

dukt aus Steighöhe und spezifischem Gewicht eine unbekannte Oberflächenspannung abzulesen.

Vor der ersten Ablesung der Steighöhe wird die Flüssigkeit in der Kapillare durch Überdruck so hoch getrieben, dass sie überläuft. Die feinen Tröpfchen werden mit Filtrierpapier aufgesaugt. Es sind mehrere Messungen bei fallendem und mehrere bei steigendem Meniskus auszuführen. In Zweifelsfällen (bei stark viskosen Substanzen, wie Thio-diglykol) ist die Ablesung bei steigendem Meniskus massgebend.

Für die Zuwendung von Mitteln aus der *Ciba- und Jac. Brodbeck-Sandreuter-Stiftung* danken wir dem Kuratorium bestens.

### Experimenteller Teil.

$\beta, \beta'$ -Dichlor-diäthyl-sulfid (*Siegfried*). Das farblose, sehr rein aussehende Präparat wurde im Vakuum fraktioniert und der in einem Intervall von 1° übergehende Anteil, der der Hauptmenge entsprach, verwendet. Das Destillat war beinahe geruchlos. Mikrosiedepunkt nach *Emich* 216,6° korr. bei 727 mm.  $d_{21^\circ} = 1,2732$ ;  $d_{23^\circ} = 1,2726$ .

$\beta$ -Chlor-diäthyl-sulfid. Das Präparat wurde von uns hergestellt. Über die Synthese wird später berichtet. Die farblose Flüssigkeit zeigte einen Mikrosiedepunkt nach *Emich* von 156,5° korr.  $d_{22^\circ} = 1,0701$ ;  $d_{25^\circ} = 1,0663$  (Literaturwert).

Diäthyl-sulfid (*Fraenkel und Landau*). Das Präparat wurde redestilliert. Es war farblos und klar. Mikrosiedepunkt nach *Emich* 90,4° korr. Die in Tab. 1 angegebenen Dichtewerte wurden durch Interpolation von Literaturwerten erhalten.

Thio-diglykol (*Siegfried*). Das Präparat wurde durch wiederholte Vakuumdestillation gereinigt. Sdp. 0,1 mm 121,8°. Es war nur noch schwach gelb.  $d_{18^\circ} = 1,1825$ ;  $d_{20^\circ} = 1,1817$ ;  $d_{22^\circ} = 1,1811$ .

Chemisches Laboratorium der Stadt Zürich.

## 13. Zur Kenntnis der Diterpene

(38. Mitteilung<sup>1)</sup>)

### Über die Lage der Ringdoppelbindung der Dextro-pimarsäure

von L. Ruzicka und L. Sternbach.

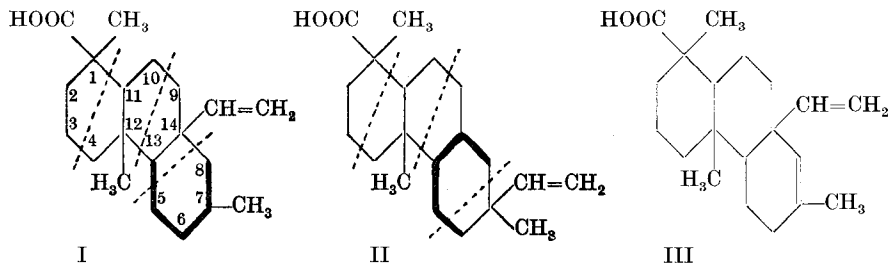
(24. XII. 39.)

Als Ergebnis der Untersuchungen über die Konstitution der Dextro-pimarsäure, die im Jahre 1932<sup>2)</sup> zu einem gewissen Abschluss gelangten, war das Kohlenstoffgerüst, die Stellung der Carboxylgruppe und der drei Methylgruppen, sowie die Lage der einen Doppelbindung, die in einer Vinylgruppe enthalten ist, festgelegt. Die

<sup>1)</sup> 37. Mitt. Helv. **22**, 392 (1939).

