

# Beiträge zur Auxochromwirkung

Von

**Masao Horio**

(Eingegangen am 19. Sept. 1932.)

## EINLEITUNG

Das Hauptziel der vorliegenden Untersuchung besteht darin, die Auxochromwirkung einiger Atomgruppen zu erforschen, die wegen ihrer Zugehörigkeit zu wichtigen Farbstoffen Bedeutung haben, unter besonderer Berücksichtigung der modernen physikalischen Theorien der Lichtabsorption des Gases, die in glücklichen Fällen uns die Möglichkeit verschaffen, über den Zustand des Moleküls genauere Auskunft zu erhalten. Wenngleich bisher zahlreiche Untersuchungen mit manchen wichtigen Ergebnissen in bezug auf die Auxochromwirkung erschienen sind, beschäftigen sich diese doch meistens mit der Absorption der gelösten Stoffe, welche die Auxochromgruppen enthalten. Hierbei erinnert man sich indessen des Einflusses verschiedener Bedingungen, die sich häufig bemerkbar machen, und zwar solcher, von denen die Absorption der Lösung abhängt.<sup>1)</sup> So wiesen die bisherigen, besonders neuerdings exakt angestellten Forschungen darauf hin, dass beim Lösungsspektrum der Einfluss des Lösungsmittels unter anderm als komplizierender Faktor auftritt, die Untersuchung desselben also oft grossen Schwierigkeiten begegnet.<sup>2)</sup> So sind im allgemeinen die Absorptionsbanden der Lösung nicht allein sehr viel breiter und weniger ausgeprägt als diejenigen des Dampfes, sondern sie erleiden auch man-

---

1) Mit aller Ausführlichkeit ist die Abhängigkeit des Lösungsspektrums von verschiedenen Bedingungen im Handbuch der Physik Bd. XXI 1929, II. Ley: „Absorptionsspektren und ihre Veränderlichkeit“ dargestellt.

2) Eine bemerkenswerte Eigentümlichkeit des Einflusses des Lösungsmittels, die neuerdings weitgehender verfolgt worden ist, besteht darin, dass Dipolmomente desselben auf die Absorption sehr verschieden wirken. Scheibe, B. 58, 586, (1925), B. 59, 2617, (1926), B. 60, 1406, (1927), usw. M. Treves, Z. f. Phys. 48, 244, (1928), H. v. Halban u. J. Eisenbrand, Z. f. phys. Chem., 132, 401, (1928), K. Wolf, Z. f. phys. Chem. 1929, Bd 2, 39.

nigfaltige Veränderungen und Verschiebungen, deren Ursachen einerseits chemischer, andererseits physikalischer Natur sind. Folglich gibt es keine allgemein geltende Theorie für Lösungsspektren.<sup>1)</sup> Soweit es sich dagegen um Gas- bzw. Dampfspektren handelt, insbesondere von zweiatomigen Molekülen, ist die theoretische Begründung derselben von einigen Physikern gegeben worden, die die Entstehung des Bandenspektrums und dessen Zusammenhang mit dem Molekülbau zu einem umfassenden Bild entwickeln lässt. Auf eine vollständigere Wiedergabe der Theorien müssen wir aber in der vorliegenden Abhandlung verzichten.<sup>2)</sup> Hier begnügen wir uns damit, sie bloss in Hauptzügen anzudeuten.

In dem Molekül müssen wir drei Bewegungsarten unterscheiden: (1) Bewegung der Elektronen, (2) Schwingung der Atome od. Atomgruppen und (3) Rotation des Moleküles. Folglich muss auch die innere Energie des Moleküls aus drei Anteilen bestehen. Wir können zunächst mittels verschiedener Anregungen die Energie des in normalem od. ruhigem Zustand sich befindenden Moleküls verändern, indem wir die Elektronen auf ein neues Energieniveau überspringen lassen. Diese Energieveränderung  $\Delta E_e$  nennt man Anregungs- oder Aktivierungsenergie des Elektrons. Da gleichzeitig mit diesen Elektronenübergängen auch die Zustandsänderungen der zwei anderen Bewegungen auftreten können, setzt sich die gesamte Energiedifferenz aus drei Anteilen zusammen, und zwar dem Anteil aus dem Elektronenübergang  $\Delta E_e$ , aus der Schwingung  $\Delta E_{vib}$  und der Rotation  $\Delta E_{rot}$ . Werden diese Anregungen zunächst durch die Absorption irgendeiner Strahlung der Frequenz  $\nu$  verursacht und sind die geschilderten drei Bewegungsarten ausserdem quantummässig bestimmt, so ergibt sich unter Anwendung des Bohrschen Postulats

$$\nu = \frac{\Delta E}{h} = \frac{\Delta E_e}{h} + \frac{\Delta E_{vib}}{h} + \frac{\Delta E_{rot}}{h} = \nu_e + \nu_{vib} + \nu_{rot},$$

wobei allgemein  $\nu_e > \nu_{vib} > \nu_{rot}$  ist.

1) Weigert, Z. f. phys. Chem. **102**, 416, (1922). Scheibe, B. **58**, 598, (1925).

2) s. Sommerfeld, Atombau und Spektrallinien, 4. Aufl. 1924. Handbuch der Physik, Bd XXI, Berlin, 1929, Mecke, Bandenspektren usw.

Wegen der Kleinheit der Rotationsenergie liegt das reine Rotationspektrum stets im äussersten Ultrarot und  $\Delta E_e$  und  $\Delta E_{vib}$  sind hierbei sämtlich gleich Null. Im kurzwelligen Ultrarot wird aber die Rotation mit der Schwingung kombiniert und das sog. Rotationschwingungsspektrum erscheint, wobei nur  $\Delta E_e$  gleich Null ist. Erst im sichtbaren und ultravioletten Gebiet kommt der Elektronensprung in Betracht, da diese Energie am grössten ist.

Von diesen drei Energieanteilen ist der der Elektronen, d.h. die Natur des Elektronenübersprunges des mehratomigen Moleküls heute noch unanalysiert geblieben, und seine Grösse einfach nur durch  $\Delta E_e = h\nu_e$  dargestellt. Andererseits sind die der Schwingungs- und der Rotationsenergie seit Jahren Gegenstand eingehenderer theoretischer Untersuchung gewesen. So gilt nach Kratzer<sup>1)</sup> für Schwingungsenergie das folgende Verhältnis

$$\Delta E_{vib} = n' h \nu' (1 - x' n') - n h \nu (1 - n x),$$

worin  $x$  und  $x'$  die vom unharmonischen Charakter abhängigen kleinen Konstanten,  $n$  und  $n'$  die Schwingungsquantumzahlen des normalen und angeregten Moleküls sind.

Für die Molekularrotation erhalten wir nach Schwarzschild<sup>2)</sup>

$$\Delta E_{rot} = \frac{m'^2 h}{8\pi J'} - \frac{m^2 h}{8\pi J},$$

worin  $m$  und  $m'$  die Rotationsquantumzahl,  $J$  und  $J'$  das Trägheitsmoment des normalen und angeregten Moleküls sind. Da nach dem Auswahlprinzip nur drei Sorten von Übergängen des Rotationszustandes, d.h.  $m \rightarrow m+1$ ,  $m \rightarrow m-1$  und  $m \rightarrow m$  möglich sind, so verteilt sich die Anregungsenergie, also auch Frequenz auf die entsprechenden drei Zweige, und zwar in den  $R(m)$ -,  $P(m)$ - und  $Q(m)$ -Zweig.

Nach diesen Ausführungen kann man nun die Frequenzen der absorbierten Strahlen bei mehratomigen Molekülen durch folgende Gleichung schematisch darstellen:

$$\nu = \nu_e + n' \nu'_{vib} (1 - x' n') - n \nu_{vib} (1 - n x) + R(m) + P(m) + Q(m).$$

1) Z. f. Phys. **3**, 289, (1920). Ann. d. Phys. **67**, 127, (1922), usw.

2) Preuss. Akadem. Wiss. Sitzung, 548, (1916).

Ist hierbei die Rotation gequantelt, so zeigen die Banden die Feinstruktur. Bisweilen werden aber, besonders im Falle von mehratomigen Molekülen, wie an einer grossen Anzahl von Spektren beobachtet wurde, die Banden unscharf, und die Feinstruktur verschwindet. Auf Grund der Beobachtung einerseits, dass an einer Reihe von Banden desselben Elektronenzustandes mit steigendem Schwingungszustand das Unscharfwerden der Banden erscheint, und der Tatsache andererseits, dass das Molekül in diesem Zustand reaktionsfähiger bzw. unstabiler ist, führte V. Henri<sup>1)</sup> den Zustand mit dem Ausdruck „Prädissoziation“ ein. In diesem Zustand ist die Molekularrotation nicht gequantelt, wohl aber die Elektronen- und Atombewegung. Eine andere Möglichkeit, das Molekül zu dissoziieren, ist die Steigerung der Schwingung, worauf Franck<sup>2)</sup> erstmalig mit aller Ausführlichkeit hingewiesen hat. So beobachtet man bei den Absorptionsspektren der Halogene usw., dass die Banden zu den Grenzen hin konvergieren, und hiernach eine kontinuierliche Absorption folgt. Diese Erscheinung schrieb Franck dem erwähnten Zerfall des Moleküls, d.h. dem dadurch veranlassten Nichtgequanteltwerden der Energie zu.

Handelt es sich zunächst um die chemische Theorie des Chromophores und Auxochromophores, deren ursprüngliche Begründung wir Graebe u. Liebermann<sup>3)</sup> und O.N. Witt<sup>4)</sup> verdanken, so muss man vor allem die Ausführungen H. Kaufmanns<sup>5)</sup> berücksichtigen. Dieser Forscher wies einerseits auf manche wichtige Eigentümlichkeit der Auxochromwirkung hin, andererseits führte er diese Wirkung auf die Valenzzersplitterung zurück. Früher bzw. später als er schlugen einige Verfasser, wie z.B. Staudinger<sup>6)</sup>, Stark<sup>7)</sup>, Fajan<sup>8)</sup> u. a. chemische bzw. physikochemische Erklärungen bezüglich

1) Structures des molécules, Paris, 1925, Z. f. Phys., **49**, 774, (1928).

2) Z. f. phys. Chem., **120**, 144, (1926).

3) B. **1**, 106, (1876).

4) B. **9**, 522, (1884).

5) Kaufmann veröffentlichte seine Werke in den Büchern, „Valenzlehre“, Stuttgart, 1911, „Auxochrome“ und in der weiteren Literatur wie z.B. B. **39**, 2722, (1906), B. **40**, 2341, (1907), B. **49**, 1324, (1916), B. **52**, 1422, (1919), usw. Kaufmanns Ansicht ist in Henrich: Theorien der organischen Chemie, 5. Aufl., 1924, zusammenfassend dargestellt.

6) A. **384**, 45, (1911).

7) Phys. Z. **9**, 85, (1906), Jahrb. d. Radioaktivität u. Elektronik, **5**, 124.

8) Naturwiss. **11**, 165, (1923), Z. f. Phys. **23**, 1.

dieser Wirkung vor. Doch wird hier weder eine Einzeldarstellung in dieser Hinsicht noch die Wiedergabe der von manchen Forschern in bezug auf den Zusammenhang zwischen Lichtabsorption und chemischer Konstitution durchgeführten Arbeiten an dieser Stelle angestrebt.<sup>1)</sup> Obgleich diese Untersuchungen, wie schon erwähnt worden ist, sich meistens mit der Absorption von Lösungen befassen, so finden sich doch eine Reihe von Arbeiten, bei denen es sich um dieselbe von verdampften Stoffen handelt. So stehen im Vordergrund des Interesses die umfangreichen Untersuchungen von Purvis<sup>2)</sup>, der hauptsächlich auf die Abhängigkeit der Bande von Dampfdruck und Temperatur hinwies. Der Erste, der das Auftreten der Gesetzmässigkeit bei Dampfspektren von aromatischen Verbindungen konstatierte und deren physikalische Bedeutung erkannte, ist aber V. Henri<sup>3)</sup>, und ihm und seinen Schülern verdankt man den grössten Teil der weiteren Entwicklung. So arbeitete H.G. de Laszlo<sup>4)</sup> über das Dampfspektrum des Naphtalins, L. Light<sup>5)</sup> über das des Benzochinons und E. Acly<sup>6)</sup> über das des Benzonitrils. Zunächst erwähnte Mecke<sup>7)</sup> gelegentlich die Absorptionsspektren der Dämpfe einiger Benzolderivate. Neuerdings analysierte J. Savard<sup>8)</sup> das Absorptionsspektrum des Anilindampfes, und Kronenberger<sup>9)</sup> gelang es, die Absorption des Benzoldampfes mit der des kristallförmigen Benzols zu vergleichen.

Trotz der Möglichkeit, wichtige Schlüsse auf den Bau und Zustand des Moleküles ziehen zu können, gibt es noch wenig Untersuchungen, wie oben gezeigt, über Absorptionsspektren von Dämpfen aromatischer

---

1) S. z.B. Henrich: Theorien der organischen Chemie. 5. Aufl., 1924. Lifschitz: Spektroskopie und Kolorimetrie, 2. Aufl., Leipzig, 1927. Handbuch der Physik, Bd. XXI, Ley: Farbe und chemische Konstitution, 1929, usw.

2) J. Chem. Soc. **99**, 1699, 2318, (1911): **101**, 1514, (1912): **103**, 433, 1088, (1913). Die Resultate von Purvis weichen oft ab von denen der anderen Forscher. Früher als Purvis beschäftigten sich noch Hartley u. Huntington (Phil. Trans. **170**, 257, (1879)), J. Pauer (Wied. Ann., **61**, 363, (1897)), L. Grebe (Z. f. wiss. Phot., **3**, 376, (1905)) usw. mit der Absorption der dampfförmigen Stoffe.

3) J. de Phys. et le Radium. (6), **3**, 202, (1922), Structure des molécules, Paris, 1925.

4) Z. f. phys. Chem., **118**, 369 (1925). 5) Z. f. phys. Chem., **122**, 414, (1926).

6) Z. f. phys. Chem., **135**, 251, (1928). 7) Handbuch der Physik, Bd. XXI, 552, (1929).

8) Compt. rend., **190**, 678, (1930). 9) Z. f. Phys., **63**, 494, (1930).

Verbindungen. Somit schien es von Interesse, die Dampfspektren der weiteren Benzolderivate zu analysieren und danach dann die Auxochromwirkung zu interpretieren. Es handelt sich daher in der vorliegenden Abhandlung um die Absorption der monosubstituierten Benzolderivate mit den  $-C-C$ ,  $-C=C$ ,  $-C\equiv C$ ,  $-NH_2$ ,  $-OH$  und  $-OCH_3$  Gruppen und einiger disubstituierter Derivate wie Toluidine und Anisidine.

#### ANGEWANDTE METHODE

Als Lichtquelle wurde die Emission des Wasserstoffs verwendet, der langsam durch ein Geisslerrohr mit einem Quarzfenster hindurchströmend unter niedrigem Gasdruck durch elektrische Entladung zum Leuchten gebracht wurde. Auf diesem Wege erhielten wir für das bei der vorliegenden Untersuchung in Frage kommende Gebiet des Spektrums ein fast gleichmässiges kontinuierliches Spektrum. Zum Photographieren wurden zwei Quarzspektrographen Adam-Hilgers verwendet. Die Dispersion des einen beträgt im Gebiet  $3200-2800 \text{ \AA}$  ca  $15 \text{ \AA/mm}$ , im Gebiet  $2800-2300 \text{ \AA}$  ca  $10 \text{ \AA/mm}$ . Diese Dispersion genügt zur Analyse der Schwingungsspektren. Der durchschnittliche Fehler der Wellenzahlen ist etwa  $5 \text{ cm}^{-1}$ . Der andere Spektrograph, der hauptsächlich zur Bemessung der unausgeprägten Spektren, wie der der Biderivate, und der Lösungsspektren verwendet wurde, ist kleiner als der obige; seine Dispersion beträgt im Gebiet  $2800-2300 \text{ \AA}$  ca  $25 \text{ \AA/mm}$ . Die Wellenlänge der Bandkanten wurde mit dem Komparator Adam-Hilgers, bei dessen Anwendung der Abstand bis zu  $0,001 \text{ mm}$  abgelesen werden kann, durch Interpolation zwischen den in der Nähe befindlichen Eisenbogenlinien gemessen. Die Schwingungszahl, auf Vakuum bezogen, wurde nach der Tabelle von H. Kayser bestimmt. Die Intensität der Absorptionsbanden wurde durch ein Mikrophotometer gemessen.

Als Versuchsmaterial dienten einerseits Kahlbaums reine Präparate, die vor Verwendung aber durch Redestillation bzw. Umkrystallisierung noch genügend gereinigt wurden, andererseits von uns rein dargestellte Präparate. Die Verdampfung der Proben verlief folgendermassen, je nachdem sie flüssig oder fest waren. Die flüssigen Proben, in einem

Kapillarchen mit dünner Aussenwand derart eingeschmolzen, dass die Luft möglichst ausgeschlossen war, wurden in ein mit planparallelen Quarzscheiben abgeschlossenes Glasrohr eingeführt. Nachdem das Rohr durch eine „cenco“-Pumpe und zwei in Serie verbundene Diffusionspumpen genug abgesaugt und abgeschmolzen war, wurden die Proben unverzüglich verdampft, indem das Kapillarchen, infolge des Zusammenstossens mit dem in das Rohr vorher eingeführten Glasstäbchen durch Schütterung des Rohrs zerbrochen wurde. Der Gasdruck des Materials war meistens 2~10 mmHg. Die festen Substanzen liessen sich unmittelbar in das Rohr einführen, worauf das Rohr unter guter Abkühlung mittels Kältegemisch durch die Pumpen abgesaugt und hiernach abgeschmolzen wurde.

Die Spektromaufnahme wurde meistens bei Zimmertemperatur durchgeführt. Da allein bei p-Toluidin und p-Anisidin, welche bei gewöhnlicher Temperatur nur schwer vergasbar sind, der Absorptionsversuch selbst dann unmöglich war, wenn die längere Absorptionsschicht von 2 Meter angewendet wurde, so liess sich das Rohr durch die Umgebung dahin erwärmen, dass die Substanzen schliesslich genügend hohen Dampfdruck aufwiesen.

Zur Messung des Lösungsspektrums wurde der Extinktionskoeffizient bei verschiedener Wellenlänge nach der photographischen Methode V. Henris ermittelt, wobei der kondensierte Funken des Kupfers als Lichtquelle diente. Die Absorption wurde nach der Extinktionskurve gedeutet, indem die Ordinate den Wert  $\log \epsilon$  trägt, und die Abszisse die Wellenlänge od. Wellenzahl ist.

## KAPITEL I

### Wirkung der $-C-C$ , $-C=C$ und $-C\equiv C$ Gruppe

Die Wirkung der genannten Gruppen auf den Benzolkern, die wegen der Beziehung zwischen der chemischen Ungesättigkeit des Substituenten und der Auxochromwirkung desselben von besonderem Interesse ist, sei zuerst näher beobachtet, indem wir besonders das Dampfspektrum von Äthylbenzol, Styrol und Phenylazetylen analysieren, obschon dieser in bezug auf ihre Lösungsspektren von einigen Forschern Erwähnung geschah,

wobei besonders die wesentliche Parallelität zwischen Reaktionsfähigkeit und optischer Aktivität des Substituents bestätigt wurde.

### (A) SPEKTREN DES STYROLS

(1) Lösungsspektrum: Die Absorption der Styrollösung wurde von einigen Forschern, wie E. Baly, C. Desch<sup>1)</sup> und H. Ley<sup>2)</sup> u.a. nach der Absorptionsgrenzemethode gemessen. Dabei erinnert man sich jedoch daran, dass durch Verknüpfung der Äthylenbindung mit dem Benzolkern ein neues Chromophorsystem mit einer gegenüber dem Benzol stark veränderten bzw. verschobenen Absorption zustandekommt. Bei der alkoholischen Lösung beobachteten wir aber drei Absorptionsbanden d.h. *A*, *B* und *C* in Ultraviolett, deren Intensitätsmaximum sich bei etwa  $292\text{ m}\mu$  ( $\log \epsilon = 2.60$ ),  $283\text{ m}\mu$  ( $\log \epsilon = 2.72$ ) und  $275\text{ m}\mu$  ( $\log \epsilon = 2.74$ ) befindet, und noch eine sehr breite und intensive Bande im kürzeren Ultraviolett, deren  $\epsilon$ -Wert  $10^4$  erreicht. (vgl. Abb. 1). Der Abstand der Wellenzahl ( $\text{mm}^{-1}$ ) zwischen den schmäleren Banden *A* und *B* wird etwa zu 111, zwischen *B* und *C* zu 99 bestimmt. Dieser Abstand erstreckt sich bei dem aus mehreren Banden bestehenden Benzolspektrum, wie von V. Henri<sup>3)</sup> und neuerdings von Orndorff und Mitarbeitern<sup>4)</sup> gefunden wurde, von etwa 92 bis 98. Bezüglich dieser Verhältnisse, namentlich über die Wirkung der  $-\text{C}=\text{C}$  Gruppe lässt sich ebenfalls eine genauere Kenntnis durch Analysierung des Dampfspektrums gewinnen.

2) Dampfspektrum: Wie in Abb. 1. im Vergleich mit dem Lösungsspektrum schematisch dargestellt ist, besteht das Dampfspektrum aus mehreren Banden (217 Banden und Linien), die an fast derselben Stelle, wo die Lösungsbanden *A*, *B* und *C* auftreten, erscheinen, obgleich das Lösungsspektrum in merklicher Weise nach Rot verschoben ist. Photo. 1 zeigt das Dampfspektrum des Styrols. Die beobachteten Wellenzahlen dieser Bandkanten sind in Tabelle 1 (s. 212) wiedergegeben. An der Grenze,

1) J. chem. Soc. **93**, 1751, (1908).

2) Z. f. wiss. Photo. **18**, 177, (1919), B **50**, 243, (1917), **51**, 1808, (1918), s. hierzu I. Lifschitz, Z. f. phys. Chem. **95**, 1, (1920).

3) J. de. phys. et le Radium. (6), **3**, 181, (1922).

4) J. Am. Chem. Soc. **50**, 831, (1928).





der Bandkanten in Betracht zieht: Von der stärksten Bande  $A_0$  ( $\lambda$  2876.0 Å,  $1/\lambda$  34760  $\text{cm}^{-1}$ ) aus nach der kurzwelligen Seite hin treten die starken Banden  $B_0$  und  $C_0$  in abnehmender Intensität auf. Der Abstand zwischen  $A_0$  und  $B_0$  beträgt 951  $\text{cm}^{-1}$ , der zwischen  $B_0$  und  $C_0$  ebenfalls 954  $\text{cm}^{-1}$ . Diese Verhältnisse gelten wiederholentlich für die Bandenserien  $A_1, B_1, C_1$  und  $A_2, B_2$ . Von der starken Bande  $A_1$  ( $\lambda$  2779.2 Å,  $1/\lambda$  35971  $\text{cm}^{-1}$ ) aus folgen die starken Banden  $B_1$  und  $C_1$  in abnehmender Intensität hintereinander. Dabei ist der Abstand zwischen  $A_1$  und  $B_1$  zu 950  $\text{cm}^{-1}$ , der zwischen  $B_1$  und  $C_1$  zu 954  $\text{cm}^{-1}$  bestimmt. Im kürzeren Gebiet kommen noch eine Reihe von Banden  $A_2, B_2$  vor. Der Abstand zwischen  $A_2$  ( $\lambda$  2667.2 Å,  $1/\lambda$  37481  $\text{cm}^{-1}$ ) und  $B_2$  beträgt ebenfalls 950  $\text{cm}^{-1}$ . Zunächst treten die mittelstarken Banden in einem durchschnittlichen Intervall von 207  $\text{cm}^{-1}$  sowohl von den Banden  $A_0, B_0, C_0$ , als auch von  $A_1, B_1, C_1$  aus nach den langwelligen hin liegend auf. Diese Banden sind mit den Buchstaben  $a_0, b_0, \dots$ , oder  $a_1, b_1, \dots$  bezeichnet,<sup>1)</sup> je nachdem sie der  $A_0$ - oder  $A_1$ -Bandenserie zugehören. Somit zeigen die  $A_0$ - und die  $A_1$ -Serie dieselbe Struktur. Anstatt dieses Intervalls beobachtet man nur bei der  $A_2$ -Serie andere Intervalle von 297  $\text{cm}^{-1}$  und 151  $\text{cm}^{-1}$ . Ausserdem findet man Reihen von schwachen Banden, die sich in den Intervallen von 72  $\text{cm}^{-1}$  und 23  $\text{cm}^{-1}$  von fast allen starken Banden entfernt nach der langwelligen Seite hin gelegen befinden. Von der stärksten Bande  $A_0$  zu den kurzwelligen hin treten noch eine Reihe von schwachen Banden in abnehmender Intensität auf, deren durchschnittlicher Abstand 52  $\text{cm}^{-1}$  beträgt.

Die obige Gruppierung lässt sich folgendermassen erklären: Die Atome des Styrolmoleküls haben zwei in Frage kommende Schwingungszustände, deren Frequenzen im normalen Zustand  $\alpha_0, \beta_0$  ( $\text{cm}^{-1}$ ), im angeregten Zustand  $\alpha', \beta'$  ( $\text{cm}^{-1}$ ) sind. Sind die zu jedem Zustand gehörigen Quantenzahlen  $p_0, q_0$  und  $p', q'$ , so wird unter Vernachlässigung der durch die

---

1) Die Zahl oben auf den Buchstaben, wie z.B.  ${}^1b_0, {}^2b_0, \dots$  usw., zeigt, um das Vielfache von  $\beta'$  die Bande von den starken Banden, wie z.B. von  $B_0$  entfernt ist, zeigt also den Zahlenwert von  $q' - q_0$ .

Unharmonität der Schwingung hervorgerufenen Konstanten die Schwingungsenergie für den Normal- und Aktivierungszustand  $E_0$  resp.  $E'$  folgendermassen angeben.

$$E_0 = p_0 h a_0 c + q_0 h \beta_0 c$$

$$E' = p' h a' c + q' h \beta' c$$

Die Energiedifferenz vor und nach der Aktivierung ist daher

$$\begin{aligned} E' - E_0 &= p' h a' c + q' h \beta' c - p_0 h a_0 c - q_0 h \beta_0 c \\ &= h a' c (p' - p_0) + p_0 h c (a' - a_0) + h \beta' c (q' - q_0) + q_0 h c (\beta' - \beta_0). \end{aligned}$$

Daraus folgt die Schwingungsfrequenz

$$\nu_{\text{vis}} = \frac{E' - E_0}{h c} = a' (p' - p_0) + p_0 (a' - a_0) + \beta' (q' - q_0) + q_0 (\beta' - \beta_0).$$

Stellt  $\nu_e$  den Betrag eines gewissen Elektronensprungs dar, so lässt sich das Elektronenschwingungsspektrum durch untenstehende Formel angeben.

$$\nu = \nu_e + a' (p' - p_0) + p_0 (a' - a_0) + \beta' (q' - q_0) + q_0 (\beta' - \beta_0)$$

Begründet auf die obige Beobachtung, kann man nun für die  $A_0$ - und  $A_1$ -Serie  $a' = 952$ ,  $a' - a_0 = -72$ ,  $\beta' = 207$ ,  $\beta' - \beta_0 = -23$  setzen.

Nimmt man zunächst an, dass die Wellenzahlen der  $A_0$ - und  $A_1$ -Bande die Elektronenfrequenzen darstellen, so erhält man für die  $A_0$ -Serie  $\nu_e = 34760$ , für die  $A_1$ -Serie  $\nu_e = 35971$ .

Für die  $A_2$ -Serie kann man noch einen anderen Schwingungszustand, dessen normale und aktivierte Frequenz  $\gamma_0$  resp.  $\gamma'$ , und dessen entsprechende Quantumzahlen  $r_0$  resp.  $r'$  sind, annehmen. Daraus folgt die Absorptionsfrequenz

$$\nu = \nu_e + a' (p' - p_0) + p_0 (a' - a_0) + \beta' (q' - q_0) + q_0 (\beta' - \beta_0) + \gamma' (r' - r_0) + r_0 (\gamma' - \gamma_0),$$

wobei sich nach den experimentalen Daten  $\nu_e = 37481$ ,  $a' = 950$ ,  $a' - a_0 = -72$ ,  $\beta' = 297$ ,  $\beta' - \beta_0 = -23$  und  $\gamma' = 151$  setzen lässt.

Das gesamte Schwingungsspektrum lässt sich somit durch folgende Formeln ausdrücken:

$$\nu = 34760 + 952(p' - p_0) - 72p_0 + 207(q' - q_0) - 23q_0 + 52s \dots\dots\dots A_0\text{-Serie}$$

$$\nu = 35971 + 952(p' - p_0) - 72p_0 + 207(q' - q_0) - 23q_0 \dots\dots\dots A_1\text{-Serie}$$

$$\nu = 37481 + 950(p' - p_0) - 72p_0 + 297(q' - q_0) - 23q_0 + 151(r' - r_0) \dots\dots A_2\text{-Serie,}$$

wobei in der  $A_0$ -Serie  $p' - p_0$  von 0 bis 2,  $p_0$  und  $q_0$  von 0 bis 3,  $q' - q_0$  von -3 bis 0,  $s$  von 0 bis 3, in der  $A_1$ -Serie  $p' - p_0$ ,  $p_0$  und  $q_0$  von 0 bis 2,  $q' - q_0$  von -1 bis 0, in der  $A_2$ -Serie  $p' - p_0$  und  $p_0$  von 0 bis 1,  $q' - q_0$ ,  $r' - r_0$ , von -1 bis 0,  $q_0$  von 0 bis 2 variieren können.

$52s$  in der  $A_0$ -Serie zeigt einige schwache Banden, die sich von  $A_0$  nach den kurzwelligeren hin befinden und über deren Natur vorläufig nichts ausgesagt werden kann. In Tabelle 2 (s. 214) sind vergleichsweise die beobachteten und die aus den obenstehenden Gleichungen berechneten Werte der Wellenzahlen angegeben. Der Vergleich wurde bei 130 Bandkanten durchgeführt.

Das allgemeine Aussehen des Dampfspektrums des Styrols ist dem des Benzols und seiner anderen Derivate etwas ähnlich; es können hier, wie schon gezeigt, zwei Teile unterschieden werden, der eine aus mehreren schmalen Banden, der andere dagegen aus völlig kontinuierlicher Absorption bestehend. Was den Teil des schmalen Bandensystems anbetrifft, so können wir darauf aufmerksam machen, dass die Hauptfrequenz des Benzolkerns, die bei unsubstituiertem Benzol  $922 \text{ cm}^{-1}$  beträgt und der Schwingung der Ringkohlenstoffatome zuzuschreiben ist, bei Styrol nur wenig verändert ist, da sich dabei als dieselbe  $952 \text{ cm}^{-1}$  ergeben hat. Bezüglich der Natur der beobachteten kleinen Frequenzen, wie  $207 \text{ cm}^{-1}$ ,  $297 \text{ cm}^{-1}$ ,  $151 \text{ cm}^{-1}$  usw., kann man, obwohl das Vorhandensein verschiedener Frequenzen in mehratomigen Molekülen sehr wahrscheinlich sein mag, noch nichts mit Sicherheit aussagen. So hat V. Henri beim unsubstituierten Benzol die Frequenz von  $164 \text{ cm}^{-1}$  und  $121 \text{ cm}^{-1}$ , Mecke von  $465 \text{ cm}^{-1}$  gemessen. Bedeutender noch als die Wirkung der  $-C=C$  Gruppe auf die Hauptfrequenz der Kernschwingung ist jedoch ihre Wirkung auf die Elektronenaktivierung. Während  $\nu_c$  des blossen Benzols  $38612 \text{ cm}^{-1}$  ist, ist dies bei Styrol  $34760 \text{ cm}^{-1}$ . Daraus folgt als Elektronenaktivierungsenergie des Benzols  $110 \text{ Kcal/mol}$ , als die des Styrols  $99 \text{ Kcal/mol}$ . Somit verschiebt sich die Bandenserie durch Ersetzung mit der  $-C=C$  Gruppe um  $286,9 \text{ \AA}$  nach Rot.

## (B) SPEKTREN DES PHENYLAZETYLENS.

(1) Lösungsspektrum: Nach der Absorptionsgrenzemethode wurde das Spektrum der Phenylazetylenlösung mit der diskontinuierlichen Lichtquelle von H. Ley u. K. Engelhardt<sup>1)</sup> gemessen, wobei sich hauptsächlich nur eine breite und intensive Bande in kürzerem Ultraviolett ergab.

