Supplement.

Sitzungsberichte 1886.

II. Heft.

6. Sitzung am 7. Mai 1886.

1) Zuerst hielt Herr Delbrück einen Vortrag über

Amnestische Aphasie.

In einem Vortrag über Aphasie bemerkte Herr College Binswanger, dass das Problem der Aphasie unter anderm auch von der psychologischen Seite her genauer als bisher untersucht werden müsste. Die Richtigkeit dieser Bemerkung ist mir besonders klar geworden, seitdem mir durch Binswangers Güte ein Theil der Literatur zugänglich geworden ist. Aus diesem Studium und gelegentlichen Beobachtungen an Kranken haben sich mir von meinem Standpunkt als Sprachforscher aus eine Anzahl von Gesichtspunkten zur Erläuterung der Erscheinungen der amnestischen Aphasie ergeben, welche ich im Folgenden in der Kürze mittheile.

Es ist selbstverständlich, dass der, welcher Sprachstörungen beurtheilen will, zunächst den regelmässigen Verlauf des Sprechens kennen muss. Wer also über heutige Aphasische urtheilen will, wird zuerst wissen müssen, wie bei einem Menschen der gleichen Altersstufe das normale Sprechen verläuft. Hierbei lege ich zunächst Werth auf die Festhaltung der Altersstufe. Ich finde, dass von Medicinern zur Erklärung der Sprachstörungen bei Erwachsenen häufig die Kindersprache zugezogen wird, und ich will nicht leugnen, dass dieselbe hier und da, wenn wir sie erst genauer kennen werden, als bis jetzt der Fall ist, möglicherweise mit Nutzen herangezogen werden könnte, aber das Erste und Nächstliegende ist doch, dass man bei kranken Kindern die Sprache gesunder Kinder, bei kranken Erwachsenen die Sprache gesunder Erwachsener in Betracht zieht. Sodann lege ich Werth darauf, dass es sich um gegenwärtige Erscheinungen handelt. In der

medicinischen Literatur sehe ich bisweilen wirkliche oder angebliche Thatsachen aus fremden Sprachen oder sogar aus hypothetischen Zeitaltern unserer eigenen Sprache benutzt, was mir ein bedenkliches Unternehmen zu sein scheint; denn einmal ist nicht wohl abzusehen, wie ein jetziger Mensch in dasjenige zurückfallen könnte, was seine Vorfahren vor vielen tausend Jahren etwa gesprochen haben, und sodann sind alle diese Ermittelungen über prähistorische Sprachzustände oder gar über den Ursprung der Sprache so unsicherer Natur, dass man besser thut, im vorliegenden Falle ganz von ihnen abzusehen. Dem gegenüber hat dasjenige, was wir täglich an uns selbst und anderen beobachten können, zwar den Nachtheil der Trivialität gegen sich, hat aber für sich den Vortheil, von Jedem controllirt werden zu können.

Nach diesen Vorbemerkungen gehe ich dazu über, unter einigen Rubriken das Sprachvermögen eines jetzigen Menschen zu überschauen. Es ist mir dabei natürlich nicht möglich, sämmtliche Behauptungen über sprachliche Dinge tiefer zu begründen. Wer die Grundanschauungen der modernen Sprachforschung, zu denen ich mich bekenne, näher kennen lernen will, sei namentlich auf das vorzügliche Buch von Paul „Principien der Sprachgeschichte“ (Halle, 1880) verwiesen.

Das Sprachvermögen eines jetzigen erwachsenen Menschen kann man etwa unter folgenden Rubriken zur Anschauung bringen:

1) Er besitzt eine gewisse Geübtheit der Sprachorgane, und zwar eine Geübtheit, dasjenige, was ihnen gewohnheitsmässig zugemuthet wird, richtig hervorzubringen. Die Zumuthung an die Sprachorgane erfolgt von unserm Innern aus, wo dasjenige, was wir sagen wollen, vorbereitet und geformt wird, und es ist kein Zweifel darüber, dass wir uns von den Sätzen und Wörtern, die wir sprechen wollen, zunächst in der Seele eine Vorstellung machen und dass auf diese Vorstellung hin die Aeusserung erfolgt. Es fragt sich nun, ob von den einzelnen Sprachlauten dasselbe gilt, was von den Sätzen und Wörtern. Ist in der Seele eine Vorstellung des einzelnen Lautes wirksam, und kommt diese dann zur Aussprache, oder sind Bilder der einzelnen Laute in der Seele überhaupt nicht wirksam? Gelegentlich mag das erstere wohl der Fall sein, z. B. bei Schauspielern, welche die Absicht haben, gewisse Laute anders hervorzubringen, als sie in ihrer Jugend gelernt haben, aber bei der grossen Masse der Menschen ist das sicher nicht der Fall. Die Laute werden von uns nicht einzeln gelernt, sondern in und mit den Worten. Um sich diesen Satz

deutlich zu machen, wolle man zunächst überlegen, dass die Buchstaben unseres Alphabets nur einen kleinen Theil der Bewegungen unserer Sprachorgane auszudrücken bestimmt sind, dass sie nämlich Zeichen sind für besonders auffallende Stellungen der Organe. Nicht ausgedrückt werden im Alphabet die Uebergangslaute, die Pausen, das Tempo und anderes mehr. Nun können aber doch Uebergänge und Pausen nicht isolirt eingeübt werden, und man könnte nur noch hinsichtlich der Sprachlaute im Sinne unseres Alphabets von einer solchen Einübung reden. Aber selbst hinsichtlich dieser lehrt uns die Erfahrung, dass sie von uns überwiegend am Worte gelernt werden. Die Kinder eignen sich die Sprache hauptsächlich dadurch an, dass sie die Wörter nachsprechen, welche sie hören. In der Schule werden zwar beim Lesenlernen die Wörter zerlegt, aber wenn wir in die Schule kommen, können wir bereits sprechen und das bischen Schulübung geht im Leben bald wieder verloren. Man darf also wohl sagen, dass durch das Aussprechen zahlloser Sätze und Wörter bei uns ein Muskelgefühl entsteht, welches uns befähigt, in unserer Muttersprache die Wörter mit der gewohnten Aussprache hervorzubringen, ohne dass uns dabei die Aufgabe vorschwebte, dass wir einen einzelnen Laut zu äussern haben. Diese Erwägungen, bei denen ich freilich mehr andeutend als ausführend verfahren bin, lehren uns verstehen, was von der Verwechselung einzelner Laute bei Kranken zu halten sei. Wenn ein Kranker statt „Lieder“ „Lieber“ sagt, so geschieht das nicht, weil er in seiner Vorstellung „d“ und „b“ verwechselt, sondern weil bei dem Akte des Aussprechens die Organe nicht gut functioniren. Es liegen mir nicht genug Beobachtungen vor, um mit einiger Sicherheit urtheilen zu können, ich möchte aber die Frage aufwerfen, ob nicht der Regel nach bei solchen Verwechselungen ein weiter hinten liegender Laut durch einen weiter vorn liegenden ersetzt wird. Sollte das der Fall sein, so könnte man sagen, dass ein Erschlaffungsvorgang vorliegt.

Es versteht sich, dass dasjenige, was sich schliesslich als Lautverwechselung darstellt, auch noch durch andere Vorgänge hervorgerufen werden kann. Es kann jemand z. B. „Vutter“ statt „Vater“ sagen, weil ihm „Mutter“ dabei vorschwebt. Dabei zeigt sich freilich äusserlich eine Verwechselung von Lauten, in Wahrheit aber liegt eine Vermischung von Vorstellungsbildern vor.

Mit grösserer Sicherheit als über diesen lässt sich über die folgenden Punkte urtheilen.

2) Der Sprechende verfügt über eine Masse von Wörtern, mit welchen er gewisse Vorstellungen verbindet. Wie diese Verbindung zwischen Wort und Vorstellung ursprünglich entstanden sei, ist eine Frage, die uns hier nichts angeht, für den jetzt lebenden Menschen ist die Verbindung zwischen Laut und Vorstellung ein Ergebniss geschichtlicher Zufälligkeit. Die Möglichkeit nun, so viele Worte zu behalten, erklärt sich zum Theil daraus, dass dieselben in der Seele nicht isolirt, sondern zu Gruppen verbunden sind. Zunächst sind viele derselben zu etymologischen Gruppen vereinigt. Wir empfinden „Stein" „steinern" „Versteinerung", „Mühle" „mahlen" „Müller" „Mehl" als etymologisch verwandt, und mindestens die Grundwörter jeder Gruppe bekommen dadurch einen festen Halt, dass sie bei Aeusserung der abgeleiteten wieder ins Gedächtniss kommen. Am seltensten werden in etymologische Gruppen aufgenommen Eigennamen und Fremdwörter. — Sodann sind die Wörter, selbst bei den Ungebildeten, zu gewissen begrifflichen Gruppen verbunden, was sich darin zeigt, dass die Glieder der einzelnen Gruppen unter einander viel häufiger verwechselt werden als zwei Glieder verschiedener Gruppen. Ferner ist selbst in der Seele des Ungelehrten eine gewisse Vorstellung von den Redetheilen vorhanden, wovon man sich unter anderm auch durch die gleiche Thatsache der Verwechselungsfähigkeit überzeugen kann. Ziehen wir aus diesen Beobachtungen zunächst einige einfache Folgerungen. Es ergibt sich der übrigens selbstverständliche Satz, dass das Isolirte leichter vergessen wird als das Associirte, ein Satz, der bei Kranken durch die Thatsache bestätigt wird, dass vor allem Eigennamen dem Vergessen ausgesetzt sind. Sodann lernen wir etwas über die Thatsache des Verwechselns. Wörter können verwechselt werden wegen ihrer Klangähnlichkeit. Das wird hauptsächlich bei solchen Wörtern der Fall sein, welche nicht durch ihren Sinn mit festhaltenden Gruppen verknüpft sind. So finde ich bemerkt, dass ein Kranker statt „Semiramis" „Seminiramis" sagte, offenbar weil ihm „Seminar" vorschwebte, eine Verwechselung, die nicht hätte eintreten können, wenn nicht beide Wörter isolirt wären. Die Mehrheit der Verwechselungen ist eine Folge der Gruppirung. So ist es natürlich, dass jemand „Berlin" mit „Potsdam" verwechselt, dagegen sehr unwahrscheinlich, dass er „Berlin" mit „Tisch" verwechselt. Wo eine solche Verwechselung vorzuliegen scheint, fragt es sich, ob wir nicht falsch urtheilen, weil wir die Mittelglieder nicht kennen.

Von weit grösserem Werthe als die bisher erwähnten Gruppirungen aber ist die folgende. Eine Anzahl von Wörtern sind Zeichen für Dinge der Aussenwelt, auf welche wir zeigen können, z. B. „Stock“, „Scheere“ etc. Andere Wörter haben mit Dingen oder Vorgängen der Aussenwelt nichts zu thun, sondern bezeichnen rein innere Vorgänge, Thatsachen und Stimmungen, z. B.: „ich weiss“, „ja“, „nein“ u. a. Man pflegt zu behaupten, dass auch diese Wörter einst einen sogenannten concreten Sinn gehabt hätten. Ob das wahr ist oder nicht, will ich nicht untersuchen. Ausser allem Zweifel aber steht die Thatsache, dass diese Wörter für unser jetziges Bewusstsein reine Innenwörter sind. Man kann also die Wörter in Aussenwörter und Innenwörter eintheilen und man würde bei näherer Betrachtung in dieser Beziehung verschiedene Grade und Schichten zu unterscheiden haben. So sind z. B. viele Verba innerlicher und abstracter als viele Substantiva. „Gehen“ ist weniger äusserlich als „Stock“, „schneiden“ weniger äusserlich als „Scheere“, denn beide Verba bezeichnen Vorgänge, welche sich noch an vielen andern Dingen als an den genannten (Stock, Scheere) vollziehen. Von hier aus wird nun eine Thatsache der Erfahrung klar, welche sich bei allen Kranken beobachten lässt. Die Aussenwörter sind dem Verschwinden viel mehr ausgesetzt als die Innenwörter. Wörter wie „Stock“ und „Scheere“ können schon im Anfang der Krankheit nicht hervorgebracht werden, obgleich die Vorstellung nicht fehlt, dagegen Sätze, wie „ich weiss nicht“, werden auch im vorgeschrittenen Stadium noch geäussert. Es ist etwas ganz Gewöhnliches, dass die Kranken Aussenwörter definiren, sie sagen also z. B. statt „Scheere“ „man schneidet damit“, statt „Stock“ „man geht damit spazieren“. Sie erklären also eine Anschauung mit vielen Merkmalen durch eine Anschauung mit weniger Merkmalen, eine äusserliche Vorstellung durch eine mehr innerliche. Man kann diese Beobachtung bildlich auch so ausdrücken: die Wörter, welche in der Peripherie unseres Denkvermögens liegen, sind viel leichter dem Vergessen ausgesetzt als solche, welche im Inneren liegen.