<sup>2)</sup> L. Ruzicka, G. B. R. de Graaff, M. W. Goldberg und B. Frank, Helv. **15**, 916 (1932); L. Ruzicka und B. Frank, Helv. **15**, 1294 (1932); L. Ruzicka, G. B. R. de Graaff und H. J. Müller, Helv. **15**, 1300 (1932).

Stellung der Vinylgruppe ist allerdings noch nicht mit Sicherheit bewiesen. Sie muss an ein quaternäres Kohlenstoffatom gebunden sein, wahrscheinlich in Stellung 14, denn nur diese und noch die Stellung 7 sind mit der Isoprenregel und mit den Versuchsergebnissen<sup>1)</sup> vereinbar (vgl. I und II). Gegen die letztere Möglichkeit spricht die Tatsache, dass bei der Dehydrierung der Tetrahydro-dextro-pimarsäure nur Pimanthren entsteht<sup>2)</sup> und nicht auch 1-Methyl-7-äthylphenanthren, das sich unter Abspaltung der Methylgruppe in 7 bilden müsste, wenn die Dextro-pimarsäure die Konstitution II hätte.



Die Lage der zweiten Doppelbindung, für welche die in den Formeln I und II durch dickere Striche gekennzeichneten Stellen in Betracht kamen, war noch nicht festgelegt. Auf Grund der im Folgenden beschriebenen Versuchsergebnisse, ist es jetzt sehr wahrscheinlich geworden, dass sich diese Doppelbindung in 7,8-Stellung befindet und dass der Dextro-pimarsäure somit die Formel III zukommt.

Wir untersuchten zuerst den Verlauf der Oxydation von Dextro-pimarsäure-methylester mit Phthalmonopersäure oder Benzopersäure. Dabei konnte festgestellt werden, dass die Geschwindigkeit dieser Reaktion in hohem Masse vom angewandten Lösungsmittel abhängt. Während sie in Äther sehr gering ist, lässt sie sich durch Verwendung von Chloroform als Lösungsmittel bedeutend steigern; ein Mol Dextro-pimarsäure-ester, das in ätherischer Lösung nach 5 Tagen erst 0,5 Grammatome Sauerstoff verbraucht, reagiert in Chloroform schon nach 3 Tagen mit deren 1,7—1,8. Durch Variieren der Reaktionstemperatur lässt sich auch genau 1 Grammatom Sauerstoff einführen. Da sich aber das auf diese Weise erhaltene Monoxyd nur unter Verlust von einer Molekel Wasser weiter umwandeln liess, wurde es nicht weiter untersucht.

Im Folgenden befassten wir uns hauptsächlich mit dem Oxyd des Dihydro-dextro-pimarsäure-methylesters<sup>3)</sup> (V). Bei der Behand-

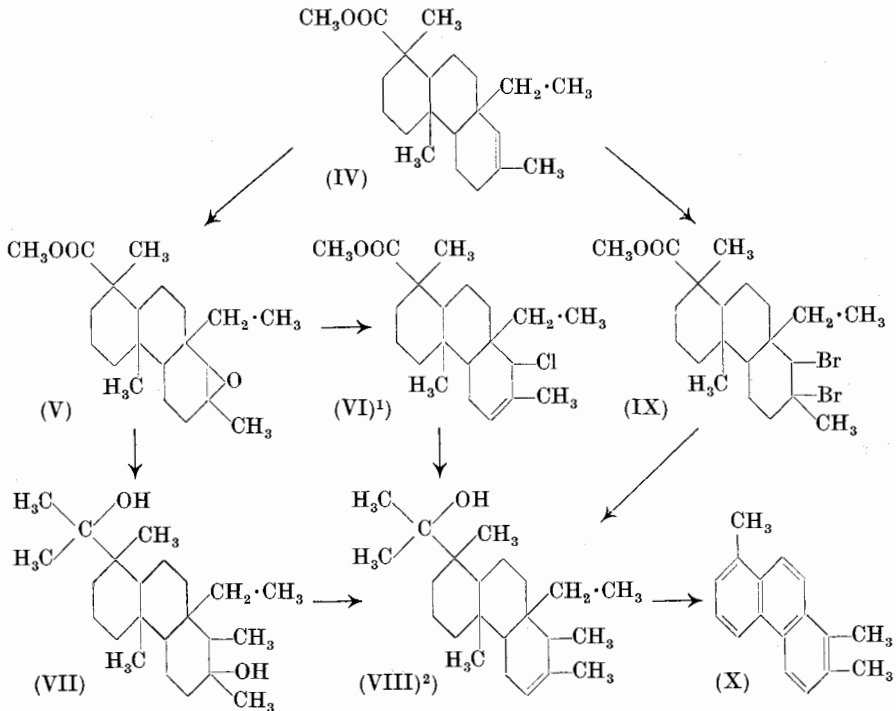
<sup>1)</sup> Die Stellung 13 für die Vinylgruppe wäre zwar auch mit den Versuchsergebnissen im Einklang, würde aber gegen die Isoprenregel verstossen. Dieser Punkt muss noch experimentell geklärt werden.

