

werfen. Die verschiedenen Phasen einer Triebperiode sind ja nichts anderes als der Ausdruck innerer, anatomischer Veränderungen, und diese sind wieder in so enger gegenseitiger Abhängigkeit von einander, dass sie nothwendig in einer ganz bestimmten Reihenfolge auftreten und ihre Rückwirkung auf den ganzen Organismus des Baumes ausüben müssen. Die dadurch geschaffenen Veränderungen im Gesamtorganismus bilden sodann wieder die Bedingungen für den Eintritt einer neuen Wachstumsperiode, welche auf diese Weise im regelmässigen Rhythmus wiederkehrt, sofern sich die äusseren Bedingungen gleich günstig bleiben, während sie im anderen Falle einer besonderen Auslösung von Aussen bedarf.

Parà, 31. August 1898.

Bau und Functionen der Grannen unserer Getreidearten.

Von
B. Schmid
in Tübingen.

Mit 2 Tafeln.

(Fortsetzung.)

Wir wollen nun zuerst untersuchen, wie viel Aschenbestandtheile denn schon in der Pflanze vorhanden sind, bezw. wie gross der bis zur völligen Reife der Pflanze noch zu beschaffende Betrag ist zu einer Zeit, wo die Grannen die Scheide des obersten Blattes verlassen haben. Es liegen darüber genaue Untersuchungen von Fittbogen gerade über die Gerstenpflanze vor.

Fittbogen*) theilt die Vegetationszeit der in Töpfen gezogenen Gerstenpflanzen in 5 Perioden. Die Aussaat erfolgte am 30. April, am Ende der dritten Periode, den 16. Juni, sind die Grannenspitzen aus der obersten Blattscheide hervorgetreten, am Ende der 4. Periode, den 24. Juni, geht die Blütezeit zu Ende, am 16. Juli erfolgt die Ernte. (Wir dürfen für die Zeit der Entfernung der Grannen ungefähr die Mitte zwischen Periode III und IV annehmen, sie liegt wohl meist der Periode IV näher.) 100 Pflanzen am Schluss der III. Periode (16. Juni) hatten an Trockensubstanz producirt: 129,694 g, am Ende der IV. Periode 166,823 g, folglich dürfen wir für die Mitte (20. Juni) eine Production von Trockensubstanz annehmen von $\frac{296,517}{2} = 148,26$ g. Am Schluss der V. Periode betrug die geerntete Trockensubstanz 175,73 g, folglich hatte die Trockensubstanz vom 20. Juni bis 16. Juli zugenommen um 27,47 g = 19,5 Proc.

*) Altes und Neues aus dem Leben der Gerstenpflanze. (Landw. Versuchsst. Bd. XIII. 1871. 81 fl.)

Das Gewicht der Asche von 100 Pflanzen betrug

am 16. Juni	6,230 g
am 24. Juni	6,436 g
folglich am 20. Juni	6,333 g
am 16. Juli (Reife)	6,693 g
folglich Zunahme	0,36 g = 5,7 Proc.

Als die Grannen ihre volle Thätigkeit begannen, waren also schon etwa 94 Proc. der Aschenbestandtheile in der Pflanze vorhanden. Von diesen fehlenden 6 Proc. entfällt aber ein sehr grosser Theil insbesondere auf das Si, da der Kieselsäuregehalt der Asche bei älteren Pflanzen immer ein weit höherer ist, als bei jüngeren. Daraus folgt, dass die sog. nothwendigen Aschenbestandtheile in noch höherem Procentsatz als 94 Proc. in der Pflanze vorhanden sein müssen zu einer Zeit, wo die Grannen ihre starke Wasserdampfabgabe beginnen. Damit stimmt auch das Verfahren überein, das man bei der Methode der Wassercultur einzuhalten pflegt. Nach der Blütezeit setzt man die Culturobjecte gewöhnlich in destillirtes Wasser und diese vollenden in demselben ihre Ausbildung, ohne also noch irgend welche Aschenbestandtheile aufzunehmen, während die Trockensubstanz noch erheblich zunimmt. Aus dieser Betrachtung geht hervor, dass diese bedeutende Transpirationsthätigkeit der Grannen kaum dazu dient, in erster Linie die Pflanze mit Aschenbestandtheilen zu versorgen.

α. Die Kieselsäure.

