

Ueber die Zusammensetzung einiger Nektar-Arten.

Von

A. von Planta.

(Aus dem agricultur-chemischen Laboratorium des Polytechnikums in Zürich.)
(Der Redaction zugegangen am 12. Februar 1886.)

Ueber die chemische Zusammensetzung des Nektars der Pflanzen besitzen wir auf Grund früherer Untersuchungen nur unvollständige Kenntnisse. Die Literatur über den Nectar ist freilich ziemlich umfangreich; die Angaben aber, welche in den bezüglichen Arbeiten, so z. B. in dem schönen Werk von Gaston Bonnier, «Les Nectaires, Etude critique anatomique et physiologique» (einer gekrönten Preisschrift der Academie der Wissenschaften zu Paris)¹⁾, zu finden sind, betreffen weit mehr die botanische als die chemische Seite des Gegenstandes. Worin der Grund dafür liegt, ist leicht zu errathen; es ist im Allgemeinen sehr schwer, von einer Pflanze den Nektar in einer für die chemische Untersuchung genügenden Menge rein zu gewinnen. Doch machen einige Gewächse eine Ausnahme; vor allem ist hier zu nennen die am Cap der guten Hoffnung einheimische *Protea mellifera*, deren Blüthen den Nektar so reichlich enthalten, dass man ihn leicht in grösserer Quantität zu sammeln vermag.

Im Verfolg meiner Studien über den Haushalt der Bienen war es mir von Interesse einige Arten des bekanntlich zur Honigbereitung dienenden Nektars auf ihre Bestandtheile untersuchen zu können. Als günstigstes Untersuchungsobject musste der Nektar der *Protea mellifera* erscheinen; nach

¹⁾ Erschienen zu Paris bei M. Masson 1879.

längerem Bemühen gelang es mir durch die Vermittlung einiger später noch zu nennenden Personen denselben in ausreichender Menge zu erhalten. Ausserdem untersuchte ich den Nektar zweier in unsern Gärten oder Gewächshäusern sich findenden Pflanzen der *Bignonia radicans* und der *Hoya carnosa*. Endlich wurden noch einige Bestimmungen in den Nektar-haltigen Flüssigkeiten ausgeführt, welche man durch Behandeln von Blüten mit destillirtem Wasser erhält.

Die nachfolgende Arbeit wurde unter Beihülfe von Prof. E. Schulze ausgeführt; die botanischen Aufschlüsse verdanke ich der Gefälligkeit der Herren Prof. C. Cramer und Dr. Dufour am eidgen. Polytechnikum.

I. Nektar de *Protea mellifera*.

Botanisches. Der Gefälligkeit des Herrn Prof. C. Cramer verdanke ich folgende Notizen: «Es gibt eine grosse Zahl (ca. 60) *Protea*-Arten; alle leben in Afrika. Honig liefert nicht nur *Protea mellifera*, sondern auch andere. In seiner *Flora capensis*¹⁾ sagt Thunberg über *Protea mellifera* (Zuckerbosches, Zuckerboom, Tulpboom): dieselbe blüht hauptsächlich im Herbst, im März und den folgenden Monaten. Die Blütenköpfchen sind zur Blüthezeit oft zur Hälfte mit wässrigem Honigsaft angefüllt, welcher von Insekten und Unreinigkeiten durch Filtration befreit und auf gelindem Feuer eingedickt einen vorzüglichen Syrup liefert, der gegen Husten und andere Brustkrankheiten getrunken wird. Aehnliches berichtet er von *Protea speciosa*, welche im April blüht. Gleiche Angaben finden sich bei Bischoff (Lehrbuch der Botanik Bd. 3, 1848) der hierzu auch mehrere neuholländische Banksien rechnet, sowie bei Oken und Schnitzlein. In Le Maout et Decaisne, *Traité générale de Botanique* 1868, heisst es: Banksia- und *Protea*-Arten destilliren grosse Mengen eines zuckrigen Saftes, welchen die Bienen begierig einsammeln. Der von *Protea mellifera*, *lepidocarpon*. und *speciosa* wird am Cap der guten Hoffnung unter dem Namen

¹⁾ Stuttgart 1873.

Sirup de Protea, Boschjesstroop, als Brustmittel angewendet. Im *Botanical Magazine* aus der früheren Periode (1795, 1803 und 1809) finden sich Abbildungen verschiedener Protea-Arten.

Einem Brief des Herrn Hickel, Missionär einer Herrenhuterstation im Caplande, entnehme ich noch folgende Angaben über *Protea mellifera*: «Die Pflanze ist strauchartig und durchschnittlich 6 Fuss hoch; sie wächst am besten im Sande (in der Niederung am Meer und gegen die Berghöhen hinan). Die Blüthe ist ein grosser Kelch, 9 Zoll lang, 5 Zoll im Durchmesser, unten heller und nach der Spitze dunkler, meist rosa oder gelb. Die Blätter des Strauches sind nicht schön, überhaupt macht der Strauch keinen anziehenden Eindruck. Beim Sammeln des Nektars wird die Blüthe abgerissen und der im Kelch befindliche Nektar ausgeschüttet.»

