

Zur Kenntnis der β -Elemonsäure

Von

M. MLADENVIĆ und I. BERKEŠ

Aus dem Chemischen Institut der Philosophischen Fakultät an der Universität
Zagreb (Vorstand: Prof. Dr. G. FLUMIANI)

(Eingegangen am 20. 6. 1939. Vorgelegt in der Sitzung am 22. 6. 1939)

Die von MLADENVIĆ¹ aus dem Oxydationsprodukt der rohen Elemsäure isolierte β -Elemonsäure wurde schon vor einiger Zeit von uns² etwas näher untersucht und dabei wahrscheinlich gemacht, daß diese Säure mit RUZICKAS δ -Elemsäure³ identisch ist. Es wurden zwar Unterschiede in den Schmelzpunkten festgestellt, doch könnte dies auf die von uns in reinerer Form dargestellten Derivate zurückzuführen sein. Um nun ganz sicher zu sein, daß in beiden Fällen identische Substanzen vorliegen, wurde der Versuch gemacht, die β -Elemonsäure aus dem nativen Harze zu isolieren. Die sehr mühsame und langwierige Umkristallisation RUZICKAS mußte von vornherein fallen gelassen werden. Wir fanden eine bessere Methode in der Behandlung des nativen Harzsäuregemisches mit Hydroxylaminchlorhydrat und Natriumacetat, wobei, falls im nativen Harzsäuregemische β -Elemonsäure anwesend ist, diese oximiert werden mußte. Es gelang in der Tat, durch fraktionierte Kristallisation das Oxim eines Produktes zu erhalten, welches in allen seinen Eigenschaften dem Oxim der β -Elemonsäure entsprach. Die Spaltung des Oxims mit Säuren lieferte ein Produkt, das mit β -Elemonsäure identisch war. Diese Isolierungsmethode beweist, daß sich die β -Elemonsäure tatsächlich im nativen Harze vorfindet. Es ist somit viel wahrscheinlicher, daß die β -Elemonsäure mit der δ -Elemsäure von RUZICKA identisch ist.

Die Isolierungsmethode der β -Elemonsäure aus dem Oxydationsprodukt der rohen Elemsäure ist der Isolierung über das Oxim vorzuziehen, da sie viel leichter und rascher ausführbar ist.

¹ Mh. Chem. 61 (1932) 305 bzw. S.-B. Akad. Wiss. Wien (IIb) 141 (1932) 143.

² Mh. Chem. 67 (1935) 36 bzw. S.-B. Akad. Wiss. Wien (IIb) 144 (1935) 610.

³ Helv. chim. Acta 15 (1932) 472.

Die ungesättigte Natur der β -Elemensäure wurde von uns damals dadurch bewiesen, daß ein Hydrierungsprodukt dargestellt wurde, welches wir Tetrahydro- β -Elemensäure nannten, da so viel Wasserstoff angelagert wurde, als zwei Doppelbindungen entsprach. Bei der schon damals erwähnten Anlagerung von Brom und Bromwasserstoff wurden kristallinische Produkte erhalten, deren Analysen nur auf eine Doppelbindung schließen ließen. Wiederholt ausgeführte Hydrierungen lieferten Produkte, welche innerhalb der erlaubten Fehlergrenzen sowohl auf Tetrahydro- als auch auf Dihydroprodukt passen. Der Verbrauch von Wasserstoff bei unserer Apparatur kann nicht als ein Kriterium für den quantitativen Verbrauch an Wasserstoff angesehen werden, da Wasserstoff vom Lösungsmittel absorbiert wird; dann wird ein Teil auch vom Platinoxid verbraucht, was früher nicht in Rechnung gezogen wurde. Aus unseren neuen Experimenten geht also hervor, daß die β -Elemensäure nur *eine direkt hydrierbare Doppelbindung besitzt*.

