

698. A. Gutbier und M. Rieß: Über Hexahalogenoirideate.

[Mitteilung aus dem Chemischen Laboratorium der Universität Erlangen.]

(Eingegangen am 6. Dezember 1909.)

Im Anschlusse an die kürzlich mitgeteilte Untersuchung¹⁾ haben wir das Verhalten der Bromide einiger organischer Ammoniumverbindungen gegen Wasserstoffiridechlorid studiert.

Beim Eintropfen derartiger Bromidlösungen in eine mit der nötigen Menge verdünnter Salzsäure angesetzte Iridechloridlösung tritt bei gewöhnlicher Temperatur derselbe Vorgang ein, wie bei der Einwirkung von Alkalibromiden. Es entweicht etwas Brom, und gleichzeitig scheidet sich — ausgenommen die wenigen Fälle, in denen das Reaktionsprodukt zu leicht löslich ist — das entsprechende Hexachloroirideat in Gestalt eines braunroten, krystallinischen Niederschlags aus. Die so entstehenden Chlorosalze sind auf Grund analytischer und krystallographischer Untersuchungen als identisch mit denjenigen erwiesen worden, die der eine von uns mit F. Lindner aus Wasserstoffiridechlorid und den Chloriden der organischen Ammoniumverbindungen erhalten hat²⁾. Da aber in der Mitteilung über Hexachloroirideate ausschließlich die aus Salzsäure umkrystallisierten Verbindungen berücksichtigt worden sind, wollen wir die von uns direkt erhaltenen Chlorosalze weiter unten mit wenigen Worten beschreiben. Wir sind außerdem in der Lage, für die umkrystallisierten Verbindungen noch einige ergänzende krystallographische Notizen zu bringen, die wir wieder der Güte des Hrn. Professor Dr. H. Lenk verdanken.

Kocht man weiter die rohen Chlorosalze mit verdünnter Bromwasserstoffsäure oder erhitzt die Iridechloridlösung während des Eintropfens der Bromidlösung zum Sieden, indem man gleichzeitig etwas Bromwasserstoffsäure hinzufügt, so färbt sich die ursprünglich rotbraune Flüssigkeit über Gelblichbraun zunächst grünlich und dann plötzlich tiefblau. In diesem Augenblicke ist die Umwandlung des Chlorosalzes in Hexabromoirideat vollendet.

Die sich beim Abkühlen ausscheidenden Krystalle sind nicht einheitlich, da auch hier, wie bei den beschriebenen Alkalisalzen, während des Kochens partiell Reduktion eintritt. Man findet infolgedessen bei der mikroskopischen Untersuchung ein Gemenge von blauen und olivengrünen Krystallen vor und kann somit auch in diesen Fällen Umkrystallisieren aus verdünnter Bromwasserstoffsäure unter gleichzeitig erfolgender Einwirkung von Bromdampf auf

¹⁾ Diese Berichte **42**, 3905 [1909].

²⁾ Ztschr. f. physik. Chem. **69**, 304 [1909].

das erkaltende Filtrat nicht entbehren. Infolge dieser unbedingt notwendigen Behandlungsweise ist die Zahl derartiger, überhaupt darstellbarer Anlagerungsverbindungen naturgemäß sehr beschränkt.

Wie verschiedene Kontrollversuche, auf die wir nicht näher eingehen wollen, zeigten, werden die gleichen Verbindungen auch durch direkte Kuppelung der betreffenden Bromide mit Wasserstoffiridebromid¹⁾ bei Gegenwart von verdünnter Bromwasserstoffsäure, sowie auch nach dem Verfahren erhalten, das C. Birnbaum²⁾ zur Gewinnung von Alkalihexabromoirideaten angewandt hat.

Die hier zu beschreibenden Bromosalze stellen gut ausgebildete, tief dunkelblaue bis blauschwarze, lebhaft glänzende Krystalle dar, die beim Zerreiben dunkelblaue Pulver liefern und von Wasser, wie von verdünnter Bromwasserstoffsäure zu prachtvoll blaugefärbten Flüssigkeiten gelöst werden. Sie sind bei weitem nicht so beständig wie die Alkalihexabromoirideate und vertragen vor allen Dingen länger andauernde Belichtung nicht. Von allen, im Erlanger Laboratorium bisher dargestellten Bromosalzen von Platinmetallen haben sie sich als am leichtesten zersetzlich — sowohl für sich, als auch in Lösung — erwiesen.