A. Untersuchung des zur Syrup-Consistenz eingedampften Nektars.

Ich erhielt den Nektar der *Protea mellifera* zuerst nur in derjenigen Form, in welcher er in der Capstadt verkauft wird, nämlich eingedickt bis zur Syrup-Consistenz. Durch Vermittlung des Herrn Missionsdirectors v. Dewitz in Niesky kam ich im Sommer 1883 in den Besitz von 2 Flaschen solchen Proteasyrups. Der Inhalt der einen Flasche wog 922 gr, derjenige der andern 1055 gr. In beiden Flaschen fand sich eine starke krystallinische Ausscheidung, über deren Natur später Näheres mitgetheilt werden wird. Aus der einen Flasche brachte ich dieselbe heraus und befreite sie durch Abpressen zwischen Filtrirpapier möglichst vom anhängenden Syrup; sie wog 115,9 gr. (= 11,98 Procent des Flascheninhaltes). Die zweite Flasche wurde in warmes Wasser gestellt, bis die Krystalle sich wieder in dem Syrup aufgelöst hatten; die so erhaltene, in ihrer Beschaffenheit dem ursprünglichen Proteasyrup entsprechende Flüssigkeit wurde filtrirt, um eine Menge suspendirter Stoffe (Pollenkörner etc.)

zu beseitigen und sodann zur Ausführung analytischer Bestimmungen benutzt.

Ueber die Eigenschaften dieses Syrups ist Folgendes anzugeben: Derselbe bildete eine dunkelbraune Flüssigkeit von aromatischem, an Bananen erinnernden Geruch und angenehmem süßem Geschmack. Das spezifische Gewicht desselben, bestimmt mit Hülfe eines Pyknometers bei 15° war = 1,375 (eine zweite, in einem 20-cbm.-Fläschchen ausgeführte Bestimmung ergab die Zahl 1,372). Eine wässrige Lösung des Syrups zeigte schwachsaure Reaction; sie gab weder mit Bleiessig und salpetersaurem Quecksilberoxyd noch mit Phosphorwolframsäure (unter Zusatz von Schwefel- oder Salzsäure) einen Niederschlag; Eiweisskörper fehlten also hier vollständig. Es waren aber überhaupt keine stickstoffhaltigen Stoffe vorhanden; zwei nach der Methode von Kjeldahl ausgeführte Bestimmungen hatten ein ganz negatives Resultat.

Ich bestimmte im Syrup den Gehalt an Trockensubstanz, an Zucker und an Aschebestandtheilen. Zur Bestimmung des Trockengehalts wurde die wässrige Lösung von 0,5183 gr. Syrup unter Zusatz von etwas reinem Sand in einem Platinschälchen eingedunstet, der Rückstand sodann bis zur annähernden Constanz des Gewichts bei 100° getrocknet. Ich erhielt 0,3805 gr. Trockensubstanz = 73,41% des Syrups. Zwei andere Bestimmungen ergaben 73,03% und 73,06% Trockensubstanz. Der mittlere Trockengehalt betrug demnach 73,17%.

Zur Bestimmung des Gehalts an reducirendem Zucker (Glykose) wurden 20 cbm. Syrup = 27,44 gr. mit Wasser auf das 500fache des Volumens verdünnt, die so erhaltene Flüssigkeit (welche nur noch schwache Färbung zeigte) mit Fehling'scher Lösung titrit, unter Befolgung der von Soxhlet gegebenen Vorschriften. Von jener Flüssigkeit waren 26 cbm. erforderlich, um 10 cbm. Fehling'scher Lösung (entsprechend 0,05 gr. Glycose) zu reduciren. Demnach enthielten 20 cbm. Syrup (= 27,44 gr.) 19,2306 gr. Glykose.

Aus diesen Zahlen berechnet sich für den Syrup ein Gehalt von

70,08 % Glykose

1000 ccm. der durch Verdünnen des Syrups mit Wasser erhaltenen Flüssigkeit wurde zur Inversion von etwa vorhandenem Rohrzucker mit $\frac{1}{2}$ Normalsalzsäure in dem von Soxhlet angegebenen Mengeverhältniss $\frac{1}{2}$ Stunde lang erhitzt, dann neutralisirt und wieder auf 1000 ccm. gebracht, hierauf mit Fehling'scher Lösung titirt. Zur Reduction von 10 ccm. der letztern Lösung waren nun 25,5 ccm. der Zuckerslösung erforderlich.

Aus diesen Zahlen berechnet sich für den mit Salzsäure behandelten Syrup ein Gehalt von 71,46 % Glykose. Durch das Erhitzen mit Salzsäure ist demnach der Glykosegehalt um 1,38 % vermehrt worden. Es darf wohl als berechtigt betrachtet werden, dass man dieses plus an Glykose (durch Multiplication mit 0,95) auf Rohrzucker berechnet. Demnach enthielt der Syrup

70,08 % Glykose,

1,31 % Rohrzucker,

zusammen 71,39 % Zucker.

Vergleicht man diese Zahl mit dem Trockengehalt des Syrups (= 73,17 %), so sieht man, dass neben Zucker nur höchst geringe Mengen anderer Bestandtheile im Syrup sich vorfinden.

Ueber die Natur des im Syrup vorhandenen Zuckers gab die Untersuchung der aus dem Syrup ausgeschiedenen Krystalle noch nähern Aufschluss. Diese Krystalle erwiesen sich nämlich als Traubenzucker (Dextrose).

Ueber den Gang, welcher bei Untersuchung dieser Krystalle eingehalten wurde, ist folgendes anzugeben: Nachdem aus der einen der beiden mir zugekommenen Flaschen der flüssig gebliebene Theil des Syrups ausgegossen war, wurde die Flasche zerschlagen, die in derselben befindliche Krystallmasse herausgenommen und durch Abpressen zwischen Fließpapier so vollständig wie möglich vom anhängenden Syrup befreit. Ich erhielt so 115,9 gr. einer nur noch schwach

gefärbten Zuckermasse. Dieselbe wurde wiederholt mit kochendem 94procentigem Alkohol behandelt, die so gewonnenen Lösungen vom ungelöst gebliebenen Theile des Zuckers abfiltrirt und dann über Schwefelsäure gestellt. Der aus diesen Lösungen auskrystallisirte Zucker wurde durch Wiederholung des Umkrystallisirens weiter gereinigt. Ich erhielt ihn so in ganz farblosen, kleinen prismatischen Krystallen. Dieselben waren nicht gut genug ausgebildet, um gemessen werden zu können (auch dann nicht, als sie aus Methylalcohol umkrystallisirt worden waren); dass aber Traubenzucker vorlag, liess sich durch anderweitige Prüfung derselben mit Sicherheit feststellen.