Bei näherer Beobachtung mit kontinuierlicher Lichtquelle konnten wir jedoch, wie in Abb. 3 gezeigt, mehrere schmälere Banden im Gebiet von 290~250 m $\mu$  und sehr intensive breitere Banden im kürzeren Ultraviolett (245—225 m $\mu$ ) messen. Ausserdem kommen noch in jenen, wie in Tabelle 3 angeordnet, die durchschnittlichen Intervalle von 95 mm<sup>-1</sup> und 50 mm<sup>-1</sup> vor.

Tabelle 3.

3608 (94)	(49)	3559 (101)	(54)	3505		3626 (98)
3702 (96)	(42)	3660 (88)				3724 (91) 3683 (83)
3798 (90)	(50)	3748 (98)				3815 (49) 3766
3888 (42)		3846				

Die Zusammenstellung der Wellenzahlen (mm<sup>-1</sup>) der Banden des Lösungsspektrums des Phenylazetylen. Die Zahlen in Klammern bezeichnen die entsprechenden Intervalle zwischen den miteinander vertikal bzw. horizontal angeordneten Wellenzahlen.

(2) Dampfspektrum: Eine Ähnlichkeit mit dem Fall des Styrols entnimmt man der Abb. 3, worin der Vergleich zwischen dem Dampf- und Lösungsspektrum schematisch dargestellt ist. So ist das Dampfspektrum nicht nur aus zwei Teilen, einem aus mehreren schmalen Banden, einem andern dagegen aus kontinuierlicher Absorption bestehend, zusammensetzt, sondern es ist auch kurzwelliger als das Lösungsspektrum. In Tabelle 4 (S. 217) sind die beobachteten Bandkanten des Dampfspektrums wiedergegeben.

Photo. 2 zeigt das Dampfspektrum des Phenylazetylen. Die Bandenverteilung desselben ist in Abb. 4 schematisch dargestellt. Man sieht, dass die Banden auch hier mit Regelmässigkeit angeordnet sind. So

1) Z. f. phys. Chem. 74, (1910), 30.

Abb. 3.

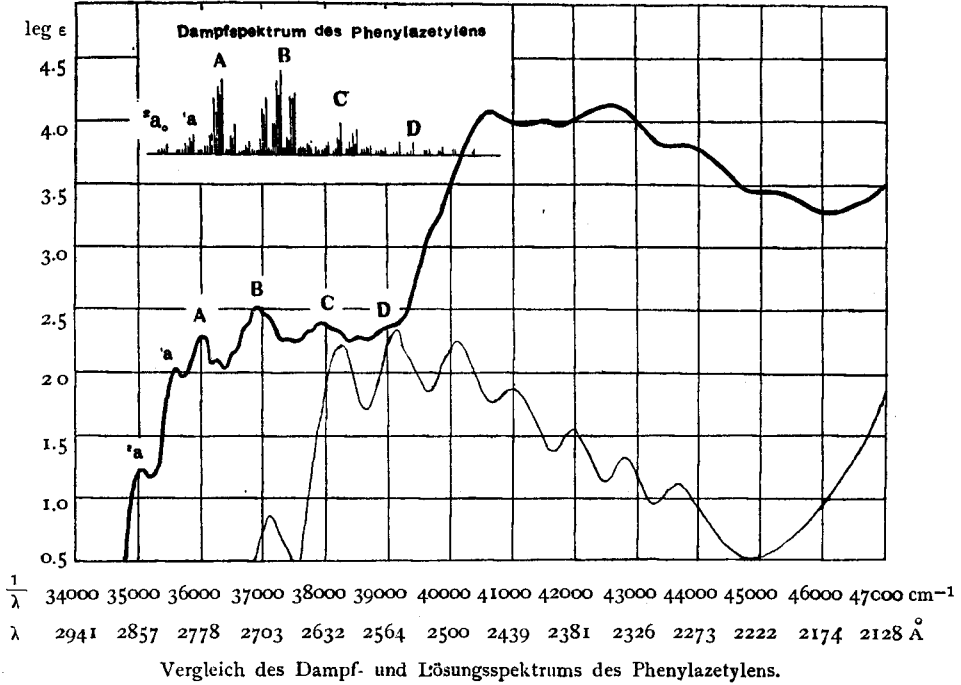
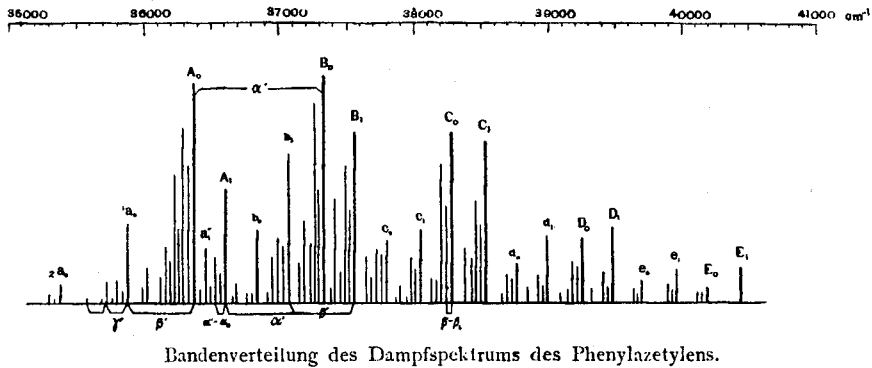


Abb. 4.



kann man eine Reihe von starken Banden  $A_0$ ,  $B_0$ ,  $C_0$ ,  $D_0$  und  $E_0$  finden, in der die Abstände immer zwischen den miteinander benachbarten Banden praktisch gleich sind und durchschnittlich  $954 \text{ cm}^{-1}$  betragen. Die Wellenlänge und -zahl der in der Reihe langwelligsten  $A_0$ -Bande sind  $\lambda 2750.2 \text{ \AA}$ ,  $1/\lambda 36350 \text{ cm}^{-1}$ . In gleicher Weise treten von  $A_1$  ( $\lambda 2732.1 \text{ \AA}$ ,  $1/\lambda 36591 \text{ cm}^{-1}$ )

aus die starken Banden  $B_1$ ,  $C_1$ ,  $D_1$  und  $E_1$  in dem durchschnittlichen Intervall von  $954 \text{ cm}^{-1}$  hintereinander nach der kurzwelligen Seite hin auf. Dazu kommen noch andere Intervalle von  $482 \text{ cm}^{-1}$  ( $\beta'$ ) und  $164 \text{ cm}^{-1}$  oder  $165 \text{ cm}^{-1}$  ( $\gamma'$ ): Die Banden, die von  $A_0, B_0, \dots$  und  $A_1, B_1, \dots$  aus in dem Abstand von  $\beta'$  liegen, sind mit den kleinen Buchstaben  $a_0, b_0, \dots$  und  $a_1, b_1, \dots$ , und die Banden, die im Abstand von  $\gamma'$  liegen, mit  $a'_0, b'_0, \dots$  und  $a'_1, b'_1, \dots$  bezeichnet. Alle diese Banden beobachtet man von den starken Banden  $A_0, B_0, \dots$  und  $A_1, B_1, \dots$  aus nach der langwelligen Seite hin befindlich. Mit Regelmässigkeit treten noch andere Abstände von  $75 \text{ cm}^{-1}$  und  $33 \text{ cm}^{-1}$  auf. In diesen Abständen liegen Bandenreihen bei allen starken Banden nach deren langwelliger Seite zu. Diese Tatsache legt eine ähnliche Überlegung wie bei Styrol nahe. So kann man für die  $A_0$ -Bandenserie  $\nu_e = 36350$ , für die  $A_1$ -Serie  $\nu_e = 36591$ , und für beide Serien  $a' = 954$ ,  $a' - a_0 = -75$ ,  $\beta' = 482$ ,  $\beta' - \beta_0 = -33$ , und für die  $A_0$ -Serie  $\gamma' = 164$ , für  $A_1$ -Serie  $\gamma' = 165$  setzen. Also lassen sich folgende Bandenformeln ableiten:

$$\nu = 36350 + 954(p' - p_0) - 75p_0 + 482(q' - q_0) - 33q_0 + 164(r' - r_0) \dots A_0\text{-Serie}$$

$$\nu = 36591 + 954(p' - p_0) - 75p_0 + 482(q' - q_0) - 33q_0 + 165(r' - r_0) \dots A_1\text{-Serie,}$$

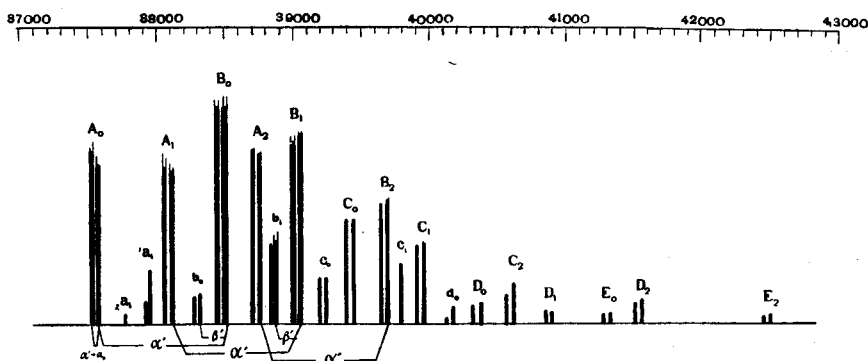
worin in der  $A_0$ -Serie  $p' - p_0$  von 0 bis 4,  $p_0$  von 0 bis 6,  $q' - q_0$  von -2 bis 0,  $q_0$  von 0 bis 1,  $r' - r_0$  von -1 bis 0 und in der  $A_1$ -Serie  $p' - p_0$  von 0 bis 4,  $p_0$  von 0 bis 3,  $q' - q_0$  von -1 bis 0,  $q_0$  von 0 bis 1,  $r' - r_0$  von -1 bis 0 variieren können.

Der bei 90 Bandkanten durchgeführte Vergleich der aus den obigen Gleichungen berechneten Wellenzahlen der Bandkanten mit den beobachteten ist in Tabelle 5 (S. 219) wiedergegeben. Hier ist auch zu bemerken, dass die Hauptfrequenz  $954 \text{ cm}^{-1}$  nur unbedeutend von der des Styrols abwich, also sich nicht wesentlich von der des Benzols unterscheidet. Dabei ist die Aktivierungsenergie des Elektrons für die  $A_0$ -Serie zu  $103 \text{ Kcal/mol}$  bestimmt, die bei Styrol sich zu  $99 \text{ Kcal/mol}$  ergab. Also ist die stärkste Serie durch Einführung der  $-C \equiv C$  Gruppe um  $161.1 \text{ \AA}$  nach den längeren Wellenlängen hin verschoben.

## (C) DAMPFSPEKTRUM DES ÄTHYLBENZOLS.

Äthylbenzoldampf zeigt etwas breitere Banden als Styrol und Phenylazetylen, also werden die kleineren Intervalle undeutlicher. Die beobachteten Bandkanten sind in Tabelle 6 (S. 220) wiedergegeben. Die Verteilung der Banden ist in Abb. 5 schematisch dargestellt.

Abb. 5.



Bandenverteilung des Äthylbenzolspektrums. (Absorption des Dampfes)

Das Dampfspektrum des Äthylbenzols besteht aus drei Serien, d.h. der  $A_0$ -,  $A_1$ - und  $A_2$ -Serie. Von  $A_0$  ( $\lambda$  2659.4 Å,  $1/\lambda$  37591  $\text{cm}^{-1}$ ) zu den kurzwelligeren hin folgen die starken Banden  $B_0$ ,  $C_0$ ,  $D_0$  und  $E_0$  in abnehmender Intensität im durchschnittlichen Abstand von 932  $\text{cm}^{-1}$ . In gleicher Weise treten von  $A_1$  ( $\lambda$  2622.0 Å,  $1/\lambda$  38127  $\text{cm}^{-1}$ ) aus eine Reihe von Banden  $A_1$ ,  $B_1$ ,  $C_1$  und  $D_1$  im durchschnittlichen Intervall von 924  $\text{cm}^{-1}$ , und von  $A_2$  ( $\lambda$  2578.1 Å,  $1/\lambda$  38777  $\text{cm}^{-1}$ ) aus eine Reihe von Banden  $A_2$ ,  $B_2$ ,  $C_2$ ,  $D_2$  und  $E_2$  im durchschnittlichen Abstand von 930  $\text{cm}^{-1}$  auf. Ausserdem beobachten wir für die  $A_0$ -Serie noch ein anderes Intervall von 207  $\text{cm}^{-1}$ , für die  $A_1$ -Serie von 182  $\text{cm}^{-1}$ . Ferner kommen noch, wie bei den vorigen Fällen, andere kleinere Intervalle von 64  $\text{cm}^{-1}$  und 24  $\text{cm}^{-1}$  vor, in denen sich einige Banden von den starken zu den langwelligeren hin befinden. Aus den obigen Feststellungen können wir nun die folgenden Bandenformeln ableiten.



$$\left\{ \begin{array}{l} \nu = 37591 + 932(p' - p_0) - 64p_0 + 207(q' - q_0) - 24q_0 \dots\dots A_0\text{-Serie} \\ \nu = 38127 + 924(p' - p_0) - 64p_0 + 182(q' - q_0) - 24q_0 \dots\dots A_1\text{-Serie} \\ \nu = 38777 + 930(p' - p_0) - 64p_0 \dots\dots\dots\dots\dots\dots A_2\text{-Serie,} \end{array} \right.$$

worin in der  $A_0$ -serie  $p' - p_0$  von 0 bis 4,  $p_0$  von 0 bis 1,  $q' - q_0$  von -1 bis 0,  $q_0$  von 0 bis 1, in der  $A_1$ -Serie  $p' - p_0$  von 0 bis 4,  $p_0$  von 0 bis 1,  $q' - q_0$  von -2 bis 0,  $q_0$  von 0 bis 1, und in der  $A_2$ -Serie  $p' - p_0$  von 0 bis 4,  $p_0$  von 0 bis 1 variieren können.

Die Werte der berechneten Frequenzen sind in Tabelle 7 (S. 221) mit den beobachteten verglichen.

Nochmals ist darauf aufmerksam zu machen, dass die obigen Hauptfrequenzen des Äthylbenzols, 924–932  $\text{cm}^{-1}$ , denen des Benzols 922–924  $\text{cm}^{-1}$  beinahe gleich sind, also die Wirkung der -C-C Gruppe auf die Hauptfrequenz des Benzolkerns sehr gering ist.

Ausserdem ist die Energie der Elektronenaktivierung, bestimmt nach der Frequenz der  $A_0$ -Bande zu 107 Kcal/mol, am wenigsten von der des Benzols (110 Kcal/mol) verschieden. Durch Einführung der -C-C Gruppe ist also die stärkste Bandenserie um 70.3 Å nach Rot verschoben.

### Diskussion der Versuchsergebnisse

Die obigen Resultate, die sich betreffs der Wirkung der  $-CH_2-CH_3$ ,  $-CH=CH_2$  und  $-C\equiv CH$  Gruppen auf Benzol ergaben, sind nochmals in der untenstehenden Tabelle und Abbildung zusammengefasst dargestellt.

Tabelle 8.

	Substituent	$\alpha'$ $\text{cm}^{-1}$	$\nu_e$ $\text{cm}^{-1}$	$\Delta E$ Kcal/Mol	$\Delta \lambda$ Å
Benzol	—	922	38612	110	—
Äthylbenzol	$-CH_2-CH_3$	930	37591	107	70.3
Styrol	$-CH=CH_2$	952	34760	99	286.9
Phenylazetylen	$-C\equiv CH$	954	36350	103	161.1

Zusammenstellung der Zahlenwerte in bezug auf die Wirkungen der Substituenten.

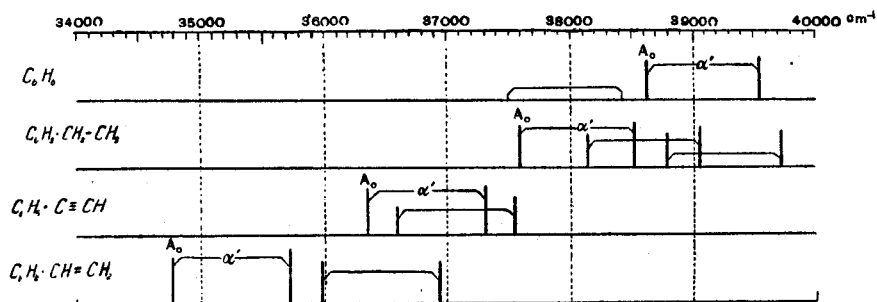
In Tabelle 8 zeigt die Kolumme  $\alpha'$  die Hauptfrequenz des Benzol-

kerns. Durch Ersetzung eines Kernwasserstoffes durch die  $-CH_2-CH_3$  findet beinahe keine Änderung, durch die  $-CH=CH_2$  und  $-C\equiv CH$  Gruppe nur eine geringe Erhöhung der Schwingungsfrequenz des Benzolkerns statt. Im grossen und ganzen sind aber die Veränderungen nicht bedeutend.

Zunächst ist der Betrag des Elektronensprunges  $\nu_e$ , wie in der vierten Kolumme angegeben, durch Ersetzung in verschiedener Weise verkleinert. Dabei übt die  $-CH_2-CH_3$  Gruppe die kleinste, die  $-C\equiv CH$ - Gruppe eine mittlere, die  $-CH=CH_2$  Gruppe die grösste Wirkung aus. In gleicher Reihenfolge ist die Aktivierungsenergie des Elektrons herabgesetzt. Die  $A_0$ -Bande wird also durch jede Ersetzung nach den grösseren Wellenlängen hin verschoben. Die Verschiebungen in  $\text{Å}$  sind in Kolumme  $\Delta\lambda$  angegeben.

In Abb. 6 sind die obigen Verhältnisse schematisch angedeutet.

Abb. 6.



Abgesehen von der kleinen Steigerung der Schwingungsfrequenz des Kerns, ist vor allem darauf aufmerksam zu machen, dass die  $-CH=CH_2$  Gruppe die grösste Veränderung bei dem Elektronensprung hervorruft und die Absorption dadurch am weitesten nach Rot verrückt.

Untersucht man also die Beziehung zwischen der Auxochromwirkung und der chemischen Natur der Substituenten, so findet man alsbald, dass die Reihenfolge der Wirkung derart ist, dass die chemisch aktivste, die  $-C=C$  Gruppe, die grösste, die  $-C\equiv C$  Gruppe die mittlere und die gesättigste, die  $-C-C$  Gruppe, die wenigste Wirkung ausüben.

Obwohl unsere Kenntnisse über die Natur des Elektronensprunges der mehratomigen Moleküle bisher zu gering sind, um diese näher analysieren zu können, also es vorläufig unmöglich ist, den Schluss zu ziehen,



Photo. 4 zeigt die vergrösserte Kopie des Spektrums. Die Bandenverteilung ist in Abb. 7 schematisch dargestellt.

Im Spektrum können wir drei Serien, d.h. die  $A_0$ -,  $A_1$ - und  $A_2$ -Serie unterscheiden, den ersten beiden kommen die gleichen Frequenzen zu. Dann folgen die starken Banden  $A_0$ ,  $B_0$ ,  $C_0$ ,  $D_0$ ,  $E_0$  und  $F_0$  im durchschnittlichen Abstand von  $952\text{ cm}^{-1}$  ( $\alpha'$ ) von  $A_0$  ( $\lambda 2912.3 \text{ \AA}$ ,  $1/\lambda 34327 \text{ cm}^{-1}$ ) ab nach den kürzeren Wellenlängen hin. In gleicher Weise treten von  $A_1$  ( $\lambda 2871.0 \text{ \AA}$ ,  $1/\lambda 34821 \text{ cm}^{-1}$ ) aus die starken Banden  $B_1$ ,  $C_1$  und  $D_1$  im durchschnittlichen Abstand von  $955 \text{ cm}^{-1}$  ( $\alpha'$ ) hintereinander auf. Es finden sich noch einige starke Banden, die im zweiten Intervall von  $291 \text{ cm}^{-1}$  ( $\beta'$ ) auf der langwelligen Seite von  $A_0$ ,  $B_0, \dots$  auftreten. Diese sind mit den kleinen Buchstaben  $a_0$ ,  $b_0, \dots$  bezeichnet. Ebenfalls existiert in der  $A_1$ -Serie das zweite Intervall von  $296 \text{ cm}^{-1}$  ( $\beta'$ ), in dem sich die mittelstarken Banden von  $A_1$ ,  $B_1, \dots$  aus sowohl zu den längeren als auch zu den kürzeren Wellenlängen hin befinden. Die Banden, die von  $A_1$ ,  $B_1, \dots$  aus nach der kurzwelligen Seite liegen, sind mit den Bezeichnungen  $a'_1$ ,  $b'_1, \dots$ , die Banden, die nach der langwelligen Seite hin liegen, mit  $a_1$ ,  $b_1, \dots$  bezeichnet. Der  $A_0$ - und  $A_1$ -Serie kommt noch das dritte Intervall von  $234 \text{ cm}^{-1}$  ( $\gamma'$ ) zu, in dem sich die Banden von den starken Banden aus nach den langwelligen hin befinden. Diese Banden sind mit  $a'_0$ ,  $b'_0, \dots$  oder,  $a'_1$ ,  $b'_1, \dots$  bezeichnet, je nachdem sie den Banden  $A_0$ ,  $B_0, \dots$  oder  $A_1$ ,  $B_1, \dots$  zugehören. Zunächst sind die Banden, die sich von  $a_0$ ,  $b_0$  in diesem Abstand entfernen, mit den Bezeichnungen  $x_0$ ,  $y_0$  angedeutet.

Von  $2832.4 \text{ \AA}$  ab nach der kurzwelligen Seite hin tritt noch eine Bandenserie auf. Das Hauptintervall ( $\alpha'$ ), in dem die starken Banden  $A_2$ ,  $B_2$  und  $C_2$  hintereinanderstehen, ist durchschnittlich  $952 \text{ cm}^{-1}$ . Wie bei der  $A_0$  und  $A_1$ -Serie kommt dieser Serie noch das zweite Intervall von  $291 \text{ cm}^{-1}$  ( $\beta'$ ) zu. Die Banden, die in diesem Abstand von  $A_2$ ,  $B_2, \dots$  entfernt liegen, sind mit  $a_2$ ,  $b_2, \dots$  bezeichnet. Ausser diesen Intervallen kommt in der  $A_2$ -Serie noch ein charakteristisches Intervall von  $166 \text{ cm}^{-1}$  ( $\gamma'$ ) vor. Die Banden, die sich in diesem Abstand von  $A_2$ ,  $B_2, \dots$  befinden, sind mit den Bezeichnungen  $a'_2$ ,  $b'_2, \dots$  benannt.

Bei allen Serien sind nun noch allgemein kleine Intervalle von  $42\text{cm}^{-1}$  und  $16\text{cm}^{-1}$  vorhanden, durch welche die einzelnen Individuen jeder Bandengruppe charakterisiert sind.

Begründet auf die obigen Tatsachen können wir nun unter Anwendung der im vorigen Kapitel benutzten Überlegung als Bandenformeln die folgenden Gleichungen ableiten.

$$\left\{ \begin{array}{l} \nu = 34327 + 952(p' - p_0) - 42p_0 + 291(q' - q_0) - 16q_0 + 234(r' - r_0) \dots (A_0\text{-Serie}) \\ \nu = 34821 + 955(p' - p_0) - 42p_0 + 296(q' - q_0) - 16q_0 + 234(r' - r_0) \dots (A_1\text{-Serie}) \\ \nu = 35627 + 952(p' - p_0) - 42p_0 + 291(q' - q_0) - 16q_0 + 166(r' - r_0) \dots (A_2\text{-Serie}), \end{array} \right.$$

worin in der  $A_0$ -Serie  $p' - p_0$  von 0 bis 5,  $p_0$  von 0 bis 4,  $q' - q_0$  von  $-1$  bis 0,  $q_0$  von 0 bis 2,  $r' - r_0$  von  $-1$  bis 0, in der  $A_1$ -Serie  $p' - p_0$  von 0 bis 3,  $p_0$  von 0 bis 4,  $q' - q_0$  von  $-1$  bis 1,  $q_0$  von 0 bis 2,  $r' - r_0$  von  $-1$  bis 0 und in der  $A_2$ -Serie  $p' - p_0$  und  $p_0$  von 0 bis 2,  $q' - q_0$  von  $-1$  bis 0,  $q_0$  von 0 bis 2,  $r' - r_0$  von  $-1$  bis 0 variieren können.

Der Vergleich zwischen den aus den Gleichungen berechneten und den beobachteten Wellenzahlen wurde bei 243 Bandkanten durchgeführt. Die Resultate sind in Tabelle 10 (S. 225) wiedergegeben.

Wiederholentlich ist hierbei die gleiche Schlussfolgerung wie in den vorhergehenden Fällen bei der Hauptfrequenz des Benzolkerns anwendbar. Es ergibt sich ein geringer Anstieg der Kernschwingung durch Hinzuführung der  $NH_2$ -Gruppe. Bemerkenswert ist aber der Betrag des Elektronenübergangs  $\nu_e$  der stärksten Serie, der  $34327\text{cm}^{-1}$  ist. Die Aktivierungsenergie  $\Delta E$  desselben beträgt 98 Kcal/Mol. Diese Zahlen sind viel kleiner als die des Benzols, wobei  $\nu_e$  zu  $38612\text{cm}^{-1}$ ,  $\Delta E$  zu 110 Kcal/Mol bestimmt ist. Daraus folgt, dass die  $NH_2$ -Gruppe eine sehr starke Wirkung ausübt.

### KAPITEL III

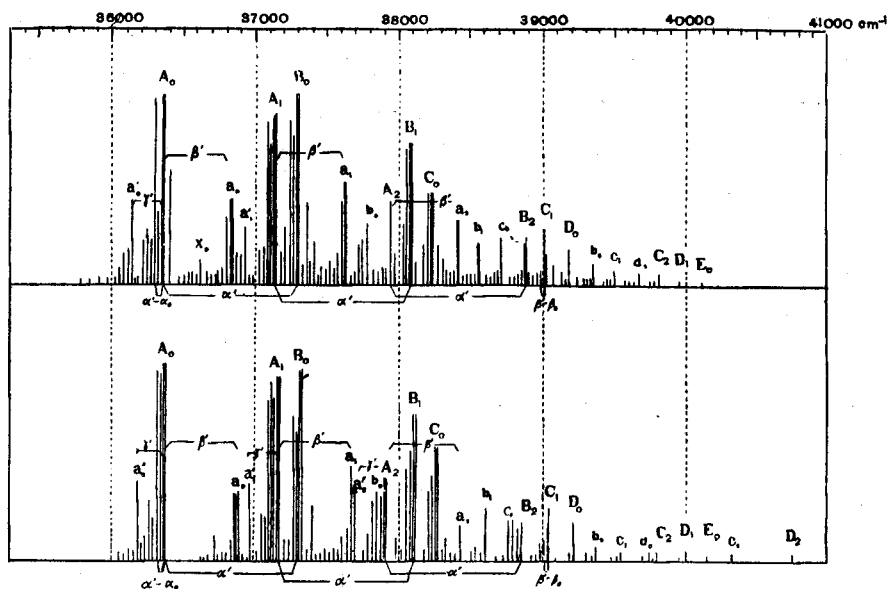
#### Die Wirkung der $OH$ - und $OCH_3$ -Gruppe

Es scheint zunächst von Interesse zu sein, das Dampfspektrum des Phenols und Anisols zu analysieren, um festzustellen, eine wie wichtige Rolle das direkt an den Kern gebundene Atom spielt. In Wirklichkeit

zeigen das Spektrum des Phenols und Anisols eine ganz ähnliche Struktur, indem sowohl der Betrag des Elektronensprunges als auch die Schwingungsfrequenzen wenig voneinander verschieden sind.

In Tabelle 11 (S. 231) und 12 (S. 235) sind die beobachteten Banden der beiden Verbindungen wiedergegeben. Photo. 5 und 6 zeigen die vergrößerten Kopien des Phenol- und Anisoldampfspektrums. Die Bandenverteilung der beiden Spektren ist in Abb. 8 schematisch dargestellt, der man vor allem die genannten Ähnlichkeiten zwischen beiden entnehmen kann.

Abb. 8.



Schematische Darstellung der Bandenverteilung des Dampfspektrums des Phenols (oben) und des Anisols (unten)

Im Spektrum des Phenols können wir drei Serien mit fast denselben Frequenzen, d.h. die  $A_0$ -,  $A_1$ - und  $A_2$ -Serie unterscheiden. Von den stärksten Banden  $A_0$  ( $\lambda$  2750.1 Å,  $1/\lambda$  36352 cm⁻¹) zu der kurzwelligen Seite hin folgen die starken Banden  $B_0$ ,  $C_0$  und  $D_0$  in abnehmender Intensität im durchschnittlichen Abstand von 938 cm⁻¹ ( $\alpha'$ ). Auf gleiche Weise treten von  $A_1$  ( $\lambda$  2691.9 Å,  $1/\lambda$  37137 cm⁻¹) aus die Banden  $B_1$ ,  $C_1$  und  $D_1$  im

durchschnittlichen Abstand von ebenfalls  $938\text{ cm}^{-1}$  hintereinander auf. Von  $A_2$  ( $\lambda\ 2636.2\ \text{\AA}$ ,  $1/\lambda\ 37922\text{ cm}^{-1}$ ) aus fängt noch eine andere Hauptreihe an. Die Banden  $A_2$ ,  $B_2$  und  $C_2$  folgen ebenfalls im durchschnittlichen Intervall von  $938\text{ cm}^{-1}$  hintereinander.

Von diesen starken Banden im durchschnittlichen Intervall von  $480\text{ cm}^{-1}$ — $485\text{ cm}^{-1}$  ( $\beta'$ ) zu den lang- bzw. kurzwelligen hin treten noch die mittelstarken Banden auf. Diese Banden sind mit kleinen Buchstaben folgenderweise bezeichnet: Je nachdem sich die Banden z.B. von  $A_0$  nach den lang- oder kurzwelligen hin befinden, sind diese mit den Bezeichnungen  $^1a_0, ^2a_0, \dots$  oder  $a_0^1, a_0^2, \dots$  benannt, worin die Zahl links oder rechts oben auf dem Buchstaben zeigt, um das Wievielfache von  $\beta'$  die Banden sich von  $A_0$  entfernen.

In der  $A_0$ - und  $A_1$ -Serie beobachtet man noch ein anderes Intervall von  $220\text{ cm}^{-1}$  ( $\gamma'$ ). Die Banden, die in diesem Abstand von  $A_0, B_0, \dots, A_1, B_1, \dots$  zu den langwelligen hin auftreten, sind mit den Bezeichnungen  $a'_0, b'_0, \dots, a'_1, b'_1, \dots$ , die Banden, die von  $a_0, b_0$  bzw.  $a_1, b_1$  zu den langwelligen hin auftreten, mit  $x_0, y_0$  bzw.  $x_1, y_1$  benannt.

Ausser diesen Frequenzen kommen, wie in den bisherigen Fällen, noch andere kleine Intervalle von  $62\text{ cm}^{-1}$  und  $35\text{ cm}^{-1}$  vor, durch welche alle einzelnen Individuen jeder Bandengruppe charakterisiert sind.

Begründet auf die obigen Tatsachen können wir nun unter Anwendung der vielfach in den vorigen Kapiteln benutzten Überlegung die folgenden Bandenformeln ableiten.

$$\nu = 36352 + 938(p' - p_0) - 62p_0 + 480(q' - q_0) - 35q_0 + 220(r' - r_0) \dots (A_0\text{-Serie})$$

$$\nu = 37137 + 938(p' - p_0) - 62p_0 + 485(q' - q_0) - 35q_0 + 220(r' - r_0) \dots (A_1\text{-Serie})$$

$$\nu = 37922 + 938(p' - p_0) - 62p_0 + 485(q' - q_0) - 35q_0 \dots \dots \dots (A_2\text{-Serie}),$$

worin in der  $A_0$ -Serie  $p' - p_0, p_0$  von 0 bis 3,  $q' - q_0$  von -1 bis 2,  $q_0$  von 0 bis 1,  $r' - r_0$  von -2 bis 0, in der  $A_1$ -Serie  $p' - p_0$  von 0 bis 2,  $p_0$  von 0 bis 3,  $q' - q_0$  von 0 bis 2,  $q_0$  von 0 bis 1,  $r' - r_0$  von -1 bis 0, und in der  $A_2$ -Serie  $p' - p_0, p_0$  von 0 bis 2,  $q' - q_0, q_0$  von 0 bis 1 variieren können.

Der Vergleich zwischen den beobachteten und den aus den Glei-

chungen berechneten Wellenzahlen wurde bei 114 Bandkanten durchgeführt. Die Resultate sind in Tabelle 13 (S. 233) wiedergegeben.

