

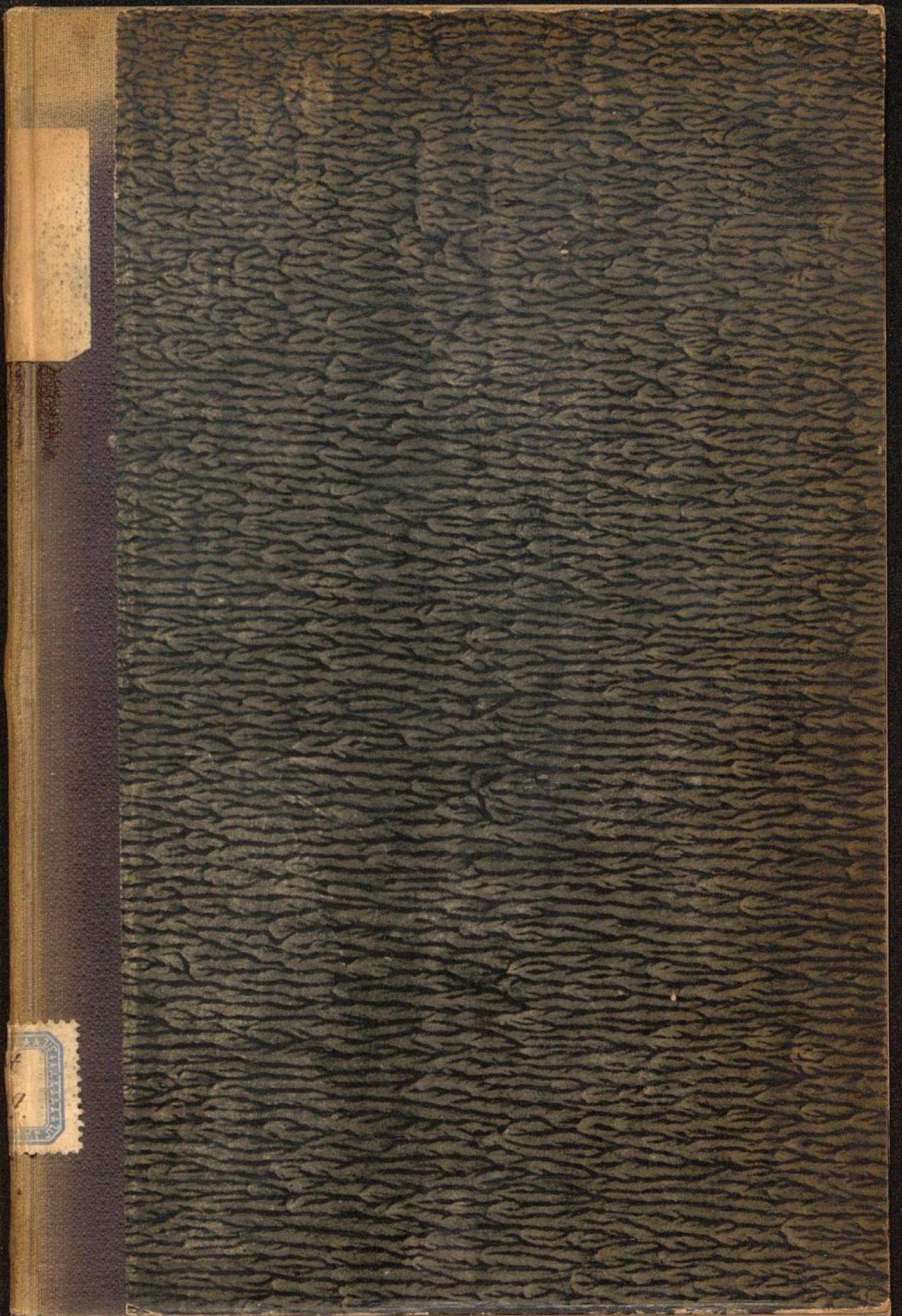
ZB MED - Informationszentrum Lebenswissenschaften