Wie die Analysen ergaben, beträgt der Gehalt reifer Grannen an Kieselsäure 10—14 Proc. der Trockensubstanz, 86 Proc. der Asche. Obwohl Sachs*) für den Mais und E. Wolff und Kreuzhage**) für den Hafer die Entbehrlichkeit der Kieselsäure dargethan hatten, so war doch nicht ausgeschlossen, dass für Organe wie die Grannen das Fehlen dieses Aschenbestandtheils namhafte Abweichungen im Wachsthum und der Gestaltung im Gefolge hatte. Wolff und Kreuzhage hatten ausserdem beobachtet, dass ein Zusatz von Kieselsäure die Entnahme der übrigen Mineralsalze seitens der Pflanze, besonders aus verdünnten Lösungen, sehr erleichtert. Diese Wirkung der Kieselsäure musste auch die Wasseraufnahme und somit auch die Wasserabgabe der Culturobjecte beeinflussen. Es wurden deshalb drei Exemplare der einzeiligen Gerste, die eine ohne, die andere mit Zusatz dialysirter Kieselsäure in Nährlösung von der Keimung bis zur Milchreife erzogen. Beide Culturen wuchsen sehr üppig. 30 Tage nach der Keimung wurde die abgegebene Wasserdampfmenge jeder Cultur fast täglich, etwa 75 Tage lang, bestimmt, der Verlauf ist in beiliegender Curve dargestellt. Darnach unterschieden sich die beiden Culturen recht wenig in Bezug auf ihre Transpirationsgrösse. Blätter und Grannen der kieselarmen Cultur

*) Flora. 1862.

**) Landwirthschaftliche Versuchsstation. Band XXX. 1884.

fühlten sich weich an, ergaben aber sonst nichts Abweichendes. Die Analyse ergab Folgendes:

	Pflanzen mit Zusatz von Si O ₂	Pflanzen ohne Zu- satz von Si O ₂
Trockensubstanz	72,39 gr	72,56 gr
Stroh allein (ohne Wurzeln und Ähren)	25,69 gr	26,35 gr
Gehalt an Si O ₂		
Stroh	15,6 Proc.	1,94 Proc.
Grannen allein	26,2 Proc.	5,80 Proc.

Es möchte auffallend erscheinen, dass, trotzdem der Zusatz von Si unterblieben, doch in der Asche einige Procent sich vorfanden. Von den umhüllenden Spelzen der Gerstenkörner dürfte das Si kaum herkommen, da das in den Membranen eingelagerte Si schwerlich aufgelöst und translocirt worden war. Die Reagentien waren „reine“, wurden allerdings auf Si O₂ nicht ausdrücklich untersucht. Wahrscheinlich stammte die Kieselsäure aus dem Glase. Nach Fresenius löst 1 l Wasser, eingekocht, 14 mgr Glasbestandtheile, die Culturen dauerten über 100 Tage, die Erneuerung des Wassers geschah häufig, die Oberfläche der Gläser betrug etwa 1000 cm², berücksichtigt man hierzu noch das „Wahlvermögen“ der Pflanzen, so hat die Anwesenheit der Kieselsäure in den Pflanzen nichts Merkwürdiges mehr an sich. Zu beachten ist übrigens, dass gerade die Grannen in hervorragendem Masse die Kieselsäure gespeichert haben; letztere wird also wohl für diese Organe von Bedeutung sein müssen. Wir werden weiter unten darauf zurückkommen.

β. Erziehung von Pflanzen in sehr feuchter Luft.

Die Aschenanalysen hatten ergeben, dass bei wesentlich verminderter Transpiration die Herbeischaffung auch der entbehrlichen Mineralbestandtheile, wie z. B. der Kieselsäure, kaum eine Verminderung erfahren hatte. Zur weiteren Stütze für die Behauptung, dass die Transpiration nicht nothwendig ist zur Aufnahme grösserer Mengen von Mineralsalzen, wurden Pflanzen, und zwar *Lepidium sativum* und *Stenophragma Thalianum*, im „dampfgesättigten“ Raum erzogen und von dem letzteren die Menge der aufgenommenen Asche bestimmt. Ein derartiger Versuch rührt von Schlösing*) her. Die Asche wurde indess an Pflanzen verschiedenen Alters ausgeführt, da aber je nach dem Alter die Zusammensetzung der Asche beträchtliche Verschiedenheiten aufweisen kann, sind die Resultate nicht vergleichbar.

