

mais les dérivés d'une série, dont le point de départ se trouvera avec probabilité dans le genre *Acorus*, ou à peu-près.

De même, les pandanales et les palmes s'approchent de la souche primitive de l'arbre généalogique des monocotylédonées sans toucher aux hélobiées. C'est mal donc à croire les *Cyclanthus* des dérivés par multiplication; nous touchons avec ce genre-ci à un étage inférieur de l'évolution des palmes, nous touchons c'est-à-dire à des représentants anciens de la famille, dont on a un résidu très parlant dans la polystemonie des *Borassus*, des *Caryota* et des *Lodoicea*.

Messine, Août 1908.

Orientierende Untersuchungen über die Einwirkung von gasförmigem Formaldehyd auf die grüne Pflanze.

Von Viktor Grafe und Leopold Ritter v. Portheim.

(Mit 1 Textabbildung.)

(Aus dem pflanzenphysiologischen Institute der k. k. Universität und der Biologischen Versuchsanstalt in Wien.)

Bekanntlich erfreut sich heute die Hypothese A. v. Baeyers¹⁾, nach welcher bei der Kohlensäure-Assimilation grüner Pflanzenteile im Lichte Formaldehyd als primäres Assimilationsprodukt sich bilde, aus dem dann unter dem Einfluß des lebenden Protoplasmas durch Polymerisation Hexosen entstünden, weitgehender Anerkennung. Es ist nicht nur gelungen, diesen Polymerisationsprozeß in vitro durchzuführen²⁾, sondern neuere Untersuchungen haben unsere Kenntnisse dieser Kondensationsprodukte bedeutend vermehrt und uns Zwischenprodukte von niederer Kohlenstoffzahl bei diesem Kondensationsvorgang, namentlich den Glykolaldehyd³⁾ kennen gelehrt. Aber auch der andere Weg, Bildung von Formaldehyd aus den Oxyden des Kohlenstoffs, Kohlenmonoxyd und Kohlendioxyd, ist mit Erfolg beschritten worden. Zunächst konnten die genannten Oxyde durch Wasserstoff bei Gegenwart metallischer Katalysatoren (Palladium, Platinmohr) zu Formaldehyd reduziert werden⁴⁾. Da diese Reaktion immerhin höhere Temperaturen erfordert, kann wohl an ihre Wirk-

¹⁾ A. v. Baeyer, Berichte der deutschen chem. Ges. 3, 67 (1870).

²⁾ Buttlerow, Annalen der Chemie 120, 295 (1861); Tollens, Berichte d. d. chem. Ges. 15, 1632 (1882); 16, 919 (1883); O. Loew, Berichte d. d. chem. Ges. 20, 142, 3039 (1887), 21, 270 (1888), 22, 470 ff. (1889); E. Fischer, Ber. d. d. chem. Ges. 21, 991 (1888); 23, 388, 2126 (1890).

³⁾ H. u. A. Euler, Ber. d. d. chem. Ges. 39, 39—45 (1906).

⁴⁾ Jahn, Ber. d. d. chem. Ges. 22, 989 (1889); Chapman, Holt. jun. Journ. of the chem. soc. 87, 916 (1905).

