

einem Apparat, wie ihn Nernst zur direkten Ermittlung der Wanderungs-Geschwindigkeit angibt, mit einer Kaliumnitrat-Lösung von ungefähr gleicher Leitfähigkeit überschichtet. Beim Anlegen einer Spannung von 60 Volt war ReCl_6 als gefärbtes Anion gut zu erkennen. Dabei bildeten sich an der Berührungsfäche mit der kathodisch gebildeten Kalilauge die erwähnten dunkelbraunen Flocken, die wahrscheinlich Rheniumhydroxyd sind. Gleichzeitig bewies dieser Versuch, daß K_2ReCl_6 elektrolytisch dissoziiert nach: $\text{K}_2\text{ReCl}_6 \rightleftharpoons 2 \text{K}^+ + \text{ReCl}_6^{--}$.

Zusammenfassung.

Während sich nach I. und W. Noddack Rheniumdioxyd in saurer Lösung schnell zur 7-wertigen Stufe oxydiert, zeigt die vorliegende Arbeit, daß das 4-wertige Rhenium in komplexer Form recht beständig ist und in einer ganzen Reihe von Verbindungen aufzutreten vermag. Sie weist einen Weg, der einfach, rasch und dabei mit fast quantitativer Ausbeute das reine Kaliumsalz der Rheniumchlorwasserstoffsäure liefert, welches wie die übrigen Verbindungen des Typus $\text{Me(IV)}_2\text{Me(IV)}\text{X}_6$, soweit sie ebenfalls wasser-frei und schwerlöslich sind, in Oktaedern kristallisiert. Sein chemisches und, soweit möglich, auch sein physikalisches Verhalten wurde einer eingehenden Bearbeitung unterzogen. Diese zeigte, daß auch das jüngst entdeckte Element genau so, wie die meisten anderen 4-wertigen Metalle, in dieser Oxydationsstufe eine Halogenosäure bilden kann.

Die Versuche werden am hiesigen Institut fortgesetzt. Meinem hochverehrten Lehrer, Hrn. Geheimrat Prof. W. Manchot, möchte ich auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank aussprechen für das große Wohlwollen und das rege, stets fördernde Interesse, das er mir und meiner Arbeit immer in so reichem Maße entgegenbrachte.

117. M. H. Palomaa und Arno Kenetti: Studien über ätherartige Verbindungen, IV.¹⁾: Synthese und synthetische Verwendung der 2-Halogen-äther.

[Aus d. Chem. Laborat. d. Universität Turku, Suomi (Finnland).]

(Eingegangen am 27. Januar 1931.)

I. Die 2-Halogen-äther vom Typus $\text{R.O.CH}_2\text{CH}_2\text{X}$ nehmen unter den Halogen-äthern $\text{R.O.}[\text{CH}_2]_n\text{X}$ in bezug auf die Reaktionsfähigkeit eine Ausnahme-Stellung ein. Sie reagieren im allgemeinen sehr träge (relatives Reaktions-Minimum²⁾) und nicht selten in anomaler Richtung³⁾. Diese Tatsache und weiter der Umstand, daß die 2-Halogen-äther bisher keine leicht zugänglichen Körper waren⁴⁾, machen die ziemlich beschränkte synthetische Anwendung derselben verständlich. Wir haben nun gefunden,

¹⁾ Dritte Mittel.: B. 63, 3117 [1930].

²⁾ Palomaa, Dissertat. 1908; vergl. Karvonen, B. 42, 687 [1909]; Kirner, Journ. Amer. chem. Soc. 48, 2746 [1926].

³⁾ z. B. ungesättigte Verbindungen bei der Einwirkung von Natrium oder Magnesium: Wohl u. Berthold, B. 43, 2177 [1910]; Grignard, Compt. rend. Acad. Sciences 138, 1048 [1904]; Hamonet, Bull. Soc. chim. Paris [3] 33, 515 [1905]; Swallen u. Boord. Journ. Amer. chem. Soc. 52, 652 [1930].

⁴⁾ vergl. Karvonen, B. 42, 687 [1909]; Ann. Acad. Scient. Fenn. Ser. A, 8, Nr. 7 [1912]; daselbst ausführliches Literatur-Verzeichnis; vergl. weiter die folgende Fußnote.

daß die 2-Halogen-äther vom angegebenen Typus leicht aus den nunmehr käuflichen Monoäthern des Äthylenglykols (siehe III. Mitteilung) dargestellt werden können⁶).