3) Wir haben in unserm Gedächtniss nicht nur eine Masse von einzelnen Wörtern, sondern auch verschiedene Schemata oder Typen, nämlich Schemata der Wortbiegung, der Wortbildung, der Sätze. Was zunächst die Wortbiegung angeht, so ist unzweifelhaft, dass auch der Ungebildete gewisse Typen der Flexion, der Nomina, Verba u. s. w. im Kopfe hat. Zwar ist er

sich dieses Besitzes nicht bewusst und würde nicht im Stande sein, die Formen eines Verbums nach einander herzusagen, aber dass die Typen ohne sein Bewusstsein bei ihm vorhanden sind, beweist der Umstand, dass jedes Abweichen von der gewöhnlichen Bildung als falsch oder lächerlich empfunden wird, und dass auch der Ungebildete es versteht, Wörter, die etwa neu in seinen Gesichtskreis treten, richtig zu flectiren. So bildet jeder z. B. die dritte Person eines ihm etwa neu bekannt werdenden Verbums auf -iren richtig mit t, u. s. w. Es ist wichtig, sich klar zu machen, dass diese Flexionstypen wie alle noch zu nennenden Typen bei dem Ungebildeten ebenso fest haften wie bei dem Gebildeten. Es ist ja längst auch ausserhalb der philologischen Kreise bekannt, dass die sogenannten Dialecte keineswegs mehr oder minder verwerfliche Spielarten der Schriftsprache sind, dass sie vielmehr den Naturzustand der Sprache, wie er seit uralten Zeiten von Geschlecht zu Geschlecht überliefert ist, treuer darstellen als die Schriftsprache. Die Unsicherheit des Ungebildeten zeigt sich erst dann, wenn er das Hochdeutsche spricht, welches ihm nicht völlig geläufig ist, gerade so wie wir unsicher sind und Fehler begehen, wenn wir eine Sprache sprechen, welche wir nicht völlig beherrschen. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass ein ungebildeter Kranker, der in gesunden Tagen das Hochdeutsche leidlich beherrschte, bei zunehmender Krankheit es immer schlechter spricht, wie auch wir im Zustand der Ermattung die Schwierigkeiten einer fremden Sprache weniger gut bewältigen. Aber hinsichtlich der Typen der ihm von Jugend auf geläufigen Mundart verhält es sich bei ihm nicht anders wie bei einem Gebildeten. Wie verhält es sich nun mit diesen Typen im Zustande der Aphasie? Soviel ich sehe, bleiben diese Typen im wesentlichen unberührt, wenigstens in den Anfangsstadien der Krankheit, wo überhaupt noch vollständige Sätze hervorgebracht werden. Ich finde wohl angemerkt, dass ein Kranker das Präteritum schwach gebildet hätte statt stark, man muss aber bedenken, dass die starke Flexion auch in der Sprache der Gesunden durch die schwache verdrängt wird, auch wir sind im Zweifel, ob wir sagen „buk“ oder „backte“, „glomm“ oder „glimmte“, „schand“ oder „schindete“.

Aehnlich wie mit den Typen der Flexion scheint es sich mit den Typen der Ableitung zu verhalten. Wir unterscheiden unter den wortbildenden Suffixen todte und lebendige. Die Grammatiker wissen, dass das t in „Wort“ ein Wortbildungssuffix ist, aber der natürliche Mensch weiss davon nichts, ihm erscheint

„Wort“ als etwas vollkommen Einheitliches, welches nicht zerlegt werden kann. Anders ist es mit den Suffixen „ung, heit, keit, ei, lich“, mittels deren wir fortwährend neue Wörter bilden können. Es wäre darauf zu achten, ob von Kranken vielleicht diese Suffixe verwechselt werden, sichere Zeugnisse davon habe ich in der Literatur nicht gefunden.

Dass die genannten Typen in der Seele eines Sprechenden vorhanden sind, ist längst bekannt und anerkannt, weniger bekannt ist, dass auch feste Typen der Satzbildung vorhanden sind. Zwar dass wir an gewisse Constructionen gebunden sind, wie z. B. die Verbindung gewisser Präpositionen mit gewissen Casus, leuchtet sofort ein, aber erst in neuerer Zeit ist uns deutlich geworden, dass auch gewisse Satztypen vorhanden sind, deren Dasein und Veränderung wir durch die Jahrtausende verfolgen können. Der Laie stellt sich die Sache gern so vor, dass uns die einzelnen Worte von unseren Vorfahren überliefert werden, und wir sie frei zu Sätzen verbinden. Diese Ansicht ist aber völlig irrthümlich. Es sind uns neben den Wörtern auch Wortstellungstypen überliefert, von denen wir nicht abweichen können, ohne dass unser Sprachgefühl sofort gegen die Abweichung reagirt. Es würde zu weit führen, hier die hauptsächlichen Satztypen des Deutschen darzustellen. Ich beschränke mich deshalb darauf, beispielshalber das Folgende in Erinnerung zu bringen. Wir können im Fragesatz mit Fragewort nie sagen „Was du willst?“ oder „Willst was du?“, sondern nur: „Was willst du?“ Wir sagen schriftdeutsch stets „wenn er gewollt hat“, aber nicht „wenn er hat gewollt“, wir können nur sagen „auf dem Baume“, aber nicht „dem Baume auf“. Wir können sagen „ein grüner Baum“ oder allenfalls „ein Baum, ein grüner“, aber nicht „ein Baum grüner“ und wenn es im Gedicht heisst „Röslein roth“, so ist das eine jetzt veraltete und nur in gewissen Stilarten noch mögliche Wendung. In anderen Sprachen verhält es sich anders und es ist ja jedem bekannt, dass wir uns bei einer fremden Sprache die richtige Wortstellung erst durch lange Uebung aneignen können. Ich habe nicht gefunden, dass bei Kranken dieser Wortstellungstypus zerstört würde derartig, dass sie die Worte beliebig durcheinander schüttelten. Einen positiven Beweis, dass die Wortstellungstypen noch vorhanden sind, liefert selbst im vorgeschrittenen Stadium diejenige Ausdrucksweise, welche man die skizzirende nennen könnte. Ein Kranker sagt z. B.: „Eine Auge immer Thränen“, er will damit sagen: „das eine Auge ist immer voll Thränen“

Es sind also nur noch so zu sagen die am meisten hervorragenden Redegipfel sichtbar, aber sie stehen an der richtigen Stelle. Uebrigens versteht es sich wohl von selbst, dass für die Bildung kurzer Sätze die Kraft länger ausreicht als für die Bildung langer Sätze. Dabei kann bei den letzteren der Typus innerlich noch unversehrt sein, aber es gelingt nicht mehr, ihn vollständig in der Aeusserung zur Darstellung zu bringen.

Zum Schluss will ich noch bemerken, dass ein Satz durchaus nicht aus Subject, Prädicat und Copula zu bestehen braucht, auch Aeusserungen wie „au"! „nein", „zum Donnerwetter"! müssen als Sätze bezeichnet werden. Diese Sätze sind es wohl, welche am längsten erhalten bleiben, theils weil sie die einfachsten sind, theils weil sie in einem Zustand der Erregung geäussert zu werden pflegen.

Ich bin hiermit am Ende dieser skizzenhaften Bemerkungen angekommen, ich veröffentliche sie trotz ihrer Unvollkommenheit, weil sie nach dem Urtheil Sachverständiger vielleicht geeignet sind, Mediciner auf eine oder die andere Art der Fragestellung bei der Untersuchung aufmerksam zu machen.

2) Darauf sprach Herr Haeckel

Ueber Calymma.

(Ein Bericht ist nicht eingegangen).

---

7. Sitzung am 21. Mai 1886.

1) Herr Sohncke berichtete

Ueber „Elektrisches".

2) Dann machte Herr Haeckel Mitteilungen

Ueber den Landblutegel in Ceylon.

(Berichte sind nicht eingegangen).

---

8. Sitzung am 4. Juni 1886.

1) Herr Preyer teilte

einige Ergebnisse seiner im Winter in der zoologischen Station des Hrn. Prof. A. Dohrn in Neapel ausgeführten Experimentaluntersuchungen über die Mobilität und Sensibilität der Seesterne (Asteriden), Schlangensterne (Ophiuren) und Haarsterne (Crinoiden)

mit. Die ausführliche Abhandlung erscheint in den „Mitteilungen der zoologischen Station zu Neapel“ und wird durch zahlreiche Abbildungen erläutert werden. Ferner demonstrierte der Vortragende eine Anzahl vorzüglich konservierter Echinodermen aus dem Laboratorium der genannten Station und hob die große Bedeutung der letzteren für die vergleichende Physiologie hervor.

2) Herr Reichardt sprach sodann

Ueber den Bitterstoff der Kalmuswurzel.

Die bisherigen Untersuchungen, namentlich von Faust, hatten keinen genügenden Abschluss erhalten, namentlich keine chemische Formel ergeben. Faust gab an, dass der Bitterstoff stickstoffhaltig sei, und daher wurde das Acorin mit unter die Alkaloide oder alkaloidähnlichen Körper gezählt. In Folge dessen veranlasste ich meinen früheren Assistenten, Herrn Dr. Thoms, zu eingehenderen Untersuchungen, wobei ich die einfache, aber sehr brauchbare Ergebnisse liefernde Methode der Aufnahme der Bitterstoffe und auch der Alkaloide durch Thierkohle anwenden liess. Schliesslich ergab es sich, dass das Acorin am besten aus dem kalten, wässerigen Auszug der Wurzel erhalten wird.

Der aus der Thierkohle durch Behandeln mit kochendem Alcohol erhaltene Bitterstoff löste sich leicht in Aether und hinterliess hierbei einen stickstoffhaltigen Körper in sehr geringer Menge, welcher die Reactionen auf Alkaloid gab, aber so wenig betrug, dass eine weitere Bearbeitung bis jetzt nicht möglich wurde; zur Unterscheidung erhielt das Alkaloid den Namen Calamin.

Der eigentliche bittere Stoff, aus dem Aether durch Entfernen desselben erhalten, ward nunmehr stickstofffrei und konnte nur als dickes Extract erhalten werden. Die chemische Untersuchung führte zu der empirischen Formel $C^6H^{10}O$. Mit Alkali, wie

Säuren trat Spaltung desselben ein; es trat der Geruch nach Kalmusöl auf und wurden kleine Mengen Zucker erhalten, zwischen 1,4—4,5 Procent schwankend. Da dies keinen Anhalt zur Bestimmung der rationellen Formel gab, auch die Zahlen zu gering und schwankend waren, wurde der Bitterstoff derselben Einwirkung von verdünnter Schwefelsäure und Alkali, unter Abschluss der Luft, im Wasserstoffgasstrome ausgesetzt und hierbei trat alsbald eine durchgehende Spaltung und Abscheidung des ätherischen Kalmusöles ein. Es wurden erhalten 29,9; 30,3; 30,4 Proc. Zucker und das ätherische Oel konnte durch Destillation geschieden werden.

Die mit dem Oele ausgeführte Elementaranalyse ergab die schon früher bekannte und allverbreitete Formel $C^{10}H^{16}$.

Nach diesen Spaltungen gestaltet sich die Formel des Acorins, des Bitterstoffes von der Kalmuswurzel, zu $C^{36}H^{60}O^{6}$ und die Spaltung verläuft, indem sich erzeugen

$$3\ C^{10}H^{16} + C^{6}H^{12}O^{6} = C^{36}H^{60}O^{6}.$$

Die bisher beobachteten Abspaltungen bei Bitterstoffen geschehen fast durchgehends unter Aufnahme von Wasser, hier zerfällt das Acorin unmittelbar in Oel und Zucker.

Dieselbe Spaltung wurde mit Emulsin der süssen Mandeln schon bei niederer Wärme bewirkt und 30,52 Procent Zucker erhalten; die obige Formel verlangt 30,61 Proc., somit wird die vorgeführte Formel bestätigt.

Hefe schien nicht einzuwirken, dagegen zeigt Speichel bald das Auftreten des ätherischen Oeles an und sogar Wasserdämpfe führten schon zur Zerlegung des Bitterstoffes, obgleich unvollständig, da die zusammengeballte Masse des Bitterstoffes die Einwirkung erschwerte.

Das Acorin ist im Wasser, verdünnten Säuren und verdünnten Alkalien unlöslich, sehr leicht löslich aber in Alkohol, Aether, Methylalcohol, Benzol, Toluol, Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Aceton.

Der Widerstand, welchen die Spaltung bei Zutritt von Luft erhielt, führte nunmehr zu weiteren Prüfungen, da eine Oxydation wahrscheinlich war, und dies bestätigte sich vollständig. Es schied sich nach längerem Kochen des Acorins mit verdünnten Säuren oder Alkalien ein harzartiger Körper ab, welcher den üblichen Spaltungserzeugnissen anderer Bitterstoffe Acoretin benannt wurde. Die Elementaranalyse führte zu der Formel $C^{36}H^{58}O^{7}$, oder das Acorin war oxydirt worden unter Abgabe von Wasser

$$C^{36}H^{60}O^{6} + O^{2} = C^{36}H^{58}O^{7} + H^{2}O,$$

eine weitergehende Oxydation konnte durch fortgesetzte gleiche Behandlung nicht erhalten werden.

Das Acoretin verhält sich wie ein Harz und wurde nunmehr versucht, aus der Kalmuswurzel durch unmittelbare Behandlung mit Alcohol dasselbe zu gewinnen. Dies gelang und ergab dieses Harz genau dieselbe Formel.

Nun blieb noch übrig zu versuchen, ob nicht dieses Harz durch Reductionsmittel in Acorin rückgebildet werden könnte, um dann durch Spaltung aetherisches Oel zu erhalten, und auch dieses gelang durch Behandlung mit Zinkstaub in alkalischer Flüssigkeit und endlich mit Zinkstaub für sich, wobei dann meist gleichzeitig die Spaltung in aetherisches Oel mit stattfand.

In einer früheren Sitzung beleuchtete ich den Einfluss der sogenannten Gährungserreger unter den Eiweisskörpern oder eiweissähnlichen Stoffen, wie Diastase, Pepsin u. dergl. mehr. Nach dem bis jetzt bekannten Verhalten der sogenannten Bitterstoffe, oder der Glucoside, scheinen diese meistens durch derartige Gährungserreger leicht und rasch zerlegt zu werden, unter Umständen durch die, einzelnen Pflanzen besonders eignen; wie das Amygdalin der bitteren Mandeln durch das Mandelemulsin gespalten oder zerlegt wird.