Beiträge zu einer Theorie der Bienenzucht

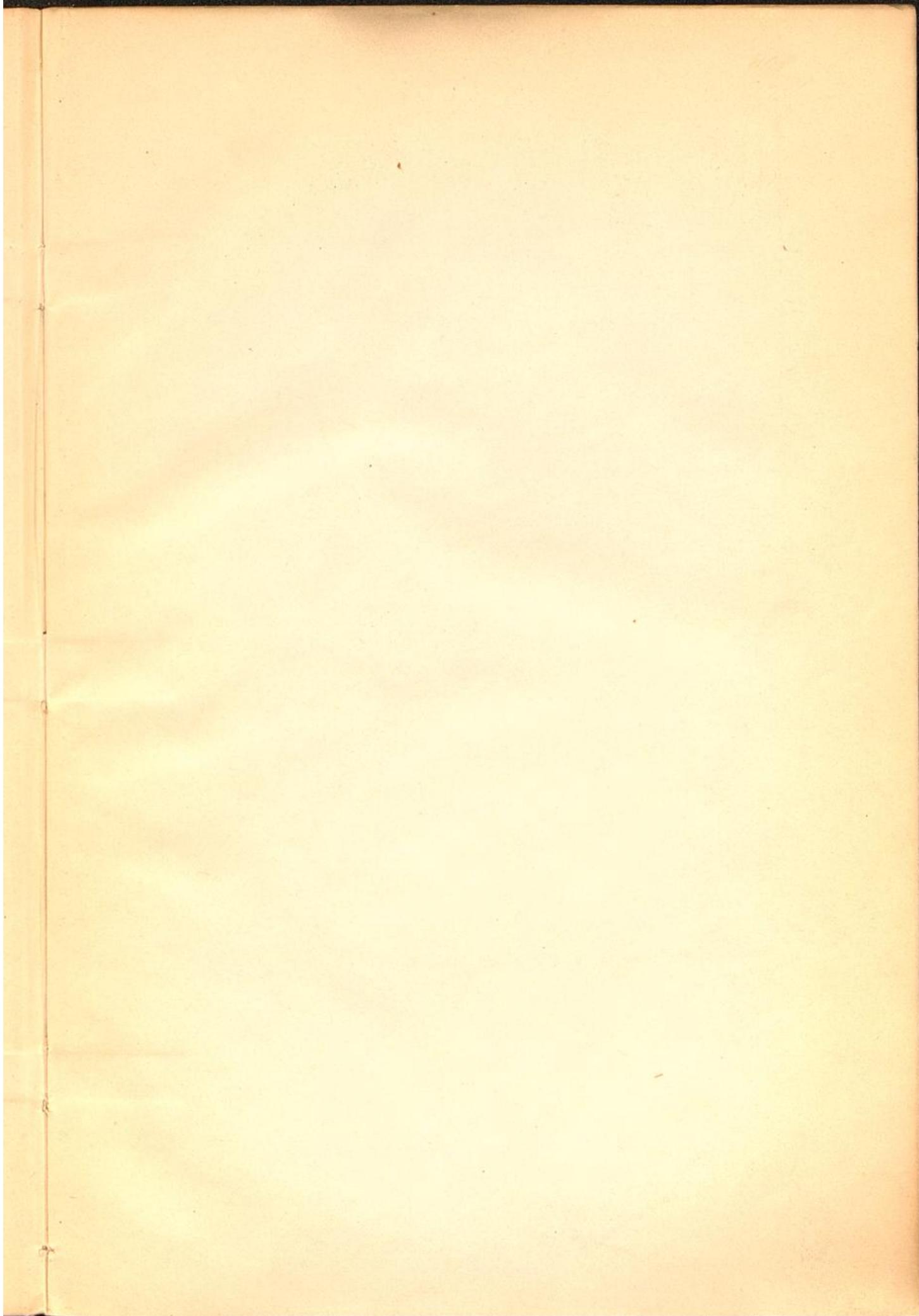
Vonhof, Otto

Bremen, 1892

urn:nbn:de:hbz:38m:1-21492



Hand-Verzeichnis:	Fach-Verzeichnis:
Suite	Abth. <u>Ia 4</u>
No. <u>5039</u>	



Beiträge

zu einer

Theorie der Bienenzucht.

Von

Otto Vonhof,

Ingenieur.



Bremen.

Druck und Verlag von Max Köppler.

1892.

5039

Seitliche

und

Journal des ...

Alle Rechte vorbehalten.

