„Über eindeutige Beziehungen u. s. w. Sitzung vom 19. April 1883, Artikel 4 und 7.)

„Jede der drei fundamentalen nicht axialen Beziehungen, d. h. jedes der Systeme correspondirender Punkte wird aus jeder Bisecante in einer quadratischen Ebeneninvolution projicirt.“

Dies folgt unmittelbar aus der Vertauschungsfähigkeit der Beziehung; denn sind $x$, $y$ die Schnittpunkte von $R_4$ mit einer durch die Bisecante hindurchgehenden Ebene $\xi$ und $x'$, $y'$ die ihnen in einem Systeme correspondirenden Punkte, so müssen nach Früherem diese beiden Punkte in einer und derselben durch die Bisecante gehenden Ebene $\xi'$ liegen. Die eindeutige und involutorische Beziehung zwischen den Ebenen $\xi, \xi'$ des Büschels, dessen Axe die Bisecante ist, ist unmittelbar klar. So entstehen an jeder Bisecante drei quadratische Ebeneninvolutionen, welche bestimmt erscheinen, durch die vier durch die Bisecante hindurchgehenden Tangentialebenen, wenn man sie in zwei die Involution fixirende Paare zerlegt, was eben in drei Arten geschehen kann

35. Fassen wir die Resultate der letzten Betrachtungen zusammen, so haben wir folgende Ergebnisse:

„Es gibt auf einer Raumcurve vierter Ordnung erster Species $R_4$ im Allgemeinen nur zwei Arten von eindeutigen Punktbeziehungen: die axialen und die nicht axialen. Durch ein Paar entsprechender Punkte $x, x'$ ist eine axiale und eine nichtaxiale eindeutige Punktbeziehung vollkommen bestimmt. Die Punktepaare der ersten liegen auf Strahlen, welche einer durch $R_4$ hindurchgehenden und auch den Strahl $\overline{xx'}$ enthaltenden Fläche zweiter Ordnung angehören, und daher sind die Erzeugenden dieser Fläche, welche dem zweiten Systeme angehören, Axen von Ebenenbüscheln, von denen jedes auf $R_4$ die Paare der Beziehung bestimmt; die Paare $yy', zz'$ der nicht axialen Punktbeziehung erhält man durch Projection der Punkte $x', x$ aus den einzelnen Bisecanten von $R_4$ auf die Curve. Den axialen Beziehungen haftet das Merkmal der Vertauschungsfähigkeit an. Unter den nichtaxialen eindeutigen Beziehungen gibt es nur drei, bei denen Vertauschungsfähigkeit auftritt, es sind dies die drei Systeme correspondirender Punkte auf $R_4$. Jede axiale Beziehung besitzt vier Doppelelemente, die Berührungspunkte der vier durch irgend eine jener Axen an $R_4$ gehenden Tangentialebenen. Eine nichtaxiale Beziehung besitzt keinen Doppelpunkt, oder es ist jeder Punkt von $R_4$ ein solcher. Diese eindeutige Beziehung, welche man erhält, wenn man jeden Punkt von $R_4$ sich selbst entsprechen lässt, muss auch als eine nichtaxiale vertauschungsfähige Beziehung betrachtet werden, so dass wir im Ganzen vier solche fundamentale, durch die Curve $R_4$ im vorhinein gegebene nicht axiale vertauschungsfähige Beziehungen zu bemerken haben.

Die axialen Beziehungen ordnen sich in Paare residualer Beziehungen. Jedes Paar der einen Beziehung liegt mit jedem Paare der anderen in einer Ebene. Zwei solche residuale Beziehungen werden auf $R_4$ bestimmt durch die beiden Erzeugendensysteme irgend einer durch $R_4$ hindurchgehenden Fläche zweiter Ordnung. Es gibt vier sich selbst residuale durch die Curve im vorhinein gegebene oder fundamentale axiale Beziehungen; sie werden auf $R_4$ bestimmt durch die Kanten der vier quadratischen Kegel, welche man durch die Curve legen kann. Die Doppelpunkte derselben sind die Berührungspunkte der sechzehn stationären Schmiegungsebenen".

36. Wir bezeichnen die durch irgend ein Punktepaar $x, x'$ von $R_4$ bestimmte nicht axiale eindeutige Beziehung mit $E(x, x')$ oder kurz mit $E$ und fragen nach der Regelfläche, welche die Verbindungsgeraden $\overline{xx'}$ je zweier entsprechender Punkte enthält, und so als Erzeugniss der $E$-Beziehung auftritt.

Das Erzeugniss einer $J_1^2$ ist eine durch $R_4$ gehende Fläche zweiter Ordnung, welche zugleich als Erzeugniss der zur $J_1^2$ residualen Paarinvolution auftritt.

Für das Erzeugniss der $E$-Beziehung ist offenbar $R_4$ eine Doppelcurve, da durch jeden Punkt $x \equiv y'$ von $R_4$ zwei Erzeugende, nämlich $\overline{xx'}$ und $\overline{y'y}$ hindurchgehen.

Um die Ordnung (und zugleich Classe) des Erzeugnisses zu bestimmen, fragen wir nach den Erzeugenden desselben, welche eine beliebige Bisecante $A$ von $R_4$ schneiden ohne durch die $A$ und $R_4$ gemeinsamen Punkte hindurchzugehen, von welcher Art es offenbar vier Erzeugende gibt. Die $E$-Beziehung projicirt sich aus $A$ durch ein symmetrisches Ebenenbüschel zweiten Grades; dasselbe besitzt vier Doppelebenen erster Art (sich selbst entsprechende Ebenen; vergl. „Über einen Correspondenzsatz." Sitzung vom 8. März 1883), von denen also jede ein Punktepaar der $E$-Beziehung und somit eine Erzeugende der fraglichen Regelfläche enthält.

Es seien $\xi\eta\zeta\omega$ jene Doppelebenen und $XYZW$ die in ihnen gelegenen Erzeugenden der Fläche. Die Schnittpunkte von $A$ mit $XXZW$ sind zugleich vier Schnittpunkte von $A$ mit der Fläche, hierzu kommen noch die beiden auf $A$ gelegenen doppelt zu zählenden Punkte von $R_4$, so dass $A$ mit der Fläche im Ganzen acht Punkte gemeinschaftlich hat:

„Das Erzeugniss einer auf $R_4$ auftretenden nichtaxialen eindeutigen Punktbeziehung, d. h. der Ort der Verbindungsgeraden entsprechender Punkte ist eine Regelfläche achter Ordnung (und Classe) $F_8$, welche die Curve $R_4$ zur Doppelcurve besitzt."[1]

Die durch die Bisecante $A$ an die, den einzelnen $E$-Beziehungen entsprechenden $F_8$-Flächen gehenden Tangentialebenenquadrupel $\xi$, $\eta$, $\zeta$, $\omega$ bilden eine degenerirte biquadratische Involution, welche drei nur Doppelelemente enthaltende Quadrupel aufweist. Die letzteren sind dargestellt durch die Doppelelementenpaare der drei quadratischen Involutionen, in denen sich aus $A$ die drei Systeme correspondirender Punkte von $R_4$ projiciren.