Fast dieselben Verhältnisse gelten wiederholentlich für das Spektrum des Anisols. In diesem können wir ebenfalls drei Serien mit denselben Frequenzen, d.h. die  $A_0$ -,  $A_1$ - und  $A_2$ -Serie unterscheiden. Die Wellenlängen und -zahlen der  $A_0$ -,  $A_1$ - und  $A_2$ - Bandkanten sind  $A_0$  ( $\lambda$  2747.5 Å,  $1/\lambda$  36386  $\text{cm}^{-1}$ ),  $A_1$  ( $\lambda$  2691.2 Å,  $1/\lambda$  37147  $\text{cm}^{-1}$ ) und  $A_2$  ( $\lambda$  2637.6 Å,  $1/\lambda$  37902  $\text{cm}^{-1}$ ).

Dabei ist die Hauptfrequenz  $\omega'$  zu 943  $\text{cm}^{-1}$ , die zweite Frequenz  $\beta'$  zu 505  $\text{cm}^{-1}$  und die dritte Frequenz zu 230  $\text{cm}^{-1}$  bestimmt. Ausser diesen Intervallen gibt es noch andere kleine Intervalle von 62  $\text{cm}^{-1}$  und 35  $\text{cm}^{-1}$ . Den Banden sind dieselben Bezeichnungen wie bei Phenol gegeben.

Unten sind die Bandenformeln angegeben.

$$\begin{cases} \nu = 36386 + 943(p' - p_0) - 62p_0 + 505(q' - q_0) - 35q_0 + 230(r' - r_0) \dots A_0\text{-Serie} \\ \nu = 37147 + 943(p' - p_0) - 62p_0 + 505(q' - q_0) - 35q_0 + 230(r' - r_0) \dots A_1\text{-Serie} \\ \nu = 37902 + 943(p' - p_0) - 62p_0 + 505(q' - q_0) - 35q_0 + 230(r' - r_0) \dots A_2\text{-Serie,} \end{cases}$$

worin in der  $A_0$ -Serie  $p' - p_0$ ,  $p_0$  von 0 bis 4,  $q' - q_0$  von 0 bis 2,  $q_0$  von 0 bis 1,  $r' - r_0$  von -2 bis 0, in der  $A_1$ -Serie  $p' - p_0$ ,  $p_0$  von 0 bis 3,  $q' - q_0$ ,  $q_0$  von 0 bis 1,  $r' - r_0$  von -2 bis 0 und in der  $A_2$ -Serie  $p' - p_0$  von 0 bis 3,  $p_0$  von 0 bis 1,  $q' - q_0$ ,  $q_0$  von 0 bis 1,  $r' - r_0$  von -1 bis 0 variieren können.

In Tabelle 14 (S. 237) ist der Vergleich zwischen den beobachteten und den aus den Gleichungen berechneten Wellenzahlen der Bandkanten wiedergegeben, der bei 110 Banden durchgeführt wurde.

Bemerkenswerterweise spricht das obige Resultat, dass nämlich die  $OH$ - und  $OCH_3$ -Gruppe fast denselben Einfluss sowohl auf die Elektronen als auch auf den Schwingungszustand ausüben, dafür, dass der Zustand des direkt an den Kern gebundenen Atoms des Substituents für die Wirkung der Gruppe massgebend ist.



## KAPITEL IV

## BIDERIVATE

In den vorhergehenden Paragraphen haben wir uns damit beschäftigt, die Wirkung jeder einzelnen Gruppe, wenn sie sich allein im Kern befindet, zu untersuchen, indem wir die Spektren der Monoderivate analysierten. Im vorliegenden handelt es sich nun um die Fälle, wo zwei Gruppen gleichzeitig im Kern vorhanden sind. Zu diesem Zweck wollen wir die Spektren einiger Biderivate, wie z.B. der Toluidine und Anisidine beobachten.

Toluidine: Bezüglich der einzelnen Wirkung der  $NH_2$ - und  $CH_3$ -Gruppe, die in Toluidinen zugleich vorkommen, ergibt sich folgendes: Durch Hinzuführung der  $NH_2$ -Gruppe in den Benzolkern ist einerseits eine nur geringe Steigerung, durch Hinzuführung der  $CH_3$ -Gruppe jedoch beinahe keine äusserlich wahrnehmbare Veränderung der Hauptfrequenz des Kerns nachweisbar,<sup>1)</sup> andererseits werden die Bandenserien derart verrückt, dass durch die  $NH_2$ -Gruppe die stärkste Serie um  $323.2 \text{ \AA}$ , durch die  $CH_3$ -Gruppe jedoch um  $77.3 \text{ \AA}$  nach den längeren Wellenlängen verschoben wird. Sind aber diese Gruppen gleichzeitig vorhanden, so ergeben sich auffallende Resultate, jedoch aus ganz komplizierten Gründen: es erfolgen unmittelbare und durch den Kern mittelbare gegenseitige Beeinflussungen. So besteht die Verwicklung darin, dass je nach der wechselseitigen Stellung der Gruppen. d.h. *o*-, *m*- oder *p*-Stellung sowohl die Elektronen- als auch die Schwingungsfrequenzen ganz auffallend verschieden werden.

Die schematische Darstellung der Spektren der drei Toluidine im Vergleich mit Anilin ist in Abb. 9 gegeben.

Photo 7, 8 und 9 sind die vergrösserten Kopien des *o*-, *m*- und *p*-Toluidindampfspektrums.

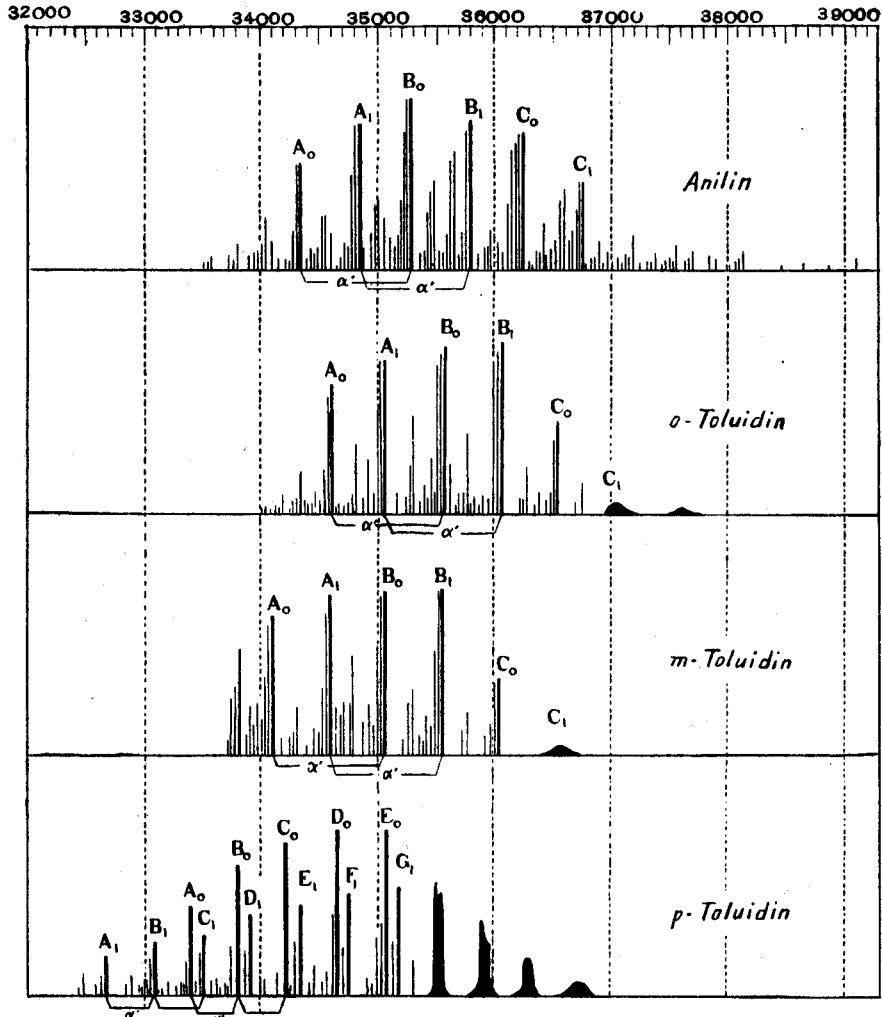
Obschon diese Spektren im Vergleich mit denjenigen der Monoderivate viel weniger ausgeprägt sind, kann man doch darin, wie es bei den Monoderivaten der Fall war, das regelmässige Vorkommen der Banden konstatieren.

So befinden sich im Spektrum des *o*-Toluidins die starken Banden

---

1) Mecke: Handbuch d. Phys. Bd. XXI, 553, (1929)

Abb. 9.



Zusammenstellung der Bandenverteilung der Spektren der drei Toluidinisomere im Vergleich mit dem Spektrum des Anilins.

$A_0$ ,  $B_0$  und  $C_0$  in der Äquidistanz von  $965\text{ cm}^{-1}$  hintereinander. Die Wellenlänge und -zahl der langwelligsten Bande  $A_0$  sind  $\lambda 2888.9\text{ \AA}$  resp.  $1/\lambda 34605\text{ cm}^{-1}$ . In gleicher Weise treten von dem starken Bande  $A_1$  ( $\lambda 2850.6\text{ \AA}$ ,  $1/\lambda 35070\text{ cm}^{-1}$ ) aus nach der kurzwelligen Seite hin die starken Banden  $B_1$  und  $C_1$  in der Äquidistanz von  $970\text{ cm}^{-1}$  auf. Ausserdem gibt es in

beiden Serien noch das zweite Intervall von  $268\text{ cm}^{-1}$  resp.  $262\text{ cm}^{-1}$ , in dem sich die mittelstarken Banden von den starken aus zu der langwelligen Seite hin befinden. Hinzu kommen noch die kleinen Intervalle von  $68\text{ cm}^{-1}$  und  $36\text{ cm}^{-1}$ , durch welche die einzelnen Individuen jeder Bandengruppe charakterisiert sind. Diese Struktur ist daher ganz dieselbe wie die der Monoderivate. Die beobachteten Banden sind in Tabelle 15 (S. 240) angegeben. Wir können somit als Bandenformeln die folgenden Gleichungen ableiten.

$$\nu = 34605 + 965(p' - p_0) - 68p_0 + 268(q' - q_0) - 36q_0 \dots\dots A_0\text{-Serie}$$

$$\nu = 35070 + 970(p' - p_0) - 68p_0 + 262(q' - q_0) - 36q_0 \dots\dots A_1\text{-Serie,}$$

wobei in beiden Serien  $p' - p_0$  von 0 bis 2,  $p_0$  von 0 bis 3,  $q' - q_0$  von  $-1$  bis 0,  $q_0$  von 0 bis 1 variieren können.

Der Vergleich der berechneten und beobachteten Wellenzahlen ist in Tabelle 16 (S. 241) angegeben.

Ganz dieselbe Struktur weist das Dampfspektrum des *m*-Toluidins auf. Die beobachteten Bandkanten sind in Tabelle 17 (S. 242) wiedergegeben. Dabei wurde als die Hauptfrequenz  $962\text{ cm}^{-1}$  (für die  $A_0$ -Serie) und  $956\text{ cm}^{-1}$  (für die  $A_1$ -Serie), als die zweite Frequenz  $278\text{ cm}^{-1}$  (für beide Serien) gemessen. Es gibt wieder die kleinen Intervalle von  $68\text{ cm}^{-1}$  und  $36\text{ cm}^{-1}$ . Das Spektrum ist aber im Vergleich mit dem des *o*-Toluidins augenscheinlich langwelliger. Die Wellenlängen und -zahlen der  $A_0$ - und  $A_1$ -Bande sind  $A_0$  ( $\lambda$  2931.4 Å,  $1/\lambda$  34103  $\text{cm}^{-1}$ ) resp.  $A_1$  ( $\lambda$  2890.2 Å,  $1/\lambda$  34590  $\text{cm}^{-1}$ ). Nimmt man an, wie bei den bisherigen Fällen, dass die Wellenzahlen dieser Banden die Elektronenfrequenz  $\nu_e$  darstellen, so erhalten wir die folgenden Bandenformeln.

$$\nu = 34103 + 962(p' - p_0) - 68p_0 + 278(q' - q_0) - 34q_0 \dots\dots A_0\text{-Serie}$$

$$\nu = 34590 + 956(p' - p_0) - 68p_0 + 278(q' - q_0) - 34q_0 \dots\dots A_1\text{-Serie,}$$

worin in beiden Serien  $p' - p_0$  von 0 bis 2,  $p_0$  von 0 bis 3,  $q' - q_0$  von  $-1$  bis 0,  $q_0$  von 0 bis 1 variieren können.

Der Vergleich der berechneten und beobachteten Wellenzahlen ist in Tabelle 18 (S. 242) angegeben.

Im *p*-Toluidinspektrum können wir wieder zwei Serien beobachten. In beiden stehen jedoch die starken Banden in der Äquidistanz von  $420\text{ cm}^{-1}$  hintereinander. In der an Intensität überwiegenden Serie, d.h. in der  $A_0$ -Serie gibt es noch ein anderes Intervall von  $209\text{ cm}^{-1}$ , in der schwächeren d.h. in der  $A_1$ -Serie von  $204\text{ cm}^{-1}$ , in dem sich die mittelstarken Banden auf der langwelligen Seite der starken Banden ( $A_0, B_0, \dots$  oder  $A_1, B_1, \dots$  usw.) befinden. Überdies sind wiederum noch andere kleine Intervalle von  $48\text{ cm}^{-1}$  und  $36\text{ cm}^{-1}$  vorhanden. Betrachtet man zunächst die Wellenzahlen der  $A_0$ - und  $A_1$ -Bande, d.h. 33397 resp. 32667 als Elektronenfrequenz, so erhalten wir als Bandenformeln die folgenden Gleichungen.

$$\nu = 33397 + 420(p' - p_0) - 48p_0 + 209(q' - q_0) - 23q_0 \dots \dots A_0\text{-Serie}$$

$$\nu = 32667 + 420(p' - p_0) - 48p_0 + 204(q' - q_0) - 23q_0 \dots \dots A_1\text{-Serie,}$$

worin in der  $A_0$ -Serie  $p' - p_0$  von 0 bis 3,  $p_0$  von 0 bis 4,  $q' - q_0$  von -1 bis 0,  $q_0$  von 0 bis 1, in der  $A_1$ -Serie  $p' - p_0$  von 0 bis 5,  $p_0$  von 0 bis 3,  $q' - q_0$  von -1 bis 0,  $q_0$  von 0 bis 1 variieren können.

Die beobachteten Banden sind in Tabelle 19 (S. 243), und der Vergleich der berechneten und der beobachteten Bandkanten ist in Tabelle 20 (S. 244) angegeben.

Aus den obigen Ausführungen erkennt man einerseits die äusserliche Ähnlichkeit in der Struktur des *o*- und *m*-Toluidinspektrums mit der des Anilins. Was die *p*-Verbindung anbetrifft, so macht sich andererseits eine grosse Eigentümlichkeit bemerkbar. Während so die Hauptfrequenzen des *o*- und *m*-Toluidins ( $960\text{--}970\text{ cm}^{-1}$ ) nur unmerklich von der des Anilins (, die durchschnittlich  $952\text{ cm}^{-1}$  ist,) verschieden sind, stehen alle starken Banden bei der *p*-Verbindung in dem charakteristischen Abstand von  $420\text{ cm}^{-1}$  nebeneinander. Nun zeigt das obige Resultat, dass selbst dann, wenn die zwei Gruppen  $\text{CH}_3$  und  $\text{NH}_2$  in *o*- und *m*-Stellung auftreten, die Schwingungsfrequenz des Benzolkerns nur unbedeutend, am stärksten jedoch bei der *p*-Verbindung modifiziert wird. Zieht man zunächst die Lage des Spektrums, d.h. die Elektronenfrequenz in Betracht, so sieht man den ausgesprochenen Unterschied zwischen diesen drei Isomeren, indem *o*-Toluidin die kurzwelligste Absorption, ja eine kurzwelligere als Anilin, die *p*-Verbindung

dagegen die langwelligste Absorption zeigt.<sup>1)</sup> Am auffallendsten ist hierbei die Wirkung der in *o*-Stellung zugeführten  $CH_3$ -Gruppe, da sich die Wirkung, die, wie schon erwähnt, gegen blosses Benzol bathochromig ist (d.h. die Bandenserie wird dadurch nach den längeren Wellenlängen hin verschoben) umkehrt, wenn die  $NH_2$ -Gruppe in *o*-Stellung vorhanden ist.

Im Gegensatz zur *o*-Verbindung ist die Absorption der *m*- und *p*-Verbindung langwelliger als bei Anilin ( $\nu_e$  des Anilins ist  $34327\text{ cm}^{-1}$ , des *m*-Toluidins  $34103\text{ cm}^{-1}$ , des *p*-Toluidins  $33397\text{ cm}^{-1}$ ).

Ehe wir uns mit den obigen Verhältnissen\* näher beschäftigen, sei ein anderer Fall des Biderivates, dass nämlich die  $NH_2$ - und  $OCH_3$ -Gruppe, deren Wirkung bei alleinigem Vorkommen wir schon in dem vorigen Paragraphen untersucht haben, in einem Kern zugleich sich befinden, beschrieben.

Anisidin: Trotz der äusserlichen Ähnlichkeit der Lösungsspektren der Anisidine mit dem des Anilins hat nun das Studium der Dampfspektren, wenn auch nicht so ausgeprägt wie bei den bisherigen, ergeben, dass man einen bedeutenden Unterschied zwischen ihnen feststellen muss, wenn man noch die Struktur in Betracht zieht. Die charakteristische Frequenz des Benzolkerns wird, wie es bei Toluidin der Fall war, bei der *p*-Verbindung am stärksten modifiziert, so dass die Hauptfrequenz bei *o*-Anisidin zu  $714\text{ cm}^{-1}$ , bei *p*-Anisidin zu  $420\text{ cm}^{-1}$  bestimmt ist. Ebenso ist das Bandensystem nach Rot verschoben, am weitesten bei *p*-Anisidin. In Tabelle 21 (S. 245) und 23 (S. 246) sind die beobachteten Wellenzahlen der Bandkanten des *o*- und *p*-Anisidins, in Tabelle 22 (S. 245) und 24 (S. 246) der Vergleich zwischen den aus den untenstehenden Bandenformeln berechneten und den beobachteten Wellenzahlen angegeben.

*o*-Anisidin

$$\left\{ \begin{array}{l} \nu = 33884 + 714(p' - p_0) - 38p_0 + 217(q' - q_0) \dots\dots\dots A_0\text{-Serie} \\ \nu = 34337 + 711(p' - p_0) - 38p_0 + 331(q' - q_0) \dots\dots\dots A_1\text{-Serie} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \nu = 34337 + 711(p' - p_0) - 38p_0 + 331(q' - q_0) \dots\dots\dots A_1\text{-Serie} \end{array} \right.$$

$$A_0\text{-Serie: } p' - p_0 \text{ } 0 \sim 2, p_0 \text{ } 0 \sim 4, q' - q_0 \text{ } -1 \sim 0,$$

$$A_1\text{-Serie: } p' - p_0 \text{ } 0 \sim 1, p_0 \text{ } 0 \sim 3, q' - q_0 \text{ } -1 \sim 0$$

1) Bezüglich des Lösungsspektrums siehe die Mitteilung von H. Ley und G. Pfeiffer (B. 54, 363 (1921)).

*p*-Anisidin

$$\begin{cases} \nu = 31864 + 420(p' - p_0) \dots\dots\dots A_0\text{-Serie} \\ \nu = 31590 + 413(p' - p_0) \dots\dots\dots A_1\text{-Serie} \end{cases}$$

$A_0\text{-Serie: } p' - p_0 \text{ } 0 \sim 6 \qquad A_1\text{-Serie: } p' - p_0 \text{ } 0 \sim 2$

Aus den obigen Resultaten bei Toluidinen und Anisidinen ist die wichtige Tatsache erkennbar, dass im Fall, wo zwei Gruppen im Benzolkern nebeneinander stehen, die Hauptfrequenz des Benzolkerns bei den *o*- und *m*-Verbindungen nur wenig, zuweilen etwas, bei den *p*-Verbindungen, in denen eine Symmetrieachse zustandekommt, am stärksten modifiziert wird, und dass andererseits die Absorption bei den *o*-Verbindungen am kurzwelligsten, bei den *p*-Verbindungen dagegen am langwelligsten ist. Um diese Resultate weiter zu verfolgen, scheint die gegenseitige Beeinflussung der beiden Substituenten vor allen Dingen von Wichtigkeit zu sein, worüber das Studium der Dipolfrage der Benzolbiderivate, insbesondere ein Vergleich zwischen dem beobachteten und dem aus den einzelnen Momente vektorisch zusammengesetzten Moment, wie er neuerdings von manchen Forschern mit Erfolg versucht worden ist, wertvolle Schlussfolgerungen gestatten dürfte.

Ein Unterschied zwischen dem berechneten und dem beobachteten Werte des Dipolmomentes, der in vielen Fällen am grössten bei *o*-Verbindungen, kleiner bei *m*-Verbindungen, am geringsten bei *p*-Verbindungen ist, würde bewirkt sein, wenn verschiedene gegenseitige Beeinflussungen der beiden Substituenten herbeigeführt werden würden<sup>1)</sup>. Diese dürften wegen der kleinsten Entfernung der zwei Gruppen an *o*-Verbindungen am grössten, wegen der grössten Entfernung an *p*-Verbindungen am geringsten sein.

Neuerdings versuchte Wolf<sup>2)</sup> die Gültigkeit der analogen Verhältnisse bei Absorptionsspektren festzustellen, indem er die Lösungsspektren einer

1) Smallwood u. Herzfeld, (J. am. Chem. Soc. **53**, 1919, (1930)) berechneten die von der gegenseitigen Einwirkung der zwei Substituenten aufeinander herrührende Erniedrigung des Moments, indem sie den sowohl wechselseitigen induzierenden Effekt als auch die induzierende Wirkung desselben auf das Übrige des Moleküls in Betracht zogen. Das in dieser Weise an einer grossen Anzahl Benzolbiderivate berechnete Moment stimmt mit dem gefundenen gut überein. Bemerkenswerterweise ergeben ausserdem die röntgenspektroskopischen Untersuchungen (Lonsdale, Proc. roy. soc. **123**, A 494, (1929), Hendricks, Chem. Rev. **7**, 431, (1930)) einen ebenen sechseckigen Ring beim Benzol.

2) Z. phys. chem. B. **13**, 201, (1931).

Anzahl Benzolbiderivate beobachtete. Trotz der Unschärfe, besonders bei den anderen verschiedenen Lösungsmiteleinflüssen bei Lösungsspektren konnte Wolf die grösste Übereinstimmung zwischen der berechneten und beobachteten Verschiebung der Absorption an den *p*-Verbindungen feststellen. Natürlich bleibt es trotzdem fraglich, wenn man zunächst die Ursache der Absorptionsverschiebung und -veränderung in Betracht zieht, ob eine strenge Analogie zwischen der Absorption und dem Dipolmoment zustandekommen dürfte. Doch gelänge es, die Verschiebung der Bandenserien in genauerer und rationellerer Weise zu beobachten, wenn man die Dampfspektren heranzieht. In Tabelle 25 sind die Verschiebungen durch einzelne Substituenten und die Vergleiche der aus ihnen arithmetisch zusammengesetzten Verschiebung mit der beobachteten dargestellt.

Tabelle 25.

	$\Delta \nu$ (cm <sup>-1</sup> ) beob.	$\Delta \nu$ (cm <sup>-1</sup> ) ber.
<i>NH</i> <sub>2</sub>	4285	—
<i>CH</i> <sub>2</sub>	1119	—
<i>o-NH</i> <sub>2</sub> - <i>CH</i> <sub>3</sub>	4007	} 5404
<i>m-NH</i> <sub>2</sub> - <i>CH</i> <sub>3</sub>	4509	
<i>p-NH</i> <sub>2</sub> - <i>CH</i> <sub>3</sub>	5215	
<i>OCH</i> <sub>3</sub>	2226	—
<i>o-NH</i> <sub>2</sub> - <i>OCH</i> <sub>3</sub>	4728	} 6511
<i>p-NH</i> <sub>2</sub> - <i>OCH</i> <sub>3</sub>	6748	

Sowohl bei Toluidinen als auch bei Anisidinen sieht man nun, dass die beiden Werte an den *o*-Verbindungen am meisten voneinander abweichen, an den *p*-Verbindungen dagegen in bemerkenswerter Weise gut übereinstimmen, indem bei *p*-Toluidin der berechnete Wert 97%, bei *p*-Anisidin 103% des beobachteten beträgt.

Diese Eigentümlichkeit der Auxochromwirkung dürfte also von besonderem Interesse sein.

#### Zusammenfassung

Zum Schluss sei kurz zusammenfassend gesagt, dass hier die Wirkung einiger Atomgruppen, wie  $-CH_2-CH_3$ ,  $-CH=CH_2$ ,  $-C\equiv CH$ ,

—NH<sub>2</sub>, —OH und —OCH<sub>3</sub>, samt einigen Fällen, wo zwei derselben zugleich auftreten, auf die Lichtabsorption, insbesondere auf den Molekularzustand wie auf die Elektronensprünge und die Schwingungsfrequenzen des Benzolkerns beobachtet und diskutiert worden ist, indem die Dampfspektren dieser Benzolderivate, die aus mehreren Banden und Linien bestehen, analysiert wurden.

1) Durch Analysierung des Dampfspektrums des Styrols, Phenylazetylen und Äthylbenzols, wurde beobachtet :

(i) Die Spektren zeigen regelmässige Bandenverteilung, wonach sich einige fundamentale Intervalle konstatieren lassen. Der Bau der Spektren wurde dann durch die Bandenformeln gegeben. Folgende Gleichungen stellen die Frequenzen der Bandkanten der Dampfspektren der genannten Substanzen dar.

#### Styrol

$$\begin{cases} \nu = 34760 + 952(p' - p_0) - 72p_0 + 207(q' - q_0) - 23q_0 + 52s \\ \nu = 35971 + 952(p' - p_0) - 72p_0 + 207(q' - q_0) - 23q_0 \\ \nu = 37481 + 950(p' - p_0) - 72p_0 + 297(q' - q_0) - 23q_0 + 151(r' - r_0) \end{cases}$$

#### Phenylazetylen

$$\begin{cases} \nu = 36350 + 954(p' - p_0) - 75p_0 + 482(q' - q_0) - 33q_0 + 164(r' - r_0) \\ \nu = 36591 + 954(p' - p_0) - 75p_0 + 482(q' - q_0) - 33q_0 + 165(r' - r_0) \end{cases}$$

#### Äthylbenzol

$$\begin{cases} \nu = 37591 + 932(p' - p_0) - 64p_0 + 207(q' - q_0) - 24q_0 \\ \nu = 38127 + 924(p' - p_0) - 64p_0 + 182(q' - q_0) - 24q_0 \\ \nu = 38777 + 930(p' - p_0) - 64p_0 \end{cases}$$

(ii) Die —CH<sub>2</sub>—CH<sub>3</sub>, CH=CH<sub>2</sub> und —C≡CH Gruppen verursachen eine nur geringe Veränderung (Erhöhung) der Schwingungsfrequenz des Benzolkerns (α').

	Benzol	Äthylbenzol	Styrol	Phenylazetylen
α'cm <sup>-1</sup>	924	928	952	954

(iii) Durch Einführung dieser Gruppen in den Benzolkern ist die



stärkste Bandenserie in jedem Falle nach Rot verschoben. Dabei ist die Wirkung der chemisch ungesättigtsten  $-CH=CH_2$  Gruppe am grössten, die der  $-C\equiv CH$  Gruppe mittel und die der gesättigtsten  $-CH_2-CH_3$  Gruppe am geringsten. Dies dürfte auf Deformierung der Elektronenhülle beruhen, die dann am stärksten sein müsste, wenn die ungesättigtste Atomgruppe in den Kern eingeführt würde, da diese das grösste elektrische Feld besitzen dürfte. Die Verschiebungen in Å sind folgende :

	Äthylbenzol	Styrol	Phenylazetylen
$\Delta\lambda$ in Å	70.3	286.9	161.1

2) Ein Vergleich zwischen Dampf- und Lösungsspektrum bei Styrol und Phenylazetylen wurde durchgeführt.

3) Das Spektrum des Anilins wurde analysiert. Es wird durch folgende Bandenformeln dargestellt.

$$\left\{ \begin{array}{l} \nu = 34327 + 952(p' - p_0) - 42p_0 + 291(q' - q_0) - 16q_0 + 234(r' - r_0) \\ \nu = 34821 + 955(p' - p_0) - 42p_0 + 296(q' - q_0) - 16q_0 + 234(r' - r_0) \\ \nu = 35627 + 952(p' - p_0) - 42p_0 + 291(q' - q_0) - 16q_0 + 166(r' - r_0) \end{array} \right.$$

Das Spektrum besteht aus drei Serien. Zu den beiden ersten gehören dieselben Schwingungsfrequenzen. Die letzte unterscheidet sich nur durch eine kleinere Frequenz. Die Hauptfrequenz ( $\alpha'$ ), und die Verschiebung der stärksten Serie sind :

	$\alpha'$ cm <sup>-1</sup>	$\Delta\lambda$	$\nu_e$ cm <sup>-1</sup>
Benzol	922	—	38612
Anilin	952	323.2 Å	34327

4) Das Damfpektrum des Phenols und Anisols wurde analysiert und verglichen. Die Frequenzen der Bandkanten lassen sich durch folgende Gleichungen ausdrücken.

Phenol

$$\left\{ \begin{array}{l} \nu = 36352 + 938(p' - p_0) - 62p_0 + 480(q' - q_0) - 35q_0 + 220(r' - r_0) \\ \nu = 37137 + 938(p' - p_0) - 62p_0 + 485(q' - q_0) - 35q_0 + 220(r' - r_0) \\ \nu = 37922 + 938(p' - p_0) - 62p_0 + 485(q' - q_0) - 35q_0 \end{array} \right.$$

## Anisol

$$\begin{cases} \nu = 36386 + 943(p' - p_0) - 62p_0 + 505(q' - q_0) - 35q_0 + 230(r' - r_0) \\ \nu = 37147 + 943(p' - p_0) - 62p_0 + 505(q' - q_0) - 35q_0 + 230(r' - r_0) \\ \nu = 37902 + 943(q' - q_0) - 62p_0 + 505(q' - q_0) - 35q_0 + 230(r' - r_0) \end{cases}$$

Die Lage, sowie die Struktur des Spektrums der beiden sind ganz ähnlich. Es ist daraus zu schliessen, dass der Zustand des unmittelbar an den Kern gebundenen Atoms für die Wirkung auf den Benzolkern (Elektronen-, sowie Schwingungszustand) massgebend ist. Die Hauptfrequenz  $\alpha'$ , die zweite Frequenz  $\beta'$  und der Wert  $\nu_e$  für jede Serie sind wie folgt:

	$\alpha'$ cm <sup>-1</sup>	$\beta'$ cm <sup>-1</sup>	$\nu_e(A_0\text{-Serie})$	$\nu_e(A_1\text{-Serie})$	$\nu_e(A_2\text{-Serie})$
Phenol	938	480	36352	37137	37922
Anisol	943	505	36386	37147	37902

Es ist bemerkenswert, dass die stärkste Serie des Phenols 2.6 Å langwelliger ist als die des Anisols.

5) Einige Fälle, wo sich zwei der obenerwähnten Gruppen gleichzeitig im Kern befinden, wurden untersucht. Es wurden die Dampfspektren des *o*-, *m*- und *p*-Toluidins und *o*- und *p*-Anisidins analysiert. Die Verteilung der Absorptionsbanden jeder Substanz lässt sich durch folgende Formeln ausdrücken.

*o*-Toluidin

$$\begin{cases} \nu = 34605 + 965(p' - p_0) - 68p_0 + 268(q' - q_0) - 36q_0 \\ \nu = 35070 + 970(p' - p_0) - 68p_0 + 262(q' - q_0) - 36q_0 \end{cases}$$

*m*-Toluidin

$$\begin{cases} \nu = 34103 + 962(p' - p_0) - 68p_0 + 278(q' - q_0) - 34q_0 \\ \nu = 34590 + 956(p' - p_0) - 68p_0 + 278(q' - q_0) - 34q_0 \end{cases}$$

*p*-Toluidin

$$\begin{cases} \nu = 33397 + 420(p' - p_0) - 48p_0 + 209(q' - q_0) - 23q_0 \\ \nu = 32667 + 420(p' - p_0) - 48p_0 + 204(q' - q_0) - 23q_0 \end{cases}$$

*o*-Anisidin

$$\begin{cases} \nu = 33884 + 714(p' - p_0) - 38p_0 + 217(q' - q_0) \\ \nu = 34337 + 711(p' - p_0) - 38p_0 + 331(q' - q_0) \end{cases}$$

*p*-Anisidin

$$\begin{cases} \nu = 31864 + 420(p' - p_0) \\ \nu = 31590 + 413(p' - p_0) \end{cases}$$

Dabei sind die Resultate komplizierter als die einfache Summe der einzelnen individuellen Wirkungen. Die Hauptfrequenzen  $\alpha'$  und die Beträge des Elektronensprunges  $\nu_e$  der Toluidine und Anisidine im Vergleich mit denen des Toluols, Anilins und Anisols, in welchen sich jede Gruppe einzeln befindet, sind unten gezeigt.  $\Delta\nu_e$  zeigt die Verschiebung der stärksten Serie durch Substituierung in  $\text{cm}^{-1}$ .