Zur weiteren Aufklärung der Zahl der Doppelbindungen wurden mit der β -Elemensäure und einigen Derivaten Ozonisierungsversuche angestellt. Es wurde mit einem Ozonisator gearbeitet, welcher einen schwachen Strom von Ozon lieferte (etwa 0,25%), so daß keine tiefgreifenden Veränderungen zu befürchten waren. Bei der β -Elemensäure wurde intermediär ein *Diozonid* und schließlich ein *Triozonid* erhalten. Auf diese Weise wurde festgestellt, daß diese Säure *drei Doppelbindungen* enthält, von denen die eine als aktive, die zwei anderen als latente Doppelbindungen angesehen werden können. Um dies noch zu bekräftigen, wurden auch mit der *Hydro-elemensäure* Ozonisierungsversuche angestellt, wobei intermediär ein kristallinisches Mono-ozonid und zuletzt ein Diozonid erhalten wurde. Die *Bromhydro-elemensäure*, bei der auch die aktive Doppelbindung gesättigt ist, lieferte bei der Ozonisierung ebenfalls intermediär ein Mono-ozonid und schließlich ein Diozonid. Dadurch sind weitere Beweise erbracht, daß in der β -Elemensäure eine aktive und zwei inaktive Doppelbindungen vorhanden sind.

Diese Ergebnisse stimmen mit den Ergebnissen von RUZICKA⁴ nicht überein. Auf Grund der Hydrierungen und der Molekularrefraktionsbestimmungen behauptet RUZICKA, daß die δ -Elemensäure zwei Doppelbindungen hat.

⁴ Helv. chim. Acta 15 (1932) 1454—1459.

Zu den Auswertungen der Refraktionsbestimmungen für die Konstitutionsaufklärung müssen wir einige prinzipielle Bemerkungen machen. Bei der theoretischen Berechnung der Molekularrefraktion von großen Molekülen ist a priori eine Diskrepanz mit den Versuchen zu erwarten. Es können nämlich nicht die Berechnungen mit den aus einfacheren Molekülen aufgestellten Inkrementen ohne weiteres auf kompliziertere Moleküle übertragen werden. Hielfür wäre es notwendig, aus einer Reihe von Refraktionsbestimmungen spezielle Inkremente für die kristallisierten Polyterpenverbindungen aufzustellen. Außerdem ist in unserem Falle bei der β Elemolsäure die Struktur noch so wenig aufgeklärt, daß wir nichts über die gegenseitige Stellung der Doppelbindungen untereinander einerseits, der Carbonyl- und Carboxylgruppe andererseits wissen können. Diese Stellung ist aber bekanntlich ausschlaggebend für die Berechnung der Inkremente. Darum sind auch alle solche Berechnungen der Molekularrefraktion mit einer großen Unsicherheit behaftet. Wir sind überzeugt, daß im konkreten Falle diese Unsicherheit eben von der Größenordnung des Inkrementes für eine Doppelbindung ist. Somit glauben wir die Unstimmigkeiten zwischen den Ergebnissen der Molekularrefraktionsbestimmungen RUZICKAS und unseren Resultaten aufgeklärt zu haben.

Wie sich die theoretischen Resultate mit der Praxis in Einklang bringen lassen, sieht man aus folgenden Beispielen bei Elemolsäuren. Auf Grund der Molekularrefraktion hat RUZICKA⁵ bei der α -Elemolsäure zwei Doppelbindungen angegeben, die Hydrierung gab ihm aber nur ein Dihydroderivat. Bei der α -Elemolsäure fand er bei der Refraktionsbestimmung nur eine Doppelbindung und konnte auch nur ein Dihydroderivat isolieren. Bei der Oxydation der Elemolsäure zur Elemolsäure geht nur die sekundäralkoholische Gruppe in die Ketogruppe über und es ist schwer zu verstehen, warum diese Säure eine Doppelbindung weniger haben sollte. Daß sich bei der Oxydation nichts anderes ereignet, bekräftigt die Tatsache, daß man zu denselben Produkten gelangt, wenn man die Dihydroelemolsäure oxydiert oder die α -Elemolsäure hydriert.

Unsere Resultate der Ozonisierung der β -Elemolsäure weisen auf drei Doppelbindungen hin. RUZICKA fand nur zwei Doppelbindungen und für dieses Resultat bekam er der Theorie gegen-

⁵ Helv. chim. Acta 14 (1931) 811—820 u. 15 (1932) 681—693.

über eine kleine Depression, sollte aber eher eine Exaltation erhalten, da die zwei Doppelbindungen aller Wahrscheinlichkeit nach konjugiert sind; oder es ist die eine frei und die andere mit der Carbonylgruppe konjugiert. Dies zeigen die Experimente mit Ozon, da dabei leicht Diozonide entstehen und von der Hydro-säure Mono-ozonid. Erst nach längerer Ozoneinwirkung wird die dritte Doppelbindung gesättigt, die wahrscheinlich esozyklisch ist. Jedenfalls darf man unter diesen Verhältnissen auf Grund der Kombinationen nicht zu weit auf die Struktur schließen, um nur die theoretischen errechneten Werte mit der Refraktometrie in Einklang zu bringen.

