

**3. Über den Zusammenhang  
zwischen Fluoreszenz und Ionisierung.  
Notiz zu Abhandlungen  
des Hrn. M. Volmer und des Hrn. W. E. Pauli;  
von J. Stark.**

I.

§ 1. *Einleitung.* — An früheren Stellen<sup>1)</sup> habe ich eine Hypothese über die Zentra der Bandenfluoreszenz, insbesondere über den Zusammenhang zwischen Fluoreszenz und Ionisierung veröffentlicht. Die aus dieser Hypothese gezogenen Folgerungen haben in der Literatur mehrfache Beachtung gefunden und in der letzten Zeit sind mehrere neue Tatsachen aufgefunden worden, welche einen Ausbau jener Hypothese ermöglichen.

Wie kürzlich<sup>2)</sup> von P. Levy und mir gezeigt wurde, besitzt Benzol außer den bekannten Banden im Gebiet  $\lambda$  270 bis 230  $\mu\mu$  noch weitere Banden im Gebiet  $\lambda$  202—190  $\mu\mu$ , ebenso Naphtalin außer den bekannten Banden im Gebiet  $\lambda$  315—240  $\mu\mu$  noch weitere Banden im Gebiet 215—205  $\mu\mu$ . Fig. 1 und Fig. 2 lassen den Verlauf der Absorptionsgrenzkurven dieser zwei Substanzen erkennen. Anthrazendampf haben wir, weil er bei Zimmertemperatur einen zu niedrigen Druck besitzt, nicht auf seine Absorption unterhalb  $\lambda$  220  $\mu\mu$  untersucht, dies soll indes demnächst für höhere Temperaturen nachgeholt werden. Aus chemischer und spektraler Analogie ist schon jetzt mit Sicherheit zu folgern, daß Anthrazen außer den bekannten Absorptionsbanden im Gebiet  $\lambda$  400 bis 300  $\mu\mu$  noch weitere intensivere Banden im Gebiet  $\lambda$  220 bis 200  $\mu\mu$  besitzt. Wie aus der Untersuchung der ultraviolettten Absorption der Kohlenstoffvalenz in der Äthylen-<sup>3)</sup>,

1) Zusammenstellung der Literatur: J. Stark, Die elementare Strahlung, S. Hirzel, Leipzig, 1911. p. 102, 195, 213.

2) J. Stark u. P. Levy, Jahrb. d. Rad. u. El. 10. p. 179. 1913.

3) J. Stark, W. Steubing, C. J. Enklaar u. P. Lipp, Jahrb. d. Rad. u. El. 10. p. 139. 1913.

Azetylen<sup>1)</sup> und Benzolbindung<sup>2)</sup> hervorgeht, sind die Zentra der Absorptionsbanden in den zwei ultravioletten Gebieten für

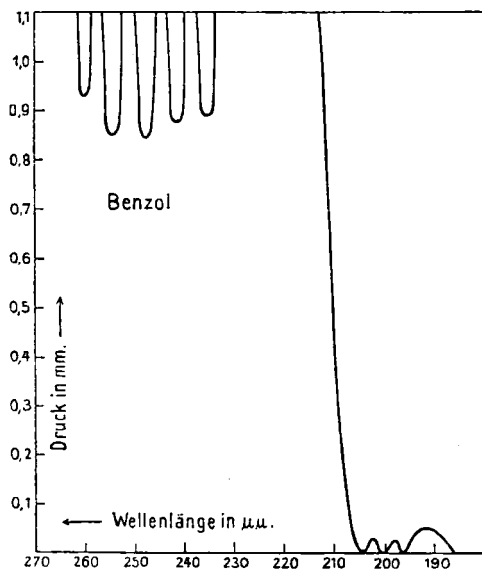


Fig. 1.

