

Studien zum Ramaneffekt

XXIII. Das Ramanspektrum organischer Substanzen (Mehrfach substituierte Benzole, II)

Von

A. DADIEU, A. PONGRATZ

und

K. W. F. KOHLRAUSCH

korresp. Mitglied der Akademie der Wissenschaften

Aus dem physikalischen Institut der Technischen Hochschule in Graz

(Mit 2 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 7. Juli 1932)

In Fortsetzung der Untersuchung über die Ramanspektren mehrfach substituierter Benzole¹ berichten wir in dieser Mitteilung über die Versuchsergebnisse an sämtlichen ein- bis sechsfach durch Chlor substituierten Benzolen. Die Mittel zu dieser Untersuchung verdanken wir zum Teil der I. G., Ludwigshafen, zum Großteil einer Unterstützung durch die Akademie der Wissenschaften in Wien. Für alle diese Hilfe sagen wir unseren herzlichsten Dank.

Die Beschreibung der in manchen Fällen schwierigen und zeitraubenden Darstellung der Versuchssubstanzen ist in den Anhang verlegt; vielleicht ist es gestattet, darauf zu verweisen, daß dort Erfahrungen zusammengestellt sind, die in einigen Fällen von präparativem Interesse sein dürften. Im Anhange findet man ferner die Angaben über die Versuchsbedingungen bei den Aufnahmen sowie die numerischen Ergebnisse; letztere sind in Tabellen zusammengestellt, deren Numerierung sich an unsere vorhergehenden Mitteilungen anschließt.

Wir haben auch die bereits bekannten Substanzen Monochlorbenzol und die drei Isomeren des Dichlorbenzols nochmals ausgemessen, einerseits weil diese Versuche bisher nur im ungefilterten Licht durchgeführt worden sind, andererseits um bes-

¹ Vgl. den Teil I, Mitteilung XVIII.

sere Vergleichbarkeit zu gewährleisten. Von den neu aufgenommenen Substanzen konnten mit Ausnahme von 1,2,4-Trichlorbenzol alle mehr als zweifach substituierten Chlorbenzole wegen Instabilität nur dem gefilterten Licht ausgesetzt werden. Das Er-

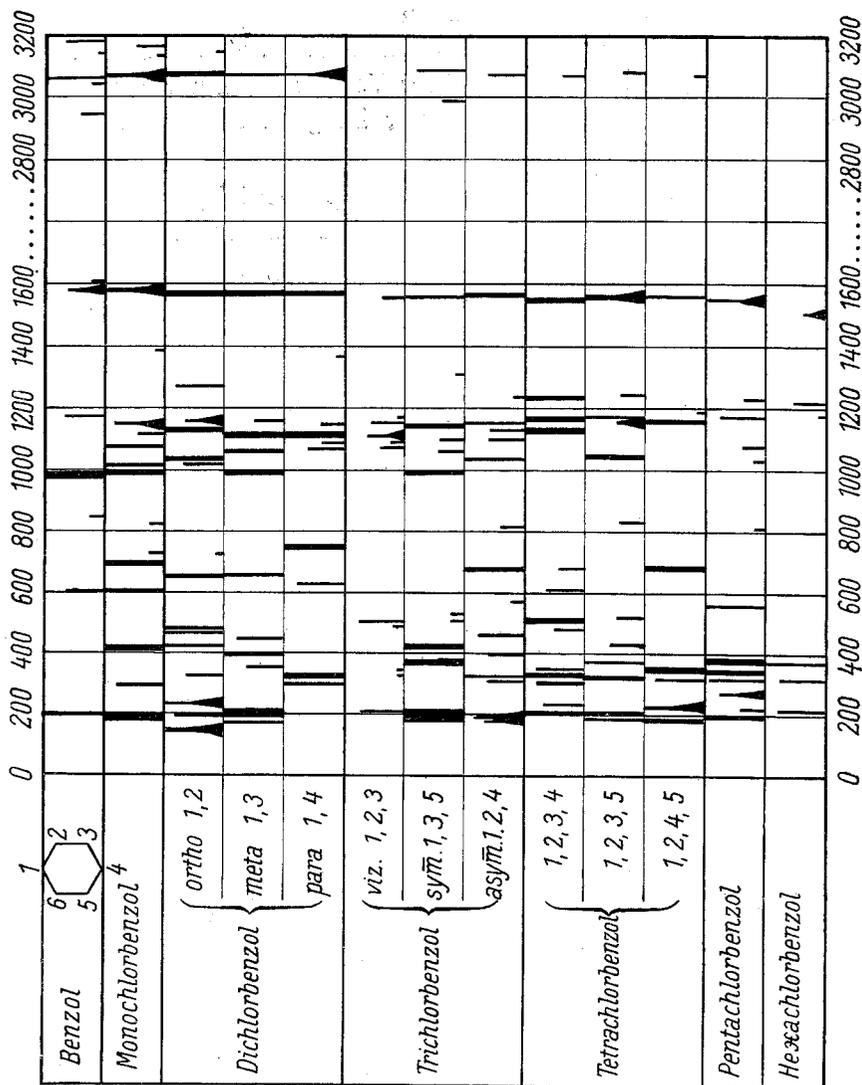


Fig. 1.

gebnis an dem nur in Lösung gemessenen 1,2,3-Trichlorbenzol muß als unvollständig und wenig gesichert bezeichnet werden. In Fig. 1 sind die Resultate graphisch zusammengestellt, die der folgenden punktwisen Diskussion zugrunde liegen.

1. Die Benzolfrequenz $\Delta\nu = 3060$, die üblicherweise der aromatischen CH-Bindung zugeschrieben wird, verliert in Übereinstimmung mit dieser Auffassung bei fortschreitender Substitution an Intensität und verschwindet im Penta- und Hexachlorbenzol. Da diese Ramanfrequenz aber, wenn von Hg- e erregt, fast zusammenfällt mit der klassisch gestreuten Hg-Linie $\nu' = 19.890 \text{ cm}^{-1}$, so ist die Feststellung betreffend ihr Verschwinden nur qualitativ aufzufassen, wenn, so wie hier, nur im gefilterten Licht beobachtet wurde.

2. Die Benzolfrequenz $\Delta\nu = 1680$ (Doppellinie) bleibt trotz Substitution erhalten, wandert aber bei zunehmender Belastung zu etwas niedrigeren Werten. Zahlenmäßig ergab sich im Mittel:

C_6H_6	$\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{Cl}$	$\text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{Cl}_2$	$\text{C}_6\text{H}_3 \cdot \text{Cl}_3$	$\text{C}_6\text{H}_2\text{Cl}_4$	$\text{C}_6\text{H} \cdot \text{Cl}_5$	C_6Cl_6
$\Delta\nu = 1584$	1580	1572	1560	1558	1553	1510

Ein ähnlicher, wenn auch nicht so ausgesprochener Gang der Zahlen wurde in den methylierten Benzolen gefunden, soweit wir sie bis jetzt untersucht haben: in $\text{C}_6(\text{CH}_3)_6$ ergab sich z. B. $\Delta\nu = 1567$.