Die Resultate, welche bei der Ozonisation der β -Elemensäure erhalten wurden, werden noch durch die Resultate bekräftigt, die bei der Bestimmung der Doppelbindungen nach der ROSSMANNschen Methode der Bromdämpfe⁶ erhalten wurden. Bei dieser Methode erhielt man Werte, die einer Addition von 6 Atomen Brom an die β -Elemensäure entsprechen.

Von der β -Elemensäure wurde nach der Methode von PRELOG und PIANTANIDA⁷ der Methylester dargestellt. Er schmolz konstant bei 119°, während RUZICKAS Methylester bei 113° schmilzt. Nach gleicher Methode wurde auch der Methylester der Dihydro- β -elemensäure von Schmp. 115° (RUZICKA 111°) erhalten.

Die Versuche, das Oxim der β -Elemensäure zu Amin zu reduzieren, schlugen fehl. Ebenso erfolglos waren auch die Versuche, die Säure nach HOFFMANN mit Phosphorpentachlorid abzubauen.

Unsere Experimente führen also zum Schluß, daß die β -Elemensäure mit RUZICKAS δ -Elemensäure identisch ist.

Experimenteller Teil.

Isolierung der β -Elemensäure über das Oxim.

In Portionen von je 30 g der nicht über Derivate gereinigten Elemensäure wird diese in Alkohol gelöst, etwa 10 g Hydroxylaminchlorhydrat und 20 g wasserfreies geschmolzenes Natriumacetat, beides in möglichst wenig Wasser gelöst, dazugegeben und unter Rückflußkühlung 3 Stunden im Sieden erhalten. Aus der erkalteten Lösung scheiden sich Kristalle ab, die abfiltriert, erst mit Alkohol und dann mit Wasser gut gewaschen

⁶ Ber. dtsch. chem. Ges. 65 (1933) 1847.

⁷ Z. physiol. Ch. 244 (1936) 56.

werden. Die Mutterlauge gießt man in viel Wasser, filtriert den Niederschlag, trocknet ihn bei gewöhnlicher Temperatur und löst in wenig Alkohol. Aus beiden Produkten wird durch mehrmaliges Umkristallisieren aus Aceton, Methyl und Äthylalkohol neben der reinen Elemensäure vom Schmp. 224° noch ein Produkt erhalten, welches in langen, farblosen Nadeln kristallisiert und konstant bei 218° unter Zersetzung schmilzt. Der Mischschmelzpunkt mit dem Oxim der β -Elemensäure bleibt unverändert.

Für die Analysen wurde die Substanz im Vakuum über Schwefelsäure getrocknet.

3'956 mg Sbst.: 11'15 mg CO_2 , 3'61 mg H_2O .

8'745 " " 0'227 cm^3 N_2 ($20\cdot5^{\circ}$ C; 758 mm).

$\text{C}_{30}\text{H}_{47}\text{O}_3\text{N}$ (469'4). Ber. C 76'70, H 10'09, N 2'98.

Gef. " 76'87, " 10'21, " 3'01.

Spaltung des Oxims der β -Elemensäure.

Das Oxim wurde in Alkohol gelöst, mit Natriumnitrit und Eisessig versetzt und 1 Stunde am Wasserbade gekocht. Die erkaltete Lösung wurde in Wasser gegossen, der Niederschlag abfiltriert, an der Luft getrocknet und aus Alkohol bis zum konstanten Schmp. von $220\cdot5^{\circ}$ umkristallisiert. Der Mischschmelzpunkt mit der reinen β -Elemensäure bleibt unverändert.

Für die Analysen wurde die Substanz im Vakuum über Schwefelsäure getrocknet.

2'930 mg Sbst.: 8'49 mg CO_2 , 2'67 mg H_2O .

9'971 " " in Alkohol 2'19 cm^3 n/100 NaOH (Phenolphthalein).

$\text{C}_{30}\text{H}_{46}\text{O}_3$. Ber. C 79'23, H 10'21, COOH 9'91, Äquiv. Gew. 454'4.