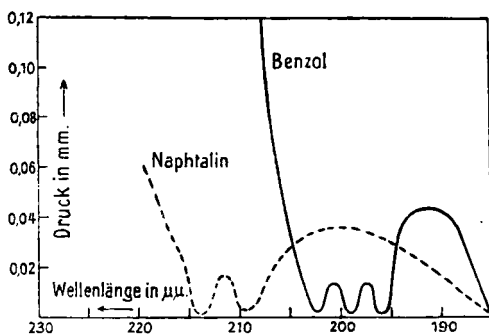


Fig. 2.

den Benzolring im Benzol, Naphtalin und Anthrazen Valenzelektronen des Kohlenstoffatoms.

1) J. Stark u. P. Lipp, Jahrb. d. Rad. u. El. 10. p. 175. 1913.

2) J. Stark u. P. Levy, l. c.

A. L. Hughes<sup>1)</sup> hat vor einem halben Jahre festes Anthrazen auf die spektrale Verteilung seiner lichtelektrischen Empfindlichkeit untersucht und gefunden, daß dasjenige Absorptionsgebiet, mit welchem ein intensiver lichtelektrischer Effekt verknüpft ist, bei jener Substanz im Gebiet  $\lambda$  220—190  $\mu\mu$  liegt. Durch Verknüpfung dieses Resultates mit dem vorstehenden können wir folgern, daß das spektrale Gebiet intensiven lichtelektrischen Effektes beim Anthrazen zusammenfällt mit dem zweiten ultravioletten Absorptionsgebiet. Aus der spektrochemischen Analogie ergibt sich dann weiter, daß auch bei Benzol und Naphtalin der lichtelektrische Effekt im ersten ultravioletten Absorptionsgebiet ( $\lambda$  270—230  $\mu\mu$  bez.  $\lambda$  315—240  $\mu\mu$ ) sehr gering ist und erst im zweiten Gebiet ( $\lambda$  202—190  $\mu\mu$  bez.  $\lambda$  215—205  $\mu\mu$ ) eine beträchtliche Größe annimmt.

§ 2. *Fluoreszenz mit gleichzeitiger Ionisierung.* — Um gewisse neue Folgerungen aus der erwähnten Fluoreszenzhypothese ziehen zu können, ist es notwendig, kurz an ihre Grundzüge zu erinnern. Die Zentra der Absorption und Emission des Lichtes in Banden sind nach ihr die an der Oberfläche der chemischen Atome liegenden Valenzelektronen; diese können entweder nur an die eigenen Atome oder gleichzeitig auch an fremde Atome gebunden sein. Durch Aufnahme von Energie, so bei Lichtabsorption, werden die Valenzelektronen aus ihrer Ruhelage fortbewegt und können hierbei partiell oder total von ihrer Bindungsstelle abgetrennt werden. Bei der Wiederanlagerung an diese können sie einen Teil ihrer zuvor in bezug auf sie gewonnenen potentiellen Energie in Form von Licht ausstrahlen.

Als erste Folgerung der vorstehenden Hypothese ergab sich demnach die Vermutung, daß die Fluoreszenz infolge von Lichtabsorption unter Umständen von totaler Abtrennung der absorbierenden Valenzelektronen, also von einer Ionisierung oder einem lichtelektrischen Effekt in oder an dem belichteten Körper, begleitet sei. Aber es lag von Anfang zutage, daß gemäß der obigen Hypothese nicht notwendig jede Lichtabsorption und Fluoreszenz in Banden von Ionisierung be-

---

1) A. L. Hughes, Phil. Mag. 24. p. 387. 1912.

gleitet sein müsse. Indem man das Plancksche Elementargesetz auf das Bandenspektrum<sup>1)</sup> anwandte, konnte man mit Einstein<sup>2)</sup> folgern, daß die Absorption von Licht nur bei solchen Bandenfrequenzen ( $\nu$ ) den lichtelektrischen Effekt hervorbringe, bei welchen  $e \leq h\nu$  sei, wo  $h$  das Plancksche Wirkungsquantum,  $e$  die Arbeit bedeutet, welche bei der totalen Abtrennung des Valenzelektrons von seiner Bindungsstelle zu leisten ist. Ordnet man demnach einem Valenzelektron ein System von Banden zu, so darf man eine Ionisierung oder einen lichtelektrischen Effekt nur in der Gruppe der kurzwelligen Banden und hier wieder in den Banden kleinster Wellenlänge erwarten.