Als Ausgangsmaterial diente Iridechloridlösung, die aus dem uns zur Verfügung stehenden, von W. C. Heraeus in Hanau dargestellten, chemisch reinen Iridium in bereits beschriebener Weise³⁾ gewonnen wurde. Die Bromidlösungen haben wir immer kurz vor der Verwendung aus der betreffenden reinen, von C. A. F. Kahlbaum in Berlin bezogenen Base und Bromwasserstoffsäure frisch bereitet.

Die vor Licht geschützt an der Luft getrockneten Präparate wurden nach dem schon mitgeteilten³⁾ Verfahren analysiert.

Hrn. Professor H. Lenk sind wir für die Ausführung der kristallographischen und mikroskopischen Untersuchungen zu größtem Danke verpflichtet.

Experimenteller Teil.

A) Hexachloroirideate.

Die Darstellung dieser Chlorosalze erfolgte so, daß man zu dem in der gerade notwendigen Menge verdünnter Salzsäure gelösten Iridechlorid bei gewöhnlicher Temperatur die Lösung des Bromids zutropfen ließ. Die sich ausscheidenden, glitzernden Niederschläge wurden abfiltriert, mit kaltem Wasser gründlich gewaschen und an der Luft getrocknet.

¹⁾ Diese Berichte **42**, 3905 [1909]. ²⁾ Ann. d. Chem. **133**, 161 [1865].

³⁾ Ztschr. f. physik. Chem. **69**, 304 [1909].

I. Monomethylammonium-hexachloroirideat, $[\text{CH}_3\text{.NH}_3]_2\text{IrCl}_6$.

Scheidet sich augenblicklich in Gestalt kleiner, lebhaft glänzender und braunroter, zarter Nadeln aus.

0.1008 g Sbst.: 0.0409 g Ir.

$\text{C}_2\text{H}_{12}\text{N}_2\text{IrCl}_6$. Ber. Ir 41.08. Gef. Ir 40.57.

II. Dimethylammonium-hexachloroirideat, $[(\text{CH}_3)_2\text{NH}_2]_2\text{IrCl}_6$.

Fällt erst nach längerer Zeit in Form kleiner, braunroter, glitzernder Nadeln aus, die aber immer mit dem Fällungsmittel verunreinigt sind. Die aus sehr stark konzentrierten Lösungen augenblicklich oder beim Impfen erhaltenen kleinen Nadeln sind noch unreiner und daher gelblich braun. Alle Präparate ließen sich durch Umkrystallisieren aus verdünnter Salzsäure leicht reinigen und wurden so in Gestalt kleiner, rotbrauner, rhombischer Krystalle gewonnen.

III. Trimethylammonium-hexachloroirideat, $[(\text{CH}_3)_3\text{NH}]_2\text{IrCl}_6$.

Auch hier erfolgt erst nach längerem Stehen Abscheidung von kleinen, zarten Nadeln, die nur durch Umkrystallisieren analysenrein zu erhalten sind.

IV. Monoäthylammonium-hexachloroirideat, $[\text{C}_2\text{H}_5\text{.NH}_3]_2\text{IrCl}_6$.

Wird sofort in Gestalt prachtvoll glänzender, braunroter Blättchen ausgeschieden, die sich unter dem Mikroskop als ein Gemenge von kurzen Spießen und dicken Platten erweisen.

0.0809 g Sbst.: 0.0313 g Ir.

$\text{C}_4\text{H}_{16}\text{N}_2\text{IrCl}_6$. Ber. Ir 38.77. Gef. Ir 38.69.

V. Diäthylammonium-hexachloroirideat, $[\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH}_2]_2\text{IrCl}_6$.

Nach einiger Zeit fallen braunrote, glänzende Nadeln aus, die der mikroskopischen Untersuchung nach aus sechseckigen Platten und breiten Spießen bestehen.

0.1852 g Sbst.: 0.0628 g Ir. — 0.1739 g Sbst.: 0.0595 g Ir.

$\text{C}_8\text{H}_{24}\text{N}_2\text{IrCl}_6$. Ber. Ir 34.85. Gef. Ir 33.90, 34.22.