samkeit im lebenden Organismus nicht gedacht werden. An Stelle der metallischen Kontaktsubstanzen kann man aber auch die dunkle elektrische Entladung für die in Rede stehende Reduktion verwenden¹⁾. Diesen letzteren Vorgang hat besonders W. Loeb²⁾ neuerdings studiert³⁾ und er konnte Wasserdampf und Kohlendioxyd bei steter Entfernung des freiwerdenden Sauerstoffs zu Formaldehyd, Glykolaldehyd und Hexosen durch dunkle elektrische Entladung zusammenfügen. Er spricht auch direkt die Anschauung aus, daß dunkle elektrische Entladung, wie sie z. B. durch die elektrischen Spannungsdifferenzen an Pflanzenoberflächen ermöglicht werde, ein bei der Assimilation wirkender Faktor sei und daß der Formaldehyd, der ja bekanntlich ein Plasmagift darstellt, sich gar nicht als solcher in der Pflanzenzelle bilde, sondern nur in einer labilen Modifikation auftrete, die sofort zum Kondensationsprodukt sich umbildete. Hinsichtlich der Frage, ob das Auftreten von Formaldehyd in grünen Pflanzenteilen nachgewiesen werden kann, hat namentlich Pollacci eine Antwort in bejahendem Sinne geliefert⁴⁾ und auch andere Forscher haben in demselben Sinne entschieden⁵⁾. Gelegentlich ist auch Formaldehyd in den ätherischen Ölen nachgewiesen worden, welche aus Pflanzenteilen durch Destillation mit Wasserdampf gewonnen wurden⁶⁾, und Posternak⁷⁾ berichtet über eine phosphor-organische Reservesubstanz der Chlorophyllpflanzen, welche er als Formaldehyd-Derivat, als Anhydro-oxymethylen-diphosphorsäure, ansieht.

Hinsichtlich der zweiten einschlägigen Frage, ob Formaldehyd von den grünen Pflanzen zum Aufbaue ihrer Kohlehydrate verwendet werden kann, ist zunächst zu betonen, daß Formaldehyd wohl ein intensives Gift⁸⁾ gegen Bakterien und Pilze vorstellt, daß er aber höhere Pflanzen je nach individueller Verschiedenheit mehr

1) Brodie, Proc. of the royal soc. 22, 172 (1874); Losanitsch, Jowitschitsch, Ber. d. d. chem. Ges. 30, 136 (1897); de Hemptinne, Chem. Zentrbl. 1897, II. 1045; Solvay, Slosse ebenda, 1893, II. 421.

2) Ber. d. d. chem. Ges. 37, 3593 (1904), Zeitschr. f. Elektrochem. 11, 745 (1905), 12, 282 (1906); Landw. Jahrb., p. 541 (1906).

3) Russ, Zeitschr. f. Elektrochem. 12, 412 (1906) hat festgestellt, daß es sich hier um eine umkehrbare chem. Reaktion handle. Die Loeb'schen Beobachtungen werden von J. Rulf: Über das erste organische Assimilationsprodukt. Zeitschr. f. allgem. Physiologie VI, 493 bis 512 (1907) bestätigt und erweitert.

4) G. Pollacci: Intorno all'assimilazione clorofilliana, Estr. d. Atti dell'Ist. bot. dell'università di Pavia. Vol. VIII (1902), VII (1899) Ders.: Sulla scoperta dell'aldeide formica nelle piante. Rend. d. R. Acc. dei Lincei, Vol. XVI (1907).

5) Delépine, Compt. rend. 123, 120 (1896); Euler, Ber. d. chem. Ges. 37, 3412 (1904); Plancher, Ravenna, Rend. R. Acc. d. Lincei 13, II 459 (1904); Usher u. Priestley, Zentralbl. chem. 1906, I 1442; Kimpflin, Compt. rend. 144, 148 (1907); Grafe u. v. Portheim, Sitzber. d. k. Akad. d. Wiss., Wien, 115 (1906).

6) Opitz, Arch. d. Pharm. 229, 279 (1891); Schimmel u. Co., Chem. Zentralbl. 1904, I 1263.

7) Compt. rend. 137, 202, 337, 439 (1903).

8) Geuther, Ber. d. pharm. Ges. 5, 325.

oder weniger, aber nicht immer schädigt¹⁾. So konnten auch Loew²⁾ und Bokorny³⁾ zeigen, daß die weniger giftigen Derivate des Formaldehyd, formaldehydschwefligsaures Natron, Methylal, von Spirogyren zur Stärkebildung Verwendung finden können. Tréboux⁴⁾ konnte zeigen, daß *Elodea* noch $\frac{5}{100}\%$ Formaldehyd in wässriger Lösung gut verträgt und Bouilhac⁵⁾ stellte bei *Sinapis alba* eine gewisse Resistenz gegen diesen Aldehyd fest.