Von einigen Autoren (vgl. z. B. das Buch „Der Smekal-Raman-Effekt“, abgekürzt S. R. E., S. 231) wurde angenommen, daß diese Frequenz einer Deformationsschwingung der CH-Bindung entspräche; diese Ansicht läßt sich nach den vorliegenden Ergebnissen nicht aufrechterhalten. Vielmehr muß es sich um eine Schwingungsform des *Kernes* handeln, an der die Substituenten nur unwesentlich beteiligt sind, die also nicht radial sein und damit die CX-Bindung beanspruchen darf. Wegen der Höhe der Frequenz ist wohl nur an eine *tangentielle* oder nahe tangentielle, die C=C-Bindungen stark beanspruchende Bewegung zu denken. Da weiter diese Frequenz an nahe derselben Stelle liegt, an der alle Substanzen mit C=C-Doppelbindung eine Linie aufweisen, kommt man wieder auf unsere, schon vor langem geäußerte Ansicht zurück, daß das Kekulé-Modell heranzuziehen sei, in welchem eine vorwiegend die C=C-Bindungen dehnende Schwingung möglich ist; eben eine solche Bewegungsform (vgl. Fig. 2, q) scheinen auch KETTERING-SHUTTS-ANDREWS (S. R. E., S. 232) bei ihren Modellversuchen beobachtet zu haben, ohne sie jedoch näher zu beschreiben, da sie gleichfalls zur Auffassung der Frequenz $\Delta\nu = 1600$ als CH-Schwingung neigten.

Gegen die Möglichkeit, eine Ramanlinie durch ein solche Schwingungsform (die z. B. von BHAGAVANTAM zur Erklärung der

Linie $\Delta\nu = 1000$ herangezogen wurde) zu erklären, hat WEILER² eingewendet, daß sie trigonale Symmetrie habe und daher nach der PLACZEKSCHEM Theorie zu einer im Ramanspektrum „verbotenen“ Linie führen müsse, wenn Benzol selbst hexagonale Symmetrie besitzt. Wir haben in Mitteilung XVIII bereits Gründe dafür angeführt und kommen in Punkt 4 nochmals darauf zurück, daß die Symmetrie des Benzols keine hexagonale sein könne, vielmehr als trigonal angesehen werden müsse. Dann entfällt auch der Einwand gegen die diskutierte Schwingungsform.

3. Die Benzolfrequenz $\Delta\nu = 1166$ — 1180 scheint in allen bisher untersuchten Benzolderivaten erhalten zu bleiben und einer Beeinflussung durch den Substituenten nicht zu unterliegen. Da sie aber, wie z. B. im Falle der chloresubstituierten Benzole in einem von vielen Linien besetzten Gebiet liegt, ist die diesbezügliche Aussage unsicher. Vielleicht gehört diese Linie zu einer Schwingungsform, die ähnlich wie die unter 2 besprochene wieder nahe *tangentiell* ist, jedoch vorwiegend die einfachen Bindungen des Kekulé-Modells beansprucht. Denkt man sich in diesem die Doppelbindungen zwischen den C-Atomen 2 und 3, 4 und 5, 6 und 1, dann würden bei $\Delta\nu = 1600$ die Atumpaare 2 und 3, 4 und 5, 6 und 1, bei $\Delta\nu = 1180$ die Atumpaare 1 und 2, 3 und 4, 5 und 6 gegeneinander schwingen (vgl. Fig. 2). Auch diese letztere (mit „p“ bezeichnete) Schwingungsform scheint von KETTERING-SHUTTS-ANDREWS am mechanischen Kekulé-Modell beobachtet worden zu sein.

4. Die Benzolfrequenz $\Delta\nu = 992$ tritt, wie Fig. 1 zeigt, nur in Benzol, Chlorbenzol, *m*-Dichlorbenzol, symmetrischem Trichlorbenzol auf, u. zw. jedesmal mit großer Intensität; in den anderen Derivaten fehlt sie oder — eine Deutung, die ebenfalls möglich wäre — sie ist mehr oder weniger stark verschoben. Der Befund spricht jedenfalls wieder dafür, daß es sich um eine Schwingungsform handelt, die an den Stellen 1, 3, 5 Knoten besitzt oder ausbilden kann und die gegen eine Beschwerung dieser Stellen unempfindlich ist. Es muß, wie wir l. c. schon schlossen, eine Schwingungsform von trigonaler Symmetrie sein. Da die Frequenz im Hexachlorbenzol verschwindet, muß es sich um eine *pulsierende* Bewegung handeln, bei der nur jedes zweite Atom den gleichen Zustand der Bewegung entlang des Molekülradius hat; jede Behinderung durch Substitution an ungleich bewegten

² J. WEILER, Ztschr. Physik 72, 1931, S. 206.

Atomen muß die Frequenz nach tiefen Werten schieben oder, was wahrscheinlicher ist, ganz unterbinden.

Da dieselbe Frequenz in gleicher Stärke im Benzol vorkommt, wäre nach den PLACZEKSCHEM Intensitätsüberlegungen die trigonale Symmetrie der Schwingung auch für die Konfiguration des nicht schwingenden Moleküls zu fordern. Eine solche Symmetrie speziell in bezug auf die Ladung der C-Atome hat z. B. das von ULMANN³ seinen Überlegungen zugrunde gelegte Benzolmodell; in bezug auf die chemischen Konsequenzen verweisen wir auf seine Abhandlung.

5. Durch das in den Punkten 2—4 Gesagte glauben wir also von den in Fig. 2 schematisch dargestellten Schwingungsformen, die in Anschluß an KETTERING-SHUTTS-ANDREWS mit m , p , q bezeichnet sind, mindestens die Formen m und q als in Benzol vorhanden wahrscheinlich gemacht zu haben. Nach den Polarisationsverhältnissen zu schließen, sollte in Benzol m eine einfache Schwingung sein, während p und q mehrfach sein und bei Störung der Symmetrie in mehreren Frequenzen aufspalten sollten (man vergleiche den Linienreichtum im Gebiete zwischen 1000 und 1600, den die mehrfach substituierten Benzole aufweisen). Alle drei Formen sind optisch inaktiv; in der Tat fehlt $\Delta\nu = 1000$ im Ultrarotspektrum vollkommen, während $\Delta\nu = 1580$ nur schwach vertreten ist. An der Stelle $\Delta\nu = 1180$ jedoch befindet sich eine starke Absorptionsfrequenz, was in Widerspruch mit der in Fig. 2 angenommenen Schwingungsform steht.

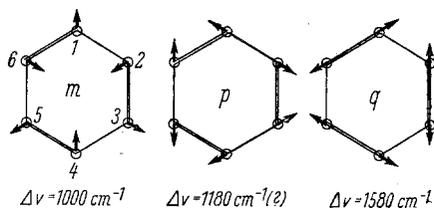


Fig. 2.

In einem kondensierten System, wie in Naphthalin, in welchem zwei benachbarte C-Atome zwei Kernen gemeinsam sind, sollte die Schwingungsform m unmöglich sein, während das Auftreten von q dann zu erwarten wäre, wenn die Struktur der sog. „symmetrischen“ (ERLENMEYER-) Formulierung entspricht; in der Tat fehlt $\Delta\nu = 1000$ in den bisher untersuchten Substanzen Naph-

³ M. ULMANN, Z. ang. Chem. 41, 1928, S. 674.

thalin, α -Bromnaphthalin, α -Naphthylisozyanat, Chinolin (S. R. E., S. 337), während $\Delta\nu = 1580$ kräftig vertreten ist. In Fünfferringen mit Doppelbindung, wie Pyrrol und Thiophen (S. R. E., S. 338 und 339) sollten sowohl m als q , die beide trigonale Symmetrie voraussetzen, fehlen, eine Forderung, die zutrifft.