Journal des ...

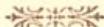
und

Journal des ...

Journal des ...

Mein Meister sprach: „Jetzt ziemt dir frische Kraft,
Denn nimmer kommt der Ruhm dem zugeflogen,
Der unter Flaum auf weichem Pfühl erschläfft;
Und wer durch's Leben ruhmlos hingezogen,
Der läßt nur so viel Spur in dieser Welt,
Wie in den Lüften Rauch, Schaum in den Wogen.
Drum auf! wenn Mattigkeit dich hier befällt,
Wird sie der Geist, wird jeden Feind bestiegen,
Wenn ihn der schwere Leib nicht niederhält.
Erklimmen mußt du noch weit längre Stiegen;
Nicht genügt's von hier gerettet fortzuziehn;
Verstehe mich, so wirst du nie erliegen!

Dante. (Nach Streckfuß' Übersf.)



Vorwort.

Auf Grund meiner Untersuchungen über die Gattung *apis mellifica* einerseits, sowie andererseits zufolge meiner Eigenschaft als praktischer Imker und Techniker, habe ich mich entschlossen, den Mangel begleichen zu helfen, den die Imkerei auch heute noch schwer zu fühlen hat: „den Mangel einer Theorie der Bienenzucht!“ An Stelle der Absicht, mit einem größeren Werke sogleich vor die Öffentlichkeit zu treten, habe ich mich schließlich — wenn auch mit Widerstreben — dem an sich gewiß wohlmeinenden Räte des auf dem apistischen Gebiete rühmlichst bekannten Pfarrer F. Gerstung in Dßmannstedt gefügt, dem in den ersten Tagen des Oktober vorigen Jahres mein erster diesbezüglicher Versuch vorgelegen hat und mich zu der vorliegenden Form entschlossen. In jenem Werke habe ich die Gesamtheit der einzelnen Probleme, welche für den praktischen Bienenzuchtbetrieb von hervorragender Bedeutung sind, rein theoretisch behandelt auf Grund eines Verfahrens, welches, so viel mir bekannt ist, vor mir noch niemand auf *apis mellifica* anwandte. Ob mein Verfahren — welches natürlich von der veränderten Form des Erscheinens seiner Ergebnisse unberührt bleibt — ohne Weiteres mit dem sogenannten „exakten“ zu identifizieren ist, will ich hier nicht näher untersuchen, in der Annahme, daß ich über kurz oder lang in die Lage komme, darüber auch im speziellen Interesse der Imkerei gründlicher zu sprechen, als dies hier möglich sein könnte. Nur einer Verwechslung möchte ich von vornherein vorbeugen, obgleich meine Entwicklungen schon an sich selbst dies thun: der Auffassung nämlich, nach welcher das „Werden der Gebilde“ von einem allgemeinen Nützlichkeitsprinzipie beherrscht ist. Ich hebe diesen Umstand hervor, weil der Begriff des

„Gattungsmäßigen“ den Begriff der „Vollkommenheit“ deckt, diese Beziehung an sich aber nichts gemein hat mit einem metaphysischen Prinzip. Daß die „spezifische Materie“ — d. i. also die Materie des besonderen Zustandes von den ganz besonderen Eigenschaften, die jede Verwechslung mit anders beeigenschafteten ausschließt — als der gattungsmäßige Zustand das Höchstmaß der vollkommenen Eigenschaft einschließt, ist klar, da „vollkommen“ eben nur „relativ“ ist. Hat z. B. eine Art die Summe anderer zur Voraussetzung, so ist es Inhalt ihrer Gattungseigenschaft (Gattungsmaß), daß ihr Inhaber das Existenzbedürfnis gattungsmäßig d. h. in vollkommener Weise erlangen kann, andernfalls erstere existenzunmöglich sein müßte. Diese Auffassung schließt natürlich sofort eine „Entwicklung“ im Sinne der Descendenzlehre aus. — Ich gehe auch hier auf das Endziel der heutigen Naturwissenschaft hinaus, welche die Zurückführung aller Naturerscheinungen auf einfache Grundwahrheiten anstrebt. Dem weiten Ziele entsprechend, ist der Ausgangspunkt auf der nur möglichen Grenze angenommen und ich stütze meine sämtlichen Herleitungen — ohne jede Ausnahme — auf die einzige Hypothese (erklärendes Vorbild): „die Materie verändert sich gesetzmäßig.“