Gef. " 79'04, " 10'20, " 9'89, " " 455'1.

Hydrierung der β -Elemensäure.

Die Hydrierung wurde mit Platinoxid als Katalysator in Alkohol als Lösungsmittel vorgenommen. Es wurde so lange hydriert, als noch Wasserstoff aufgenommen wurde. Die hydrierte Substanz schmilzt konstant bei 248° und kristallisiert in langen, farblosen Nadeln und gibt keine charakteristischen Farbreaktionen.

Für die Analysen wurde die Substanz im Vakuum über Schwefelsäure getrocknet.

2'987 mg Sbst.: 8'62 mg CO_2 , 2'89 mg H_2O .

5'267 " " in Alkohol 1'17 cm^3 n/100 NaOH (Phenolphthalein).

$\text{C}_{30}\text{H}_{48}\text{O}_3$ (456'4). Ber. C 78'88, H 10'60, COOH 9'86. Äquiv. Gew. 456'4.

Gef. " 78'71, " 10'82, " 9'99, " " 450'2.

Bromhydro- β -Elemensäure.

1 g β -Elemensäure wird in wenig Chloroform gelöst und in diese Lösung Bromwasserstoff bis zur Sättigung eingeleitet. Dann wird das Lösungsmittel mit Luftgebläse rasch abgeblasen. Der Rückstand wird mit Wasser gut gewaschen, abfiltriert und im Vakuum gut getrocknet. Das trockene Produkt wird einige Male mit kaltem Aceton behandelt, Aceton abgegossen und die Substanz so von den Hauptverunreinigungen befreit. Das fast rein weiße Produkt wird in kaltem Aceton gelöst und durch langsames Eindunsten bei gewöhnlicher Temperatur in kristallinischer Form erhalten. Es schmilzt nach mehrmaligem Umkristallisieren bei 245° unter Zersetzung. Die Substanz kristallisiert in langen, farblosen Nadeln und löst sich etwas schwerer in Aceton als die β -Elemensäure.

Für die Analysen wurde die Substanz im Vakuum über Chlorcalcium getrocknet.

4'807 mg Sbst.: 11'99 mg CO₂, 3'804 mg H₂O.

5'000 " " 12'50 " " , 3'884 " " .

6'970 " " 2'385 " AgBr.

9'047 " " 3'072 " " .

C₃₀H₄₇O₃Br (535'3). Ber. C 67'25, H 8'85, Br 14'93.

Gef. " 68'03, 68'18, H 8'86, 8'69, Br 14'56, 14'45.

Abspaltung von HBr aus Bromhydro- β -Elemensäure.

1 g Bromhydro- β -Elemensäure wird in 30 cm³ methylalkoholischer Kalilauge gelöst (25 g KOH + 100 cm³ CH₃OH) und 15 Minuten am kochenden Wasserbade im Sieden gehalten. Die Lösung gießt man dann in etwa 1 l 3%iger Schwefelsäure, filtriert den entstandenen Niederschlag, trocknet ihn im Vakuum und kristallisiert aus Aceton bis zum konstanten Schmp. von 220'5°. Der Mischschmelzpunkt mit reiner β -Elemensäure bleibt unverändert. Beilsteinreaktion ist negativ.

Für die Analysen wurde die Substanz im Vakuum über Schwefelsäure getrocknet.

5'090 mg Sbst.: 14'70 CO₂, 4'38 mg H₂O.

C₃₀H₄₆O₃. Ber. C 79'23, H 10'21.

Gef. " 78'77, " 10'07.

Katalytische Hydrierung der Bromhydro- β -Elemensäure.

0'5 g Bromhydro- β -Elemensäure wurde in Alkohol gelöst und mit Palladiumkohle als Katalysator solange hydriert, als noch

Wasserstoff aufgenommen wurde. Aus der von Palladiumkohle filtrierten Lösung wurde ein Produkt mit konstantem Schmp. 244° isoliert. Mit Dihydro- β -Elemensäure gab es keine Schmelzpunktsdepression. Beilsteinreaktion war negativ.

Für die Analysen wurde die Substanz im Vakuum über Schwefelsäure getrocknet.

3'307 mg Sbst.: 9'58 CO_2 , 3'09 H_2O .

$\text{C}_{30}\text{H}_{48}\text{O}_3$. Ber. C 78'88, H 10'60.

