

liefert ein reines, tiefgelbes Produkt vom Schmp. 145°. Die Mischprobe mit Anisal-fluoren vom Schmp. 138° schmilzt bei 110–125°.

4.970 mg Sbst.: 16.180 mg CO<sub>2</sub>, 2.34 mg H<sub>2</sub>O. — 3.8 mg Sbst. in 138.7 mg Campher: Δ = 4.0°.

C<sub>21</sub>H<sub>16</sub>O. Ber. C 88.7, H 5.6, Mol.-Gew. 284. Gef. C 88.8, H 5.3, Mol.-Gew. 274.

Die beiden [(*p, p'*-Tetramethyldiamino-diphenyl)-methylen]-fluorene.

Nach der Vorschrift von Rodd und Linch<sup>6)</sup> wurden 13.4 g Michler-sches Keton und 20 g Fluoren in 50 ccm Benzol mit 2.3 g feingeschnitztem Natrium unter häufigem Umschütteln 16 Stdn. erhitzt, wobei sich die zunächst breiige Masse zusehends verflüssigte. Das im vorgeschriebenen Aufarbeitungsgang erhaltene Rohprodukt wurde zunächst aus Amylalkohol umkrystallisiert. Das Krystallisat bestand aus einem Gemisch seiden-glänzender, gelber Nadeln und roter, derber Prismen, welche letztere aber wegen ihrer großen Zerbrechlichkeit nicht mechanisch abgetrennt werden konnten. Zur Trennung wurden 5 g des Gemisches in 40 ccm siedendem Dioxan gelöst. Bei 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub>-stdg. Stehen der Lösung (Zimmer-Temperatur) schieden sich nur gelbe Nadeln aus, die abgesaugt, mit 40 ccm Methylalkohol gewaschen und noch mehrmals aus Amylalkohol umkrystallisiert wurden. Man erhielt so biegsame Stäbe von gelber Farbe mit grüner Fluoreszenz, die sich unter dem Mikroskop als fast farblos darstellten und bei 237–238° zu einer rubinroten Flüssigkeit zusammenschmolzen.

Beim Zufügen des Methylalkohols zum dioxanischen Filtrat fiel ein Niederschlag aus, der abgesaugt und in Chloroform gelöst wurde. Beim Eindunsten der Lösung in einer Krystallisierschale sammelten sich am Boden die roten Prismen. Aus Amylalkohol, in dem dieser Körper beträchtlich leichter löslich ist als die gelben Nadeln, erhält man diamantglänzende, kaliumbichromat-farbene, sarg-förmige Krystalle mit violetter Reflexions-vermögen. Schmp. 238–240° (rubinrote Schmelze). Die Mischprobe mit den gelben Nadeln (gleiche Teile) verflüssigte sich bei 214°.

0.0552 g Sbst.: 0.1749 g CO<sub>2</sub>, 0.0335 g H<sub>2</sub>O.

C<sub>30</sub>H<sub>28</sub>N<sub>2</sub>. Ber. C 86.6, H 6.7. Gef. C 86.4, H 6.8.

Berlin, Chem. Institut d. Universität, Januar 1929.

### 117. Ernst Bergmann und Hermann Mark: Zur Erklärung der Schlenkschen Isomeren.

(Eingegangen am 31. Januar 1929.)

Die große Zahl neuer interessanter Isomerie-Fälle, die in den letzten Jahren W. Schlenk mit seinen Mitarbeitern entdeckt und experimentell außer allen Zweifel gestellt hat<sup>1)</sup>, zeigt, daß die klassischen Vorstellungen über den räumlichen Bau der einfachsten aromatischen Moleküle nicht ausreichen, um alle heute bekannten Tatsachen zu erklären. Schlenk

<sup>1)</sup> A. 463, 1 [1925]; vergl. auch die voranstehende Abhandlung.

und Bergmann<sup>2)</sup> haben daher angenommen, daß die an sich ebenen Ringe der einzelnen Benzolreste in den kondensierten Systemen — Anthracen, Fluoren usw. — gegeneinander mehr oder weniger geneigt sein können, und betonen, daß ihnen diese Annahme zur Erklärung ihrer neuen Isomeren als dem derzeitigen Stand am besten angepaßt erscheint, weil sie, von den klassischen Vorstellungen am wenigsten abweichend, die Tatsachen befriedigend deckt.