Man erhält fast durchgehends, ausser Zucker, den Pflanzen eigenthümliche Stoffe, Farbstoffe, äetherische Oele, Säuren u. s. w., weshalb es wohl angezeigt ist, den Glucosiden eine eigenthümliche, wichtige Stellung einzuräumen für die chemischen Vorgänge innerhalb der Pflanzen selbst. Die leichte Zerlegbarkeit durch Säuren, Alkalien oder namentlich Eiweisskörper bewirkt alsbald die Umsetzungen und so ist es angezeigt, gerade diese, wie es scheint, Uebergangsformen der Pflanzenbestandtheile zu verfolgen, um diese sehr dunklen Vorgänge chemischer Natur etwas zu klären. Die unmittelbare Spaltung des Acorins bei Abschluss von Sauerstoff in aetherisches Oel und Zucker ist neu.

Ob dieselbe nicht auch Bedeutung für Heilzwecke besitzt, ist jedenfalls zu versuchen und war Herr Professor Rossbach so freundlich, auf diese Versuche mit einzugehen, wozu ich eine kleine Menge Acorin zu Gebote stellte.

Das Acorin findet sich etwa zu 0,15 Proc. in der trockenen Kalmuswurzel, etwas mehr in den äusseren Schichten derselben; das Acoretin ist reichlicher vorhanden.

---

9. Sitzung am 25. Juni 1886.

1) Herr Lang trug vor

Ueber Meeresplanarien.

Discussion: Herr Haeckel und der Vortragende.

2) Herr Küstner sprach dann

Ueber „Infarct der Placenta".

(Berichte sind nicht eingegangen).

---

10. Sitzung am 9. Juli 1886.

1) Herr Hertwig sprach

Ueber die menschliche Allantois.

(Wird anderweitig veröffentlicht).

Discussion: Herr Haeckel und der Vortragende.

2) Herr Detmer sprach sodann

Ueber pflanzliche Handelsproducte.

In diesem Sommersemester halte ich eine Vorlesung über aussereuropäische Culturpflanzen und Handelsproducte, in der ich mich eingehender über die Methode des Anbaues der betreffenden

Gewächse, über ihre Heimath und die charakteristischen Merkmale der von ihnen zu gewinnenden Rohstoffe ausspreche. Das für meine Vorlesungen erforderliche Demonstrationsmaterial, namentlich die pflanzlichen Rohstoffe, habe ich zum grossen Theil bei Gelegenheit eines längeren Aufenthaltes in Hamburg zusammengebracht, und bin sowohl zahlreichen Kaufleuten sowie Herrn Prof. Sadebeck für die Ueberlassung einer sehr grossen Anzahl der verschiedensten pflanzlichen Rohstoffe zu aufrichtigem Danke verpflichtet.

Für den Botaniker gewährt es in der That ein hohes Interesse, sich mit den Verhältnissen des Importes pflanzlicher Handelsproducte bekannt zu machen. In dieser Beziehung erregte namentlich die Art und Weise der Verpackung der Rohstoffe meine Aufmerksamkeit. Ich gehe hier auf diese Dinge aber nicht genauer ein, sondern möchte nur einige Objecte aus meiner Sammlung in dieser Sitzung vorlegen.

Der Kautschuk. Kautschuk liefern sehr verschiedene Pflanzenarten. Namentlich sind zu nennen Siphonia elastica, S. brasiliensis, Ficus elastica. Der Kautschuk wird bekanntlich aus dem Milchsaft der genannten Gewächse gewonnen. Der Rohkautschuk kommt in sehr verschiedener Form in den Handel (ich besitze mehr als 10 Kautschuksorten) und ist seit dem Anfange dieses Jahrhunderts immer mehr und mehr zu einem überaus wichtigen Handelsartikel geworden.

Die Guttapercha. Hauptstammpflanze ist Isomandra Gutta, ein zur Familie der Sapoteen gehörender Baum. Die Rohguttapercha gewinnt man durch Auskneten aus den geronnenen Milchsäften. Die Substanz besitzt eine weissliche Farbe und ist weit weniger elastisch als Kautschuk. Sie wird in grossen Stücken von kugeliger oder wurstförmiger Gestalt in den Handel gebracht.

Die Aloë. Die Aloë gewinnt man aus den Blättern von Aloë arborescens, A. socotrina, A. spicata und anderer Aloëspecies. Der ausgeflossene, ausgepresste oder ausgekochte Saft wird durch Erwärmen stark concentrirt und dann in Kisten oder in Schalen von Cucurbitaceenfrüchten gefüllt.

Das Drachenblut. Die grösste Menge des Drachenblutes des Handels wird aus den Früchten von Calamus Draco gewonnen. Es besitzt eine rothe Farbe und findet in der Firnissfabrikation Verwendung.

Die Copale. Ich bin im Besitze zahlreicher Copalsorten aus den verschiedensten Gegenden. Alle Copale sind Harze von bernsteinartigem Aussehen, und sie werden heute aus Ostafrika, Westafrika, Südamerika und Neuseeland in grosser Menge importirt, da sie sehr hervorragende Bedeutung für die Lack- und Firnissfabrikation besitzen. Die meisten Copale werden im Boden gefunden; sie sind, wie der Bernstein, Producte ausgestorbener Pflanzenformen. Es giebt aber auch Copale, deren Stammpflanzen noch jetzt vorhanden sind.

Das japanische Wachs. Dieser Rohstoff wird durch Auspressen aus den Samen von Rhus succedanea gewonnen. Das Material gleicht dem Bienenwachs im Aussehen im hohen Grade und theilt mit diesem auch seine Verwendung.

Die Pflanzenfette. Die Pflanzenfette treten in den Zellen entweder im Zellsaft suspendirt oder mit Eiweissstoffen gemischt auf. Als eine der wichtigsten fettliefernden Pflanzen ist Elaeis guinensis zu erwähnen, eine Palme, die aus dem westlichen Africa stammt. Dieser herrliche, manchen Eingeborenen Afrikas heilige Baum erreicht eine Höhe von 30′. In einem einzigen der grossen Fruchtstände unserer Pflanze sind oft 700 Früchte vereinigt. Dieselben besitzen im frischen Zustande eine orangerothe Farbe. Man benutzt sie zur Gewinnung des Palmöls, das heute vielfache Verwendung findet. In neuerer Zeit werden auch die Samen der Oelpalme in grossen Quatitäten nach Europa gebracht; man scheidet aus ihrem Gewebe das sogen. Palmkernöl ab. Als eine der nützlichsten Pflanzen, die es überhaupt giebt, ist die Cocospalme anzusehen. Sie gedeiht in den Tropengegenden aller Welttheile, ist aber stets eine Küstenbewohnerin. Stamm, Blätter sowie Früchte der Cocospalme finden vielfache Verwendung, und aus dem Endosperm der Samen, das im getrockneten Zustande unter dem Namen „Copra“ oder „Copperah“ in den Handel kommt, scheidet man ein viel benutztes Fett ab. Weiter kommen für uns als fettliefernde Gewächse besonders die Sesamumarten in Betracht, ferner die Erdnuss (Arachis hypogaea), deren Früchte merkwürdigerweise im Boden reifen und deren Samen 40—50 % Fett enthalten. Nicht zu vergessen ist endlich die Olive (Olea europaea), eine Pflanze, welche bereits im südlichen Europa vortrefflich gedeiht.

Die Fasern. Die wichtigste Faser ist die Baumwolle, welche überhaupt als die wichtigste Waare des Welthandels ange-

sehen werden muss. Der Werth der heute in einem Jahre producirten Baumwolle beläuft sich auf 1800—1900 Millionen M. Die Baumwolle besteht aus den Samenhaaren verschiedener Gossypiumspecies, welche zumal in den südlicheren der vereinigten Staaten von Nordamerika, in Ostindien und Aegypten angebaut werden. Die Jute stellt die Bastfaser verschiedener Corchorusarten dar, Gewächsen, die zu den Tiliaceen gehören. In neuerer Zeit ist es gelungen, die Jutefaser, abgesehen von anderen Geweben, auch zur Herstellung von Juteplüsch zu verwenden. Ferner sind hier namentlich zu nennen: Der neuseeländische Flachs von Phormium tenax, die Aloëfaser, die Musafaser (Manilahanf), die Cocosnussfaser, die Tillandsiafaser von Tillandsia usneoides, einer höchst merkwürdigen Bromeliacee, und die Espartofaser.

Die Hölzer. Unter den Farbhölzern spielt das Blauholz oder Campecheholz von Haematoxylon campechianum eine wichtige Rolle. Das Rothholz, zu dem in erster Linie das Fernambukholz von Caesalpinia echinata gehört, stammt aus Südamerika. Der Splint des genannten Baumes ist von gewöhnlicher Holzfarbe; das Kernholz erscheint aber tief roth gefärbt. Zu den Rothhölzern gehören noch das Sappanholz sowie das schöne Amarantholz. Auch das rothe Sandelholz von Pterocarpus santalinus ist hier zu nennen. Abgesehen von den Farbhölzern verdienen besondere Beachtung das Buchsbaum- sowie Palisanderholz und das Ebenholz von verschiedenen Diospyrosarten.

Die Stärkearten. Die Stärke wird durch Assimilation in den Chlorophyllkörpern gebildet. Sie bleibt aber keineswegs in denselben liegen, sondern wird theils direct in den Assimilationsorganen selbst oder in anderen Pflanzentheilen verbraucht, theils als Reservestoff in dem Endosperm respect. den Cotyledonen der Samen oder in Knollen, Rhizomen etc. abgelagert. Die Reservestoffbehälter der Pflanzen sind daher oft sehr reich an Stärke und dienen zur Gewinnung derselben. So wird die Reis- und Maisstärke aus dem Endosperm der Reis- und Maiskörner abgeschieden. Zur Darstellung des westindischen Arrow-roots dienen die Knollen einiger Marantaspecies, und den Sago liefern mehrere Palmen, aus deren Stammmarke die Stärke zu gewinnen ist.

Der Kaffee. Die Kaffeebohnen sind die Samen von Coffea arabica und Coffea liberica. Erstere Pflanze, welche von viel grösserer Bedeutung als letztere ist, stammt aus der abessinischen

Landschaft Kaffa und aus Sudan, wird aber jetzt in vielen anderen Ländern cultivirt. Die Frucht des Kaffeebaumes stellt eine Beere dar, und die Samen sind je nach ihrer Herkunft, nach der zu ihrer Erzeugung in Anwendung gebrachten Culturmethode etc. von sehr verschiedener Gestalt, Grösse und Farbe. Ich bin im Besitze von mehr als 30 Kaffebohnensorten. Als vorzüglichste Kaffeesorte gilt der Mokkakaffee (sehr kleine Bohnen), der aber nur sehr selten nach Europa kommt. Bedeutende Kaffeemengen produciren Ostindien sowie Brasilien, und im Ganzen beläuft sich die Kaffeeproduction auf 500—600 Millionen Kilo.

Der Thee. Der Theestrauch, Thea chinensis, dessen Heimath nicht ganz sicher bekannt ist, wird zumal in China, Japan, Indien und auf Java cultivirt. Je nach der Methode des Trocknens der Blätter unterscheidet man grüne und schwarze Theesorten. Die ersteren sind keineswegs geringwerthiger als die letzteren; vielmehr giebt es vortrefflichen grünen Thee. Die gesammte Theemenge, welche gegenwärtig ausserhalb Asiens verbraucht wird, beläuft sich auf 170.6 Millionen Kilo.

Der Zucker. Das Zuckerrohr (Saccharum officinarum) erreicht eine Höhe von 3—6 M. Seine Heimath ist Ostindien, es ist aber innerhalb der Wendekreise durch die Cultur weit verbreitet. Der aus dem Zuckerrohr ausgepresste Saft dient zur Gewinnung des Zuckers.

Der Ingwer. Die Ingwerpflanze (Zingiber officinale) stammt aus Südasien. Die Wurzelstöcke der Pflanze stellen den Ingwer dar.

Die Gewürznelken. Die Stammpflanze derselben, Caryophyllus aromaticus, gehört zu der Familie der Myrtaceen und stammt von den Molukken. Die noch nicht entfalteten Blüthenknospen des in Rede stehenden Baumes sind die Gewürznelken.

Der Indigo. Indigo liefern verschiedene Indigoferaarten, Pflanzen aus der Familie der Papilionaceen. Der Farbstoff ist nicht fertig gebildet in den Pflanzensäften vorhanden, sondern scheidet sich erst aus ihnen ab, wenn sie einige Zeit lang mit der Luft in Berührung gewesen sind. Hamburg importirt allein jährlich etwa 300000 Kilo Indigo.

Discussion: Herr Müller.

3) Herr Abbe berichtete

Ueber Neue Mikroskope.

Seit dem Jahre 1881 haben Dr. Schott in Jena und der Verf., mit thätiger Unterstützung der Inhaber der hiesigen optischen Werkstätte von C. Zeiss, fortgesetzt Versuche behufs Verbesserung des optischen Glases unternommen, deren Ergebniss die Darstellung neuer Glasarten für den Gebrauch der Optiker gewesen ist.

Durch spectrometrische Untersuchung von zahlreichen Probeschmelzungen, die mit den verschiedensten chemischen Elementen systematisch dargestellt worden sind, wurde die Abhängigkeit der optischen Eigenschaften der amorph erstarrenden (glasartigen) Schmelzverbindungen von ihrer chemischen Zusammensetzung genauer erforscht und auf Grund der gewonnenen Ergebnisse wurden alsdann geeignete Synthesen ausgearbeitet, vermittelst welcher sich bestimmte, für die Anwendung erwünschte optische Eigenschaften des Glases herbeiführen lassen.