Gef. „ 79'01, „ 10'44.

Dibrom- β -Elemensäure.

1 g β -Elemensäure wurde in wenig Chloroform, das mit Eis gekühlt war, gelöst und eine ebenfalls mit Eis gekühlte, sehr verdünnte Lösung von Brom in Chloroform dazugegeben. Sobald die Lösung dauernd gelb gefärbt ist, wird die Bromierung unterbrochen, die Lösung mit dem Luftgebläse rasch vom Chloroform befreit und rasch im Exsiccator getrocknet. Das trockene Produkt wurde in absolutem Aceton gelöst und im Vakuum auf ein kleines Volumen eingengt. Aus der konzentrierten Lösung scheiden sich farblose, feine Nadeln des Dibromids ab. Die Umkristallisation wurde auf diese Weise wiederholt, bis ein konstanter Schmp. von 223° (unter Zersetzung) erhalten wurde. Die Substanz ist in kaltem Alkohol schwer löslich, etwas leichter in kaltem Aceton und sehr leicht in Chloroform.

Für die Analysen wurde die Substanz im Vakuum über Chlorcalcium getrocknet.

3'535 mg Sbst.: 7'63 mg CO_2 , 2'44 mg H_2O .

3'846 „ „ 8'24 „ „ , 2'63 „ „

4'600 „ „ 2'760 „ AgBr.

9'230 „ „ 5'540 „ „ .

$\text{C}_{30}\text{H}_{46}\text{O}_3\text{Br}_2$ (614'2). Ber. C 58'61, H 7'55, Br 26'02.

Gef. „ 58'87, 58'43, H 7'71, 7'65, Br 25'53, 25'54.

Abspaltung von HBr aus Dibrom- β -Elemensäure.

Die Abspaltung wurde wie bei der Bromhydro- β -Elemensäure ausgeführt. Nach dem Umkristallisieren aus Aceton schmolz die Substanz konstant bei 273°C : Sie kristallisiert in farblosen, langen Nadeln, löst sich ziemlich schwer in kaltem Aceton und gibt eine stark positive Beilsteinreaktion. Addiert nicht Brom.

Für die Analysen wurde die Substanz im Vakuum über Chlorcalcium getrocknet.

3'073 mg Sbst.: 7'55 mg CO₂, 2'40 mg H₂O.

4'222 " " 1'495 " AgBr.

3'730 " " 1'305 " "

C₃₀H₄₅O₃Br (533'3). Ber. C 67'51, H 8'50, Br 14'99.

Gef. " 67'01, " 8'74, " 15'07, 14'89.

Diozonid der β-Elementonsäure.

0'5 g ganz reiner β-Elementonsäure wurde in wenig absolutem Chloroform gelöst und in diese Lösung 2 Stunden lang ein langsamer Strom von Sauerstoff, der etwa 0'25% Ozon enthielt, eingeleitet. Die Ozonisierungsapparatur bestand aus einem U-Rohr, dessen beide Arme außen mit Staniol bedeckt waren. In jedem Arm befand sich eine Zinkelektrode. Aus dem RUMKORFF-Induktor wird der induzierte Strom auf Staniol und Zinkelektroden geführt.

Nach 2 Stunden Ozoneinwirkung wird das Lösungsmittel im Vakuum verdampft und es hinterbleibt eine grünlich gefärbte, klebrige Masse. Diese wird mit absolutem Äther behandelt, in dem sich die klebrige Masse löst und ein weißes Produkt hinterbleibt. Dieses Produkt wird wieder mit Äther behandelt und das Ganze zur Trockene eingedampft, um das noch vorhandene Chloroform auszutreiben. Es hinterbleibt eine trockene, gelatinöse Masse, die leicht pulverisiert werden kann. Dieses Pulver schmilzt unter Zersetzung bei 80°.

Für die Analyse wurde das Produkt bei gewöhnlicher Temperatur im Vakuum getrocknet.

4'160 mg Sbst.: 9'98 mg CO₂, 3'22 mg H₂O.

3'870 " " 9'35 mg " 3'11 " "

C₃₀H₄₆O₉. Ber. C 65'41, H 8'43.

Gef. " 65'43, 65'89, H 8'66, 8'99.

Triozonid der β-Elementonsäure.