Seitdem sind zu anderen Zwecken vielfach Culturen im „dampfgesättigten“ Raume ausgeführt worden**). Gewöhnlich geschah die Versuchsanstellung so, dass über die in Töpfen befindlichen Pflanzen eine Glasglocke gestülpt wurde. Die tägliche

*) Annal. d. scienc. naturelles. Sér. V. T. X. 1869.

***) Wiesner, J., Formänderung von Pflanzen bei Cultur im absolut feuchten Raum und im Dunkeln. (Ber. Deutsch. Bot. Ges. 1891. p. 46.)

Lüftung geschah durch ein oder mehrmaliges Abheben der Glocke während kurzer Zeit. Ob die jeweilig herrschende Feuchtigkeit und Temperatur durch Instrumente gemessen wurde, ist nirgends angegeben, es ist also wohl unterblieben. Ich habe ebenfalls zwei Culturversuche in möglichst wasserdampfreicher Luft, den einen im Sommer 1896 mit *Lepidium sativum* L. den anderen im darauffolgenden Sommer mit *Stenophragma Thalianum* Celk. angestellt; der Zweck der Versuche war, sowohl Pflanzen vom Samen bis wieder zur Samenreife in möglichst wasserdampfreicher Luft zu erziehen, als auch die Asche dieser Pflanzen nach Quantität und Zusammensetzung zu untersuchen und mit derjenigen unter gewöhnlichen Bedingungen gewachsener Pflanzen zu vergleichen. Wiesner giebt an, dass von den unter Glasglocken gezogenen Pflanzen nur *Capsella bursa pastoris* „kümmerliche Blüten in spärlicher Zahl hervorgebracht“ habe, dass dagegen die Entwicklung der vegetativen Organe eine sehr üppige war.

Der Grund für dieses Verhalten der Pflanzen darf vielleicht in einer zu geringen Intensität des gebotenen Lichtes gesucht werden*).

Um die Forderung, die beiden Töpfe innerhalb und ausserhalb der Glocke unter gleichen Bedingungen zu cultiviren, zu erfüllen, handelte es sich zunächst darum, festzustellen, in welcher Weise die Bedeckung mit einer Glocke die Verhältnisse unter denselben, vor Allem die des Lichts und der Temperatur, verglichen mit denjenigen ausserhalb derselben, ändern würde. Es ist ja bekannt, dass auch weisses Glas die assimilatorisch wirksamen Strahlen in verschiedenem Maasse absorbiert und dass die Lichtverhältnisse unter einer Glocke nicht bloss quantitativ, sondern auch qualitativ verschieden sein können. So verhindert z. B. violettes Licht das Efloement stärker, als die rothen Strahlen. Es wurde nun zunächst zu bestimmen gesucht, ob und in welchem Maasse eine beschlagene Glasglocke die assimilatorisch wirksamen Lichtstrahlen absorbiert, in welchem Grade also die Assimilations-thätigkeit der Pflanze unter der Glasglocke bei gleichbleibender Temperatur und Feuchtigkeit schon durch das feuchte Glasdach allein modificirt wird. Um die zuletztgenannten Bedingungen am einfachsten zu erfüllen, wurden Wasserpflanzen zum Versuch herangezogen und zur Messung der Assimilationsleistung die Gasblasenzählungsmethode in Anwendung gebracht. Von in einem Glas-cylinder mit Leitungswasser befindlichen *Elodea*-Pflanzen wurde bei directem Sonnenlicht mit dem Secundenzeiger der Uhr die Zahl der in bestimmtem Zeitraum abgegebenen Gasblasen bestimmt, dann eine beschlagene Glasglocke über den Cylinder gestützt und wiederum die Zahl der in demselben Zeitintervall abgegebenen Gasblasen festgestellt, die Glasglocke entfernt und die Zählung der jetzt abgeschiedenen Blasen abermals vorgenommen, immer

*) Vöchting, H., Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Gestaltung und Anlage der Blüten. (Pringsheim's Jahrb. f. wissensch. Botanik. Bd. XXV. Berlin 1893.)

mit einem gewissen Zeitraum zwischen den einzelnen Zählungen, um die Nachwirkung der vorhergegangenen Lichtverhältnisse möglichst zu vermeiden.