In den folgenden Zeilen soll nun versucht werden, eine andere Annahme zur Erklärung der Schlenkschen Isomerie-Erscheinungen zur Diskussion zu stellen, eine Annahme, die zwar gegenüber der ursprünglichen Schlenkschen den Nachteil hat, sich etwas weiter von den klassischen Vorstellungen zu entfernen, die aber dafür von anderer Seite her — nämlich durch die röntgenographischen Gitter-Bestimmungen — nahegelegt erscheint<sup>2a)</sup>. Es sollen daher zunächst ganz kurz die aus den neueren Gitter-Bestimmungen organischer Substanzen für die Gestalt des Benzolringes, Naphthalinringes usw. zu ziehenden Folgerungen angeführt und dann soll gezeigt werden, wie man mit ihrer Hilfe zur Voraussage einer größeren Zahl von Isomeren kommt, als sie die klassische Theorie vorhersieht.

### 1. Der „gewellte“ Benzolring.

Über das kristallisierte Benzol liegen aus früherer Zeit eine Reihe von Arbeiten vor<sup>3)</sup>, doch ist es erst in diesem Jahre E. G. Cox gelungen<sup>4)</sup>, sichere Angaben zu machen.

Benzol kristallisiert rhombisch-bipyramidal; die Abmessungen des Elementarkörpers betragen bei  $-22^{\circ}$ :

$$a = 7.44 \text{ \AA}, b = 9.65 \text{ \AA}, c = 6.81 \text{ \AA}.$$

Raumgruppe ist  $V_h^{15}$ , der Elementarkörper enthält 4 Moleküle, Krystall-Baustein ist  $C_6H_6$  mit der Symmetrie  $C_1$ . Es ist Annäherung an das hexagonale System vorhanden.

Diese Befunde zeigen, daß der Benzolring im Gitter ein Symmetrie-Zentrum, aber keine Symmetrie-Ebene besitzt. Dasselbe Ergebnis liefert auch die Untersuchung des völlig gleichartig substituierten Benzolringes.

Die Untersuchung von Hexachlor- und Hexabrom-benzol, die beide monoklin kristallisieren<sup>5)</sup>, ergab die Symmetrie  $C_1$ , und die unlängst durch Lonsdale<sup>6)</sup> erfolgte Untersuchung des Hexamethyl-benzols hatte dasselbe Ergebnis.

Diese Befunde legen es nahe, den Benzolring nicht als ebenes reguläres Sechseck (mit der kristallographischen Symmetrie  $D_{6h}$ ) anzusehen, sondern

<sup>2)</sup> A. 463, 125ff. [1928].

<sup>2a)</sup> Herrn S. Haackel, Ludwigshafen, der auf Grund anderer, weitergehender Anschauungen über die aromatische Bindung zu „gewellten“ Ringen kommt, verdanken wir die frdl. Mitteilung, daß auch er eine Deutung der Schlenkschen Isomeren mit Hilfe dieser „gewellten“ Ringe durchgeführt hat.

<sup>3)</sup> Broomé, Phys. Ztschr. 24, 124 [1923]; Mark, B. 57, 826 [1924]; Eastman, Journ. Amer. chem. Soc. 46, 917 [1924].

<sup>4)</sup> E. G. Cox, Nature 122, 401 [1928].

<sup>5)</sup> Plummer, Phil. Mag. 50, 1214 [1925]; Mark, l. c.

<sup>6)</sup> K. Lonsdale, Nature 122, 810 [1928].

wie es von W. H. und W. L. Bragg<sup>7)</sup> schon von jeher getan wird, als einen „gewellten“ Sechsering („puckered ring“), in dem die sechs Kohlenstoffatome in zwei parallelen Ebenen angeordnet sind. Die Fig. 1a deutet diese Annahme dadurch an, daß die Atome 1, 3 und 5 als volle, die Atome 2, 4 und 6 als leere Kreise gezeichnet sind<sup>8)</sup>. Insgesamt sprechen die röntgenographischen Erfahrungen für die Annahme eines gewellten Ringes mit verhältnismäßig geringen Abweichungen aus der Ebene<sup>9)</sup>.