	$\alpha'$ $\text{cm}^{-1}$	$\nu_e$ $\text{cm}^{-1}$	$\Delta\nu_e$ $\text{cm}^{-1}$ (Verschiebung)
Toluol	930	37493	1119
Anilin	952	34327	4285
Anisol	943	36386	2226
<i>o</i> -Toluidin	965	34605	4007
<i>m</i> - "	962	33103	4509
<i>p</i> - "	420	32667	5215
<i>o</i> -Anisidin	714	33884	4728
<i>p</i> - "	420	31864	6748

Obwohl jede Gruppe, einzeln eingeführt im Kern, keine bedeutende Veränderung der Hauptfrequenz der Kernschwingung hervorruft, tritt doch, wenn zwei dieser Gruppen in einem Kern gleichzeitig vorkommen, besonders bei *p*-Stellung, eine augenscheinliche Frequenzänderung ein. So beträgt die Eigenfrequenz des *p*-Toluidins und *p*-Anisidins  $420 \text{ cm}^{-1}$ . Dagegen ist die Änderung bei *o*- und *m*-Stellung weit geringer.

Auffallender ist die Lage des Spektrums. Trotz des Vorhandenseins zweier auxochromwirkender  $\text{CH}_3$ - und  $\text{NH}_2$ -Gruppen ist das Spektrum des *o*-Toluidins kurzwelliger als das des Anilins. Dagegen zeigt bei Toluidin und Anisidin die *p*-Verbindung die langwelligste Absorption. Dabei stimmt in erster Annäherung die Auxochromwirkung bei den *p*-Verbindungen mit der arithmetischen Summe der einzelnen individuellen Wirkung überein.

$$\begin{array}{llll} \Delta\nu_e \text{ } p\text{-Toluidin} & 5215 & \Delta\nu_e \text{ Toluol} + \Delta\nu_e \text{ Anilin} & 5404 \\ \Delta\nu_e \text{ } p\text{-Anisidin} & 6748 & \Delta\nu_e \text{ Anisol} + \Delta\nu_e \text{ Anilin} & 6511 \end{array}$$

## EXPERIMENTALER TEIL

In diesem Abschnitt sind die Kennzeichen der verwendeten Versuchsmaterien, die Listen der beobachteten Banden sowie die Tabellen des Vergleiches zwischen den beobachteten und den aus den Bandenformeln berechneten Wellenzahlen der Bandkanten usw. angegeben.

Die experimentalen Daten für Kapitel I

Tabelle 1.

Liste der Absorptionsbanden des Styroldampfes.

Nr.	$\lambda$	$\nu$	Inten- sität	Bemerkungen					Nr.	$\lambda$	$\nu$	Inten- sität	Bemerkungen				
				$l'-l_0$	$l_0$	$q'-q_0$	$q_0$	$s$					$r'-r_0$	$l'-l_0$	$l_0$	$q'-q_0$	$q_0$
1	2908.6	34371	0						36	5.8	84	0					
2	7.7	81	0						37	4.9	95	0	0	0	0	1	3
3	6.4	97	0						38	3.5	912	2	0	0	0	0	3
4	1.2	458	0	0	1	-1	0		39	2.0	30	0	1	2	-3	1	
5	2897.8	99	0						40	0.8	45	0					
6	6.4	516	0	0	0	-1	2		41	0.0	55	1	1	2	-3	0	
7	5.1	31	0	0	0	-1	1		42	58.7	71	0	1	1	-3	2	
8	3.7	48	0	$a_0$	0	0	-1	0	43	7.6	84	0					
9	1.8	70	0	0	2	0	2		44	6.6	96	1	1	1	-3	1	
10	1.0	80	0						45	5.3	35012	0	1	1	-3	0	
11	89.9	93	1	0	2	0	1		46	4.3	25	0					
12	9.1	603	1						47	3.7	32	0					
13	8.2	14	1	0	2	0	0		48	2.7	44	1	1	0	-3	2	
14	6.7	32	0						49	1.2	63	1	1	0	-3	1	
15	6.0	40	2	0	1	0	2		50	49.8	81	0					
16	5.1	51	0						51	8.6	95	1					
17	4.0	64	4	0	1	0	1		52	7.7	106	1	$3b_0$	1	0	-3	0
18	2.5	82	5	0	1	0	0		53	7.1	13	0	1	2	-2	2	
19	1.6	93	1	0	0	0	3		54	6.0	27	0	1	2	-2	1	
20	0.5	706	0						55	5.1	38	0					
21	79.6	17	5	0	0	0	2		56	4.3	48	0					
22	8.4	31	1						57	4.1	50	0	1	2	-2	0	
23	7.5	42	10	0	0	0	1		58	3.7	55	0					
24	6.7	52	10						59	2.8	66	0					
25	6.0	60	10	$A_0$	0	0	0	0	60	1.7	80	0	1	1	-2	2	
26	5.1	71	0						61	0.9	90	0					
27	3.9	86	0	0	0	0	1	1	62	0.1	200	0	1	1	-2	1	
28	2.6	801	0						63	39.1	12	0	1	1	-2	0	
29	1.8	11	1						64	7.5	32	0					
30	1.1	20	4	0	0	0	0	1	65	5.7	54	0	1	0	-2	2	
31	0.4	28	0						66	4.9	64	0					
32	69.2	43	0	0	0	0	1	2	67	4.2	73	1	1	0	-2	1	
33	7.9	59	1						68	2.9	89	1	$2b_0$	1	0	-2	0
34	7.2	67	1	0	0	0	0	2	69	1.9	302	0					
35	6.4	77	0						70	0.7	17	0	1	2	-1	2	

Nr.	$\lambda$	$\nu$	Inten- sität	Bemerkungen				Nr.	$\lambda$	$\nu$	Inten- sität	Bemerkungen				
				$p'-p_0$	$p_0$	$q'-q_0$	$q_0$					$s$	$s'-r_0$	$p'-p_0$	$p_0$	$q'-q_0$
71	29.5	32	0	1	2	-1	1	126	0.4	55	8					
72	8.8	40	0					127	79.2	71	8	$A_1$	0	0	0	0
73	8.1	49	0					128	8.9	75	0					
74	7.6	55	0	1	2	-1	0	129	7.5	93	0					
75	6.6	68	0					130	6.6	36005	0	2	3	-2	2	
76	5.6	80	0	1	1	-1	2	131	5.3	22	2	2	3	-2	1	
77	4.7	92	0					132	4.7	29	2					
78	3.9	402	0					133	3.8	41	1	2	3	-2	0	
79	3.0	13	0	1	1	-1	1	134	3.0	51	1					
80	2.5	19	0					135	2.1	63	1	2	2	-2	2	
81	1.7	29	1	1	1	-1	0	136	1.5	71	1					
82	0.4	46	0					137	0.3	87	0	2	2	-2	1	
83	19.5	57	1	1	0	-1	2	138	69.4	98	0					
84	9.1	62	0					139	8.6	109	1	2	2	-2	0	
85	8.5	70	0					140	8.0	17	0					
86	7.5	82	4	1	0	-1	1	141	6.4	37	0	2	1	-2	2	
87	6.8	91	4					142	5.5	49	1	2	1	-2	1	
88	5.9	502	5	$b_0$	1	0	-1	0	143	4.5	62	1				
89	4.7	17	0	1	2	0	2	144	3.6	74	1	2	1	-2	0	
90	3.4	34	1					145	0.2	219	0	2	0	-2	2	
91	2.2	49	2	1	2	0	1	146	59.4	29	1	2	0	-2	1	
92	1.7	55	3					147	8.4	42	2					
93	1.1	63	3	1	2	0	0	148	7.8	50	2	$c_0$	2	0	-2	0
94	0.3	73	0					149	6.4	69	0	2	2	-1	2	
95	09.1	88	1	1	1	0	2	150	5.3	83	0	2	2	-1	1	
96	7.5	608	4					151	4.5	94	1					
97	6.8	17	4	1	1	0	1	152	3.5	307	1	2	2	-1	0	
98	5.5	34	5	1	1	0	0	153	1.0	40	0	2	1	-1	2	
99	4.3	49	0					154	0.0	53	0	2	1	-1	1	
100	3.7	57	2					155	49.2	63	1	2	1	-1	0	
101	3.1	64	2	1	0	0	2	156	6.3	402	1					
102	1.3	87	2	1	0	0	1	157	5.6	11	1	2	0	-1	2	
103	0.3	700	9					158	4.9	20	0					
104	2799.4	11	9	$B_0$	1	0	0	159	3.1	44	3	2	0	-1	1	
105	8.9	18	8					160	2.2	56	3	$c_0$	2	0	-1	0
106	7.9	31	0	0	0	-1	2	161	1.4	67	0	2	2	0	2	
107	7.2	40	0	0	0	-1	1	162	39.6	91	0	2	2	0	1	
108	5.9	56	2					163	8.5	506	0					
109	5.3	64	3					164	7.7	16	0					
110	4.8	70	3	$a_1$	0	0	-1	0	165	7.1	24	1	2	2	0	0
111	3.7	84	0	0	2	0	2	166	6.2	36	0	2	1	0	2	
112	3.2	91	0					167	4.6	58	0					
113	2.1	805	2	0	2	0	1	168	3.9	67	1	2	1	0	1	
114	1.3	15	2	0	2	0	0	169	0.9	607	1	2	1	0	0	
115	88.9	46	2					170	0.1	18	0	2	0	0	2	
116	8.2	55	3	0	1	0	2	171	28.3	42	3	2	0	0	1	
117	7.3	66	3					172	7.1	58	4					
118	5.9	84	3	0	1	0	1	173	6.6	65	4	$C_0$	2	0	0	0
119	5.6	88	0					174	5.9	74	2	1	0	-1	2	
120	5.0	96	3	0	1	0	0	175	4.3	96	2	1	0	-1	1	
121	4.4	904	3					176	3.3	709	4	$b_1$	1	0	-1	0
122	3.6	14	1					177	1.7	31	0	1	2	0	2	
123	2.5	28	1	0	0	0	2	178	0.9	42	2	1	2	0	1	
124	1.8	37	1					179	19.0	67	2	1	2	0	0	
125	1.1	46	3	0	0	0	1	180	6.3	804	0	1	1	0	2	

Nr.	$\lambda$	$\nu$	Inten- sität	Bemerkungen					Nr.	$\lambda$	$\nu$	Inten- sität	Bemerkungen						
				$p'-p_0$	$p_0$	$q'-q_0$	$q_0$	$s$					$r'-r_0$	$p'-p_0$	$p_0$	$q'-q_0$	$q_0$	$s$	$r'-r_0$
181	5.4	16	0						201	0.8	31	0	0	0	0	2	0		
182	4.5	28	2	I	I	0	I		202	68.9	57	0	0	0	0	I	0		
183	3.5	42	0						203	8.5	63	0							
184	2.6	54	2	I	I	0	0		204	7.2	81	I	$A_2$	0	0	0	0		
185	2.0	62	2						205	53.8	671	I	$c_1$	2	0	-I	0		
186	1.2	73	0	I	0	0	2		206	1.3	706	0		2	2	0	I		
187	0.0	89	I						207	49.3	35	0		2	2	0	0		
188	08.9	904	4	I	0	0	I		208	7.1	66	0		2	I	0	I		
189	7.7	21	5	$B_1$	I	0	0		209	4.1	809	0		2	I	0	0		
190	7.0	30	2						210	3.0	25	0		2	0	0	2		
191	3.1	84	0						211	39.5	75	2	$C_1$	2	0	0	0		
192	2696.1	37080	I						212	8.5	89	0							
193	4.2	106	0	0	I	-I	0	0	213	27.8	38043	0							
194	3.0	22	0	0	0	-I	3	0	214	4.5	91	0							
195	1.5	43	0	0	0	-I	2	0	215	1.3	138	0	$b_2$	I	0	-I	0	0	
196	89.7	68	2	0	0	-I	I	0	216	11.4	282	0	$h_0'$	I	0	0	0	-I	
197	8.8	80	I	$a_0$	0	0	-I	0	0	217	01.3	431	2	$B_2$	I	0	0	0	0
198	3.4	255	0	0	I	0	0	-I											
199	78.2	327	0	$a_0'$	0	0	0	-I											
200	2.2	411	0	0	I	0	0	0											

Tabelle 2.

Vergleich zwischen den berechneten und den beobachteten Wellenzahlen der Bandkanten des Styroidampfspektrums.

$A_0$ -Serie

$$\nu = 34760 + 952(p' - p_0) - 72p_0 + 207(q' - q_0) - 23q_0 + 52s$$

$A_0 \quad p' - p_0 = 0 \quad q' - q_0 = 0 \quad (s = 0)$												
$q_0 = 0$		ber.	beob.	$q_0 = 1$		ber.	beob.	$q_0 = 2$		ber.	beob.	
$p_0 = 0$	34760	34760	(25)*	$p_0 = 0$	34737	34742	(23)	$p_0 = 0$	34714	34717	(21)	
$p_0 = 1$	34688	34682	(18)	$p_0 = 1$	34665	34664	(17)	$p_0 = 1$	34642	34640	(15)	
$p_0 = 2$	34616	34614	(13)	$p_0 = 2$	34593	34593	(11)	$p_0 = 2$	34570	34570	(9)	
$q_0 = 3$		ber.	beob.	$p' - p_0 = 0 \quad q' - q_0 = 0 \quad p_0 = 0$								
$p_0 = 0$		34691	34693	(19)	$q_0 = 0$		ber.	beob.	$q_0 = 1$		ber.	beob.
					$s = 1$	34812	34820	(30)	$s = 1$	34789	34786	(27)
					$s = 2$	34864	34867	(34)	$s = 2$	34841	34843	(32)
					$s = 3$	34916	34912	(38)	$s = 3$	34893	34895	(37)
${}^1a_0 \quad p' - p_0 = 0 \quad q' - q_0 = -1$												
$q_0 = 0$		ber.	beob.	$q_0 = 1$		ber.	beob.	$q_0 = 2$		ber.	beob.	
$p_0 = 0$	34553	34548	(8)	$p_0 = 0$	34530	34531	(7)	$p_0 = 0$	34507	34516	(6)	
$p_0 = 1$	34481	34458	(4)	$p_0 = 1$	34458	—	—	$p_0 = 1$	34435	—	—	

\* Die eingeklammerte Zahl zeigt die Nummer der Bande.

$B_0 \quad \lambda' - \lambda_0 = 1 \quad \eta' - \eta_0 = 0$								
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.
$\lambda_0 = 0$	35712	35711(104)	$\lambda_0 = 0$	35689	35687(102)	$\lambda_0 = 0$	35666	35664(101)
$\lambda_0 = 1$	35640	35634(98)	$\lambda_0 = 1$	35617	35617(97)	$\lambda_0 = 1$	35594	35588(95)
$\lambda_0 = 2$	35568	35563(93)	$\lambda_0 = 2$	35545	35549(91)	$\lambda_0 = 2$	35522	35517(89)

${}^1b_0 \quad \lambda' - \lambda_0 = 1 \quad \eta' - \eta_0 = -1$								
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.
$\lambda_0 = 0$	35505	35502(88)	$\lambda_0 = 0$	35482	35482(86)	$\lambda_0 = 0$	35459	35457(83)
$\lambda_0 = 1$	35433	35429(81)	$\lambda_0 = 1$	35410	35413(79)	$\lambda_0 = 1$	35387	35380(76)
$\lambda_0 = 2$	35361	35355(74)	$\lambda_0 = 2$	35338	35332(71)	$\lambda_0 = 2$	35315	35317(70)

${}^2b_0 \quad \lambda' - \lambda_0 = 1 \quad \eta' - \eta_0 = -2$								
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.
$\lambda_0 = 0$	35298	35289(68)	$\lambda_0 = 0$	35275	35273(67)	$\lambda_0 = 0$	35252	35254(65)
$\lambda_0 = 1$	35226	35212(63)	$\lambda_0 = 1$	35203	35200(62)	$\lambda_0 = 1$	35180	35180(60)
$\lambda_0 = 2$	35154	35150(57)	$\lambda_0 = 2$	35131	35127(54)	$\lambda_0 = 2$	35108	35113(53)

${}^3b_0 \quad \lambda' - \lambda_0 = 1 \quad \eta' - \eta_0 = -3$								
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.
$\lambda_0 = 0$	35091	35106(52)	$\lambda_0 = 0$	35068	35063(49)	$\lambda_0 = 0$	35045	35044(48)
$\lambda_0 = 1$	35019	35012(45)	$\lambda_0 = 1$	34996	34996(44)	$\lambda_0 = 1$	34973	34971(42)
$\lambda_0 = 2$	34947	34955(41)	$\lambda_0 = 2$	34924	34930(39)	$\lambda_0 = 2$	34901	—

$C_0 \quad \lambda' - \lambda_0 = 2 \quad \eta' - \eta_0 = 0$								
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.
$\lambda_0 = 0$	36664	36665(173)	$\lambda_0 = 0$	36641	36642(171)	$\lambda_0 = 0$	36618	36618(170)
$\lambda_0 = 1$	36592	36607(169)	$\lambda_0 = 1$	36569	36567(168)	$\lambda_0 = 1$	36546	36536(166)
$\lambda_0 = 2$	36520	36524(165)	$\lambda_0 = 2$	36497	36491(162)	$\lambda_0 = 2$	36474	36467(161)

${}^1c_0 \quad \lambda' - \lambda_0 = 2 \quad \eta' - \eta_0 = -1$								
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.
$\lambda_0 = 0$	36457	36456(160)	$\lambda_0 = 0$	36434	36444(159)	$\lambda_0 = 0$	36411	36411(157)
$\lambda_0 = 1$	36385	36363(155)	$\lambda_0 = 1$	36362	36353(154)	$\lambda_0 = 1$	36339	36340(153)
$\lambda_0 = 2$	36313	36307(152)	$\lambda_0 = 2$	36290	36283(150)	$\lambda_0 = 2$	36267	36269(149)

${}^2c_0 \quad \lambda' - \lambda_0 = 2 \quad \eta' - \eta_0 = -2$								
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.
$\lambda_0 = 0$	36250	36250(148)	$\lambda_0 = 0$	36227	36229(146)	$\lambda_0 = 0$	36204	36219(145)
$\lambda_0 = 1$	36178	36174(144)	$\lambda_0 = 1$	36155	36149(142)	$\lambda_0 = 1$	36132	36137(141)
$\lambda_0 = 2$	36106	36109(139)	$\lambda_0 = 2$	36083	36087(137)	$\lambda_0 = 2$	36060	36063(135)

A<sub>1</sub>-Serie

$$\nu = 35971 + 952(p' - p_0) - 72p_0 + 207(q' - q_0) - 23q_0$$

A <sub>1</sub> p' - p <sub>0</sub> = 0 q' - q <sub>0</sub> = 0								
q <sub>0</sub> = 0	ber.	beob.	q <sub>0</sub> = 1	ber.	beob.	q <sub>0</sub> = 2	ber.	beob.
p <sub>0</sub> = 0	35971	35971(127)	p <sub>0</sub> = 0	35948	35946(125)	p <sub>0</sub> = 0	35925	35928(123)
p <sub>0</sub> = 1	35899	35896(120)	p <sub>0</sub> = 1	35876	35884(118)	p <sub>0</sub> = 1	35853	35855(116)
p <sub>0</sub> = 2	35827	35815(114)	p <sub>0</sub> = 2	35804	35805(113)	p <sub>0</sub> = 2	35781	35784(111)
a <sub>1</sub> p' - p <sub>0</sub> = 0 q' - q <sub>0</sub> = -1								
q <sub>0</sub> = 0	ber.	beob.	q <sub>0</sub> = 1	ber.	beob.	q <sub>0</sub> = 2	ber.	beob.
p <sub>0</sub> = 0	35764	35770(110)	p <sub>0</sub> = 0	35741	35740(107)	p <sub>0</sub> = 0	35718	35731(106)
B <sub>1</sub> p' - p <sub>0</sub> = 1 q' - q <sub>0</sub> = 0								
q <sub>0</sub> = 0	ber.	beob.	q <sub>0</sub> = 1	ber.	beob.	q <sub>0</sub> = 2	ber.	beob.
p <sub>0</sub> = 0	36923	36921(189)	p <sub>0</sub> = 0	36900	36904(188)	p <sub>0</sub> = 0	36877	36873(186)
p <sub>0</sub> = 1	36851	36854(184)	p <sub>0</sub> = 1	36828	36828(182)	p <sub>0</sub> = 1	36805	36804(180)
p <sub>0</sub> = 2	36779	36767(179)	p <sub>0</sub> = 2	36756	36742(178)	p <sub>0</sub> = 2	36733	36731(177)
b <sub>1</sub> p' - p <sub>0</sub> = 1 q' - q <sub>0</sub> = -1								
q <sub>0</sub> = 0	ber.	beob.	q <sub>0</sub> = 1	ber.	beob.	q <sub>0</sub> = 2	ber.	beob.
p <sub>0</sub> = 0	36716	36709(176)	p <sub>0</sub> = 0	36693	36696(175)	p <sub>0</sub> = 0	36670	36674(174)
C <sub>1</sub> p' - p <sub>0</sub> = 2 q' - q <sub>0</sub> = 0								
q <sub>0</sub> = 0	ber.	beob.	q <sub>0</sub> = 1	ber.	beob.	q <sub>0</sub> = 2	ber.	beob.
p <sub>0</sub> = 0	37875	37875(211)	p <sub>0</sub> = 0	37852	—	p <sub>0</sub> = 0	37829	37825(210)
p <sub>0</sub> = 1	37803	37809(209)	p <sub>0</sub> = 1	37780	37766(208)	p <sub>0</sub> = 1	37757	—
p <sub>0</sub> = 2	37731	37735(207)	p <sub>0</sub> = 2	37708	37706(206)	p <sub>0</sub> = 2	37685	—
c <sub>1</sub> p' - p <sub>0</sub> = 2 q' - q <sub>0</sub> = -1								
q <sub>0</sub> = 0	ber.	beob.	q <sub>0</sub> = 0	ber.	beob.	q <sub>0</sub> = 0	ber.	beob.
p <sub>0</sub> = 0	37668	37671(205)	p <sub>0</sub> = 0	37645	—	p <sub>0</sub> = 0	37622	—

A<sub>2</sub>-Serie

$$\nu = 37481 + 950(p' - p_0) - 72p_0 + 297(q' - q_0) - 23q_0 + 151(r' - r_0)$$

A <sub>2</sub> p' - p <sub>0</sub> = 0 q' - q <sub>0</sub> = 0 r' - r <sub>0</sub> = 0								
q <sub>0</sub> = 0	ber.	beob.	q <sub>0</sub> = 1	ber.	beob.	q <sub>0</sub> = 2	ber.	beob.
p <sub>0</sub> = 0	37481	37481(204)	p <sub>0</sub> = 0	37458	37457(202)	p <sub>0</sub> = 0	37435	37431(201)
p <sub>0</sub> = 1	37409	37411(200)	p <sub>0</sub> = 0	37386	—	p <sub>0</sub> = 1	37363	—



$a_2 \quad p' - p_0 = 0 \quad q' - q_0 = -1 \quad r' - r_0 = 0$								
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	37184	37180(197)	$p_0 = 0$	37161	37168(196)	$p_0 = 0$	37138	37143(195)
$p_0 = 1$	37112	37106(193)	$p_0 = 1$	37089	—	$p_0 = 1$	37066	—

$a_2' \quad p' - p_0 = 0 \quad q' - q_0 = 0 \quad r' - r_0 = -1$								
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	37330	37327(199)	$p_0 = 0$	37307	—	$p_0 = 0$	37284	—
$p_0 = 1$	37258	37255(198)	$p_0 = 1$	37235	—	$p_0 = 1$	37212	—

$R_2 \quad p' - p_0 = 1 \quad q' - q_0 = 0 \quad r' - r_0 = 0$								
$q_0 = 0$	ber.	b. ob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	38431	38431(217)	$p_0 = 0$	37408	—	$p_0 = 0$	37385	—

$b_2 \quad p' - p_0 = 1 \quad q' - q_0 = -1 \quad r' - r_0 = 0$								
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	38134	38138(215)	$p_0 = 0$	38111	—	$p_0 = 0$	38088	—

$b_2' \quad p' - p_0 = 1 \quad q' - q_0 = 0 \quad r' - r_0 = -1$								
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	38280	38282(216)	$p_0 = 0$	38257	—	$p_0 = 0$	38234	—

Tabelle 4.

Liste der Absorptionsbanden des Phenylazetylendampfes

Nr.	$\lambda$	$\nu$	Inten- sität	Bemerkungen					Nr.	$\lambda$	$\nu$	Inten- sität	Bemerkungen					
				$p' - p_0$	$p_0$	$q' - q_0$	$q_0$	$r' - r_0$					$p' - p_0$	$p_0$	$q' - q_0$	$q_0$	$r' - r_0$	
1	2841.5	35182	0	0	3	-2	0	0	16	33	89	1	0	1	-1	0	0	
2	36.1	249	0	0	2	-2	0	0	17	2.7	97	0	0	0	0	0	0	
3	1.0	313	0	0	1	-2	0	0	18	0.5	825	1	0	0	-1	1	0	
4	26.5	69	0	$2a_0$	0	0	-2	0	19	88.9	46	0	0	0	0	0	0	
5	3.3	409	0	0	0	0	0	0	20	7.1	69	2	$1a_0$	0	0	-1	0	0
6	0.1	49	0	0	5	-1	1	0	21	5.9	84	0	0	6	0	0	0	
7	17.5	82	0	0	5	-1	0	0	22	3.0	922	0	0	0	0	0	0	
8	3.4	534	0	0	4	-1	1	0	23	79.4	68	0	0	5	0	0	0	
9	0.0	77	0	0	4	-1	0	0	24	5.9	36014	0	0	4	0	1	0	
10	05.6	632	0	0	3	-1	0	0	25	3.7	42	0	0	4	0	0	0	
11	3.0	66	0	0	0	0	0	0	26	2.1	63	0	0	0	0	0	0	
12	0.9	92	0	0	2	-1	1	0	27	69.6	96	0	0	3	0	1	0	
13	2798.9	718	1	0	2	-1	0	0	28	7.5	123	1	0	3	0	0	0	
14	6.0	55	1	0	1	-1	1	0	29	4.9	57	0	0	0	0	0	0	
15	4.7	71	0	0	0	0	0	0	30	4.0	69	2	0	2	0	1	0	

Nr.	$\lambda$	$\nu$	Inten- sität	Bemerkungen					Nr.	$\lambda$	$\nu$	Inten- sität	Bemerkungen					
				$p' - p_0$	$p_0$	$q' - q_0$	$q_0$	$r' - r_0$					$p' - p_0$	$p_0$	$q' - q_0$	$q_0$	$r' - r_0$	
31	3.3	78	0						86	1.0	88	1						
32	2.4	90	2						87	0.1	301	10	$B_0$	1	0	0	0	0
33	1.1	207	5	0	2	0	0	0	88	79.2	14	0						
34	0.5	15	0						89	8.0	30	3		1	3	0	0	0
35	59.3	30	1						90	7.5	37	0						
36	8.6	40	2	0	1	0	1	0	91	5.4	67	0		1	2	0	1	0
37	7.8	50	0						92	3.1	99	2		1	2	0	0	0
38	6.8	63	0						93	0.9	429	0		1	1	0	1	0
39	5.7	78	7	0	1	0	0	0	94	67.6	76	3		1	1	0	0	0
40	5.0	87	0						95	4.9	514	3		1	0	0	1	0
41	4.0	300	1						96	2.3	50	5	$B_1$	1	0	0	0	0
42	3.4	08	8						97	1.7	59	0						
43	2.4	21	8	0	0	0	1	0	98	57.4	620	1		2	2	-1	0	0
44	1.7	30	1						99	3.3	78	1		2	1	-1	1	0
45	0.9	41	1						100	49.0	739	1		2	0	-1	1	0
46	0.5	46	9						101	6.3	77	1	$c_0$	2	0	-1	0	0
47	0.2	50	9	$A_0$	0	0	0	0	102	4.1	809	0						
48	49.1	65	0	0	1	0	0	-1	103	2.1	37	0		2	2	-1	1	0
49	4.5	426	2	$a_1'$	0	0	0	-1	104	38.7	86	1		2	2	-1	0	0
50	4.0	32	0	0	2	0	0	0	105	5.8	928	1		2	1	-1	0	0
51	1.6	64	0						106	2.8	71	0		2	0	-1	1	0
52	38.7	503	1	0	1	0	1	0	107	0.1	38010	0						
53	7.9	14	2	0	1	0	0	0	108	29.9	13	2	$c_1$	2	0	-1	0	0
54	6.4	34	0						109	7.7	45	0						
55	5.6	44	0						110	4.3	94	0						
56	4.4	60	2	0	0	0	1	0	111	3.3	109	2		2	2	0	0	0
57	3.3	75	0						112	17.7	90	2		2	1	0	0	0
58	2.1	91	3	$A_1$	0	0	0	0	113	6.6	206	2		2	0	0	1	0
59	1.7	96	0						114	3.9	46	1						
60	29.4	627	0	1	2	-1	1	0	115	3.2	56	5	$C_0$	2	0	0	0	0
61	7.2	57	0	1	2	-1	0	0	116	2.7	63	3						
62	4.1	99	0						117	2.0	73	0						
63	3.7	704	0						118	1.6	79	1		2	3	0	0	0
64	1.7	31	1	1	1	-1	1	0	119	7.6	334	1						
65	19.4	62	1	1	1	-1	0	0	120	7.2	44	1		2	2	0	0	0
66	5.7	812	1	1	0	-1	1	0	121	5.8	64	0						
67	4.8	24	2	$b_0$	1	0	-1	0	122	2.5	413	2		2	1	0	0	0
68	3.1	47	0						123	2599.6	56	3		2	0	0	1	0
69	08.4	911	0	1	2	-1	0	0	124	8.4	74	0						
70	3.1	84	2	1	1	-1	0	0	125	6.9	96	3	$C_1$	2	0	0	0	0
71	2.2	96	0						126	80.5	741	0	$d_0$	3	0	-1	0	0
72	2699.8	37029	2	1	0	-1	1	0	127	70.7	888	1		3	1	0	0	0
73	7.6	59	0						128	68.0	929	1		3	0	-1	1	0
74	6.5	74	4	$b_1$	1	0	-1	0	129	5.8	63	1	$d_1$	3	0	-1	0	0
75	5.9	82	0						130	57.9	39083	0						
76	4.3	104	1	1	0	0	1	-1	131	2.6	164	2		3	0	0	1	0
77	1.7	40	5	$b_0'$	1	0	0	-1	132	49.3	215	2	$D_0$	3	0	0	0	0
78	89.8	66	2	1	2	0	0	0	133	8.4	29	0		3	3	0	0	0
79	7.6	97	1	1	1	0	1	0	134	3.0	312	0		3	2	0	0	0
80	6.6	211	0						135	37.4	99	2		3	1	0	0	0
81	5.3	29	7	1	1	0	0	0	136	3.9	453	2	$D_1$	3	0	0	0	0
82	4.7	37	0						137	19.8	674	0						
83	3.6	52	7						138	7.6	708	0	$e_0$	4	0	-1	0	0
84	3.1	59	7						139	03.9	926	0	$e_1$	4	0	-1	0	0
85	2.3	70	7	1	0	0	1	0	140	2487.9	40182	0	$E_0$	4	0	0	0	0
									141	73.1	423	0	$E_1$	4	0	0	0	0

Verschwoonen

Tabelle 5.

Vergleich der berechneten und der beobachteten Wellenzahlen der Bandkanten des Phenylazetyldampfspektrums.