Die genannten Autoren hatten nun der Pflanze den Formaldehyd durchwegs in wässriger Lösung von der Wurzel aus geboten und es fragt sich, ob es nicht eher erfolgreich sein würde, den Aldehyd, welcher ja ein Gas ist und auch aus der wässrigen Lösung mit Leichtigkeit entlassen wird, im Luftvolumen, von den Blättern aus zu bieten, die ja möglicherweise für die Verarbeitung dieses Kohlensäureabkömmlings besser angepaßt sein könnten als die Wurzel.

Um zu sehen, ob zunächst der Formaldehyd von der Pflanze überhaupt aufgenommen werde, war es geboten, der Pflanze eine ganz bestimmte Menge des Gases zur Verfügung zu stellen und sich durch quantitative Analyse nach Ablauf des Versuches zu überzeugen, ob und wie viel Formaldehyd verschwunden war.

Für die quantitative Ermittlung des Formaldehyds sind zahlreiche Methoden vorgeschlagen worden⁶⁾. Für unsere Zwecke kamen nur die maßanalytischen Bestimmungsmethoden in Betracht, die sich auf zwei Fundamenteigenschaften des Formaldehyds stützen, auf seine Fähigkeit, sich mit Ammoniak und Aminen rasch und quantitativ zu vereinigen und auf seine reduzierenden Eigenschaften. Von ersterer Eigenschaft macht die Leglersche⁷⁾ Methode Gebrauch, welche darauf beruht, daß man eine abgemessene Menge titrierter Ammoniakflüssigkeit zu der Formaldehydlösung hinzufügt und nach einiger Zeit die unverbrauchte Ammoniakmenge zurücktitriert. Das Ammoniak reagiert auf den Formaldehyd glatt nach der Gleichung: $6 \text{ HCOH} + 4 \text{ NH}_3 = (\text{CH}_2)_6 \text{ N}_4 + 6 \text{ H}_2\text{O}$ unter Bildung von Hexamethylentetramin.

Von den Oxydationsmethoden war nur die Methode von Romijn⁸⁾ für unsere Zwecke in Betracht zu ziehen und allenfalls

¹⁾ Trillat, Apothekerzeitg. 7, 94; Aronson, Berl., klin. Wochenschr. 29; Kinzel, landw. Verstat. 49, 461.

²⁾ O. Loew, Ber. d. d. chem. Ges. 22, 482 (1889), Zentrbl. f. Bakteriologie. Nr. 14 (1892).

³⁾ Bokorny, Ber. d. d. bot. Ges. 9, 103 (1891), Pharm. Zentralhalle 43, 204 (1902).

⁴⁾ Tréboux, Flora 1903, 73.

⁵⁾ Bouilhac, Compt. rend. 133, 751 (1901), 135, 1369 (1902). Vgl. auch Loew, „Die chem. Energie der lebenden Zelle“, 2. Aufl., Stuttg. 1906, p. 38, 55, und Kaserer: Die Oxydation des Wasserstoffes durch Mikroorganismen, Zentrbl. f. Bakt. 16, 25, 771 (1906).

⁶⁾ Zusammenstellung in Vanino und Seitter: Der Formaldehyd, Wien, Leipzig 1901.

⁷⁾ Legler, Zeitschr. f. analyt. Chemie 23, 80 und 31, 348.