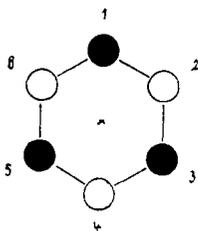


Fig. 1a.

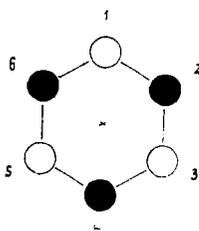


Fig. 1b.

Die Punkte 1, 3 und 5 liegen in einer Ebene — der Einfachheit halber nehme man als die Ebene der vollen Punkte immer die Papierebene —, die Punkte 2, 4 und 6 in einer zweiten, die etwa 0.2–0.4 Å von der ersten entfernt zu denken ist. × = Symmetrie-Zentrum.

Bei Naphthalin und Anthracen liegen die Verhältnisse ähnlich. Auch diese Moleküle besitzen im Gitter ein Symmetrie-Zentrum und keine Symmetrie-Ebene; sie wurden daher von W. H. Bragg von vornherein als gewellte Ringsysteme aufgefaßt und bei der Gitter-Diskussion in dieser Form verwendet.

## 2. Isomerie-Verhältnisse in aromatischen Ringsystemen.

Dieser röntgenographische Sachverhalt legt den Versuch nahe, bei der Erklärung der Schlenkschen Isomeren den gewellten Benzolring zugrunde zu legen und die unter diesen Umständen rein geometrisch geforderten Isomerie-Fälle zu diskutieren. Man muß sich dabei klar sein, daß dies — wie alle Isomerie-Diskussionen — nur mit einer gewissen Willkür möglich ist, denn ein Benzolring von der Symmetrie  $C_1$  fordert eine ganze Reihe von Isomeren, die nicht bekannt sind und für die auch in den Schlenkschen Arbeiten keinerlei Andeutungen vorliegen. Legt man aber das Hauptgewicht auf die Abweichungen aus der Ebene, also auf die Wellung des Ringes, und nicht auf die noch außerdem vorhandenen Abweichungen von der Hexagonalität<sup>10)</sup>, so erhält man leichter übersichtbare Verhältnisse, und im folgenden sollen diese als etwaige Grundlage für weitere Diskussionen kurz dargestellt werden.

Für den Benzolring selbst ergibt sich nichts Neues. Unter der Voraussetzung, daß bei den einfachsten Substitutionen die Wellung erhalten bleibt,

<sup>7)</sup> W. H. u. W. L. Bragg, X-rays and crystal structure, 5. Aufl., S. 230ff.; vergl. auch H. Loewen, Ztschr. Elektrochem. **34**, 760 [1928].

<sup>8)</sup> Diese Konfiguration besitzt allerdings noch die Symmetrie  $D_{3d}$ , die man sich durch irgend eine leichte Deformation auf das gefundene Symmetrie-Zentrum reduziert denken muß (vergl. dazu weiter unten).

<sup>9)</sup> Wie besonders Lonsdale, l. c., am Beispiel des Hexamethyl-benzols betont.

<sup>10)</sup> Die Tatsache, daß die Krystalle des Benzols und auch des Hexamethyl-benzols pseudohexagonal sind, besagt, daß die sechs „Kanten“ des Benzolrings unter sich nicht vollständig, aber sehr angenähert gleich lang sind. In flüssiger Phase und im Dampf sind sie wahrscheinlich gleich, denn es ist zu vermuten, daß die kleinen Abweichungen durch Deformationen beim Krystallisieren zustande kommen.