Die Dauer der einzelnen Zählung betrug 10 bis 90 Secunden, die Zahl der Versuche war eine beträchtliche und wurde an verschiedenen Pflanzen und zu verschiedener Zeit vorgenommen, wie schon oben erwähnt, meist bei ungetrübtem Himmel. Als Resultat ergab sich, dass die unter der beschlagenen Glocke befindlichen *Elodea*-Pflanzen eine um 1 bis 3 Proc., meist 2 Proc. geringerer Zahl von Gasblasen ausschieden, als wenn sie unbedeckt blieben; unter der Annahme, dass die Wirkung auf die Landpflanzen dieselbe sein wird, ergibt sich, dass durch die Bedeckung mit einer beschlagenen Glasglocke unter sonst gleichen Bedingungen im ungünstigsten Fall die Assimilationsleistung bei directem Sonnenlicht um etwa 2 Proc. herabgedrückt wird.

Was den Gang der Temperatur anlangt, so wurde dieser durch Aufhängen eines Thermometers über den Töpfen ausserhalb und innerhalb der Glasglocke verfolgt. Die Ablesung geschah mehrere Wochen hindurch, meist mehrere Male am Tag und zwar wurde der Wirkung des directen Sonnenlichts besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Es ist zunächst zu bemerken, dass die Erwärmung der Glocke besonders von unten her erfolgt; wenn auf eine unbeschattete Glocke längere Zeit directes Sonnenlicht einwirkt, so kann die Temperatur am untern Theil 40° und mehr erreichen, während sie in der Mitte und im oberen Theil weit geringer ist.

Diese starke Erwärmung des Bodens ist aber der Entwicklung von Topfpflanzen begreiflicherweise sehr ungünstig. Es wurde deshalb der untere Theil der Glocke bis auf eine Höhe von etwa 10 cm mit mehreren Lagen weissen Filtrirpapiers dicht unkleidet; selbstverständlich geschah dies auch mit dem ausserhalb der Glocke cultivirten Topf. Aber auch trotz der Anwendung dieser Maassregel war an heissen, sonnigen Tagen eine Bedeckung der Glocke, wenigstens über den Mittag unbedingt nothwendig und zwar nicht bloss, um die Töpfe vor allzugrosser Erwärmung zu schützen, sondern auch, um die Temperatur ausserhalb und innerhalb der Glocke auf gleicher Höhe zu halten. Die Beschattung geschah bei beiden Töpfen mit einem Bogen weissen Filtrirpapiers. Der Fuss der Töpfe war also immer, die ganzen Pflanzen an den heissesten Tagen zeitweilig beschattet.

Auf diese Weise wurde innerhalb der Glocke ein ähnlicher Gang der Temperatur erreicht, wie er ausserhalb derselben existirte; erheblichere Differenzen traten nur auf, wenn bei intensivem Sonnenschein die Bedeckung nicht früh genug erfolgte. Im Allgemeinen sinkt die Temperatur innerhalb der Glocke in der Nacht weniger tief, geht Morgens langsamer in die Höhe, erreicht Mittags gewöhnlich einen etwas höheren Stand, als ausserhalb der Glocke und sinkt Abends wieder etwas langsamer, als die Temperatur ausserhalb der Glocke, ein Temperaturgang, wie er für glasbedeckte Räume charakteristisch zu sein pflegt.

Die Erneuerung der Luft unter der Glocke geschah nicht durch Abheben derselben, sondern dadurch, dass mittelst eines Aspirators (Luftpumpe) bei Tag und bei Nacht continuirlich ein mässig rascher Luftstrom durch die Glocke gesaugt wurde. Die Luft passirte vor dem Eintritt in die Glocke 2 mit Wasser gefüllte Liebig'sche Kaliapparate. Der zweite derselben hatte eine Erneuerung des Wassers fast nie nöthig, woraus die fast vollständige Sättigung der Luft mit Wasserdampf schon nach dem Verlassen des ersten Apparates hervorging. Diese fortwährende Erneuerung der Luft geschah aus drei Gründen; erstens wurde dadurch das Bestreben, die Temperatur in der Glocke derjenigen ausserhalb möglichst ähnlich zu machen, wesentlich unterstützt. Zweitens wurde die assimilirende Pflanze bei Tag mit immer frischer Kohlensäure, die athmende bei Nacht mit immer frischem Sauerstoff versorgt und dadurch die Bedingungen für den Stoffwechsel möglichst ähnlich gestaltet. Drittens habe ich bei heissiger Lüftung erfahrungsgemäss niemals unter Pilzen zu leiden gehabt. Trotzdem die Töpfe noch die Erde nicht im geringsten sterilisirt wurden, traten niemals Schimmelpilze auf, Grünalgen nur spärlich, so dass die Gefahr einer Verdünnung ausgeschlossen war.