⁸⁾ Romijn, Zeitschr. f. analyt. Chemie 36, 18 (1897).

noch die von Vanino und Seitter¹⁾. Die erstere benützt die Eigenschaft des Formaldehyd durch Jod in alkalischer Lösung zu Ameisensäure oxydiert zu werden, worauf man nach beendeter Einwirkung mit Salzsäure oder Schwefelsäure ansäuert und das in Freiheit gesetzte Jod mit Natriumthiosulfat unter Anwendung von Stärkekleister als Indikator zurücktitriert, $\text{HCOH} + \text{J}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HCOOH} + 2 \text{HJ}$. Namentlich bei sehr kleinen Quantitäten Formaldehyd ist diese Methode, wie wir festgestellt haben, besonders in der Fresenius-Grünhuthschen Abänderung²⁾ sehr brauchbar; sie wird übrigens auch anderweitig empfohlen³⁾. Die Grundlage der Vanino-Seitter'schen Methode ist die Oxydation des Aldehyds zur Säure durch Kaliumpermanganat in saurer Lösung, worauf man nach Blanck und Finkenbeiner⁴⁾ den Überschuß des Permanganats mit Wasserstoffsüberoxyd zurücktitriert.

Wir mußten nun zunächst die drei Methoden einer kritischen Prüfung unterziehen, um für die Bestimmung der kleinen Formaldehyd-Quantitäten die genaueste und zuverlässigste auszuwählen.

Die Leglersche Methode wurde mit der Abänderung von Smith⁵⁾ angewendet, indem 2 g reines, neutrales NH_4Cl in einer Stöpselflasche in 25 cm³ H_2O gelöst und 2·5 g des zu untersuchenden Aldehyds in genau 2%iger Lösung hinzugefügt wurden. Dann wurden 25 cm³ n-NaOH zuzießen gelassen und nach einer halben Stunde der Ammoniaküberschuß mit Rosolsäure als Indikator mittels n- H_2SO_4 zurücktitriert. Die Nachteile der Methode bestehen abgesehen von der Langwierigkeit der Bestimmung in dem ungenauen Farbenumschlag, der Ungenauigkeiten bis zu 0·5% bedingt⁶⁾. Auch die Methode Vaninos, welche nach unseren Feststellungen noch weit höhere Fehlergrenzen (bis zu 1·67%) aufweist, erwies sich für die notwendigen minutiösen Bestimmungen unbrauchbar, und es sollen daher die Kontrollzahlen, die sich bei der kritischen Durchprüfung ergaben, nicht angeführt werden.

Die Romijnsche Methode allein ist für die Bestimmung der in Betracht kommenden kleinen Aldehydquantitäten geeignet, wobei darauf geachtet wurde, daß die Maßgefäße genau geeicht waren und bei jeder Bestimmung ein blinder Versuch durchgeführt wurde. 1 cm³ n-Jodlösung entspricht 0·015 g Formaldehyd.

Die Jodlösung wurde in der Weise bereitet, daß 25 g reines Jodkalium im Literkolben in möglichst wenig Wasser gelöst, 12·7 g resublimiertes Jod hinzugefügt und durch Umschütteln Lösung

¹⁾ Vanino und Seitter, Zeitschr. f. analyt. Chemie 40, 587 (1901).

²⁾ Zeitschr. f. analyt. Chemie 44, 13 (1905).

³⁾ Wijne, Chem. Centrbl. II 397 (1903), Vanino ebenda II 1258 (1903), Male ebenda II 273 (1905).

⁴⁾ Blanck, Finkenbeiner, Ber. d. d. chem. Ges. 31, 2979 (1898), 32, 2141 (1899).

⁵⁾ Amerik. Journ. of Pharm. 86 (1898), Zeitschr. f. analyt. Chemie 39.