VI. Triäthylammonium-hexachloroirideat, $[(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{NH}]_2\text{IrCl}_6$.

Eine Abscheidung wurde nur durch Impfen erzielt. Die kleinen Nadeln waren mit dem Fällungsmittel stark verunreinigt.

VII. *n*-Propylammonium-hexachloroirideat, $[\text{C}_3\text{H}_7\text{.NH}_3]_2\text{IrCl}_6$.

Fällt augenblicklich in Gestalt lebhaft glänzender, braunroter, zarter Nadeln aus.

0.0985 g Sbst.: 0.0355 g Ir.

$\text{C}_6\text{H}_{20}\text{N}_2\text{IrCl}_6$. Ber. Ir 36.71. Gef. Ir 36.04.

Krystallisiert aus verdünnter Salzsäure in augenscheinlich regulären Oktaedern und Würfeln. Die Krystalle sind vielfach nach einer trigonalen Achse tafelig verzerrt; sie sind isotrop und lassen das Licht mit brauner Farbe durchscheinen. Man findet schief- und rechtwinklige Durchkreuzungszwillinge.

VIII. Isopropylammonium-hexachloroirideat, $[C_3H_7.NH_3]_2IrCl_6$.

Wird ebenfalls sofort in Form lebhaft glänzender, braunroter Nadelchen abgeschieden.

Aus verdünnter Salzsäure krystallisieren kleine, gipsähnliche Krystalle von monoklinem Habitus aus, die auch gipsähnlich verzwillingt sind. Bei einigen dunkelrot durchscheinenden wurde schwacher Dichroismus konstatiert. Maximum der Absorption quer zur Längserstreckung. Nur mit Hilfe des Gipsblättchens mit Rot I. Ordnung ist Doppelbrechung erkennbar.

IX. *n*-Butylammonium-hexachloroirideat, $[C_4H_9.NH_3]_2IrCl_6$.

Wird sogleich als glänzender, aus dunkelbraunroten Blättchen bestehender Niederschlag ausgeschieden.

0.0890 g Sbst.: 0.0307 g Ir.

$C_8H_{24}N_2IrCl_6$. Ber. Ir 34.85. Gef. Ir 34.49.

Beim Umkrystallisieren aus verdünnter Salzsäure werden braunrote, eisenglanzähnliche Blättchen von regelmäßig sechsseitigem Umriß erhalten. Winkel = 120° oder davon nur sehr wenig abweichend. Doppelbrechung mit dem Gipsblättchen kaum nachweisbar. Hexagonal oder rhombisch.

X. Isobutylammonium-hexachloroirideat, $[C_4H_9.NH_3]_2IrCl_6$.

Fällt augenblicklich in Gestalt kleiner, lebhaft glänzender und braunroter Nadeln aus.

0.0953 g Sbst.: 0.0327 g Ir.

$C_8H_{24}N_2IrCl_6$. Ber. Ir 34.85. Gef. Ir 34.31.

Bildet, aus verdünnter Salzsäure umkrystallisiert, langgestreckte und sechsseitig umgrenzte Täfelchen. Doppelbrechung ist mit dem Gipsblättchen kaum nachweisbar. Knieförmige Zwillinge (unter 120° etwa). Wahrscheinlich rhombisch.

XI. Äthylendiammonium-hexachloroirideat, $[C_2H_4.N_2H_6]IrCl_6$.

Wird in Form braunroter, glänzender, kleiner Spieße und Nadeln, die sehr schwer löslich sind, sogleich ausgeschieden.

0.1668 g Sbst.: 0.0674 g Ir. — 0.1023 g Sbst.: 0.0417 g Ir.

$C_2H_{10}N_2IrCl_6$. Ber. Ir 41.26. Gef. Ir 40.41, 40.76.

Krystallisiert aus verdünnter Salzsäure meist in winzig kleinen, aber sehr scharf ausgebildeten, opaken Krystallen. Diagonale Streifung auf einer Fläche, sowie der Dicke immer etwas nachstehende Höhe lassen die rhombische Kombination O P (gestreift) ∞ P (nahezu 90°) vermuten. Eine zweite Krystallisation lieferte ähnliche, nur etwas größere rhombische Krystalle

XII. Propylendiammonium-hexachloroirideat, $[C_3H_6.N_2H_6]IrCl_6$.

Fällt als glänzender, rotbrauner, in Wasser sehr schwer löslicher Niederschlag aus. Die kleinen Krystalle erweisen sich unter dem Mikroskop als kurze und breite Spieße.