ergibt sich eine gewisse Ausnahmestellung der Ortho- und Para-Substitutionen gegenüber der Meta-Substitution. Bei Ortho- und Para-Stellung liegen die Substituenten in den verschiedenen Ebenen des Benzol-Moleküls, während sie bei der Meta-Substitution in derselben Ebene liegen (vergl. Fig. 1 a). Prinzipiell müßten bei dem Modell mit der Symmetrie  $C_1$  bereits die Monosubstitutionsprodukte asymmetrisch sein und in optischen Antipoden vorkommen. Da aber, wie schon erwähnt, in Gas und Lösung jedenfalls die Symmetrie  $D_{3d}$  vorliegt, behalten die Monosubstitutionsprodukte eine Spiegelebene und werden nicht asymmetrisch. Von einem Benzolring dieser Symmetrie lassen sich allerdings noch spiegelbild-isomere Disubstitutionsprodukte erwarten, wenn die Substituenten voneinander verschieden sind. Daß man niemals solche optische Antipoden isolieren konnte, hat vielleicht seinen Grund in einem leichten Übergang (Umklappen) des Modells 1 a in 1 b.

Versucht man, aus einem solchen Benzolring ein Naphthalin von der im Gitter festgestellten Symmetrie  $C_1$  (Symmetrie-Zentrum) aufzubauen, so ergibt sich nur die eine in Fig. 2 a und 2 b in verschiedener Weise angeordnete Möglichkeit.

Das Modell 2c, das an sich auch in Betracht gezogen werden könnte, scheidet auf Grund des röntgenographischen Befundes aus, weil es kein Symmetrie-Zentrum besitzt. Der Unterschied gegenüber der Schlenk-Bergmannschen Annahme von Ringneigung besteht hier darin, daß nunmehr die Kohlenstoff-

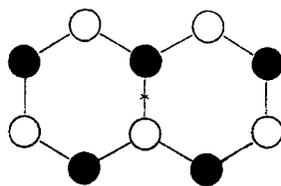


Fig. 2 a.

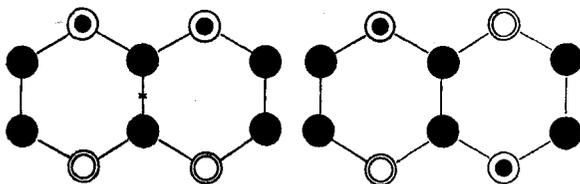


Fig. 2 b.

Fig. 2 c.

Naphthalin-Ring mit zentrischer Symmetrie — 2 c besitzt diese nicht und ist demzufolge unzulässig —.

x = Symmetrie-Zentrum.

In Fig. 2 a sind die Kohlenstoffatome in zwei Ebenen angeordnet, in Fig. 2 b (und 2 c) in drei, wobei versucht ist, möglichst viele Kohlenstoffatome in einer Ebene E anzuordnen. Die Punkte ● befinden sich in einer Ebene oberhalb E, die Punkte ○ unterhalb.

Atome 2, 3, 6, 7, 9 und 10 in einer Ebene liegen, während die Atome 1 und 8 unter, die Atome 4 und 5 über dieser Ebene angeordnet sind (Fig. 2 b). Wählt man wieder zwei Ebenen wie im Benzol, so liegen 1, 3, 6, 8, 10 in der einen, 2, 4, 5, 7, 9 in der hierzu parallelen Ebene (vergl. Fig. 2 a). Nach der von Schlenk und Bergmann zur Diskussion gestellten Hypothese der Ringneigung hingegen lägen die Kohlenstoffatome 1, 2, 3 und 4 in einer, 5, 6, 7 und 8 in einer anderen Ebene; die beiden Ebenen bildeten einen Winkel; ihre Schnittlinie enthielte die Kohlenstoffatome 9 und 10, die beiden Ebenen gemeinsam sind.

Auch in dem neuen Naphthalin-Modell (Fig. 2 a bzw. 2 b) haben unter denselben Voraussetzungen wie oben 1.3-Disubstitutionsprodukte eine gewisse Ausnahmestellung gegenüber den 1.2- und 1.4-Disubstitutionsprodukten, und

zwar aus demselben Grunde wie beim Benzol. Prinzipiell müßten auch hier wieder Monosubstitutionsprodukte in optische Antipoden zerlegbar sein, wenn ausschließlich die Symmetrie  $C_i$  vorliegt. Aus ähnlichen Gründen wie beim Benzol dürfte auch hier diese Möglichkeit nicht verwirklicht sein.