Auf diesem Wege ist es gelungen, unter Verwendung einer viel grösseren Anzahl von chemischen Elementen, als bisher in der Glasfabrikation benutzt wurden, im Besonderen durch Anwendung der Phosphorsäure und der Borsäure als Grundbestandtheilen von Glasflüssen, neben der früher allein benutzten Kieselsäure, namentlich zwei bisher unerfüllt gebliebene Desiderate der practischen Optik zu erfüllen: erstens, Crown- und Flintglas darzustellen, bei welchem die Dispersion in den verschiedenen Regionen des Spectrums ein annähernd constantes Verhältniss zeigt, welches also bei achromatischen Combinationen das bisher unvermeidliche secundäre Spectrum ganz, oder fast ganz zu beseitigen gestattet; zweitens, die Reihe der optisch verwendbaren Glasarten in der Art zu erweitern, dass bei gleichem mittleren Brechungsindex die Dispersion, oder bei gleicher Dispersion der Brechungsindex, in erheblichem Spielraum verschieden erhalten werden kann, im Besondern aber hohe Werthe des Brechungsindex nicht, wie in dem bisherigen Glas, nur in Verbindung mit hoher Dispersion (in Flintglas) sondern auch mit geringen Graden der Dispersion (in Crownglas) zu erhalten sind.

Die regelmässige Darstellung optischen Glases, welches solchen erweiterten Anforderungen entspricht, erscheint für die Zukunft dadurch sicher gestellt, dass mit Unterstützung des Königl. preuss. Unterrichtsministeriums im unmittelbaren Anschluss an die zuvor erwähnten Versuchsarbeiten eine Glasschmelzerei mit fabrikatorischem Betrieb am hiesigen Orte errichtet worden ist (Glastechnisches Laboratorium in Jena), welche inzwischen die Fabrikation aller Arten optischen Glases für den allgemeinen Bedarf eröffnet hat.

Das kürzlich ausgegebene Productions-Verzeichniss dieses Instituts giebt, vorbehaltlich einer späteren vollständigen Veröffentlichung der erlangten Versuchsergebnisse, den Interessenten einstweilen über das Nähere Auskunft.

Die neuen Hilfsmittel, welche hiermit der practischen Optik durch eine von wissenschaftlichen Gesichtspunkten geleitete Weiterbildung der Glasfabrikation zur Verfügung gestellt sind, führen nicht unerhebliche Veränderungen in den Grundlagen für die Behandlung dioptrischer Aufgaben herbei und dürften geeignet sein, auf verschiedenen Gebieten den Bestrebungen zur Vervollkommnung der optischen Werkzeuge Wege zu eröffnen, die bisher verschlossen geblieben sind.

In Bezug auf das Mikroskop ist der Versuch, durch Benutzung jener Hifsmittel Verbesserungen zu gewinnen, seitens der hiesigen optischen Werkstätte von C. Zeiss nach theoretischen und rechnerischen Vorarbeiten des Verf. inzwischen unternommen worden. Ueber den Plan, der diesem Versuch zu Grunde liegt und über die Ergebnisse, zu welchen er geführt hat, soll im Folgenden berichtet werden.

Objective.

Eine zweckmässige Benutzung der neuen Glasflüsse, speciell derjenigen, welche mit Hilfe von Phosphorsäure und Borsäure dargestellt worden sind, neben Silicatgläsern verschiedener Zusammensetzung, kann in Betreff der Objective zwei wichtige Defecte beseitigen, welche, weil sie mit den früher verfügbaren Mitteln durchaus nicht zu heben waren, der weitern Vervollkommnung des Mikroskops bisher unübersteigliche Hindernisse in den Weg gelegt haben.

Die starke Disproportionalität der Farbenzerstreuung in verschiedenen Theilen des Spectrums, welche dem gewöhnlichen Crown- und Flintglas eigen ist, hat bisher eine vollständige Achromasie überhaupt unmöglich gemacht. In den besten Objectiven konnten nicht mehr als zwei verschiedene Farben des Spectrums zu wirklicher Vereinigung gebracht werden; die unvermeidliche Abweichung der übrigen — das sog. secundäre Spectrum — liess immer farbige Zerstreuungskreise von merklicher Ausdehnung und merklicher Lichtintensität übrig. Ausserdem aber war es auch mit dem bis jetzt verfügbaren Glase nicht möglich — wenigstens nicht in practisch durchführbaren Constructionstypen — die sphärische Aberration für mehr als eine Farbe aufzuheben. Alle Objective blieben, wenn auch für die Mitte des Spectrums die sphärische Abweichung möglichst aufgehoben war, doch mit einer sphärischen Untercorrection für das rothe und einer sphärischen Uebercorrection für das blaue und violette Licht behaftet — welcher Defect practisch in die Erscheinung tritt als eine mehr oder minder starke Ungleichheit der chromatischen Correction zwischen der mittleren und der peripherischen Zone des Objectivs.

Beide Defecte wirken vereint dahin, die Strahlenvereinigung in dem vom Objectiv entworfenen Bilde um so unvollkommner zu gestalten, je grösser die Apertur der Objective wird; sie beschränken daher namentlich bei den Objectiven von beträchtlicher Apertur die brauchbaren Vergrösserungen auf die schon mit relativ schwachen Ocularen erreichbaren Ziffern, weil jene Correctionsmängel unter stärkerer Ocular-Vergrösserung störend sichtbar werden; und sie nöthigen zur Anwendung sehr kurzer Objectiv-Brennweiten, wenn hohe Vergrösserungen mit befriedigender Bildschärfe — also durch schwache Oculare — erreicht werden sollen.

Diese beiden Mängel der Strahlenvereinigung in den bisherigen achromatischen Systemen lassen sich nun mit Hilfe der neuen Glasarten so gut wie vollständig beseitigen.

Erstens kann die secundäre Farbenabweichung gehoben und auf einen practisch unschädlichen Farbenrest tertiären Characters reducirt werden — was bisher noch in keiner Art von optischen Constructionen auch nur annähernd erreicht worden ist;

zweitens lässt sich die chromatische Differenz der suphärische Aberration beseitigen, d. h. die sphärische Abweichung lässt sich

gleichzeitig für zwei verschiedene Farben des Spectrums (und damit practisch so gut wie für alle Farben) vollständig corrigiren.

Der letzteren Forderung ist bisher nur bei Fernrohrobjectiven, für welche Gauss sie zuerst formulirt hat, einige Male genügt worden, jedoch ohne dass hierdurch — mangels einer gleichzeitigen Beseitigung der secundären Farbenabweichung — ein besonderer Gewinn erzielt worden wäre.

Die Erfüllung der ersteren Bedingung hängt davon ab, dass Glaspaare verfügbar sind, in welchen die sogen. relative Dispersion — der Quotient $\frac{\Delta n}{n-1}$ — beträchtlich verschieden, das Verhältniss der partiellen Dispersion zwischen den verschiedenen Abschnitten des Spectrums aber wenigstens annähernd gleich ist, oder umgekehrt jener Quotient gleich und dieses Verhältniss verschieden. Dieses ist durchaus Sache der chemischen Constitution der Glasflüsse. Die Eingangs erwähnten Experimentaluntersuchungen über den Einfluss der chemischen Zusammensetzung auf die optischen Eigenschaften haben festgestellt, dass innerhalb der Reihe der Silicatgläser einer solchen Anforderung überhaupt nicht zu genügen ist, wohl aber, wenn Phosphate und Borate combinirt zur Anwendung gebracht werden, erstere als Ersatz für Crownglas, letztere für Flintglas. Das angezogene Productionsverzeichniss des hiesigen Glastechnischen Laboratoriums führt von einer Anzahl derartiger Glasflüsse die Resultate der spectrometrischen Messung auf und bietet damit die erforderlichen Unterlagen für die Verwendung dieser Gläser zu dem in Rede stehenden Zweck nach den gebräuchlichen Methoden zur rechnerischen Bestimmung der Farbenzerstreuung in optischen Systemen.

Die andere, auf die sphärische Aberration bezügliche Forderung involvirt bei Systemen von so grosser Apertur, wie beim Mikroskop in Frage kommt, die Berücksichtigung sehr verwickelter Relationen zwischen den einzelnen Elementen der Systeme, welche die Theorien der Dioptrik bis jetzt keineswegs in allgemeiner Form dargelegt haben. Soweit Verf. zur Zeit die Frage übersehen kann, hängt die Ausgleichung der in Betracht stehenden Aberrationsdifferenzen durchweg ab von einer sehr starken Anhäufung sphärischer Abweichung in einem Theil des Systems und deren Compensation durch gleich starke entgegengesetzte Abweichungen in einem andern Theil. Für die richtige Balancirung solcher absichtlich herbeizuführender Anhäufungen erscheint aber die Möglich-

keit einer Abstufung des Brechungsindex unabhängig von der Dispersion, wie solche durch die neuen Glasarten dargeboten wird, als ein unentbehrliches Hilfsmittel.

Wie die theoretische Discussion der Abbildungsbedingungen mit Sicherheit voraussehen liess, und der Erfolg bei den inzwischen ausgeführten Objectiven practisch bestätigt, führt die gleichzeitige Erfüllung beider Anforderungen zu einer wesentlich vollkommeneren Lichtconcentration in den von solchen Objectiven entworfenen Bildern. Diese wird — ganz abgesehen von der ungewohnten Farbenreinheit der Bilder, die selbst bei ganz schiefer Beleuchtung fast ebenso vollkommen wie bei centraler Beleuchtung fortbesteht — besonders darin kenntlich, dass jene Bilder die weitere Vergrösserung durch sehr starke Oculare vertragen, ohne dass Unschärfe und der mit solcher stets verbundene Eindruck des Lichtmangels zur Geltung kommt, wofern nur die technische Vollendung der Construction mit der Verfeinerung der optischen Wirkung genügend Schritt hält.

Da nach dem Gesagten die Bedingung für diese Eigenschaften der in Betracht stehenden Objective, und zugleich unter dem dioptrischen Gesichtspunkt ihr unterscheidendes Merkmal, in der Beseitigung solcher Fehler der Strahlenvereinigung liegt, welche, obwohl sie zum Theil den Character sphärischer Aberrationen tragen, sämmtlich in dem ungleichen Verhalten verschiedenfarbiger Strahlen wurzeln, und da die Aufhebung dieser Fehler thatsächlich eine Achromasie von höherer Ordnung, als bisher erreichbar war, begründet, so mögen die Objective dieses Systems zur Unterscheidung von den achromatischen Linsen im Sinne des bisherigen Begriffes, als apochromatische Objective und Apochromate bezeichnet werden.

Die practischen Vortheile, welche eine solche Verbesserung herbeiführt, bestehen in Folgendem:

Erstens kommt jetzt erst die Apertur der Objective mit ihrem vollen Betrag zur Geltung, während bei den bisherigen Objectiven von einigermaassen beträchtlicher Apertur die unvermeidlichen Mängel der Strahlenvereinigung ein genaues Zusammenwirken der äussersten Randzone mit den centralen Theilen der Oeffnung in erheblichem Grade beeinträchtigen, und deshalb niemals diejenige Höhe des Abbildungsvermögens wirklich zu Stande kommen lassen, welche der vorhandenen Apertur theoretisch zu-

kommt. Practisch verhalten sich also solche Objective so wie entsprechende Objective gewöhnlicher Art von merklich grösserer Apertur. So entwirft z. B. ein Trockenobjectiv, dessen Apertur nicht nennenswerth grösser ist als diejenige der jetzt gebräuchlichen stärkeren Trockensysteme, von Pleuros. angulatum bei centraler Beleuchtung ein Bild, welches in der Klarheit und Bestimmtheit der Zeichnung von dem Bilde guter Wasser-Immersionslinsen der bisherigen Art kaum zu unterscheiden ist. Die Wasserimmersion aber darf, nach entsprechenden Beobachtungen, hinsichtlich der optischen Leistung als der bisherigen homogenen Immersion mindestens ebenbürtig hingestellt werden, abgesehen von dem practischen Vorzug der letzteren, die Deckglascorrection entbehrlich zu machen. — Der Vorsprung kommt namentlich zur Geltung bei Beleuchtung mit breitem centralen Lichtkegel, wie ihn der Beleuchtungsapparat mit weitem Diaphragma liefert.

Zweitens wird, da bei den neuen Objectiven das Hinderniss beseitigt ist, welches bisher einer beträchtlicheren Steigerung der Vergrösserung durch die Oculare im Wege stand, die stärkste Vergrösserung, welche bei einer gegebenen Apertur jeweilig in Frage kommen kann, schon mit einem Objectiv von relativ langer Brennweite erreicht, und es werden demnach die bis dahin erforderlichen sehr kurzen Brennweiten überhaupt überflüssig.