0.0909 g Sbst.: 0.0359 g Ir.

$C_3H_{12}N_2IrCl_6$. Ber. Ir 40.06. Gef. Ir 39.49.

Beim Umkrystallisieren aus verdünnter Salzsäure werden der Äthylen-diammoniumverbindung ähnliche, nur tafelig nach O P entwickelte Krystalle erhalten.

XIII. Pyridinium-hexachloroirideat, $[\text{C}_5\text{H}_5:\text{NH}]_2\text{IrCl}_6$.

Scheidet sich augenblicklich in Form kleiner, glitzernder und rotbrauner Nadeln aus.

0.1026 g Sbst.: 0.0347 g Ir.

$\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{N}_2\text{IrCl}_6$. Ber. Ir 34.11. Gef. Ir 33.82.

Liefert, aus verdünnter Salzsäure umkrystallisiert, ziemlich große, deutlich braunrot gefärbte, tafelige und teilweise säulenförmige Krystalle von monoklinem (oder rhombischem?) Habitus.

XIV. α -Picolinium-hexachloroirideat, $[\text{CH}_3\cdot\text{C}_5\text{H}_4:\text{NH}]_2\text{IrCl}_6$.

Wird nur aus stärker konzentrierter Lösung direkt und zwar in Form von zarten, braunroten Nadelchen erhalten.

0.0988 g Sbst.: 0.0318 g Ir.

$\text{C}_{12}\text{H}_{16}\text{N}_2\text{IrCl}_6$. Ber. Ir 32.50. Gef. Ir 32.18.

Aus verdünnter Salzsäure krystallisieren langgestreckte, tafelige Krystalle von barytähnlicher Ausbildung, lebhafter Doppelbrechung und gerader Auslöschung. Eine zweite Krystallisation lieferte bis 5 mm große, dunkelbraunrote Krystalle von monoklinem oder rhombisch-hemiedrischem Habitus.

XV. Chinolinium-hexachloroirideat, $[\text{C}_9\text{H}_7:\text{NH}]_2\text{IrCl}_6$.

Die direkt erhaltene, rote und schleimige Abscheidung ist genau wie die aus Irdechloirid und Chinoliniumchlorid entstehende sehr unrein. Erst durch mehrmaliges Umkrystallisieren aus verdünnter Salzsäure erhält man schwarze, opake, metallisch schimmernde Prismen von monoklinem Habitus oder winzig kleine, braunrot gefärbte Nadelchen.

XVI. Benzylammonium-hexachloroirideat, $[\text{C}_6\text{H}_5\cdot\text{CH}_2\cdot\text{NH}_3]_2\text{IrCl}_6$.

Der augenblicklich ausfallende Niederschlag, der aus dunkelbraunroten, lebhaft glitzernden Blättchen besteht, ist mit dem Fällungsmittel stark unreinigt und krystallisiert rein aus verdünnter Salzsäure in dunkelbraunroten, ziemlich großen Tafeln.

B. Hexabromoirideate.

Die Darstellung erfolgte nach dem oben angegebenen Verfahren. Alle folgenden Angaben beziehen sich auf die aus verdünnter Bromwasserstoffsäure unter Zufließenlassen von Bromdampf umkrystallisierten Präparate.

I. Monomethylammonium-hexabromoirideat, $[\text{CH}_3\cdot\text{NH}_2]_2\text{IrBr}_6$.

Erhalten wurden prachtvoll glänzende, dunkelblauschwarze Krystalle. Zwei verschiedene Krystallisationen wurden untersucht. Die erste bestand aus größeren, sechsseitigen, dunkelblau durchscheinenden Tafelchen, auf denen winzig kleine Oktaeder mit metallischem Glanz und vom Habitus des Ru-

bidium- und Caesiumhexabromoirideats¹⁾ sitzen; Doppelbrechung war nicht nachzuweisen. Die zweite Krystallisation bestand aus kleinen, teilweise verzerrten, regulären Oktaedern, frei und aufsitzend.

0.1791 g Sbst.: 0.0470 g Ir.

$C_2H_{19}N_2IrBr_6$. Ber. Ir 26.21. Gef. Ir 26.24.