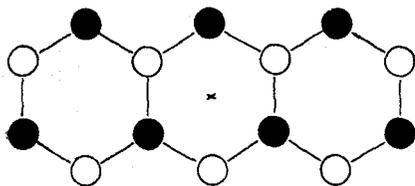


Fig. 3 a.

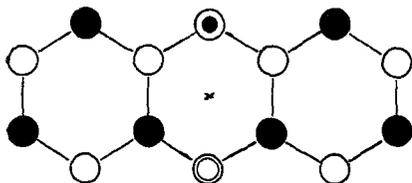


Fig. 3 b.

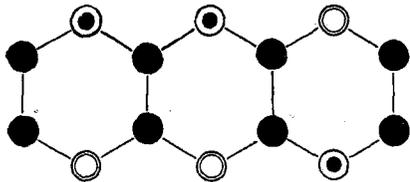


Fig. 3 c.

Beide Anthracen-Ringe 3 a und 3 b haben ein Symmetrie-Zentrum ( $\times$ ). Bei a liegen alle Atome in zwei Ebenen, die drei Ringe sind im gleichen Sinne nebeneinandergelegt (man kann sich wieder die Atome 1, 8, 9 in einer oberen, 4, 5, 10 in einer unteren, alle anderen in einer dazwischenliegenden Ebene E denken). Bei b ist der mittlere Ring „invertiert“; die Atome 9 und 10 liegen über bzw. unter allen anderen Atomen, die in der Figur in zwei Ebenen angeordnet sind.

die in der Figur wiedergegebenen Möglichkeiten 4a und 4b. Von 4a lassen sich zwei Monosubstitutionsprodukte ableiten, von 4b eines. Ferner erhält man aus 4a drei 9,10-Disubstitutionsprodukte, aus 4b hingegen zwei. Nun liegt an Isomerie-Fällen in der Dihydro-anthracen-Reihe Folgendes vor: Es sind gefunden zwei 9-Phenyl-9,10-dihydro-anthracene (IV)<sup>16</sup>,

Beim Anthracen lassen sich aus gewellten Benzolringen zwei Isomere von der röntgenographisch festgestellten Symmetrie  $C_i$  herstellen, wie Fig. 3 zeigt<sup>11</sup>). Anthracen selbst und jedes seiner Derivate mit chinoidem System kann also in zwei räumlich isomeren Individuen existieren. Solche Fälle sind von Schlenk und Bergmann in der Tat beobachtet worden, und zwar sogar an drei verschiedenen Objekten. Es existieren zwei isomere 9,10-Diphenyl-anthracene (I)<sup>12</sup>, zwei isomere 9-Phenyl-10-*o*-tolyl-anthracene (II)<sup>13</sup> und zwei isomere 9,9'-Bianthryle (III)<sup>14</sup>. Macht man also die vorläufige Annahme<sup>15</sup>), daß zwei isomere Anthracen-Derivate (mit chinoidem System) dieselbe Symmetrie besitzen, so werden durch den „gewellten“ Benzolring und die entsprechenden Anthracen-Modelle die aufgefundenen Isomeren vollständig gedeckt.

Wie sich die Verhältnisse beim Dihydro-anthracen gestalten, läßt sich nicht ohne Zusatz-Annahme sagen, weil die röntgenographische Untersuchung dieser Substanz noch fehlt und man nichts darüber weiß, wie durch die Hydrierung der mittlere Ring modifiziert wird. Es sprechen aber röntgenographisch gewisse Anhaltspunkte dafür, daß ein hydrierter Benzolring eben ist. Läßt man sich hiervon leiten, so erhält man für das Dihydro-anthracen

<sup>11</sup>) Die rein konstruktiv auch mögliche Figur 3 c wird dadurch ausgeschlossen, daß sie kein Symmetrie-Zentrum besitzt.

<sup>12</sup>) A. 463, 170 [1928]. <sup>13</sup>) A. 463, 173 [1928]. <sup>14</sup>) A. 463, 165 [1928].

<sup>15</sup>) Die Berechtigung dieser Annahme wird zur Zeit experimentell geprüft.