<sup>2)</sup> B. Frank, Diss. E.T.H. Zürich, S. 27 (1933).

<sup>3)</sup> Helv. 15, 1297 (1932).

lung mit trockenem Chlorwasserstoff gab dieses ein chlorhaltiges, krystallines Produkt vom Smp. 122—125° (VI), das, wie die Analyse erwies, unter Anlagerung von Chlorwasserstoff und Abspaltung von Wasser aus dem gebildeten Chlorhydrin, entstanden sein musste.

Dieser Chlor-iso-dihydro-dextro-pimarsäure-methylester (VI), wie auch das Oxyd (V) selbst, wurden mit Methyl-magnesium-jodid in Ätherlösung zur Umsetzung gebracht, wobei wohl in beiden Fällen die Estergruppe in normaler Weise in eine tertiäre Alkoholgruppe umgewandelt wurde. Beim Oxyd lagerte sich vermutlich ausserdem, wenigstens zum Teil, ein Methylrest an das Kohlenstoffatom 8 des Dreiringes an (VII), während im Chlor-iso-dihydro-dextro-pimarsäure-ester (VI) wohl das Chloratom mit dem Methyl-magnesium-jodid reagierte und das entsprechende 8-Methylderivat (VIII) lieferte, wie dem Ergebnis der Dehydrierung zu entnehmen ist.



Die öligen Reaktionsprodukte, die nicht rein dargestellt wurden, ergaben nämlich bei der Dehydrierung mit Selen ein Gemisch von Pimanthren<sup>3)</sup> und 1,7,8-Trimethyl-phenanthren (X) vom Smp. 145

<sup>1)</sup> Die Doppelbindung kann auch zwischen den Ringatomen 7 und 8 liegen.

<sup>2)</sup> Helv. 15, 1297 (1932).

<sup>3)</sup> Der Dimethyl-carbinol-rest bei VII und VIII in Stellung 1 wird als die weitaus schwerere Gruppe bei der Selendehydrierung abgespalten.

bis 146°, das mit dem aus Dihydro-cyclo-sclaren<sup>1)</sup> und Cassainsäure<sup>2)</sup> durch Dehydrierung erhaltenen Kohlenwasserstoff identifiziert wurde. Auch die Trinitrobenzolate dieser Produkte vom Smp. 193—193,5° erwiesen sich als identisch. Ferner wurde noch Dihydro-dextro-pimarsäure-methylester (IV) mit der für eine Doppelbindung berechneten Menge Brom versetzt und das entstandene Dibromid (IX) auf gleiche Weise, wie die obigen zwei Verbindungen, mit Methyl-magnesium-jodid umgesetzt und dann dehydriert. Hierbei resultierte ebenfalls 1,7,8-Trimethyl-phenanthren, und zwar in 30-proz. Ausbeute.

Aus der bisherigen Kenntnis des Kohlenstoffgerüsts der Dextro-pimarsäure und aus den beschriebenen Versuchen, in denen über verschiedene Zwischenprodukte an ein Kohlenstoffatom der Ringdoppelbindung eine Methylgruppe angelagert wurde, geht hervor, dass die Doppelbindung sich mit grosser Wahrscheinlichkeit zwischen diesem Kohlenstoffatom 8 und dem Kohlenstoffatom 7 befindet<sup>3)</sup>.