⁶⁾ Schon G. Doby, Zeitschr. f. angew. Chemie 20, H. 9 (1907), p. 353, hebt die Fehlerquellen der Leglerschen Methode hervor.

herbeigeführt wurde; dann wurde bis zur Marke aufgefüllt und die Stärke der Jodlösung mit $\frac{1}{10}$ n-Thiosulfatlösung bestimmt. Die letztere wurde in der bekannten Weise mit Kaliumbichromat¹⁾ gestellt. Die Bestimmung erfolgte nach folgendem Schema: Für $20 \text{ cm}^3 \text{ K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ wurden verbraucht I 17.00 cm^3 , II $17.1 \text{ cm}^3 \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, daher $1 \text{ cm}^3 \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 0.00139 \text{ g HCOH}^2)$. Verwendet wurden 5 cm^3 einer genau 2%igen HCOH-Lösung:

100 cm^3 Jodlösung verbrauchen $99.6 \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$,
 Versuch I zurücktitriert: $27.6 \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 72.0 \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ } =
 " II " : $27.6 \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 72.0 \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ } =
 = 0.10008 ; berechnet für 5 cm^3 2% Aldehyds = 0.10000 .

Dabei wurden $30 \text{ cm}^3 \frac{1}{10}$ n NaOH (Titer = 0.04334 g NaOH) gestellt mit Oxalsäure ($1.4255 \text{ g [COOH]}_2 = 20.9 \text{ cm}^3 \text{ NaOH}$; $1.3547 \text{ g [COOH]}_2 = 19.8 \text{ cm}^3 \text{ NaOH}$) und $40 \text{ cm}^3 \frac{1}{10}$ n H_2SO_4 (Titer = $0.04785 \text{ g H}_2\text{SO}_4$) gestellt mit Natronkarbonat ($1.1940 \text{ g Na}_2\text{CO}_3 = 23.1 \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{SO}_4$; $1.1952 \text{ g Na}_2\text{CO}_3 = 23.15 \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{SO}_4$) verwendet. Auch für eine 0.02% Formaldehydlösung wurde die Zuverlässigkeit der Romijnschen Methode noch mit bestem Gelingen geprüft.

Es wurde nun versucht, mittels dieser Methode die Formaldehydmenge eines Luftvolumens zunächst in einer Versuchsreihe ohne Pflanzen in der Weise zu bestimmen, daß unter eine genau 8000 cm^3 fassende, auf eine Glasplatte gut aufgeschliffene, am aufruhenden Rande eingefettete Glocke ein Kulturglas mit 250 cm^3 dest. Wassers und daneben eine Uhrschale mit 10 cm^3 einer 2%igen Formaldehydlösung gestellt wurde. Die oben tubulierte Glocke war mittels eines gut paraffinierten Korkstöpsels mit zwei Bohrungen verschlossen. Durch die eine Bohrung führte eine außerhalb der Glocke rechtwinklig gebogene Glasröhre bis fast auf den Boden der Glocke, die andere Bohrung war mit einem kürzeren ebensolchen Gasableitungsrohre versehen, die beiden Röhren durch Kautschukschlauch und Klemmschrauben verschlossen. Diese Versuchsanordnung wurde acht Tage bei konstanter Temperatur stehen gelassen, dann an das längere Rohr eine Waschflasche mit konz. H_2SO_4 , an das kürzere drei Schüttelflaschen mit je $30 \text{ cm}^3 \frac{1}{10}$ n. NaOH, als Waschflaschen montiert, vorgeschaltet und nun mittels eines Aspirators in ganz langsamem Strome der Luftinhalt der Glasglocke abgesogen. Wir erwarteten so den Formaldehyd, der sich nach dieser Zeit in der Luft befinden mußte und den etwa durch das Saugen noch aus der wässerigen Lösung befreiten, in den Vor-

¹⁾ Treadwell, Analytische Chemie II., p. 475.