6. In Fig. 1 lassen sich noch eine Reihe von auffälligen Tatsachen feststellen; da wir den Schlüssel zu ihrer Deutung noch nicht gefunden haben, verschieben wir ihre Besprechung, bis durch Beibringung weiteren Erfahrungsmaterials neue Anhaltspunkte gewonnen sind.

Anhang.

A. Vorbehandlung der Substanzen.

Chlorbenzol (Tabelle 178). Herkunft: Kahlbaum. Destillation in der Kolonne. Kp. ⁴: 130.5° (Literaturangabe: 132°).

o-Dichlorbenzol (Tab. 179). Darstellung nach SANDMEYER'S Methode durch Diazotieren von *o*-Chloranilin (Kp.: 206.9—207.6°, Herk.: Kahlbaum). Das Reaktionsprodukt wird einmal im Dampfstrom, zweimal bei herrschendem Druck und einmal bei 14 mm destilliert. Kp.: 178.7—179.5° (Lit. 179°).

m-Dichlorbenzol (Tab. 180). Darstellung durch Diazotieren von *m*-Chloranilin und Umsatz des Diazoniumsalzes mit Cu₂Cl₂ (SANDMEYER). Wasserdampfdestillation, dann Destillation bei herrschendem Druck. Kp.: 172.0—172.6° (Lit. 172.0°).

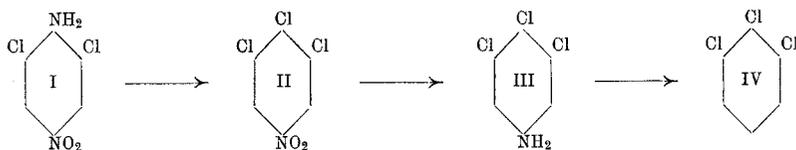
p-Dichlorbenzol (Tab. 181). Herkunft: Kahlbaum. Zweimalige Kristallisation aus Alkohol, dreimalige Sublimation bei 110°. F.P. 53.3 bis 54.2° (Lit. 53.0°).

vis-Trichlorbenzol 1:2:3 (Tab. 182). Darstellung: Nach F. BEILSTEIN und A. KURBATOW (Lieb. Ann. 192, S. 234) entsteht bei der Chlorierung von *m*-Chlorazetanilid bei Gegenwart von 90% Essigsäure ein Gemisch von 2, 4, 5- und 2, 3, 4-Trichlorazetanilid; die beiden Stoffe können auf Grund ihrer verschiedenen Löslichkeit in 50%iger Essigsäure durch oftmalige fraktionierte Kristallisation getrennt werden. Das im weiteren benötigte 2, 3, 4-Trichlorazetanilid ist leichter löslich, ein Umstand, der für die Ausbringung mit großen Verlusten verbunden ist; sein F.P. war 122 bis 125° (Lit. 120—122°), die Verseifung ergab 2, 3, 4-Trichloranilin mit dem F.P. 67—68° (Lit. 67.5°). Im Hinblick auf andere Erfahrungen (vergleiche w. u. die Darstellung von symm. Trichlorbenzol) sind wir im weiteren von der von BEILSTEIN gegebenen Vorschrift abgewichen, weshalb der Gang kurz skizziert werden möge. 4 g 2, 3, 4-Trichloranilin wurden in einer Mischung von 5 g Wasser + 45 g konzentrierter Schwefelsäure gelöst und die Lösung bei + 5° mit 1.44 g Natriumnitrit, das zu einem feinen Gieß zerrieben war, unter ständigem Schwenken innerhalb von 20 Minuten diazotiert. Die ursprünglich rosarote Reaktionsflüssigkeit ist nach beendeter Diazo-

⁴ Wenn nichts anderes bemerkt ist, gelten die Siedepunktangaben für Normaldruck.

tierung gelb. Nach 2 Stunden wurde in 60 cm^3 Alkohol gegossen und $\frac{3}{4}$ Stunden auf dem Wasserbad erwärmt; nach dem Verdünnen mit Wasser, Abblasen mit Wasserdampf und Umkristallisieren aus verdünntem Alkohol schmolz die Substanz bei $52.3\text{--}53.0^\circ$. Ausbeute 1.3 g . Für die Ramanaufnahme wurde noch zweimal mit Wasserdampf destilliert, aus reinstem 90%igem Alkohol umkristallisiert und bei 120° Badtemperatur sublimiert.

Ein zweites Verfahren zur Darstellung von 1,2,3-Trichlorbenzol hat O. N. WITT (Ber. D. ch. G. 8, S. 145) beschrieben: Aus 1-Amino-2,6-dichlor-4-nitrobenzol, das leicht erhalten werden kann durch Chlorierung von *p*-Nitroanilin mit Kaliumchlorat in salzsaurer Lösung (wir haben diese Phase wesentlich verbessert, indem wir an Stelle des sehr destruktiv wirkenden Kaliumchlorates Perhydrol in berechneter Menge bei Zimmertemperatur anwandten), gewann WITT durch Desamidierung 1-Nitro-3,5-dichlorbenzol, das nach der Reduktion, durch Azetylierung geschützt, neuerlich nitriert wurde; das erhaltene 1-Nitro-2,6-dichlor-4-aminobenzol lieferte bei der Desamidierung 2,6-Dichlor-1-nitrobenzol, das, zu 2,6-Dichloranilin reduziert, nach dem Verfahren von SANDMEYER in 1,2,3-Trichlorbenzol umgewandelt wurde. Präparatives Interesse besitzt dieser von WITT beschrittene Weg wegen der vielen Zwischenstufen und der damit verbundenen geringen Ausbeute nicht. Wir versuchten, die Darstellung abzukürzen, indem wir das 4-Nitro-2,6-dichloranilin in konzentrierter Schwefelsäure diazotierten, unter Kühlung in konzentrierte Salzsäure eingossen und durch Zusatz von Naturkupfer C den Ersatz der Diazoniumgruppe durch Chlor bewerkstelligten. Wir erhielten so mühelos 60% 3,4,5-Trichlornitrobenzol, während TH. ZINCKE (Ber. D. ch. G. 27, S. 546) über geringe Ausbeuten bei Darstellung dieser Verbindung klagt. Auch die Reduktion (II \rightarrow III)



verlief noch in befriedigender Weise; dagegen gelang es nicht, die Diazotierung des 3,4,5-Trichloranilin (III \rightarrow IV) mit nennenswerter Ausbeute durchzuführen.

sym-Trichlorbenzol 1:3:5 (Tab. 183). J. LAMMER (Am. Chem. J. 18, S. 667) gewann *sym*-Trichlorbenzol, indem er 30 g 2,4,6-Trichloranilin in 500 cm^3 Alkohol allmählich mit 17 cm^3 konzentrierter Schwefelsäure versetzte, zur Mischung 17 g pulverisiertes Natriumnitrit fügte und das Ganze stehen ließ. Wir arbeiteten nach diesem Beilstein-Referat, doch erhielten wir nicht 1,3,5-Trichlorbenzol; die ausfallenden Nadeln waren, wie wir später feststellen konnten, das Diazoniumsulfat des Trichlorbenzols. Die Verbindung verpuffte beim Schmelzversuch und reagierte heftig mit heißer salzsaurer Kuprochloridlösung unter Bildung von 1,3,5-Trichlorbenzol (F. P. $62.6\text{--}63.6^\circ$). Offenbar übte das Kuprochlorid einen ähnlichen reduzierenden Einfluß auf Diazoniumsalze aus, wie dies erfahrungsgemäß bei der Desamidierung mit Hilfe von Äthylalkohol an Diazoniumsalzen beobachtet wird.