0'5 g β-Elementonsäure werden unter denselben Bedingungen 4 Stunden lang ozonisiert. Das Ozonisierungsprodukt wurde genau wie oben gereinigt und im Vakuum getrocknet.

3'934 mg Sbst.: 8'67 mg CO₂, 2'75 mg H₂O.

C₃₀H₄₇O₁₂. Ber. C 60'16, H 7'75.

Gef. " 60'11, " 7'82.

Mono-ozonid der Dihydro-β-Elementonsäure.

0'3 g Dihydro-β-Elementonsäure wurden genau wie oben gelöst, aber nur 1 Stunde ozonisiert. Aus dem mit Äther behandelten Rückstand wurde nach einiger Zeit ein in langen Nadeln kri-

stallisierendes Produkt erhalten, das unter Zersetzung bei 243° schmolz. Es wurde im Vakuum getrocknet.

3'835 mg Sbst.: 9'97 CO_2 , 3'23 mg H_2O .

$\text{C}_{30}\text{H}_{48}\text{O}_6$. Ber. C 71'37, H 9'59.

Gef. „ 70'91, „ 9'43.

Diozonid der Dihydro- β -Elemensäure.

0'3 g Dihydro- β -Elemensäure wurde 2 Stunden lang ozonisiert und derselben Reinigung wie oben unterzogen. Es wurde das im Vakuum getrocknete Produkt analysiert.

3'637 mg Sbst.: 8'77 mg CO_2 , 2'91 mg H_2O .

$\text{C}_{30}\text{H}_{48}\text{O}_9$. Ber. C 65'17, H 8'76.

Gef. „ 65'79, „ 8'85.

Mono-ozonid der Bromhydro- β -Elemensäure.

0'3 g Bromhydro- β -Elemensäure wurde in Chloroform gelöst und 1 Stunde ozonisiert. Die Reinigung geschah wie bei den übrigen Ozoniden. Die Analysen wurden mit dem im Vakuum bei gewöhnlicher Temperatur getrockneten Ozonid ausgeführt.

3'722 mg Sbst.: 8'52 mg CO_2 , 2'67 mg H_2O .

$\text{C}_{30}\text{H}_{47}\text{O}_8\text{Br}$. Ber. C 61'72, H 8'13.

Gef. „ 62'42, „ 8'02.

Diozonid der Bromhydro- β -Elemensäure.

Wegen Mangel an Material wurde nicht das Ausgangsmaterial 2 Stunden, sondern das Mono-ozonid noch 1 Stunde lang ozonisiert. Die Isolierung erfolgte wie bei anderen Ozoniden.

4'220 mg Sbst.: 8'60 mg CO_2 , 2'76 mg H_2O .

$\text{C}_{30}\text{H}_{47}\text{O}_9\text{Br}$. Ber. C 57'02, H 7'51.

Gef. „ 55'60, „ 7'31.

Methylester der β -Elemensäure.

2 g β -Elemensäure wurde in Alkohol gelöst und genau nach der Methode von PRELOG und PIANTANIDA⁷ verestert. Es wurde nach Umkristallisieren aus Methylalkohol ein Produkt erhalten, welches in plattenförmigen Kristallen auskristallisiert und nach mehrmaligen Umkristallisierungen konstant bei 119° schmilzt.

Für die Analysen wurde die Substanz im Vakuum über Schwefelsäure getrocknet.

3'605 mg Sbst.: 10'51 mg CO_2 , 3'31 mg H_2O .

3'055 „ „ 8'94 „ „ , 2'88 „ „

$\text{C}_{31}\text{H}_{48}\text{O}_5$. Ber. C 79'42, H 10'33.

Gef. „ 79'51, 79'81, H 10'27, 10'55.

Methylester der Dihydro- β -Elemmonsäure.

1 g Dihydro- β -Elemmonsäure wird wie oben angegeben verestert. Das Rohprodukt wird durch mehrmaliges Umkristallisieren bis zum konstanten Schmp. von 115° gereinigt. Es kristallisiert in sechsseitigen Prismen.

Für die Analysen wurde die Substanz im Vakuum über Schwefelsäure getrocknet.

3'388 mg Subst.: 9'87 CO₂, 3'17 mg H₂O.

2'993 „ „ 8'71 „ , 2'93 „ „

C₃₁H₅₀O₃. Ber. C 79'08, H 10'72.

Gef. „ 79'45, 79'37, H 10'47, 10'96.