Unsere Versuche bezweckten in erster Linie die Auffindung einer vorteilhaften Darstellungsmethode der schwerer zugänglichen, aber reaktionsfähigeren Alkyl-2-bromäthyl-äther $R.O.CH_2.CH_2.Br$ aus den Glykolmonoäthern. Wir haben Phosphortribromid benutzt und die schädliche Wirkung des freiwerdenden Bromwasserstoffs durch Zugabe einer passenden tertiären Base verhindert, wie es in entsprechenden Fällen gewöhnlich geschieht⁶). Die Methode erwies sich auch bei Anwendung von Phosphortrichlorid vorteilhaft.

Die Darstellung gestaltete sich in der Hauptsache wie folgt: In einem Fraktionierkolben wurde zu Phosphortrihaloid (1.2 Mole) unter Umschwenken des Kolbens in Eiswasser eine Mischung von Glykolmonoäther (3 Mole) und Pyridin ($\frac{2}{3}$ Mole) langsam zugetropft und das Reaktionsgemisch hierauf ein paar Stunden stehen gelassen. Der gebildete Halogen-äther wurde im Ölbad aus dem Kolben überdestilliert, mit Pottasche-Lösung, verd. Schwefelsäure und Wasser gewaschen, das neutrale Produkt mit Natriumsulfat getrocknet und mit Hilfe eines wirksamen Dephlegmators gereinigt. Die Ausbeuten betragen durchschnittlich ca. 65% d. Th. (von 58–76%).

Nach dieser Methode haben wir zunächst für synthetische Zwecke die Chloride Methyl-, Äthyl- und *n*-Propyl-2-chloräthyl-äther⁷), sowie den bisher unbekanntenen *n*-Butyl-2-chloräthyl-äther und ferner die entsprechenden Bromide, von denen ebenfalls die *n*-Butylverbindung neu ist, bereitet. Von den Bromiden wurde der früher schwer erhältliche Methyl-2-bromäthyl-äther, $CH_3.O.CH_2.CH_2.Br$, in einer Ausbeute von 64% d. Th.

⁶) Von den Glykolmonoäthern ausgehend, hat schon Demole, B. 9, 746 [1876], den Monoäthyläther durch Behandeln mit Phosphortriiodid in das entsprechende Jodid übergeführt. Karvonen (l. c.) hat den Methyl-, Äthyl- und *n*-Propylmonoäther des Äthylenglykols mit Phosphortri- und -pentachlorid, sowie mit Phosphortribromid behandelt und dabei die Chloride in Ausbeuten von 16, 42 und 31%, von den Bromiden nur die Propoxyverbindung in einer Ausbeute von 29% erhalten können. — Die Bromide hat man im allgemeinen auf einem Umwege aus den Jodiden gewonnen. — 2-Halogen-äther des Typus $R.O.CH_2.CH_2.X$ bekommt man nur ausnahmsweise aus den Äthylendihalogeniden (vergl. Karvonen, l. c.; ferner Weddige, Journ. prakt. Chem. [2] 21, 127 [1880], 24, 241 [1881]; Henry, Compt. rend. Acad. Sciences 96, 1062, 1233 [1883]; Wohl u. Berthold, l. c.; Clarke, Journ. chem. Soc. London 101, 1806 [1912]; Bennett, Journ. chem. Soc. London 127, 1279 [1925]. — Die Anwendung von Natriumäthylat führt nicht zum Ziel (Henry); die Angabe von Foran (Journ. Soc. chem. Ind. 44, 173 [1925]) wurde von Bennett u. Heathcoat (Journ. chem. Soc. London 1929, 269) nicht bestätigt. — Über Äthylenchlorhydrin als Ausgangsmaterial vergl. Karvonen, Ann. Acad. Scient. Fenn. Ser. A, 3, Nr. 7, S. 64 [1912]; Clemo u. Perkin, Journ. chem. Soc. London 121, 642 [1922]; Swallen u. Boord, Journ. Amer. chem. Soc. 52, 651 [1930]. — Anwendung von Thionylchlorid und Dimethyl-anilin bei Darstellung von Benzyl-2-chloräthyl-äther: Bennett, l. c., S. 1280; Methyl-2-chloräthyl-äther: Bennett u. Heathcoat, l. c., S. 270.