Mittlerweile hatten wir aber schon einen anderen Weg zur Bereitung von 1,3,5-Trichlorbenzol eingeschlagen; wir diazotierten 2,4,6-Trichloranilin in konzentrierter schwefelsaurer Lösung mit NaNO_2 , das in konzentrierter Schwefelsäure gelöst war, bei 12° und gossen in gekühlten 80%igen Alkohol ein. Durch Erhitzen auf dem Wasserbad wird die Stickstoffabspaltung beendet. Das durch Fällen mit Wasser erhaltene Rohprodukt wird zunächst mit Wasserdampf destilliert, zweimal aus 70%igem Alkohol umkristallisiert und schließlich zweimal bei 80° sublimiert, F.P.: $63.0-63.8^\circ$ (Lit. 63.4°).

asym-Trichlorbenzol 1:2:4 (Tab. 184). Herkunft: Dr. Fraenkel-Dr. Landau. Die mit CaCl_2 getrocknete Substanz wird dreimal unter vermindertem Druck und einmal bei herrschendem Druck destilliert. Kp.: 212.9 bis 213° (Lit. 213°).

1,2,3,4-Tetrachlorbenzol (Tab. 185). Herkunft: I. G. Farbenindustrie. Reinigung: einmalige Kristallisation aus CCl_4 , dreimalige Destillation unter vermindertem Druck und einmalige Sublimation. F.P.: $42.0-43.3^\circ$ (Lit. 45-46°).

1,2,3,5-Tetrachlorbenzol (Tab. 186). 10 g 2,4,6-Trichloranilin (Herkunft: Dr. F.-Dr. L.) werden in 20 g H_2O + 80 g H_2SO_4 unter Umschwenken gelöst, dann auf 5° abgekühlt und mit 3.6 g fein verriebenem Natriumnitrit innerhalb 1½ Stunden diazotiert. Die Diazoniumlösung wird unter guter Kühlung in 50 cm^3 5 n-Salzsäure gegossen; man trägt zunächst bei Zimmertemperatur kleine Anteile von Kuprochlorid ein, erwärmt, sobald die Reaktion nachgelassen hat, bis auf 50° und setzt den Rest des vorbereiteten Kuprochlorides (insgesamt 0.8-1 g) zu. Nach einer weiteren Stunde wird vom Wasserbad genommen, unter starkem Schwenken abgekühlt, bis das braunrote Öl erstarrt ist, am Filter gesammelt, mit 5 n-Salzsäure gewaschen und mit etwas NaOH im Dampfstrom destilliert. Ausbeute: 7 g. F.P. $50-51^\circ$. Für die Aufnahme wird noch einmal langsam im Dampfstrom destilliert, dann aus abs. Alkohol umkristallisiert, im Vakuum getrocknet und bei 120° sublimiert. F.P.: $50.3-51.3^\circ$ (Lit. $50-51^\circ$, $54-55^\circ$).

Anfangs hatten wir nach dem bequemen Diazotierungsverfahren von C. WILGERODT und K. WILKE (Ber. D. ch. G. 43, S. 2748) in Eisessiglösung gearbeitet und gossen die Diazoniumlösung — von 7.5 g Trichloranilin — in eine eisgekühlte Lösung von 5 g Kuprochlorid in 20 cm^3 5 n-Salzsäure. Das in guter Ausbeute erhaltene Reaktionsprodukt (6 g) konnte jedoch weder durch fraktionierte Kristallisation noch durch fraktionierte Sublimation vereinheitlicht werden; es schmolz stets zwischen 32° und 38° . Im Hinblick auf die Erfahrung bei der unerwarteten Desamidierung des 2,4,6-Trichloranilins war der Verdacht naheliegend, daß auch diesmal das Kuprochlorid zum Teil eine Reduktion bewirkt haben muß. Der Befund der Halogenbestimmung, die von Herrn Dr. KOPPER durchgeführt wurde, bestätigte diese Vermutung:

0.1327 g Substanz gaben	0.3474 g AgCl ...	64.76% Cl_2	}	Mittel: 64.90%.
0.1317 g „ „	0.3464 g AgCl ...	65.05% Cl_2		
Berechnet für $\text{C}_6\text{H}_3\text{Cl}_3$: 58.64% Chlor, für $\text{C}_6\text{H}_2\text{Cl}_4$: 65.71% Chlor.				

Daraus rechnet sich ein Mischungsverhältnis von Tetra- zu Trichlorbenzol wie 89 : 11. Es ist aber auch denkbar, daß im vorliegenden Fall die

Anwesenheit der Essigsäure nicht ohne Einfluß auf den Verlauf der Reaktion war. Die desamidierende Wirkung derselben kommt klar zum Ausdruck bei der Darstellung von 1, 3, 5-Tribrombenzol aus 2, 4, 6-Tribromdiazoniumnitrat und Eisessig. (SILBERSTEIN, J. prakt. Chem. [2], 27, S. 106, 111, 112.

1, 2, 4, 5-Tetrachlorbenzol (Tab. 187). Herkunft: D. F.-Dr. L. Reinigung: einmalige Kristallisation aus CCl_4 , fraktionierte Sublimation bei 190° Badtemperatur. Die Fraktion $139.6\text{--}139.9^\circ$ (Lit. $137\text{--}138^\circ$; $140\text{--}141^\circ$) wird noch ein zweitesmal sublimiert.

Pentachlorbenzol (Tab. 188). Herkunft: I. G. Farbenindustrie. Reinigung: Zweimalige Kristallisation, einmal aus Alkohol, einmal aus Alkohol + CCl_4 . Zweimalige Sublimation bei 100° . F. P.: $84\text{--}85^\circ$ (Lit. 84° ; $85\text{--}86^\circ$).

Hexachlorbenzol (Tab. 189). Herkunft: Dr. F.-Dr. L. Reinigung: Einmalige Kristallisation aus CCl_4 , mehrfache Sublimation beim Schmelzpunkt. F. P.: $228.6\text{--}229.8^\circ$ (Lit. 227°).

B. Die Spektralaufnahmen.

Über die Versuchsverhältnisse bei den einzelnen Aufnahmen orientiert die nachfolgende Tabelle der Aufnahmebedingungen, in der Tabellen- und Platten-Nummer, Zahl n der beobachteten Streulinien, Temperatur ϑ , Spaltbreite, Expositionszeit t und Beschaffenheit der Aufnahme bezüglich kontinuierlichen Untergrundes U und Stärke des Streuspektrums (Str.-Sp.) angegeben sind.