Die an den einzelnen Bisecanten von $R_4$ in dieser Art auftretenden biquadratischen Ebeneninvolutionen sind offenbar projectivisch, woraus die Unveränderlichkeit des Doppelverhältnisses ($\xi\eta\zeta\omega$) für eine $E$-Beziehung, d. h. für eine $F_8$-Fläche und

---

[1] Siehe: Axel Harnack, Über die Darstellung der Raumcurven vierter Ordnung erster Species und ihres Secantensystems durch doppelt periodische Functionen". Mathem. Annalen von Clebsch u. Neumann, 12. Band.

für alle Bisecanten von $R_4$ folgt. (Vergl.: „Über eindeutige Beziehungen auf einer allg. eb. Curve 3. Ord.“ l. c. Art. 10. Axel Harnack, l. c. p. 78).

Da die vier in $\xi, \eta, \zeta, \omega$ gelegenen Erzeugenden $XYZW$ der Fläche $F_8$ vier Bisecanten sind, welche $A$ schneiden, so sind es vier Erzeugende der durch $R_4$ und $A$ hindurchgehenden Fläche zweiter Ordnung, und daher ist das Doppelverhältniss $(\xi\eta\zeta\omega)$ gleich dem Doppelverhältnisse der vier Punkte, in denen $A$ die Erzeugenden $XYZW$, d. h. die Fläche $F_8$ schneidet. Es ist somit das Doppelverhältniss der vierpunktigen Gruppen, in denen die Bisecanten von $R_4$ eine Fläche $F_8$ schneiden, für alle Bisecanten constant.“ (Axel Harnack l. c.)

37. „Projicirt man ein Paar entsprechender Punkte $xx'$ einer $E$-Beziehung aus einem der vier Kegelscheitel $o_i$ auf die Curve, so erhält man ein anderes Paar $y', y$ entsprechender Punkte derselben Beziehung in verkehrter Ordnung.“

Denn die beiden wechselweisen Verbindungsgeraden $\overline{xy'}, \overline{x'y}$ sind Erzeugende einer durch $R_4$ gehenden Fläche zweiter Ordnung, nämlich des entsprechenden Kegels $K_i$.

Diese beiden Erzeugenden $\overline{xx'}, \overline{yy'}$ der Fläche $F_8$ schneiden sich in einem Punkte, welcher einer Doppelcurve der Fläche $F_8$ angehört und, wie aus dem vollständigen Vierecke $xx'yy'$ sofort folgt, in der Polarebene des Kegelscheitels $o_i$, d. h. in der durch die drei übrigen Kegelscheitel bestimmten Ebene liegen muss. Die Fläche hat somit in dieser Ebene eine Doppelcurve, welche also vom vierten Grade sein muss. Es besitzt somit $F_8$ in jeder Ebene des Tetraëders $o_1o_2o_3o_4$ eine Doppelcurve vierter Ordnung.“

Die vier Erzeugenden von $F_8$, welche irgend eine Erzeugende $xx'$ der Fläche schneiden, erhält man nach obigem, indem man das Punktepaar $x, x'$ aus $o_1, o_2, o_3, o_4$ der Reihe nach auf $R_4$ projicirt und die entstehenden Punktepaare $y_i y'_i$ $(i = 1 \, . \, . \, 4)$ verbindet. Man kann ebenso wie im vorigen Artikel die $E$-Beziehung aus den Geraden $\overline{xx'} \equiv A$ projiciren, erhält ein symmetrisches Ebenenbüschel zweiten Grades, dessen vier Doppelebenen erster

Art $\xi\eta\zeta\omega$ jene vier Erzeugenden $XYZW$ enthalten, welche der Erzeugenden $A$ in Punkten der Ebenen des Tetraëders $o_1 o_2 o_3 o_4$ begegnen.

Da auch hier das im letzten Artikel Gesagte gilt, so wird das Doppelverhältniss $(\xi\eta\zeta\omega)$ für alle Erzeugenden constant bleiben, oder aber auf die Punkte, in denen $XYZW$ die Gerade $A$ schneiden, übergehend:

„Die Erzeugenden der Fläche $F_8$ werden von den Ebenen des Tetraëders $o_1 o_2 o_3 o_4$ in vierpunktigen Gruppen mit constantem Doppelverhältnisse geschnitten.“ (A. Harnack l. c.)

Die im vorigen Artikel betrachteten vier Erzeugenden $XYZW$ sind gemeinschaftlich der Fläche $F_8$ und dem durch die Curve $R_4$ und die Bisecante $A$ bestimmten Hyperboloide, und wir haben den Satz:

„Eine auf $R_4$ befindliche $E$-Beziehung und eine axiale Paarinvolution haben vier Paare entsprechender Elemente gemeinsam.“

Oder, da dasselbe von der residualen Paarinvolution gilt:

„Eine Fläche $F_8$ schneidet jede durch $R_4$ gelegte Fläche zweiter Ordnung in vier Erzeugenden des einen und in vier Erzeugenden des anderen Systemes. Das Doppelverhältniss dieser Erzeugendenquadrupel ist für eine Fläche $F_8$ constant.“

Auf die sich selbst residualen Paarinvolutionen übergehend hat man sofort:

„Jede Fläche $F_8$ berührt jeden der vier Kegel zweiter Ordnung $K_i$, welche man durch die $R_4$ legen kann, längs vier Erzeugenden; die vier Punkte $o_i$ sind folglich Doppelpunkte der ebenen Doppelcurven der Flächen $F_8$. Diese Doppelcurven vierter Ordnung sind, weil mit drei Doppelpunkten versehen, rationale Curven.“ (Axel Harnack, l. c.)

38. Ersetzt man die allgemeine $E$-Beziehung durch eine der vier fundamentalen vertauschungsfähigen Beziehungen, so erhält man specielle Fälle von $F_8$. Der fundamentalen $E$-Beziehung, nach welcher jeder Punkt von $R_4$ sich selbst zugeordnet ist, entspricht die abwickelbare Tangentenfläche von $R_4$ als Fläche $F_8$.