<sup>16</sup>) A. 463, 160 [1928].

zwei 9.10-Dihydro-anthracen-9-carbonsäuren (V)<sup>17</sup>, drei 9.10-Dihydro-anthracen-9.10-dicarbonsäuren (VI)<sup>18</sup> und drei 9.10-Diphenyl-9.10-dihydro-anthracen-9.10-dicarbonsäuren (VII)<sup>19</sup>; d. h. von monosubstituierten Dihydro-anthracenen sind je zwei Isomere, von 9.10-disubstituierten je drei gefunden, Zahlen, die das Modell 4a für sich allein zu deuten vermag. Vor Modell 4b hat übrigens 4a insofern den Vorzug, als in ihm das Symmetrie-Zentrum des Anthracens erhalten geblieben ist, was für das Modell 4b nicht gilt.

Beim Phenanthren und Fluoren liefert die Röntgen-Analyse für die Symmetrie keinerlei Einschränkungen; beide Substanzen<sup>20</sup> kristallisieren monoklin in der Raumgruppe  $C_{2h}^5$  und enthalten vier Moleküle im Elementarkörper, so daß das Einzelmolekül asymmetrisch ist. Bemerkenswerterweise ist in beiden Fällen der Mikrobau stein nicht das Einzelmolekül, sondern ein Bimolekül. Vom Phenanthren lassen sich aus gewellten Benzolringen drei Isomere konstruieren, je nachdem, ob alle drei Ringe in demselben Sinne gewellt sind oder der mittlere im anderen Sinne oder einer der seitlichen im anderen Sinne wie die beiden übrigen. Das Symmetrie-Zentrum, auf Grund dessen wir beim Anthracen die eine Konfiguration weglassen konnten, fehlt hier. Bisher sind noch keine systematischen Versuche darüber angestellt worden, ob überhaupt neuartige Isomerie-Fälle in der Phenanthren-Reihe vorkommen. Ganz anders liegen die Verhältnisse beim Fluoren. Hier ergeben sich zwei Möglichkeiten, entsprechend einer gleichartigen und einer verschiedenartigen Wellung der beiden Ringe (Fig. 5a und b). Besonders einfach gestaltet sich auch hier die Diskussion der Fälle, in denen das Kohlenstoffatom 9 an einer Doppelbindung beteiligt ist, wie in den

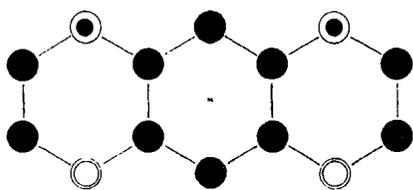


Fig. 4 a.

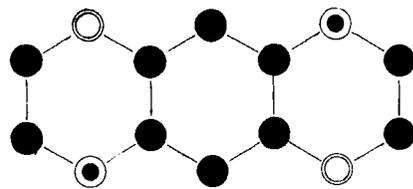


Fig. 4 b.

Dihydro-anthracen mit ebenem Mittelring: Alle Atome außer 1, 4, 5 und 8 liegen in einer Ebene. Nur Fig. 4 a besitzt ein Symmetrie-Zentrum (x).

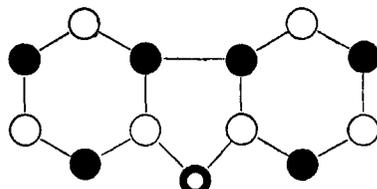


Fig. 5 a.

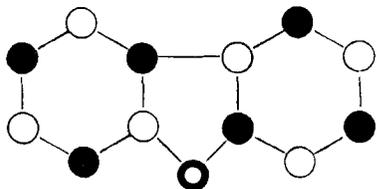


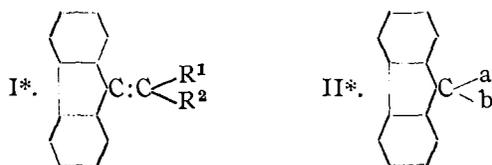
Fig. 5 b.

Fluoren. In Fig. 5 a sind die beiden Sechsringe im gleichen, in Fig. 5 b in entgegengesetztem Sinn gewellt. Über die Lage des Methylen-Kohlenstoffatoms ist eine besondere Annahme noch nicht möglich, aber auch nicht notwendig.