Im einzelnen ist hiezu noch zu bemerken:

Die Ergebnisse für *Monochlorbenzol* sind bis auf die schwache und unsichere Linie $\Delta\nu = 3133(0)$ identisch mit den schon bekannten. (Vgl. das Buch „Der Smekal-Ramaneffekt“ S. 329). In *p-Dichlorbenzol* wurde die seinerzeit angegebene Linie $\Delta\nu = 685(\frac{1}{2})$ nicht, dafür die Linie $\Delta\nu = 1088$ neu gefunden. In *m-Dichlorbenzol* wurde $\Delta\nu = 1028(0)$ nicht, dagegen $\Delta\nu = 360(3)$, $1158(2)$ neu gefunden; $\Delta\nu = 210$ wurde in zwei Linien 199 und 210 aufgelöst. In *o-Dichlorbenzol* ergaben sich gegenüber den bisherigen Messungen (S.-R.-E. S. 333) merkliche Veränderungen: Nicht gefunden wurde, obwohl die jetzigen Aufnahmen stärker exponiert waren, die Linien $\Delta\nu = 395(0)$, $624(\frac{1}{2})$, $1105(1)$, $1373(1)$; neu gefunden wurden $\Delta\nu = 1019(3)$, $1271(4)$, $3143(\frac{1}{2})$; als doppelt erkannt wurde die Linie 474, die in $\Delta\nu = 469$ und $\Delta\nu = 486$ aufspaltet. Bemerkenswert ist auch, daß die früher mit der relativen Intensität 3 angegebene Linie $\Delta\nu = 744$ hier trotz stärkerer Exposition nur zu $\frac{1}{2}$ eingeschätzt werden konnte. In asymmetrischem *Trichlorbenzol* (1, 2, 4) wurden die bereits von C. S. MORRIS (Phys. Rev. 38, 1931, S. 14) beobachteten Linien bei $\Delta\nu = 188$, 319, 1144 als doppelt gefunden mit $\Delta\nu = 183$ und 194; 308 und 329; 1132 und 1152; neu gefunden wurden die Linien $\Delta\nu = 458(4)$, $575(1)$, $676(6)$, $1098(3)$.

Die restlichen Substanzen sind bisher noch nicht untersucht worden, so daß Vergleiche nicht möglich sind. In der zu *vis-Trichlorbenzol* gehörigen Tabelle 182 wurden jene in Äther- bzw. Alkohollösung gefundenen Linien eingetragen, die dem betreffenden Lösungsmittel nicht angehören; das so erhaltene Ramanspektrum ist unvollständig und als das wenigst-

gesicherte in dieser Mitteilung zu bewerten. Ziemliche Schwierigkeiten bereitete auch die Aufnahme von *Hexachlorbenzol*, das wegen seines hohen Schmelzpunktes im geschmolzenen Zustand wenig haltbar ist; erst mit der lichtstarken a. a. O. beschriebenen Zeißapparatur gelang es in 10' bzw. 15' langer Exposition ein brauchbares Spektrum zu erzielen, bei dem aber wegen der wesentlich geringeren Dispersion die Frequenzzahlen ungenauer sind. Doch sind die Ergebnisse hinreichend gestützt durch parallele Aufnahmen von in Tetrachloräthylen gelöstem und von pulverförmigem C_6Cl_6 ; in ersterem Fall ist die Linie 216 durch eine Linie des Lösungsmittels verdeckt.

Tabelle der Aufnahmebedingungen.

Substanz	Tab.	n	Pl.-Nr.	F.	ϑ	Sp.	t	U	Str. Sp.	Bemerkung
Chlorbenzol	178	53 (3)	608	m.F.	25°	0·06	12	s.	st.	
			609	o. F.	25°	0·055	9	m.	st.	
<i>o</i> -Dichlorbenzol	179	48	622	m.F.	25°	0·07	11	m.	st.	
			623	o. F.	25°	0·055	8	st.	st.	
<i>m</i> -Dichlorbenzol	180	40 (1)	620	m.F.	25°	0·07	11	s.	st.	
			621	o. F.	25°	0·055	8½	st.	st.	
<i>p</i> -Dichlorbenzol	181	32	616	m.F.	60°	0·07	11	st.	st.	} geschmolzen
			619	o. F.	60°	0·06	6	st.	m.	
1, 2, 3-Trichlorbenzol	182	16	678	m.F.	25°	0·06	20	st.	s.	} 20% Ätherlösung 15% Alkohollösung
			682	m.F.	25°	0·06	39	s. st.	m.	
			695	m.F.	25°	0·07	34	st.	m.	
1, 3, 5-Trichlorbenzol	183	32	601	m.F.	70°	0·07	12	m.	st.	geschmolzen
1, 2, 4-Trichlorbenzol	184	38	530	m.F.	25°	0·07	10	s.	st.	Braunfärbung
			531	o. F.	25°	0·07	6	st.	s.	
1, 2, 3, 4-Tetrachlorbenzol	185	31	604	m.F.	55°	0·07	12	m.	st.	geschmolzen
3, 5-Tetrachlorbenzol	186	27	640	m.F.	60°	0·07	14	m.	st.	geschmolzen
1, 2, 4, 5-Tetrachlorbenzol	187	27 (1)	615	m.F.	145°	0·07	11½	st.	st.	geschmolzen
Pentachlorbenzol	188	29	612	m.F.	90°	0·065	12	st.	st.	geschmolzen
Hexachlorbenzol	189	11 8 10 10	606	m.F.	85°	0·06	24	st.	s.	} 8% C_2Cl_4 -Lösung Pulverform geschmolzen; lichtst. Apparat.
			.	m.F.	20°	0·06	24	st.	s.	
			.	m.F.	240°	0·15	1/6	m.	m.	
			.	m.F.	240°	0·15	1/4	m.	m.	

Tabelle 178.
Chlorbenzol C_6H_5 . Cl. Platte 608, 609.

ν	<i>I</i>	Zuordnung	ν	<i>I</i>	Zuordnung	ν	<i>I</i>	Zuordnung
24321	5	<i>q</i> -3067 [<i>i</i>]	23131	5*	<i>e</i> +193	21767	1?	?
24287	5	<i>k</i> -418 [<i>p</i>]	22745	10*	<i>e</i> -193 [<i>g</i>]	21642	15	<i>k</i> -3063
24226	4	<i>q</i> -3162 [<i>i, o</i>]	22644	4*	<i>e</i> -294	21572	0	<i>k</i> -3133
24092	2	<i>k</i> -613 [<i>i</i>]	22576	0*	<i>f</i> -419	21549	{ 2	<i>k</i> -3156
24004	3	<i>k</i> -701	22523	8*	<i>e</i> -415		{ $\frac{1}{2}$ *	<i>e</i> -1389
23813	$\frac{1}{2}$	<i>i</i> -703	22329	5*	<i>e</i> -609	21496	1*	?
23702	10	<i>k</i> -1003	22297	$\frac{1}{2}$ *	<i>f</i> -698	21453	4	<i>i</i> -3063
23683	5	<i>k</i> -1022	22240	8*	<i>e</i> -698	21415	0*	<i>f</i> -1580
23622	4	<i>k</i> -1083	22201	1*	<i>e</i> -737	21356	7 b.*	<i>e</i> -1582
23584	$\frac{1}{2}$	<i>k</i> -1121	22113	1*	<i>e</i> -825	19927	$\frac{1}{2}$ *	?
23551	2 b.	<i>k</i> -1154	22041	1*	<i>g</i> -998	19869	5 b.*	<i>e</i> -3069
23514	3	<i>i</i> -1002	21999	2*	<i>f</i> -996	18502	5*	Hg; <i>c</i> +194
23493	1	<i>i</i> -1023	21978	$\frac{1}{2}$ *	<i>f</i> -1017	18114	8*	<i>c</i> -194
23433	1	<i>i</i> -1083	21940	12*	<i>e</i> -998	18016	5*	Hg; <i>c</i> -292
23356	{ 1 b.	<i>i</i> -1160	21921	7*	<i>e</i> -1017 [<i>f</i>]	17892	6*	<i>c</i> -416
	{ 1*	<i>e</i> +418	21868	6*	<i>e</i> -1070	17697	3*	<i>c</i> -611
23235	2*	<i>e</i> +297	21823	2*	<i>e</i> -1115	17532	2*	<i>b</i> +204
23131	5 b.	<i>k</i> -1574	21784	4*	<i>e</i> -1154			
$\Delta\nu$		196 (10), 294 (4), 417 (8), 611 (5), 700 (8), (737) (1), (825) (1), 999 (12), 1020 (7), 1079 (6), 1118 (2), 1155 (4 b.), (1389) ($\frac{1}{2}$), 1580 (7 b.), 3067 (10 b.), (3133) (0), 3159 (2).						

