

17. Zur Kenntnis der Triterpene.

(64. Mitteilung ¹⁾).

Abbau des Betulin-diacetats mit Ozon

von L. Ruzicka und Ed. Rey.

(27. XII. 41.)

Bei der Einwirkung von Ozon auf Betulin in Chloroform oder Kohlenstofftetrachloridlösung entstehen amorphe chlorhaltige Produkte²⁾, die das Lösungsmittel hartnäckig zurückhalten. Es ist wahrscheinlich, dass an dieser Erscheinung die beiden Hydroxylgruppen des Betulins mitbeteiligt sind, denn die Ozonisierung von Betulin-diacetat in Essigester-Chloroform (2:3) lieferte uns nach der Spaltung des Ozonids durch Kochen mit methanolischer Kalilauge sehr charakteristische chlorfreie Spaltprodukte, die ungefähr zur Hälfte saurer und neutraler Natur waren. Die sauren Anteile wurden zur Erleichterung der Reindarstellung mit Diazomethan verestert. Es war so in guter Ausbeute der Methylester der noch unbekannten Dioxy-bisnor-lupansäure erhältlich. Dass dieses Spaltprodukt tatsächlich unter Aboxydation zweier Kohlenstoffatome entstanden ist, zeigen nicht nur die Analysen dieses Dioxy-esters, sondern auch jene des daraus durch Acetylierung bereiteten Diacetoxy-methylesters. Die freie Dioxy-bisnor-lupansäure entstand beim Verseifen des letzteren Produktes durch kochende 5-proz. methanolische Kalilauge³⁾ und gab auf die erwartete Formel $C_{28}H_{46}O_4$ gut stimmende Analysenwerte.

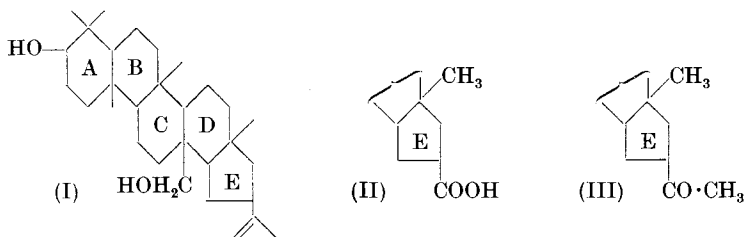
Auch das neutrale Spaltprodukt des Ozonids konnte in guter Ausbeute in reiner Form erhalten werden. Es handelt sich um das Diacetoxy-nor-lupanon, das schon von *Ruzicka* und *Brenner*⁴⁾ bei der Oxydation von Betulin-diacetat mit Chromsäure erhalten worden war. Dieses Methylketon bildet sich unter Abspaltung der Methylengruppe des Betulins und lieferte uns beim Behandeln mit Bromlauge unter Abbau der Methylgruppe die Dioxy-bisnor-lupansäure, die als Methylester zur Analyse gebracht wurde und mit dem oben erwähnten Präparat, das direkt aus dem sauren Ozonidspaltprodukt bereitet war, auf Grund des Mischschmelzpunktes identisch war.

¹⁾ 63. Mitt. Helv. **25**, 161 (1942).

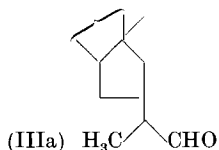
²⁾ *Ruzicka* und *Brüngger*, Helv. **17**, 426 (1934).

³⁾ Der quantitative Verlauf dieser Verseifung ist sehr bemerkenswert, da nach *Ruzicka* und *Roscnkranz*, Helv. **23**, 1323 (1940), der Methylester der Acetoxy-lupansäure, der ausgehend von Lupeol bereitet wurde, beim Kochen mit methanolischer Kalilauge nur sehr schwer verseift wird.

⁴⁾ Helv. **23**, 1333 (1940).