²⁾ Die Kaliumbichromatlösung enthielt $3.874 \text{ g K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ im Liter gelöst; den verbrauchten $17 \text{ cm}^3 \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ sind demnach 0.2 g Jod äquivalent. Da aber, wie oben auseinandergesetzt, 1 cm^3 n-Jodlösung, der 0.127 g Jod enthält, 0.015 g HCOH entspricht, so berechnet sich der Titer für 1 cm^3 der verwendeten $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ Lösung mit $0.00139 \text{ g Formaldehyd}$.

lagen zu finden und diesen nach der maßanalytischen Bestimmung mit dem in wässriger Lösung zurückgebliebenen zu 0·2 g HCOH (der ganzen verwendeten Menge) ergänzt zu sehen. Es zeigte sich aber, daß sich auch nach mehrstündigem Absaugen nicht eine Spur des Gases in den als Waschflaschen montierten Schüttelflaschen vorfand, ein Moment, das unabhängig von uns auch noch andere Beobachter konstatieren konnten¹⁾.

Versuch vom 2. X. 1906:

25 cm³ Jodlösung = 53·5 cm³ Na₂S₂O₃
 1 Waschflasche = 53·5 cm³ Na₂S₂O₃ kein Formaldehyd
 Schale = 32·55 cm³ Na₂S₂O₃ } 20·95
 Glas = 23·70 cm³ Na₂S₂O₃ } 29·80 zusammen 50·75
 × 0·00139 = 0·0705424 g HCOH, daher in der Luft =
 = 0·1294576 g HCOH.

Versuch vom 9. X. 1906:

25 cm³ Jodlösung = 53·0 cm³ Na₂S₂O₃
 1 Waschflasche = 53·0 cm³ Na₂S₂O₃ kein Formaldehyd
 Schale = 33·4 cm³ Na₂S₂O₃ } 19·6
 Glas = 18·9 cm³ Na₂S₂O₃ } 34·1 zusammen 53·7 ×
 × 0·00139 = 0·074643 g HCOH, daher in der Luft =
 = 0·125357 g HCOH.

Durch das Absaugen war also keine Entfernung des Formaldehyd, sondern nur, wie uns ein Parallelversuch ohne Absaugen

¹⁾ Plancher G. et Ravenna G. Rendiconti d. Accademia d. Lincei CCCII, 5. Vol. XIII, II. Sem. 1904, p. 459, cit. nach Bot. Zentralblatt 1906 CII., p. 300.

Es erschien möglich, daß bei Gegenwart von H₂O der Formaldehyd in Hydratform übergeht und deshalb nicht abgesaugen werden kann. Daher wurde der Versuch gemacht (das Experiment führte Fräulein Emmy Wieser unter unserer Kontrolle im pflanzenphysiologischen Institute durch) Paraformaldehyd, der bekanntlich in Form von Pastillen, die sehr leicht gasförmigen Formaldehyd entwickeln, im Handel zu haben ist, unter einer Vakuimglocke über conc. H₂SO₄ an der Wasserstrahlpumpe dem Absaugen in der Weise zu unterziehen, daß zwischen Glocke und Pumpe zwei mit H₂O beschickte Waschflaschen eingeschaltet wurden. Die Luft wurde so abgesogen, daß die in den Waschflaschen aufsteigenden Gasblasen noch gezählt werden konnten.

I. Versuch: Drei Pastillen im Gewichte von 2·762 g. Nach vierstündigem Absaugen hatten sie 0·0089 g an Gewicht verloren, die Luft unter der Glocke zeigte beim Abheben intensiven Formaldehydgeruch, in die Waschflaschen war nicht eine Spur Formaldehyd übergegangen.

II. Versuch: Drei Pastillen = 2·7531 g. Nach 30 Stunden Gewichtsverlust = 0·04 g. In den Waschflaschen kein Formaldehyd.

III. Versuch: Statt der conc. H₂SO₄ wurde eine Schale mit H₂O unter die Glocke gestellt, sonst wie früher. Drei Pastillen = 2·6685 g. In der Luft nach 30 Stunden: 0·04 g; in der Schale: 0·027 g, in den Waschflaschen kein Formaldehyd.