Ich bestimmte zunächst das Verhalten des Zuckers gegen Fehling'sche Lösung. Zur Reduction von 10 cbem. dieser Lösung waren 0,05 gr. Zucker erforderlich; demnach besass der Zucker das Reductionsvermögen der Dextrose. Durch Erhitzen mit Säuren wurde sein Reductionsvermögen nicht geändert.

Das Drehungsvermögen des Zuckers wurde mit Hülfe eines Soleil-Ventzke'schen Polarisationsapparates bestimmt. Für die Bestimmung diente ein Präparat, welches dreimal aus Weingeist umkrystallisirt worden war. Eine Lösung, welche in 20 cbem. 2,0035 gr. Substanz enthielt, drehte bei 17° im 200 mm.-Rohr $30,3^{\circ}$ nach rechts. Daraus berechnet sich $\alpha_D = 52,3$, eine Zahl, welche den von Tollens für Traubenzucker angegebenen Werthen sehr nahe liegt¹⁾. Die frisch bereitete Lösung besass ein stärkeres Drehungsvermögen; demnach zeigte der Zucker die bekanntlich der Dextrose zukommende Erscheinung der Birotation.

Die Phenylhydrazin-Verbindung des Zuckers, welche durch Erwärmen einer mit etwas salzsaurem Phenylhydrazin und etwas essigsaurem Natrium vermischten Zuckerlösung dargestellt wurde, zeigte die Eigenschaften der Phenylhydrazin-Verbindung des Traubenzuckers (sie schmolz bei 203°).

¹⁾ Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, Bd. 9, S. 1531.

Wenn schon diese Ergebnisse zu dem Schlusse führen müssen, dass die aus dem Syrup auskrystallirte Zuckerart Dextrose war, so wird jeder Zweifel beseitigt, wenn zu den vorher angeführten Thatsachen noch die Ergebnisse einiger Versuche hinzugenommen werden, welche Herr Prof. Kiliani in München mit dem fraglichen Zucker ausgeführt hat. Seiner gefälligen brieflichen Mittheilung entnehme ich folgendes:

Erhitzt man den Zucker mit 3 Th. Salpetersäure vom specifischen Gewicht 1,2 mehrere Tage im Wasserbade auf 40—60°, neutralisirt dann die Lösung durch reine Pottasche und übersättigt sie hierauf mit Essigsäure, so scheidet sich im Verlauf von wenigen Stunden eine reichliche Menge von saurem traubensaurem Kalium in den bekannten characteristisch geformten Nadelchen aus. Löst man 1 Th. des Zuckers in 5 Th. Wasser und fügt dann 2 Th. Brom hinzu, so verschwindet das letztere in ca. 6—10 Stunden. Nach Verjagung des noch gelösten Broms durch schwaches Erwärmen und nach Entfernung der gebildeten Bromwasserstoffsäure durch Silberoxyd enthält die Flüssigkeit eine beträchtliche Menge von Glykonsäure, welche durch die Analyse des characteristischen, nach Herzfeld (Liebig's Annalen Bd. 220, S. 343) gereinigten Kalksalzes identificirt wurde: 0,2669 gr. des über Schwefelsäure getrockneten Salzes lieferten 0,0336 gr. CaO

	berechnet für:	gefunden:
	$(C_6 H_{11} O_7) 2 Ca + H_2 O$	
CaO	12,5%	12,59%

Demnach kann es keinem Zweifel unterliegen, dass der Zucker Traubenzucker ist.

Die Prüfung des Proteasyrups im Polarisationsapparat zeigte, dass derselbe ziemlich stark linksdrehend war, Um die Bestimmung ausführen zu können, musste der Syrup entfärbt werden; dies gelang durch Behandeln mit Thierkohle. 10 cem. Syrup werden mit Wasser auf 50 cem. verdünnt; die so erhaltene, durch Thierkohle entfärbte Lösung drehte im Soleil-Ventzke'schen Polarisationsapparat im 200 mm. Rohr 18° nach links.

Hält man dieses Resultat mit der Thatsache zusammen, dass aus dem Proteasyrup Dextrose auskrystallisirt, so muss man es für sehr wahrscheinlich erklären, dass neben dieser Zuckerart im Syrup Levulose sich vorfindet. Es scheint, dass Levulose und Dextrose nicht in demjenigen Mengenverhältniss vorhanden sind, in welchem sie durch Inversion des Rohrzuckers entstehen, sondern dass die Levulose überwiegt; andernfalls könnte der Syrup nicht stark linksdrehend sein.

Prüfung auf Ameisensäure: Da im Bienenhonig eine geringe Menge von Ameisensäure nachzuweisen ist, so war es von Interesse, den Syrup auf einen Gehalt an dieser Säure zu untersuchen. Eine Quantität des Syrups wurde im Wasserdampfstrom der Destillation unterworfen, das Destillat nach Zusatz von etwas Silbernitrat erhitzt. Es trat eine schwache Reduction der Silberlösung ein. Es kam mir jedoch der Gedanke, dass diese Erscheinung vielleicht durch einen flüchtigen Körper bewirkt sein könnte, welcher mit überdestillirte und sich zum Theil in der Kühlröhre als weisser Anflug absetzte. Ich verdampfte daher das Destillat nachdem es zuvor durch Soda neutralisirt worden war zur Entfernung jenes flüchtigen Körpers im Wasserbade, destillirte den Rückstand aufs Neue mit Schwefelsäure und erwärmte das nun erhaltene Destillat wieder mit Silberlösung. Es trat nun keine Reduction ein; demnach war keine Ameisensäure vorhanden.