Jeder der drei fundamentalen $E$-Beziehungen, welche die Paare correspondirender Punkte jedes der drei Systeme darstellen, entspricht eine durch $R_4$ einfach hindurchgehende Fläche vierter Ordnung, welche, doppelt gezählt, die entsprechende $F_8$ darstellt.

Dass die $R_4$ für eine solche Fläche einfache Curve ist, erkennt man aus dem Umstande, dass durch jeden Punkt von $x$ nur eine Erzeugende $\overline{xx'}$ hindurchgeht, da sich die correspondirenden Punkte $x, x'$ vertauschungsfähig entsprechen. Wird die aus diesen Paaren correspondirender Punkte bestehende fundamentale $E$-Beziehung aus einer beliebigen Bisecante $A$ projicirt, so ergibt sich, wie gezeigt wurde, eine quadratische Ebeneninvolution, welche zwei Doppelebenen besitzt, so dass jede Bisecante nur von zwei Erzeugenden der Fläche (in der $R_4$ nicht angehörigen Punkten) getroffen wird. Die Fläche ist somit in der That von der vierten Ordnung.

Wird die fundamentale $E$-Beziehung, deren Erzeugniss diese Fläche vierter Ordnung ist, aus einer Erzeugenden $A$ der Fläche projicirt, so ergibt sich eine quadratische Ebeneninvolution, deren zwei Doppelebenen jene beiden Erzeugenden $XY$ enthalten, welche $A$ schneiden,

Jede von diesen Erzeugenden vertritt somit zwei von den vier Erzeugenden $XYZW$ des allgemeinen Falles, so dass die Schnittpunkte von $A$ mit $X$ und $Y$ jeder doppelt gezählt in den vier Ebenen des Tetraëders $o_1 o_2 o_3 o_4$ liegen müssen, was nur dadurch möglich ist, dass der Punkt $(AX)$ in einer Kante und der Punkt $(AY)$ in der Gegenkante des Tetraëders gelegen ist.

Es schneidet somit jede Erzeugende der Fläche zwei Gegenkanten des Tetraëders und dieselben treten somit als Doppelgerade und als Leitlinien der Fläche auf. (Axel Harnack, l. c.)

„Verbindet man je zwei correspondirende Punkte von $R_4$, welche einem System angehören, so erfüllen die Verbindungsgeraden eine Regelfläche vierter Ordnung, welche zwei Gegenkanten des Tetraëders $o_1 o_2 o_3 o_4$ zu doppelten Leitgeraden besitzt; den drei Systemen correspondirenden Punkten, und den drei Gegenkantenpaaren des obigen Tetraëders entsprechen drei solche Regelflächen vierter Ordnung.“

39. „Jede nichtaxial eeindeutige Punktbeziehung auf $R_4$ kann auf unendlich viele Arten durch zwei axiale Paarbeziehungen ersetzt werden."

Es sei $y, y'$ irgend ein Punktepaar einer $E$-Beziehung, durch welches dieselbe dann auch bestimmt ist, $u$ irgend ein Curvenpunkt, welcher mit $y, y'$ verbunden, die Bisecanten $S, S'$ liefern mag, welche wir als Axen von Ebenenbüscheln betrachten, die auf $R_4$ zwei axiale Involutionen $JJ'$ bestimmen. Den zu $x$ nach der $J'$ entsprechenden Punkt $(x)$ erhalten wir als vierten Schnittpunkt von $R_4$ mit der Ebene $S'x$ und der zu $(x)$ nach der $J$ entsprechende Punkt, d. h. der vierte Schnittpunkt von $R_4$ mit der Ebene $S(x)$ sei $x'$. Wir behaupten, dass $xx'$ auch ein Punktepaar der $E$-Beziehung ist. In der That liegen $xy'u(x)$ in der ersten, und $x'yu(x)$ in der zweiten Ebene, und somit sind $\overline{xy'}, \overline{x'y}$ zwei Erzeugende der durch $R_4$ und $u(x)$ hindurchgehenden Fläche zweiten Grades und folglich sind $xx'$, $yy'$ zwei Punktepaare einer und derselben $E$-Beziehung, w. z. b. w.

Man gelangt also von $x$ zu $x'$, wenn man zu $x$ in der $J'$ den Punkt $(x)$ und zu diesem in der $J$ den Punkt $x'$ bestimmt. Symbolisch:

$$JJ \equiv E$$

(Vergl. „Über eindeutige Beziehungen auf einer Curve u. s. w." Sitzung v. 19. April 1883. Art. 15).

„Man kann also je zwei aufeinander folgende $J$ durch eine $E$ und jede $E$ durch zwei aufeinanderfolgende $J$ ersetzen."

Geht man vom Punkte $x$ mittelst der $E$-Beziehung zum Punkte $x'$ und von diesem mittelst der $J$-Beziehung zum Punkte $(x)$ über, oder umgekehrt, so hat man zwei Punkte $x$, $(x)$, welche einer Paarinvolution $J'$ angehören. Symbolisch:

$$EJ \equiv J, \quad JE \equiv J, \qquad \text{d. h.}$$

„Zwei aufeinanderfolgende ungleichartige Operationen ($EJ$ oder $JE$) kann man immer durch eine axiale Paarinvolution ersetzen."

Man kann nun in derselben Art, wie es in der zuletzt angeführten Arbeit „Über eindeutige Punktbeziehungen auf einer allgemeinen ebenen Curve dritter Ordnung" geschehen ist, den allgemeinen Satz entwickeln, und als bewiesen betrachten:

„Beliebig viele, beliebig aufeinander folgende, eindeutige Beziehungen kann man durch eine axiale oder eine nichtaxiale Beziehung (durch eine $J_1^2$ oder eine $E$) ersetzen, je nachdem die Zahl der auftretenden sämmtlichen axialen Beziehungen eine ungerade oder eine gerade Zahl ist."

Man gelangt in derselben Art wie in obgenannter Arbeit zu den folgenden Sätzen:

„Wird der Curve $R_4$ ein einfaches $2n$-Eck eingeschrieben, und bewegen sich alle seine Seiten bis auf eine auf beliebigen durch $R_4$ hindurchgehenden Flächen zweiter Ordnung, so bewegt sich auch die letzte Seite auf einer solchen Fläche zweiter Ordnung."

„Es gibt vier einfache $(2n-1)$-Ecke, welche der Curve $R_4$ eingeschrieben sind und deren Seiten auf $(2n-1)$ gegebenen durch $R_4$ hindurchgehenden Flächen zweiter Ordnung liegen."

