2781.521 ¹	5	—
—	—	—	2779.94	10	—	2779.935 ¹	10	umgekehrt
—	—	—	2778.30	8	—	2778.381 ¹	5	—
—	—	—	2770.80	8	—	2770.798 ¹	0	—
—	—	—	2708.57	4	—	—	—	—
—	—	—	2705.47	4	—	—	—	—
—	—	—	2730.84	2	—	2730.71	1	verschwommen
—	—	—	2733.80	2	—	2733.3	1	dto.
—	—	—	2732.35	2	—	—	—	—
—	—	—	2698.44	2	—	—	—	—

¹ Diese Linien coincidieren im Bogen und im Funken. Obige Zahlen wurden deshalb als Standards aus Rowland's «Table of Standard Wave-Lengths» (Watts Index of Spectra, Appendix G, 1896) angenommen.

Flammenspectrum E d e r			Bogenspectrum K a y s e r u n d R u n g e			Funkenspectrum E d e r		
λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung
—	—		2695·53	2		—	—	
—	—		2693·97	2		—	—	
—	—		2672·90	1		—	—	
—	—		2669·84	1		—	—	
—	—		2668·20	1		—	—	
—	—		—	—		2669·0	1	sehr undeutlich
—	—		2649·30	1		—	—	
—	—		2640·01	1		—	—	
—	—		2645·22	1		—	—	
—	—		2633·13	1		—	—	
—	—		2630·52	1		—	—	

Wien, Photochemisches Laboratorium der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt

1. Mg-Funken



2. Mg-Flamme



3. Mg-Funken



4. Mg-Flamme



5. Mg-Funken



Spectrumphotographien (mittelt eines großen Concavgitters) von J. M. Eder.

1. und 2. Aufnahmen auf Erythrosinplatten. — 3. bis 5. Aufnahmen auf gewöhnlichen Bromsilbergelatineplatten.

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: 1903

Band/Volume: [74](#)

Autor(en)/Author(s): Eder Josef Maria

Artikel/Article: [Das Flammen- und Funkenspectrum des Magnesiums. \(Mit 1 Tafel\). 45-54](#)