Um die Menge des im Vorigen erwähnten flüchtigen Körpers zu bestimmen, welcher wahrscheinlich den angenehmen fruchtartigen Geruch des Syrups bedingte, schüttelte ich den mit Wasser verdünnten Syrup mit Aether aus. Die aetherische Lösung wurde der Destillation unterworfen, der Rückstand über Schwefelsäure getrocknet. 81 gr. Syrup gaben so 0,0755 gr. Rückstand. Es ist anzunehmen, dass ein grosser Theil dieses flüchtigen Körpers bei dem im Caplande erfolgten Eindunsten des Protea-Nektars zur Syrupconsistenz verloren gegangen ist.

Bestimmung des Aschegehaltes. 63 gr. Proteasyrup gaben beim Veraschen in einer Platinschale 0,6806 gr. Rückstand; darin waren 0,0123 gr. Sand enthalten. Der Gehalt des Syrups an reiner Asche beträgt demnach 1,06 % = 1,45 % der Trockensubstanz. Die wässrige Lösung der Asche reagirte stark alkalisch. In dieser Lösung wurden Phosphorsäure, Schwefelsäure, Salzsäure, Kali, Natron, Kalk Magnesia nachgewiesen. Einige quantitative Bestimmungen, deren Genauigkeit jedoch durch den Umstand beeinträchtigt wird, dass nur eine geringe Substanzmenge angewendet werden konnte, gaben folgende Resultate:

	In 100 Theilen Asche:
Phosphorsäure	1,04 Th.
Schwefelsäure	4,64 „
Chlor	7,85 „
Kali	15,00 „

Schliesslich sei noch der Gehalt des nichtfiltrirten Syrups an suspendirten Stoffen (Pollenkörner etc.) aufgeführt. 64 gr. Syrup gaben 0,1982 gr. Filtrerrückstand. Nachdem von Herrn Prof. C. Cramer mir gemachten Mittheilungen stimmten die aus dem Syrup abfiltrirten Pollenkörner im Aussehen unter dem Microscop vollständig mit den Pollen der *Protea mellifera* aus der hiesigen botanischen Sammlung überein — eine Thatsache, welche als ein Beweis für die Echtheit des Syrups angesehen werden kann.

B. Untersuchung des frischen Proteanektars.

Mit den im Vorigen mitgetheilten Versuchsergebnissen konnte ich mich noch nicht begnügen; es erschien mir wünschenswerth Proteanektar zu untersuchen, welcher nicht zuvor einer Eindampfoperation unterworfen worden war. Dieses Ziel liess sich nur erreichen, indem auf den frisch eingesammelten Nektar eine der üblichen Conservirungsmethoden angewendet und derselbe dadurch befähigt wurde, den weiten Transport ohne Veränderung zu ertragen. Während ich verhältnissmässig leicht in den Besitz des Proteasyrups gelangt war, fiel es mir sehr schwer, frisch conservirten Proteanektar zu erhalten. Nur der Ausdauer und Willenskraft des Herrn

Missionsdirectors v. Dewitz in Niesky, sowie der Herren Hickel und Hettasch, Missionäre der Herrnhuterstationen im Capland verdanke ich es, dass mein Wunsch sich erfüllen liess. Ich sage diesen Herrn hiermit öffentlich meinen warmen Dank.

Zunächst frug es sich, wie conserviren? Ich schlug den obengenannten Herren vor, den frisch eingesammelten Nektar in kleine Blechbüchsen von 9 cm. Höhe und 5 cm. Durchmesser einzufüllen, sodann die Büchsen zuzulöthen und $1\frac{1}{2}$ —2 Stunden lang im kochendem Wasser zu erhitzen. Dieses Verfahren erwies sich auch als geeignet. Welche Schwierigkeiten aber der Durchführung meines Vorschlages aus den an Ort und Stelle obwaltenden Verhältnissen erwachsen, davon hat Herr Missionar Hickel in einem Briefe eine interessante Schilderung entworfen. Schliesslich aber wurde das vorgesteckte Ziel erreicht und im August 1885 sah ich mich im Besitz von 3 Büchsen mit Nektar. Die bei Untersuchung des letztern erhaltenen Resultate theile ich in Folgendem mit. Der Nektar bildete eine gelbliche, nicht ganz klare Flüssigkeit; er besass ebenso wie der Proteasyrup einen aromatischen, an Bananen erinnernden Geruch und einen sehr angenehmen süssen Geschmack; die Reaction war sehr schwach sauer. Nach der Filtration durch Papier zeigte er nur noch eine ganz schwache Trübung. Die auf dem Filter zurückgebliebene geringe Substanzmenge zeigte unter dem Mikroskop Pollenkörner und Sprosshefepilze; letztere waren aber, wie einige von Herrn Dr. Dufour ausgeführte Versuche zeigten¹⁾, abgestorben (die Conservirungsmethode war also von Wirkung gewesen). Der filtrirte Nektar gab weder mit Bleiessig

¹⁾ Diese Versuche wurden in folgender Weise ausgeführt: Eine der mit Nektar gefüllten Büchsen wurde mittelst einer Pfieme angebohrt, etwas von dem Nektar mittelst einer Pipette herausgenommen und auf das Filter gebracht; Pipette, Trichter, Filter etc. waren zuvor bei 160° sterilisirt. Etwas von dem Filtrerrückstand sowie auch etwas flüssiger Nektar wurden in sterilisirte Glasschalen gebracht, mit Buchner'scher Nährgelatine beschickt und mehrere Tage sich selbst überlassen. Es war keine Entwicklung von Pilzen zu bemerken; demnach waren dieselben als abgestorben zu betrachten.

und salpetersaurem Quecksilberoxyd, noch mit Phosphorwolframsäure (unter Zusatz von Salzsäure oder Schwefelsäure) einen Niederschlag. Für das spezifische Gewicht wurden mittelst einer Westphal'schen Waage bei 15° C folgende Zahlen gefunden:

Nektar aus Büchse I	1,078.
.. II	1,078.
.. III	1,077.