Der *Rockefeller Foundation* in New York danken wir für die Unterstützung dieser Arbeit.

#### Experimenteller Teil<sup>4)</sup>.

##### Oxydationsversuche mit Phthalmonopersäure und Benzopersäure.

Zur Feststellung der für die Oxydation von Dextro-pimarsäure-methylester<sup>5)</sup> günstigsten Bedingungen wurde eine Reihe von Versuchen ausgeführt, wobei das Lösungsmittel, die Temperatur und die Reaktionszeit variiert wurden.

Die Lösung von jeweils 30 mg des Esters in 10 cm<sup>3</sup> Chloroform bzw. Äther wurde mit je 1,5 cm<sup>3</sup> einer 0,4-n. Lösung von Phthalmonopersäure in Äther, bzw. Benzopersäure in Chloroform versetzt und in einem verschlossenen Kölbchen stehen gelassen. Gleichzeitig mit jeder Probe wurde ein Blindversuch angesetzt, der die gleichen Mengen Lösungsmittel und Persäure ohne Dextro-pimarsäure-ester

<sup>1)</sup> *L. Ruzicka, Lewis L. Engel und Werner H. Fischer*, *Helv.* **21**, 364 (1938).

<sup>2)</sup> *L. Ruzicka und G. Dalma*, *Helv.* **22**, 1516 (1939).

<sup>3)</sup> Nach einer Beobachtung von *R. D. Haworth, C. R. Mavin und G. Sheldrick* (*Soc.* **1934**, 454) ist es möglich, dass unter gewissen Bedingungen ein 8-Methyl-phenanthren-derivat bei der Selendehydrierung eines 5-Methyl-hydro-phenanthrens unter Wanderung der Methylgruppe entsteht. In unserem Falle ist dies wenig wahrscheinlich, da wir das 1,7,8-Trimethyl-phenanthren in guter Ausbeute erhielten, während *R. D. Haworth* und seine Mitarbeiter bei einer solchen Umlagerung nur 11% des 1,8-Derivates neben 2—3% des 1,5-Derivates isolieren konnten. Es sind weitere Versuche im Gange, die die Möglichkeit einer solchen Umlagerung bei der Dextro-pimarsäure ausschliessen sollen.

<sup>4)</sup> Alle Schmelzpunkte sind korrigiert.

<sup>5)</sup> Bei der Untersuchung der optischen Drehung von reinsten, umkristallisierten Proben von Dextro-pimarsäure-methylester und der aus diesem durch Verseifung gewonnenen Säure wurde festgestellt, dass die spez. Drehung des Esters  $82,5^\circ \pm 0,4^\circ$  (in 2,5-proz. Lösung in Chloroform) und der Säure  $88,7^\circ \pm 0,2^\circ$  (in 5-proz. Lösung in Chloroform) beträgt.

enthielt. Nach entsprechender Zeit wurde das Gemisch mit Kaliumjodid versetzt und das durch die unverbrauchte Persäure ausgeschiedene Jod mit 0,1-n. Thiosulfatlösung titriert. Der Unterschied des Thiosulfatverbrauches zwischen den Blindproben und den eigentlichen Versuchen ergab den bei der Oxydation verbrauchten Sauerstoff. In der Tabelle ist dieser auf Mol Substanz umgerechnet, angegeben.

Oxydationsmittel		Benzo- persäure		Phthalmonopersäure			
		- 10°	0°	0°	15—20°	15—20°	15—20°
Lösungs- mittel		CHCl <sub>3</sub>	CHCl <sub>3</sub>	CHCl <sub>3</sub>	CHCl <sub>3</sub>	Äther	Äther + 2 Tr. Eisessig
Reaktionszeit		At. O:	At. O:	At. O:	At. O:	At. O:	At. O:
21 Std.			0,9	0,82	1,5		0,15
45 „			1,0	1,07		0,4	
68 „			1,0	1,0; 1,0; 1,1	1,7; 1,75	0,5	
96 „							0,75
120 „	0,8					0,5	0,75
180 „		1,1					
14 Tage	1,15						

Aus obiger Tabelle ergibt sich, dass beim Gebrauch von Chloroform als Lösungsmittel die Reaktionsgeschwindigkeit bedeutend grösser ist als bei den Oxydationen in Ätherlösung. Auch sieht man, dass die Oxydation so geleitet werden kann, dass nur 1 Atom Sauerstoff aufgenommen wird.