Nach Versuchen, über welche der Verf. früher berichtet hat [1]), wird auch mit den besten Objectiven der ältern Art bei grossen Aperturen die Grenze einer vollkommen befriedigenden und für schwierigere Beobachtungen ausreichenden Bildschärfe erreicht, wenn die Uebervergrösserung eine 4—6fache wird, d. h. wenn durch Tubus und Ocular die Gesammtvergrösserung das 4—6fache von derjenigen Vergrösserung erreicht, welche das Objectiv für sich, ohne Ocular — wie eine Lupe benutzt — liefern würde. Um unter diesen Umständen eine Vergrösserung von 1200 — z. B. bei einem Objectiv für homogene Immersion — unter günstigen Bedingungen zu erhalten, benöthigt man also eines Objectivs, dessen eigene Vergrösserung schon 200 sein muss, dessen Brennweite mithin nur $\frac{250}{200} = 1.25$ mm sein darf. Dem gegenüber stellt sich nun nach zahlreichen und sorgfältig ausgeführten Vergleichungen bei den in Rede stehenden apochromatischen Objectiven das Maass

1) On the relation of Aperture and Power etc. Journ. of the R. Microscop. Society, 1883, Ser. II. Vol. III. p. 803 u. f.

der zulässigen Uebervergrösserung auch bei den grössten Aperturen auf mindestens 12—15, bei den mittleren und schwächeren Objectiven aber noch beträchtlich höher. Eine Gesammtvergrösserung von 1200 erfordert also jetzt keine stärkere Objectiv-Vergrösserung als 80—100, womit gesagt ist, dass ein Objectiv von 3.0 bis 2.5 mm Brennweite hinsichtlich der nutzbaren Vergrösserungen nunmehr unter Zuhilfenahme stärkerer Oculare [1]) dasselbe leisten kann, was vorher nur durch eine Brennweite von 1.25 mm zu erreichen war.

Wenn selbst wenig Werth darauf zu legen wäre, dass die Unbequemlichkeit beseitigt wird, welche dem Gebrauch der Objective von sehr kurzer Brennweite unvermeidlich anhaftet, so wird doch ein wesentlicher Gewinn jedenfalls erreicht: dass der Spielraum der Anwendung für jedes einzelne Objectiv ganz erheblich sich erweitert, weil eine Reihe sehr verschiedener Vergrösserungen blos durch Wechseln des Oculars durchlaufen werden kann. Es leuchtet ein, dass ein Objectiv von 3 mm Brennweite, wenn es befähigt ist, mittels geeigneten stärkern Oculars eine scharfe Vergrösserung von 1200—1500 zu gewähren, in genannter

---

1) Angesichts der noch sehr verbreiteten Meinung, dass die Anwendung starker Oculare an sich unvortheilhaft sei — dass diese Lichtmangel herbeiführten und dass man desshalb für höhere Vergrösserungen grundsätzlich Objective von kurzer Brennweite und schwache Oculare fordern müsse — dürfte es nicht überflüssig sein, darauf hinzuweisen, dass eine solche Ansicht weder optisch sich rechtfertigen lässt, noch einer richtig gedeuteten Erfahrung entspricht, sondern aus einer unberechtigten Verallgemeinerung gewisser Beobachtungen entsprungen ist. Die starken Oculare geben dann „dunkle“ Bilder, wenn durch ihre Anwendung überhaupt zu hohe (leere) Vergrösserung herbeigeführt wird, d. h. wenn die Gesammtvergrösserung über diejenige Ziffer hinaus sich steigert, bei welcher der Inhalt des Bildes, wie er durch die Apertur des Objectivs sich bestimmt, für das Auge erschöpft ist; und ausserdem dann, wenn die Strahlenvereinigung durch das Objectiv zu unvollkommen ist, um die betreffende Vergrösserung zu vertragen, ohne dass die Fehler sichtbar werden. Wenn weder der eine noch der andere Fall vorliegt, ist es auch für den subjectiven Eindruck der Helligkeit durchaus gleichgiltig, ob die betreffende Vergrösserung durch ein starkes Objectiv mit einem schwachen Ocular oder durch ein schwächeres Objectiv von gleicher Apertur mit einem stärkeren Ocular erzielt worden ist. Die objective Lichtstärke des Bildes aber hängt in jedem Falle nur von der Apertur und der Gesammtvergrösserung ab, gleichgiltig wie die letztere durch Brennweite des Objectivs, Tubuslänge und Brennweite des Oculars sich bestimmt.

Beziehung mehr bietet als ein Objectiv mit der bisher erforderlichen viel kürzern Brennweite, weil jenes zugleich die Leistung eines mittleren Objectivs mit in sich begreift, wenn man die schwachen Oculare in Anschlag bringt.

Drittens endlich dürfte die Verwirklichung einer Achromasie von höherer Ordnung bei den Mikroskopobjectiven eine besondere Bedeutung hinsichtlich der Mikrophotographie gewinnen, weil die Correctionsdefecte der gewöhnlichen achromatischen Systeme hier in noch höherem Grade störend eingreifen müssen als bei der Ocularbeobachtung. Nicht nur entspringt aus ihnen eine beträchtliche Focusdifferenz zwischen den optisch und den chemisch wirksamen Strahlen, durch welche schon die Einstellung auf den richtigen photographischen Focus durchaus problematisch wird; es bleibt auch, da die sphärische Correction des Objectivs nur für das hellere sichtbare Licht sicher bewirkt werden kann, für die dem violetten Ende des Spectrums nahe liegenden chemischen Strahlen stets eine starke sphärische Uebercorrection bestehen, vermöge welcher im photographischen Bild eine gleich vollkommene Strahlenvereinigung wie bei der Ocularbeobachtung überhaupt nicht zu Stande kommt. Beide Fehler sind in den apochromatischen Objectiven beseitigt — der erste durch die Aufhebung der secundären Farbenabweichung, der letztere durch die Herstellung einer übereinstimmenden sphärischen Correction für alle Farben. Die Objective dieser Art bieten also erst eine Gewähr dafür, dass das beste chemische Bild in derselben Ebene auftritt, in welcher das beste optische Bild gefunden wird, und dass zugleich jenes mit der gleichen Bildschärfe wirksam ist, mit welcher die Netzhaut das letztere wahrnimmt.

Nach der Theorie müsste die photographische Fixirung des Mikroskopbildes vor der Ocularbeobachtung einen nicht unerheblichen Vorsprung zeigen, wegen der wesentlich kürzeren Wellenlänge der im ersteren Falle wirksamen Lichtstrahlen; es müssten die Objective beim Photographiren den Effect einer im Verhältniss von beiläufig 4 : 3 vergrösserten Apertur im Vergleich mit der Ocularbeobachtung zeigen. Wenn bisher, wie es scheint, von einem solchen Vorsprung in der Praxis nichts bemerkt worden ist, so liegt es nach dem Gesagten nahe, dieses daraus zu erklären, dass die Bilder der chemisch wirksamen Strahlen im Punkt der Lichtconcentration immer wesentlich unvollkommener geblieben sind als die sichtbaren Bilder, und dass dieser Mangel den Vortheil der kürzeren Wellenlänge wieder ausgeglichen hat. Die Erfahrungen, welche inzwischen mit einigen nach dem neuen

Correctionsprincip ausgeführten Objectiven gewonnen wurden, geben nun in der That der Erwartung Raum, dass die theoretisch vorauszusetzende Ueberlegenheit der photographischen Beobachtung in Zukunft noch zur Geltung kommen wird.

Die vorstehend bezeichneten Zielpunkte für die Vervollkommnung der Objective, sowie die Voraussetzungen für ihre practische Durchführung sind vom Verf. schon vor Jahren dargelegt worden [1]). Derselbe hat auch gelegentlich berichtet über Versuchs-Objective, die — unter Benutzung stark brechender Flüssigkeiten in Form von Einschlusslinsen in Systemen — schon im Jahre 1873 in der Zeiss'schen Werkstätte ausgeführt worden sind [2]), um die Richtigkeit jener Ansichten practisch auf die Probe zu stellen, und — nach den damals gebrauchten Worten — „einen Ausblick auf die Mikroskope der Zukunft zu gewinnen". — Insoweit also bieten die in Betracht stehenden Constructionen nicht mehr als die endliche Verwirklichung eines Planes zur Verbesserung des Mikroskopes, der in der hiesigen Werkstätte seit Jahren vorbereitet ist, der aber so lange in suspenso gelassen werden musste, als die Glastechnik die erforderliche Mithilfe nicht zu leisten vermochte.

Die Durcharbeitung dieses Planes in neuerer Zeit hat aber noch auf einen weitern Vortheil hingewiesen, der, obwohl nebensächlicher Art, immerhin als eine erwünschte Verbesserung erscheinen wird. Bei allen Objectiven von beträchtlicher Apertur — bei welchen die Frontlinse nicht für sich achromatisch gemacht werden kann — bleibt, auch wenn die Farbenabweichung auf der Axe (also für die Mitte des Sehfeldes) möglichst vollkommen corrigirt ist, eine nicht unerhebliche Verschiedenheit der Vergrösserung für verschiedene Farben (Verschiedenheit der Brennweite des Objectivs für verschiedene Farben bei übereinstimmender Lage des vorderen Brennpunktes) bestehen, welche Anlass gibt zu merklichen Farbenabweichungen ausserhalb der Mitte des Sehfeldes, die nach dem Rande desselben als deutliche Farbensäume auftreten. (Das durch die blauen und violetten Strahlen entworfene Bild ist grösser als das von den rothen

---

1) Bericht über die wissensch. Apparate auf der Londoner internationalen Ausstellung i. J. 1876, herausg. v. A. W. Hofmann. Braunschweig 1878, p. 415—420.

2) On new methods for improving spherical correction etc. Journ. of the R. Microscop. Soc. Vol. II, 1879, p. 815—817.

und gelben erzeugte, deckt letzteres in der Mitte, greift aber nach dem Rande hin mehr und mehr über dasselbe hinaus).

Dieser Defect der Vergrösserung lässt sich zwar auch in den apochromatischen Systemen nicht beseitigen, ausser durch ganz unvortheilhafte Constructionen; während er aber bei den gewöhnlichen achromatischen Objectiven noch der weiteren Complication unterliegt, dass der Grad jener farbigen Vergrösserungsdifferenz sehr ungleich wird für die centralen und die peripherischen Theile der Objectiv-Oeffnung, behält er bei den apochromatischen annähernd gleiche Grösse für alle Theile der Oeffnung und gestattet in Folge dessen nunmehr eine Correction durch die Oculare.

Es ist zu dem Zwecke nur nöthig, die Oculare so einzurichten, dass sie selbst mit einer entsprechend grossen aber entgegengesetzten Differenz der Vergrösserung (oder der Brennweite) für verschiedene Farben behaftet sind, also Oculare in Anwendung zu bringen, die in bestimmtem Grade unachromatisch sind. Die Durchführung eines solchen Planes erfordert aber natürlich, wenn die nämlichen Oculare für verschiedene Objective geeignet sein sollen — was selbstverständlich verlangt werden muss — dass in sämmtlichen Objectiven jene Differenz der farbigen Vergrösserung auf annähernd gleichen Betrag abgeglichen sei. Dieses nöthigt dazu, bei den Objectiven von kleiner Apertur, bei welchen jene Abweichung leicht vermeidlich und deshalb auch jetzt der Regel nach nicht vorhanden ist, einen solchen Defect nun absichtlich einzuführen, gerade in derjenigen Grösse, in welcher er bei den grossen Aperturen unvermeidlich ist.

Der Erfolg dieser Neuerung besteht darin, dass nunmehr auch die Objective von relativ grosser Apertur im ganzen Umfange des Sehfeldes sehr farbenreine Bilder gestatten, ohne dass dieses Zweckes wegen ihre Construction verwickelter zu werden braucht.

Hinsichtlich der Darstellung einer den verschiedenen practischen Bedürfnissen genügenden Reihe von Objectiven nach dem zuvor characterisirten Correctionsmodus bleiben durchaus die Gesichtspunkte in Geltung, welche Verf. früher, mit Bezug auf die damals bestehenden Constructionsbedingungen, entwickelt hat [1]). Den veränderten Umständen in Betreff des erreichbaren Grades

1) Journal of the R. Microscop. Soc. 1882 und 83. Ser. II, Vol. II, p. 460 u. f., Vol. III, p. 790 u. f.

der Strahlenvereinigung ist durch Modification der dort eingeführten Zahlenangaben ohne Weiteres Rechnung zu tragen.

Als Ausgangspunkt ist für jede Construction die numerische Apertur zu wählen, die in dem Verhältniss der freien Oeffnung des Objectivs zu seiner Brennweite ihren anschaulichen Ausdruck findet. Die obere Grenze für dieses Element ist bei jeder Classe von Objectiven — Trockensystem, Wasserimmersion, homogene Immersion — fast unveränderlich bestimmt durch das theoretisch mögliche Maximum; im Uebrigen aber bleibt die Festsetzung eines für bestimmte Zwecke angemessenen Betrages der freien Wahl überlassen. Ist die Apertur einmal festgesetzt, so bestimmt sich dadurch zunächst der Typus der Zusammensetzung des Linsensystems im Allgemeinen und dann weiter auch die Wahl der einzelnen Constructionselemente, durch welche den verschiedenartigen Correctionsbedingungen Genüge zu leisten ist; offen bleibt nur noch die Brennweite, mit welcher die betreffende Apertur dargestellt werden soll, also der Maassstab der Construction, oder die absoluten Dimensionen, in welchen das System auszuführen ist.

Die Entscheidung über die Brennweite oder den Maassstab wird nun für eine rationelle Construction durch folgende Richtschnur geleitet sein.

Mit der Apertur sind nach bekannten und jetzt allgemein angenommenen Sätzen die linearen Maasse des kleinsten Details in den Objecten bestimmt, welches vermöge dieser Apertur noch zur Abbildung gelangen kann; die Maasse lassen sich für jede Apertur in grosser Annäherung numerisch angeben [1]).