Bestimmung des Gehalts an Trockensubstanz: 3,910 gr. Nektar (aus Büchse II) gaben, zuerst über Schwefelsäure, dann bei 100° bis zur annähernden Constanz des Gewichtes getrocknet, 0,6906 gr. = 17,66 % Trockensubstanz.

Bestimmung des Zuckergehaltes: 10 cbcm. Nektar (aus Büchse I) wurden mit Wasser auf 500 cbcm. verdünnt. Von dieser Flüssigkeit waren 13,55 cbcm. erforderlich zur Reduction von 10 cbcm. Fehling'scher Lösung (entsprechend 0,05 gr. Glykose). Demnach enthielten 10 cbcm. Nektar 1,84 gr. Glykose. Da nun diese 10 cbcm. Nektar 10,78 gr. wogen, so berechnet sich für den Nektar ein Gehalt von 17,06 % Glykose. Eine mit dem Nektar aus Büchse II ausgeführte Bestimmung ergab das gleiche Resultat.

Der Gehalt des Nektars an Glykose betrug also 17,06 %. Vergleicht man diese Zahl mit Trockensubstanzgehalt (17,66 %), so sieht man, dass neben Zucker nur sehr geringe Mengen anderer Stoffe vorhanden waren.

Das Vorhandensein von Rohrzucker liess sich nicht mit Sicherheit nachweisen. Dass in dieser Hinsicht der frische Nektar eine Verschiedenheit vom Protea-Syrup zeigte, kann nicht auffallen. Es ist ja möglich, dass der Nektar der gleichen Pflanze zu verschiedenen Zeiten nicht genau die gleiche Zusammensetzung besitzt, dass er also in einem Zeitpunkt etwas Rohrzucker enthält, in einem ändern dagegen nicht (welche Annahme auch mit den von Bonnier in seinem oben citirten Werk gemachten Angaben übereinstimmt). Möglich wäre es auch, dass eine geringe in dem frischen Proteanektar enthaltene Rohrzuckermenge beim Erhitzen desselben in den zugelöteten Blechbüchsen invertirt worden ist.

Bestimmung des Drehungsvermögens: Da der Nektar auch nach der Filtration durch Papier nicht völlig wasserklar war, so musste er, um im Polarisationsapparat geprüft zu werden, in irgend einer Weise geklärt werden. Eine abgemessene Menge desselben wurde daher mit einigen Tropfen Gerbsäurelösung, dann mit etwas Bleizucker versetzt, die Flüssigkeit mit sammt dem Niederschlage auf ein bestimmtes Volumen aufgefüllt, dann filtrirt. Das wasserklare Filtrat diente zur Bestimmung des Drehungsvermögens im Soleil-Ventzke'schen Polarisationsapparat.

a. 15 ccm. Nektar aus Büchse I wurden nach Zusatz von Gerbsäure und Bleizucker auf 20 ccm. aufgefüllt. Das Filtrat drehte im 200 mm.-Rohr (bei 17°) $14,3^{\circ}$ nach links. Für den unverdünnten Nektar berechnet sich daraus eine Ablenkung von $19,1^{\circ}$ nach links.

b. 50 ccm. Nektar aus Büchse II wurden nach Zusatz von Gerbsäure und Bleizucker auf 65 ccm. gebracht. Das Filtrat drehte im 200 mm.-Rohr 15° nach links. Für den unverdünnten Nektar berechnet sich daraus eine Ablenkung von 18° nach links.

Der Nektar war also ebenso wie der Proteasyrup stark linksdrehend. Demnach ist anzunehmen, dass in ihm mehr Levulose als Dextrose enthalten war.

Eine auffallende Thatsache ist, dass der Nektar schon in der Kälte rasch Fehling'sche Lösung reducirte.

Bestimmung des Aschegehaltes: 50 ccm. Nektar lieferten 0,1357 gr. = 0,2518 % Asche. Die Trockensubstanz des Nektars enthielt also 1,43 % Asche, während in der Trockensubstanz des Proteasyrups 1,45 % Asche gefunden wurden.

Eine Prüfung des Nektars auf Ameisensäure, ausgeführt unter denselben Vorsichtsmassregeln, wie sie oben beim Proteasyrup bei der Prüfung auf Ameisensäure angegeben worden sind (d. h. also unter Entfernung des dort erwähnten flüchtigen Körpers) ergab ein negatives Resultat.

Vergleicht man die bei Untersuchung des conservirten Nektars erhaltenen Resultate mit denjenigen, welche bei Untersuchung des Proteasyrups sich ergaben, so zeigt sich, abgesehen von dem sehr ungleichen Wassergehalt, keine als wesentlich zu bezeichnende Differenz; alles spricht dafür, dass auch der Proteasyrup ächt und unverfälscht war.

II. Nektar der *Hoya carnosa*.

Dieser Nektar wurde aus den Blütenkelchen eines im Zimmer gezogenen Exemplars der *Hoya carnosa* durch aufsaugen mittelst einer Glaspipette gewonnen. Da ich verhindert war, denselben sofort zu untersuchen, so wurde er in einer ganz flachen Glasschale über Schwefelsäure gestellt. Er trocknete hier schnell zu einer wasserklaren farblosen Masse ein; 5,4414 gr. des frischen Nektars gaben so 2,4414 gr. solchen Rückstands. Bei Beginn der Untersuchung wurde der letztere in Wasser gelöst, die Lösung auf 50 cbcm. verdünnt.