<sup>17</sup>) A. 463, 141 [1928].    <sup>18</sup>) A. 463, 134 [1928].    <sup>19</sup>) A. 463, 147 [1928].

<sup>20</sup>) Diese Substanzen hat Hr. Dr. Hengstenberg röntgenographisch untersucht. Er ist im Begriff, seine Ergebnisse in der Zeitschr. f. Krist. ausführlich wiederzugeben und hat die Freundlichkeit gehabt, sie uns zur Diskussion der vorliegenden Frage zur Verfügung zu stellen.

Dibenzofulvenen (I\*). Auf Grund der bewährten Vorstellungen über die Doppelbindung entspricht hier nämlich einfach der gleichartigen Wellung der beiden Sechsringe ein, der ungleichartigen Wellung ein zweites Isomeres. Daß Dibenzofulvene in zwei räumlich isomeren Individuen auftreten können, ist von Schlenk und Bergmann in vier Fällen (Benzal-fluoren (VIII)<sup>21</sup>), Anisal-fluoren (IX)<sup>21</sup>), Biphenylen-diphenyl-äthylen (X)<sup>22</sup>), Biphenylen-[tetramethyldiamino-diphenyl]-äthylen (XI)<sup>21</sup>) sicher bewiesen, in einem (Biphenylen-dimethyl-äthylen (XII)<sup>23</sup>) sehr wahrscheinlich gemacht. Bei normaler Substituierung des Methylens, also im allgemeinen Fall II\*, ergeben sich, wie man leicht überlegen kann, für den Fall gleichartiger Wellung zwei Isomere, für den Fall ungleichartiger Wellung eines, im ganzen also drei. Nun ist in fünf Fällen der angegebenen allgemeinen Formel die Existenz je zweier Stereoisomere bewiesen. Es existieren nämlich zwei Fluoren-9-carbonsäuren (XIII)<sup>24</sup>,



zwei 9-Methoxy-fluoren-9-carbonsäuren (XIV)<sup>24</sup>), zwei 9-Benzhydryl-fluorene (XV)<sup>24</sup>), zwei 9-Benzoyl-fluorene (XVI)<sup>21</sup>) und zwei 9-Phenyl-9-benzyl-fluorene (XVII)<sup>21</sup>). Darüber, ob das derzeitige Fehlen der dritten, nach der Theorie vorauszuhenden Isomeren symptomatisch ist, z. B. auf ungenügende Stabilität der dritten Form zurückzuführen ist, oder sich als zufällig, d. h. aus dem vorläufigen Mangel einer geeigneten Darstellungsmethode erklärt, kann bei diesem ersten Versuch, das von dem Röntgen-Befund nahegelegte „gewellte“ Benzolsystem in die chemische Diskussion einzuführen, noch keine Vermutung ausgesprochen werden.

Schließlich soll noch auf die Isomerie-Möglichkeiten im Inden-System eingegangen werden. Man wird aus geometrischen Gründen ohne weiteres aussagen können, daß die drei Kohlenstoffatome 1, 2, 3 des Inden-Fünfringes in einer Ebene liegen. Dann ist es aber nicht mehr gleichgültig, ob das Kohlenstoffatom 3 an ein Kohlenstoffatom der oberen oder der unteren Sechsring-Ebene gebunden ist. Für das 1.1.3-Triphenyl-dihydro-inden (XVIII)<sup>25</sup>) entsprechen diesen zwei Fällen zwei räumliche Isomere, für das 2.3-Diphenyl-indon (XIX)<sup>25</sup>) läßt unsere Betrachtungsweise die Existenz zweier Spiegelbild-Isomere voraussehen, was mit der Erfahrung in voller Übereinstimmung steht.

Zusammenfassend läßt sich also sagen: Schlenk und Bergmann haben in letzter Zeit eine größere Zahl von Isomerie-Fällen aufgefunden, welche durch die Annahmen der klassischen Stereochemie nicht zu deuten sind. Sie haben in dem Bestreben, von den bewährten klassischen Anschauungen so wenig wie möglich abzuweichen, eine neue, durchaus hypothetische Annahme, nämlich die von „Ringneigung“ in kondensierten

<sup>21</sup>) B. **62**, 745 [1928].