Es sind bereits mehrere Beispiele bekannt geworden, in welchen gemäß der vorstehenden Folgerung Fluoreszenz und Ionisierung gleichzeitig mit der Absorption von Licht in Banden kleinster Wellenlänge eines Systems verknüpft ist. Nämlich die Ionisierung<sup>3)</sup> und Fluoreszenz<sup>4)</sup> des O-Atoms im zweiatomigen Sauerstoffmolekül bei Lichtabsorption in Banden unterhalb  $\lambda 190 \mu\mu$ , ferner die Ionisierung und Fluoreszenz<sup>5)</sup> des Hg-Atoms im einatomigen Molekül des Quecksilberdampfes. Als drittes Beispiel ist das C-Atom anzuführen. Doch bedarf dies noch folgender Bemerkungen auf Grund der in der Einleitung erwähnten neuen Beobachtungen.

Die Fluoreszenz und Ionisierung des C-Atoms ist bis jetzt nur an Benzolderivaten, also für das C-Atom in der Benzolbindung untersucht worden. Nach Auffindung der ultravioletten Fluoreszenz des Benzolringes<sup>6)</sup> konnten Steubing und ich<sup>7)</sup> feststellen, daß bei zahlreichen Benzolderivaten parallel der Fluoreszenz ein lichtelektrischer Effekt geht; auch konnte ich die Ionisierung<sup>8)</sup> des Dampfes von Naphtalin, Anthrazen und anderen Benzolderivaten bei Absorption von ultraviolettem

1) J. Stark, *Physik. Zeitschr.* 9. p. 85. 1908.

2) A. Einstein, *Ann. d. Phys.* 17. p. 132. 1905; 20. p. 199. 1906.

3) Ph. Lenard, *Ann. d. Phys.* 1. p. 486. 1900; 3. p. 298. 1900.

4) W. Steubing, *Ann. d. Phys.* 33. p. 553. 1910.

5) J. Stark, *Physik. Zeitschr.* 10. p. 614. 1900.

6) J. Stark, *Physik. Zeitschr.* 8. p. 81. 1907.

7) J. Stark u. W. Steubing, *Physik. Zeitschr.* 9. p. 481. 1908.

8) J. Stark, *Physik. Zeitschr.* 10. p. 614. 1909.

Licht nachweisen. Da damals nur die ersten ultravioletten Absorptionsbanden des C-Atoms in der Benzolbindung bekannt waren, so ordnete ich die Ionisierung des C-Atoms in jenen Benzolderivaten der Absorption in diesen Banden zu. Nach Auffindung der zweiten ultravioletten Banden ergab sich indes gemäß der obigen Theorie von selbst die Folgerung, daß die Lichtabsorption in dem ersten ultravioletten Absorptionsgebiet der Benzolderivate wohl von einer Fluoreszenz, aber nur von einer sehr schwachen Ionisierung begleitet sei, daß vielmehr die Ionisierung erst in dem zweiten ultravioletten Absorptionsgebiet eine beträchtliche Intensität annehmen könne. Diese Folgerung hatte, noch bevor sie gezogen war, bereits ihre Bestätigung für den Fall des Anthrazens durch die erwähnte Beobachtung von Hughes gefunden. In allen Beobachtungen von W. Steubing und mir über den lichtelektrischen Effekt bei Benzolderivaten und in meinen Beobachtungen über die Ionisierung der Dämpfe von Benzolderivaten durch ultraviolettes Licht war demnach nicht die Lichtabsorption in den damals allein bekannten ersten ultravioletten Banden wirksam, sondern die Lichtabsorption in den zweiten ultravioletten Banden der Benzolbindung.