Tabelle 179.
o-Dichlorbenzol C_6H_4 . Cl₂. Platte 622, 623.

ν	<i>I</i>	Zuordnung	ν	<i>I</i>	Zuordnung	ν	<i>I</i>	Zuordnung
24554	3 b.	<i>k</i> -151	23365	2*	<i>e</i> +427	21918	3*	<i>e</i> -1020
24367	0	<i>k</i> -338 [<i>i</i>]	23136	4*	<i>e</i> +198	21900	12*	<i>e</i> -1038
24319	4	<i>q</i> -3069 [<i>i</i>]	23131	5	<i>k</i> -1574	21861	0*	<i>f</i> -1134
24281	3	<i>k</i> -424 [<i>p, i</i>]	23088	7 b.*	<i>e</i> +150	21810	8*	<i>e</i> -1128
24219	5	<i>k</i> -486	22784	10 b.*	<i>e</i> -154	21778	3 b.*	<i>e</i> -1160
24044	4	<i>k</i> -661	22736	7*	<i>e</i> -202	21669	4*	<i>e</i> -1269
23857	$\frac{1}{2}$	<i>i</i> -659	22698	5 b.*	<i>e</i> -240	21634	8	<i>k</i> -3071
23687	1	<i>k</i> -1018	22604	3*	<i>e</i> -334	21562	$\frac{1}{2}$	<i>k</i> -3143
23667	6	<i>k</i> -1038	22567	1*	<i>f</i> -428	21447	$\frac{1}{2}$	<i>i</i> -3069
23594	2 b.*	<i>e</i> +656	22509	5*	<i>e</i> -429	21426	0*	<i>f</i> -1569
23579	5	<i>k</i> -1126	22469	5*	<i>e</i> -469	21367	8*	<i>e</i> -1571
23548	3	<i>k</i> -1157	22452	6*	<i>e</i> -486	19866	6*	<i>e</i> -3072
23480	3	<i>i</i> -1036	22332	1*	<i>f</i> -663	18459	3*	<i>c</i> +151
23432	3	<i>k</i> -1273	22279	8*	<i>e</i> -659	18156	2*	<i>c</i> -152
23419	2 b.*	<i>e</i> +481	22191	$\frac{1}{2}$ *	<i>e</i> -747	18111	1*	<i>c</i> -197
23389	0	<i>i</i> -1127	21960	2*	<i>f</i> -1035	17644	3*	<i>c</i> -664
$\Delta\nu$		152 (10 b.), 199 (4), (240) (5 b.), 336 (3), 427 (5), 469 (5), 486 (6), 660 (8), (747) ($\frac{1}{2}$), 1019 (3), 1037 (12), 1129 (8), 1158 (3 b.), 1271 (4), 1572 (8), 3070 (6), (3143) ($\frac{1}{2}$).						

Tabelle 180.

m-Dichlorbenzol C₆H₄.Cl₂. Platte 620, 621.

ν'	<i>I</i>	Zuordnung	ν'	<i>I</i>	Zuordnung	ν'	<i>I</i>	Zuordnung
24313	3	<i>q</i> -3075 [<i>k</i>]	22764	5*	<i>e</i> -174	21783	2*	<i>e</i> -1155
24281	2	<i>p</i> -3072 [<i>k</i>]	22739	8 b.*	<i>e</i> -199	21639	6	<i>k</i> -3066
24220	2 b.	<i>o</i> -3073	22729	7 b.*	<i>e</i> -209	21532	1/2*	?
24043	3	<i>k</i> -662	22639	0*	<i>f</i> -356	21427	1/2*	<i>f</i> -1568
23703	8	<i>k</i> -1002	22573	3*	<i>e</i> -365 [<i>f</i>]	21366	8*	<i>e</i> -1572
23636	3	<i>k</i> -1069	22542	8*	<i>e</i> -396	19864	5*	<i>e</i> -3074
23578	5	<i>k</i> -1127	22514	4*	<i>e</i> -424	18130	6 b.*	<i>c</i> -178
23543	0	<i>k</i> -1162	22277	6*	<i>e</i> -661	18103	12 b.*	<i>c</i> -205
23518	2	<i>i</i> -998	22045	1/2*	<i>g</i> -994	17910	10*	<i>c</i> -398
23368	1/2*	<i>e</i> +430	22000	3*	<i>f</i> -995	17877	5*	<i>c</i> -431
23335	2*	<i>e</i> +397	21943	12*	<i>e</i> -995	17644	4*	<i>c</i> -664
23143	4s.b.*	<i>e</i> +205	21915	0*	<i>g</i> -1124	17540	3*	<i>b</i> +212
23129	4 b.	<i>k</i> -1576	21875	5*	<i>e</i> -1063 [<i>f</i>]			
23114	3*	<i>e</i> +176	21818	7*	<i>e</i> -1120			

$\Delta\nu'$ 176 (5), 199 (8 b.), 210 (8 b.), 360 (3), 397 (8), 428 (4), 662 (6), 995 (12), 1066 (5), 1120 (7), 1158 (2), 1572 (8), 3072 (5).

Tabelle 181.

p-Dichlorbenzol C₆H₄.Cl₂. Platte 616, 619.

ν'	<i>I</i>	Zuordnung	ν'	<i>I</i>	Zuordnung	ν'	<i>I</i>	Zuordnung
24409	2	<i>k</i> -296	23265	5*	<i>e</i> +327	21781	2*	<i>e</i> -1157
24379	3	<i>k</i> -326	23234	3*	<i>e</i> +296	21649	3 b.	<i>k</i> -3056
24317	2	<i>q</i> -3071	23130	4	<i>k</i> -1575	21567	0*	<i>e</i> -1371
24284	2 b.	<i>p</i> -3069	22638	5*	<i>e</i> -300	21422	1/4*	<i>f</i> -1573
24218	2	<i>i</i> -298 [<i>o</i>]	22607	8*	<i>e</i> -331	21371	7*	<i>e</i> -1567
24077	2	<i>k</i> -628	22309	4*	<i>e</i> -629	19865	5*	<i>e</i> -3073
23960	4	<i>k</i> -745	22239	1*	<i>f</i> -756	18006	3*	Hg, <i>c</i> -302
23640	3	<i>k</i> -1065	22190	8*	<i>e</i> -748	17974	5*	<i>c</i> -334
23601	5	<i>k</i> -1104	21863	3*	<i>e</i> -1075	17675	1*	<i>c</i> -633
23562	0	<i>k</i> -1143	21850	2*	<i>e</i> -1088	17556	4*	<i>c</i> -752
	1*	<i>e</i> +624	21827	7*	<i>e</i> -1111			

$\Delta\nu'$ 298 (5), 330 (8), 629 (4), 750 (8), 1070 (3), (1088) (2), 1108 (7), 1150 (2), (1371) (0), 1572 (7), 3069 (5 b.).