Erfordert wird nun, dass auch dieses kleinste im Bilde wiedergegebene Detail dem Auge unter einem für die deutliche Wahrnehmung ausreichenden Sehwinkel dargestellt werde, für dessen Bestimmung bekannte Erfahrungen die nöthigen Anhaltspunkte bieten. Aus diesen beiden Daten: absolute Grösse des kleinsten Abbildbaren in den Objecten und erforderlicher Sehwinkel im Bild, folgt sofort der Minimalwerth der Vergrösserungen, welche ein Mikroskop mit der betreffenden Apertur gewähren muss, wenn diese Apertur vollständig ausgenutzt werden soll. Andererseits aber giebt die Erwägung, dass eine Vergrösserung der Sehwinkel über ein gewisses geringes Vielfaches der zum deutlichen Sehen erforderlichen Werthe auf leere Vergrösserungen führt, die für keinerlei Zwecke mehr Vortheil bringen, auch sofort den

1) Vol. II, l. c. p. 463.

Maximalwerth, welchen die Gesammtvergrösserung des Mikroskops bei jener Apertur nicht zu überschreiten braucht. Man erhält auf diese Weise also den Spielraum der nutzbaren Vergrösserungen, auf welche ein Objectiv von bestimmter Apertur eingerichtet sein muss.

Welche Brennweite nun dem Objectiv gegeben werden muss, damit durch Vermittelung der Oculare die Vergrösserung des Mikroskops innerhalb der so gefundenen Grenzen vortheilhaft variirt werden könne, hängt durchaus ab von der Entscheidung darüber: welcher Theil von der verlangten Gesammtvergrösserung des Mikroskops in die Oculare gelegt werden darf.

Eine Beschränkung hierin aus optischen Gründen würde überhaupt nicht bestehen, wenn die Lichtconcentration in dem vom Objectiv entworfenen Bild absolut vollkommen gemacht werden könnte. Die Vertheilung der Gesammtvergrösserung zwischen Objectiv- und Ocularwirkung würde in diesem Falle hinsichtlich des optischen Effects durchaus gleichgiltig bleiben. Die Beschränkung tritt aber ein in Folge der unvermeidlichen Mängel der Strahlenvereinigung, welche bedingt sind theils durch uncorrigirte Aberrationsreste in den Objectiven, theils durch Defecte ihrer technischen Ausführung, welche natürlich keine Kunst vollkommen auszuschliessen vermag. Beide Ursachen bewirken, dass an Stelle scharfer Bildpunkte in dem vom Objectiv entworfenen Bild Zerstreuungskreise von kleinerem oder grösserem Durchmesser auftreten, welche mit wachsender Ocular-Vergrösserung dem Auge unter immer grösserem Sehwinkel sichtbar werden und demgemäss die Schärfe und Bestimmtheit des Bildes mehr und mehr beeinträchtigen. In Rücksicht auf diese Umstände tritt daher die Frage ein: bis zu welchem Grade dürfen die erforderlichen nutzbaren Vergrösserungen durch die Ocularwirkung hervorgebracht werden, ohne dass im Bild die Zerstreuungskreise sichtbar werden.

Die aus den Mängeln der Strahlenvereinigung entspringenden Zerstreuungskreise sind in ihrer absoluten Grösse, auf die Maasse des abgebildeten Objectes reducirt, bei Objectiven von je gleichem Constructionstypus und gleicher Vollkommenheit der technischen Ausführung, direct proportional der Brennweite des Objectivs. Hieraus lässt sich ableiten, dass die Sehwinkel, unter welchen sie mit einer bestimmten Gesammtvergrösserung des Mikroskops dem Auge sichtbar werden, bei sonst gleichartigen Objectiven umgekehrt proportional sein müssen dem Ver-

hältniss zwischen der Brennweite des ganzen Mikroskops bei dieser Vergrösserung zur Brennweite des Objectivs, oder direct proportional dem Verhältniss zwischen jener Gesammtvergrösserung (N) und der Vergrösserung (n), welche das Objectiv für sich, ohne Ocular, gewähren würde. Dieses Verhältniss $\frac{N}{n}$, welches die durch das Ocular allein herbeigeführte Vergrösserung kennzeichnet, bestimmt demnach bei Objectiven von je gleichem Vollkommenheitsgrad die Sichtbarkeit der Zerstreuungskreise in der Art, dass für jeden Vollkommenheitsgrad ein bestimmter Werth dieses Verhältnisses existirt, von welchem ab die Mängel der Strahlenvereinigung im Bild die Schwelle der deutlichen Wahrnehmung überschreiten.

Wenn dieser kritische Werth der Uebervergrösserung für irgend eine Classe von Objectiven ermittelt ist, so ergiebt sich sofort die Brennweite, die einem Objectiv gegeben werden muss, damit die vorher bestimmten, der Apertur entsprechenden nutzbaren Vergrösserungen unter günstigen Verhältnissen — d. h. ohne störendes Hervortreten der Abbildungsdefecte — erzielt werden können. Denn ist der zulässige Werth der Ocular-Vergrösserung — in dem zuvor erklärten Sinne — durch eine Zahl ν ausgedrückt, während die Gesammtvergrösserung, welche zur Ausnutzung der Apertur erfordert wird, bis zur Zahl N reichen soll, so muss die Eigen-Vergrösserung n des Objectivs den Werth $\frac{N}{\nu}$, die Brennweite also $250.\frac{\nu}{N}$ (mm) betragen, wenn die Vergrösserungsziffern auf den üblichen Bildabstand von 250 mm bezogen sind. — Die Ermittelung der Ocular-Vergrösserung ν, welche Objective von bestimmtem Constructionstypus noch vertragen, ist daher der entscheidende Factor für eine rationelle Anpassung der Brennweiten an die Aperturen.

Die Feststellung dieser Zahl ist wesentlich eine Sache des Experiments und der Erfahrung, da sie nicht allgemeingiltig, sondern nur in Bezug auf je eine bestimmte Art der Correction und einen bestimmten Grad der technischen Vollkommenheit der Objective gegeben werden kann. Jeder Fortschritt in der Richtung auf vollständigere Aufhebung der sphärischen und chromatischen Aberrationen muss naturgemäss eine Verminderung der Zerstreuungskreise im Objectivbild zur Folge haben und demnach durch höhere Werthe der zulässigen Ocularvergrösserung sich kund geben, wofern gleichzeitig die technische Ausführung der Systeme

den entsprechend gesteigerten Anforderungen an die Beseitigung von Form- und Centrirungsfehlern der Linsen Genüge zu leisten vermag.

Wie oben schon erwähnt, vertragen Objective, die mit Hilfe der neuen Glasarten nach den früher bezeichneten Correctionsbedingungen berechnet und mit Aufgebot aller technischen Kunst ausgeführt sind, gemäss den Beobachtungen des Verf. eine Ocularvergrösserung (Ueber-Vergrösserung) von mindestens 12—15 selbst bei der grössten in Betracht kommenden Apertur, ohne dass dabei Defecte der Strahlenvereinigung im Bilde bemerkbar werden. Für die kleineren Aperturen, welche bei den schwächeren Trockensystemen in Anwendung kommen, erreicht die zulässige Ocularvergrösserung aber noch viel höhere Ziffern. Hieraus folgt unter Anwendung der zuvor angegebenen Richtschnur, dass auch die höchsten nutzbaren Vergrösserungen, welche die homogene Immersion gestattet, noch mit einer Eigenvergrösserung des Objectivs von 80—100, also mit einer Brennweite von ca. 3 mm ohne Einbusse in der Vollkommenheit des Bildes erreichbar sein müssen. Beinahe gleiche Brennweite ergiebt sich für die grösste Apertur der Wasserimmersion, und eine Brennweite von etwa 4 mm für die grösste Apertur des Trockensystems.

Dass hiernach bei Objectiven dieser Correctionsweise wesentlich kürzere Brennweiten als 3 mm überhaupt überflüssig werden dürften, wird nach dem Eingangs Gesagten jedenfalls als ein practischer Gewinn anzusehen sein; und es liegt also kein Grund vor, dieser Folgerung nicht Rechnung zu tragen. Hinsichtlich der Trockenlinsen von erheblich kleinerer Apertur als 0.9 aber führt diese theoretische Bestimmung der Brennweiten zum Theil auf so grosse Werthe, dass ihre Anwendung in der Praxis Uebelstände mit sich bringen müsste, weil alsdann namentlich an den Mikroskopen continentalen Modells Oculare von ganz unbequem kurzer Brennweite erforderlich werden würden, um die nutzbaren Vergrösserungen hervorzubringen. Man wird daher in Betreff dieser schwächeren Objective solcher äusseren Rücksichten wegen bei kürzeren Objectiv-Brennweiten stehen bleiben, als an sich für die betreffenden Aperturen erforderlich wären.

Seitens der optischen Werkstätte von C. Zeiss wird ein Satz von Apochromat-Objectiven ausgeführt, deren Verhältnisse nach den hier angegebenen Gesichtspunkten regulirt sind. Die Aperturen gehen in dieser Reihe von 0.3 bis zu 1.4; in jeder der gebräuchlichen Classen — Trockenlinsen, Wasserimmersion, homogene

Immersion — ist das theoretische Maximum der Apertur bis auf ein Deficit von nur etwa 7 % und weniger verwirklicht.

Wie gross oder wie klein der Vortheil sein werde, der dem wissenschaftlichen Gebrauch des Mikroskops aus diesen Neuerungen erwächst, darüber wird natürlich erst eine längere Erfahrung entscheiden können. — In demjenigen Factor, der für die Erweiterung der mikroskopischen Wahrnehmung in letzter Instanz entscheidend ist, der Apertur, können die neuen Hilfsmittel der practischen Optik nichts Wesentliches ändern. Wenn auch eine geringe Vergrösserung der Aperturen erreicht wird, im Vergleich mit denjenigen wenigstens, die bisher bei Objectiven zum regelmässigen Arbeiten vortheilhaft anzuwenden waren, so kann doch dieser Gewinn, als relativ zu gering, eine ausschlaggebende Bedeutung nicht beanspruchen. Ein erheblicher practischer Vortheil kann demnach jedenfalls nur als Folge der inneren Vervollkommnung der Constructionen im Punkte der Strahlenvereinigung erwartet werden. Es wird also Alles darauf ankommen, in welchem Maasse die Eingangs characterisirten sichtbaren Wirkungen dieser Vervollkommnung beim Gebrauch des Mikroskops practisch zur Geltung kommen werden — nämlich die bessere Ausnutzung der Aperturen oder die Verminderung des Deficits zwischen der theoretischen und der thatsächlichen Leistung, welches bisher noch bestanden hat; die grössere Präcision und Bestimmtheit der Wahrnehmung, welche durch die vollkommenere Lichtconcentration ohne Zweifel gewonnen wird; endlich die wesentlich günstigeren Verhältnisse, welche hinsichtlich der Leistungen der Mikrophotographie herbeigeführt sind.

Wie sich hierin das Endresultat aber auch stellen mag, so dürften die hier betrachteten Objectiv-Constructionen unter dem rein optischen Gesichtspunkt ein gewisses Interesse jedenfalls in Anspruch nehmen, in Hinsicht nämlich auf die wesentlich höhere Ordnung der Strahlenvereinigung, die in ihnen verwirklicht wird.

Nach dem Sprachgebrauch der Dioptrik bestimmt sich diese Ordnung durch die Anzahl der nach Einfallsrichtung oder Brechbarkeit verschiedenen Strahlen, welche gemäss den von einem optischen System erfüllten Bedingungen in vollkommener Strenge an einem Punkt der Achse zur Vereinigung gebracht werden.

Nach dieser Anzahl richtet sich der grössere oder geringere Spielraum für die möglichen Abweichungen der übrigen, nicht streng sondern nur annähernd zu vereinigenden Strahlen; nach

ihr bemisst sich daher naturgemäss die geringere oder grössere Vollkommenheit der Strahlenvereinigung überhaupt.

In diesem Sinne repräsentirt eine beliebige einfache Glaslinse auf ihrer Achse eine Strahlenvereinigung erster Ordnung. Die Objetive der heutigen grossen Fernrohre zeigen der Mehrzahl nach eine solche von 3. Ordnung, und nur diejenigen Fernrohre, in welchen entweder der Fraunhofer'sche oder der Gauss'sche Constructionstypus streng durchgeführt ist, erreichen die 4. Ordnung.

Unter den hier betrachteten Mikroskopobjectiven verwirklichen aber diejenigen mit maximaler Apertur in den verschiedenen Classen eine Strahlenvereinigung von nicht weniger als 11. Ordnung, weil die Beseitigung der Farbenabweichung einschliesslich der secundären Abweichung zwei verschiedenartige Strahlen, die Aufhebung der sphärischen Aberration und ihrer chromatischen Differenz bei so grossen Aperturen sechs, und endlich die Herbeiführung gleicher Vergrösserung für die verschiedenen Zonen der freien Oeffnung noch weitere zwei Strahlen streng zu erfüllenden Bedingungen unterwirft. Dem entspricht die exorbitante Grösse der freien Oeffnung, die bei Mikroskopobjectiven in Anwendung kommt, im Vergleich mit den Fernrohrobjectiven. Denn während bei letzteren eine Oeffnung, die nur den 10ten Theil der Brennweite beträgt, schon zu den Ausnahmen gehört, wenigstens bei grösseren Instrumenten, erfordert das heutige Mikroskopobjectiv Oeffnungen, die im Durchmesser das 2.8fache der Brennweite erreichen.

Oculare.