„Wenn durch $R_4$ beliebige $2n$ Flächen zweiter Ordnung hindurchgelegt werden, so gibt es im Allgemeinen kein einfaches $2n$-Eck, welches $R_4$ eingeschrieben wäre und dessen Seiten der Reihe nach auf jenen Flächen gelegen wären; gibt es aber ein solches $2n$-Eck, so gibt es deren unendlich viele."

„Wenn $p-1$ Seiten eines der $R_4$ eingeschriebenen $p$-Eckes auf $(p-1)$ Flächen achter Ordnung von der betrachteten Art fortrücken, so beschreibt auch die letzte Seite eine solche Fläche achter Ordnung."

„Wenn $(p-1)$ Seiten eines variablen der $R_4$ eingeschriebenen einfachen $p$-Ecks theils auf Flächen zweiter, theils auf Flächen achter Ordnung betrachteter Art fortrücken, so bewegt sich auch die letzte Seite auf einer Fläche zweiter oder achter Ordnung, je nachdem die Zahl der auf Flächen zweiter Ordnung fortrückenden Seiten eine ungerade oder eine gerade Zahl ist."

40. In derselben Art wie bei Curven dritter Ordnung kann man auch an den Raumcurven vierter Ordnung erster Species „cyclische Beziehungen mit $n$-punktigen Gruppen“ betrachten.

Hat man nämlich auf $R_4$ eine $E$-Beziehung und construirt, von einem Punkte $x_1$ ausgehend, die Punktreihe $x_1 x_2 \ldots x_n x_{n+1}$, so dass jeder Punkt dem vorhergehenden entspricht, so wird offenbar auch $x_1$ mit $x_{n+1}$ in eindeutiger nichtaxialer Beziehung stehen, und wenn es einmal geschieht, dass $x_{n+1}$ mit $x_1$ zusammenfällt, so muss es nach Früherem immer geschehen, von welchem Punkte $x_1$ auf $R_4$ man auch ausgehen möge.

„Jeder Punkt von $R_4$ kommt in einer einzigen durch ihn vollkommen bestimmten Gruppe vor.“

„Die sämmtlichen Gruppen einer cyclischen Beziehung erhält man aus einer von ihnen durch Projection aus den einzelnen Bisecanten auf die Curve.“

„Werden zwei Gruppen festgehalten, so erfüllen die Bisecanten, aus denen durch Projection die Gruppen ineinander übergeführt werden können, $n$ Flächen zweiter Ordnung. Die beiden Gruppen können auch identisch werden.“

„Wenn die Gruppen einer cyclischen Beziehung auf $R_4$ eine gerade Anzahl von Punkten enthalten, so bilden sie einfache Polygone, deren Gegeneckenpaare Paare correspondirender Punkte desselben Systemes sind.“

41. Projicirt man die Curve $R_4$ mit allen auf ihr befindlichen eindeutigen Punktbeziehungen aus einem ihrer Punkte auf eine Ebene, so erhält man eine ebene allgemeine Curve dritter Ordnung mit allen auf ihr auftretenden eindeutigen Punktbeziehungen. Mit Rücksicht auf das über die letzteren Entwickelte kann man sofort die cyclischen Beziehungen mit dreielementigen Gruppen angeben. Durch jeden Punkt $p$ von $R_4$ gehen neun Schmiegungsebenen, deren Berührungspunkte zu je dreien in einer durch $p$ gehenden Ebene gelegen sind. Solcher Ebenen hat man zwölf, welche sich in vier Dreiflache ordnen, von denen jedes alle neun Berührungspunkte enthält. Lässt man den Punkt $p$ auf der Curve

gleiten, so beschreiben die drei in den Ebenen eines solchen Dreiflaches gelegenen Punktetripel eine cyclische Punktbeziehung mit dreipunktigen Gruppen.

„Es gibt somit vier cyclische Beziehungen mit dreipunktigen Gruppen auf $R_4$."

42. Sowie auf Curven dritter Ordnung können wir auch auf der Raumcurve vierter Ordnung erster Species $R_4$ Punktinvolutionen $n$-ten Grades und $(n-1)$-ter Stufe $J^n_{n-1}$ betrachten, indem wir unter einer $J^n_{n-1}$ eine $(n-1)$-fach unendliche Menge von $n$-punktigen Gruppen verstehen, von denen jede durch $(n-1)$ ihrer Punkte vollkommen und eindeutig bestimmt ist.

Wir haben zunächst für eine Tripelinvolution zweiter Stufe $J^3_2$ den Satz:

„Die durch die einzelnen Tripel einer $J^3_2$ bestimmten Ebenen schneiden $R_4$ in einem festen Punkte, dem Centrum $o$ der Involution $J^3_2$."

Dass die durch einen Punkt $o$ von $R_4$ gehenden Ebenen $R_4$ in Tripeln einer $J^3_2$ schneiden, ist nach obiger Definition unmittelbar klar.

Hat man umgekehrt eine $J^3_2$ auf $R_4$ und ist $x_1x_2x_3$ irgend ein Tripel derselben, und $o$ der vierte Schnittpunkt von $R_4$ mit der Ebene $(x_1x_2x_3)$, so projicire man die $R_4$ sammt der $J^3_2$ aus $o$ auf irgend eine nicht durch $o$ gehende Ebene. Man erhält eine $C_3$ und auf derselben eine $J^3_2$ mit einem geraden Tripel, welches aus den Projectionen von $x_1, x_2, x_3$ besteht. Die $J^3_2$ auf $C_3$ enthält also lauter gerade Tripel (Art. 2) und somit besteht die $J^3_2$ auf $R_4$ aus lauter Tripeln, deren Ebenen durch $o$ gehen, w. z. b. w. Hieraus:

„Eine Tripelinvolution zweiter Stufe auf $R_4$ ist durch eines ihrer Tripel vollkommen bestimmt."

„Jede $J^3_2$ auf $R_4$ besitzt neun dreifache Punkte, die Berührungspunkte der durch das Centrum $o$ gehenden Schmiegungsebenen."