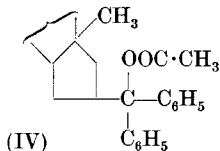


Zusatz bei der Korrektur. Inzwischen ist uns eine Mitteilung von *Balenović, Solter und Munk*¹⁾ bekannt geworden, die über die Bildung von Diacetoxy-lupanal (IIIa)



bei der Einwirkung von 0,2—0,3-proz. Ozon oder von Kaliumpermanganat auf Betulin-diacetat in Eisessiglösung berichten. Es blieb so also das Kohlenstoffgerüst völlig erhalten, während wir bei Anwendung von mindestens 3-proz. Ozon Oxydation unter Abbau von 1—2 C-Atomen beobachteten. Aus IIIa konnten *Balenović, Solter und Munk* unseren Diacetoxy-(+)-lupansäure-methylester erhalten. In einer gleichzeitig erscheinenden Arbeit, *Helv.* **25**, 161 (1942), beschreiben wir die Bildung von Dioxy-lupanal bei der Einwirkung von Alkali auf das Oxyd, das aus Betulin-diacetat und Phtalmonopersäure erhältlich war.

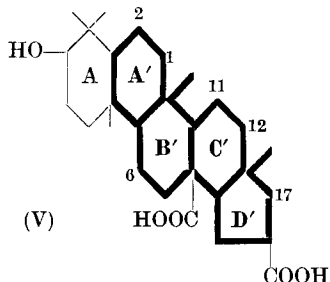
Unter Zugrundelegung der Formel I für Betulin²⁾ kommt der Dioxy-bisnor-lupansäure Formel II und dem Dioxy-nor-lupanon Formel III zu. Die gute Zugänglichkeit dieser Abbauprodukte nach der Ozonmethode regt zur Benützung derselben für den weiteren Abbau am Ringe E des Betulins an. Die zu diesem Zwecke unternommene Umsetzung des Dioxy-bisnor-lupansäure-methylesters mit überschüssigem Methyl-magnesium-jodid lieferte ein Gemisch, woraus sich nach dem Kochen mit Acetanhydrid und durch chromatographische Trennung Betulin-diacetat (Schmelzpunkt, Mischprobe, α_D) und ein Isomeres davon isolieren liessen. Diese Resynthese des Betulins ist ein weiterer Beweis für die Richtigkeit unserer Deutung des Abbaus durch Ozon. Da für die Verfolgung des Abbaus am Ringe E der Weg über die Umsetzung mit Methyl-magnesium-jodid ungeeignet ist, untersuchten wir die analoge Einwirkung von Phenyl-magnesium-jodid auf den Dioxy-bisnor-ester. Man erhielt dabei nach Acetylierung des amorphen Reaktionsproduktes das ohne Wasserabspaltung entstandene Triacetoxy-diphenyl-bisnor-lupan (IV)



¹⁾ *M.* **74**, 60 (1941).

²⁾ *Ruzicka und Rosenkranz, Helv.* **23**, 1317 (1940).

Über die weitere Verfolgung dieses Abbaus werden wir später berichten, ebenso auch über die Anwendung dieser Methodik in der Lupeolreihe, sowie auf die Acetyl-betulinsäure¹⁾. Im letzteren Falle sollte man zur Oxy-bisnor-lupan-disäure (V) gelangen können, die nach Entfernung der beiden Carboxylgruppen und Abbau am Ringe A unter möglichst vollständiger Entfernung der in der Formel V durch dünne Striche angedeuteten C-Atome zum Androstan oder einem Stereoisomeren desselben führen sollte, falls in der vorläufig noch teilweise hypothetischen Formel I die in der Formel V fett ausgezogenen Bindungen richtig sind. Zur besseren Übersicht wurde in der Formel V die dem Androstangerüst entsprechenden Molekelteile durch Fettdruck hervorgehoben. Die übliche Bezeichnung der Ringe des Steroidgerüsts ist in der Formel V durch A', B', C' und D' angedeutet worden²⁾.