Bestimmung des Gehalts an Trockensubstanz: 5 cbcm. jener Lösung gaben beim Eindampfen in einem Platinschälchen unter Zusatz von etwas reinem Sand 0,2220 gr. Trockensubstanz. Für den frischen Nektar berechnet sich daraus ein Trockengehalt von 40,77 %.

Bestimmung des Drehungsvermögens: Die obige Lösung drehte im Soleil-Ventzke'schen Polarisationsapparat im 200 mm.-Rohr 12° nach rechts.

Bestimmung des Zuckergehaltes: 40 cbcm. der obigen Lösung wurden auf 400 cbcm. verdünnt. 46 cbcm. dieser verdünnten Lösung waren erforderlich für die Reduction von 5 cbcm. Fehling'scher Lösung. Daraus berechnet sich für den frischen Nektar ein Glykosegehalt von 4,99 %.

100 cbcm. der obigen verdünnten Lösung wurden nun mit 6 cbcm. $\frac{1}{2}$ Normalsalzsäure $\frac{1}{2}$ Stunde lang erhitzt, dann neutralisirt und auf 150 cbcm. aufgefüllt. 16,2 cbcm. dieser Lösung genügten zur Reduction von 10 cbcm. Fehling'scher Lösung.

5,4441 gr. des frischen Nektars enthielten demnach:

Glykose nach der Inversion	2,3150 gr.
„ vor „	0,2717 „
Differenz	2,0433 gr.

Rechnet man diese Differenz durch Multiplication mit 0,95 auf Rohrzucker um, so findet man 1,9411 gr. Rohrzucker. Aus diesen Daten, berechnen sich für den frischen Nektar folgende Procentzahlen:

Gehalt an Rohrzucker	35,65 %
„ „ Glykose	4,99 %
Zusammen	40,64 %

Der Gehalt frischen Nektars an Trockensubstanz beträgt, wie oben angegeben wurde, 40,77 %. Man sieht, dass neben Zucker nur ausserordentlich geringe Mengen anderer Stoffe sich vorfinden.

Bestimmung des Aschegehaltes: 5,2 ccm. der obigen Lösung gaben 0,0006 gr. Asche = 0,105 % (natürlich kann diese Bestimmung nicht auf Genauigkeit Anspruch machen, weil für dieselbe nur eine so geringe Substanzmenge angewendet werden konnte).

III. Nektar der *Bignonia radicans*.

Durch Herrn Jäggi, Conservator der botanischen Sammlung, wurde ich auf obige, im hiesigen botanischen Garten cultivirte Pflanze aufmerksam gemacht. Aus den Blütenkelchen derselben liess sich der Nektar leicht durch Absaugen mittelst einer Pipette gewinnen. Derselbe war nach der Filtration klar und nicht gefärbt. Er gab weder mit Bleiessig noch mit salpetersaurem Queksilberoxyd einen Niederschlag. Sein Drehungsvermögen wurde in einer mit gleich viel Wasser verdünnten Probe bestimmt; die Flüssigkeit drehte im Soleil-Ventzke'schen Polarisationsapparat im 200 mm.-Rohr 1° nach links.

Für die nachfolgenden analytischen Bestimmungen diente der wasserhelle Syrup, welcher durch Eintrocknen von 3,8720 gr. frischen Nektars in einer flachen Glasschale über Schwefelsäure erhalten worden war. Dieser Syrup wurde bei Beginn

der Untersuchung in Wasser gelöst, die Lösung auf 200 ccm. verdünnt.

Bestimmung des Gehalts an Trockensubstanz: 25 ccm. der obigen Lösung geben beim Eindampfen in einem Platinschälchen unter Zusatz von etwas Sand und Austrocknen des Rückstands bei 100° 0,0750 gr. Trockensubstanz. Demnach enthielt der frische Nektar 15,30 % Trockensubstanz.

Bestimmung des Zuckergehalts: 17,4 ccm. der obigen Lösung waren erforderlich, um 10 ccm. Fehling'sche Lösung (= 0,05 gr. Glykose) zu reduciren. Demnach enthielt der frische Nektar 14,84 % Glykose.

60 ccm. der obigen Lösung wurden mit 3 ccm. $\frac{1}{2}$ Normalsalzsäure $\frac{1}{2}$ Stunde lang erhitzt, dann neutralisirt und auf 80 ccm. aufgefüllt. Zur Reduction von 10 ccm. Fehling'scher Lösung waren von jener Flüssigkeit 22,5 ccm. erforderlich. Aus diesen Daten berechnet sich Folgendes:

Glykose nach der Inversion	15,30%
„ vor „ „	14,84%
Differenz	0,46%

Aus dieser Differenz berechnet sich (durch Multiplication mit 0,95) für den frischen Nektar ein Gehalt von 0,437 % Rohrzucker. Der Gehalt des frischen Necktars an Gesamtzucker beträgt also 15,27 %.

Bestimmung des Aschegehaltes: 25 ccm. der obigen Lösung (welche 3,8720 gr. frischen Nektar in 200 ccm. enthielt) geben 0,0022 gr. Asche. Der frische Nektar enthält demnach 0,45 %, die Trockensubstanz desselben 3,00 % Asche.

Ebenso wie der Proteanektar reducirte auch der Bigonianektar schon in der Kälte rasch die Fehling'sche Lösung.