⁶) Darzens, Compt. rend. Acad. Sciences 152, 1314 [1911]; Helferich, B. 54, 1082 [1921]; Bennett, l. c.; Kirmann, Bull. Soc. chim. France [4] 39, 698 [1926]; Bouis, Compt. rend. Acad. Sciences 182, 788 [1926], 183, 133 [1926]; Bull. Soc. chim. France [4] 41, 1161 [1927]; Ann. Chim. [10] 9, 402 [1928]; C. 1928, II 977; Bennett u. Heathcoat, l. c.; Juvala, Dissertat. 1929; B. 63, 1990 [1930].

⁷) Der verwendete Mono-*n*-propyläther des Äthylenglykols war ein Präparat eigener Darstellung.

(aus 76 g Äthylenglykol-monomethyläther 89 g des Brom-Derivats) gewonnen. Weil die hier erwähnten 2-Halogen-äther mit Ausnahme der beiden Butylverbindungen von Karvonen mit großer Sorgfalt rein dargestellt worden sind, beschreiben wir hier nur diese beiden neuen Verbindungen näher.

n-Butyl-2-chloräthyl-äther, $C_4H_9 \cdot O \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot Cl$: Aus 55 g Phosphortrichlorid, 20 g Pyridin und 118 g „Butyl-glykol“ wurden 91 g (66.5% d. Th.) einer wasserhellen, farblosen, angenehm riechenden Flüssigkeit erhalten, die bei nochmaliger Destillation mit einem Dephlegmator (Palomaa) unter einem Druck von 750 mm konstant bei 154.5° (Quecksilber-Faden i. D.) übergang. $d_4^{20} = 0.9520$.

0.5856 g Sbst. verbrauchten 43.08 ccm $\frac{1}{10}$ -n. $AgNO_3$ -Lösg. (nach Mohr).
 $C_6H_{13}OCl$. Ber. Cl 26.02. Gef. Cl 26.14.

n-Butyl-2-bromäthyl-äther, $C_4H_9 \cdot O \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot Br$: Wir gingen von 162 g Phosphortribromid, 30 g Pyridin und 177 g Butyl-glykol aus. Nachdem die aus dem Reaktionskolben übergegangene Flüssigkeit gewaschen und getrocknet war, wurde wie oben destilliert. Der Hauptteil siedete bei $174-175^{\circ}$, aber an der Wandung des Kolbens und der Vorlage setzte sich allmählich ein weißer Beschlag ab, und im Kolben blieb eine dunkelgefärbte, teerige Masse zurück. Da das gebildete Bromid bei der Destillation augenscheinlich eine teilweise Zersetzung erlitten hatte, wurde das Destillat gewaschen, getrocknet und unter vermindertem Druck nochmals destilliert. Hierbei ging nahezu alles bei 7 mm zwischen $54-55^{\circ}$ über. Ausbeute 163 g (60% d. Th.) einer schwach gelblich gefärbten Flüssigkeit. Ein kleiner Teil dieser Flüssigkeit wurde versuchsweise nochmals unter Atmosphärendruck destilliert, wobei der größte Teil bei $172.5-173^{\circ}$ als farblose Flüssigkeit übergang, in dem Destillationskolben aber auch diesmal ein dunkler Rückstand zurückblieb. Der Hauptteil des Vakuum-Destillats wurde deshalb ein zweitesmal im Vakuum destilliert, er war dann farblos und analysenrein. Sdp.₇ $54-55^{\circ}$, $d_4^{20} = 1.2292$.

0.4250 g Sbst. verbrauchten 23.50 ccm $\frac{1}{10}$ -n. $AgNO_3$ -Lösg. (nach Mohr).
 $C_6H_{13}OBr$. Ber. Br 44.15. Gef. Br 44.19.