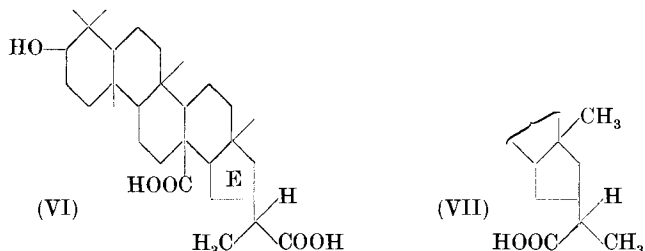
Vor einiger Zeit berichteten wir über zwei bei der Einwirkung von Chromsäure auf Betulin-monoacetat entstandenen „Oxy-dicarbonsäuren A und E“. Der „Säure E“ wurde Formel VI der Oxy-lupan-disäure $C_{30}H_{48}O_5$ zuerteilt und für die „Säure A“ wurde mit allem Vorbehalt die um 2 C-Atome ärmere Formel der Oxy-bisnor-lupan-disäure (V) in Erwägung gezogen, da die meisten (aber nicht alle) Analysenresultate mit der Bruttoformel $C_{28}H_{44}O_5$ besser übereinstimmen als mit $C_{30}H_{48}O_5$. Da jedoch die Unterschiede im C-Gehalt nur 0,7 % und im H-Gehalt 0,3 % betragen, so hatten wir die Möglichkeit offen gelassen, dass die beiden „Säuren A und E“ doch isomer sein könnten und die Analysenwerte der „Säure A“ durch beim Umkrystallisieren schlecht abzutrennende Verunreinigungen bedingt wären. Wir haben gerade bei den Arbeiten der letzten Zeit auf dem Polyterpen- und Steroid-Gebiet die hervorragenden Dienste der chromatographischen Methode für die völlige Reinigung und Trennung von Abbauprodukten³⁾ kennen gelernt. Tatsächlich lieferte uns die chromatographische Reinigung der „Dicarbonsäure A“, sowie ihres Dimethylesters Präparate, deren Analysenwerte ausgezeichnet für

¹⁾ Ruzicka, Lamberton und Christie, *Helv.* **21**, 1706 (1938).

²⁾ Ausserdem sind die C-Atome 1, 2, 6, 11, 12 und 17 des Steroidgerüsts bezeichnet.

³⁾ Vgl. z. B. die vorhergehende Abhandlung.

das Vorliegen des vollständigen Triterpengerüstes sprechen. Die beiden „Säuren A und E“ stellen also die stereoisomeren Oxy-lupandisäuren (VI und VII) vor.



J. Kitasato und *M. Sinkai*¹⁾ haben diese beiden Disäuren auf folgendem etwas anderem Wege als wir bereitet und sie richtig als Isomere $C_{30}H_{48}O_5$ angesprochen²⁾. *Kitasato* und *Sinkai* stellten gleich wie *Ruzicka* und *Brenner*³⁾ durch Oxydation von Betulin-diacetat mit Chromsäure die zwei stereoisomeren Diacetoxy-(+)- und Diacetoxy-(—)-lupansäuren her. Die Methylester⁴⁾ derselben wurden von *Kitasato* und *Sinkai* partiell zu den Monoacetyl-estern verseift, und so die primäre Alkoholgruppe freigelegt; nachträgliche Oxydation mit Chromsäure lieferte daher nach Veresterung der erhaltenen sauren Produkte unsere „Acetyl-dicarbonester A und E“, und zwar aus dem (+)-Monoester den „Dimethylester E“ und aus dem (—)-Monoester den „Dimethylester A“. Zur Vereinheitlichung der Nomenklatur möchten wir daher die „Dicarbonsäure E“ als Oxy-(+)-lupandisäure und die „Dicarbonsäure A“ als Oxy-(—)-lupandisäure bezeichnen.

Kitasato und *Sinkai* gaben, allerdings in Unkenntnis unserer neuen Betulin-Formel(I) und der von uns beschriebenen Oxydationsprodukte der C_{28} -, C_{29} - und C_{30} -Reihe, die zur Aufstellung dieser Formel führten, eine auch an sich sehr unwahrscheinliche Interpretation für die Entstehung der C_{30} -Monocarbonsäuren aus Betulin-diacetat durch Pinakolinumlagerung, die nur die Bildung einiger C_{30} -Oxydationsprodukte, nicht aber die der C_{28} - und C_{29} -Reihe, ebenso wenig die der Lupenal-Derivate erklären kann, und daher unrichtig sein muss.

Experimenteller Teil⁵⁾.

Ozonisation von Betulin-diacetat.

10 g Betulin-diacetat (Smp. 218°) wurden in einem Gemisch von 60 cm³ absolutem Chloroform und 40 cm³ absolutem Essigester gelöst und während 5 Stunden ungefähr 3—4-proz. Ozon durchgeleitet.