#### Dextro-pimarsäure-methylester-monoxyd.

3 g Ester werden in 200—300 cm<sup>3</sup> Chloroform gelöst und bei 0° mit 100 cm<sup>3</sup> einer 0,4-n. ätherischen Phthalmonopersäurelösung versetzt. Nach 68-stündigem Stehen bei 0° wird das Gemisch mit Kaliumjodidlösung versetzt, mit Thiosulfat- und Sodalösung gewaschen und hernach eingedampft. Der Rückstand bildet ein farbloses, nach einiger Zeit festwerdendes Öl.

Zur Analyse wurde das Produkt im Hochvakuum destilliert (Badtemperatur 180°, 0,08 mm).

3,638 mg Subst. gaben 10,122 mg CO<sub>2</sub> und 3,142 mg H<sub>2</sub>O

C<sub>21</sub>H<sub>32</sub>O<sub>3</sub> Ber. C 75,86 H 9,70%

Gef. „ 75,93 „ 9,66%

Alle Versuche zur Spaltung des Oxydringes gaben um eine Molekel Wasser ärmere, nicht krystallisierende Produkte.

1, 7, 8-Trimethyl-phenanthren aus Dihydro-dextro-pimarsäure-methylester-oxyd<sup>1)</sup>.

Die ätherische Lösung von 4 g Dihydro-dextro-pimarsäure-ester-oxyd<sup>2)</sup> wird in eine ätherische Methyl-magnesium-jodidlösung (aus 40 g Methyljodid und 7,5 g Magnesium) eingetropft. Das Gemisch wird noch 48 Stunden am Wasserbad erhitzt und dann mit Eis und verdünnter Schwefelsäure zersetzt. Das Reaktionsgemisch wird mit Äther verdünnt, mit Thiosulfatlösung gewaschen und mit Natriumsulfat getrocknet. Nach dem Abdampfen des Äthers wird das Reaktionsprodukt (etwa 3,5 g) mit 4—5 g Selen versetzt und auf übliche Weise 6—12 Stunden auf 330—345° erhitzt. Nach dem Erkalten werden die Dehydrierungsprodukte mit Äther extrahiert und nach dem Abdampfen des Lösungsmittels, im Hochvakuum bei 150—170° destilliert. Man erhält etwa 1,5—2 g Kohlenwasserstoffe. Diese werden in Alkohol gelöst und mit der gleichen Gewichtsmenge in Äthanol gelöstem Trinitrobenzol versetzt. Das ausgefallene Trinitrobenzolat, das je nach der Menge von beigemengten Spuren von Selen oder nicht ganz dehydrierten Produkten orange-gelb bis rot gefärbt ist, wird umkrystallisiert bis der Schmelzpunkt auf 173—177° steigt. Man erhält so z. B. aus 2 solchen Dehydrierungen ca. 4 g Trinitrobenzolat vom Smp. 143—149° und nach 20 Krystallisationen desselben 130 mg vom Smp. 173—177°. Dieses Trinitrobenzolat wird in heissem Hexan gelöst und durch eine Aluminiumoxydsäule von 15 cm Länge und 2,5 cm Durchmesser filtriert. Der freigesetzte Kohlenwasserstoff (das Trinitrobenzol bleibt in der Säule) wird mit Petroläther eluiert. Das Eluat (60 mg) wird aus Methanol umkrystallisiert. Nach 4 Krystallisationen steigt der Schmelzpunkt von 138 bis 140° auf 144—146° (15 mg). Der Kohlenwasserstoff ergab bei der Mischprobe mit dem aus Cyclo-dihydro-sclaren erhaltenen 1, 7, 8-Trimethyl-phenanthren keine Schmelzpunktserniedrigung. Das Analysenpräparat wurde noch im Hochvakuum bei 120—130°, 0,3 mm sublimiert und schmolz dann bei 145—146°.