$A_0$ -Serie

$$\nu = 36350 + 954(\rho' - \rho_0) - 75\rho_0 + 482(q' - q_0) - 33q_0 + 164(r' - r_0)$$

$A_0 \quad \rho' - \rho_0 = 0 \quad q' - q_0 = 0 \quad r' - r_0 = 0$				$b_0' \quad \rho' - \rho_0 = 1 \quad q' - q_0 = 0 \quad r' - r_0 = -1$							
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$\rho_0 = 0$	36350	36350(47)	$\rho_0 = 0$	36317	36321(43)	$\rho_0 = 0$	37140	37140(77)	$\rho_0 = 0$	37107	37104(76)
$\rho_0 = 1$	36275	36278(39)	$\rho_0 = 1$	36242	36240(36)						
$\rho_0 = 2$	36200	36207(33)	$\rho_0 = 2$	36167	36169(30)	$C_0 \quad \rho' - \rho_0 = 2 \quad q' - q_0 = 0 \quad r' - r_0 = 0$					
$\rho_0 = 3$	36125	36123(28)	$\rho_0 = 3$	36092	36096(27)	$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$\rho_0 = 4$	36050	36042(25)	$\rho_0 = 4$	36017	36014(24)	$\rho_0 = 0$	38258	38256(115)	$\rho_0 = 0$	38225	38206(113)
$\rho_0 = 5$	35975	35968(23)	$\rho_0 = 5$	35942	—	$\rho_0 = 1$	38183	38190(112)	$\rho_0 = 1$	38150	—
$\rho_0 = 6$	35900	35984(21)	$\rho_0 = 6$	35867	—	$\rho_0 = 2$	38108	38109(111)	$\rho_0 = 2$	38075	—
${}^1a_0 \quad \rho' - \rho_0 = 0 \quad q' - q_0 = -1 \quad r' - r_0 = 0$				$c_0 \quad \rho' - \rho_0 = 2 \quad q' - q_0 = -1 \quad r' - r_0 = 0$							
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$\rho_0 = 0$	35868	35869(20)	$\rho_0 = 0$	35835	35825(18)	$\rho_0 = 0$	37776	37777(101)	$\rho_0 = 0$	37743	37739(100)
$\rho_0 = 1$	35793	35789(16)	$\rho_0 = 1$	35760	35755(14)	$\rho_0 = 1$	37701	—	$\rho_0 = 1$	37668	37678(99)
$\rho_0 = 2$	35718	35718(13)	$\rho_0 = 2$	35685	35692(12)	$\rho_0 = 2$	37626	37620(98)	$\rho_0 = 2$	37593	—
$\rho_0 = 3$	35643	35632(10)	$\rho_0 = 3$	35610	—	$D_0 \quad \rho' - \rho_0 = 3 \quad q' - q_0 = 0 \quad r' - r_0 = 0$					
$\rho_0 = 4$	35568	35577(9)	$\rho_0 = 4$	35535	35534(8)	$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$\rho_0 = 5$	35493	35482(7)	$\rho_0 = 5$	35460	35449(6)	$\rho_0 = 0$	39212	39215(132)	$\rho_0 = 0$	39179	39164(131)
${}^2a_0 \quad \rho' - \rho_0 = 0 \quad q' - q_0 = -2 \quad r' - r_0 = 0$				$d_0 \quad \rho' - \rho_0 = 3 \quad q' - q_0 = -1 \quad r' - r_0 = 0$							
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 0$ <th>ber.</th> <th>beob.</th> <th><math>q_0 = 1</math></th> <th>ber.</th> <th>beob.</th>	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$\rho_0 = 0$	35386	35369(4)	$\rho_0 = 0$	35353	—	$\rho_0 = 0$	38730	38741(126)	$\rho_0 = 0$	38697	—
$\rho_0 = 1$	35311	35313(3)	$\rho_0 = 1$	35278	—	$E_0 \quad \rho' - \rho_0 = 4 \quad q' - q_0 = 0 \quad r' - r_0 = 0$					
$\rho_0 = 2$	35236	35249(2)	$\rho_0 = 2$	35203	—	$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$\rho_0 = 3$	35161	35182(1)	$\rho_0 = 3$	35128	—	$\rho_0 = 0$	40166	40182(140)	$\rho_0 = 0$	40133	—
$B_0 \quad \rho' - \rho_0 = 1 \quad q' - q_0 = 0 \quad r' - r_0 = 0$				$e_0 \quad \rho' - \rho_0 = 4 \quad q' - q_0 = -1 \quad r' - r_0 = 0$							
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$\rho_0 = 0$	37304	37301(87)	$\rho_0 = 0$	37271	37270(85)	$\rho_0 = 0$	39684	39708(138)	$\rho_0 = 0$	39651	—
$\rho_0 = 1$	37229	37229(81)	$\rho_0 = 1$	37196	37197(79)	$f_0 \quad \rho' - \rho_0 = 1 \quad q' - q_0 = 0 \quad r' - r_0 = 0$					
$\rho_0 = 2$	37154	37166(78)	$\rho_0 = 2$	37121	—	$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
${}^1b_0 \quad \rho' - \rho_0 = 1 \quad q' - q_0 = -1 \quad r' - r_0 = 0$				$g_0 \quad \rho' - \rho_0 = 1 \quad q' - q_0 = 0 \quad r' - r_0 = 0$							
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$\rho_0 = 0$	36822	36824(67)	$\rho_0 = 0$	36789	36812(66)	$\rho_0 = 0$	36747	36762(65)	$\rho_0 = 0$	36714	36731(64)
$\rho_0 = 1$	36747	36762(65)	$\rho_0 = 1$	36714	36731(64)	$\rho_0 = 1$	36672	36657(61)	$\rho_0 = 1$	36639	36627(60)
$\rho_0 = 2$	36672	36657(61)	$\rho_0 = 2$	36639	36627(60)	$h_0 \quad \rho' - \rho_0 = 1 \quad q' - q_0 = 0 \quad r' - r_0 = 0$					

A<sub>1</sub>-Serie

$$\nu = 36591 + 954(\rho' - \rho_0) - 75\rho_0 + 482(q' - q_0) - 33q_0 + 165(r' - r_0)$$

A <sub>1</sub> ρ' - ρ <sub>0</sub> = 0 q' - q <sub>0</sub> = 0 r' - r <sub>0</sub> = 0				c <sub>1</sub> ρ' - ρ <sub>0</sub> = 2 q' - q <sub>0</sub> = -1 r' - r <sub>0</sub> = 0							
q <sub>0</sub> = 0	ber.	beob.	1q <sub>0</sub> = 0	ber.	beob.	q <sub>0</sub> = 0	ber.	beob.	q <sub>0</sub> = 1	ber.	beob.
ρ <sub>0</sub> = 0	36591	36591(58)	ρ <sub>0</sub> = 0	36558	36560(56)	ρ <sub>0</sub> = 0	38017	38013(108)	ρ <sub>0</sub> = 0	37984	37971(106)
ρ <sub>0</sub> = 1	36516	36514(53)	ρ <sub>0</sub> = 1	36483	36503(52)	ρ <sub>0</sub> = 1	37942	37928(105)	ρ <sub>0</sub> = 1	37909	—
ρ <sub>0</sub> = 2	36441	36432(50)	ρ <sub>0</sub> = 2	36408	—	ρ <sub>0</sub> = 2	37867	37886(104)	ρ <sub>0</sub> = 2	37834	37837(103)
a <sub>1</sub> ρ' - ρ <sub>0</sub> = 0 q' - q <sub>0</sub> = 0 r' - r <sub>0</sub> = -1				D <sub>1</sub> ρ' - ρ <sub>0</sub> = 3 q' - q <sub>0</sub> = 0 r' - r <sub>0</sub> = 0							
q <sub>0</sub> = 0	ber.	beob.	q <sub>0</sub> = 1	ber.	beob.	q <sub>0</sub> = 0	ber.	beob.	q <sub>0</sub> = 1	ber.	beob.
ρ <sub>0</sub> = 0	36426	36426(49)	ρ <sub>0</sub> = 0	36393	—	ρ <sub>0</sub> = 0	39453	39453(136)	ρ <sub>0</sub> = 0	39420	—
ρ <sub>0</sub> = 1	36351	36365(48)	ρ <sub>0</sub> = 1	36318	—	ρ <sub>0</sub> = 1	39378	39399(135)	ρ <sub>0</sub> = 1	39345	—
B <sub>1</sub> ρ' - ρ <sub>0</sub> = 1 q' - q <sub>0</sub> = 0 r' - r <sub>0</sub> = 0				d <sub>1</sub> ρ' - ρ <sub>0</sub> = 3 q' - q <sub>0</sub> = -1 r' - r <sub>0</sub> = 0							
q <sub>0</sub> = 0	ber.	beob.	q <sub>0</sub> = 1	ber.	beob.	q <sub>0</sub> = 0	ber.	beob.	q <sub>0</sub> = 1	ber.	beob.
ρ <sub>0</sub> = 0	37545	37550(96)	ρ <sub>0</sub> = 0	37512	37514(95)	ρ <sub>0</sub> = 0	38971	38963(129)	ρ <sub>0</sub> = 0	38938	38929(128)
ρ <sub>0</sub> = 1	37470	37476(94)	ρ <sub>0</sub> = 1	37437	37429(93)	ρ <sub>0</sub> = 1	38896	38888(127)	ρ <sub>0</sub> = 1	38863	—
ρ <sub>0</sub> = 2	37395	37399(92)	ρ <sub>0</sub> = 2	37362	37367(91)						
ρ <sub>0</sub> = 3	37320	37330(89)	ρ <sub>0</sub> = 3	37287	—						
b <sub>1</sub> ρ' - ρ <sub>0</sub> = 1 q' - q <sub>0</sub> = -1 r' - r <sub>0</sub> = 0				E <sub>1</sub> ρ' - ρ <sub>0</sub> = 4 q' - q <sub>0</sub> = 0 r' - r <sub>0</sub> = 0							
q <sub>0</sub> = 0	ber.	beob.	q <sub>0</sub> = 1	ber.	beob.	q <sub>0</sub> = 0	ber.	beob.	q <sub>0</sub> = 1	ber.	beob.
ρ <sub>0</sub> = 0	37063	37074(74)	ρ <sub>0</sub> = 0	37030	37029(72)	ρ <sub>0</sub> = 0	40407	40423(141)	ρ <sub>0</sub> = 0	40374	—
ρ <sub>0</sub> = 1	36988	36984(70)	ρ <sub>0</sub> = 1	36955	—						
ρ <sub>0</sub> = 2	36913	36911(69)	ρ <sub>0</sub> = 2	36880	—						
C <sub>1</sub> ρ' - ρ <sub>0</sub> = 2 q' - q <sub>0</sub> = 0 r' - r <sub>0</sub> = 0				e <sub>1</sub> ρ' - ρ <sub>0</sub> = 4 q' - q <sub>0</sub> = -1 r' - r <sub>0</sub> = 0							
q <sub>0</sub> = 0	ber.	beob.	q <sub>0</sub> = 1	ber.	beob.	q <sub>0</sub> = 0	ber.	beob.	q <sub>0</sub> = 0	ber.	beob.
ρ <sub>0</sub> = 0	38499	38496(125)	ρ <sub>0</sub> = 0	38466	38456(123)	ρ <sub>0</sub> = 0	39925	39926(139)	ρ <sub>0</sub> = 0	39892	—
ρ <sub>0</sub> = 1	38424	38413(122)	ρ <sub>0</sub> = 1	38391	—						
ρ <sub>0</sub> = 2	38349	38344(120)	ρ <sub>0</sub> = 2	38316	—						
ρ <sub>0</sub> = 3	38274	38279(118)	ρ <sub>0</sub> = 3	38241	—						

Tabelle 6.

Liste der Absorptionsbanden des Äthylbenzoldampfes.

Nr.	λ	ν	Bemerkungen				Nr.	λ	ν	Bemerkungen			
			ρ' - ρ <sub>0</sub>	ρ <sub>0</sub>	q' - q <sub>0</sub>	q <sub>0</sub>				ρ' - ρ <sub>0</sub>	ρ <sub>0</sub>	q' - q <sub>0</sub>	q <sub>0</sub>
1	2663.7	37531					6	28.3	38036				
2	61.2	66					7	6.2	66				
3	59.4	91	A <sub>0</sub>	0	0	0	8	3.9	100				
4	47.1	766	2a <sub>1</sub>	0	0	-2	9	2.0	27	A <sub>1</sub>	0	0	0
5	34.4	948	1a <sub>1</sub>	0	0	-1	10	08.5	325	b <sub>0</sub>	1	0	-1

Nr.	$\lambda$	$\nu$	Bemerkungen				Nr.	$\lambda$	$\nu$	Bemerkungen					
			$p'-p_0$	$p_0$	$q'-q_0$	$q_0$				$p'-p_0$	$p_0$	$q'-q_0$	$q_0$		
11	2599.0	65					26	18.2	99	$B_2$	1	0			
12	6.2	506				27	2.3	792	$c_1$	2	0	-1	0		
13	4.9	26	$E_0$	1	0	0	0	28	01.0	972	$C_1$	2	0	0	0
14	88.9	615				29	2479.6	40317							
15	2.3	714				30	5.6	82	$D_0$	3	0	0	0		
16	78.1	77	$A_2$	0	0	31	1.1	456							
17	2.4	863	$b_1$	1	0	-1	0	32	60.0	638	$C_2$	2	0		
18	64.7	979				33	44.2	902	$D_1$	3	0	0	0		
19	0.1	39049	$B_1$	1	0	0	0	34	19.3	41322	$E_0$	4	0	0	0
20	47.7	239	$c_0$	2	0	-1	0	35	5.9	80					
21	37.7	394				36	05.3	562	$D_2$	3	0				
22	5.6	427				37	2389.3	839	$E_1$	4	0	0	0		
23	3.9	53	$C_0$	2	0	0	0	38	63.4	42299					
24	28.4	539				39	52.1	502	$E_2$	4	0				
25	2.3	634													

Tabelle 7.

Vergleich der berechneten und beobachteten Wellenzahlen der Bandkanten des Äthylbenzoldampfspektrums

$A_0$ -Serie

$$\nu = 37591 + 932(p' - p_0) - 64p_0 + 207(q' - q_0) - 24q_0$$

$A_0$ $p'-p_0=0$ $q'-q_0=0$				$b_0$ $p'-p_0=1$ $q'-q_0=-1$				
$q_0=0$	ber.	beob.		$q_0=0$	ber.	beob.		
$p_0=0$	37591	37591 (3)	$q_0=1$	ber.	beob.	$q_0=1$	ber.	beob.
$p_0=1$	37527	37531 (1)	$p_0=0$	37567	37566 (2)	$p_0=0$	38292	—
			$p_0=1$	37503	—			

$B_0$ $p'-p_0=1$ $q'-q_0=0$				$C_0$ $p'-p_0=2$ $q'-q_0=0$				
$q_0=0$	ber.	beob.		$q_0=0$	ber.	beob.		
$p_0=0$	38523	38526(13)	$q_0=1$	ber.	beob.	$q_0=1$	ber.	beob.
$p_0=1$	38459	38465(11)	$p_0=0$	38499	38506(12)	$p_0=0$	39431	39427(22)
			$p_0=1$	38435	—	$p_0=1$	39367	—

$A_1$ -Serie

$$\nu = 38127 + 924(p' - p_0) - 64p_0 + 182(q' - q_0) - 24q_0$$

$A_1$ $p'-p_0=0$ $q'-q_0=0$				$a_2$ $p'-p_0=0$ $q'-q_0=-2$				
$q_0=0$	ber.	beob.		$q_0=0$	ber.	beob.		
$p_0=0$	38127	38127 (9)	$q_0=1$	ber.	beob.	$q_0=1$	ber.	beob.
$p_0=1$	38003	38066 (7)	$p_0=0$	38103	38100 (8)	$p_0=0$	37739	—
			$p_0=1$	38039	38036 (6)			

$a_1$ $p'-p_0=0$ $q'-q_0=-1$				$B_1$ $p'-p_0=1$ $q'-q_0=0$				
$q_0=0$	ber.	beob.		$q_0=0$	ber.	beob.		
$p_0=0$	37945	37948 (5)	$q_0=1$	ber.	beob.	$q_0=1$	ber.	beob.
			$p_0=0$	37921	—	$p_0=0$	39027	—
						$p_0=1$	38963	—



Nr.	$\lambda$	$\nu$	Inten- sität	Bemerkungen					Nr.	$\lambda$	$\nu$	Inten- sität	Bemerkungen						
				$p'-p_0$	$p_0$	$q'-q_0$	$q_0$	$r'-r_0$					$p'-p_0$	$p_0$	$q'-q_0$	$q_0$	$r'-r_0$		
46	3.0	19	8		0	0	0	1	0	101	8.7	93	1						
47	2.3	27	8	$A_0$	0	0	0	0	0	102	7.9	103	1						
48	1.0	42	0		0	4	-1	1	0	103	7.0	14	3	$a_1^1$	0	0	1	0	0
49	09.3	62	1		0	4	-1	0	0	104	6.1	25	0		1	3	0	2	0
50	8.4	73	1							105	5.2	37	0		1	3	0	1	0
51	7.7	81	0		0	3	-1	1	0	106	3.8	53	1		1	3	0	0	0
52	5.4	409	2		0	3	-1	0	0	107	3.0	64	1						
53	2.4	44	1		0	2	-1	0	0	108	2.4	71	1		1	2	0	2	0
54	1.6	54	1		0	1	-1	2	0	109	1.5	82	0		1	2	0	1	0
55	0.8	63	0		0	1	-1	1	0	110	0.0	201	4		1	2	0	0	0
56	2898.8	87	3		0	1	-1	0	0	111	38.7	17	3		1	1	0	2	0
57	7.5	502	1							112	7.8	28	0		1	1	0	1	0
58	6.8	11	2		0	0	-1	1	0	113	6.9	39	4		1	1	0	0	0
59	6.0	20	2							114	5.8	53	2		1	0	0	2	0
60	5.3	29	4	$a_1$	0	0	-1	0	0	115	4.8	66	8		1	0	0	1	0
61	3.9	45	0		0	1	0	0	-1	116	3.6	80	10	$B_0$	1	0	0	0	0
62	3.2	54	0		0	0	0	2	-1	117	2.4	95	5		0	1	-1	0	0
63	2.3	64	0							118	2.0	300	5		0	0	-1	2	0
64	1.0	80	0		0	0	0	1	-1	119	1.1	12	1						
65	0.1	91	2	$a_1'$	0	0	0	0	-1	120	0.3	22	5		0	0	-1	1	0
66	89.1	603	0							121	29.4	33	1						
67	7.2	26	0		0	4	0	2	0	122	9.0	38	5	$a_2$	0	0	-1	0	0
68	6.3	36	0		0	4	0	1	0	123	7.2	60	1		0	2	0	1	-1
69	3.6	69	0		0	4	0	0	0	124	5.5	82	1		0	2	0	0	-1
70	2.9	77	1		0	3	0	1	0	125	4.1	99	1		0	1	0	1	-1
71	1.7	92	1		0	3	0	0	0	126	2.9	414	1		0	1	0	0	-1
72	0.2	710	0		0	2	0	2	0	127	1.1	37	2		0	0	0	1	-1
73	79.3	21	0		0	2	0	1	0	128	19.0	63	4	$a_2'$	0	0	0	0	-1
74	7.9	37	5		0	2	0	0	0	129	7.5	82	4	$b_1$	1	0	-1	0	0
75	6.6	53	5		0	1	0	2	0	130	6.5	95	0		1	1	0	1	-1
76	5.3	69	1		0	1	0	1	0	131	5.5	507	1		1	1	0	0	-1
77	4.6	77	8		0	1	0	0	0	132	4.1	25	1		1	0	0	1	-1
78	3.3	93	8		0	0	0	2	0	133	3.5	32	3						
79	2.3	805	4		0	0	0	1	0	134	2.4	46	3	$b_1'$	1	0	0	0	-1
80	1.0	21	10	$A_1$	0	0	0	0	0	135	1.9	53	0		0	1	0	2	0
81	0.0	33	9							136	0.5	70	0		0	1	0	1	0
82	68.9	46	0							137	0.0	77	5						
83	7.9	59	0		1	2	-1	2	0	138	09.5	83	5		0	1	0	0	0
84	6.5	76	1		1	2	-1	1	0	139	8.9	91	0		0	0	0	2	0
85	5.0	94	2		1	2	-1	0	0	140	8.1	601	2						
86	2.6	923	0		1	1	-1	2	0	141	7.2	12	2		0	0	0	1	0
87	1.8	33	0		1	1	-1	1	0	142	6.0	27	7	$A_2$	0	0	0	0	0
88	0.8	45	2		1	1	-1	0	0	143	4.8	43	0		1	3	0	1	0
89	59.2	65	0		1	0	-1	2	0	144	3.9	54	0		1	3	0	0	0
90	8.5	73	3		1	0	-1	1	0	145	3.4	60	0		1	2	0	2	0
91	7.9	80	4							146	2.7	69	0						
92	7.2	89	7	$b_0$	1	0	-1	0	0	147	2.0	78	0		1	2	0	1	0
93	6.1	35003	1		1	1	0	1	-1	148	1.2	88	5						
94	4.9	17	3		1	1	0	0	-1	149	0.5	97	5		1	2	0	0	0
95	3.8	31	2		1	0	0	1	-1	150	0.0	704	0		1	1	0	2	0
96	3.0	41	2							151	2799.2	14	1		1	1	0	1	0
97	2.4	48	3	$b_0'$	1	0	0	0	-1	152	8.5	23	0						
98	1.3	61	0		0	1	1	1	0	153	8.0	29	0						
99	0.4	73	1		0	1	1	0	0	154	7.7	33	3						
100	49.5	84	2		0	0	1	2	0	155	6.8	45	5		1	1	0	0	0

Nr.	$\lambda$	$\nu$	Inten- sität	Bemerkungen					Nr.	$\lambda$	$\nu$	Inten- sität	Bemerkungen						
				$p'-p_0$	$p_0$	$q'-q_0$	$q_0$	$r'-r_0$					$p'-p_0$	$p_0$	$q'-q_0$	$q_0$	$r'-r_0$		
156	5.9	56	2		1	0	0	2	0	211	4.9	88	5	$b_2$	1	0	-1	0	0
157	5.4	63	1							212	3.9	301	0		1	2	0	2	0
158	4.8	70	8		1	0	0	1	0	213	3.7	04	0		1	2	0	1	0
159	4.3	77	0							214	2.6	19	0		1	2	0	0	0
160	4.0	80	8	$B_1$	1	0	0	0	0	215	1.4	34	0		1	1	0	2	-1
161	3.1	92	1							216	0.5	46	2		1	1	0	1	-1
162	2.2	804	0							217	49.3	62	2		1	1	0	0	-1
163	1.7	10	0							218	8.0	79	0		1	0	0	2	-1
164	1.1	18	1		2	2	-1	2	0	219	7.2	90	0		1	0	0	1	-1
165	0.0	32	2		2	2	-1	1	0	220	5.9	407	4	$b_2'$	1	0	0	0	-1
166	89.4	39	0							221	5.2	16	1		2	0	-1	1	0
167	8.9	46	0		2	2	-1	0	0	222	4.6	24	3	$c_1$	2	0	-1	0	0
168	7.5	64	0		2	1	-1	2	0	223	3.7	36	0		2	1	0	1	-1
169	6.9	72	1		2	1	-1	1	0	224	3.0	46	0						
170	6.3	79	0							225	2.1	58	1		2	1	0	0	-1
171	5.4	91	1		2	1	-1	0	0	226	1.7	63	0		2	0	0	2	-1
172	4.7	900	0							227	0.9	74	0		2	0	0	1	-1
173	3.9	10	0		2	0	-1	2	0	228	0.0	86	2	$c_1'$	2	0	0	0	-1
174	3.4	17	0							229	39.3	95	1		1	2	0	0	0
175	2.7	26	0		2	0	-1	1	0	230	8.6	504	1		1	1	0	2	0
176	2.0	35	3	$c_0$	2	0	-1	0	0	231	8.0	12	0						
177	1.2	45	0		2	1	0	1	-1	232	6.7	30	1		1	1	0	1	0
178	0.5	54	1		2	1	0	0	-1	233	6.1	38	3		1	1	0	0	0
179	79.3	70	0		2	0	0	2	-1	234	5.1	51	1		1	0	0	2	0
180	8.7	77	0							235	4.2	63	1		1	0	0	1	0
181	8.1	85	1		2	0	0	1	-1	236	3.5	72	3						
182	7.6	92	1							237	2.9	80	5	$B_2$	1	0	0	0	0
183	6.7	36003	2	$c_0'$	2	0	0	0	-1	238	1.8	95	0		2	3	0	1	0
184	5.2	23	0		1	1	1	1	0	239	0.9	607	0		2	3	0	0	0
185	4.7	29	1							240	29.8	22	0		2	2	0	2	0
186	4.3	35	1		1	1	1	0	0	241	9.0	33	0		2	2	0	1	0
187	3.1	50	0		1	0	1	2	0	242	8.1	45	2		2	2	0	0	0
188	1.6	70	1		1	0	1	1	0	243	7.1	58	0		2	1	0	2	0
189	1.0	77	0							244	5.7	77	0		2	1	0	1	0
190	0.4	85	2							245	4.9	88	4		2	1	0	0	0
191	0.0	90	2	$b_1'$	1	0	1	0	0	246	4.3	96	4		2	0	0	2	0
192	68.8	106	0							247	3.7	704	0		2	0	0	1	0
193	8.0	17	1		2	2	0	2	0	248	2.9	15	0						
194	7.3	26	0							249	2.3	23	4	$C_1$	2	0	0	0	0
195	6.4	37	1		2	2	0	1	0	250	1.3	36	1						
196	5.3	52	0							251	1.0	40	1		3	3	-1	1	0
197	5.1	54	2		2	2	0	0	0	252	19.3	63	1		3	3	-1	0	0
198	4.1	67	0		2	1	0	2	0	253	7.7	85	0		3	2	-1	2	0
199	3.8	71	2		2	1	0	1	0	254	7.2	92	0		3	2	-1	1	0
200	2.9	83	1		2	1	0	0	0	255	6.7	98	0		3	2	-1	0	0
201	1.8	98	0		2	0	0	2	0	256	5.1	820	1		3	1	-1	2	0
202	0.9	209	0							257	4.4	30	2		3	1	-1	1	0
203	0.2	19	3		2	0	0	1	0	258	3.4	43	2		3	1	-1	0	0
204	59.4	29	7	$C_0$	2	0	0	0	0	259	1.4	70	1		3	0	-1	1	0
205	8.8	37	0		1	1	-1	1	0	260	09.7	94	2	$d_0$	3	0	-1	0	0
206	8.1	46	4		1	1	-1	0	0	261	8.9	904	0		3	1	0	0	-1
207	7.5	54	0		1	0	-1	2	0	262	6.4	39	2	$d_0'$	3	0	0	0	-1
208	6.8	63	0							263	4.7	62	0						
209	6.3	70	4		1	0	-1	1	0	264	2.5	92	1		3	4	0	1	0
210	5.7	78	0							265	0.8	37015	1		3	4	0	0	0



Nr.	$\lambda$	$\nu$	Inten- sität	Bemerkungen					Nr.	$\lambda$	$\nu$	Inten- sität	Bemerkungen					
				$p'-p_0$	$p_0$	$q'-q_0$	$q_0$	$r'-r_0$					$p'-p_0$	$p_0$	$q'-q_0$	$q_0$	$r'-r_0$	
266	2699.1	38	2		3	3	0	1	0	292	7.8	614	0	3	2	0	0	0
267	8.2	51	2		3	3	0	0	0	293	4.7	58	0	3	1	0	0	0
268	7.8	56	0		3	2	0	2	0	294	1.8	99	0	$D_1$	3	0	0	0
269	6.5	74	3		3	2	0	1	0	295	44.3	806	0		4	1	-1	0
270	5.1	93	3		3	2	0	0	0	296	2.8	27	0		4	0	-1	1
271	3.7	113	0		3	1	0	1	0	297	1.3	49	0	$c_0$	4	0	-1	0
272	2.9	24	3							298	0.4	62	0		4	1	0	0
273	2.2	33	3		3	1	0	0	0	299	37.5	903	0	$c_0'$	4	0	0	-1
274	1.0	50	0		3	0	0	1	0	300	2.0	83	0		4	3	0	1
275	89.6	69	3							301	0.2	38009	0		4	3	0	0
276	8.8	80	2	$D_0$	3	0	0	0	0	302	29.0	26	0		4	2	0	1
277	6.7	209	0		2	1	-1	0	0	303	7.3	51	0		4	2	0	0
278	4.2	44	1	$c_2$	2	0	-1	0	0	304	5.8	72	0		4	1	0	1
279	3.0	61	0							305	4.3	94	0		4	1	0	0
280	2.1	73	0							306	3.8	101	0		4	0	0	1
281	1.0	88	0							307	1.1	41	0	$E_0$	4	0	0	0
282	79.9	304	1		2	1	0	0	-1	308	13.2	256	0					
283	5.7	62	0		2	0	0	1	-1	309	0.4	97	0					
284	4.9	73	1	$c_2'$	2	0	0	0	-1	310	09.1	316	0					
285	3.9	87	1	$d_1$	3	0	-1	0	0	311	6.1	60	0					
286	0.2	439	0							312	2598.4	474	0					
287	68.8	59	0		2	2	0	0	0	313	4.2	536	0					
288	7.0	84	0		2	1	0	0	0	314	80.2	745	0					
289	4.8	515	2		2	0	0	1	0	315	76.5	801	0	$f_0$	5	0	-1	0
290	3.7	31	2	$C_2$	2	0	0	0	0	316	2.3	64	0	$f_0'$	5	0	0	-1
291	59.3	93	1							317	56.6	39103	0	$F_0$	5	0	0	0

Tabelle 10.

Vergleich der berechneten und der beobachteten Wellenzahlen der Bandkanten des Anilindampfspektrums.