¹⁾ Acta phytochim. **11**, 231 (1940).

²⁾ Die angegebenen Analysenwerte weichen zum Teil beträchtlich von den berechneten ab.

³⁾ Helv. **23**, 1325 (1940).

⁴⁾ Die beidseitigen Angaben über die physikalischen Daten der beiden Diacetoxy-lupansäure-methylester stimmen annähernd überein.

⁵⁾ Alle Schmelzpunkte sind korrigiert.

Nach dieser Zeit fällt die Tetranitromethanprobe negativ aus. Nun wurden die Lösungsmittel im Vakuum in der Kälte verdampft und das zurückbleibende Ozonid durch einstündiges Erhitzen mit 60 cm³ 1-n. methanolischer Kalilauge gespalten. Bei dieser Operation werden auch die Acetylgruppen verseift. Anschliessend liess man 20 Stunden stehen, dampfte bis auf 20 cm³ ein und nahm die Ozonisationsprodukte in Essigester auf. Der Essigesterlösung wurden die sauren Anteile durch mehrmaliges Ausschütteln mit eiskalter, verdünnter Natronlauge entzogen und durch Ansäuern der alkalischen Lösung mit verdünnter Salzsäure und Ausziehen mit Essigester wieder gewonnen. Nach dem Abdestillieren des Essigesters blieben 4,6 g saurer Ozonisationsprodukte zurück. Eindampfen der ursprünglichen Essigesterlösung, nach dem Schütteln mit Natronlauge, lieferte 5,1 g neutraler Spaltprodukte des Ozonids.

Saure Ozonisationsprodukte.

Die 4,6 g saurer Anteile wurden in 200 cm³ Essigester gelöst, zwecks Entfernung gelber Verunreinigungen mit Tierkohle gekocht und in der Kälte mit ätherischer Diazomethanlösung verestert. Nach der üblichen Aufarbeitung erhielt man eine in Nadeln krystallisierende Substanz vom unscharfen Smp. 250—260°. Umkrystallisieren aus Äther und Sublimieren am Hochvakuum erhöhte den Schmelzpunkt auf 268°

$$[\alpha]_D = -5,7^\circ \quad (c = 0,73 \text{ in Chloroform})$$

3,556 mg Subst. gaben 9,855 mg CO₂ und 3,322 mg H₂O

C₂₉H₄₈O₄ Ber. C 75,60 H 10,50%

Gef. „ 75,63 „ 10,45%

Es liegt der Dioxy-bisnor-lupansäure-methylester vor.

Acetylierung. 15 mg Dioxy-bisnor-lupansäure-methylester wurden in üblicher Weise mit Pyridin und Essigsäure-anhydrid acetyliert. Nach dem Aufarbeiten resultierte eine Substanz, die aus Alkohol in Nadeln krystallisierte und einen Smp. von 226—227° aufwies.

$$[\alpha]_D = -13,7^\circ \quad (c = 0,93 \text{ in Chloroform})$$

1,910 mg Subst. gaben 5,099 mg CO₂ und 1,668 mg H₂O

C₃₃H₅₂O₆ Ber. C 72,75 H 9,62%

Gef. „ 72,85 „ 9,77%

Es liegt der Diacetoxy-bisnor-lupansäure-methylester vor.

Alkalische Verseifung. 50 mg Methylester der Dioxy-bisnor-lupansäure wurden während 4½ Stunden mit 5-proz. methanolischer Kalilauge auf dem Wasserbade erhitzt. Bei der üblichen Aufarbeitung wurden keine Neutralteile zurückerhalten. Die Säure ist im Hochvakuum sublimierbar und krystallisiert aus Äther-Hexan in Nadeln, welche bei 312° schmelzen.

$[\alpha]_D = -2,4^0$ ($c = 0,5$ in Dioxan)
 3,764 mg Subst. gaben 10,397 mg CO_2 und 3,513 mg H_2O
 $\text{C}_{28}\text{H}_{40}\text{O}_4$ Ber. C 75,29 H 10,38%
 Gef. „ 75,37 „ 10,44%

Es liegt die Dioxy-bisnor-lupansäure vor.