Tabelle 182.

Trichlorbenzol $C_6H_3.Cl_3$, 1:2:3. Platte 678, 682, 695.

ν'	I	Zuordnung	ν'	I	Zuordnung	ν'	I	Zuordnung
23146	1*	e+208	21862	2*	e-1076	21384	2*	e-1554
22731	4*	e-207	21848	1*	e-1090	18107	2*	c-201
22604	$1/2^*$	e-334	21826	3 b.*	e-1112	17976	0*	c-332
22586	$1/2^*$	e-353	21787	3*	e-1151	17806	3 b.*	c-502
22452	1*	e-486	21762	$1/2^*$	e-1176			
22430	4*	e-508	21690	2 b.*	e-1248			
$\Delta\nu'$	205 (4), 333 ($1/2$), 353 ($1/2$), 486 (1), 505 (4), 1076 (2), 1090 (1), 1112 (3 b.), 1151 (3), 1176 ($1/2$), 1248 (2 b.), 1554 (2).							

Tabelle 183.

Trichlorbenzol $C_6H_3.Cl_3$, 1:3:5. Platte 601.

ν'	I	Zuordnung	ν'	I	Zuordnung	ν'	I	Zuordnung
23364	2*	e+426	22409	1*	e-529	19853	4*	e-3085
23314	4*	e+376	22134	1b.*?	e-804 (?)	18497	10*	c+189
23150	5*	e+212	22001	2*	f-994	18119	10*	c-189
23126	8*	e+188	21943	12*	e-995	18096	10*	c-212
22750	12*	e-188	21878	2*	e-1060	17933	10*	c-375
22724	10b.*	e-214	21840	2*	e-1098 [f]	17884	5*	c-424
22617	2*	f-378 [g]	21792	8*	e-1146	17772	1*	c-536
22563	10*	e-375 [f]	21623	$1/2^*$	e-1315	17709	3*	b+381
22513	6 b.*	e-425	21430	$1/2^*$	f-1565	17538	3 b.*	b+210
22469	$1/2^*$	f-526	21377	6*	e-1561	17471	3*	a+206
22434	1*	e-504	19950	2*	e-2988			
$\Delta\nu'$	188 (12), 210 (10 b.), 375 (10), 425 (6 b.), (504) (1), 530 (1), 995 (12), 1060 (2), 1098 (2), (1146) (8), (1315) ($1/2$), 1563 (6), (2988) (2), 3085 (4).							

Tabelle 184.

Trichlorbenzol $C_6H_3 \cdot Cl_3$, 1:2:4. Platte 530, 531.

ν'	<i>I</i>	Zuordnung	ν'	<i>I</i>	Zuordnung	ν'	<i>I</i>	Zuordnung
23669	0	<i>k</i> -1036	22541	1*	<i>e</i> -397	21375	8*	<i>e</i> -1563
23549	1	<i>k</i> -1156	22481	4*	<i>e</i> -457	19863	3*	<i>e</i> -3075
23329	0*	<i>e</i> +391	22363	1*	<i>e</i> -575 [<i>g</i>]	18113	10*	<i>c</i> -195
23268	1*	<i>e</i> +330	22320	$\frac{1}{2}$	<i>f</i> -675	17998	4 b.*	Hg, <i>c</i> -310
23244	$\frac{1}{2}$ *	<i>e</i> +306	22261	6*	<i>e</i> -677	17976	6 b.*	<i>c</i> -332
23131	2*	<i>e</i> +193	22124	2*	<i>e</i> -814	17908	5*	<i>c</i> -400
23124	1*	<i>e</i> +186	21903	5*	<i>e</i> -1035	17847	5*	<i>c</i> -461
22755	3*	<i>e</i> -183	21840	3*	<i>e</i> -1098	17788	1*	<i>b</i> +460
22744	4*	<i>e</i> -194	21806	3*	<i>e</i> -1132	17726	2*	<i>a</i> +461 [<i>c</i>]
22667	0*	<i>f</i> -328	21790	5*	<i>e</i> -1148	17586	0*	<i>a</i> +321
22630	3*	<i>e</i> -308	21695	1 b.*	<i>e</i> -1243	17520	2 b.*	<i>b</i> +192
22609	5*	<i>e</i> -329	21640	1	<i>k</i> -3065	17446	2*	<i>a</i> +181
22585	00*	<i>g</i> -454	21431	1*	<i>f</i> -1564			

 $\Delta\nu'$

183 (3 b.), 194 (4 b.), 308 (3), 329 (5), 396 (3), 458 (4), (575) (1), 676 (6), (814) (2), 1035 (5), (1098) (3), 1132 (3), 1152 (5), (1243) (1), 1564 (8), 3070 (3).

Tabelle 185.

Tetrachlorbenzol $C_6H_2 \cdot Cl_4$, 1:2:3:4. Platte 604.

ν'	<i>I</i>	Zuordnung	ν'	<i>I</i>	Zuordnung	ν'	<i>I</i>	Zuordnung
23450	3*	<i>e</i> +512	22586	4*	<i>e</i> -352	21386	8*	<i>e</i> -1552
23289	2*	<i>e</i> +351	22483	$\frac{1}{2}$ *	<i>f</i> -512	19869	2*	<i>e</i> -3069
23267	3*	<i>e</i> +329	22457	2*	<i>e</i> -481			
23243	2*	<i>e</i> +305	22425	10*	<i>e</i> -513	18089	4 b.*	<i>c</i> -207
23170	6*	Hg; <i>e</i> +232	22333	3	<i>e</i> -605	17972	4*	<i>c</i> -336
23145	2*	<i>e</i> +207	22257	2*	<i>e</i> -681	17792	8*	<i>c</i> -516
22731	5*	<i>e</i> -207	21869	$\frac{1}{2}$ *	<i>f</i> -1126	17699	0*	<i>c</i> -609
22699	3*	<i>e</i> -239	21809	7*	<i>e</i> -1129	17539	$\frac{1}{2}$ b.*	<i>b</i> +211
22662	0*	<i>f</i> -333	21770	10*	<i>e</i> -1168	17140	2 b.*	<i>c</i> -1168
22630	4*	<i>e</i> -308	21702	6*	<i>e</i> -1236			
22607	8*	<i>e</i> -331	21442	$\frac{1}{2}$ *	<i>f</i> -1553			

 $\Delta\nu'$

208 (5), 235 (3), 306 (4), 332 (8), 352 (4), (481) (2), 513 (10), 607 (3), (681) (2), 1128 (7), 1168 (10), (1236) (6), 1552 (8), (3069) (2).