Ferner habe ich darauf hinzuweisen, daß bei einer solchen allgemeinen Auffassung auch der Gegensatz des Anorganischen und Organischen in dem bisherigen Sinne nicht aufrecht zu erhalten ist. Schon diese Erwägung führt darauf hin, daß die „Zelle“ nicht das sogenannte „Element“ ist, was auch von neueren Forschern auf anderen Wegen erkannt wurde. Die Materie an sich ist „unendlich“, es ist also schlechterdings ausgeschlossen, auf dem Wege der Teilung ihrer Masse ihr „Element“ zu finden. Alle Schlußfolgerungen also, welche auf dieser Grundlage — der Zellentheorie — ruhen, sind nicht geeignet, Aufschluß zu geben über die „spezifische Materie“ im Sinne elementarer Beschaffenheit. Da aber der unendliche Zustand sich der Wahrnehmung entzieht, so bleibt zu einer Erforschung der Materie u. a. die biologische Form endlichen Maßes übrig, deren Auffassung auch hinsichtlich der Entstehung der sogenannten anorganischen Körper natürlich in Zeitperioden zurückführt, die weit hinter der Gegenwart liegen und die Vorstellung des Existenzbedürfnisses ergibt

im Allgemeinen die Notwendigkeit eines Fortschreitens von einem bestehenden Zustande zu dem folgenden. Das ist aber auch der einzige irdische Zusammenhang zwischen den Arten und es müßte der descendenzlerischen Entwicklungsgeschichte zu Liebe die Mutter Erde ein für sich abgeschlossenes Ganze sein, welches außer jeder Beziehung stünde zum unendlichen Weltall und auch der unendlichen Materie.

Dieser Ausblick mag hier genügen und damit halte ich den Ausspruch für zulässig, daß das Untersuchungsverfahren über die Veränderlichkeit der Materie stets ein „exaktes“ sein „muß“ und keinen „historischen“ Wissenszweig darstellen „kann“ als die sogenannte „Entwicklungsgeschichte“, von welcher Haeckel auf Seite XXII des Vorwortes zur 91er Ausgabe seiner Anthropogenie in Anspruch nimmt, daß ihr allein die Erklärungs- befugnis hinsichtlich der Entstehung der Arten zukomme.

Das von mir durchgeführte Verfahren wurde sonach bisher noch nicht angewendet und ganz speziell wird diese Auffassung durch den Inhalt der eigentlichen apistischen Litteratur gestützt, die ich hiernach zu berücksichtigen habe.

Hier ist zunächst festzustellen, daß von einer theoretischen Behandlung des Zuchtbetriebes auf der Grundlage wissenschaftlicher Erklärung der biologischen Formen Biens gar keine Rede sein kann. Die naturgeschichtliche Erklärungsweise hat eher Unsicherheit als das Gegenteil davon in den Zuchtbetrieb gebracht. Ja, die heutige Auffassung ist so befangen in dem reinen Experimentieren, daß schon der bloße Ausspruch, es genüge weder die Kenntnis der Parthenogenese noch das Resultat der Mikroskopie zur Begründung eines sichern Zuchtverfahrens, einen Entrüstungssturm herbeiführt. Neuerdings findet sich auch ein ungenannter apistischer Schriftsteller ein, dem sogar das Rechnen unerwünscht ist mit solchen Zustandswerten Biens, die ausweislich des Inhaltes der entsprechenden Wissenschaften dazu geeignet sind (wie z. B. die körperliche Schwere) und führe ich das hier besonders an für diejenigen, welche an der Geschichte der Entwicklung der zwar immer im Munde geführten, aber meist ungekannten „Theorie der Bienenzucht“ ein Interesse haben. Diese können in No. 3 der „Münchener Bienenzeitung“ von diesem Jahre auf Seite 10 näheres finden.

Soweit eine Tageslitteratur in Frage steht, muß zugegeben werden, daß ein Bestreben, besonders biologische Studien zu fördern und zu pflegen, nicht wahrnehmbar ist und damit ist die ganze Zeitrichtung genügend gekennzeichnet, indem gerade dieser Teil besonders zu einem wesentlichen Fortschritte verhilft.