Dagegen war ich bei dem einen Culturversuch zweimal genöthigt, eine auf der Oberfläche der Topferde gebildete ca. 1 mm hohe Schicht von *Diatomeen* zu entfernen (vielleicht ein Wink zur erfolgreichen Cultur mancher Arten!). — Einen wichtigen Punkt bildet die Kenntniss der thatsächlichen Feuchtigkeitsverhältnisse unter der Glocke. Gewöhnlich wird angenommen, dass die Bedeckung einer Pflanze mit einer Glocke in kurzer Zeit die Dampfsättigung der Luft herbeiführe, wenn die Pflanze einigermaassen kräftig transpire. Um darüber Klarheit zu schaffen, wurde ein empfindliches Haar-Hygrometer etwa in der Höhe des oberen Topfrandes in der Glocke angebracht. Es zeigte sich nun, dass die Wasserdampfsättigung der Luft, auch wenn der Boden der Glocke immer mit Wasser bedeckt ist, mit der rasch eintretenden Erwärmung desselben durch directe Sonnenstrahlen nicht Schritt zu halten vermag, sondern dass eine ganz erhebliche Zeit vergeht, bis die Sättigung der Luft mit Wasserdampf erreicht ist. Obwohl durch den durchgesaugten Luftstrom dampfgesättigte Luft und manchmal auch flüssiges Wasser in die Glocke gerissen wurde, sank bei den angestellten Versuchen das Hygrometer bis auf 93 Proc., dabei wurde den directen Sonnenstrahlen nur kurze Zeit die Einwirkung gestattet, ausnahmsweise, wenn die directe Bestrahlung längere Zeit anhielt, unter 90 Proc. Wenn auch der Sättigungsgrad unter 96 Proc. (im Minimum) selten herunter gieng, so ist dieses Resultat doch bemerkenswerth, erstens, weil es zeigt, dass wenn gegen die directe Sonne nicht Versicherungsmaassregeln getroffen worden wären, das Sättigungsprocent zeitweise sicher weit unter 90 Proc. gesunken wäre, und zweitens, weil ein auch nur kurze Zeit dauernder relativ niedriger Gehalt der Luft an Wasserdampf es der Pflanze Dank ihrer Constitution ermöglicht

hätte, sehr erhebliche Quantitäten Wasser durch Transpiration abzugeben. Lässt man nämlich eine unter feuchter Glocke gezogene Pflanze nur einige Minuten unbedeckt, so machen sich die Zeichen des Welkens deutlich bemerkbar. Dies beweist zur Genüge, dass in kurzer Zeit eine Menge Wasser abgegeben worden ist, deswegen kann bei Culturen, bei denen die Lüftung von Glocken durch Abheben derselben dazu noch mehrmals im Tage erfolgt, von einer Dampfsättigung derselben während längerer Zeit keine Rede sein, im Gegentheil wird während eines erheblichen Theils der Zeit die kultivirte Pflanze bedeutende Mengen von Wasserdampf abgeben können.