3,250 mg Subst. gaben 11,036 mg CO<sub>2</sub> und 2,149 mg H<sub>2</sub>O

C<sub>17</sub>H<sub>16</sub> Ber. C 92,68 H 7,32%  
 Gef. „ 92,67 „ 7,40%

Trinitrobenzolat: 1,2 mg des reinen sublimierten Kohlenwasserstoffes vom Smp. 145—146° werden heiss in Äthanol gelöst und mit einer heissen äthanolischen Lösung von 1,2 mg Trinitrobenzol versetzt. Das nach dem Abkühlen auskrystallisierende Trinitrobenzolat bildet nach nochmaliger Krystallisation gelbe Nadeln

<sup>1)</sup> Vgl. *L. Ruzicka* und *B. Frank*, *Helv.* **15**, 1298 (1932). — Der Dihydro-ester wurde durch Hydrieren des Dextro-pimarsäure-methylesters in Essigester mit Palladium-Calciumpcarbonat als Katalysator hergestellt.

<sup>2)</sup> Es wurde Rohprodukt ohne Trennung in krystalline und ölige Bestandteile verwendet.

vom Smp. 193—193,5°, die sich mit dem entsprechenden Derivat des 1,7,8-Trimethyl-phenanthrens (aus Cassainsäure<sup>1)</sup>) identisch erwiesen.

**Pimanthren-trinitrobenzolat.** Aus den Mutterlaugen nach der Krystallisation des oben beschriebenen rohen Trinitrobenzolatgemisches vom Smp. 143—149° lässt sich ein in gelben Nadeln krystallisierendes Produkt vom Smp. 158—160,5° isolieren, das sich als mit dem aus Pimanthren auf übliche Weise dargestellten Trinitrobenzolat identisch erwies.

3,854 mg Subst. gaben 8,911 mg CO<sub>2</sub> und 1,399 mg H<sub>2</sub>O  
 $C_{22}H_{17}O_6N_3$  Ber. C 63,00 H 4,10%  
 Gef. „ 63,10 „ 4,06%

### 8-Chlor-iso-dihydro-dextro-pimarsäure-methylester (VI)<sup>2)</sup>

In die Lösung von 0,5 g Dihydro-dextro-pimarsäure-ester-oxyd in 10—20 cm<sup>3</sup> absolutem Äther wird bis zur Sättigung (5—10 Minuten lang) trockener Chlorwasserstoff eingeleitet. Die Lösung wird dann eingedampft und das Reaktionsprodukt aus Essigester-Hexan oder Hexan umkrystallisiert. Farblose Stäbchen vom Smp. 122—125°.

3,777 mg Subst. gaben 9,910 mg CO<sub>2</sub> und 3,198 mg H<sub>2</sub>O  
 10,117 mg Subst. gaben 4,213 mg AgCl  
 $C_{21}H_{33}O_2Cl$  Ber. C 71,46 H 9,43 Cl 10,05%  
 Gef. „ 71,60 „ 9,47 „ 10,30%

### 1,7,8-Trimethyl-phenanthren aus 8-Chlor-iso-dihydro-dextro-pimarsäure-methylester<sup>3)</sup>.

Die Umsetzung mit Methyl-magnesium-jodid wird auf gleiche Weise, wie beim Dihydro-dextro-pimarsäure-methylester-oxyd beschrieben, ausgeführt. Nach Aufarbeitung wird wie oben mit Selen dehydriert und das destillierte Kohlenwasserstoffgemisch ins Trinitrobenzolat übergeführt. Aus 4 g Chlor-iso-dihydro-dextro-pimarsäure-ester erhält man etwa 1,8 g Trinitrobenzolat. Nach etwa 12 Krystallisationen ist der Schmelzpunkt auf 174—178° gestiegen. Dieses Trinitrobenzolat (0,29 g) (Ber. C 63,73 H 4,42%; Gef. C 63,69 H 4,49%) wurde, wie oben beschrieben, zersetzt. Der Kohlenwasserstoff schmolz nach der zweiten Krystallisation (80 mg) konstant bei 145—146° und erwies sich mit dem aus Cyclo-dihydro-sclaren<sup>4)</sup> gewonnenen 1,7,8-Trimethyl-phenanthren identisch.