Neutrale Ozonisationsprodukte.

Die 5,1 g Neutralteile lieferten nach dem Auflösen in Äther-Methanol und einigem Stehen ein krystallisiertes Produkt vom Smp. 230—260°. Nach dem ganzen Verhalten beim Sublimieren und Umkrystallisieren konnte geschlossen werden, dass die Substanz nicht einheitlich war. Sie wurde daher in Pyridin mit Essigsäureanhydrid acetyliert und einer chromatographischen Reinigung unterworfen. Mit Benzol-Äther (9 : 1) wurden 3,9 g einer Substanz isoliert, welche aus Äther-Alkohol langsam in Drusen krystallisierte und einen Smp. von 190—191° aufwies.

$[\alpha]_D = -11,3^0$ ($c = 1,07$ in Chloroform)
 3,774 mg Substanz gaben 10,364 mg CO_2 und 3,360 mg H_2O
 $\text{C}_{33}\text{H}_{52}\text{O}_5$ Ber. C 74,96 H 9,91%
 Gef. „ 74,94 „ 9,96%

Es liegt das schon bekannte Diacetoxy-nor-lupanon vor. *Ruzicka* und *Brenner*¹⁾ erhielten diese Substanz bei der Oxydation von Betulin-diacetat mit Chromsäure und gaben folgende Daten: Smp. ca. 190°, $[\alpha]_D = -11,0^0$ in Chloroform.

Oxydation von Diacetoxy-nor-lupanon mit Bromlauge.

400 mg Diacetoxy-nor-lupanon wurden in 15 cm³ gereinigtem Dioxan gelöst und mit Bromlauge (15 g KOH, 20 cm³ Wasser, 1 cm³ Brom) während 13 Tagen bei Zimmertemperatur geschüttelt. Anschliessend wurde das Dioxan im Vakuum abgesaugt, das Reaktionsgemisch mit verdünnter Salzsäure angesäuert und mit Äther ausgeschüttelt. Die ätherische Lösung wurde nun mit Natriumthiosulfatlösung gewaschen und nachher von den sauren Anteilen durch Ausschütteln mit verdünnter Natronlauge befreit. Nach dem Ansäuern der alkalischen Lösung und Ausziehen mit Äther wurde die ätherische Lösung mit Natriumsulfat getrocknet und sofort mit überschüssiger ätherischer Diazomethanlösung versetzt. Nach Stehen über Nacht bei —4° setzte man 2 Tropfen Eisessig hinzu und dampfte zur Trockene ein. Den Rückstand krystallisierte man aus Äther um bis zum konstanten Smp. von 268°. Das Produkt gab bei der Mischprobe mit Dioxy-bisnor-lupansäure-methylester keine Schmelzpunktserniedrigung.

$[\alpha]_D = -5,2^0$ ($c = 1,02$ in Chloroform)
 3,600 mg Subst. gaben 9,946 mg CO_2 und 3,351 mg H_2O
 $\text{C}_{29}\text{H}_{48}\text{O}_4$ Ber. C 75,60 H 10,50%
 Gef. „ 75,40 „ 10,42%

¹⁾ Helv. 23, 1333 (1940).

Umsetzung des Dioxy-bisnor-lupansäure-methylesters mit Phenyl-magnesium-bromid.