Nun ist aber mit der vorstehenden Feststellung noch nicht der Beweis geführt, daß beim C-Atom in der Benzolbindung der lichtelektrische Effekt bei Absorption in den zweiten ultravioletten Banden von einer Fluoreszenz infolge von Absorption in diesen Banden begleitet ist. Hierüber gedenke ich eine eingehende spektrographische Untersuchung anzustellen. Schon jetzt kann ich folgende einfache Beobachtung mitteilen, aus welcher hervorgeht, daß jedenfalls beim Anthrazen die zweiten ultravioletten Banden nicht bloß Ionisierungsbanden sind, sondern daß die Lichtabsorption in ihnen gleichzeitig auch Fluoreszenz hervorruft. Dies ließ sich in folgender Weise zeigen. An den Ort der photographischen Platte in einem Flußspathspektrographen wurde eine eben gepreßte Schicht festen Anthrazens oder ein mit Anthrazen-Alkohol getränktes Blatt Papier gebracht, unterhalb des Streifens, auf welchem das Spektrum entworfen wurde, eine Wellenlängenskala. Wurde dann das Licht eines Eisen-Wolfram-Platin-Funkens in den Spektrographen geschickt, so trat in der Anthrazen-Bildebene

nicht bloß im Gebiet der ersten, sondern auch in dem Gebiet der zweiten ultravioletten Banden des Anthrazens dessen blaue Fluoreszenz auf.

Die vorstehenden Feststellungen liefern auch die Erklärung eines negativen Resultats des Versuches, eine Ionisierung des Benzoldampfes durch ultraviolettes Licht nachzuweisen. Gelegentlich meiner Beobachtungen über die Ionisierung des Dampfes von Naphtalin und Anthrazen durch das Licht einer Quarz-Quecksilberdampflampe untersuchte ich den Dampf von Benzol selbst. Meine Methoden ergaben indes ein völlig negatives Resultat. Dies ist nunmehr verständlich. Die Quarz-Quecksilberlampe besitzt nämlich im Gebiet  $\lambda$  203 bis 190  $\mu\mu$  nur drei recht wenig intensive Emissionslinien. Wenn also in dem spektralen Ionisierungsgebiet des Benzoldampfes kein Licht bei jenem Versuch absorbiert wurde, so war es auch nicht verwunderlich, daß keine Ionisierung auftrat.

Hier sei noch folgende Bemerkung angefügt. Die meisten uns bekannten im Gebiet  $\lambda$  500—250  $\mu\mu$  fluoreszenzfähigen Körper sind Benzolderivate. Wenn nun jemand ein spezielles Verhalten der Benzolderivate hinsichtlich ihrer Fluoreszenz als den am meisten vorkommenden Fall theoretisch bewerten wollte, so wäre dies ein wenig oberflächlich gedacht. Alle fluoreszierenden Benzolderivate stellen nämlich, so groß auch ihre Zahl sein mag, nur einen einzigen Fall dar, nämlich den Fall der Fluoreszenz des C-Atoms und diesen zudem wieder nur für den Spezialfall der Benzolbindung.

§ 3. *Fluoreszenz ohne gleichzeitige Ionisierung.* — Als zweite Folgerung aus unserer Fluoreszenzhypothese ergibt sich die Vermutung, daß die Lichtabsorption in den Banden größerer Wellenlänge eines Bandensystems nicht mehr von einer totalen Abtrennung der absorbierenden Valenzelektronen, also nicht von einer Ionisierung, sondern nur mehr von einer partiellen Abtrennung derselben begleitet ist. Fluoreszenzbanden größter Wellenlänge eines Systems sind demnach nicht gleichzeitig auch Banden, in denen die Lichtabsorption Ionisierung hervorbringt.