Wie auch die neuzeitlichen Schriftsteller und Bienforscher an ganz bedeutsamen, geradezu elementaren, biologischen Formen vorübergehen, zeigt sich entweder in dem gänzlichen Ignorieren der fettenmäßigen Aufhängung der zu einem Bien vereinigten Bienen, oder einer ebenso ergößlichen als grundfalschen Auffassung dieser Erscheinung. Am offensten nach dieser Hinsicht ist der Engländer Thos. Wm. Cowan in seinem Werke: „Die Honigbiene“ (übersetzt von Gravenhorst), in dem er Seite 155 die Elementarform „Bienenkette“ wenigstens mehrfacher Erwähnung würdigt und ihre Mehrheit „erklärt“ als „Brücken“ und „Leitern“, wobei er allerdings zu sagen unterläßt, was denn die Bienen zu erklettern haben! Immerhin fügt er dieser wenig scharfen Auffassung den sehr bedeutsamen Ausspruch an, daß der „Erfolg“ dieser Kettenbildung die Traube sei und es ist richtig, daß diese wie alle Zustände eines Bien, welche das Raumminimum (Raum-Mindestmaß) eines solchen darstellen, fettenmäßiger Zusammensetzung sind, worüber ich das Ausführlichste in meinen Arbeiten biete.

Es lohnt nicht, auf dem Gebiete der apistischen Litteratur besondere Umschau zu halten, da bis auf eine einzige Ausnahme, wie oben gesagt, eine wissenschaftliche Methode zur Erklärung der biologischen Formen bei Bien nicht auffindbar ist.

Als diese Ausnahme von der Gesamtheit sind die Arbeiten des Pfarrers F. Gerstung in Dörmannstedt anzuführen. Dieser bedeutende Empiriker und Schriftsteller versucht wiederholt, auf Grund der biologischen Vorgänge bei Bien zu exakten Vorstellungen, namentlich die Wohnungsgröße betreffend, zu kommen. An und für sich ist das Bestreben ebenso bedeutsam, als es vereinzelt ist in der apistischen Litteratur. Das wirklich Erreichte ist dagegen, wie ich das auch schon in mehrfacher Weise in der Tagespresse kennzeichnete, nicht geeignet, einen Anspruch in dem Umfange zu rechtfertigen, wie ihn der Autor erhebt. In erster Linie gilt dies von seinem „Grundgesetz der Brut- und Volksentwicklung der Bienen“.

Ein „Grund“-Gesetz nämlich muß die causa, den letzten Grund also, enthalten, ihn zum Ausdruck bringen als Erklärungsprinzip. Das Gerstung'sche so „genannte“ Grundgesetz geht von einer Form — der Eierlage — aus, die erst eine ganze Anzahl anderer Formen zur Voraussetzung hat, z. B. die Begattung der Mutterbiene, deren vorhergehende Brünstigkeit, und vor allen Dingen die Erstellung des Wachsbaues. Diefen betreffend hat allerdings der Autor in seinen verschiedenen Verteidigungen seines Gesetzes irgendwo behauptet, daß er auch den Wachsbau in seinen Beziehungen zu Bien erklärend beurteilt habe, indessen können doch die Ausführungen sub B. seines Werkes nicht jenen Anspruch rechtfertigen, wie jeder Urteilsfähige ohne weiteres zugeben wird. In einem anderen Werkchen: „Wahrheit und Dichtung“ bemüht sich der Autor, den Futtersaft in seinen verschiedenen Beziehungen zu der Entwicklung Biens als Erklärungsmittel zu verwenden, indessen ist diese Eigenschaft nicht gut geeignet, ein solches im wissenschaftlichen Sinne abzugeben, weil auf dieser Grundlage nur die wenigen Erscheinungen erklärbar sind, welche mit ihr als ihrer Ursache in unmittelbarer Verbindung stehen. Es dürften dies lediglich die betreffenden Beziehungen zwischen den pflegenden Brutbienen und der Brut in den Stadien der Futteraufnahme sein. Sowie über diesen Umfang einer zuzugebenden Erklärungsbesugnis hinausgegangen werden soll, so ist erforderlich, den „Ursachen“ des Futtersaftes selbst nachzugehen, also andre Erklärungsmittel aufzusuchen. Eine solche enge Grundlage hat den bedeutenden Nachteil, daß die Grenzen ihrer Erklärungsbesugnis stets ängstlich erwogen, bezw. im Auge behalten werden müssen, andernfalls außerordentlich leicht auch dem Geübten Fehlschüsse passieren. Handelt es sich um eine von vornherein nach ihr bemessene Untersuchung, so ist sie selbstredend zulässig, aber „die innersten Geheimnisse des Bienenlebens“ zu erklären, ist sie nicht allgemein genug und ich halte es für geraten, sich ihrer im großen ganzen aus den entwickelten Gründen nicht zu bedienen.