II. Dimethylammonium-hexabromoirideat, $[(CH_3)_2NH_2]_2IrBr_6$.

Wurde in dunkelblauen, glänzenden Nadeln gewonnen. Die Präparate sind krystallographisch mit Sicherheit nicht definierbar, aber wahrscheinlich rhombisch. Die Krystalle sind feinfaserig, lassen das Licht mit blauer Farbe durch und zeigen Doppelbrechung.

0.1620 g Sbst.: 0.0407 g Ir.

$C_4H_{16}N_2IrBr_6$. Ber. Ir 25.25. Gef. Ir 25.12.

III. Trimethylammonium-hexabromoirideat, $[(CH_3)_3NH]_2IrBr_6$.

Trotz vielfach geänderter Versuchsbedingungen wurden immer nur sehr kleine, krystallographisch nicht definierbare, glänzende, dunkelblauschwarze Nadeln und Spieße erhalten.

0.1611 g Sbst.: 0.0381 g Ir.

$C_6H_{20}N_2IrBr_6$. Ber. Ir 24.35. Gef. Ir 23.65.

IV. Monoäthylammonium-hexabromoirideat, $[C_2H_5.NH_3]_2IrBr_6$.

Bildet prächtig glänzende, dunkelblauschwarze Blättchen. Die Krystalle lassen das Licht mit blauer Farbe durchscheinen, zeigen keine Doppelbrechung, weisen vereinzelte oktaedrische Flächen auf und sind regulär. Eine zweite Krystallisation lieferte sechsseitige Blättchen mit einem Kantenwinkel von 120° .

0.2281 g Sbst.: 0.0584 g Ir.

$C_4H_{16}N_2IrBr_6$. Ber. Ir 25.25. Gef. Ir 25.60.

V. Diäthylammonium-hexabromoirideat, $[(C_2H_5)_2NH_2]_2IrBr_6$.

Gewonnen wurden lebhaft glänzende, tief blauschwarze Krystalle, die sich als monokline Prismen erwiesen, Doppelbrechung zeigen und das Licht mit indigoblauer Farbe durchscheinen lassen.

0.2655 g Sbst.: 0.0626 g Ir.

$C_8H_{24}N_2IrBr_6$. Ber. Ir 23.52. Gef. Ir 23.57.

VI. Triäthylammonium-hexabromoirideat, $[(C_2H_5)_3NH]_2IrBr_6$.

Wird in Gestalt prachtvoll glänzender, dunkelblauschwarzer, aber ziemlich undeutlicher Krystalle (Platten) erhalten, die vielleicht monoklin sind.

0.2366 g Sbst.: 0.0530 g Ir.

$C_{12}H_{32}N_2IrBr_6$. Ber. Ir 22.02. Gef. Ir 22.40.

¹⁾ Diese Berichte 42, 3905 [1909].

VII. *n*-Propylammonium-hexabromoirideat, $[C_3H_7.NH_3]_2IrBr_6$.

Stellt lebhaft glänzende, tiefblauschwarze, sechsseitige Blättchen dar, die Doppelbrechung aufweisen.

0.1387 g Sbst.: 0.0330 g Ir.

$C_6H_{20}N_2IrBr_6$. Ber. Ir 24.35. Gef. Ir 23.79¹⁾.

VIII. Isopropylammonium-hexabromoirideat, $[C_3H_7.NH_3]_2IrBr_6$.

Scheidet sich in tief dunkelblauen, glitzernden, kristallographisch undefinierbaren, zarten Nadeln aus.

0.1822 g Sbst.: 0.0441 g Ir. — 0.1060 g Sbst.: 0.0260 g Ir.

$C_6H_{20}N_2IrBr_6$. Ber. Ir 24.35. Gef. Ir 24.20, 24.52.

IX. *n*-Butylammonium-hexabromoirideat, $[C_4H_9.NH_3]_2IrBr_6$.

Wird in Gestalt lebhaft glänzender, dunkelblauschwarzer und langgestreckter, sechsseitiger Täfelchen erhalten.

0.2020 g Sbst.: 0.0477 g Ir.

$C_8H_{24}N_2IrBr_6$. Ber. Ir 23.52. Gef. Ir 23.61.

X. Isobutylammonium-hexabromoirideat, $[C_4H_9.CH_3]_2IrBr_6$.

Stellt dunkelblauschwarze, glänzende Platten, dicke Spieße und flache Prismen dar. Gipsähnliche Zwillinge lassen monoklines System vermuten.