$A_0$ -Serie

$$\nu = 34327 + 952(p' - p_0) - 42p_0 + 291(q' - q_0) - 16q_0 + 234(r' - r_0)$$

$A_0 \quad p' - p_0 = 0 \quad q' - q_0 = 0 \quad r' - r_0 = 0$									
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.	
$p_0 = 0$	34327	34327 (47)	$p_0 = 0$	34311	34319 (46)	$p_0 = 0$	34295	34296 (44)	
$p_0 = 1$	34285	34286 (43)	$p_0 = 1$	34269	34272 (42)	$p_0 = 1$	34253	34254 (41)	
$p_0 = 2$	34243	34244 (40)	$p_0 = 2$	34227	34226 (39)	$p_0 = 2$	34211	—	
$p_0 = 3$	34201	34201 (38)	$p_0 = 3$	34185	34193 (37)	$p_0 = 3$	34169	—	
$p_0 = 4$	34159	34158 (36)	$p_0 = 4$	34143	34149 (35)	$p_0 = 4$	34127	34124 (33)	

$a_0 \quad p' - p_0 = 0 \quad q' - q_0 = -1 \quad r' - r_0 = 0$									
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.	
$p_0 = 0$	34036	34037 (27)	$p_0 = 0$	34020	34025 (26)	$p_0 = 0$	34004	34006 (25)	
$p_0 = 1$	33994	33993 (24)	$p_0 = 1$	33978	33976 (23)	$p_0 = 1$	33962	33964 (22)	
$p_0 = 2$	33952	33949 (21)	$p_0 = 2$	33936	33933 (20)	$p_0 = 2$	33920	33923 (19)	
$p_0 = 3$	33910	33913 (18)	$p_0 = 3$	33894	33888 (17)	$p_0 = 3$	33878	33871 (16)	

$a_0'$			$p' - p_0 = 0$			$q' - q_0 = 0$			$r' - r_0 = -1$		
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	b r.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	34093	34095 (31)	$p_0 = 0$	34077	34084 (30)	$p_0 = 0$	34061	34071 (29)	$p_0 = 0$	34061	34071 (29)
$p_0 = 1$	34051	34056 (28)	$p_0 = 1$	34035	—	$p_0 = 1$	34019	—	$p_0 = 1$	34019	—

$x_0$			$p' - p_0 = 0$			$q' - q_0 = -1$			$r' - r_0 = -1$		
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	33802	33802 (14)	$p_0 = 0$	33786	33791 (13)	$p_0 = 0$	33770	—	$p_0 = 0$	33770	—
$p_0 = 1$	33760	33757 (12)	$p_0 = 1$	33744	—	$p_0 = 1$	33728	—	$p_0 = 1$	33728	—
$p_0 = 2$	33718	33717 (11)	$p_0 = 2$	33702	—	$p_0 = 2$	33686	—	$p_0 = 2$	33686	—
$p_0 = 3$	33676	33665 (10)	$p_0 = 3$	33660	—	$p_0 = 3$	33644	—	$p_0 = 3$	33644	—

$B_0$			$p' - p_0 = 1$			$q' - q_0 = 0$			$r' - r_0 = 0$		
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	b r.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	35279	35280(116)	$p_0 = 0$	35263	35266(115)	$p_0 = 0$	35247	35253(114)	$p_0 = 0$	35247	35253(114)
$p_0 = 1$	35237	35239(113)	$p_0 = 1$	35221	35228(112)	$p_0 = 1$	35205	35217(111)	$p_0 = 1$	35205	35217(111)
$p_0 = 2$	35195	35201(110)	$p_0 = 2$	35179	35182(109)	$p_0 = 2$	35163	35171(108)	$p_0 = 2$	35163	35171(108)
$p_0 = 3$	35153	35153(106)	$p_0 = 3$	35137	35137(105)	$p_0 = 3$	35121	35125(104)	$p_0 = 3$	35121	35125(104)

$b_0$			$p' - p_0 = 1$			$q' - q_0 = -1$			$r' - r_0 = 0$		
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	34988	34989 (92)	$p_0 = 0$	34972	34973 (90)	$p_0 = 0$	34956	34965 (89)	$p_0 = 0$	34956	34965 (89)
$p_0 = 1$	34946	34945 (88)	$p_0 = 1$	34930	34933 (87)	$p_0 = 1$	34914	34923 (86)	$p_0 = 1$	34914	34923 (86)
$p_0 = 2$	34904	34894 (85)	$p_0 = 2$	34888	34876 (84)	$p_0 = 2$	34872	34859 (83)	$p_0 = 2$	34872	34859 (83)

$b_0'$			$p' - p_0 = 1$			$q' - q_0 = 0$			$r' - r_0 = -1$		
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	35045	35048 (97)	$p_0 = 0$	35029	35031 (95)	$p_0 = 0$	35013	—	$p_0 = 0$	35013	—
$p_0 = 1$	35003	35017 (94)	$p_0 = 1$	34987	35003 (93)	$p_0 = 1$	35013	—	$p_0 = 1$	35013	—

$C_0$			$p' - p_0 = 2$			$q' - q_0 = 0$			$r' - r_0 = 0$		
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	36231	36229(204)	$p_0 = 0$	36215	36219(203)	$p_0 = 0$	36199	36198(201)	$p_0 = 0$	36199	36198(201)
$p_0 = 1$	36189	36183(200)	$p_0 = 1$	36173	36171(199)	$p_0 = 1$	36157	36167(198)	$p_0 = 1$	36157	36167(198)
$p_0 = 2$	36147	36154(197)	$p_0 = 2$	36131	36137(195)	$p_0 = 2$	36115	36117(193)	$p_0 = 2$	36115	36117(193)

$c_0$			$p' - p_0 = 2$			$q' - q_0 = -1$			$r' - r_0 = 0$		
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	35940	35935(176)	$p_0 = 0$	35924	35926(175)	$p_0 = 0$	35908	35910(173)	$p_0 = 0$	35908	35910(173)
$p_0 = 1$	35898	35891(171)	$p_0 = 1$	35882	35872(169)	$p_0 = 1$	35866	35864(168)	$p_0 = 1$	35866	35864(168)
$p_0 = 2$	35856	35846(167)	$p_0 = 2$	35840	35832(165)	$p_0 = 2$	35824	35818(164)	$p_0 = 2$	35824	35818(164)

$c_0'$   $p' - p_0 = 2$   $q' - q_0 = 0$   $r' - r_0 = -1$

$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	35997	36003(183)	$p_0 = 0$	35981	35985(181)	$p_0 = 0$	35965	35970(179)
$p_0 = 1$	35955	35954(178)	$p_0 = 1$	35939	35945(177)	$p_0 = 1$	35923	—

$D_0$   $p' - p_0 = 3$   $q' - q_0 = 0$   $r' - r_0 = 0$

$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	37183	37180(276)	$p_0 = 0$	37167	37150(274)	$p_0 = 0$	37151	—
$p_0 = 1$	37141	37133(273)	$p_0 = 1$	37125	37113(271)	$p_0 = 1$	37109	—
$p_0 = 2$	37099	37093(270)	$p_0 = 2$	37083	37074(269)	$p_0 = 2$	37067	37056(268)
$p_0 = 3$	37057	37051(267)	$p_0 = 3$	37041	37038(266)	$p_0 = 3$	37025	—
$p_0 = 4$	37015	37015(265)	$p_0 = 4$	36999	36992(264)	$p_0 = 4$	36983	—

$d_0$   $p' - p_0 = 3$   $q' - q_0 = -1$   $r' - r_0 = 0$

$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	b. ob.
$p_0 = 0$	36892	36894(260)	$p_0 = 0$	36876	36870(259)	$p_0 = 0$	36860	—
$p_0 = 1$	36850	36843(258)	$p_0 = 1$	36834	36830(257)	$p_0 = 1$	36818	36820(256)
$p_0 = 2$	36808	36798(255)	$p_0 = 2$	36792	36792(254)	$p_0 = 2$	36776	36785(253)
$p_0 = 3$	36766	36763(252)	$p_0 = 3$	36750	36740(251)	$p_0 = 3$	36734	—

$d_0'$   $p' - p_0 = 3$   $q' - q_0 = 0$   $r' - r_0 = -1$

$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	36949	36939(262)	$q_0 = 0$	36933	—	$p_0 = 0$	36917	—
$p_0 = 1$	36907	36904(261)	$q_0 = 1$	36891	—	$p_0 = 1$	36875	—

$E_0$   $p' - p_0 = 4$   $q' - q_0 = 0$   $r' - r_0 = 0$

$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	38135	38141(307)	$p_0 = 0$	38119	38101(306)	$p_0 = 0$	38103	—
$p_0 = 1$	38093	38094(305)	$p_0 = 1$	38077	38072(304)	$p_0 = 1$	38061	—
$p_0 = 2$	38051	38051(303)	$p_0 = 2$	38035	38026(302)	$p_0 = 2$	38019	—
$p_0 = 3$	38009	38009(301)	$p_0 = 3$	37993	37983(300)	$p_0 = 3$	37977	—

$c_0$   $p' - p_0 = 4$   $q' - q_0 = -1$   $r' - r_0 = 0$

$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	37844	37849(297)	$p_0 = 0$	37828	37827(296)	$p_0 = 0$	37812	—
$p_0 = 1$	37802	37806(295)	$p_0 = 1$	37786	—	$p_0 = 1$	37770	—

$c_0'$   $p' - p_0 = 4$   $q' - q_0 = 0$   $r' - r_0 = -1$

$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	37901	37903(299)	$p_0 = 0$	37885	—	$p_0 = 0$	37869	—
$p_0 = 1$	37859	37862(298)	$p_0 = 1$	37843	—	$p_0 = 1$	37827	—

$F_0$			$p' - p_0 = 5$	$q' - q_0 = 0$	$r' - r_0 = 0$
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	39087	39103(317)	$p_0 = 0$	39071	—
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	38796	38801(315)	$p_0 = 0$	38780	—
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	38853	38864(316)	$p_0 = 0$	38837	—

$A_1$ -Serie

$$\nu = 34821 + 955(p' - p_0) - 42p_0 + 296(q' - q_0) - 16q_0 + 234(r' - r_0)$$

$A_1$			$p' - p_0 = 0$	$q' - q_0 = 0$	$r' - r_0 = 0$
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	34821	34821 (80)	$p_0 = 0$	34805	34805 (79)
$p_0 = 1$	34779	34777 (77)	$p_0 = 1$	34763	34769 (76)
$p_0 = 2$	34737	34737 (74)	$p_0 = 2$	34721	34721 (73)
$p_0 = 3$	34695	34692 (71)	$p_0 = 3$	34679	34677 (70)
$p_0 = 4$	34653	34669 (69)	$p_0 = 4$	34637	34636 (68)
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	34525	34529 (60)	$p_0 = 0$	34493	—
$p_0 = 1$	34483	34487 (56)	$p_0 = 1$	34451	34454 (54)
$p_0 = 2$	34441	34444 (53)	$p_0 = 2$	34425	—
$p_0 = 3$	34399	34409 (52)	$p_0 = 3$	34383	34381 (51)
$p_0 = 4$	34357	34362 (49)	$p_0 = 4$	34341	34342 (48)
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	35117	35114(103)	$p_0 = 0$	35101	35103(102)
$p_0 = 1$	35075	35073(99)	$p_0 = 1$	35059	35061(98)
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	34587	34591 (65)	$p_0 = 0$	34571	34580 (64)
$p_0 = 1$	34545	34545 (61)	$p_0 = 1$	34529	—
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	34555	34554 (62)	$p_0 = 0$	34555	34554 (62)
$p_0 = 1$	34545	34545 (61)	$p_0 = 1$	34513	—

$B_1 \quad p' - p_0 = 1 \quad q' - q_0 = 0 \quad r' - r_0 = 0$								
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	35776	35780(160)	$p_0 = 0$	35760	35770(158)	$p_0 = 0$	35744	35756(156)
$p_0 = 1$	35734	35745(155)	$p_0 = 1$	35718	35714(151)	$p_0 = 1$	35702	35704(150)
$p_0 = 2$	35692	35697(149)	$p_0 = 2$	35676	35678(147)	$p_0 = 2$	35660	35660(145)
$p_0 = 3$	35650	35654(144)	$p_0 = 3$	35634	35643(143)	$p_0 = 3$	35618	—

$b_1' \quad p' - p_0 = 1 \quad q' - q_0 = 1 \quad r' - r_0 = 0$								
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	36072	36090(191)	$p_0 = 0$	36056	36070(188)	$p_0 = 0$	36040	36050(187)
$p_0 = 1$	36030	36035(186)	$p_0 = 1$	36014	36023(184)	$p_0 = 1$	35998	—

$b_1 \quad p' - p_0 = 1 \quad q' - q_0 = -1 \quad r' - r_0 = 0$								
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	35480	35482(129)	$p_0 = 0$	35464	—	$p_0 = 0$	35448	—

$b_1' \quad p' - p_0 = 1 \quad q' - q_0 = 0 \quad r' - r_0 = -1$								
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	35542	35546(134)	$p_0 = 0$	35526	35525(132)	$p_0 = 0$	35510	—
$p_0 = 1$	35500	35507(131)	$p_0 = 1$	35484	35495(130)	$p_0 = 1$	35468	—

$C_1 \quad p' - p_0 = 2 \quad q' - q_0 = 0 \quad r' - r_0 = 0$								
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	36731	36723(249)	$p_0 = 0$	36715	36704(247)	$p_0 = 0$	36699	36696(246)
$p_0 = 1$	36689	36688(245)	$p_0 = 1$	36673	36677(244)	$p_0 = 1$	36657	36658(243)
$p_0 = 2$	36647	36645(242)	$p_0 = 2$	36631	36633(241)	$p_0 = 2$	36615	36622(240)
$p_0 = 3$	36605	36607(239)	$p_0 = 3$	36589	36595(238)	$p_0 = 3$	36573	—

$c_1 \quad p' - p_0 = 2 \quad q' - q_0 = -1 \quad r' - r_0 = 0$								
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	36435	36424(222)	$p_0 = 0$	36419	36416(221)	$p_0 = 0$	36403	—

$c_1' \quad p' - p_0 = 2 \quad q' - q_0 = 0 \quad r' - r_0 = -1$								
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	36497	39486(228)	$p_0 = 0$	36481	36474(227)	$p_0 = 0$	36465	36463(226)
$p_0 = 1$	36455	36458(225)	$p_0 = 1$	36439	36436(223)	$p_0 = 1$	36423	—

$D_1 \quad p' - p_0 = 3 \quad q' - q_0 = 0 \quad r' - r_0 = 0$								
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	37686	37699(294)	$p_0 = 0$	37670	—	$p_0 = 0$	37654	—
$p_0 = 1$	37644	36658(293)	$p_0 = 1$	37628	—	$p_0 = 1$	37612	—
$p_0 = 2$	37602	36614(292)	$p_0 = 2$	36586	—	$p_0 = 2$	36570	—

$d_1$			$p' - p_0 = 3$			$q' - q_0 = -1$			$r' - r_0 = 0$		
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.	$q_0 = 0$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	37390	37387(285)	$p_0 = 0$	37374	—	$p_0 = 0$	37358	—			

 $A_2$ -Serie

$$\nu = 35627 + 952(p' - p_0) - 42p_0 + 291(q' - q_0) - 16q_0 + 166(r' - r_0)$$

$A_2$			$p' - p_0 = 0$			$q' - q_0 = 0$			$r' - r_0 = 0$		
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.	$q_0 = 0$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	35627	35627(142)	$p_0 = 0$	35611	35612(141)	$p_0 = 0$	35595	35591(139)	$p_0 = 0$	35595	35591(139)
$p_0 = 1$	35585	25583(138)	$p_0 = 1$	35569	35570(136)	$p_0 = 1$	35553	35553(135)			

$a_2$			$p' - p_0 = 0$			$q' - q_0 = -1$			$r' - r_0 = 0$		
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.	$q_0 = 0$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	35336	35338(122)	$p_0 = 0$	35320	35322(120)	$p_0 = 0$	35304	35300(118)	$p_0 = 0$	35304	35300(118)
$p_0 = 1$	35294	35295(117)	$p_0 = 1$	35278	—	$p_0 = 1$	35262	—			

$a_2'$			$p' - p_0 = 0$			$q' - q_0 = 0$			$r' - r_0 = -1$		
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.	$q_0 = 0$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	35461	35463(128)	$p_0 = 0$	35445	35437(127)	$p_0 = 0$	35429	—	$p_0 = 0$	35429	—
$p_0 = 1$	35419	35414(126)	$p_0 = 1$	35403	35399(125)	$p_0 = 1$	35387	—	$p_0 = 1$	35387	—
$p_0 = 2$	35377	35382(124)	$p_0 = 2$	35361	35360(123)	$p_0 = 2$	35345	—	$p_0 = 2$	35345	—

$F_2$			$p' - p_0 = 1$			$q' - q_0 = 0$			$r' - r_0 = 0$		
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.	$q_0 = 0$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	36579	36580(237)	$p_0 = 0$	36563	36563(235)	$p_0 = 0$	36547	36551(234)	$p_0 = 0$	36547	36551(234)
$p_0 = 1$	36537	36538(233)	$p_0 = 1$	36521	36530(232)	$p_0 = 1$	36505	36504(230)	$p_0 = 1$	36505	36504(230)
$p_0 = 2$	36495	36495(229)	$p_0 = 2$	36479	—	$p_0 = 2$	36463	—	$p_0 = 2$	36463	—

$b_2$			$p' - p_0 = 1$			$q' - q_0 = -1$			$r' - r_0 = 0$		
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.	$q_0 = 0$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	36288	36288(211)	$p_0 = 0$	36272	36270(209)	$p_0 = 0$	36256	36254(207)	$p_0 = 0$	36256	36254(207)
$p_0 = 1$	36246	36246(206)	$p_0 = 1$	36230	35237(205)	$p_0 = 1$	36214	—	$p_0 = 1$	36214	—

$b_2'$			$p' - p_0 = 1$			$q' - q_0 = 0$			$r' - r_0 = -1$		
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 2$	ber.	beob.	$q_0 = 0$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	36413	36407(220)	$p_0 = 0$	36397	36390(219)	$p_0 = 0$	36381	36379(218)	$p_0 = 0$	36381	36379(218)
$p_0 = 1$	36371	36362(217)	$p_0 = 1$	36355	36346(216)	$p_0 = 1$	36339	36334(215)	$p_0 = 1$	36339	36334(215)
$p_0 = 2$	36329	36319(214)	$p_0 = 2$	36313	36304(213)	$p_0 = 2$	36297	36301(212)	$p_0 = 2$	36297	36301(212)

$C_2$ $p'-p_0=2$ $q'-q_0=0$ $r'-r_0=0$								
$q_0=0$	ber.	beob.	$q_0=1$	ber.	beob.	$q_0=2$	ber.	beob.
$p_0=0$	37531	37531(290)	$p_0=0$	37515	37515 289)	$p_0=0$	37499	—
$p_0=1$	37489	37484(288)	$p_0=1$	37473	—	$p_0=1$	37457	—
$p_0=2$	37447	37459(287)	$p_0=2$	37431	—	$p_0=2$	37415	—

$c_2$ $p'-p_0=2$ $q'-q_0=-1$ $r'-r_0=0$								
$q_0=0$	ber.	beob.	$q_0=1$	ber.	beob.	$q_0=2$	b r.	beob.
$p_0=0$	37240	37244(278)	$p_0=0$	37224	—	$p_0=0$	37208	—
$p_0=1$	37198	37209(277)	$p_0=1$	37182	—	$p_0=1$	37166	—

$c_2'$ $p'-p_0=2$ $q'-q_0=0$ $r'-r_0=-1$								
$q_0=0$	ber.	beob.	$q_0=1$	ber.	beob.	$q_0=2$	ber.	beob.
$p_0=0$	37365	37373(284)	$p_0=0$	37349	37362(283)	$p_0=0$	37333	—
$p_0=1$	37323	36304(282)	$p_0=1$	37307	—	$p_0=1$	37291	—

Die experimentalen Daten für Kapitel III

Tabelle 11.

Liste der Absorptionsbanden des Phenoldampfes.

Nr.	$\lambda$	$\nu$	Inten- sität	Bemerkungen					Nr.	$\lambda$	$\nu$	Inten- sität	Bemerkungen					
				$p'-p_0$	$p_0$	$q'-q_0$	$q_0$	$r'-r_0$					$p'-p_0$	$p_0$	$q'-q_0$	$q_0$	$r'-r_0$	
1	2807.5	35608	0						26	4.6	92	8	0	1	0	0	0	
2	1.5	85	0						27	3.7	304	1						
3	2795.2	765	0	0	1	-1	1	0	28	2.7	17	4	0	0	0	1	0	
4	0.9	820	0	0	1	-1	0	0	29	1.5	33	10						
5	0.0	32	0	0	0	-1	1	0	30	0.7	44	10						
6	88.2	55	0	$a_0$	0	0	-1	0	31	0.1	52	10	$A_0$	0	0	0	0	0
7	4.6	901	0						32	48.0	79	0						
8	79.0	74	0						33	7.0	93	3	$2x_0$	0	0	1	0	-2
9	3.0	36051	0	0	1	0	1	-1	34	6.8	95	0						
10	0.3	87	2	0	1	0	0	-1	35	5.1	418	1	0	3	1	0	-1	
11	69.1	102	1	0	0	0	1	-1	36	3.2	43	1						
12	8.2	14	0						37	2.1	58	0	0	2	1	1	-1	
13	6.9	31	3	$a_0'$	0	0	0	-1	38	1.2	70	0						
14	5.7	47	0						39	39.7	90	1	0	2	1	0	-1	
15	4.2	66	0	0	3	0	0	0	40	9.1	98	0						
16	3.3	78	0						41	8.3	508	0	0	1	1	1	-1	
17	2.7	85	1						42	6.6	31	0						
18	2.0	95	1	0	2	0	1	0	43	5.1	51	1	0	1	1	0	-1	
19	1.3	204	0						44	4.3	62	0						
20	0.8	11	0						45	2.7	83	1	0	0	1	1	-1	
21	0.0	21	0						46	1.1	604	0						
22	50.5	28	2	0	2	0	0	0	47	0.6	11	2	$1x_0$	0	0	1	0	-1
23	8.4	42	0						48	28.8	35	0						
24	7.4	55	5	0	1	0	1	0	49	8.0	46	0	0	3	1	0	0	
25	5.8	76	3						50	6.9	61	1						

Nr.	$\lambda$	$\nu$	Inten- sität	Bemerkungen					Nr.	$\lambda$	$\nu$	Inten- sität	Bemerkungen						
				$p'-p_0$	$p_0$	$q'-q_0$	$q_0$	$r'-r_0$					$p'-p_0$	$p_0$	$q'-q_0$	$q_0$	$r'-r_0$		
51	6.2	70	1	0	2	1	1	0	106	1.3	24	1							
52	5.4	81	0						107	0.6	34	0	0	3	1	0	0		
53	3.7	704	1	0	2	1	0	0	108	68.3	66	1	0	2	1	1	0		
54	2.3	23	0						109	6.0	98	1	0	2	1	0	0		
55	1.9	28	1	0	1	1	1	0	110	3.6	532	1	0	1	1	1	0		
56	19.9	55	0						111	2.2	52	0							
57	9.4	62	0						112	1.4	63	3	0	1	1	0	0		
58	9.0	67	2	0	1	1	0	0	113	59.7	87	1	0	0	1	1	0		
59	7.9	82	0						114	8.3	607	0							
60	7.1	93	0	0	0	1	1	0	115	7.5	18	4							
61	5.8	811	0						116	6.9	27	5	$a_1^1$	0	0	1	0	0	
62	5.1	20	0						117	5.0	54	1							
63	4.6	27	4	$a_0$	0	0	1	0	0	118	4.2	65	0	1	1	1	1	0	
64	2.8	51	1		0	1	0	0	-1	119	2.5	89	1						
65	1.0	76	1		0	0	0	1	-1	120	1.5	703	1	1	1	1	0	0	
66	09.7	94	0						121	48.9	40	1	1	0	1	1	0		
67	8.7	907	0						122	8.2	50	0							
68	8.1	15	2	$a_1^1$	0	0	0	0	-1	123	7.2	65	2	$\delta_0^1$	1	0	1	0	0
69	6.2	41	0		0	3	0	0	0	124	5.6	87	0						
70	4.3	67	1						125	4.4	805	1	0	2	0	0			
71	3.6	77	1		0	2	0	1	0	126	4.0	10	0						
72	2.9	86	0						127	2.1	37	0	0	1	0	1			
73	1.0	37012	1		0	2	0	0	0	128	1.1	52	0						
74	2699.8	29	0						129	0.5	60	2	0	1	0	0			
75	9.1	38	2		0	1	0	1	0	130	38.8	85	0	0	0	1	0		
76	7.5	60	0						131	7.2	908	0							
77	7.1	66	0						132	6.2	22	4	$A_2$	0	0	0	0		
78	6.4	76	4		0	1	0	0	0	133	5.8	28	0	1	2	0	1	0	
79	5.5	88	0						134	4.5	47	1	1	2	0	0	0	0	
80	4.6	100	3		0	0	0	1	0	135	3.9	55	1						
81	3.6	14	0						136	2.1	81	1	1	1	0	1	0		
82	2.8	25	7						137	0.6	38003	0							
83	1.9	37	9	$A_1$	0	0	0	0	0	138	29.5	19	4	1	1	0	0	0	
84	0.6	55	0						139	7.9	42	0	1	0	0	1	0		
85	89.4	72	2		1	2	0	0	0	140	7.1	53	0						
86	8.2	89	0						141	6.3	65	3							
87	7.5	98	1		1	1	0	1	0	142	5.8	72	7	$B_1$	1	0	0	0	0
88	6.7	209	0						143	4.5	91	1							
89	6.0	19	6						144	3.7	103	0	2	2	0	0	0	0	
90	5.6	25	7		1	1	0	0	0	145	3.3	09	4	$a_1^2$	0	0	2	0	0
91	4.9	34	0						146	2.2	25	0							
92	4.1	45	3						147	1.6	33	0	2	1	0	1	0		
93	3.6	52	3		1	0	0	1	0	148	1.1	41	0						
94	2.8	63	8						149	0.3	52	1							
95	2.0	75	8						150	19.5	64	2	2	1	0	0	0	0	
96	1.0	88	10	$B_0$	1	0	0	0	0	151	9.0	71	1						
97	0.1	301	6						152	8.3	81	0							
98	79.3	12	0						153	7.6	92	0	2	0	0	1	0		
99	8.6	22	1						154	6.7	205	1							
100	8.2	27	3	$a_0^2$	0	0	2	0	0	155	6.0	15	1						
101	7.1	43	0		0	1	1	0	-1	156	5.1	28	5	$C_0$	2	0	0	0	0
102	5.1	71	0		0	0	1	1	-1	157	4.2	41	2						
103	4.2	83	0						158	3.6	50	0		1	2	1	1	0	
104	3.4	94	1						159	2.5	66	2	$\delta_0^2$	1	0	2	0	0	
105	2.4	408	1	$x_1$	0	0	1	0	-1	160	1.9	75	0						



Nr.	$\lambda$	$\nu$	Inten- sität	Bemerkungen					Nr.	$\lambda$	$\nu$	Inten- sität	Bemerkungen				
				$p'-p_0$	$p_0$	$q'-q_0$	$q_0$	$r'-r_0$					$p'-p_0$	$p_0$	$q'-q_0$	$q_0$	$r'-r_0$
161	1.2	85	0		0	2	1	0	184	2.9	55	3	$B_2$	1	0	0	0
162	0.5	95	0						185	0.4	93	0		2	2	0	0
163	09.9	304	0		0	1	1	1	186	66.9	946	0		2	1	0	0
164	6.7	51	1		0	1	1	0	187	2.8	39008	1	$C_1$	2	0	0	0
165	5.6	67	0		0	0	1	1	188	0.5	43	0		3	2	0	0
166	4.1	90	0						189	57.9	83	0		3	1	0	0
167	3.5	98	1						190	3.2	155	0		3	0	0	1
168	2.8	409	2	$a_2$	0	0	1	0	191	2.0	73	0	$D_0$	3	0	0	0
169	2599.6	56	0						192	0.7	93	0					
170	8.7	69	0		1	1	1	1	193	47.1	249	0		1	1	1	1
171	6.4	503	1		1	1	1	0	194	4.2	93	0		1	1	1	0
172	3.5	46	0		1	0	1	1	195	1.0	343	1	$b_2$	1	0	1	0
173	2.9	55	0						196	39.0	74	0		2	2	1	0
174	2.4	63	3	$b_1$	1	0	1	0	197	8.0	89	0					
175	89.8	601	0						198	6.9	406	0		2	1	1	1
176	7.1	42	1		2	1	1	0	199	5.6	27	0					
177	5.7	63	0		2	0	1	1	200	4.7	41	0		2	1	1	0
178	3.0	703	2	$c_0$	2	0	1	0	201	0.8	501	1	$c_1$	2	0	1	0
179	0.9	35	1		1	2	0	0	202	26.1	75	0		3	1	1	0
180	78.5	71	0		1	1	0	1	203	4.6	98	0		3	0	1	1
181	7.0	93	1		1	1	0	0	204	0.7	660	0	$d_0$	3	0	1	0
182	5.2	820	0		1	0	0	1	205	10.9	814	1	$C_2$	2	0	0	0
183	3.8	41	0														

Tabelle 13.

Vergleich der berechneten und der beobachteten Wellenzahlen  
des Phenoldampfspektrums.

$A_0$ -Serie

$$\nu = 36352 + 938(p' - p_0) - 62p_0 + 480(q' - q_0) - 35q_0 + 220(r' - r_0)$$

$A_0$ $p'-p_0=0$ $q'-q_0=0$ $r'-r_0=0$				$a_0^2$ $p'-p_0=0$ $q'-q_0=2$ $r'-r_0=0$			
$q_0=0$	ber.	beob.		$q_0=0$	ber.	beob.	
$p_0=0$	36352	36352(31)	$p_0=0$	36317	36317(28)	$p_0=0$	37327(100)
$p_0=1$	36290	36292(26)	$p_0=1$	36255	36255(24)	$p_0=1$	37277
$p_0=2$	36228	36228(22)	$p_0=2$	36193	36195(18)		
$p_0=3$	36166	36166(15)	$p_0=3$	36131			

${}^1a_0$ $p'-p_0=0$ $q'-q_0=-1$ $r'-r_0=0$			
$q_0=0$	ber.	beob.	$q_0=1$ ber. beob.
$p_0=0$	35872	35855 (6)	$p_0=0$ 35837 35832 (5)
$p_0=1$	35810	35820 (4)	$p_0=1$ 35775 35765 (3)

$a_0^1$ $p'-p_0=0$ $q'-q_0=1$ $r'-r_0=0$			
$q_0=0$	ber.	beob.	$q_0=1$ ber. beob.
$p_0=0$	36832	36827(63)	$p_0=0$ 36797 36793(60)
$p_0=1$	36770	36767(58)	$p_0=1$ 36735 36728(55)
$p_0=2$	36708	36704(53)	$p_0=2$ 36673 36670(51)
$p_0=3$	36646	36646(49)	$p_0=3$ 36611

$a_0'$ $p'-p_0=0$ $q'-q_0=0$ $r'-r_0=-1$			
$q_0=0$	ber.	beob.	$q_0=1$ ber. beob.
$p_0=0$	36132	36131(13)	$p_0=0$ 36097 36102(11)
$p_0=1$	36070	36087(10)	$p_0=1$ 36035 36051 (9)

${}^1x_0 \quad p' - p_0 = 0 \quad q' - q_0 = 1 \quad r' - r_0 = -1$					
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	36612	36611(47)	$p_0 = 0$	36577	36583(45)
$p_0 = 1$	36550	36551(43)	$p_0 = 1$	36515	36508(41)
$p_0 = 2$	36488	36490(39)	$p_0 = 2$	36453	36458(37)
$p_0 = 3$	36426	36418(35)	$p_0 = 3$	36391	—

${}^2x_0 \quad p' - p_0 = 0 \quad q' - q_0 = 1 \quad r' - r_0 = -2$					
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	36392	36393(33)	$p_0 = 0$	36357	—

$B_0 \quad p' - p_0 = 1 \quad q' - q_0 = 0 \quad r' - r_0 = 0$					
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	37290	37288(96)	$p_0 = 0$	37255	37252(93)
$p_0 = 1$	37228	37225(90)	$p_0 = 1$	37193	37198(87)
$p_0 = 2$	37166	37172(85)	$p_0 = 2$	37131	—

$b_0^1 \quad p' - p_0 = 1 \quad q' - q_0 = 1 \quad r' - r_0 = 0$					
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	37770	37765(123)	$p_0 = 0$	37735	37740(121)
$p_0 = 1$	37708	37703(120)	$p_0 = 1$	37073	37665(118)

$b_0^2 \quad p' - p_0 = 1 \quad q' - q_0 = 2 \quad r' - r_0 = 0$					
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	38250	38266(159)	$p_0 = 0$	38215	—

$C_0 \quad p' - p_0 = 2 \quad q' - q_0 = 0 \quad r' - r_0 = 0$					
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	38228	38228(156)	$p_0 = 0$	38193	38192(153)
$p_0 = 1$	38166	38164(150)	$p_0 = 1$	38131	38133(147)
$p_0 = 2$	38104	38103(144)	$p_0 = 2$	38069	—

$c_0 \quad p' - p_0 = 2 \quad q' - q_0 = 1 \quad r' - r_0 = 0$					
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	38708	38703(178)	$p_0 = 0$	38673	38663(177)
$p_0 = 1$	38646	38642(176)	$p_0 = 1$	38611	—

$D_0 \quad p' - p_0 = 3 \quad q' - q_0 = 0 \quad r' - r_0 = 0$					
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	39166	39173(191)	$p_0 = 0$	39131	39155(190)
$p_0 = 1$	39104	39083(189)	$p_0 = 1$	39069	—
$p_0 = 2$	39042	39043(188)	$p_0 = 2$	39007	—

$d_0^1 \quad p' - p_0 = 3 \quad q' - q_0 = 1 \quad r' - r_0 = 0$					
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	39646	39660(204)	$p_0 = 0$	39611	39598(203)
$p_0 = 1$	39584	39575(202)	$p_0 = 1$	39549	—

$A_1$ -Serie

$$\nu = 37137 + 938(p' - p_0) - 62p_0 + 485(q' - q_0) - 35q_0 + 220(r' - r_0)$$

$A_1 \quad p' - p_0 = 0 \quad q' - q_0 = 0 \quad r' - r_0 = 0$					
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	37137	37137(83)	$p_0 = 0$	37102	37100(80)
$p_0 = 1$	37075	37076(78)	$p_0 = 1$	37040	37038(75)
$p_0 = 2$	37013	37012(73)	$p_0 = 2$	36978	36977(71)
$p_0 = 3$	36951	36941(69)	$p_0 = 3$	36916	—

$a_1^1 \quad p' - p_0 = 0 \quad q' - q_0 = 1 \quad r' - r_0 = 0$					
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	37622	37627(116)	$p_0 = 0$	37587	37587(113)
$p_0 = 1$	37560	37563(112)	$p_0 = 1$	37525	37532(110)
$p_0 = 2$	37498	37498(109)	$p_0 = 2$	37463	37466(108)
$p_0 = 3$	37436	37434(107)	$p_0 = 3$	37401	—

$a_1^2 \quad p' - p_0 = 0 \quad q' - q_0 = 2 \quad r' - r_0 = 0$					
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	38107	38109(145)	$p_0 = 0$	38072	—

$a_1^1 \quad p' - p_0 = 0 \quad q' - q_0 = 0 \quad r' - r_0 = -1$					
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	36917	36915(68)	$p_0 = 0$	36882	36876(65)
$p_0 = 1$	36855	36851(64)	$p_0 = 1$	36820	—

$x_1 \quad p' - p_0 = 0 \quad q' - q_0 = 1 \quad r' - r_0 = -1$					
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	37402	37408(105)	$p_0 = 0$	37367	37371(102)
$p_0 = 1$	37340	37343(101)	$p_0 = 1$	37305	—

$B_1 \quad p' - p_0 = 1 \quad q' - q_0 = 0 \quad r' - r_0 = 0$			
$q_0 = 0$	ber.	beob.	
$p_0 = 0$	38075	38072(142)	
$p_0 = 1$	38013	38019(138)	
$p_0 = 2$	37951	37947(134)	

$b_1 \quad p' - p_0 = 1 \quad q' - q_0 = 1 \quad r' - r_0 = 0$			
$q_0 = 0$	ber.	beob.	
$p_0 = 0$	38560	38563(174)	
$p_0 = 1$	38498	38503(171)	

$C_1 \quad p' - p_0 = 2 \quad q' - q_0 = 0 \quad r' - r_0 = 0$			
$q_0 = 0$	ber.	beob.	
$p_0 = 0$	39013	39008(187)	
$p_0 = 1$	38951	38946(186)	
$p_0 = 2$	38889	38893(185)	

$c_1 \quad p' - p_0 = 2 \quad q' - q_0 = 1 \quad r' - r_0 = 0$			
$q_0 = 0$	ber.	beob.	
$p_0 = 0$	39498	39501(201)	
$p_0 = 1$	39436	39441(200)	
$p_0 = 2$	39374	39374(196)	

$A_2$ -Serie

$$\nu = 37922 + 938(p' - p_0) - 62p_0 + 485(q' - q_0) - 35q_0$$

$A_2 \quad p' - p_0 = 0 \quad q' - q_0 = 0$			
$q_0 = 0$	ber.	beob.	
$p_0 = 0$	37922	37922(132)	
$p_0 = 1$	37860	37860(129)	
$p_0 = 2$	37798	37805(125)	

$a_2 \quad p' - p_0 = 0 \quad q' - q_0 = 1$			
$q_0 = 0$	ber.	beob.	
$p_0 = 0$	38407	38409(168)	
$p_0 = 1$	38345	38351(164)	
$p_0 = 2$	38283	38285(161)	

$F_2 \quad p' - p_0 = 1 \quad q' - q_0 = 0$			
$q_0 = 0$	ber.	beob.	
$p_0 = 0$	38860	38855(184)	
$p_0 = 1$	38798	38793(181)	
$p_0 = 2$	38736	38735(179)	

$b_2 \quad p' - p_0 = 1 \quad q' - q_0 = 1$			
$q_0 = 0$	ber.	beob.	
$p_0 = 0$	39345	39343(195)	
$p_0 = 1$	39283	39293(194)	

$C_2 \quad p' - p_0 = 2 \quad q' - q_0 = 0$			
$q_0 = 0$	ber.	beob.	
$p_0 = 0$	39798	39814(205)	

Tabelle 12.