Im Vorigen sind die Resultate mitgetheilt, welche sich bei Untersuchung derjenigen Nektararten ergaben, die ich in reinem Zustand erhalten konnte. Aus den gemachten Mittheilungen ist zu ersehen, dass diese Nektararten neben Zucker

nur höchst geringe Mengen anderer Stoffe enthielten. Die Abwesenheit stickstoffhaltiger Substanzen wurde beim Proteanektar bestimmt nachgewiesen und ist auch für die beiden andern Nektararten als wahrscheinlich anzunehmen. Der Proteanektar enthielt in geringer Menge einen flüchtigen Stoff, welcher wahrscheinlich seinen aromatischen Geruch bedingt. Geringe Mengen von Aschebestandtheilen fanden sich in allen drei Nektararten vor. Was die Natur des vorhandenen Zuckers betrifft, so prävalirte im Hoyanektar der Rohrzucker; im Bignonianektar war neben Glykose nur sehr wenig Rohrzucker vorhanden und im frischen Proteanektar fehlte der letztere ganz. Dass aber auch in dieser Nektarart zuweilen Rohrzucker vorhanden ist, geht daraus hervor, dass der Proteasyrup etwas Rohrzucker enthielt. Die Zahlen, welche für den Gehalt dieser Nektararten an Trockensubstanz und an Zucker von mir gefunden wurden, stelle ich in Folgendem zusammen:

Nektarart.	Gehalt an Trockensubst.	Zucker in 100 Th. des frischen Nektars.	Zucker in 100 Th. Trockensubstanz.
Bignonia-Nektar	15,30%	14,84% Glykose, 0,43 » Rohrzucker, 15,27 %.	97% Glykose, 2,85 » Rohrzucker, 99,85 %.
Protea-Nektar	17,66%	17,06% Glykose, 0 Rohrzucker, 17,06 %.	96,60% Glykose, 0 Rohrzucker, 96,60 %.
Hoya-Nektar	40,77%	4,99% Glykose, 35,65 » Rohrzucker, 40,64 %.	12,24% Glykose, 87,44 » Rohrzucker, 99,68 %.

In seinem früher citirten Werk (auf S. 192) sagt Bonnier: das Verhältniss von Rohrzucker zur Glykose im Nektar und den Nektargefässen wechselt nicht nur bei den verschiedenen Pflanzen, sondern auch bei der gleichen Pflanze je nach dem Alter der Nektarorgane. Der Rohrzuckergehalt nimmt zu im Verhältniss der Ausbildung der Zuckerorgane, er nimmt ab

im Verhältniss, wie die Frucht zunimmt oder das Blattwerk das Ende seines Wachthums erreicht hat. Die Abnahme des Rohrzuckers geschieht durch ein Ferment, welches denselben in Glykose umwandelt. Bonnier hat dieses Ferment aus den Nektarorganen (Ovarium, Blumenblätter, Receptaculum, Kelchblätter) ausgezogen und mit demselben Rohrzucker invertirt (l. c. S. 195); auch gibt er an, dieses Ferment zur Abscheidung gebracht zu haben. Für diese Arbeiten diente ihm Helleborusniger, Hyacinthus orientalis und Primula Sinensis. Den Wassergehalt der Nektare fand Bonnier sehr wechselnd, so z. B. bei *Fritillaria imperialis* mehr als 90% Wasser, bei *Fuchsia* und *Mirabilis* sehr wenig Wasser; im Allgemeinen schwankte der Wassergehalt zwischen 60 und 85%. Aus dem Nektar von *Mirabilis*, *Fuchsia*, *Helleborusniger* und *Agave americana* konnte Bonnier den Rohrzucker in Krystallen erhalten.

IV. Bestimmung des Zuckergehalts der Flüssigkeiten, welche bei Extraction von Blüten mit Wasser erhalten werden.

Die Blüten der meisten Pflanzen enthalten den Nektar in so geringer Menge, dass man denselben durch Absaugen mittelst einer Pipette nicht gut gewinnen kann, derselbe lässt sich aber mit Wasser ausziehen. Natürlich kann das Wasser aus den Blüten auch gewisse andere Stoffe auflösen; man erhält demnach in solcher Weise nicht reine Nektarlösungen, kann aber doch durch Bestimmung des Zuckergehalts dieser Lösungen sich Aufschluss darüber verschaffen, wieviel Zucker ungefähr in Form von Nektar in den Blüten sich vorfindet. Einige solche Bestimmungen sind von mir ausgeführt worden.

a. Alpenrose (*Rhododendron hirsutum*).

215 gr. frischer Alpenrosenblüten (abgepflückt an einem trocknen Morgen) wurden mit circa 3 Liter destillirten Wassers in einer grossen Porzellanschale eine Stunde lang (unter häufigem Untertauchen in Berührung gelassen. Die Flüssigkeit wurde dann abfiltrirt, die Blüten mit der Hand so lange

abgepresst, als sie noch Flüssigkeit abgaben. Die so gewonnene Lösung, welche sehr schwach sauer reagierte, wurde mit Soda neutralisirt und im Wasserbade bis zur Trockne verdunstet; dieser Trockenrückstand diente dann später zur Zuckerbestimmung. Die beim Wiederauflösen desselben im Wasser erhaltene Lösung war stark gefärbt; sie wurde jedoch fast farblos als sie mit etwas Bleizucker versetzt, dann filtrirt und durch Einleiten von Schwefelwasserstoff vom gelösten Blei befreit worden war; sie konnte nun gut mit Fehling'scher Lösung titirt werden. Nach dem Ergebniss der Titration enthielten 26 ccm. dieser Flüssigkeit 0,10 gr. Glykose; in den ursprünglichen 350 ccm. erhalten aus 215 gr. Blüten, waren demnach 1,3461 gr. Glykose enthalten, Rohrzucker wurde nicht gefunden.

Das Gewicht von 100 Blüten betrug 7,5 gr.; in obigen 215 gr. waren demnach 2866 Stück Blüten enthalten. Dieses Quantum enthielt 1,3461 gr. Glykose. Um 1 gr. Zucker (entsprechend 1,3 gr. Honig) gewinnen zu können, müssen demnach die Bienen mindestens 2129 Alpenrosenblüthen befliegen.

b. Akazie (*Robinia viscosa*).