J. Franck und W. Westphal<sup>1)</sup> haben auf Grund der

1) J. Franck u. W. Westphal, Verh. d. Deutsch. Physik. Ges. 14. p. 159. 1912.

vorstehenden Folgerung für den Fall des Jods sich die interessante Frage vorgelegt, ob im Falle des Fehlens der Ionisierung bei Fluoreszenz nicht vielleicht in anderen neuen Erscheinungen die partielle Abtrennung der in Fluoreszenzbewegung begriffenen Elektronen sich nachweisen läßt. Und sie konnten zeigen, daß die Stärke des Glimmstromes in Joddampf durch Anregung der Fluoreszenz des durchströmten Joddampfes vergrößert wird. J. Franck und W. Westphal haben bereits auf Möglichkeiten der Erklärung ihrer Beobachtung hingewiesen. Es sei hier noch auf eine andere Möglichkeit aufmerksam gemacht. Bei großer Wellenlänge des absorbierten Lichts sind gemäß der Planck-Einsteinschen Theorie des lichtelektrischen Effektes die Anfangsgeschwindigkeiten der total abgetrennten Valenzelektronen nur klein. Würden darum im Falle der sichtbaren Jodfluoreszenz Valenzelektronen selbst total abgetrennt, so könnten sie nur mit relativ kleiner Anfangsgeschwindigkeit ihre Bindungsstelle verlassen. Und müssen sie hierbei eine Kraftsphäre in der Nähe des Jodmoleküls durchlaufen, und dies ist bei der Elektro negativität des Jods der Fall, so vermögen sie aus ihr nicht auszutreten, sondern kehren auf gekrümmter Bahn wieder zu ihrem Molekül zurück. Es ist dieser Vorgang analog dem Fall des lichtelektrischen Effektes an Metallen; auch hier vermögen bei Belichtung mit Licht großer Wellenlänge die Elektronen nicht mehr aus der Oberfläche elektronegativer Metalle herauszutreten, sondern nur mehr aus der Oberfläche stark elektropositiver Metalle. Der vorstehende Fall totaler Abtrennung mit sofortiger Wiederanlagerung der Valenzelektronen tritt in eine Reihe mit dem Fall partieller Abtrennung. In beiden Fällen laufen die lichtabsorbierenden und später fluoreszierenden Valenzelektronen nicht auf schließlich geradlinigen Bahnen von ihren Molekülen fort, sondern beschreiben an diesen eine mehr oder weniger weit aus ihrer Kraftsphäre heraustretende gekrümmte Bahnkurve. Wird nun auf Moleküle in diesem Zustande ein starkes äußeres elektrisches Feld gelegt, so ist mit der Möglichkeit zu rechnen, daß die in der Lichtbewegung begriffenen Valenzelektronen zum Teil durch die auf sie wirkende äußere elektrische Kraft total von ihrem Molekül abgetrennt, darauf im elektrischen Felde beschleunigt

werden und durch die von ihnen bewirkte Stoßionisierung einen schwachen vorhandenen elektrischen Strom verstärken, wie Franck und Westphal es im Falle der Jodfluoreszenz beobachtet haben. Sind die vorstehenden Überlegungen richtig, dann ist zu vermuten, daß die Fluoreszenz eines Dampfes im Glimmstrom dessen Stärke vor allem im Gebiet großer Feldintensität, also im Gebiet des Kathodenfalls beeinflußt. Auf meine Anfrage haben mir die Herren Franck und Westphal in freundlicher Weise mitgeteilt, daß bei ihren Versuchen in der Tat die Fluoreszenz des Joddampfes im Gebiete des Kathodenfalls des Glimmstromes statthatte.

Die entwickelte Vorstellung über die partielle Abtrennung von Elektronen bei der Fluoreszenz ohne Ionisierung läßt sich noch in anderer Weise experimentell prüfen. Die partiell abgetrennten in der Lichtbewegung begriffenen Valenzelektronen werden nämlich auf ihren mehr oder weniger weit von den Molekülen weg und zurück laufenden gekrümmten Bahnen dem störenden und dämpfenden Einfluß benachbarter Moleküle oder Atomgruppen unterliegen. Diese Forderung steht, wie ich an anderer Stelle <sup>1)</sup> bereits dargelegt habe, in Übereinstimmung mit interessanten Beobachtungen von R. W. Wood und J. Franck, H. Ley und K. v. Engelhardt. Es genügt, hier darauf zu verweisen.