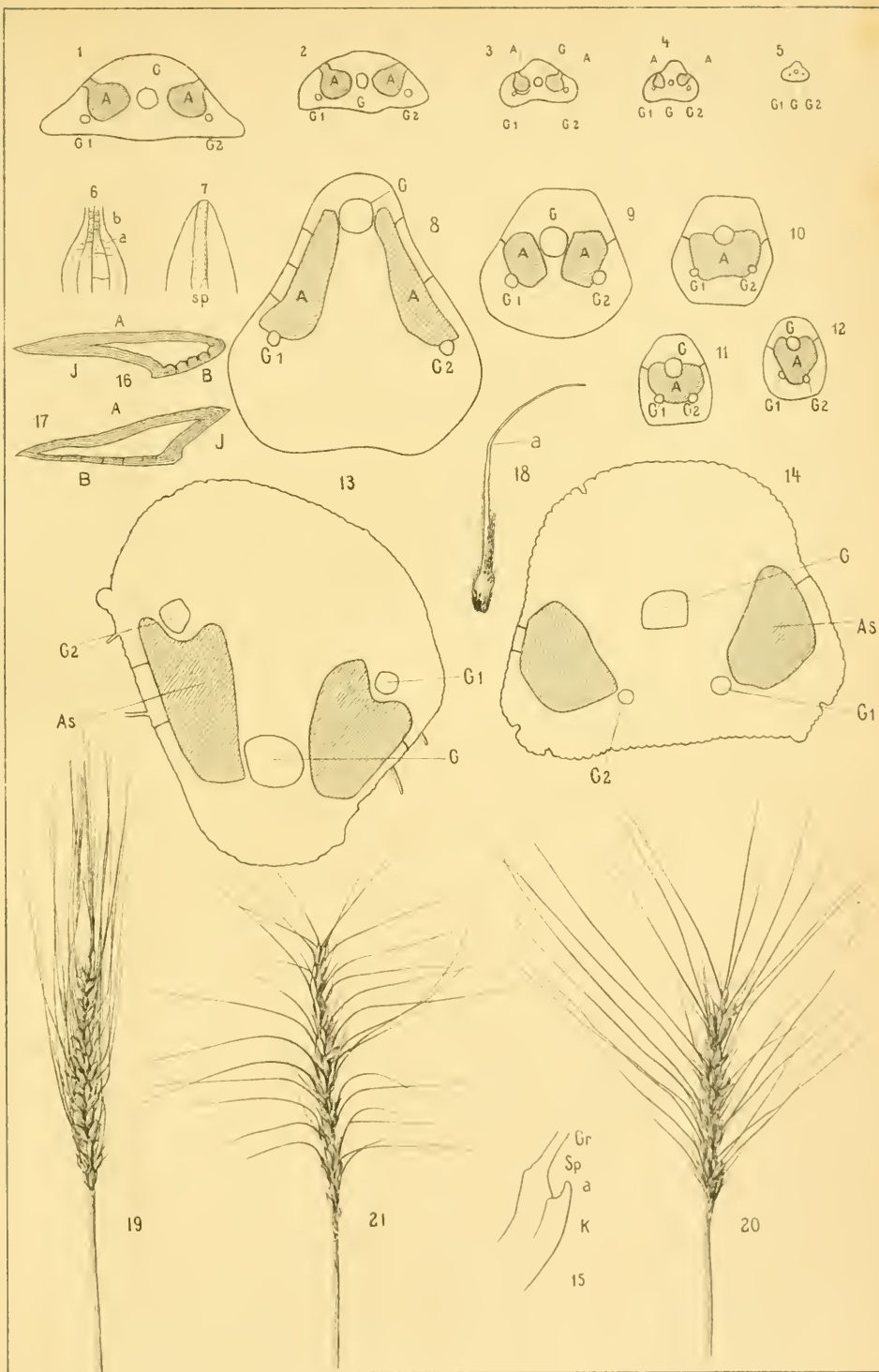
Man hat früher vielfach darüber gestritten, ob eine Pflanze in dampfgesättigter Luft Wasser abgeben kann. Dieser Streit hatte seinen Grund darin, dass Manche sahen, wie Pflanzen in einem dampfgesättigten, d. h. mit einer Glocke bedeckten Raum, Wasser abgaben. Bei genauerer Feuchtigkeitsbestimmung der Luft hätte sich wohl herausgestellt, dass der betreffende Raum eben nicht wirklich gesättigt war. Eine Wasserabgabe ist ja nicht möglich, wenn die Luft dieselbe Temperatur hat wie die Pflanze und die umgebende Luft wirklich dampfgesättigt ist. In Wirklichkeit werden bei Versuchen diese Bedingungen selten erfüllt sein. Denn es ist oben gezeigt worden, dass Temperaturschwankungen, wenn man die Pflanzen unter sonst natürlichen Verhältnissen erzieht, und damit auch ein Verlassen des Sättigungspunktes unvermeidlich sind. Dazu kommt, dass die Athmung der Pflanzen immer mit einer, wenn auch oft geringen Wärmeproduktion verbunden ist, welche es der Pflanze, besonders bei Nacht, ermöglicht, in ihre Interzellularen und von dort nach aussen Wasserdampf abzugeben.

Wie oben erwähnt, wurden zuerst *Lepidium sativum* L. als Versuchsobjecte gewählt; leider wurde die Pflanze, die reichlich blühte, beim Reinigen des Topfes abgebrochen. Es wurde deshalb im Sommer 1897 der Versuch erneuert, und zwar mit *Sterophragma Thalianum* Celak, diese Art hat eine kurze Vegetationszeit, der Same ist sehr klein, die Menge der Reservestoffe also gering, so dass eine Vermehrung der Trockensubstanz und der Aschenbestandtheile leicht hervortritt.