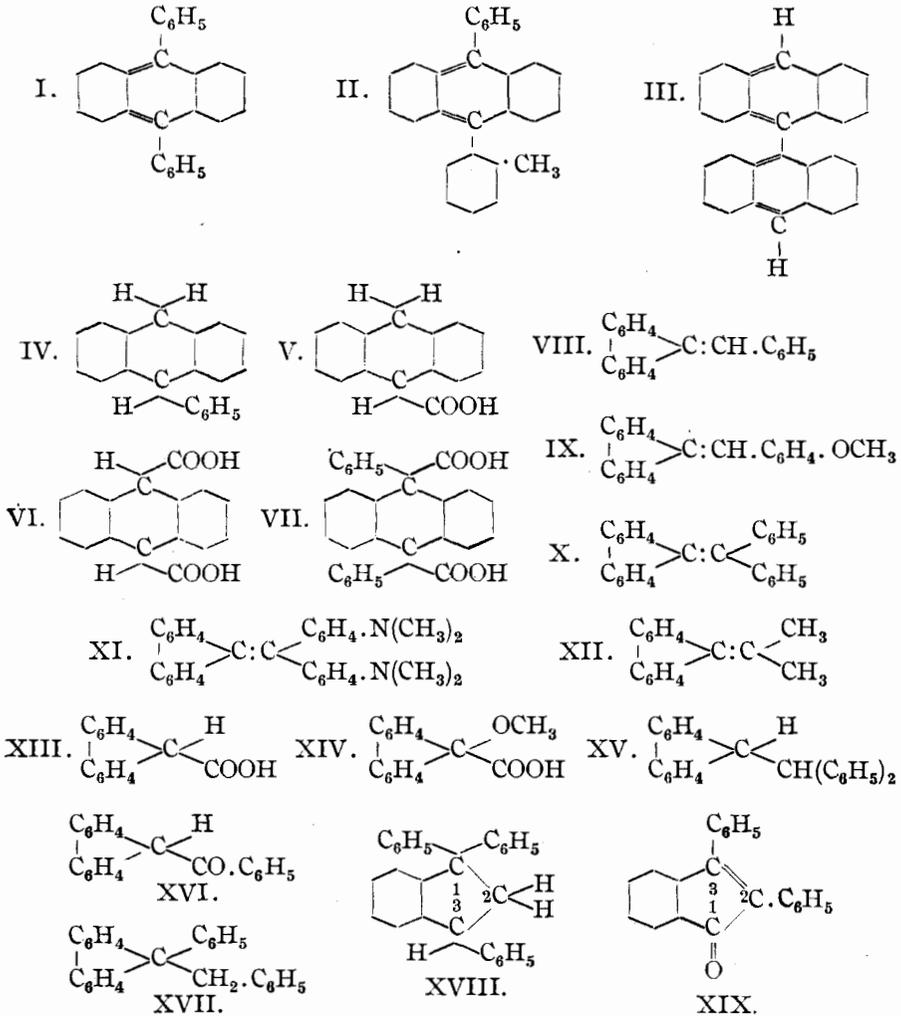
<sup>22</sup>) A. **463**, 204 [1928].

<sup>23</sup>) A. **463**, 207 [1928].

<sup>24</sup>) A. **463**, 188 [1928].

<sup>25</sup>) A. **463**, 217 [1928].

aromatischen Systemen gemacht. Wie in den obigen, zunächst vorläufigen Betrachtungen gezeigt wurde, lassen sich unter allerdings weitergehender Abweichung von den klassischen Anschauungen die neuartigen Schlenk-Bergmannschen Isomeren auf einer weniger hypothetischen physikalischen Basis befriedigend deuten. Ob und in welchem Ausmaße diese



neuen Spekulationen zu einer endgültigen Erklärung sich verdichten werden, können nunmehr nur eingehende röntgenspektrographische Untersuchungen ergeben, welche möglicherweise auch durch Vermehrung des rein chemischen Materials noch unterstützt werden müssen.

Berlin, Chem. Institut der Universität, und Ludwigshafen, Hauptlaboratorium der I.-G. Farbenindustrie A.-G.