Die Verfolgung der oben entwickelten Richtschnur für die Construction von Objectiven hat naturgemäss Veranlassung geboten, auch in Betreff der Oculare Anforderungen zu stellen, welche bisher noch nicht in Betracht gekommen sind und deren Erfüllung ebenfalls auf mehrere neue Einrichtungen geführt hat. Hinsichtlich dieser sind namentlich die folgenden Rücksichten maassgebend gewesen:

Erstens musste, wenn der auf p. 118 angeführte Vortheil der neuen Objective verwirklicht werden sollte, für die mit ihnen zu verbindenden Oculare die Bedingung eingeführt werden, dass sie zwar hinsichtlich der Vereinigungsweiten der verschiedenfarbigen Strahlen genügend achromatisch seien, hinsichtlich der Vergrösse-

rung aber wie stark übercorrigirte Linsen sich verhalten, und zwar mit einem ganz bestimmten, durch die entsprechende Abweichung der Objective von grosser Apertur vorgezeichneten Grade der Uebercorrection. Die Erfüllung dieser, allerdings ungewöhnlichen Anforderung — welche besagt, dass die Brennweite eines solchen Oculars gerade in entgegengesetztem Sinne wie die Brennweite einer gewöhnlichen unachromatischen Linse für verschiedene Farben verschieden sein müsse — bietet der practischen Optik keine besonderen Schwierigkeiten und ist innerhalb verschiedener Constructionstypen mit bekannten Mitteln zu erreichen. Oculare dieser Art compensiren nun die chromatische Vergrösserungsdifferenz des Objectivbildes, und zwar für die verschiedenen Objective gleichmässig, wenn letztere — wie zuvor bemerkt — sämmtlich auf gleichen Betrag jener Differenz abgeglichen sind. — In Hinblick auf diese Function sind die fraglichen Oculare unter der Benennung Compensations-Oculare eingeführt worden.

Zweitens forderte der Umstand, dass bei den neuen Objectiven hohe Ocularvergrösserungen für den regelmässigen Gebrauch vorzusehen waren, dazu auf, die Einrichtung der stärkeren Oculare erheblich zu verändern, um ihre Anwendung von den Nachtheilen zu befreien, die ihr jetzt anhaften. Die bisher im Gebrauch befindlichen Oculartypen, sowohl der gewöhnliche Huyghensche wie die verschiedenen Formen der achromatischen Oculare, führen, wenn die Brennweite wesentlich unter 25 mm sinkt, auf Augenlinsen von recht kleinem Durchmesser, und ausserdem rückt bei ihnen der Augenpunkt sehr nahe an die Linse heran. Der Beobachter wird hierdurch zu einer unbequemen Annäherung des Auges genöthigt, vor Allem aber ist der Gebrauch der Camera lucida ganz ausgeschlossen. Durch einen von den gebräuchlichen Formen wesentlich abweichenden Constructionstypus für die höheren Nummern der Compensationsoculare ist nun erreicht, dass diese ebenso bequem zu gebrauchen sind, wie die jetzt gangbaren schwachen und mittleren Oculare. Die Augenlinse behält einen reichlich grossen Durchmesser und der Augenpunkt bleibt so weit von der Linse entfernt, dass die Anwendung der Camera lucida keinerlei Hinderniss findet.

Drittens hat das Bestreben, den oben auf p. 113 betonten Vorzug der Objective von relativ grosser Brennweite möglichst zur Geltung zu bringen, Veranlassung geboten, die Reihe der Oculare auch nach dem untern Ende hin über die jetzt gebräuchlichen Grenzen hinaus zu erweitern, um für ein und dasselbe

Objectiv einen sehr weiten Spielraum verschiedener Vergrösserungen verfügbar zu machen. Es sind desshalb namentlich zwei besondere Oculare von ungewöhnlich langer Brennweite eingeführt worden, deren schwächstes an Mikroskopen mit dem continentalen Tubus die Ocularvergrösserung = 1 herbeiführt, d. h. mit jedem Objectiv genau diejenige Vergrösserung liefert, welche das Objectiv ohne jedes Ocular, als Lupe benutzt, gewähren würde. Diese Oculare dürften zweckmässig als „Sucheroculare" zu bezeichnen sein, weil sie weniger zum regelmässigen Beobachten als zur vorläufigen Durchmusterung der Präparate und zum Aufsuchen dienen sollen. Mit Einschluss solcher Sucheroculare gewährt die Reihe der Oculare eine Abstufung der nutzbaren Vergrösserungen für jedes Objectiv in dem Verhältniss von 1 : 18 zwischen der kleinsten und der grössten Ziffer, so dass also z. B. ein Objectiv für homog. Immersion von 3.0 mm Brennweite, welches mit dem stärksten Ocular eine Vergrösserung von 1500 liefert, andererseits mit dem schwächsten auch die geringe Vergrösserung von ca. 80 zur Verfügung stellt.

Im Vorangehenden ist mehrfach Gebrauch gemacht worden von einer Characterisirung der Oculare durch das Verhältniss der ganzen Vergrösserung des Mikroskops zur Vergrösserung des Objectivs. Der Verf. hat diese Methode zur Bestimmung der Ocularwirkung im Mikroskop an anderer Stelle begründet [1]). Bei dieser Gelegenheit aber mag noch auf den Vortheil hingewiesen werden, welchen dieselbe auch für practische Zwecke, nämlich als Grundlage einer rationellen Bezeichnung der Oculare, darbieten kann.

Wenn durch Verbindung von Objectiv und Ocular an einem Mikroskop eine lineare Vergrösserung N, bezogen auf die conventionelle Bildweite l, erreicht wird, so ist damit die Thatsache festgestellt, dass unter diesen Umständen das Mikroskop als Ganzes ein Linsensystem von der Brennweite $f = \frac{l}{N}$ darstellt. Denn für jedes Linsensystem, welches auch seine Zusammensetzung sein mag, ist immer $N = \frac{l}{f}$, und ein bestimmter Werth von N besteht also kraft eines bestimmten Wertes von f. — Will man

1) Journ. of the R. Microsc. Soc. 1883, Ser. II, Vol. III, p. 791 u. f.

nun erfahren, welcher Antheil an der Vergrösserungswirkung des ganzen Mikroskops dem Ocular zukommt, so muss man nothwendiger Weise Dasjenige, was mit dem Ocular vorhanden ist, mit Dem vergleichen, was ohne das Ocular da sein würde. Letzeres aber ist ein Linsensystem (das Objectiv des Mikroskops) mit irgend einer anderen und zwar grösseren Brennweite F. Das Verhältniss zwischen dieser Brennweite und der zuvor betrachteten Brennweite des ganzen Mikroskops kennzeichnet also numerisch die Ocularwirkung im Mikroskop. Dieses Verhältniss ist

$$\frac{F}{f} = \frac{F}{l} \cdot N = \frac{N}{\left(\frac{l}{F}\right)}$$

und da hierin $\frac{l}{F}$ die Vergrösserung n bedeutet, die das Objectiv für sich allein geben würde, so wird man also darauf geführt, die Gesammtvergrösserung des Mikroskops stets zu vergleichen mit der eigenen Vergrösserung des Objectivs, obwohl diese letztere, weil man Mikroskopobjective nicht zugleich als Lupen zu benutzen pflegt, für gewöhnlich nicht zur Anwendung kommt.

Die Vertheilung der Wirkung des ganzen Mikroskops auf Objectiv und Ocular stellt sich also in der Formel dar

$$N = n \cdot \nu$$

wo ν jenen Quotienten $\frac{F}{f}$, das Maass der Ocularwirkung, ausdrückt.

Wie Verf. gezeigt hat, bestimmt das Verhältniss $\nu = \frac{N}{n}$ zugleich alle Einflüsse, welche hinsichtlich der Beschaffenheit des mikroskopischen Bildes durch Tubus und Ocular ausgeübt werden. Wenn in irgend einem Mikroskop eine Gesammtvergrösserung N erreicht wird, welche die eigene Vergrösserung n des Objectivs z. B. um das 10fache übertrifft — wie wenn z. B. mit einem Objectiv von 5 mm Brennweite, dessen Eigenvergrösserung, in der üblichen Weise bestimmt, also nur 50 ist, die Gesammtvergrösserung 500 wird — so kennzeichnet diese Zahl $\nu = 10$ endgiltig die sämmtlichen optischen Bedingungen, von welchen das Zustandekommen des Bildes unter jenen Umständen abhängt. Im Besonderen ist damit festgestellt, dass alle Abbildungsfehler, die im Objectiv wirksam sind, im schliesslichen Bild genau 10fach vergrössert mitgesehen werden — ganz unabhängig davon, ob diese 10fache Uebervergrösserung durch einen langen Tubus und ein schwaches Ocular, oder umgekehrt, zu Stande gekommen ist.

Es hat nun in der That ein erhebliches practisches Interesse, beim

Gebrauch des Mikroskops gerade über diesen wichtigen Factor immer orientirt zu sein; und solches wird erreicht, wenn die Uebervergrösserungen, welche die verschiedenen Oculare herbeiführen, in deren Bezeichnung direct zum Ausdruck gebracht sind. Man hat dabei noch den weiteren Vortheil, dass die jeweilig vorliegende Gesammtvergrösserung durch Multiplication der Ocularnummer mit der Eigenvergrösserung des Objectivs — die mit dessen Brennweite unmittelbar gegeben ist — sofort erhalten wird.

Aus Anlass der jetzt eingeführten Neu-Constructionen ist die Zeiss'sche Werkstätte in Jena mit einer derartigen Bestimmung und Bezeichnung der Oculare vorangegangen. Jedes Ocular wird nummerirt mit der Ziffer der Uebervergrösserung, die es am Mikroskop hervorbringt, unter Voraussetzung der normalen Tubuslänge, für welche es construirt ist. Angesichts der jetzt herrschenden Verwirrung in der Characterisirung der Oculare dürfte es wohl Vortheil bringen, wenn die Optiker dieses System einer rationellen Bezeichnung allgemein annehmen wollten.

Natürlich kommt in diesem System eine bestimmte Vergrösserungsziffer einem Ocular nur insofern zu, als es mit einer bestimmten Tubuslänge benutzt wird, weil überhaupt die Wirkung eines Oculars nicht von dessen Brennweite allein, sondern ebenso sehr von seinem Abstand vom Objectiv abhängt. — Das oben betrachtete Verhältniss $\frac{N}{n} = \nu$ ist stets durch den Werth des Quotienten $\frac{\Delta}{\varphi}$ bestimmt, wo φ die Brennweite des Oculars und Δ den Abstand seines unteren Brennpunktes vom oberen Brennpunkt des Objectivs — die „optische" Tubuslänge — bedeutet. Ein und dasselbe Ocular ergiebt also andere Ocularvergrösserungen — — wie es überhaupt andere Vergrösserungen ergiebt — je nachdem es mit kürzerem oder längerem Tubus benutzt wird, und zwar in dem Verhältniss andere, als dabei jener Abstand Δ verschieden ist. Derartige Veränderungen — wie sie im Gebrauch des Mikroskops durch gelegentliches Einschieben oder Ausziehen des Tubus herbeigeführt werden — lassen sich ebenso leicht in in ihrem Einfluss auf die Ocularvergrösserung bestimmen wie in ihrem Einfluss auf die Vergrösserung überhaupt. Wenn man weiss, dass die einem Ocular beigelegte Vergrösserung sich auf eine optische Tubuslänge von z. B. 180 mm bezieht, so weiss man auch sofort, das ein Ausziehen des Tubus um 20 mm die Ocularvergrösserung im Verhältniss von 180 : 200 steigern wird. Um allen derartigen Veränderungen Rechnung tragen zu können,

braucht also nur Seitens des Optikers angegeben oder vom Beobachter selbst ermittelt zu werden, wieviel bei der als normal angenommenen Tubuslänge der Abstand zwischen dem oberen Brennpunkt des Objectivs und dem unteren des Oculars beträgt. Wäre aber dieses Datum unbekannt, so könnte man auch die Veränderung der Gesammtvergrösserung des Mikroskops in Folge veränderter Tubuslänge ebensowenig bestimmen.

Hilfsmittel zur Projection.

Um die Vortheile, welche die Apochromat-Objective für die Mikrophotographie bieten können, ungeschmälert zur Geltung gebracht zu sehen, ist schliesslich noch den Einrichtungen zur Projection des Bildes besonderes Augenmerk zugewandt worden.

Die bisher für diesen Zweck gebräuchlichen Methoden sind sämmtlich mit erheblichen Mängeln behaftet. — Das an sich einfachste und scheinbar sicherste Verfahren, das Bild ohne Weiteres direct auf die photographische Platte zu projiciren, führt bei Objectiven von einigermaassen beträchtlicher Apertur stets eine Verschlechterung des Bildes durch sphärische Aberrationen herbei, sobald der Abstand der Platte erheblich grösser genommen wird als die normale Tubuslänge, für welche das Objectiv corrigirt ist. Für grosse Abstände der Platte sind diese durch den veränderten Strahlengang im Objectiv bedingten Aberrationen auch mittelst der Correctionsfassung nicht vollständig zu beseitigen. Die Projection der Bilder mit Hilfe eines Oculars hebt allerdings diese Fehlerquelle auf; die gewöhnlichen Oculare, zumal die unachromatischen, führen aber ihrerseits wieder erhebliche Fehler ein, weil sie namentlich die Focusdifferenz der chemisch wirksamen Strahlen bedeutend steigern. Die Anwendung endlich einer achromatischen Zerstreuungslinse (Amplifier) an Stelle eines Oculars — durch welche bisher die relativ besten Resultate erzielt worden sind — bringt, abgesehen von anderen Uebelständen, umständliche und lästige Manipulationen bei der Einstellung mit sich, wenn gute Correction des Objectivs gewährleistet sein soll.