Das von mir angenommene erklärende Vorbild des „Zeugungsinstinktes der Art“ begreift sowohl die Eierablage der Mutter nach Zeit und Ort (Absicht der Verwendung als Erklärungsmittel in dem sogenannten Grundgesetze), als auch die Futtersaftbeziehungen nach Inhalt und Verwendung (Absicht der Verwendung

als Erklärungsmittel in Wahrheit und Dichtung) in sich und da bei einer speziellen Betrachtung einer besonderen Form die allgemeine Begründung für engere Grundlagen so wie so erst erbracht werden muß, so dürfte es sich, namentlich im Interesse einer möglichst einheitlichen Ausgestaltung der theoretischen Betrachtungsweise nicht empfehlen, an jenen engeren Erklärungsmitteln in dem Umfange festzuhalten, wie dies ihr Schöpfer zu erstreben scheint. Daß dessen hohem Verdienste um eine Theorie der Bienenzucht damit nicht der allermindeste Abbruch geschieht, ist ganz selbstredend und die Thatsache eines solchen hohen Verdienstes kann höchstens von Leuten bestritten werden, die einfach nicht wissen, was „Theorie“ ist.

Mit Darthung dieses Sachverhaltes dürfte auch unser gegenseitiges Verhältnis nach dem Grundsatz: „suum cuique“ (jedem das Seine) geregelt sein, wenn ich noch hinzufüge, daß ich meine Untersuchungen im Laufe des vergangenen Jahrzehnts durchführte und bis zum September des vorigen Jahres weder Gerstung noch irgend eine seiner Schriften kannte, weil ich schon seit geraumer Zeit mit der ganzen apistischen Litteratur außer jeder Beziehung getreten war, indem mich die vorher wahrgenommene, allorts auftretende, lediglich „subjektive“ Behandlung des Gegenstandes abstieß. Den immerhin damit begangenen Fehler habe ich seit dem Bestehen der Absicht, meine Ergebnisse zu veröffentlichen, zu begleichen gesucht, wie ich indessen weiter oben sagte, habe ich den Charakter dieser Speziallitteratur nicht wesentlich verändert gefunden, selbstredend die Bearbeitungen der Anatomie der Biene ausnehmend, welche in ihrer Gesamtheit eine Zierde der apistischen Litteratur sind. Sollte ich einen oder den andern Autor in dem hier in Frage stehenden Bestreben nicht gebührend gewürdigt haben, so bitte ich, nicht schließen zu wollen, daß ich das Vorhandensein eines Verdienstes leugnen möchte und werde im Gegenteile jede diesbezügliche angemessene Belehrung dankbar entgegennehmen.

Ich füge hier gern öffentlich meinen Dank an gegenüber meinem genialen Kritiker — Herrn Pfarrer F. Gerstung in Ohmannstedt —, durch dessen Dazwischenkunft ich zu dem Entschlusse gekommen bin, die schwierigere Lesart meines oben angezogenen Werkes: *apis mellifica* zu umgehen dadurch, daß ich

jeder Form Biens in einer umfangreicheren Darstellung gerecht zu werden versuchen will, um zu ermöglichen, daß sie thunlichst von allen Imkern aufgenommen, bezw. geprüft werden kann. Der gewählte Weg der Verbreitung meiner: „Beiträge zu einer Theorie der Bienenzucht“ in kleinen Heften gewährt einem jeden die Möglichkeit des Bezuges und eine „eindringliche“ Beschäftigung mit dem Inhalte wird hoffentlich bei keinem meiner geschätzten Leser nutzlos sein.