43. Es sei auf $R_4$ eine Quadrupelinvolution dritter Stufe $J^4_3$ gegeben und $x_1x_2x_3x_4$ sei irgend ein Quadrupel derselben. Hält man den Punkt $x_1$ fest, so bilden der Definition gemäss die Tripel $x_2x_3x_4$ eine $J^3_2$ und ihre Ebenen $\xi_1$ werden durch einen festen Punkt $o_1$ der $R_4$ hindurchgehen. So ist jedem Punkte $x_1$ ein Punkt

$o_1$ zugeordnet; aber auch umgekehrt, entspricht einem $o_1$ nur ein Punkt $x_1$. Dann legt man durch $o_1$ eine beliebige Ebene $\xi_1$, welche $R_4$ in $x_2 x_3 x_4$ schneidet, so wird dieses Tripel durch einen ganz bestimmten Punkt $x_1$ zu einem Quadrupel ergänzt, welcher Punkt von der besonderen Lage der durch $o_1$ gehenden Ebene unabhängig ist, da einerseits die mit $x_1$ Quadrupel der $J_3^4$ bildenden Tripel eine $J_2^3$ bilden, welche anderseits durch obiges Tripel $x_2 x_3 x_4$ vollkommen bestimmt wird.

„Durch jede $J_3^4$ auf $R_4$ ist somit auf $R_4$ eine eindeutige Punktbeziehung gegeben, indem jedem Punkte $x$ von $R_4$ das Centrum $o$ der $J_2^3$ entspricht, deren Tripel den Punkt $o$ zu Quadrupeln der $J_3^4$ ergänzen."

„Eine $J_3^4$ auf $R_4$ ist durch ein Quadrupel von Punkten vollkommen bestimmt."

Ist $x_1 x_2 x_3 x_4$ das Quadrupel und $o_1 o_2 o_3 o_4$ die vierten Schnittpunkte von $R_4$ mit den Ebenen des Tetraëders $x_1 x_2 x_3 x_4$, wie sie den Ecken der Reihe nach gegenüberliegen, so sind (Art. 33) $x_1 o_1$, $x_2 o_2$, $x_3 o_3$, $x_4 o_4$ vier Punktepaare einer $E$-Beziehung, durch welche die $J_3^4$ nun gegeben ist.

Um ein Tripel $x'_1 x'_2 x'_3$ zu ergänzen, lege man durch dasselbe eine Ebene, welche $R_4$ in $o'_4$ schneiden wird, und construire den zu $o'_4$ nach der $E$ entsprechenden Punkt $x'_4$ (also so dass z. B. $x_1 o'_4$ und $x'_4 o_1$ Erzeugende einer durch $R_4$ gehenden Fläche zweiter Ordnung sind.) Dann ist $x'_4$ der vierte Punkt des Quadrupels.

Vier in einer Ebene gelegene Punkte von $R_4$ bilden ein „ebenes Quadrupel". Ein unmittelbar klarer Satz:

„Alle ebenen Quadrupel stellen eine $J_3^4$ dar."

Die zugehörige $E$-Beziehung ordnet jeden Punkt der Curve sich selbst zu; denn hier ist $o_1 \equiv x_1$, $o_2 \equiv x_2$ . .

44. Hält man ein Punktepaar $x_1 x_2$ fest, so bilden, wie aus der Definition sofort folgt, die Paare $x_3 x_4$, welche ersteres zu Quadrupeln einer gegebenen $J_3^4$ erzeugen, eine $J_1^2$; und hält man eines der Paare $x_3 x_4$ fest, so werden die Paare $x_1 x_2$ eine zweite $J_1'^2$ bilden. Jedes Paar von $J_1^2$ bildet mit jedem Paare von $J_1'^2$ ein Quadrupel der $J_3^4$.

„Es werden somit durch eine $J_3^4$ die auf $R_4$ auftretenden axialen Paarinvolutionen in Paare geordnet. Demgemäss werden auch die durch $R_4$ gelegten Regelschaaren zweiter Ordnung in Paare geordnet. Je zwei durch die Involution der ebenen Quadrupel einander zugeordnete Regelschaaren gehören derselben Fläche zweiter Ordnung an."

45. „Alle Flächen zweiter Ordnung, welche durch sechs Punkte von $R_4$ hindurchgehen, schneiden $R_4$ in Punktepaaren einer axialen Paarinvolution."

Mit anderen Worten: „Alle Flächen zweiter Ordnung, welche durch sieben Punkte von $R_4$ hindurchgehen, schneiden $R_4$ noch in einem und demselben achten Punkte." (Restsatz.)

Es seien $p_i$ ($i = 1 . \,\, . 6$) irgend sechs feste Punkte von $R_4$; die durch sie hindurchgehenden $F_2$ schneiden die Ebene $(p_1 p_2 p_3)$ in Kegelschnitten, welche durch $p_1, p_2, p_3$ hindurchgehen, und die Ebene $(p_4 p_5 p_6)$ in Kegelschnitten, welche durch $p_4, p_5, p_6$ hindurchgehen. Wir werden also alle unsere Flächen erhalten, wenn wir zwei solche Kegelschnitte, aber so wählen, dass sie die Schnittgerade der beiden Ebenen in denselben zwei Punkten schneiden. Wählen wir also in der ersten Ebene einen Punkt $q_1$, in der zweiten einen $q_2$, so werden zwei solche Kegelschnitte und zugleich ein durch sie gehendes Flächenbüschel zweiter Ordnung, welches auf $R_4$ offenber eine $J_1^2$ bestimmen wird, gegeben sein. Diese $J_1^2$ ist aber von $q_1$ und $q_2$ unabhängig, denn die zwei Punkte, in denen die beiden Ebenen $R_4$ schneiden, bilden offenbar ein Punktepaar der $J_1^2$, welche durch dasselbe auch bestimmt ist.

Damit ist obiger Satz und zugleich der folgende bewiesen:

„Die zehn Gegenebenenpaare eines der $R_4$ eingeschriebenen vollständigen Sechseckes schneiden $R_4$ in zehn Punktepaaren eines $J_1^2$. Die zehn Verbindungsgeraden dieser Paare sind folglich Erzeugende einer durch $R_4$ hindurchgehenden $F_2$."

Lässt man $R_4$ in eine Raumcurve dritter Ordnung und eine Bisecante derselben übergeheu, so erhält man den Satz, „dass die zehn Gegenebenenpaare eines der Curve dritter Ordnung eingeschriebenen vollständigen Sechseckes jede Bisecante in zehn Punktepaaren einer quadratischen Involution schneiden". (Vergl.: „Über die Bedeutung des räumlichen Nullsystems für cubische Involutionen beider Stufen. Art. 16. Sitzung vom 15. December 1881).

46. Aus den letzten Betrachtungen folgt der Definition gemäss, sofort:

„Alle Flächen zweiter Ordnung, welche durch fünf Punkte von $R_4$ hindurchgehen, schneiden die Curve in Tripeln einer $J_2^3$, d. h. in Tripeln, deren Ebenen durch einen festen Punkt von $R_4$ hindurchgehen."