Verfahren genau wie beim Alpenrosennektar. 641,5 gr. frische Blüten, gesammelt an einem trockenen Morgen, wurde mit Wasser extrahirt, die Flüssigkeit enthielt 0,3570 gr. Glykose, Rohrzucker wurde nicht gefunden. 241 Blüten wogen 3,870 gr.; in obigen 641,5 gr. waren demnach 3978 Stück Blüten enthalten. Um 1 gr. Glykose (entsprechend 1,3 gr. Honig) zu gewinnen, müssen die Bienen mindestens 2000 Stück Blüten befliegen.

c. Esparsette (*Onobrychis sativa*).

Verfahren wie bei den vorigen Blüten, nur wurden hier die Blütenköpfchen gepflückt, von denen bekannt ist, dass nicht alle Einzelblüthen gleichzeitig zur Entwicklung gelangen; 345 gr. Blütenköpfchen wurden mit Wasser extrahirt; die Flüssigkeit enthielt 0,1358 gr. Glykose. 24 Blüten-

köpfchen wogen 11,02 gr. Um ein Gramm Glykose (= 1,3 gr. Honig) zu sammeln, müssen die Bienen somit 5000 Stück Blüthenköpfchen (resp. die daran eben blühenden Theile) befliegen.

Da der Bienenhonig fast ausschliesslich vom Nektar her stammt, so ist es von Interesse die Zusammensetzung beider Substanzen zu vergleichen. In der folgenden Tabelle stelle ich zunächst die für den Wassergehalt der Nektare gefundenen Zahlen mit denjenigen zusammen, welche ich früher für den Wassergehalt einiger Honigsorten erhalten habe ¹⁾.

	Nektare.	Aeltere Honige.	Jüngere Honige.
Protea-Nektar	82,34 0/0		
Hoya carnos	59,23 »		
Bignonia radicans	84,70 »		
Fritillaria imperialis	93,40 »		
Aus dem Depart. des Landes Vom Sénégäl		19,09 0/0	
Meliponenhonig		25,59 »	
Aus Graubünden 2000'		18,84 »	
Esparsette		18,61 »	21,74 0/0
Aus Graubündten 4650'		19,44 »	
» » Hochalpen		17,52 »	20,41 »
Buchweizen			21,68 »
Akazienhonig Ingolstadt			33,36 »
			20,29 »

Während somit die Nektare im Wassergehalt zwischen 59 und 93% sich bewegen, enthalten die ältern Honige nur 17—25% und die jüngern 20—21%; nur ausnahmsweise wurden in einem Falle 33% Wasser gefunden. Daraus ist zu schliessen, dass die Bienen einen beträchtlichen Theil vom Wasser des Nektars wegschaffen, während sie denselben in ihrem Honigmagen aufbewahren (dass in den 14 Tagen,

¹⁾ Diese Honigsorten, sowie auch den Nektar der Fritillaria habe ich in Gemeinschaft mit Prof. E. Erlenmeyer in München untersucht. (Deutsche Bienenzeitung 1878, Nr. 16 und 17.)

während welcher die Honigzellen offen bleiben, viel Wasser aus denselben verdunstet, ist nicht anzunehmen; auch lehrt die Untersuchung des von den Bienen frisch erbrochenen Honigs, dass derselbe schon sehr concentrirt in die Zellen abgegeben wird).

Eine Vergleichung der Nektare und des Honigs in Bezug auf den Zuckergehalt lässt sich mit Hülfe der folgenden Tabelle machen, in welcher für eine Anzahl von Honigsorten die Glykosemengen angegeben sind, welche bei Untersuchung der Honige direct vorgefunden werden oder bei der Inversion aus Rohrzucker entstehen ¹⁾).

	100 Th. Trockensubstanz enthalten Glykose:	
	vorhanden:	durch Inversion entstanden:
A. Aeltere Honige.		
Vom Departement des Landes	87,00	1,00
» Sénégal	85,40	3,70
Aus Graubündten 2000'	80,60	2,70
Esparssettehonig	88,70	0,00
Aus Graubündten 4650'	84,10	0,50
B. Jüngere Honige.		
Aus Graubündten Alpenregion	81,60	10,60
» » 2000'	81,60	9,30
» » Alpenregion	87,20	0,80

Während in manchen Nektararten der Rohrzucker in beträchtlicher Menge auftritt, findet sich derselbe nur in einigen Alpenhonigen in etwas grösserer Quantität; die meisten Honigsorten enthalten nur wenig davon und zuweilen fehlt er ganz. Es ist anzunehmen, dass bei der Honigbereitung der Rohrzucker des Nektars durch ein im Speichel der Bienen enthaltenes, dem Honig sich beimischendes Ferment nach und nach invertirt wird.

Weitere Unterschiede zwischen dem Honig und dem Nektar dürften wohl darin liegen, dass der erstere etwas

¹⁾ Siehe deutsche Bienenzeitung 1879, Nr. 12.

Stickstoff und eine geringe Menge von Ameisensäure enthält; die Abwesenheit beider Stoffe ist ja wenigstens für den Proteanektar bestimmt nachgewiesen worden. Was den Ursprung der Ameisensäure im Honig betrifft, so hat Müllenhof die Ansicht ausgesprochen, dass die Bienen vor dem Zudeckeln der Honigzellen mittelst ihres Giftstachels eine geringe Menge von Ameisensäure in den Honig hineinbringen. Dass die Ameisensäure stark antiseptische Eigenschaften besitzt, ist von E. Erlenmeyer nachgewiesen worden ¹⁾.

¹⁾ Sitzung der math.-phys. Classe der Academie der Wissenschaften in München vom 5. Februar 1875.