(Fortsetzung folgt.)

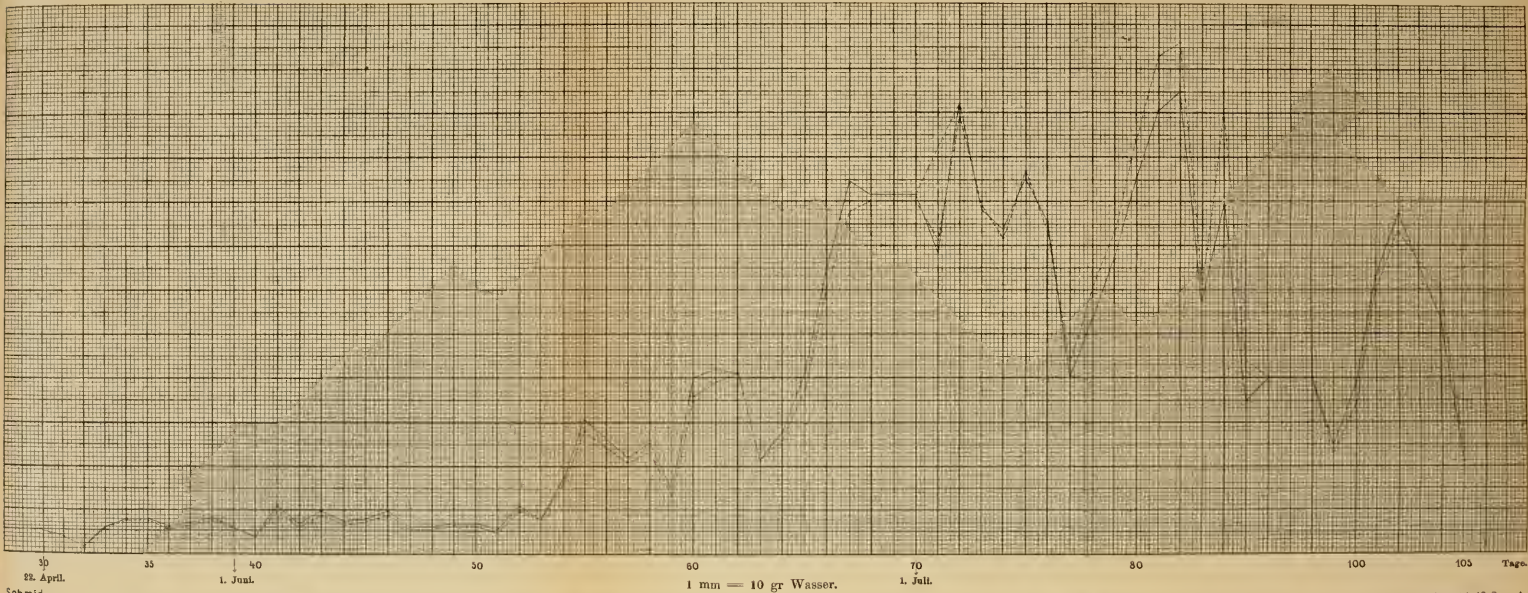
Instrumente, Präparations- und Conservations-Methoden.

- Bömer, A., Nachweis von Baumwollensamenöl in Schweinefett. (Zeitschrift für Untersuchung der Nahrungs- und Genussmittel. 1898. No. 8.)
- Glaser, F., Zur Süßweinanalyse. (Zeitschrift für Untersuchung der Nahrungs- und Genussmittel. 1898. No. 8.)
- Miquet, Albert, Manuel du microscope, à l'usage du débutant. 2. édition, revue, corrigée et augmentée. 18°. 65 pp. avec fig. Paris (librairie de la Société d'éditions scientifiques) 1898. Fr. 1.50.



Kultur mit (= —) und ohne (= - - -) Kieselsäure.

© Biodiversity Heritage Library 4zeilige kleine Gerste. www.zobodat.at



Schmid

1 mm = 10 gr Wasser.

Artist. Anst. Gebr. Gotthelf, Cassel.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Centralblatt](#)

Jahr/Year: 1898

Band/Volume: [76](#)

Autor(en)/Author(s): Schmid Bastian

Artikel/Article: [Bau und Functionen der Grannen unserer Getreidearten.
\(Fortsetzung.\) 264-270](#)