„Alle Flächen zweiter Ordnung, welche durch vier, drei, respective zwei Punkte von $R_4$ hindurchgehen, schneiden $R_4$ in Quadrupeln, Quintupeln, respective Sextupeln einer $J_3^4$, $J_4^5$, respective $J_5^6$."

47. Wir haben gesehen, dass jede $J_4^5$ zu einer $E$-Beziehung Veranlassung gibt. Umgekehrt erkennt man:

„Durch jede $E$-Beziehung sind zwei Quadrupelinvolutionen auf $R_4$ bestimmt, je nachdem man nämlich von zwei nach der $E$-Beziehung zusammengehörigen Punkten den einen oder den anderen als den Punkt $o$ betrachtet."

Sind nämlich $x, o$ irgend zwei einander entsprechende Punkte der $E$-Beziehung, so bildet $x$ mit jedem Tripel, dessen Ebene durch $o$ geht, ein Quadrupel eines $J_3^4$, aber ebenso bildet $o$ mit jedem Tripel, dessen Ebene durch $x$ geht, ein Quadrupel einer zweiten $(J_3^4)$.

„Diese beiden Quadrupelinvolutionen dritter Stufe sind residual, d. h. jedes Quadrupel der einen stellt mit jedem Quadrupel des anderen die acht Schnittpunkte von $R_4$ mit Flächen zweiter Ordnung dar."

Betrachtet man nämlich eine $J_3^4$ und legt durch ein Quadrupel $x_i$ $(i = 1\ldots 4)$ eine $F_2$, welche $R_4$ in $o_i$ $(i = 1\ldots 4)$ schneidet, so wird die $J_3^4$ durch jene $F_2$ auf $R_4$ bestimmt, welche durch irgend eines der Quadrupel $o_i$ gehen.

Diese Quadrupel $o_i$ bilden nun offenbar eine zweite $(J_3^4)$ und beide Quadrupelinvolutionen sind in der Beziehung, dass jedes Quadrupel der einen mit jedem der anderen in einer $F_2$ liegt. Dass beiden dieselbe $E$-Beziehung, mit vertauschter Bedeutung entsprechender Punkte zukommt, sieht man sofort, wenn man die durch $x_1$ gehende Fläche $F_2$ ersetzt durch die Ebene $(x_2 x_3 x_4)$ und irgend eine durch $x_1$ gehende Ebene.

„Den drei vertauschungsfähigen $E$-Beziehungen correspondirender Punkte entsprechen drei sich selbst residuale $J_3^4$, in deren Quadrupeln die $R_4$ von Flächen zweiter Ordnung (also vierfach) berührt wird."

48. Je zwei $J_{n-1}^n$ können durch axiale Projection ineinander übergeführt werden, wobei auch die singulären Elemente ineinander übergehen.

Hieraus ergibt sich speciell, dass jede $J_3^4$ sechzehn vierfache Punkte besitzt, welche durch axiale Projection aus den Berührungspunkten der sechzehn stationären Schmiegungsebenen abgeleitet werden können.

# Über die Oxydation des Morphins.

(Vorläufige Mittheilung.)

Von **L. Barth** und **H. Weidel.**

(Aus dem I. Wiener Universitätslaboratorium.)

Obwohl schon seit längerer Zeit mit der Untersuchung der Einwirkung verschiedener Oxydationsmittel auf Morphin beschäftigt, ist es uns bisher mannigfacher Hindernisse wegen nicht möglich gewesen diese Arbeit zu einem entsprechenden Abschlusse zu bringen.

Wir theilen daher im Nachfolgenden ganz kurz unsere bisherigen Erfahrungen mit, indem wir hoffen, Ausführlicheres in Bälde nachtragen zu können.

Den meisten oxydirenden Substanzen gegenüber verhält sich das Morphin nicht einladend.

Ohne zahlreiche Versuche, welche kein befriedigendes Resultat ergaben, wie die Einwirkung von Chromsäure, Salpetersäure, Braunstein und Schwefelsäure etc. genauer zu beschreiben, wollen wir nur derjenigen Erwähnung thun, die irgend ein positives Ergebniss lieferten.[1]

Einwirkung von Kaliumpermanganat in schwach alkalischer Lösung verläuft ziemlich energisch und namentlich am Anfange tritt schnelle Entfärbung ein. Wenn nach allmäligem Erwärmen gegen 100° der Verbrauch schon sehr träge geworden ist, unterbricht man die Operation.

Aus der vom Manganniederschlage getrennten Lösung lässt sich weder so lange sie alkalisch ist, noch nach dem Ansäuren

---

[1] Hier sei auch bemerkt, dass das Morphin nach der Methode von C. Liebermann acetylirt, ein in prachtvollen Tafeln krystallisirtes Product liefert welches übrigens bei der Oxydation ein dem Morphin ganz analogen Verhalten zeigte.

irgend etwas durch Äther ausziehen. Als Hauptproduct der Reaction resultirt ein hellgelbbräunlich gefärbter saurer Syrup, der auch nach monatelangem Stehen kaum Spuren von Krystallisation zeigte. Auch Salze desselben wurden nur in amorpher Form erhalten. Bemerkenswerth ist das Verhalten desselben gegen Kupferacetat. Eine mit diesem Reagens versetzte Lösung bleibt klar, beim Erhitzen zum Sieden trübt sie sich und es fällt ein blaugrüner flockiger Niederschlag heraus, der sich nach dem Erkalten wieder auflöst.

Es erinnert dieses Verhalten an das der Cinchomeronsäure und Pyridintricarbonsäure unter ähnlichen Umständen.

Wird die syrupöse Säure mit Kalk gemischt, der trockenen Destillation unterworfen, so erhält man ein basisches Öl von ausgesprochenem Pyridingeruch.

Arsensäure wirkt auch im geschlossenen Rohre nicht energisch auf Morphin ein. Man erhält eine neue Base, die eine Methylgruppe weniger, dagegen ein Hydroxyl mehr zu enthalten scheint als das Morphin. Die Reaction verläuft nicht immer gleich, trotzdem wir nach Möglichkeit die gleichen Bedingungen einhielten. Die Ausbeuten sind wechselnd und nicht besonders, befriedigend.

Schmelzendes Ätzkali wirkt energisch auf Morphin ein. Nach kurzer Zeit färbt sich die Schmelze dunkelroth, später braun. Es entweichen stark alkalische Dämpfe.