2,836 mg Subst. gaben 9,670 mg CO<sub>2</sub> und 1,798 mg H<sub>2</sub>O  
 $C_{17}H_{16}$  Ber. C 92,68 H 7,32%  
 Gef. „ 93,05 „ 7,09%

<sup>1)</sup> *L. Ruzicka* und *G. Dalma*, *Helv.* **22**, 1516 (1939).

<sup>2)</sup> Mitbearbeitet von *O. Jeger*.

<sup>3)</sup> Mitbearbeitet von *O. Jeger*.

<sup>4)</sup> *Helv.* **21**, 367 (1938).

Das Trinitrobenzolat (Smp. 193—193,5°) wurde, wie oben beschrieben dargestellt und erwies sich als mit einem aus Cassainsäure<sup>1)</sup> bereiteten Präparat identisch.

3,737 mg Subst. gaben 8,760 mg CO<sub>2</sub> und 1,495 mg H<sub>2</sub>O

3,770 mg Subst. gaben 0,331 cm<sup>3</sup> N<sub>2</sub> (21°, 724 mm)

C<sub>23</sub>H<sub>19</sub>O<sub>6</sub>N<sub>3</sub> Ber. C 63,73 H 4,42 N 9,69%

Gef. „ 63,97 „ 4,48 „ 9,71%

1, 7, 8-Trimethyl-phenanthren aus Dihydro-dextro-pimarsäure-methylester-bromid<sup>2)</sup>.

3,19 g (0,01 Mol) Dihydro-dextro-pimarsäure-methylester werden in 20 cm<sup>3</sup> Chloroform gelöst und bei —10° langsam mit einer Lösung von 1,6 g (0,01 Mol) Brom in 15 cm<sup>3</sup> Chloroform versetzt. Nach erfolgter Anlagerung (1—2 Min.) wird das Gemisch in der Kälte im Vakuum eingedampft, mit Hexan versetzt und dieses wieder abgedampft, um das ganze Chloroform zu entfernen. Der Rückstand wird in absolutem Äther gelöst und, wie oben beschrieben, mit Methyl-magnesium-jodid umgesetzt. Nach üblicher Aufarbeitung wird in der schon beschriebenen Weise mit Selen dehydriert und das destillierte Gemisch von Kohlenwasserstoffen (1,5 g) mit Trinitrobenzol umgesetzt. Das Gemisch der Trinitrobenzolate (1,7 g) schmilzt bei 158—162°. Nach 5 Krystallisationen erhält man 0,85 g Trinitrobenzolat vom Smp. 180—185°. Das Produkt wird, wie oben beschrieben, chromatographisch zerlegt und liefert 0,428 g eines krystallisierten Kohlenwasserstoffs, der nach drei weiteren Krystallisationen bei 145—146° konstant schmilzt. Sowohl der Kohlenwasserstoff als auch das aus 5 mg desselben bereitete Trinitrobenzolat vom Smp. 193—193,5° erwiesen sich als mit den entsprechenden Produkten aus Cassain und Dihydro-cyclo-selaren identisch.

Zur Analyse wurde der Kohlenwasserstoff im Hochvakuum bei 120—130° sublimiert.

3,138 mg Subst. gaben 10,640 mg CO<sub>2</sub> und 2,146 mg H<sub>2</sub>O

C<sub>17</sub>H<sub>16</sub> Ber. C 92,68 H 7,32%

Gef. „ 92,79 „ 7,65%

Die Analysen wurden in unserer mikroanalytischen Abteilung (Leitung *H. Gubser*) ausgeführt.

Organisch-chemisches Laboratorium der Eidg.  
Technischen Hochschule, Zürich.

<sup>1)</sup> Helv. **22**, 1516 (1939).

<sup>2)</sup> Mitbearbeitet von *O. Jeger*.