2. Die dargestellten Alkyl-2-bromäthyl-äther wurden ihrerseits als Ausgangsmaterial zur Synthese der γ -Alkoxy-*n*-buttersäuren mittels des Natrium-malonesters benutzt⁸⁾. Wie zu erwarten war, reagieren die 2-Brom-äther ziemlich langsam mit Natrium-malonester, weshalb zur Beschleunigung der Reaktion Natriumjodid⁹⁾ zugesetzt

⁸⁾ Die Anwendung der 2-Halogen-äther, $R \cdot O \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot X$, bei der Malonester-Synthese ist ebenfalls nicht neu, denn schon Bentley, Haworth u. Perkin, Journ. chem. Soc. London **69**, 169 [1896], haben in dieser Weise aus Phenyl-2-bromäthyl-äther den [β -Phenoxy-äthyl]-malonester und die γ -Phenoxy-buttersäure gewonnen (vergl. Fournau u. Florence, Bull. Soc. chim. France [4] **43**, 1035 [1928]); die Chemischen Werke vorm. Heinrich Byk (Dtsch. Reichs-Pat. 285636; C. **1915**, II 639) sind bei ihrer Malonester-Synthese von Äthyl-2-jodäthyl-äther ausgegangen. Bennett (l. c.) hat entsprechend Biderivate des Malonesters aus Methyl-2-jodäthyl-äther und aus Benzyl-2-chloräthyl-äther dargestellt. Swallen u. Boord, Journ. Amer. chem. Soc. **52**, 658 [1930], haben vor kurzem aus Äthyl-2-chloräthyl-äther analog [β -Äthoxy-äthyl]-malonester (Ausbeute 14 %) und ferner aus β -Äthoxy-*n*-butylbromid das entsprechende Malonester-Derivat (Ausbeute 58 % an nicht analysiertem Produkt), sowie die freie Monocarbonsäure (3.3 g) dargestellt.

⁹⁾ vergl. Wohl, B. **39**, 1951 [1906]; Palomaa, Dissertat. 1908, S. 117.

wurde. Nach 1-tägigem Kochen auf dem Wasserbade wurde vom Natriumbromid abfiltriert und der Alkohol unter gewöhnlichem Druck, der Rückstand im Vakuum destilliert. Die [β -Alkoxy-äthyl]-malonester wurden in befriedigender Ausbeute (ca. 50% d. Th.) erhalten. Bei Bereitung der γ -Alkoxy-*n*-buttersäuren aus den Estern hat man insbesondere darauf zu achten, daß der Alkohol und der Ester-Rest aus der Verseifungs-Lösung genau weggeschafft werden, und weiter darauf, daß die durch Säure-Zusatz freigemachte Dicarbonsäure gründlich — die niederen Homologen 20-mal und mehr — ausgeäthert wird. Die γ -Alkoxybuttersäuren wurden auf diesem Wege in Ausbeuten von 26—36% d. Th., auf die Substanz-Mengen zu Beginn der Malonester-Synthesen berechnet, erhalten. Die Säuren halten hartnäckig kleine Mengen Wasser zurück, weshalb man zweckmäßig bei der Vakuum-Destillation gepulverte Metaphosphorsäure zusetzt und die durchgeleitete Luft von Feuchtigkeit befreit.

[β -Methoxy-äthyl]-malonester, $\text{CH}_3\text{O}\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}(\text{COOC}_2\text{H}_5)_2$: Der Natrium-malonester wurde aus 120 g absol. Alkohol, 11.5 g Natrium und 90 g (= $\frac{1}{2}$ Mol. + 10 g) Malonsäure-diäthylester hergestellt. Die Lösung wurde mit ca. 1 g Natriumjodid und dann in mehreren Portionen mit 70 g ($\frac{1}{2}$ Mol. + 6 g) Methyl-2-bromäthyl-äther versetzt; hiernach wurde wie oben angegeben weiter fortgefahren. Bei der zweiten Destillation unter vermindertem Druck gingen bei 6 mm 53 g (48.5% d. Th.) zwischen 110—111° über; $d_4^{20} = 1.0397$.

0.1557 g Sbst.: 0.3153 g CO_2 , 0.1149 g H_2O .

$\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}_5$. Ber. C 55.00, H 8.32. Gef. C 55.23, H 8.26.