0.2178 g Sbst.: 0.0505 g Ir.

$C_8H_{24}N_2IrBr_6$. Ber. Ir 23.52. Gef. Ir 23.18.

XI. Äthylendiammonium-hexabromoirideat, $[C_2H_4.N_2H_6]IrBr_6$.

Die erste Krystallisation lieferte prachtvoll glänzende, tief blauschwarze, würfelförmliche Krystalle. Eine zweite Krystallisation bestand aus gedrun-genen Prismen von rhombendodekaedrischem Habitus.

0.3445 g Sbst.: 0.0923 g Ir.

$C_2H_{10}N_2IrBr_6$. Ber. Ir 26.28. Gef. Ir 26.79.

XII. Propylendiammonium-hexabromoirideat, $[C_3H_6.N_2H_6]IrBr_6$.

Bildet sehr stark glänzende, tief blauschwarze, kleine Krystalle, die sich unter dem Mikroskop als gedrungene Prismen von rhombendodekaedrischem Habitus erweisen.

0.2364 g Sbst.: 0.0699 g Ir.

$C_3H_{12}N_2IrBr_6$. Ber. Ir 25.79. Gef. Ir 26.23.

XIII. Pyridinium-hexabromoirideat, $[C_5H_5NH]_2IrBr_6$.

Wird in prachtvoll glänzenden, tief blauschwarzen Blättchen erhalten. Bei mikroskopischer Betrachtung erkennt man doppeltbrechende, tief blau

¹⁾ Wie schon mitgeteilt wurde, bereitete die Reindarstellung von Dipropylammoniumhexachloroirideat recht große Schwierigkeiten. Die gleichen Erscheinungen traten auch auf, als wir hier das entsprechende Bromosalz zu gewinnen suchten. Es war trotz aller Bemühungen nicht rein darzustellen.

durchscheinende Krystalschüppchen, die hin und wieder sechsseitige Umrisse aufweisen.

0.2499 g Sbst.: 0.0585 g Ir.

$C_{10}H_{12}N_2IrBr_6$. Ber. Ir 23.19. Gef. Ir 23.41.

XIV. α -Picolinium-hexabromoirideat, $[CH_3C_5H_4:NH]_2IrBr_6$.

Erhalten wurden glänzende, tief blauschwarze, kleine Krystalle, die unter dem Mikroskop sechsseitige Umrisse zeigen, doppeltbrechend sind und das Licht mit tief blauer Farbe durchlassen. Eine zweite Krystallisation lieferte bis 4 mm Durchmesser besitzende, sechsseitige, wahrscheinlich monokline Krystallfäufelchen mit rauher Oberfläche.

0.2125 g Sbst.: 0.0475 g Ir.

$C_{12}H_{16}N_2IrBr_6$. Ber. Ir 22.43. Gef. Ir 22.35.

XV. Chinolinium-hexabromoirideat, $[C_9H_7:NH]_2IrBr_6$.

Stellt ein dunkelblauschwarzes, glänzendes, aus kleinen Nadelchen bestehendes, krystallographisch nicht definierbares Krystallpulver dar.

0.1080 g Sbst.: 0.0217 g Ir.

$C_{18}H_{16}N_2IrBr_6$. Ber. Ir 20.70. Gef. Ir 20.10.

XVI. Benzylammonium-hexabromoirideat, $[C_6H_5.CH_2.NH_3]_2IrBr_6$.

Wurde in prächtig glänzenden, tief blauschwarzen Krystallen erhalten. Die erste Krystallisation bestand aus verhältnismäßig stark durchscheinenden, sechsseitig begrenzten Krystalschüppchen. Die zweite Krystallisation lieferte sechsseitige, an den Kanten tief indigoblau durchscheinende Blättchen mit schwacher Doppelbrechung. Korrespondierende Winkel = $61^\circ 40' - 62^\circ$.

0.0926 g Sbst.: 0.0205 g Ir.

$C_{14}H_{20}N_2IrBr_6$. Ber. Ir 21.72. Gef. Ir 22.13.

Durch Mittel, die die Jubiläumsstiftung der deutschen Industrie in dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt hat, wurde diese Untersuchung, deren Fortsetzung nach verschiedenen Richtungen vorbehalten bleibt, ermöglicht.

Erlangen, im Dezember 1909.