1,8 g Dioxy-bisnor-lupansäure-methylester wurden in 20 cm³ Benzol gelöst und auf 80° erwärmt. Dazu liess man unter kräftigem Rühren eine *Grignard*-Lösung, hergestellt aus 1,75 g Magnesium, 11 cm³ Brombenzol und 100 cm³ Äther, in schnellem Strahle unter Stickstoffatmosphäre zufließen. Es entstand sofort ein gelblicher Niederschlag. Das Reaktionsprodukt wurde unter Rühren 5 Stunden gekocht, wobei man nach und nach den Äther abdestillierte und durch Benzol ersetzte. Nach dem Erkalten wurde auf Eis gegossen und mit verdünnter Ammoniumchloridlösung zersetzt. Dann wurde das Reaktionsgemisch in Äther aufgenommen und mit verdünnter Salzsäure, verdünnter Natronlauge und Wasser gewaschen. Nach dem Trocknen mit Natriumsulfat wurde der Äther verjagt und der Rückstand während 4 Stunden mit 5-proz. methanolischer Kalilauge auf dem Wasserbade verseift. Anschliessend wurden die sauren Anteile, welche von nicht umgesetztem Ester herrührten, auf übliche Weise entfernt. Der Neutralteil (1,8 g) wurde nun in 50 cm³ Äther gelöst und durch eine Säule von 40 g Aluminiumoxyd filtriert. Die ersten 200 cm³ Äther eluierten ein gelbliches Öl, welches auf Zusatz von Methanol krystallisierte. Die Krystalle schmolzen bei 70° und wurden mit Hilfe der Mischprobe als Diphenyl identifiziert. Weitere 300 cm³ Äther eluierten 800 mg eines gelblichen Schaumes, welcher nicht zur Krystallisation zu bringen war und roh bei 160 bis 170° schmolz. Dieser Anteil wurde nun in der Kälte in Pyridin mit Essigsäure-anhydrid acetyliert. Nach der üblichen Aufarbeitung wurde das ölige Produkt an 15 g Aluminiumoxyd adsorbiert. Petrol-äther-Benzol (2 : 3) eluierte 700 mg eines gelblichen Öles, welches durch Anreiben mit Methanol-Äther krystallisierte. Die durch weiteres Umkrystallisieren aus diesem Lösungsmittelgemisch gereinigten Krystalle schmolzen bei 235—237°. Mit Tetranitromethan resultiert eine Gelbfärbung.

$$[\alpha]_D = -24,8^\circ \text{ (c = 0,53 in Chloroform)}$$

3,680; 3,714 mg Subst. gaben 10,461; 10,598 mg CO₂ und 2,838; 2,949 mg H₂O

C₄₆H₆₂O₆ Ber. C 77,71 H 8,79%

Gef. „ 77,58; 77,87 „ 8,63; 8,89

Es liegt das Triacetoxy-diphenyl-bisnor-lupan vor.

Umsetzung von Diacetoxy-nor-lupanon mit Methyl-magnesium-jodid.

14,4 g Magnesium wurden mit 50 cm³ absolutem Äther überschichtet und mit 60 g Methyljodid, gelöst in 50 cm³ absolutem Äther und 90 cm³ absolutem Anisol, langsam zur Reaktion gebracht. Nachher wurde während einer Stunde gekocht, wobei die Hälfte des Äthers durch den Rückflusskühler verdampfte und die Innen-

temperatur auf 100° stieg. 2,5 g Diacetoxy-nor-lupanon, gelöst in 40 cm³ absolutem Anisol, wurden nun rasch in die *Grignard*-Lösung zulaufen gelassen. Anschliessend erhitze man während 48 Stunden zum Sieden. Nach dem Erkalten wurde die Lösung auf Eis gegossen und mit verdünnter Salzsäure angesäuert. Dann wurde das Reaktionsprodukt in Äther aufgenommen und nacheinander mit Natriumthiosulfatlösung und Wasser gewaschen. Nach dem Trocknen und Abdampfen des Äthers wurde der Rückstand mit 20 cm³ Essigsäureanhydrid 4 Stunden auf 120° erhitzt. Nach der üblichen Aufarbeitung wurde das erhaltene Pulver einer chromatographischen Trennung unterworfen. Petroläther eluierte nacheinander 2 scheinbar verschiedene Substanzen. Die eine konnte mit Betulin-diacetat identifiziert werden (Smp. 218°, $[\alpha]_D = +25^\circ$, Mischprobe). Die andere schmolz nach mehrmaligem Umkrystallisieren aus Chloroform-Methanol bei 210° und zeigte eine spezifische Drehung $[\alpha]_D = +15^\circ$ ($c = 1$ in Chloroform). Die Mischprobe mit Betulin-diacetat zeigte keine merkliche Schmelzpunktserniedrigung. Mit Tetranitromethan resultierte eine Gelbfärbung.

4,092 mg Subst. gaben 11,64 mg CO₂ und 3,75 mg H₂O

C₃₄H₅₄O₄ Ber. C 77,52 H 10,33%

Gef. „ 77,63 „ 10,25%

Es dürfte ein Diacetoxy-iso-lupen (Iso-betulin-diacetat) vorliegen.