γ -Methoxy-*n*-buttersäure, $\text{CH}_3\text{O}\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{COOH}$: Aus dem voranstehend beschriebenen Ester (50 g) in der angegebenen Weise bereitet, ging die Säure (34% d. Th.) bei der zweiten Vakuum-Destillation unter 8 mm Druck zwischen 107—109° über, war aber noch nicht analysen-rein. Bei der dritten Destillation wurden 15 g (25.5% d. Th.) einer unter 7 mm Druck zwischen 105.0—105.5° siedenden Flüssigkeit erhalten; $d_4^{20} = 1.0596$, $n_D^{20} = 1.42509$, $M_D = 28.50$ (ber. 28.47).

0.0883 g Sbst. neutralisiert. 20.93 ccm 0.03554-*n*. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ -Lösung; ber. 21.04 ccm.

Der eine von uns¹⁰⁾ hat diese Säure nach dem Schema¹¹⁾: $\text{CH}_2(\text{Br})\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{Cl} \rightarrow \text{CH}_3\cdot\text{O}\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{Cl} \rightarrow \text{CH}_3\cdot\text{O}\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CN} \rightarrow \text{CH}_3\cdot\text{O}\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{COOH}$ schon früher dargestellt. Ausbeute, auf den Methyl-3-chlorpropyl-äther bezogen, 20.5% d. Th. Sdp.₇₇₁ = 227.5—228.0°, Sdp.₁₀₅ = 153°, $d_4^{15} = 1.06425$.

Die γ -Methoxy-*n*-buttersäure ist eine etwas dickliche, mit Wasser in allen Verhältnissen mischbare Flüssigkeit von säuerlichem Schweißgeruch, der für viele Äther-säuren charakteristisch ist. Sie wird aus der wäßrigen Lösung durch Calciumchlorid ölig abgeschieden. Die Löslichkeit in einer Kochsalz-Lösung ist etwa doppelt so groß, wie die der metameren *n*-Propoxy-essigsäure.

[β -Äthoxy-äthyl]-malonester, $\text{CH}_3\cdot\text{CH}_2\cdot\text{O}\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}(\text{COOC}_2\text{H}_5)_2$: Wie das voraufgehende Malonester-Derivat dargestellt und 3-mal im Vakuum destilliert. Ausbeute 43% d. Th. Sdp.₈ = 118—119°, $d_4^{20} = 1.0199$.

0.1693 g Sbst.: 0.3510 g CO_2 , 0.1310 g H_2O .

$\text{C}_{11}\text{H}_{20}\text{O}_5$. Ber. C 56.85, H 8.68. Gef. C 56.50, H 8.65.

¹⁰⁾ Palomaa, Dissertat. 1908; Ann. Acad. Scient. Fenn. Ser. A, 3, Nr. 2, S. 18 [1911].

¹¹⁾ vergl. Noyes, Journ. Amer. chem. Soc. 19, 766; C. 1898, I 19.

Die Chemischen Werke vorm. Heinrich Byk (l. c.; Ausgangsmaterial Äthyl-2-jodäthyl-äther) fanden den Sdp.₁₃ 136°. Swallen und Boord (l. c.; Ausgangsmaterial Äthyl-2-chloräthyl-äther) geben an: Ausbeute nach 2-maliger Vakuum-Destillation 14%, Sdp.₁₅ 134–138°, $d_4^{20} = 1.0430$ (letzterer Wert weicht von dem von uns festgestellten erheblich ab).

γ -Äthoxy-*n*-buttersäure, $\text{CH}_3\cdot\text{CH}_2\cdot\text{O}\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{COOH}$: Aus 70 g des Malonesters erhielten wir ca. 30 g γ -Äthoxybuttersäure vom Sdp.₈ = 116.5–117.0° (ca. 75% d. Th., wenn man auf die Estermenge oder ca. 31% d. Th., wenn man auf die anfänglichen Substanzmengen bei der Malonester-Synthese berechnet); $d_4^{20} = 1.0194$, $n_D^{20} = 1.42531$, $M_D = 33.16$ (ber. 33.09).

0.0732 g Sbst. neutralisiert. 15.52 ccm 0.03554-*n*. Ba(OH)₂-Lösung.; ber. 15.59 ccm.

0.1126 g Sbst.: 0.2245 g CO₂, 0.0917 g H₂O.

C₆H₁₂O₃. Ber. C 54.50, H 9.16. Gef. C 54.38, H 9.11.