Das Schmelzen muss ziemlich lange, bis zum beginnenden Verglimmen an der Oberfläche fortgesetzt werden, will man anders eine halbwegs brauchbare Ausbeute erzielen. Nach dem Ansäuren scheiden sich braunschwarze Flocken aus, humusartig und stickstofffrei. Die Lösung gibt an Äther ziemlich viel ab. Nach dem Verjagen des letzteren und Aufnahme des Rückstandes in Wasser bleibt eine amorphe Masse ungelöst. Die wässerige Lösung wird mit Bleiacetat gefällt. Aus dem Niederschlage erhält man nach dem Zersetzen mit Schwefelwasserstoff, Eindampfen, wiederholtem Reinigen und Umkrystallisiren Protokatechusäure von den bekannten Eigenschaften, deren Zusammensetzung auch durch die Analyse festgestellt wurde.

Das Filtrat entbleit und eingedampft, enthält immer noch etwas Protokatechusäure, die nur sehr schwierig durch wiederholte

Bleifällungen entfernt werden kann und ausserdem eine zweite Säure in durchsichtigen glasglänzenden Prismen anschiessend, ohne Eisenreaction, leicht löslich in Wasser und von deutlich saurem Geschmack. Da uns durch Zufall die reinste Partie derselben verloren ging, können wir leider vorderhand nichts über ihre Zusammensetzung aussagen. Als die Schmelze in einer silbernen Retorte mit vorgelegtem Kühler ausgeführt wurde, konnte man die entweichenden alkalischen Dämpfe in verdünnter Salzsäure auffangen. Man erhielt ein zerfliessliches Chlorhydrat, im Wesentlichen Methylaminsalz, dem aber noch eine geringe Menge einer zweiten Verbindung beigemischt war. Der Versuch muss in grösserem Massstabe angestellt werden, um über die Natur der zweiten Base Aufklärung zu erhalten.

---

Das Fehlen aromatischer Substanzen unter den Oxydationsproducten des Morphins bei Anwendung von Kaliumpermanganat einerseits, sowie das Nichtauftreten von Pyridin (oder Chinolin-) Abkömmlingen bei der Oxydation dieses Alkaloïds mit Ätzalcalien scheint bemerkenswerth und deutet darauf hin, dass im Morphin aromatische und Pyridin- (oder Chinolin-) Gruppen anders mit einander verbunden sein müssen als z. B. im Narcotin, welches bekanntlich eine leichte Trennung seiner beiden Hauptbestandtheile gestattet.

Um zu erfahren, ob etwa Chinolinabkömmlinge, namentlich hydrirte, in der Kalischmelze sich so zerlegen, dass der Pyridinkern zerstört wird und der Benzolkern in irgend einer Form erhalten bleibt, haben wir die Tetrahydrocinchoninsäure mit Kali verschmolzen und dabei die Abwesenheit jeglicher aromatischer Substanz (sowie auch die eines etwa zu erwartenden Oxyproductes) in der Reactionsmasse constatiren können. Ebenso haben wir eine Pyridindicarbonsäure (Cinchomeronsäure) der Einwirkung von schmelzendem Ätzkali unterworfen und bei diesem Versuche beobachtet, dass der Pyridinkern nicht zerstört wird, und kein basisches Product, etwa Methylamin oder Ammoniak entsteht.

Die Fortsetzung der Untersuchung wird hoffentlich darüber Aufschluss geben, in welcher Weise der aromatische und der stickstoffhältige Kern im Morphin mit einander verknüpft sind

Es sei zum Schlusse erwähnt, dass auch andere Opiumalkaloïde, so das Papaverin (siehe folgende Mittheilung), das Narcotin, das Narceïn und Thebaïn sich gegen schmelzendes Kali sehr reactionsfähig erweisen und neben anderen Producten wie es scheint fast stets Protokatechusäure liefern (mit Ausnahme vielleicht des Thebaïns). Die Narcotin-, respective Cotarninkalischmelze wird darum ein besonderes Interesse beanspruchen können, weil im Narkotin der stickstoffhältige Theil sicherlich ein Pyridinderivat ist und man das Schicksal dieses letzteren gegenüber schmelzendem Kali bei dieser Gelegenheit wird erfahren können. Aus diesem Grunde soll auch das Piperin in den Kreis dieser Untersuchungen gezogen werden, von dem man ja ebenfalls weiss, dass einer seiner Bestandtheile, das Piperidin, Hexahydropyridin ist.

Die Arbeiten hierüber sind im Gange.

# Über Papaverin.

(Vorläufige Mittheilung.)

Von Dr. Guido **Goldschmiedt**.

(Aus dem Universitätslaboratorium des Prof. v. Barth.)

Seit einiger Zeit bin ich mit dem Studium des Papaverins beschäftigt und eine grössere Anzahl von mit diesem Alkaloide ausgeführten Versuchen befindet sich in einem mehr oder weniger vorgeschrittenen Stadium der Untersuchung, ohne dass irgend Einer bereits abgeschlossen wäre. Wenn ich trotzdem die gemachten Beobachtungen in aller Kürze mittheile, so möge als Entschuldigung dafür angeführt werden, dass meine Arbeiten durch die Sommerferien eine längere Unterbrechung erleiden werden und ich mir durch nachstehende Notiz das ungestörte Arbeiten sichern möchte.

Vor Allen möge hier der Oxydationsversuche gedacht werden: Bei der Behandlung mit Braunstein und Schwefelsäure habe ich die Bildung brauner seideglänzender Nadeln, wie sie Merck bei dieser Reaction erhalten hat, nicht beobachtet. Aus dem Reactionsproducte wurden bisher nur nicht krystallisirende Substanzen neben unverändertem Papaverin gewonnen.

Übermangansaures Kalium in ziemlich grosser Verdünnung entwickelt beim Kochen mit Papaverin, Ammoniak, welches in vorgelegter Salzsäure aufgefangen worden ist; die entfärbte Lösung wurde vom Manganniederschlage getrennt und lieferte nach dem Einengen eine kleine Quantität Papaverin; die alkalische Flüssigkeit wird mit Kohlensäure gesättigt zur Trockene eingedampft und der Rückstand mit absolutem Alkohol extrahirt. Dieser hinterlässt einen gelben Syrup, der unter dem Mikroskope Krystallansätze zeigt. Die wässerige Lösung dieses Syrups gibt mit Kupferacetat eine geringe Menge eines blaugrünen Niederschlages, der beim Kochen sich bedeutend vermehrt, nach dem

Erkalten aber wieder verschwindet. Der Niederschlag wurde in Wasser suspendirt mit Schwefelwasserstoff zerlegt. Das Filtrat stellt nach dem Eindampfen einen sehr stark sauren Syrup dar, der Carbonate leicht zersetzt; auch die bisher dargestellten Salze dieser Säure sind amorph. Das Barytsalz fällt erst beim Kochen nieder, wenn man die Lösung des Ammoniumsalzes mit Chlorbarium versetzt; es gibt beim Glühen mit Kalk pyridinartig riechende Dämpfe.