§ 4. *Polarisation des Fluoreszenzlichtes.* — Aus unserer Fluoreszenzhypothese läßt sich noch eine Folgerung über die Polarisation des Fluoreszenzlichtes ziehen. Ist das erregende Licht geradlinig polarisiert und bringt es totale Abtrennung der absorbierenden Valenzelektronen hervor, so muß das Fluoreszenzlicht unpolarisiert sein, da die Orientierung der Anlagerungsbahnen von Elektron zu Elektron variiert und in keinem Zusammenhang mehr mit der Orientierung der elektrischen Kraft in den absorbierten polarisierten Lichtschwingungen steht. Es ist demnach zu erwarten, daß polarisiertes Licht, welches bei Sauerstoff, Quecksilber- oder Anthrazendampf Ionisierung hervorbringt, unpolarisiertes Fluoreszenzlicht liefert.

Im Falle der Fluoreszenz ohne gleichzeitige Ionisierung

---

1) J. Stark, Zeitschr. f. Elektrochem. **13**. p. 514. 1911.



dagegen, also bei partieller Abtrennung der absorbierenden Valenzelektronen ist zu erwarten, daß ein Teil der Bahnkurven der partiell abgetrennten in der Lichtbewegung begriffenen Elektronen dieselbe Orientierung zeigt, wenn das von ihnen absorbierte Licht polarisiert ist. Eine Desorientierung der Fluoreszenzbahnkurven der Elektronen mag freilich durch den störenden Einfluß benachbarter Moleküle im flüssigen und festen Zustand bewirkt werden. Indes ist für den Fall des gasförmigen Zustandes zu erwarten, daß Bandenfluoreszenz ohne gleichzeitige Ionisierung teilweise Polarisation zeigt, wenn das erregende absorbierte Licht geradlinig polarisiert ist. In der Tat haben R. W. Wood <sup>1)</sup>, J. Franck und G. Hertz <sup>2)</sup> dies für den Fall des Joddampfes experimentell festgestellt.

## II.

1. Hr. M. Volmer hat in diesen Annalen <sup>3)</sup> eine Abhandlung veröffentlicht, in der er an mehreren Stellen auf Arbeiten von mir Bezug nimmt. Was seine Vermutung über den spektralen Bezirk betrifft, in welchem bei Anthrazen der lichtelektrische Effekt hervorgebracht wird, so ist darauf hinzuweisen, daß seine Abhandlung bereits vor ihrer Veröffentlichung in diesem Punkt von der erwähnten anspruchslos und kurz abgefaßten; aber inhaltsreichen Arbeit von A. L. Hughes überholt war. Hr. Volmer scheint dies übersehen zu haben.

Was die ungünstigen Urteile des Hrn. Volmer über die von mir vertretene Fluoreszenzhypothese betrifft, so sind sie sämtlich irrtümlich; Hr. Volmer hat einerseits das in Betracht kommende Tatsachenmaterial nicht vollständig gekannt oder nicht berücksichtigt, andererseits hat er die Hypothese zum Teil unrichtig angewendet. Es scheint mir kein allgemeines öffentliches Interesse zu bestehen, den hiermit gemeinten Einzelheiten der Abhandlung des Hrn. Volmer nachzugehen. Wer sich dafür interessiert, wird beim Vergleich der obigen Darlegungen mit den Ausführungen des Hrn. Vol-

---

1) R. W. Wood, *Physik. Zeitschr.* **9**, p. 590. 1908.

2) J. Franck u. G. Hertz, *Verh. d. Deutsch. Physik. Ges.* **14**, p. 423. 1912.