0.0686 g Silbersalz: 0.0308 g Ag; ber. 0.0310 g.

Fittig und Ström¹²⁾ haben die γ -Äthoxybuttersäure aus dem Natriumsalz, das bei Einwirkung von Natriumäthylat auf Butyrolacton entsteht, als konstant bei 231° siedende Flüssigkeit erhalten. Die von Noyes (l. c.) aus Äthyl-3-brompropyl-äther nach der Cyanid-Methode in schlechter Ausbeute gewonnene Säure siedete bei 230–240°. Der eine von uns¹³⁾ hat die γ -Äthoxybuttersäure analog aus Äthyl-3-chlorpropyl-äther unter Anwendung von Kaliumjodid (vergl. Fußnote 9) dargestellt. Sdp.₁₀ 125–126°, $d_4^{15} = 1.0238$, $d_4^{20} = 1.0195$. Die letztgenannte Dichte stimmt vorzüglich mit der obigen Zahl 1.0194 überein.

[[β -*n*-Propoxy-äthyl]-malonester, $\text{C}_3\text{H}_7\cdot\text{O}\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}(\text{COOC}_2\text{H}_5)_2$: Aus 16 g Natrium, 160 g absol. Alkohol, 125 g Malonester, 120 g *n*-Propyl-2-bromäthyl-äther und wenig Natriumjodid wurden 74 g (43% d. Th.) reiner [[β -*n*-Propoxy-äthyl]-malonester erhalten. Sdp.₇ = 128.5 bis 129.5°, $d_4^{20} = 1.0041$.

0.2088 g Sbst.: 0.4459 g CO₂, 0.1710 g H₂O.

C₁₂H₂₂O₅. Ber. C 58.48, H 9.01. Gef. C 58.24, H 9.14.

γ -*n*-Propoxy-*n*-buttersäure, $\text{C}_3\text{H}_7\cdot\text{O}\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{COOH}$: Diese Säure wurde in einer Ausbeute von 29% d. Th. (auf das Ausgangsmaterial bei der Malonester-Synthese berechnet) erhalten. Sdp.₃ = 106–107°, $d_4^{20} = 0.9914$, $n_D^{20} = 1.42722$, $M_D = 37.86$ (ber. 37.71).

0.3680 g Sbst. verbraucht. 24.90 ccm 0.1015-*n*. NaOH-Lösung.; ber. 24.82 ccm.

0.1618 g Sbst.: 0.3425 g CO₂, 0.1413 g H₂O.

C₇H₁₄O₃. Ber. C 57.48, H 9.66. Gef. C 57.73, H 9.77.

[[β -*n*-Butoxy-äthyl]-malonester, $\text{C}_4\text{H}_9\cdot\text{O}\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}(\text{COOC}_2\text{H}_5)_2$: Bei Anwendung von 136 g *n*-Butyl-2-bromäthyl-äther wurden 105 g (54.5% d. Th.) [[β -*n*-Butoxy-äthyl]-malonester vom Sdp.₄ 128.5–129.0° erhalten. $d_4^{20} = 0.9987$.

0.2000 g Sbst.: 0.4373 g CO₂, 0.1620 g H₂O.

C₁₃H₂₄O₅. Ber. C 59.94, H 9.26. Gef. C 59.63, H 9.01.

γ -*n*-Butoxy-*n*-buttersäure, $\text{C}_4\text{H}_9\cdot\text{O}\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{COOH}$: Farblose, dickliche Flüssigkeit. Ausbeute 36% d. Th. Sdp.₄ = 122.5–123.0°, $d_4^{20} = 0.9741$, $n_D^{20} = 1.43034$, $M_D = 42.50$ (ber. 42.32).

0.3570 g Sbst.: 22.10 ccm 0.1015-*n*. NaOH-Lösung.; ber. 21.96 ccm.

0.1465 g Sbst.: 0.3219 g CO₂, 0.1337 g H₂O.

C₈H₁₆O₃. Ber. C 59.94, H 10.07. Gef. C 59.93, H 10.22.

¹²⁾ A. 267, 200 [1892].

¹³⁾ Palomaa, Ann. Acad. Scient. Fenn. Ser. A, 3, Nr. 2, S. 18 [1911].