Liste der Absorptionsbanden des Anisoldampfes

Nr.	$\lambda$	$\nu$	Inten- sität	Bemerkungen					Nr.	$\lambda$	$\nu$	Inten- sität	Bemerkungen				
				$p' - p_0$	$p_0$	$q' - q_0$	$q_0$	$r' - r_0$					$p' - p_0$	$p_0$	$q' - q_0$	$q_0$	$r' - r_0$
1	2808.0	35602	0						11	1.9	66	1	0	1	0	1	-1
2	7.2	12	0						12	0.8	80	0					
3	2799.5	710	0						13	0.0	90	0					
4	4.9	69	0						14	69.3	36100	1	0	1	0	0	-1
5	89.8	834	0						15	8.0	17	0					
6	2.5	928	0	$2a_0'$	0	0	0	-2	16	6.9	31	1	0	0	0	1	-1
7	78.1	85	0						17	5.9	44	0					
8	7.1	98	1	0	2	0	1	-1	18	5.0	56	1					
9	5.0	36025	1	0	2	0	0	-1	19	4.4	64	3	$1a_0'$	0	0	0	-1
10	3.2	49	0						20	2.9	83	0					

Nr.	$\lambda$	$\nu$	Inten- sität	Bemerkungen					Nr.	$\lambda$	$\nu$	Inten- sität	Bemerkungen						
				$\rho' - \rho_0$	$\rho_0$	$q' - q_0$	$q_0$	$r' - r_0$					$\rho' - \rho_0$	$\rho_0$	$q' - q_0$	$q_0$	$r' - r_0$		
21	1.7	99	1		0	3	0	0	0	76	4.6	100	7						
22	59.6	226	1		0	2	0	1	0	77	3.7	13	7	0	0	0	1	0	
23	8.0	47	2							78	2.8	25	5						
24	6.9	62	7		0	2	0	0	0	79	1.8	39	5						
25	5.9	75	1							80	1.6	42	8						
26	4.5	94	8		0	1	0	1	0	81	1.2	47	9	$A_1$	0	0	0	0	0
27	3.6	305	6							82	0.9	51	3						
28	2.6	19	10							83	2687.8	94	0						
29	2.2	24	10		0	1	0	0	0	84	7.0	205	0		1	2	0	0	0
30	1.8	29	8							85	6.3	15	0		1	1	0	1	0
31	1.1	38	2							86	3.9	48	0						
32	0.5	46	8							87	3.0	61	2		1	1	0	0	0
33	0.0	53	9		0	0	0	1	0	88	2.5	68	2						
34	49.4	61	9							89	1.2	86	7		1	0	0	1	0
35	8.6	71	10							90	79.7	307	7						
36	7.9	81	10							91	8.5	23	9						
37	7.5	86	10	$A_0$	0	0	0	0	0	92	8.0	30	10	$B_0$	1	0	0	0	0
38	7.3	89	6							93	7.1	43	9		0	0	2	1	0
39	6.5	99	0							94	5.7	62	0						
40	5.9	407	0		0	4	1	0	-1	95	4.5	79	2	$a_0^2$	0	0	2	0	0
41	4.8	22	0							96	1.5	421	0	$x_1$	0	0	1	0	-1
42	1.9	60	0		0	3	1	0	-1	97	0.8	31	0						
43	37.4	520	0		0	2	1	0	-1	98	0.0	42	0		0	3	1	0	0
44	3.0	79	0		0	1	1	1	-1	99	67.1	83	0						
45	1.0	606	1		0	1	1	0	-1	100	6.0	98	0		0	2	1	1	0
46	0.0	19	1							101	5.2	509	1						
47	29.3	29	1		0	0	1	1	-1	102	3.6	32	1		0	2	1	0	0
48	7.7	50	2	$x_0$	0	0	1	0	-1	103	2.9	42	0						
49	7.0	59	0		0	0	0	1	-2	104	1.4	63	1		0	1	1	1	0
50	5.9	74	0							105	59.9	84	1						
51	5.4	81	1	$2a_1'$	0	0	0	0	-2	106	9.2	94	2		0	1	1	0	0
52	3.4	708	1		0	3	1	0	0	107	7.9	613	1		0	0	1	1	0
53	2.3	23	0							108	6.7	29	1		0	0	0	1	-1
54	0.7	44	1		0	2	1	1	0	109	4.8	56	3	$a_1'$	0	0	1	0	0
55	0.0	54	2							110	3.8	71	2	$a_2'$	0	0	0	0	-1
56	18.8	70	1		0	2	1	0	0	111	1.8	99	0		1	2	1	1	0
57	7.9	82	0		0	1	1	1	0	112	1.0	710	0		1	2	1	0	0
58	5.4	816	1		0	1	0	1	-1	113	0.3	20	0		1	1	1	1	0
59	4.8	24	1		0	1	1	0	0	114	47.3	63	1		1	1	1	1	0
60	3.2	46	1		0	1	0	0	-1	115	4.8	99	1		1	0	1	1	0
61	2.5	55	1		0	0	1	1	0	116	2.0	839	3	$b_0$	1	0	1	0	0
62	1.1	74	0		0	0	0	1	-1	117	1.3	49	0		0	1	0	0	0
63	09.7	94	3	$a_0$	0	0	1	0	0	118	0.1	66	1		0	0	0	1	0
64	8.9	904	1							119	38.5	89	3						
65	7.9	18	4	$1a_1$	0	0	0	0	-1	120	7.6	902	3	$A_2$	0	0	0	0	0
66	6.4	39	0							121	5.9	26	1		1	2	0	1	0
67	5.5	51	0		0	3	0	0	0	122	4.3	49	0						
68	3.5	78	0		0	2	0	1	0	123	2.8	71	1		1	2	0	0	0
69	2.2	96	0							124	1.4	91	0		1	1	0	1	0
70	0.2	37023	1		0	2	0	0	0	125	29.6	38017	2						
71	2699.5	33	1							126	8.7	30	2		1	1	0	0	0
72	8.6	45	3		0	1	0	1	0	127	7.5	48	1		1	0	0	1	0
73	7.6	59	3							128	6.1	68	2						
74	5.8	84	8		0	1	0	0	0	129	4.7	88	6	$B_1$	1	0	0	0	0
75	5.5	88	0							130	4.0	98	5						

Nr.	$\lambda$	$\nu$	Inten- sität	Bemerkungen					Nr.	$\lambda$	$\nu$	Inten- sität	Bemerkungen					
				$p'-p_0$	$p_0$	$q'-q_0$	$q_0$	$r'-r_0$					$p'-p_0$	$p_0$	$q'-q_0$	$q_0$	$r'-r_0$	
131	1.3	138	0	2	2	0	0	0	156	7.2	90	0						
132	19.9	58	0	2	1	0	1	0	157	4.7	828	0	1	0	0	1	0	
133	7.2	97	1						158	4.1	37	1	$B_2$	1	0	0	0	
134	6.5	208	1	2	1	0	0	0	159	3.0	54	0						
135	5.6	21	0						160	69.8	902	0	2	2	0	0	0	
136	4.0	44	0	2	0	0	1	0	161	5.4	69	1	2	1	0	0	0	
137	2.3	69	4	$C_0$	2	0	0	0	162	3.1	39004	1	2	0	0	1	0	
138	1.4	82	3						163	2.6	11	0						
139	0.2	300	0		1	0	2	1	0	164	1.7	25	1	$C_1$	2	0	0	0
140	08.6	23	1	$b_0^2$	1	0	2	0	0	165	0.4	45	0					
141	6.5	54	0		0	1	1	0	0	166	49.4	213	0	$D_0$	3	0	0	0
142	4.6	82	0		0	0	1	1	0	167	2.8	315	0					
143	3.7	95	0							168	38.9	75	0	$b_2$	1	0	1	0
144	3.0	406	1	$a_2$	0	0	1	0	0	169	0.9	500	0		2	0	1	1
145	1.1	34	0		1	2	1	1	0	170	28.4	39	0	$c_1$	2	0	1	0
146	2599.2	62	0		1	2	1	0	0	171	6.7	65	0					
147	6.5	502	0		1	1	1	1	0	172	16.2	731	0	$d_0$	3	0	1	0
148	3.6	45	1		1	1	1	0	0	173	3.5	73	0					
149	2.4	63	1		1	0	1	1	0	174	2.0	97	0	$C_2$	2	0	0	0
150	0.1	97	2	$b_1$	1	0	1	0	0	175	00.3	983	0	$D_1$	3	0	0	0
151	88.5	621	0		2	2	1	1	0	176	2489.0	40165	0	$E_0$	4	0	0	0
152	6.0	58	1		2	2	1	0	0	177	0.3	306	0	$c_2$	2	0	1	0
153	2.7	708	0		2	1	1	0	0	178	54.0	737	0	$D_2$	3	0	0	0
154	0.7	38	0		2	0	1	1	0									
155	78.4	72	1	$c_0$	2	0	1	0	0									

Tabelle 14.

Vergleich der berechneten und der beobachteten Wellenzahlen der Bandkanten des Anisoldampfspektrums.

$A_0$ -Serie

$$\nu = 36386 + 943(p' - p_0) - 62p_0 + 505(q' - q_0) - 35q_0 + 230(r' - r_0)$$

$A_0$ $p'-p_0=0$ $q'-q_0=0$ $r'-r_0=0$				$a_0^2$ $p'-p_0=0$ $q'-q_0=2$ $r'-r_0=0$							
$q_0=0$	ber.	beob.	$q_0=1$	ber.	beob.	$q_0=0$	ber.	beob.	$q_0=1$	ber.	beob.
$p_0=0$	36386	36386(37)	$p_0=0$	36351	36353(33)	$p_0=0$	37396	37379(95)	$p_0=0$	37361	37343(93)
$p_0=1$	36324	36324(29)	$p_0=1$	36289	36294(26)						
$p_0=2$	36262	36262(24)	$p_0=2$	36227	36226(22)						
$p_0=3$	36200	36199(21)	$p_0=3$	36165	—						
$a_0^1$ $p'-p_0=0$ $q'-q_0=1$ $r'-r_0=0$				${}^1a_0'$ $p'-p_0=0$ $q'-q_0=0$ $r'-r_0=-1$							
$q_0=0$	ber.	beob.	$q_0=1$	ber.	beob.	$q_0=0$	ber.	beob.	$q_0=1$	ber.	beob.
$p_0=0$	36891	36894(63)	$p_0=0$	36856	36855(61)	$p_0=0$	36156	36164(19)	$p_0=0$	36121	36131(16)
$p_0=1$	36829	36824(59)	$p_0=1$	36794	36782(57)	$p_0=1$	36094	36100(14)	$p_0=1$	36059	36066(11)
$p_0=2$	36767	36770(56)	$p_0=2$	36732	36744(54)	$p_0=2$	36032	36025(9)	$p_0=2$	35997	35998(8)
$p_0=3$	36705	36708(52)	$p_0=3$	36670	—						
${}^2a_0'$ $p'-p_0=0$ $q'-q_0=0$ $r'-r_0=-2$				${}^2a_0'$ $p'-p_0=0$ $q'-q_0=0$ $r'-r_0=-2$							
$q_0=0$	ber.	beob.	$q_0=1$	ber.	beob.	$q_0=0$	ber.	beob.	$q_0=1$	ber.	beob.
						$p_0=0$	35926	35928(6)	$p_0=1$	35891	—

$$x_0 \quad p' - p_0 = 0 \quad q' - q_0 = 1 \quad r' - r_0 = -1$$

$q_0 = 0$ ber.	beob.	$q_0 = 1$ ber.	beob.
$p_0 = 0$ 36661	36650(48)	$p_0 = 0$ 36626	36529(47)
$p_0 = 1$ 36599	36606(45)	$p_0 = 1$ 36564	36579(44)
$p_0 = 2$ 36537	36520(43)	$p_0 = 2$ 36502	—
$p_0 = 3$ 36475	36460(42)	$p_0 = 3$ 36440	—
$p_0 = 4$ 36413	36407(40)	$p_0 = 4$ 36378	—

$$B_0 \quad p' - p_0 = 1 \quad q' - q_0 = 0 \quad r' - r_0 = 0$$

$q_0 = 0$ ber.	beob.	$q_0 = 1$ ber.	beob.
$p_0 = 0$ 37329	37330(92)	$p_0 = 0$ 37294	37286(89)
$p_0 = 1$ 37267	37261(87)	$p_0 = 1$ 37232	37215(85)
$p_0 = 2$ 37205	37205(84)	$p_0 = 2$ 37170	—

$${}^1b_0 \quad p' - p_0 = 1 \quad q' - q_0 = 1 \quad r' - r_0 = 0$$

$q_0 = 0$ ber.	beob.	$q_0 = 1$ ber.	beob.
$p_0 = 0$ 37834	37839(116)	$p_0 = 0$ 37799	37799(115)
$p_0 = 1$ 37772	37763(114)	$p_0 = 1$ 37737	37720(113)
$p_0 = 2$ 37710	37710(112)	$p_0 = 2$ 37675	37699(111)

$${}^2b_0 \quad p' - p_0 = 1 \quad q' - q_0 = 2 \quad r' - r_0 = 0$$

$q_0 = 0$ ber.	beob.	$q_0 = 1$ ber.	beob.
$p_0 = 0$ 38339	38323(140)	$p_0 = 0$ 37304	37300(139)

$$C_0 \quad p' - p_0 = 2 \quad q' - q_0 = 0 \quad r' - r_0 = 0$$

$q_0 = 0$ ber.	beob.	$q_0 = 1$ ber.	beob.
$p_0 = 0$ 38272	38269(137)	$p_0 = 0$ 38237	38244(136)
$p_0 = 1$ 38210	38208(134)	$p_0 = 1$ 38175	38158(132)
$p_0 = 2$ 38148	38138(131)	$p_0 = 2$ 38113	—

$$c_0 \quad p' - p_0 = 2 \quad q' - q_0 = 1 \quad r' - r_0 = 0$$

$q_0 = 0$ ber.	beob.	$q_0 = 1$ ber.	beob.
$p_0 = 0$ 38777	38772(155)	$p_0 = 0$ 38742	38738(154)
$p_0 = 1$ 38715	38708(153)	$p_0 = 1$ 38680	—
$p_0 = 2$ 38653	38658(152)	$p_0 = 2$ 38618	38621(151)

$$D_0 \quad p' - p_0 = 3 \quad q' - q_0 = 0 \quad r' - r_0 = 0$$

$q_0 = 0$ ber.	beob.	$q_0 = 1$ ber.	beob.
$p_0 = 0$ 39215	39213(166)	$p_0 = 0$ 39180	—

$${}^d_0 \quad p' - p_0 = 3 \quad q' - q_0 = 1 \quad r' - r_0 = 0$$

$q_0 = 0$ ber.	beob.	$q_0 = 1$ ber.	beob.
$p_0 = 0$ 39720	39731(172)	$p_0 = 0$ 39685	—

$$E_0 \quad p' - p_0 = 4 \quad q' - q_0 = 0 \quad r' - r_0 = 0$$

$q_0 = 0$ ber.	beob.	$q_0 = 1$ ber.	beob.
$p_0 = 0$ 40158	40165(176)	$p_0 = 0$ 40123	—

$A_1$ -Serie

$$\nu = 37147 + 943(p - p_0) - 62p_0 + 505(q' - q_0) - 35q_0 + 230(r' - r_0)$$

$$A_1 \quad p' - p_0 = 0 \quad q' - q_0 = 0 \quad r' - r_0 = 0$$

$q_0 = 0$ ber.	beob.	$q_0 = 1$ ber.	beob.
$p_0 = 0$ 37147	37147(81)	$p_0 = 0$ 37112	37113(77)
$p_0 = 1$ 37085	37084(74)	$p_0 = 1$ 37050	37045(72)
$p_0 = 2$ 37023	37023(70)	$p_0 = 2$ 36988	36978(68)
$p_0 = 3$ 36961	36951(67)	$p_0 = 3$ 36926	—

$$a_1 \quad p' - p_0 = 0 \quad q' - q_0 = 1 \quad r' - r_0 = 0$$

$q_0 = 0$ ber.	beob.	$q_0 = 1$ ber.	beob.
$p_0 = 0$ 37652	37656(109)	$p_0 = 0$ 37617	37613(107)
$p_0 = 1$ 37590	37594(106)	$p_0 = 1$ 37555	37563(104)
$p_0 = 2$ 37528	37532(102)	$p_0 = 2$ 37493	37498(100)
$p_0 = 3$ 37466	37442(98)	$p_0 = 3$ 37431	—

$${}^1a_1' \quad p' - p_0 = 0 \quad q' - q_0 = 0 \quad r' - r_0 = -1$$

$q_0 = 0$ ber.	beob.	$q_0 = 1$ ber.	beob.
$p_0 = 0$ 36917	36918(65)	$p_0 = 0$ 36882	36874(62)
$p_0 = 1$ 36855	36846(60)	$p_0 = 1$ 36820	36816(58)

$${}^2a_1' \quad p' - p_0 = 0 \quad q' - q_0 = 0 \quad r' - r_0 = -2$$

$q_0 = 0$ ber.	beob.	$q_0 = 1$ ber.	beob.
$p_0 = 0$ 36687	36681(51)	$p_0 = 0$ 36652	36659(49)

$$x_1 \quad p' - p_0 = 0 \quad q' - q_0 = 1 \quad r' - r_0 = -1$$

$q_0 = 0$ ber.	beob.	$q_0 = 1$ ber.	beob.
$p_0 = 0$ 37422	37421(96)	$p_0 = 0$ 37387	—

$$R_1 \quad p' - p_0 = 1 \quad q' - q_0 = 0 \quad r' - r_0 = 0$$

$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	38090	38088(120)	$p_0 = 0$	38055	38048(127)
$p_0 = 1$	38028	38030(126)	$p_0 = 1$	37993	37991(124)
$p_0 = 2$	37966	37971(123)	$p_0 = 2$	37931	37926(121)

$$b_1 \quad p' - p_0 = 1 \quad q' - q_0 = 1 \quad r' - r_0 = 0$$

$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	38595	38597(150)	$p_0 = 0$	38560	38563(149)
$p_0 = 1$	38533	38545(148)	$p_0 = 1$	38498	38502(147)
$p_0 = 2$	38471	38402(146)	$p_0 = 2$	38436	38434(145)

$$C_1 \quad p' - p_0 = 2 \quad q' - q_0 = 0 \quad r' - r_0 = 0$$

$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	39033	39025(164)	$p_0 = 0$	38998	39004(162)
$p_0 = 1$	38971	38969(161)	$p_0 = 1$	38936	—
$p_0 = 2$	38909	38902(160)	$p_0 = 2$	38874	—

$$c_1 \quad p' - p_0 = 2 \quad q' - q_0 = 1 \quad r' - r_0 = 0$$

$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	39538	39539(170)	$p_0 = 0$	39503	39500(169)

$$D_1 \quad p' - p_0 = 3 \quad q' - q_0 = 0 \quad r' - r_0 = 0$$

$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	39976	39983(175)	$p_0 = 0$	39941	—

$A_2$ -Serie

$$\nu = 37902 + 943(p' - p_0) - 62p_0 + 505(q' - q_0) - 35q_0 + 230(r' - r_0)$$

$$A_2 \quad p' - p_0 = 0 \quad q' - q_0 = 0 \quad r' - r_0 = 0$$

$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	37902	37902(120)	$p_0 = 0$	37867	37866(118)
$p_0 = 1$	37840	37849(117)	$p_0 = 1$	37805	—

$$a_2 \quad p' - p_0 = 0 \quad q' - q_0 = 1 \quad r' - r_0 = 0$$

$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	38407	38406(144)	$p_0 = 0$	38372	38382(142)
$p_0 = 1$	38345	38354(141)	$p_0 = 1$	38310	—

$$a_2' \quad p' - p_0 = 0 \quad q' - q_0 = 0 \quad r' - r_0 = -1$$

$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	37672	37671(110)	$p_0 = 0$	37637	37629(108)

$$B_2 \quad p' - p_0 = 1 \quad q' - q_0 = 0 \quad r' - r_0 = 0$$

$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	38845	38837(158)	$p_0 = 0$	38810	38828(157)

$$b_2 \quad p' - p_0 = 1 \quad q' - q_0 = 1 \quad r' - r_0 = 0$$

$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	39350	39375(168)	$p_0 = 0$	39315	—

$$C_2 \quad p' - p_0 = 2 \quad q' - q_0 = 0 \quad r' - r_0 = 0$$

$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	39788	39797(174)	$p_0 = 0$	39753	—

$$c_2 \quad p' - p_0 = 2 \quad q' - q_0 = 1 \quad r' - r_0 = 0$$

$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	40293	40306(177)	$p_0 = 0$	40258	—

$$D_2 \quad p' - p_0 = 3 \quad q' - q_0 = 0 \quad r' - r_0 = 0$$

$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	40731	40737(178)	$p_0 = 0$	40696	—





Tabelle 16.

Vergleich der berechneten und der beobachteten Wellenzahlen  
der Bandkanten des *o*-Toluidinspektrums.

*A*<sub>0</sub>-Serie

$$\nu = 34605 + 965(p' - p_0) - 68p_0 + 268(q' - q_0) - 36q_0$$

<i>A</i> <sub>0</sub> $p' - p_0 = 0$ $q' - q_0 = 0$				<i>B</i> <sub>0</sub> $p' - p_0 = 1$ $q' - q_0 = 0$							
<i>q</i> <sub>0</sub> = 0	ber.	beob.	<i>q</i> <sub>0</sub> = 1	ber.	beob.	<i>q</i> <sub>0</sub> = 0	ber.	beob.	<i>q</i> <sub>0</sub> = 1	ber.	beob.
<i>p</i> <sub>0</sub> = 0	34605	34605(20)	<i>p</i> <sub>0</sub> = 0	34569	34569(19)	<i>p</i> <sub>0</sub> = 0	35570	35563(47)	<i>p</i> <sub>0</sub> = 0	35534	35527(46)
<i>p</i> <sub>0</sub> = 1	34537	34538(18)	<i>p</i> <sub>0</sub> = 1	34501	34501(16)	<i>p</i> <sub>0</sub> = 1	35502	35500(45)	<i>p</i> <sub>0</sub> = 1	35466	35463(44)
<i>p</i> <sub>0</sub> = 2	34469	34462(15)	<i>p</i> <sub>0</sub> = 2	34433	34430(14)	<i>p</i> <sub>0</sub> = 2	35434	35432(43)	<i>p</i> <sub>0</sub> = 2	35398	—
<i>p</i> <sub>0</sub> = 3	34401	34394(13)	<i>p</i> <sub>0</sub> = 3	34365	34474(12)	<i>p</i> <sub>0</sub> = 3	35366	35360(42)	<i>p</i> <sub>0</sub> = 3	35330	—

<i>a</i> <sub>0</sub> $p' - p_0 = 0$ $q' - q_0 = -1$				<i>b</i> <sub>0</sub> $p' - p_0 = 1$ $q' - q_0 = -1$							
<i>q</i> <sub>0</sub> = 0	ber.	beob.	<i>q</i> <sub>0</sub> = 1	ber.	beob.	<i>q</i> <sub>0</sub> = 0	ber.	beob.	<i>q</i> <sub>0</sub> = 1	ber.	beob.
<i>p</i> <sub>0</sub> = 0	34337	34327(11)	<i>p</i> <sub>0</sub> = 0	34301	34299(10)	<i>p</i> <sub>0</sub> = 0	35302	35304(41)	<i>p</i> <sub>0</sub> = 0	35266	35270(39)
<i>p</i> <sub>0</sub> = 1	34269	34259(8)	<i>p</i> <sub>0</sub> = 1	34233	34223(7)	<i>p</i> <sub>0</sub> = 1	35234	35238(38)	<i>p</i> <sub>0</sub> = 1	35198	—
<i>p</i> <sub>0</sub> = 2	34201	—	<i>p</i> <sub>0</sub> = 2	34165	34179(6)	<i>p</i> <sub>0</sub> = 2	35166	35156(37)	<i>p</i> <sub>0</sub> = 2	35130	—
<i>p</i> <sub>0</sub> = 3	34133	35147(5)	<i>p</i> <sub>0</sub> = 3	34097	34107(4)	<i>p</i> <sub>0</sub> = 3	35098	35089(36)	<i>p</i> <sub>0</sub> = 3	35062	—

*A*<sub>1</sub>-Serie

$$\nu = 35070 + 970(p' - p_0) - 68p_0 + 262(q' - q_0) - 36q_0$$

<i>A</i> <sub>1</sub> $p' - p_0 = 0$ $q' - q_0 = 0$				<i>l</i> <sub>1</sub> $p' - p_0 = 1$ $q' - q_0 = -1$							
<i>q</i> <sub>0</sub> = 0	ber.	beob.	<i>q</i> <sub>0</sub> = 1	ber.	beob.	<i>q</i> <sub>0</sub> = 0	ber.	beob.	<i>q</i> <sub>0</sub> = 1	ber.	beob.
<i>p</i> <sub>0</sub> = 0	35070	35070(35)	<i>p</i> <sub>0</sub> = 0	35034	35041(33)	<i>p</i> <sub>0</sub> = 0	35778	35774(52)	<i>p</i> <sub>0</sub> = 0	35742	35737(51)
<i>p</i> <sub>0</sub> = 1	35002	35010(32)	<i>p</i> <sub>0</sub> = 1	34966	34972(31)	<i>p</i> <sub>0</sub> = 1	35710	35703(50)	<i>p</i> <sub>0</sub> = 1	35674	35667(49)
<i>p</i> <sub>0</sub> = 2	34934	34932(30)	<i>p</i> <sub>0</sub> = 2	34898	34896(29)	<i>p</i> <sub>0</sub> = 2	35642	35631(48)	<i>p</i> <sub>0</sub> = 2	35606	—
<i>p</i> <sub>0</sub> = 3	34866	34850(28)	<i>p</i> <sub>0</sub> = 3	34830	34822(27)						

<i>a</i> <sub>1</sub> $p' - p_0 = 0$ $q' - q_0 = -1$				<i>c</i> <sub>1</sub> $p' - p_0 = 2$ $q' - q_0 = -1$							
<i>q</i> <sub>0</sub> = 0	ber.	beob.	<i>q</i> <sub>0</sub> = 1	ber.	beob.	<i>q</i> <sub>0</sub> = 0	ber.	beob.	<i>q</i> <sub>0</sub> = 1	ber.	beob.
<i>p</i> <sub>0</sub> = 0	34808	34811(26)	<i>p</i> <sub>0</sub> = 0	34772	34785(25)	<i>p</i> <sub>0</sub> = 0	36748	36742(65)	<i>p</i> <sub>0</sub> = 0	36712	—
<i>p</i> <sub>0</sub> = 1	34740	34721(24)	<i>p</i> <sub>0</sub> = 1	34704	34702(23)	<i>p</i> <sub>0</sub> = 1	36680	36665(64)	<i>p</i> <sub>0</sub> = 1	36644	—
<i>p</i> <sub>0</sub> = 2	34672	34668(22)	<i>p</i> <sub>0</sub> = 2	34636	34641(21)						

<i>B</i> <sub>1</sub> $p' - p_0 = 1$ $q' - q_0 = 0$					
<i>q</i> <sub>0</sub> = 0	ber.	beob.	<i>q</i> <sub>0</sub> = 1	ber.	beob.
<i>p</i> <sub>0</sub> = 0	36040	36040(58)	<i>p</i> <sub>0</sub> = 0	36004	36002(57)
<i>p</i> <sub>0</sub> = 1	35972	35972(56)	<i>p</i> <sub>0</sub> = 1	35936	—
<i>p</i> <sub>0</sub> = 2	35904	35901(55)	<i>p</i> <sub>0</sub> = 2	35868	35865(54)
<i>p</i> <sub>0</sub> = 3	35836	—	<i>p</i> <sub>0</sub> = 3	35800	35793(53)

Tabelle 17.

Liste der Absorptionsbanden des *m*-Toluidins.

Nr.	$\lambda$	$\nu$	Inten- sität	Bemerkungen				Nr.	$\lambda$	$\nu$	Inten- sität	Bemerkungen					
				$p'-p_0$	$p_0$	$q'-q_0$	$q_0$					$p'-p_0$	$p_0$	$q'-q_0$	$q_0$		
1	2961.6	33756		0	1	-1	0	21	0.2	90	9	$A_1$	0	0	0	0	
2	58.7	89		0	0	-1	1	22	84.6	657			1	2	-1	0	
3	5.8	822	5	$a_0$	0	0	-1	0	23	1.8	90			1	1	-1	1
4	2.4	61			0	3	0	1	24	79.0	724			1	1	-1	0
5	48.7	903			0	3	0	0	25	6.3	57			1	0	-1	1
6	6.0	34			0	2	0	1	26	3.6	89	5	$b_0$	1	0	-1	0
7	3.2	67			0	2	0	0	27	67.7	861			1	2	0	1
8	0.5	98			0	1	0	1	28	1.8	933	3		1	2	0	0
9	37.5	34033	7		0	1	0	0	29	58.9	68	0		1	1	0	1
10	4.2	71	9		0	0	0	1	30	6.3	35000	9		1	1	0	0
11	1.4	103	9	$A_0$	0	0	0	0	31	3.2	38	9		1	0	0	1
12	25.6	71			0	2	-1	0	32	0.6	70	10	$B_0$	1	0	0	0
13	19.3	245	1		0	1	-1	0	33	40.1	200			1	1	-1	0
14	6.2	81	2		0	0	-1	1	34	34.9	64	3	$b_1$	1	0	-1	0
15	3.2	316	2	$a_1$	0	0	-1	0	35	29.0	338			1	3	0	0
16	07.5	84	0		0	3	0	0	36	2.7	417			1	2	0	0
17	1.2	458			0	2	0	0	37	0.3	47			1	1	0	1
18	2898.8	87			0	1	0	1	38	17.8	78			1	1	0	0
19	5.6	525	8		0	1	0	0	39	4.9	515			1	0	0	1
20	2.9	57	2		0	0	0	1	40	2.4	46	9	$B_1$	1	0	0	0
									41	2774.9	36027	3	$C_0$	2	0	0	0

Tabelle 18.