Reinigung der „Acetyl-dicarbonsäure A“.

500 mg „Acetyl-dicarbonsäure A“ vom Smp. 310°, die ausgehend von Betulin-monoacetat hergestellt war¹⁾, wurden in 20 cm³ Benzol gelöst und nach der Durchlaufmethode an einer Säule von 10 g Aluminiumoxyd (nach *Brockmann*) chromatographiert. Methylalkohol, dem 2% Eisessig zugefügt waren, eluierte 420 mg farbloses Pulver, das in Äther gelöst, mit verdünnter Salzsäure und Wasser gewaschen wurde. Danach wurde mit verdünnter Natronlauge ausgezogen, die alkalische Lösung säuerte man an und schüttelte sie mit Äther aus. Es wurden so 380 mg Säure erhalten. Nach Umkrystallisieren aus Chloroform-Methanol und Sublimieren im Hochvakuum blieb der Schmelzpunkt der nadelförmigen Krystalle konstant bei 310°.

$[\alpha]_D = -44,5^\circ$ ($c = 1,10$ in Chloroform)

3,734; 3,632 mg Subst. gaben 9,913; 9,645 mg CO₂ und 3,189; 3,121 mg H₂O

C₃₂H₅₀O₆ Ber. C 72,41 H 9,50%

Gef. „ 72,45; 72,47 „ 9,56; 9,62%

Dimethylester. 100 mg der „Acetyl-dicarbonsäure A“ wurden in ätherischer Lösung mit Diazomethan verestert und die Lösung

¹⁾ Helv. 21, 1703 (1938); 23, 1344 (1940).

durch eine Säule von 2 g Aluminiumoxyd filtriert. Nach dem Umkrystallisieren aus Methanol und anschliessender Sublimation im Hochvakuum war der Schmelzpunkt konstant bei 182°.

$$[\alpha]_D = -44,2^{\circ} \text{ (c = 1,10 in Chloroform)}$$

3,780; 3,730 mg Subst. gaben 10,121; 9,999 mg CO₂ und 3,262; 3,266 mg H₂O

C₃₄H₅₄O₆ Ber. C 73,08 H 9,74
Gef. „ 73,07; 73,16 „ 9,66; 9,80%

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

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

18. Über Chromatophoren.

Reinigung und Analyse der Farbstoffträger aus Mohrrüben und Spinatblättern

von **Werner Straus.**

(29. XII. 41.)

Chromatophoren sind besonders differenzierte Bestandteile der Pflanzenzelle, in denen die Pigmente ihren Sitz haben. Grüne „Chloroplasten“ enthalten Chlorophyll, Carotin und Xanthophyll als gefärbte Substanzen. In den Chloroplasten findet die Assimilation des Kohlendioxyds der Luft unter dem Einfluss des Lichtes statt. Die roten oder rotgelben „Chromoplasten“ verdanken ihre Farbe Carotinoiden.

Die Chromatophoren werden nie in der Zelle neu gebildet, sondern vermehren sich durch Teilung. Sie führen also bis zu einem gewissen Grade ein autonomes Leben in der Zelle¹⁾.

Zentrifugiert man wässrige Pflanzenextrakte aus gefärbten Pflanzenteilen in der Ultrazentrifuge, so besitzen grün und gelb gefärbte Sedimente fast immer konstante Sedimentationsgeschwindigkeit und weisen scharfe Sedimentationsgrenzen auf. Diese Eigenschaften lassen einen hohen Grad molekularer Homogenität erkennen²⁾.

In der folgenden Arbeit wird versucht, Chromatophoren als mikroskopisch erkennbare Strukturen abzutrennen, zu reinigen, und sodann ihre chemische Zusammensetzung zu prüfen. Die mikroskopische Beobachtung bildet ein wichtiges Hilfsmittel zur Verfolgung des Reinigungsprozesses.

¹⁾ *M. Hartmann*, Allgemeine Biologie (1933), S. 83.

²⁾ *R. W. G. Wyckoff*, Ergebn. Enzymforschung **8**, 11 (1939).