Eine ganz kleine Probe Papaverin (etwa $^1/_{10}$ Grm.) liess beim Schmelzen mit Kalihydrat schon deutlich qualitativ die Bildung von Protocatechusäure nachweisen; die dabei entweichenden Dämpfe rochen ammoniakalisch und gleichzeitig aromatisch. In grösserem Massstabe wurde die Kalischmelze in einer silbernen Retorte ausgeführt, welche mit Kühler und Vorlage verbunden war, welche Letztere noch mit einem mit Salzsäure beschickten Peligot'schen Absorptionsapparate communicirte. Das Destillat bestand aus einer wässerigen stark alkalischen und einer öligen Schicht, welche bald theilweise erstarrte, dies aber selbst in einer Kältemischung nicht mehr that, nachdem sie mit Salzsäure geschüttelt worden war; die salzsauren Lösungen wurden vereinigt und mit Kalilauge versetzt, welche einen Niederschlag erzeugte, der als Papaverin an Schmelzpunkt und Schwefelsäurereaction erkannt wurde; die alkalische Lösung wurde nun destillirt, das Destillat mit Salzsäure neutralisirt hinterliess nach dem Eindampfen ein in schönen Blättchen krystallisirendes leicht zerfliessliches Chlorhydrat, dessen Platindoppelsalz genau den Platingehalt hatte, welcher dem Methylaminchloroplatinat zukömmt. Das ölige Destillat hat einen guajacolähnlichen Geruch, siedet constant bei 218°, gibt keine Farben-Reaction mit Eisenchlorid und hat die Zusammensetzung des Dimethylhomobrenzcatechins. Bei der Oxydation mit Chamäleonlösung erhält man Protocatechudimethyläthersäure, was durch Analyse und Schmelzpunkt (180°) erwiesen ist. Die Ausbeute an Dimethylhomobrenzcatechin wie auch an Methylamin ist eine sehr befriedigende.

Weniger einfach ist die Aufarbeitung der Schmelze selbst, in welcher sich als Hauptproduct der Oxydation Protocatechusäure in grosser Menge findet; in Einem Falle betrug die Ausbeute an roher Protocatechusäure, wie sie durch Ausschütteln der angesäuerten Schmelze mit Äther gewonnen wurde, über 30 Percent des angewandten Papaverins. Diese rohe Säure enthält nur noch geringe Mengen Oxalsäure und einer schwer in Wasser löslichen krystallinischen Substanz, über welche ich noch nicht in der Lage bin etwas anzuführen. Beim Ansäuern der Schmelze fällt eine braune Substanz heraus, welche an kochendes Wasser einen in weissen Nadeln krystallisirenden Körper abgibt, der bei circa 106° schmilzt und mit Eisenchlorid eine rothe Färbung gibt. Noch eine in schönen weissen Nadeln krystallisirende Substanz mit violetter Eisenreaction wurde aus dem alkoholischen Auszuge der mit Kaliumcarbonat neutralisirten und eingedampften Schmelze erhalten. Mit dem Studium dieser Körper bin ich gegenwärtig beschäftigt.

Die beiden obengenannten flüchtigen Zersetzungsproducte des Papaverins, Dimethylhomobrenzcatachin und Methylamin, entstehen auch bei der trockenen Destillation des Alkaloids. Ebenso scheinen sie bei der Destillation mit Kalk oder Zinkstaub gebildet zu werden, wenigstens entsteht in beiden ein öliges, nach Guajacol riechendes und mit Eisenchlorid nicht reagirendes Destillat und entweichen basische Dämpfe.

Barytwasser wirkt äusserst langsam auf Papaverin ein; nach zehntägigem Kochen am aufsteigenden Kühler war nur ein kleiner Bruchtheil des angewandten Alkaloids zersetzt, obwohl während der ganzen Dauer des Versuches stetige, aber äusserst schwache Entwicklung ammoniakalischer Dämpfe nachweisbar war. Der mit Kohlensäure von Baryt befreite Rückstand enthielt neben unverändertem Papaverin nur ganz geringe Quantitäten einer guajacolähnlich riechenden Schmiere. Der Versuch soll bei höherer Temperatur und unter Druck wiederholt werden.

Natriumamalgam verwandelt Papaverin nach längerer Einwirkung in alkoholischer Lösung in ein dickes Öl, welches nach längerem Stehen Krystallansätze zeigt.

Mit Essigsäureanhydrid und essigsaurem Natrium gelingt es nicht, ein Acetylproduct des Papaverins darzustellen, woraus wohl auf das Fehlen von Hydroxylgruppen zu schliessen ist, um so eher als Papaverin sich nicht, wie beispielsweise Morphin, in Alkalien auflöst.

Erhitzt man Papaverin mit Salzsäure auf 130°, so entweicht nach dem Öffnen des Rohres ein Gas, welches mit Kalilauge gewaschen mit grüngesäumter Flamme brennt, also wohl Chlormethyl ist. Man hat eine klare Lösung, aus der durch Alkohol nichts fällbar ist. Der Verdampfungsrückstand ist ein dickes braunes Öl, dessen verdünnte alkoholische oder wässerige Lösung mit Eisenchlorid eine sehr intensive smaragdgrüne Färbung gibt, welche auf vorsichtigem Zusatze verdünnter Sodalösung in eine rothe übergeht, eine Reaction, welche wahrscheinlich durch die Gegenwart von Homobrenzcatechin veranlasst wird. Mit Kalilauge färbt sich das Öl in wässeriger Lösung dunkelbraun. Sodalösung erzeugt in der wässerigen Lösung des Öles einen weissen flockigen Niederschlag, der abfiltrirt bald harzartig zusammenbackt und an der Luft schnell grün wird. Die Eigenschaften dieses Körpers erinnern an jene des Apomorphins. Ich hoffe bald in der Lage zu sein, Näheres über das Papaverin mitzutheilen.

Zeitschrift/Journal: Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Jahr/Year: 1883

Band/Volume: 88_2

Autor(en)/Author(s): Weyr Emil

Artikel/Article: Ein Beitrag zur Gruppentheorie etc. 469-490