Vergleich der berechneten und der beobachteten Wellenzahlen der Bandkanten des *m*-Toluidinspektrums.

$A_0$ -Serie

$$\nu = 34103 + 962(p' - p_0) - 68p_0 + 278(q' - q_0) - 34q_0$$

$A_0$ $p'-p_0=0$ $q'-q_0=0$				$B_0$ $p'-p_0=1$ $q'-q_0=0$							
$q_0=0$	ber.	beob.	$q_0=1$	ber.	beob.	$q_0=0$	ber.	beob.	$q_0=1$	ber.	beob.
$p_0=0$	34103	34103(11)	$p_0=0$	34069	34071(10)	$p_0=0$	35965	35979(32)	$p_0=0$	35031	35038(31)
$p_0=1$	34035	34033(9)	$p_0=1$	34001	33998(8)	$p_0=1$	34997	35000(30)	$p_0=1$	34963	34968(29)
$p_0=2$	33967	33967(7)	$p_0=2$	33933	33934(6)	$p_0=2$	34929	34933(28)	$p_0=2$	34895	34861(27)
$p_0=3$	33899	33903(5)	$p_0=3$	33865	33861(4)						

$a_0$ $p'-p_0=0$ $q'-q_0=-1$				$b_0$ $p'-p_0=1$ $q'-q_0=-1$							
$q_0=0$	ber.	beob.	$q_0=1$	ber.	beob.	$q_0=0$	ber.	beob.	$q_0=1$	ber.	beob.
$p_0=0$	33825	33822 (3)	$p_0=0$	33791	33789 (2)	$p_0=0$	34787	34789(26)	$p_0=0$	34753	34757(25)
$p_0=1$	33757	33756 (1)	$p_0=1$	33723	—	$p_0=1$	34719	34724(24)	$p_0=1$	34685	34690(23)
						$p_0=2$	34651	34657(22)	$p_0=2$	34617	—

$C_0$ $p'-p_0=2$ $q'-q_0=0$					
$q_0=0$	ber.	beob.	$q_0=1$	ber.	beob.
$p_0=0$	36027	36027(41)	$p_0=0$	35993	—

A<sub>1</sub>-Serie

$$\nu = 34590 + 956(p' - p_0) - 68p_0 + 278(q' - q_0) - 34q_0$$

A <sub>1</sub> p' - p <sub>0</sub> = 0    q' - q <sub>0</sub> = 0				B <sub>1</sub> p' - p <sub>0</sub> = 1    q' - q <sub>0</sub> = 0				
q <sub>0</sub> = 0		q <sub>0</sub> = 1		q <sub>0</sub> = 0		q <sub>0</sub> = 1		
ber.	beob.	ber.	beob.	ber.	beob.	ber.	beob.	
p <sub>0</sub> = 0	34590	34590(21)	p <sub>0</sub> = 0	34556	34557(20)	p <sub>0</sub> = 0	35512	35515(39)
p <sub>0</sub> = 1	34522	34525(19)	p <sub>0</sub> = 1	34488	34487(18)	p <sub>0</sub> = 1	35444	35447(37)
p <sub>0</sub> = 2	34454	34458(17)	p <sub>0</sub> = 2	34420	—	p <sub>0</sub> = 2	35376	—
p <sub>0</sub> = 3	34386	34384(16)	p <sub>0</sub> = 3	34352	—	p <sub>0</sub> = 3	35308	—

a <sub>1</sub> p' - p <sub>0</sub> = 0    q' - q <sub>0</sub> = -1				b <sub>1</sub> p' - p <sub>0</sub> = 1    q' - q <sub>0</sub> = -1				
q <sub>0</sub> = 0		q <sub>0</sub> = 1		q <sub>0</sub> = 0		q <sub>0</sub> = 1		
ber.	beob.	ber.	beob.	ber.	beob.	ber.	beob.	
p <sub>0</sub> = 0	34312	34316(15)	p <sub>0</sub> = 0	34278	34281(14)	p <sub>0</sub> = 0	35234	—
p <sub>0</sub> = 1	34244	34243(13)	p <sub>0</sub> = 1	34210	—	p <sub>0</sub> = 1	35166	—
p <sub>0</sub> = 2	34176	34171(12)	p <sub>0</sub> = 2	34142	—			

Tabelle 19.

Liste der Absorptionsbanden des p-Toluidins

Nr.	λ	ν	Inten- sität	Bemerkungen				Nr.	λ	ν	Inten- sität	Bemerkungen					
				p' - p <sub>0</sub>	p <sub>0</sub>	q' - q <sub>0</sub>	q <sub>0</sub>					p' - p <sub>0</sub>	p <sub>0</sub>	q' - q <sub>0</sub>	q <sub>0</sub>		
1	3079.5	32463	0	a <sub>1</sub>	0	0	-1	0	30	69.0	72	1	3	0	0		
2	69.1	574			0	2	0	0	31	4.4	724	1	2	0	0		
3	4.4	623			0	1	0	0	32	1.7	55	1	1	0	1		
4	0.3	67	2	A <sub>1</sub>	0	0	0	0	33	0.2	72	1	1	0	0		
5	44.5	837			1	1	-1	0	34	56.3	816	9	B <sub>0</sub>	1	0	0	0
6	0.0	85			b <sub>1</sub>	1	0	-1	0	35	1.6	70	3	1	0	0	
7	34.9	940			1	3	0	0	36	49.6	93	3	0	0	1		
8	2.1	71			1	2	0	1	37	7.5	917	2	D <sub>1</sub>	3	0	0	0
9	29.9	95			1	2	0	0	38	38.6	34020	c <sub>0</sub>	2	0	1	0	
10	6.3	33034			1	1	0	0	39	29.3	128	2	2	0	0		
11	2.8	72			1	0	0	1	40	6.2	64	2	1	0	1		
12	1.0	92	5	B <sub>1</sub>	1	0	0	0	41	4.4	85	2	1	0	0		
13	14.6	162			0	0	-1	1	42	2.5	207	2	0	0	1		
14	2.4	86	0	a <sub>0</sub>	0	0	-1	0	43	0.5	31	10	C <sub>0</sub>	2	0	0	0
15	05.9	258			0	3	0	0	44	18.7	52						
16	1.9	303			0	2	0	0	45	4.6	300	4	1	0	0		
17	2999.5	29			0	1	0	1	46	2.8	21	4	0	0	1		
18	7.9	47			0	1	0	0	47	0.8	45	6	E <sub>1</sub>	4	0	0	0
19	5.1	78			0	0	0	1	48	07.1	88						
20	3.4	97	7	A <sub>0</sub>	0	0	0	0	49	2896.1	519	3	3	0	0		
21	88.8	449			2	1	0	1	50	2.3	64	3	2	0	0		
22	7.1	68			2	1	0	0	51	88.5	610	3	1	0	0		
23	5.2	89			2	0	0	1	52	4.6	57	10	D <sub>0</sub>	3	0	0	0
24	3.1	512	5	C <sub>1</sub>	2	0	0	0	53	1.2	98	5	1	0	1		
25	1.8	27			1	1	-1	0	54	77.4	743	5	0	0	1		
26	78.5	64			1	1	-1	0	55	5.9	62	5	F <sub>1</sub>	5	0	0	
27	4.4	610	0	b <sub>0</sub>	1	0	-1	0	56	3.6	89						
28	3.1	25			1	4	0	0									
29	0.8	51			1	3	0	1									

Tabelle 20.

Vergleich der berechneten und der beobachteten Wellenzahlen  
der Bandkanten des  $p$ -Toluidinspektrums.

$A_0$ -Serie

$$\nu = 33397 + 420(p' - p_0) - 48p_0 + 209(q' - q_0) - 23q_0$$

$A_0 \quad p' - p_0 = 0 \quad q' - q_0 = 0$				$b_0 \quad p' - p_0 = 1 \quad q' - q_0 = -1$							
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	33397	33397(20)	$p_0 = 0$	33374	33378(19)	$p_0 = 0$	33608	33610(27)	$p_0 = 0$	33585	—
$p_0 = 1$	33349	33347(18)	$p_0 = 1$	33326	33329(17)	$p_0 = 1$	33560	33564(26)	$p_0 = 1$	33537	—
$p_0 = 2$	33301	33303(16)	$p_0 = 2$	33278	—	$C_0 \quad p' - p_0 = 2 \quad q' - q_0 = 0$					
$p_0 = 3$	33253	33258(15)	$p_0 = 3$	33230	—	$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$a_0 \quad p' - p_0 = 0 \quad q' - q_0 = -1$				$c_1 \quad p' - p_0 = 2 \quad q' - q_0 = -1$							
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$p_0 = 0$	34237	34231(43)	$p_0 = 0$	34214	34204(42)
$p_0 = 0$	33188	33186(14)	$p_0 = 0$	33165	33162(13)	$p_0 = 1$	34189	34185(41)	$p_0 = 1$	34166	34164(40)
$B_0 \quad p' - p_0 = 1 \quad q' - q_0 = 0$				$D_0 \quad p' - p_0 = 3 \quad q' - q_0 = 0$							
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	33817	33816(34)	$p_0 = 0$	33794	—	$p_0 = 0$	34028	34020(38)	$p_0 = 0$	34005	—
$p_0 = 1$	33769	33772(33)	$p_0 = 1$	33746	33755(32)	$A_1$ -Serie					
$p_0 = 2$	33721	33724(31)	$p_0 = 2$	33698	—	$\nu = 32667 + 420(p' - p_0) - 48p_0 + 204(q' - q_0) - 23q_0$					
$p_0 = 3$	33673	33672(30)	$p_0 = 3$	33650	33651(29)	$A_1 \quad p' - p_0 = 0 \quad q' - q_0 = 0$					
$p_0 = 4$	33625	33625(28)	$p_0 = 4$	33602	—	$B_1 \quad p' - p_0 = 1 \quad q' - q_0 = 0$					
$a_1 \quad p' - p_0 = 0 \quad q' - q_0 = -1$				$b_1 \quad p' - p_0 = 1 \quad q' - q_0 = -1$							
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	32463	32463 (1)	$p_0 = 0$	32440	—	$p_0 = 0$	33087	33092(12)	$p_0 = 0$	33064	33072(11)
$A_1 \quad p' - p_0 = 0 \quad q' - q_0 = 0$				$B_1 \quad p' - p_0 = 1 \quad q' - q_0 = 0$				$A_1 \quad p' - p_0 = 0 \quad q' - q_0 = 0$			
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	32667	32667 (4)	$p_0 = 0$	32644	—	$p_0 = 0$	33039	33034(10)	$p_0 = 0$	33016	—
$p_0 = 1$	32619	32623 (3)	$p_0 = 1$	32596	—	$p_0 = 1$	32991	32995 (9)	$p_0 = 1$	32968	32971 (8)
$p_0 = 2$	32571	32575 (2)	$p_0 = 2$	32548	—	$p_0 = 2$	32943	32940 (7)	$p_0 = 2$	32920	—
$a_1 \quad p' - p_0 = 0 \quad q' - q_0 = -1$				$b_1 \quad p' - p_0 = 1 \quad q' - q_0 = -1$				$A_1 \quad p' - p_0 = 0 \quad q' - q_0 = 0$			
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	32667	32667 (4)	$p_0 = 0$	32644	—	$p_0 = 0$	32883	32885 (6)	$p_0 = 0$	32860	—
$p_0 = 1$	32619	32623 (3)	$p_0 = 1$	32596	—	$p_0 = 1$	32835	32837 (5)	$p_0 = 1$	32812	—
$p_0 = 2$	32571	32575 (2)	$p_0 = 2$	32548	—	$A_1 \quad p' - p_0 = 0 \quad q' - q_0 = 0$					

$A_1$ -Serie

$$\nu = 32667 + 420(p' - p_0) - 48p_0 + 204(q' - q_0) - 23q_0$$

$A_1 \quad p' - p_0 = 0 \quad q' - q_0 = 0$				$B_1 \quad p' - p_0 = 1 \quad q' - q_0 = 0$							
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	32667	32667 (4)	$p_0 = 0$	32644	—	$p_0 = 0$	33087	33092(12)	$p_0 = 0$	33064	33072(11)
$p_0 = 1$	32619	32623 (3)	$p_0 = 1$	32596	—	$p_0 = 1$	33039	33034(10)	$p_0 = 1$	33016	—
$p_0 = 2$	32571	32575 (2)	$p_0 = 2$	32548	—	$p_0 = 2$	32991	32995 (9)	$p_0 = 2$	32968	32971 (8)
$a_1 \quad p' - p_0 = 0 \quad q' - q_0 = -1$				$b_1 \quad p' - p_0 = 1 \quad q' - q_0 = -1$							
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	32463	32463 (1)	$p_0 = 0$	32440	—	$p_0 = 0$	32883	32885 (6)	$p_0 = 0$	32860	—
$A_1 \quad p' - p_0 = 0 \quad q' - q_0 = 0$				$B_1 \quad p' - p_0 = 1 \quad q' - q_0 = 0$				$A_1 \quad p' - p_0 = 0 \quad q' - q_0 = 0$			
$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.	$q_0 = 0$	ber.	beob.	$q_0 = 1$	ber.	beob.
$p_0 = 0$	32667	32667 (4)	$p_0 = 0$	32644	—	$p_0 = 0$	32835	32837 (5)	$p_0 = 0$	32812	—
$p_0 = 1$	32619	32623 (3)	$p_0 = 1$	32596	—	$A_1 \quad p' - p_0 = 0 \quad q' - q_0 = 0$					
$p_0 = 2$	32571	32575 (2)	$p_0 = 2$	32548	—						

$C_1$ $p'-p_0=2$ $q'-q_0=0$				$E_1$ $p'-p_0=4$ $q'-q_0=0$							
$q_0=0$	ber.	beob.	$q_0=1$	ber.	beob.	$q_0=0$	ber.	beob.	$q_0=1$	ber.	beob.
$p_0=0$	33507	33512(24)	$p_0=0$	33484	33489(23)	$p_0=0$	34347	34345(47)	$p_0=0$	34324	34321(46)
$p_0=1$	33459	33468(22)	$p_0=1$	33436	33449(21)	$p_0=1$	34299	34300(45)	$p_0=1$	34276	—

$D_1$ $p'-p_0=3$ $q'-q_0=0$				$F_1$ $p'-p_0=5$ $q'-q_0=0$							
$q_0=0$	ber.	beob.	$q_0=1$	ber.	beob.	$q_0=0$	ber.	beob.	$q_0=1$	ber.	beob.
$p_0=0$	33927	33917(37)	$p_0=0$	33904	33893(36)	$p_0=0$	34767	34762(55)	$p_0=0$	34744	34743(54)
$p_0=1$	33879	33870(35)	$p_0=1$	33856	—	$p_0=1$	34719	—	$p_0=1$	34696	34698(53)

Tabelle 21.

Liste der Absorptionsbanden des *o*-Anisidinspektrums

Nr.	$\lambda$	$\nu$	Bemerkungen				Nr.	$\lambda$	$\nu$	Bemerkungen				
			$p'-p_0$	$p_0$	$q'-q_0$	$q_0$				$p'-p_0$	$p_0$	$q'-q_0$	$q_0$	
1	2969.6	33665	$a_0$	0	0	-1	1	13	4.4	302	0	1	0	0
2	2.3	748	0	4	0	0	0	14	1.5	37	$A_1$	0	0	0
3	59.9	75	0	3	0	0	0	15	07.6	83	$b_0$	1	0	-1
4	6.7	812	0	2	0	0	0	16	2893.5	550				
5	3.3	51	0	1	0	0	0	17	89.6	97	$B_0$	1	0	0
6	0.4	84	$A_0$	0	0	0	0	18	79.3	721	$b_1$	1	0	-1
7	46.6	928	0	2	-1	0	0	19	0.4	828				
8	2.6	74	0	1	-1	0	0	20	58.2	977		1	2	0
9	0.1	34003	$a_1$	0	0	-1	0	21	5.4	35011		1	1	0
10	26.5	161						22	2.4	48	$B_1$	1	0	0
11	1.0	225	1	3	0	0	0	23	30.8	315	$C_0$	2	0	0
12	17.7	64	1	2	0	0	0	24	2797.0	742	$C_1$	2	0	0

Tabelle 22.

Vergleich der berechneten und der beobachteten Wellenzahlen der Bandkanten des *o*-Anisidinspektrums.

$A_0$ -Serie

$$\nu = 33884 + 714(p' - p_0) - 38p_0 + 217(q' - q_0)$$

$A_0$ $p'-p_0=0$ $q'-q_0=0$			$a_0$ $p'-p_0=0$ $q'-q_0=-1$			$b_0$ $p'-p_0=1$ $q'-q_0=-1$		
ber.	beob.		ber.	beob.		ber.	beob.	
$p_0=0$	33884	33884 (6)	$p_0=0$	33667	33665 (1)	$p_0=0$	34381	34383 (15)
$p_0=1$	33946	33851 (5)						
$p_0=2$	33808	33812 (4)	$B_0$ $p'-p_0=1$ $q'-q_0=0$			$C_0$ $p'-p_0=2$ $q'-q_0=0$		
$p_0=3$	33770	33775 (3)	ber.	beob.		ber.	beob.	
$p_0=4$	33732	33748 (2)						
			$p_0=0$	34598	34597 (17)	$p_0=0$	35312	35315 (23)
			$p_0=1$	34560	34550 (16)			

A<sub>1</sub>-Serie

$$\nu = 34337 + 711(\rho' - \rho_0) - 38\rho_0 + 331(q' - q_0)$$

A <sub>1</sub>			B <sub>1</sub>		
$\rho_0$	$\rho' - \rho_0 = 0$	$q' - q_0 = 0$	$\rho_0$	$\rho' - \rho_0 = 1$	$q' - q_0 = 0$
	ber.	beob.		ber.	beob.
$\rho_0 = 0$	34337	34337 (14)	$\rho_0 = 0$	35048	35048 (22)
$\rho_0 = 1$	34299	34302 (13)	$\rho_0 = 1$	35010	35011 (21)
$\rho_0 = 2$	34261	34264 (12)	$\rho_0 = 2$	34972	34977 (20)
$\rho_0 = 3$	34223	34225 (11)			
a <sub>1</sub>			b <sub>1</sub>		
$\rho_0$	$\rho' - \rho_0 = 0$	$q' - q_0 = -1$	$\rho_0$	$\rho' - \rho_0 = 1$	$q' - q_0 = -1$
	ber.	beob.		ber.	beob.
$\rho_0 = 0$	34006	34003 (9)	$\rho_0 = 0$	34717	34721 (18)
$\rho_0 = 1$	33968	33974 (8)			
$\rho_0 = 2$	33930	33928 (7)			

Tabelle 23.

Liste der Absorptionsbanden des *p*-Anisidin

	Bemerkungen				Bemerkungen		
	$\rho_0$	$\rho' - \rho_0$	$q_0$		$\rho_0$	$\rho' - \rho_0$	$q_0$
1	3164.6	31590	A <sub>1</sub> 0	6	56.4	709	C <sub>0</sub> 2
2	37.4	864	A <sub>0</sub> 0	7	17.9	33126	D <sub>0</sub> 3
3	23.9	32002	B <sub>1</sub> 1	8	2980.9	537	E <sub>0</sub> 4
4	3096.5	285	B <sub>0</sub> 1	9	41.5	986	F <sub>0</sub> 5
5	83.9	417	C <sub>1</sub> 2	10	04.1	34424	G <sub>0</sub> 6

Tabelle 24.

Vergleich der berechneten und der beobachteten Wellenzahlen der Bandkanten des *p*-Anisidinspektrums.A<sub>0</sub>-Serie

$$\nu = 31864 + 420(\rho' - \rho_0)$$

	$\rho_0$	$\rho' - \rho_0$	ber.	beob.	
A <sub>0</sub>	0	0	31864	31864	(2)
B <sub>0</sub>	1	1	32284	32285	(4)
C <sub>0</sub>	2	2	32704	32709	(6)
D <sub>0</sub>	3	3	33124	33126	(7)
E <sub>0</sub>	4	4	33544	33537	(8)
F <sub>0</sub>	5	5	33964	33986	(9)
G <sub>0</sub>	6	6	34384	34424	(10)

A<sub>1</sub>-Serie

$$\nu = 31590 + 413(\rho' - \rho_0)$$

	$\rho_0$	$\rho' - \rho_0$	ber.	beob.	
A <sub>1</sub>	0	0	31590	31590	(1)
B <sub>1</sub>	1	1	32003	32002	(3)
C <sub>1</sub>	2	2	32416	32417	(5)

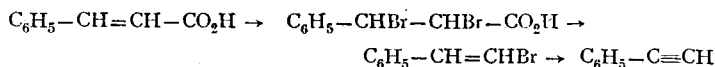
Nachstehend ist über die Art der Reinigung und über die Kennzeichen der verwendeten Versuchsmaterialien Bericht gegeben.

Styrol: Das Kahlbaumsche Präparat wurde noch mehreremal im Vakuum abdestilliert.

$$\begin{array}{ll} \text{Siedep. (10 mm Hg)} = 35^{\circ}\text{C} & \text{Siedep. (gewöhnl. Atmosph)} = 140^{\circ}\text{C} \\ n_D^{23.4^{\circ}} = 1.5411 & \end{array}$$

Da die Substanz durch Stehenlassen, besonders unter Belichtung leicht veränderlich ist, so wurde nur die frisch abdestillierte Probe jedesmal zum Photographieren verwendet.

Phenylazetylen: Das Präparat wurde nach Nef (A. 308, 268) und Straus (A. 387, 279) nach dem folgenden Schema aus Zimmtsäure hergestellt.



Die Probe wurde von dem zugleich entstehenden Phenylvinyläthyläther durch Fraktionierung genügend getrennt, getrocknet und noch drei Mal im Vakuum abdestilliert. Zum Photographieren wurde jedesmal die frische Probe verwendet.

$$\begin{array}{ll} \text{Siedep. (14 mm Hg)} = 45^{\circ}\text{C} & \text{Siedep. (755.8 mm Hg)} = 140.5^{\circ}\text{C} \\ n_D^{22.1^{\circ}} = 1.5478 & n_D^{25.1^{\circ}} = 1.5459 \end{array}$$

Äthylbenzol: Das Kahlbaumsche Präparat „reinst“ wurde nochmals fraktioniert.

$$\begin{array}{ll} \text{Siedep.} = 136^{\circ}\text{C} & \\ n_D^{20.6^{\circ}} = 1.4955 & n_D^{26.5^{\circ}} = 1.4924 \end{array}$$

Anilin: Das Kahlbaumsche Präparat „für Molekulargewichtsbestimmung“ wurde bei gewöhnlichem Druck fraktioniert und nochmals im Vakuum abdestilliert.

$$\begin{array}{ll} \text{Siedep.} = 185^{\circ}\text{C} & n_D^{25.5^{\circ}} = 1.5825 \end{array}$$

Phenol: Das Kahlbaumsche Präparat „für Molekulargewichtsbestimmung“ wurde verwendet.

Anisol: Das Kahlbaumsche Präparat wurde zweimal fraktioniert.

$$\begin{array}{ll} \text{Siedep.} = 154^{\circ}\text{C} & n_D^{22.6^{\circ}} = 1.5148 \end{array}$$

*o*-Toluidin: Das Kahlbaumsche Präparat „für wissenschaftliche Zwecke“ wurde beim gewöhnlichen Druck fraktioniert und nochmals im Vakuum abdestilliert.

$$\begin{array}{ll} \text{Siedep.} = 196^{\circ}\text{C} & n_D^{25^{\circ}} = 1.5684 \end{array}$$

*m*-Toluidin: Das Kahlbaumsche Präparat „reinst“ wurde fraktioniert und nochmals im Vakuum abdestilliert.

$$\begin{array}{ll} \text{Siedep.} = 201^{\circ}\text{C} & n_D^{23^{\circ}} = 1.5631 \end{array}$$

*p*-Toluidin: Das Kahlbaumsche Präparat „für wissenschaftliche Zwecke“ wurde nochmals aus Alkohol umkristallisiert.

$$\text{Schmp.} = 45^{\circ}\text{C}$$

*o*-Anisidin: Das Kahlbaumsche Präparat wurde fraktioniert und nochmals im Vakuum abdestilliert.

$$\begin{array}{ll} \text{Siedep.} = 217^{\circ}\text{C} & n_D^{22.5^{\circ}} = 1.5720 \end{array}$$

*p*-Anisidin: Das Kahlbaumsche Präparat wurde aus Alkohol umkristallisiert.

$$\text{Schmp.} = 58^{\circ}\text{C}$$

Die vorliegende Arbeit wurde von Frühling 1929 bis August 1931 in dem Chemisch-Technischen Institut und in dem Physikalisch-Optischen Institut der Kaiserl. Universität Kioto ausgeführt.

Meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. I. Fukushima, auf dessen Anregung und Anleitung hin die Arbeit ausgeführt worden ist, bin ich für seine wertvollen Ratschläge sowie für sein stetes Interesse zu besonderem Dank verpflichtet.

Herrn Prof. Dr. M. Kimura möchte ich bei dieser Gelegenheit für seine zahlreichen Ratschläge und seine freundliche Einführung in die Arbeitsmethoden sowie dafür, dass er mir erlaubte, im Physikalischen Institut meine Versuche auszuführen, meinen herzlichen Dank aussprechen.

Danken möchte ich auch Herrn Dr. M. Miyanishi, Privatdozent am Physikalischen Institut, der mir bei der Untersuchung ein erfahrener und stets freundlicher Ratgeber war.



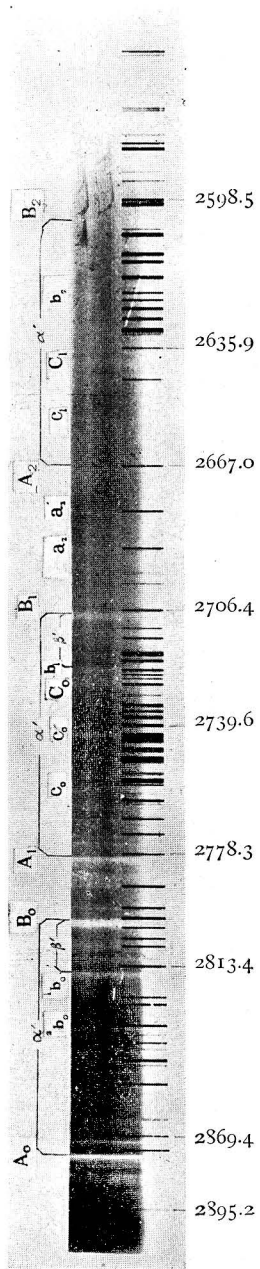


Photo. 1. Absorptionsspektrum des Styrol dampfes

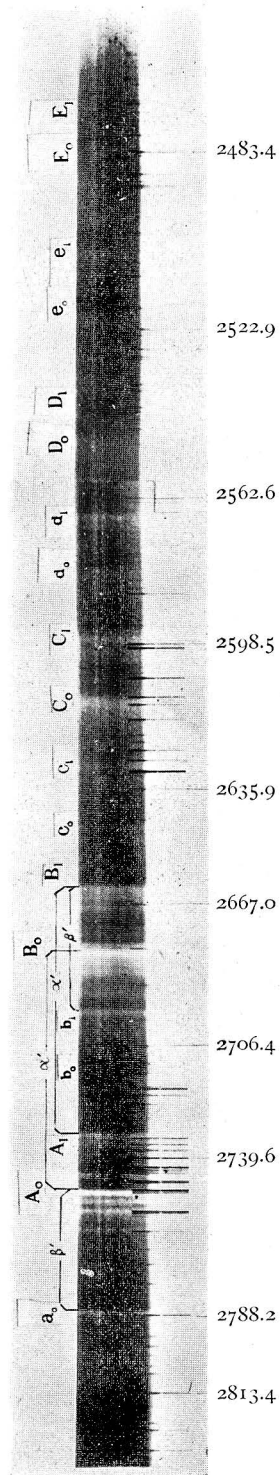


Photo. 2. Absorptionsspektrum des Phenylazetyldampfes

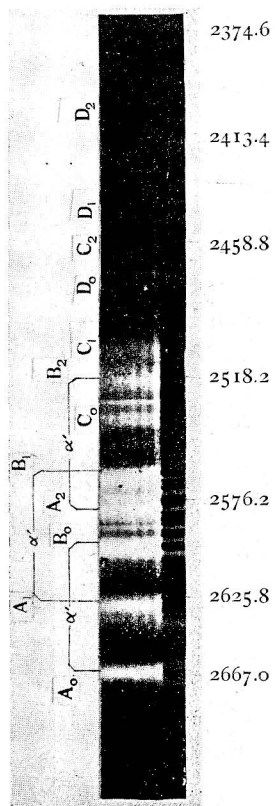


Photo. 3. Absorptionsspektrum des Äthylbenzoldampfes

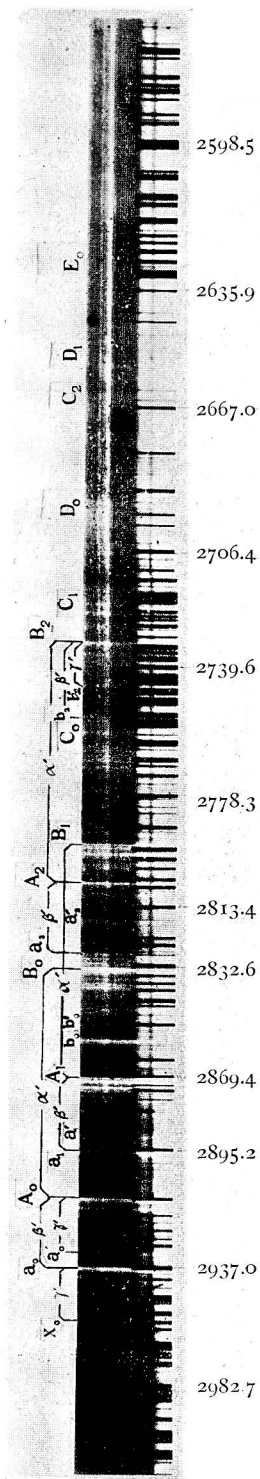


Photo. 4. Absorptionsspektrum des Anilindampfes



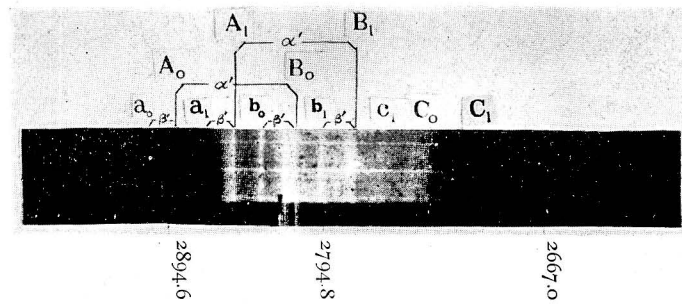


Photo. 7. Absorptionsspektrum des *o*-Toluidindampfes

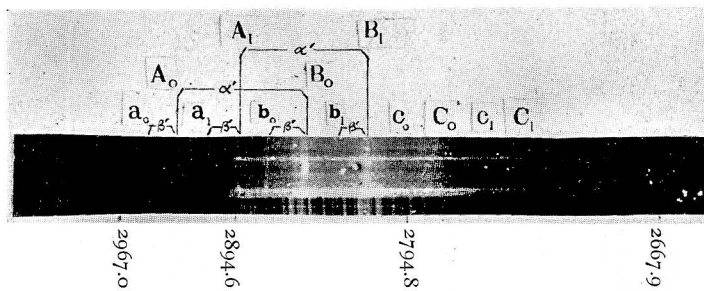


Photo. 8. Absorptionsspektrum des *m*-Toluidindampfes

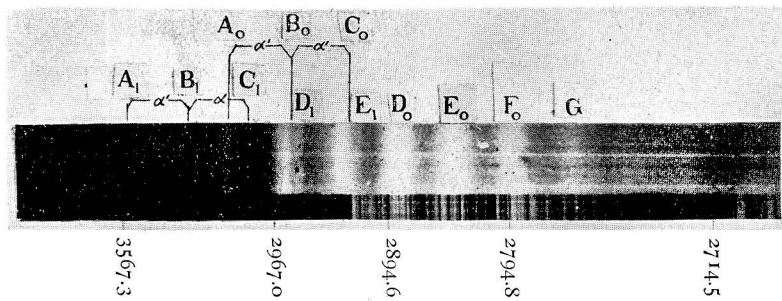


Photo. 9. Absorptionsspektrum des *p*-Toluidindampfes