Die vom Verf. in Ausführung gebrachte Methode, welche diese verschiedenen Nachtheile beseitigt, zielt darauf ab: das Objectivbild ganz unter den gleichen Bedingungen und auch ganz an derselben Stelle des Tubus wie bei der Ocularbeobachtung entwerfen zu lassen und dieses Objectivbild sodann mittelst eines sphärisch

und chromatisch genau corrigirten Linsensystems welches gegen jenes Objectivbild im Tubus beliebig eingestellt' werden kann, auf die Platte (oder einen Schirm) zu projiciren.

Dieses Verfahren schafft volle Sicherheit dafür, dass der für das Auge — eventuell mittelst der Correctionsfassung — hergestellte und erprobte Correctionszustand des Objectivs auch bei der Projection des Bildes ganz ungeändert fortbesteht und dass durch die nachfolgende zweite Abbildung keine neuen Defecte eingeführt werden können, weil das Projections-System so wie das Objectiv selbst corrigirt, im Besonderen auch frei von secundärer Farbenabweichung und der aus ihr entspringenden Focusdifferenz ist.

Ueberdies ist noch darauf Bedacht genommen, durch das Projections-System die chromatische Differenz der Vergrösserung, die in dem Objectivbild besteht, in gleicher Art wie bei den Compensationsocularen in dem schliesslichen Bild aufzuheben.

Die sämmtlichen Manipulationen behufs der Einstellung, die ebenso gut für kurze wie für beliebig grosse Plattenabstände bewirkt werden kann, gestalten sich bei dieser Methode ausnehmend einfach.

Solche Systeme zur Projection sind, weil sie in der äusseren Form Ocularen ähnlich sehen und auch ganz so wie diese mit dem Mikroskop verbunden werden, unter der Bezeichnung Projections-Oculare eingeführt worden.

Die Erfahrungen, welche angesehene Kenner der Mikrophotographie über die in Rede stehende Methode inzwischen schon gewonnen haben, lassen voraussehen, dass sie in Zukunft in allgemeinen Gebrauch kommen werde.

Discussion: Herr Thomae.

II. Sitzung am 23. Juli 1886.

1) Herr Sohncke berichtete

Ueber Hydromagnetismus,

und stellte Experimente an.

(Ein Bericht ist nicht eingegangen).

2) Herr Ziegenspeck sprach

Ueber das foetale Herz (Mensch)

und demonstrirte.

3) Herr Walther trug

Ueber die „Hundertfadenlinie“

vor.

(Berichte sind nicht eingegangen).

Nachträge.

Nachtrag zur Sitzung vom 19. Februar 1886.

Herr Detmer sprach

Ueber die Einwirkung niederer Temperaturen auf Pflanzen.

Der Vortragende machte zunächst Mittheilung über die neueren Untersuchungen Müller-Thurgau's, welche sich auf den Temperaturgang im Innern gefrierender Pflanzentheile beziehen. Er hat die Experimente des genannten Forschers wiederholt und die Resultate derselben bestätigt gefunden. Weiter betonte der Vortragende, dass die Eisbildung im Innern gefrierender Pflanzentheile gewöhnlich nicht in den Zellen, sondern in den Intercellularen zwischen den Zellen erfolgt.

Wenn Pflanzentheile in Folge der Einwirkung niederer Temperaturen absterben (erfrieren), so verlieren sie, da die normale Molekularstruktur der Hautschichten des Protoplasma zerstört ist, ihren Turgor, an der Luft vertrocknen sie schnell, und manche erfrorene Pflanzentheile besitzen auch, im Gegensatze zu den nicht abgestorbenen, ein missfarbiges Aussehen.

Die Untersuchungen des Vortragenden, welche aber noch fortgesetzt werden sollen, beziehen sich zumal auf die ausserordentich verschiedenartige Widerstandsfähigkeit zahlreicher Pflanzentheile niederen Temperaturen gegenüber.

1. Lufttrockene Früchte und Samen können längere Zeit niederen Temperaturen (z. B. — 10° C.) ausgesetzt werden, ohne ihre Keimfähigkeit einzubüssen, während die gequollenen Untersuchungsobjekte, wenn sie derselben niederen Temperatur preisgegeben sind, zu Grunde gehen. Beträchtlichere Kältegrade sind aber dennoch nicht ohne jede nachtheilige Einwirkung auf manche lufttrockene Pflanzentheile. Werden z. B. Weizenkörner einer Temperatur von —10° C. ausgesetzt, so sind sie nachträglich allerdings noch keimfähig, aber die Wachsthumsgeschwindigkeit ihrer Keimtheile ist auf jeden Fall eine geringere als gewöhnlich.

2. Manche Pflanzentheile und Pflanzen (z. B. Bellis perennis, Nadeln vieler Coniferen, Wurzelblätter von Primula elatior, Moose) ertragen ziemlich erhebliche Kältegrade unter 0° C. ohne jeden Schaden. Bei noch weiterer Senkung der Temperatur unter 0° C. gehen dieselben Pflanzentheile aber oft zu Grunde. So wurden z. B. Wurzelblätter von Primula elatior im Winter in verschlossenen Gläsern, in denen sie sich mit Luft in Berührung befanden, 6 Stunden lang entweder einer Temperatur von etwa —7, oder einer Temperatur von etwa —17° C. ausgesetzt. Wenn die steif gefrorenen Untersuchungsobjekte nun in Wasser von 0° C. gelangten, so ergab sich, dass die bei —7° C. gefrorenen nach dem Aufthauen noch lebendig waren, während die bei —17° C. gefrorenen abgestorben erschienen. Ausserordentlich widerstandsfähig niederen Temperaturen gegenüber erweisen sich viele Bacterien. Als Malzextract, der mit minimalen Bacterienmengen inficirt worden war, in zugeschmolzenen Glasröhren 6 Stunden lang einer Temperatur von —17° C. ausgesetzt wurde, ergab sich, dass sich in den schnell aufgethauten Flüssigkeiten im Verlauf weniger Tage eine üppige Bacterienvegetation entwickelte.

3. Sachs hat gefunden, dass viele gefrorene Pflanzentheile zu Grunde gehen, wenn sie schnell aufgethaut werden, während sie am Leben bleiben, wenn das Aufthauen langsam vor sich geht. Der Vortragende hat ähnliche Erfahrungen gemacht. Es wurden Wurzelblätter von Primula elatior 6 Stunden lang einer Temperatur von etwa —7° C. ausgesetzt. Wenn die steif gefrorenen Blätter in Wasser von 6° C. gelangten, so waren sie sämmtlich nach dem Aufthauen nicht abgestorben. Wurde aber das Aufthauen der Blätter durch Einbringen der gefrorenen Untersuchungsobjecte in Wasser von 17° C. sehr beschleunigt, so blieben keineswegs alle Blätter am Leben.

4. Der Vortragende hat sicher festgestellt, dass es Pflanzen-

theile giebt, die schon in Folge des Gefrierens an sich absterben. So verhalten sich z. B. die Blätter von Begonia manicata, was daraus mit Bestimmtheit zu ersehen ist, dass sie eine auffallende Farbenveränderung erfahren, wenn Eisbildung in ihrem Gewebe zu Stande kommt.

5. Experimente, die der Vortragende zur Entscheidung der Frage ausführte, ob Pflanzen bei niederen Temperaturen über 0° C. durch Erfrieren getödtet werden können, ohne also vorher gefroren gewesen zu sein, haben selbst für Untersuchungsobjecte, die in wärmeren Gegenden heimisch sind, zu negativen Resultaten geführt. (Vergl. eine Abhandlung des Vortragenden im laufenden Jahrgange der botanischen Zeitung).

Nachtrag zur Sitzung vom 5. März 1886.

Herr Liebscher sprach über

Eine neue Theorie der Düngung.

Als wichtigste theoretische Grundlage der Düngerlehre gelten bekanntlich die Liebigschen Lehren und namentlich das sogenannte Liebigsche Gesetz vom Minimum, nach welchem der Ertrag eines Feldes gesteigert wird durch Düngung desselben mit denjenigen Pflanzennährstoffen, die im Verhältniss zur Zusammensetzung der Ernteproducte sich im Boden in geringster Menge finden. So richtig dies auch im allgemeinen ist, so zeigt doch die landwirthschaftliche Erfahrung, dass die bisherige Theorie der Düngung uns bei ihrer Anwendung auf den einzelnen bestimmten Fall sehr oft im Stich lässt. Dies hat zu einer grossen Anzahl von wenig bewiesenen Hilfshypothesen geführt, die alle zu entschuldigen bestimmt sind, weshalb hier oder da die Düngung anders eingerichtet werden müsse, als es die Liebigsche Theorie eigentlich erfordert. Versuche zu einer durchgreifenden Lösung dieser Schwierigkeiten, durch allgemein brauchbare Modificationen oder Erweiterungen jener Fundamental-Theorie, haben die letzten Jahre zu Tage gefördert in den Arbeiten von Wagner und von Drechsler. Hiernach werden die verschiedenen Nährstoffe von ein und derselben Pflanze nicht mit der gleichen Energie aufgesogen und soll

die eine Kulturpflanze, z. B. ein stärkeres Aneignungsvermögen für Stickstoffverbindungen, die andere etwa für Phosphate besitzen. Auf gleichem Boden würde deshalb die erstere nicht dankbar sein für eine Stickstoffdüngung, wohl aber für die Zufuhr von Phosphorsäure, für die sie ein weniger starkes Aneignungsvermögen besitzt, während es bei der letzteren Pflanze umgekehrt sein würde. Drechsler giebt derartigen Erscheinungen dann die Deutung, dass eine bestimmte Pflanze den einen Nährstoff aus dem Vorrathe des Bodens, den andern aus der Düngung zöge und dass es deshalb unsere Aufgabe sei, einerseits den Boden in Liebigs Sinne durch Ersatz der ihn entzogenen Nährstoffe zu düngen, damit sein Nährstoffvorrath nicht mit der Zeit erschöpft werde. Andererseits soll es aber nöthig sein, die Pflanzen zu düngen, indem wir ihnen diejenigen Nährstoffe in leichtlöslicher Form darbieten, welche sie sich relativ schwierig anzueignen vermögen.

Aus den bisher bekannt gewordenen Versuchen lässt sich aber nicht nachweisen, dass wirklich eine in der geschilderten Weise verschieden ausgebildete Aneignungsenergie existirte und ist ihr Vorhandensein auch nach den bei der Stoffaufnahme wirksamen osmotischen Gesetzen so gut wie ausgeschlossen, wenigstens soweit die Kenntniss der factischen Vorgänge bei der Stoffaufnahme bis jetzt reicht. Der Vortragende glaubt aber in anderer Weise die jetzt noch bestehenden Schwierigkeiten beseitigen zu können.

Aus den bisherigen Versuchen über die Ernährung der Kulturpflanzen geht hervor, dass der zeitliche Verlauf der Stoffaufnahme bei allen einschlagenden Fragen ein Factor von der grössten Bedeutung sei, da manche Pflanzen, wie z. B. die Sommergetreidearten in der Zeit vor dem Schossen, also in wenigen Wochen, den grössten Theil ihres gesammten Stoffbedarfes aufnehmen und später nur noch sehr wenig dazufügen, während andere gleichmässig während des ganzen Sommers in demselben Verhältniss Nährstoffe aufnehmen, wie sie organische Substanz produciren. Erstere verlangen deshalb eine Düngung mit leichtlöslichen Stoffen, letzteren ist eine allmälig, aber fortwährend neue Stoffmengen darbietende, weil sich langsam zersetzende, Stallmistdüngung gedeihlicher. Die Frage nach der richtigen Zeit der Düngung und viele andere stehen, wie leicht ersichtlich, hiermit im engsten Zusammenhange. Viele Verschiedenheiten des Verhaltens unserer Kulturgewächse aber, welche darauf hinauslaufen, dass die eine bescheidener ist als die andere in ihren Ansprüchen an die Stärke der Düngung oder den Reichthum des Bodens, finden allein

in dem zeitlichen Verlaufe der Stoffaufnahme und der absoluten Grösse des Stoffbedarfes nicht ihre Erklärung. Es ist zum vollen Verständniss ausserdem noch nöthig, Rücksicht zu nehmen auf die quantitative Entwicklung des Wurzelsystems. Mit andern Worten heisst dies, man muss wissen, wie gross die Arbeit der Stoffaufnahme ist, welche die einzelne Wurzel in der Zeit der Stoffaufnahme täglich zu leisten hat, damit die Pflanze normal gedeihen kann, wenn man begreifen will, wie es kommt, dass die eine Pflanze eine reiche, eine andere aber nur eine schwache Düngung des Bodens zu ihrer normalen Entwicklung gebraucht. An einer Anzahl graphischer Darstellungen des Verlaufes der Stoffaufnahme und des Arbeitsquantums der Wurzeln verschiedener Kulturpflanzen wurde das Gesagte erläutert und die Resultate zusammengefasst in folgender Erweiterung der bisherigen Düngungstheorie:

Das Düngerbedürfniss der Kulturpflanzen ist abhängig, nicht nur von dem Verhältniss zwischen dem Stoffgehalte des Bodens und der Ernte, sondern ausserdem von dem zeitlichen Verlaufe der Stoffaufnahme und der quantitativen Ausbildung des Wurzelsystems während derselben. Wahrscheinlich erscheint es, dass ausserdem noch die Wurzel-Ausscheidungen, also auch das Längsvermögen der Wurzeln, verschiedener Pflanzen Verschiedenheiten aufweisen, dies zu berücksichtigen ist aber bisher noch nicht möglich. Eine ausführliche Veröffentlichung über diesen Gegenstand stellt der Referent demnächst in Aussicht.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft

Jahr/Year:

Band/Volume: NF_13_Supp_II

Autor(en)/Author(s): diverse

Artikel/Article: Sitzungsberichte 1886. II. Heft 6. Sitzung am 7. Mai 1886. 91-133