3) M. Volmer, *Ann. d. Phys.* **40**, p. 775. 1913.

mer leicht beurteilen können, wie weit seine polemischen Bemerkungen berechtigt sind.

2. Hr. W. E. Pauli hat in einer in diesen Annalen veröffentlichten Abhandlung<sup>1)</sup> festgestellt, daß bei einer Reihe von Benzolderivaten insbesondere bei Anthrazen die Fluoreszenzbanden größter Wellenlänge nicht zugleich solche Banden sind, in welchen die Lichtabsorption von einem lichtelektrischen Effekt begleitet ist. Zur Deutung dieses Resultates nimmt er in scheinbar neuen theoretischen Betrachtungen an, daß bei der Fluoreszenz in jenen Fluoreszenzbanden größter Wellenlänge keine totale, sondern nur eine partielle Abtrennung von Elektronen von ihrer Bindungsstelle statthat. Hr. Pauli scheint nicht bemerkt zu haben, daß er mit diesen Betrachtungen einen Teil der von mir vertretenen Hypothese wiederholt, nämlich meine bereits vor längerer Zeit an verschiedenen Stellen veröffentlichten Ausführungen über den Zusammenhang zwischen der Fluoreszenz und der partiellen Abtrennung von Valenzelektronen. Daß diese in der Literatur auch von anderen Autoren erwähnt sind, dafür bietet eine Mitteilung von J. Franck und W. Westphal<sup>2)</sup> ein Beispiel.

Hr. Pauli scheint zu glauben, daß er durch seine Untersuchung definitiv entschieden habe, daß zwischen der Fluoreszenz und dem lichtelektrischen Effekt kein Zusammenhang bestehe. Wenn er sich vorgenommen hätte, was natürlich nicht der Fall war, seine Beobachtungen so zu beschränken, daß er dies Resultat erhalten hätte, dann hätte er genau so verfahren müssen, wie er es getan hat. Er hätte nämlich einerseits die spektrale Lage der Fluoreszenzerregungs-Banden größter Wellenlänge, andererseits die spektrale Lage der mit lichtelektrischem Effekt verknüpften Absorptionsbanden größter Wellenlänge aufsuchen müssen; er hätte dann die zwei Arten von Banden, ohne sich Rechenschaft über die sachliche Begründung eines solchen Vergleiches zu geben, miteinander vergleichen müssen und hätte dann natürlich das gewünschte Resultat erhalten, daß die zwei Arten von Banden spektral nicht zusammenfallen.

---

1) W. E. Pauli, *Ann. d. Phys.* 40. p. 677. 1913.

2) J. Franck u. W. Westphal, l. c.

Ohne sachlichen Grund beschränkt sich Hr. Pauli bei der Prüfung des Zusammenhanges zwischen Fluoreszenz und lichtelektrischem Effekt auf den Vergleich der Fluoreszenz-erregungs-Banden größter Wellenlänge mit Effekterregungs-Banden größter Wellenlänge. Daß die zwei Arten von Banden nicht zusammenfallen, war mir lange bekannt und ist sogar eine Folgerung meiner theoretischen Ansichten. Hr. Pauli folgert aus der Feststellung dieser Tatsache zu Unrecht, daß zwischen Fluoreszenz und Ionisierung (lichtelektrischem Effekt) kein Zusammenhang bestehe. Nicht die Banden größter Wellenlänge, sondern diejenigen kleinster Wellenlänge eines Systems hätte er hinsichtlich Erregung von Fluoreszenz und gleichzeitiger Ionisierung untersuchen sollen. Auf diese Banden, nicht auf jene bezog ich von Anfang an und vor allem seit Anwendung des Planckschen Elementargesetzes auf das Bandenspektrum die Folgerung eines Zusammenhanges zwischen Fluoreszenz und Ionisierung.

Aachen, Physik. Institut der Technischen Hochschule,  
19. April 1913.

(Eingegangen 28. April 1913.)

---