Hierbei muß ich noch auf einen Umstand hinweisen, der in den Augen des einen oder andern Imkers mit einer Allgemeinverständlichkeit meiner Ausführungen nicht vereinbar scheinen könnte. Die Entwicklungen aus den Thatsachen sind zum Teil auch von Rechnungsoperationen begleitet und führen jeweils an ihrem Ende zu einer allgemeinen Formel, die ich in deutlicher Sprache erklärend wiedergebe. Ich mache darauf aufmerksam, daß die Rechnungen der Natur der Sache nach unvermeidlich sind, indessen habe ich bis auf wenige Wendungen vermocht, mit den elementaren Verfahrensarten auszukommen, welche u. a. auch jeder Schullehrer zu handhaben versteht und wobei das Bemerkenswerteste ist, daß man sich der Bedeutung, welche dem einzelnen Buchstaben als einem Größenwerte beigelegt ist, stets bewußt bleibt. Auf diese Weise glaube ich annehmen zu können, daß selbst in einem Falle, in dem das Ungewohnte der Darstellungsweise den einen oder andern beeinträchtigen könnte, allerorts Imker zu finden sein werden, welche jene in einzelnen Fällen mögliche Beeinträchtigung zu beseitigen vermögen. Auch wolle man das Studium einer exakten Theorie eines so schwierig zu behandelnden Gegenstandes wie Bien es ist (die Kettenlinie ist und bleibt eine krumme Linie höherer Ordnung, dafür kann ich nicht), nicht verwechseln mit einer Romanlektüre; ich glaube annehmen zu sollen, daß mit dieser Art einer Darstellungsweise die apistische Litteratur genugsam bedacht ist. Die einfach beschreibende Methode endlich eines besonderen Zuchtverfahrens lehnt sich in der Regel lediglich an die Auffassung irgend eines Praktikers an und damit ist die Gleichartigkeit der litterarischen Erscheinungsform trotz aller individuellen Verschiedenheit der Autoren eine bewiesene Thatsache.

Ich gebe mich daher der Hoffnung hin, daß es auch auf dem

Gebiete der Bienenzucht noch strebsame Männer giebt und obgleich sicherlich diese, gleich mir, mindestens genau so gut als der oben angezogene Autor der Münchener Bienenzeitung, wissen, daß der Segen „von oben“ kommt, so sind wir uns indessen auch des Befehles von dieser Stelle aus bewußt, welcher da lautet: „Machet sie euch unterthan!“ Deshalb wird auch ein jeder sein Pfund verwerten, unbekümmert darum, ob irgend einem Dunkelmann es unbequem ist, wenn an Stelle der empirischen Unsicherheit die Sicherheit durch die Verallgemeinerung von Erfahrungsergebnissen und Thatsachen in einem wissenschaftlichen Sinne tritt. Die wesentlichen Folgerungen in den folgenden Darstellungen haben aber diesen Inhalt und sind in „einfachem Deutsch“ geschrieben, also jedem zugänglich, der lesen lernte. Sie sind aber ein Inhalt, welcher die „Überzeugung“ von der Richtigkeit und damit Notwendigkeit des Zusammenhanges zwischen Ursache und Wirkung hervorbringt und dies ist Eigenschaft des oft mißbrauchten, weil meist gar nicht gekannten Begriffes „Theorie!“

Bremen, den 11. Februar 1892.

Der Verfasser.



I.

Der Raumanspruch eines Bienen zu seiner gattungsmäßigen Entfaltung am Orte seines dauernden Aufenthaltes.

Motto: „Sucht das vertraute Gesetz in des Zufalls
graufenden Wundern,
Suchet den ruhenden Pol in der Erscheinungen Flucht.“
(Schiller.)

Erster Abschnitt:

Die Maße des Bienen.

Allgemeine Herleitung des Begriffes „Bienenkette“.