Wir können vorläufig noch keine Vermutung über die Ursache dieses merkwürdigen Phänomens äußern.

zeigte, erreicht worden, daß aus der Lösung mehr Aldehyd an das Luftvolumen abgegeben worden war. Es wurden nun in der Folge zwei gleich große und gleich montierte Versuchsglocken unter denselben Verhältnissen wie vorher, mit Formaldehyd beschickt, stehen gelassen, um zu ermitteln, ob nicht der Gehalt ihres Luftvolumens an Formaldehyd für bestimmte Temperaturen eine konstante Größe sei.

Es wurden zwei gleichgroße Glasglocken in der oben beschriebenen Weise aufgestellt, der Feuchtigkeitsbeschlag an der Glockenwandung nach Abbruch des Versuches sorgfältig in eines der Gefäße abgespritzt und der Inhalt beider Gefäße titriert. Die Differenz zwischen dem verwendeten Formaldehydquantum und der nun ermittelten Menge mußte der Gehalt des Luftvolumens der Glocken an diesem Gase sein. Verwendet wurden stets 5 cm^3 4%ige Formaldehydlösung, mithin 0.2 g Formaldehyd.

	I. Glocke	II. Glocke	I. Glocke	II. Glocke	I. Glocke	II. Glocke
Datum des Versuches	19. XI. bis 3. XII. 1906		3. XII. bis 17. XII.		17. XII. bis 31. XII	
Schale und Glas rüchtitriert..	59.4 cm^3	58.6 cm^3	59.8 cm^3	58.8 cm^3	62.8 cm^3	62.2 cm^3
Blinde Probe..	$100 \text{ cm}^3 \text{ J}$ $= 192.4 \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	$100 \text{ cm}^3 \text{ J}$ $= 193.2 \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	$100 \text{ cm}^3 \text{ Jodlösung}$ $= 193.2 \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	$100 \text{ cm}^3 \text{ Jodlösung}$ $= 192.70 \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	$100 \text{ cm}^3 \text{ J entsprechen}$ $192.70 \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	$100 \text{ cm}^3 \text{ J entsprechen}$ $192.70 \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
Dah. verbraucht	133 cm^3	133.8 cm^3	133.4 cm^3	134.4 cm^3	129.9 cm^3	130.5 cm^3
HCOH	In den Gefäßen	0.186982 g	0.187322 g	0.18676 g	0.18816 g	0.181861 g
	In der Luft ..	0.013018 g	0.012678 g	0.01324 g	0.01184 g	0.017305 g
Temperatur ...	$12-14^0$	$12-14^0$	$9-15^0$	$9-15^0$	$9-20^0$	$9-20^0$

(Schluß folgt.)

Das pflanzenphysiologische Institut der k. k. deutschen Universität in Prag.

(Mit drei Ansichten und zwei Plänen.)

Von A. Nestler (Prag).

Am Schlusse seiner historischen Skizze über die Entwicklung der Lehrkanzel für Anatomie und Physiologie der Pflanzen an der k. k. deutschen Karl-Ferdinands-Universität in Prag schrieb 1899 H. Molisch¹⁾: „Auf eine Schilderung des pflanzenphysiologischen Institutes nach seiner Anlage und inneren Ausgestaltung kann

¹⁾ H. Molisch, Historische Skizze über die Entwicklung der Lehrkanzel für Anatomie und Physiologie der Pflanzen an der k. k. deutschen Karl-Ferdinands-Universität in Prag. Sonderabdruck aus der anlässlich des Regierungsjubiläums Seiner Majestät von dem akademischen Senat herausgegebenen Festschrift. S. 5.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichische Botanische Zeitschrift = Plant Systematics and Evolution](#)

Jahr/Year: 1909

Band/Volume: [059](#)

Autor(en)/Author(s): Grafe Viktor, Portheim Leopold Ritter v.

Artikel/Article: [Orientierende Untersuchungen über die Einwirkung von gasförmigem Formaldehyd auf die grüne Pflanze. 19-25](#)