Tabelle 186.

Tetrachlorbenzol $C_6H_2 \cdot Cl_4$, 1:2:3:5. Platte 640.

ν'	<i>I</i>	Zuordnung	ν'	<i>I</i>	Zuordnung	ν'	<i>I</i>	Zuordnung
23368	1*	<i>e</i> +430	22509	3*	<i>e</i> -429	21694	2*	<i>e</i> -1244
23317	3*	<i>e</i> +379	22421	2*	<i>e</i> -517	21380	6 b.*	<i>e</i> -1558
23259	3 b.*	<i>e</i> +321	22344	5*	<i>e</i> -594	18102	6 b.*	<i>c</i> -190
23147	3*	<i>e</i> +209	22108	2*	<i>e</i> -830			<i>c</i> -210
23126	5*	<i>e</i> +188	21949	1/2*	<i>f</i> -1046	17984	5*	<i>c</i> -324
22748	8*	<i>e</i> -190	21895	8*	<i>e</i> -1043	17925	6*	<i>c</i> -383
22726	6*	<i>e</i> -212	21829	0 b.*	<i>f</i> -1166	17874	2*	<i>c</i> -434
22615	6*	<i>e</i> -323 [<i>f</i>]	21782	2 b.*	<i>e</i> -1156	17786	2*	<i>c</i> -522
22559	8*	<i>e</i> -379 [<i>f</i>]	21766	6*	<i>e</i> -1172	17706	5*	<i>c</i> -602

$\Delta \nu'$ 189 (8), 210 (6), 323 (6), 380 (8), 430 (3), 520 (2), 598 (5), (830) (2), 1044 (8), 1156 (2 b.), 1172 (6), 1244 (2), 1558 (6 b.), 3080 (2).

Tabelle 187.

Tetrachlorbenzol $C_6H_2 \cdot Cl_4$; 1:2:4:5. Platte 615.

ν'	<i>I</i>	Zuordnung	ν'	<i>I</i>	Zuordnung	ν'	<i>I</i>	Zuordnung
23620	3*	<i>e</i> +682	22713	5 b.*	<i>e</i> -225	21376	5*	<i>e</i> -1562
23338	0*	<i>f</i> +343	22621	4*	<i>e</i> -317	19868	1*	<i>e</i> -3070
23286	7*	<i>e</i> +348	22586	10*	<i>e</i> -352	18495	6 b.*	Hg; <i>c</i> +187
23251	2*	<i>e</i> +313	22309	0*	<i>f</i> -686	18122	3*	<i>c</i> -186
23226	1/2*	<i>f</i> +231	22255	7*	<i>e</i> -683	18085	2*	<i>c</i> -223
23211	0*	?	21832	0*	<i>f</i> -1163	18013	2 b.*	<i>b</i> +685
23167	5 b.*	Hg; <i>e</i> +229	21781	7*	<i>e</i> -1157	17960	6*	<i>c</i> -348
23125	6*	<i>e</i> +187	21745	1/2*	<i>e</i> -1193	17684	1*	<i>b</i> +356
22750	7*	<i>e</i> -188	21430	0*	<i>f</i> -1565	17532	1*	<i>b</i> +204 ?

$\Delta \nu'$ 187 (7), 227 (5 b.), 315 (4), 349 (10), 684 (7), 1160 (7), (1193) (1/2), 1563 (5), (3070) (1).

Tabelle 188.

Pentachlorbenzol $C_5H.Cl_5$, Platte 612.

ν'	I	Zuordnung	ν'	I	Zuordnung	ν'	I	Zuordnung
23502	2*	e+564	22595	10*	e-343	21385	5b.*	e-1553
23323	4*	e+385	22555	10*	e-383	18503	8*	c+195
23284	5*	e+346	22436	$\frac{1}{2}$ *	f-559	18113	4*	c-195
23258	3*	e+320	22378	6*	e-560	18041	3b.*	c-267
23208	3*	e+270	22121	1*	e-817	17991	2*	c-317
23135	5*	e+197	21910	1*	e-1028	17969	3*	c-339
22742	7*	e-196	21858	2*	e-1080	17926	5*	c-382
22718	2*	e-220	21762	4*	e-1176	17748	3*	c-560
22670	4b.*	e-268	21735	5*	e-1203	17518	2*	b+190
22620	5*	e-318	21709	2*	e-1229			
$\Delta\nu'$		195 (7), (220) (2), 268 (4b.), 318 (5), 343 (10), 383 (10), 561 (6), (817) (1), (1028) (1), (1080) (2), (1176) (4), (1203) (5), (1229) (2), (1553) (5b).						

Tabelle 189.

Hexachlorbenzol C_6Cl_6 , geschmolzen.

ν'	I	Zuordnung	ν'	I	Zuordnung	ν'	I	Zuordnung
23310	2*	e+370	22670	0*	f-320	21710	3*	e-1230
23260	1*	e+320	22620	4*	e-320	21450	2*	e-1490
23160	1s.b.*	e+220	22560	5*	e-380			
22730	4*	e-210	21750	$\frac{1}{2}$	e-1190			
$\Delta\nu'$		geschmolzen: 215 (4), 322 (4), 375 (5), 1190 ($\frac{1}{2}$), 1230 (3), 1490 (2). Pulver: 218 (1), 324 (2), 374 (4), 1177 (0), 1212 (2), 1517 ($\frac{1}{2}$). in Lösung C_2Cl_4 : [234], 321 (2), 377 (4), 1182 ($\frac{1}{2}$), 1219 (3), 1503 (2b.). Mittel: 216 (4), 322 (4), 376 (5), 1183 ($\frac{1}{2}$), 1220 (3), 1503 (2b.).						

LUDWIG LÄMMERMAYR JUN. und ROBERT KREMANN,

Über die Stellung des Goldes in der Spannungsreihe der Elektrolyse geschmolzener Metallegierungen

Fig. 2.

Au-Bi 50 Atom-%. — Ausgangslegierung, geätzt mit verd. HNO_3 .

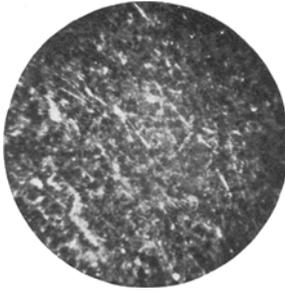
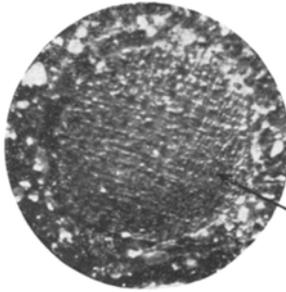


Fig. 3.

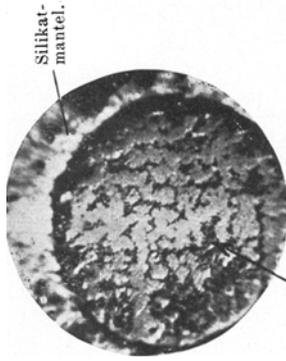
Au-Bi 50 Atom-%. — Fadenstück 1, ungeätzt.



Geradlinige Orientierung der Goldteilchen durch den Einfluß des elektrischen Stromes.

Fig. 4.

Au-Bi 50 Atom-%. — Fadenstück 8 (---), ungeätzt.



Kathodische Goldanreicherung.