Vorausgesetzt, die freisend im Schwarme fliegenden Bienen könnten sich so dem Weisel nähern, daß gattungsmäßig eine fernere Näherung ausgeschlossen, dennoch aber das System der eng aneinander geschlossenen Bienenkörper im freien Raume möglich wäre, so würde die so zusammengezogene Schwarmkugel den denkbar kleinsten Raum für einen Schwarm darstellen. Steht nun in Hinsicht auf äußere Einwirkungen gewisser Art die räumliche Ausdehnung einer Naturerscheinung in umgekehrtem Verhältnisse zur Sicherheit ihres Fortbestandes, so ist klar, daß — da jene Kugel die denkbar kleinste Oberfläche darbietet — das Maß der Sicherheit des so vorgestellten Schwarmes den größten Wert hat. Nach den von mir in meiner Broschüre: „Bienenmaß“ gegebenen Erklärungen würde man kurz zu sagen haben: der Sicherheitskoeffizient ist das Maximum (Höchstmaß). Ist nun V der Rauminhalt (Volumen) des zusammengezogenen Schwarmes und r der Halbmesser der gedachten Schwarmkugel, so ist

$$V = \frac{4\pi}{3} \cdot r^3 \cdot \dots \dots \dots (1.)$$

Nun kann aber der vorspielend fliegende Schwarm sich thatsächlich nicht zu dieser Kugel zusammenziehen, denn durch die Voraussetzungen zu ihrem Vorhandensein ist die Wirkung der Flügeltätigkeit mit dieser angeschlossen, welche darin besteht, daß der schwere Bienenkörper an einem bestimmten Orte im Raume zustandsmäßig verharren kann, wobei das Merkmal des letzteren hervorzuheben ist, wonach für den schweren Körper die Unterstüßung fehlt. Die Bezeichnung „zustandsmäßig“ soll daran erinnern, daß ein Verharren einen Gleichgewichtszustand innerhalb einer endlichen Zeitdauer bezeichnet, der jeweils verschieden sein kann und in der Kunstsprache der Mechanik als „stabiles“ und „labiles“ Gleichgewicht gelautes wird. Die fliegende Biene befindet sich im Zustande des labilen Gleichgewichtes. Wird nun die Bedingung zur Erhaltung dieses Gleichgewichtszustandes — hier die Wirkung der Flügeltätigkeit — aufgehoben, so muß ein Zustand eintreten, welcher sich von dem bisherigen wesentlich unterscheidet. Denkt man sich den fliegenden Schwarm in dem Übergange aus dem „vorspielenden“ Zustande in einen andern, so kann dieser Übergang nur durch das Merkmal einer bestimmten Bewegungsart gekennzeichnet sein, deren Wert schließlich Null werden muß. Alsdann befindet sich der Bien im Zustande der Ruhe.

Der Zustand eines Bien an sich hat aber auch noch zur Bedingung, daß die ihn ausmachenden einzelnen Bienen in einer ununterbrochenen, zustandsmäßigen Beziehung zu einander stehen, welche letztere demnach auch räumliche Merkmale ausdrücken muß. Es ist also jeder Zustand, in welchem Bienen zu einem Bien vereinigt sind, eine Funktion zu der räumlichen Ausdehnung des letzteren. Da die verschiedenen Zustände Biens aber, wie alles Endliche, welches durch Raummaße meßbar ist, begrenzt sind, so ist klar, daß hinsichtlich der räumlichen Ausdehnung eines und desselben Biens ein Höchstmaß (Maximum) und ein Mindestmaß (Minimum) existiert. Diese und alle möglichen unendlich vielen Maße, welche dazwischen liegen, kennzeichnen die jeweiligen Zustandsänderungen von Bien — es sind dieselben also Gattungsmaße, durch welche eben diese Veränderungen gemessen werden können. Da es sich aber um Raumgrößen handelt, die einem wahrnehmbaren Zustande zugehören, so liegt ihre exakte Bestimmung im Bereiche der Möglichkeit.

Sie sind aber auch als Wirkungen anzusehen aus Ursachen. Die Summe der letzteren ist jedoch die Erhaltung der Art, denn an und für sich ist jedes Individuum „nur“ thätig im Interesse dieser. Ist es also möglich, wie dies bei Bienen thatsächlich der Fall, den Wert der Funktion auch nur eines einzigen Gattungsmaßes exakt auszudrücken, so kann daraus auch die Funktion selbst abgeleitet werden. Eine solche ist aber ein „Gesetz“, welches sämtliche veränderliche Größen zum Ausdruck bringt und da nun hinsichtlich der Veränderlichkeit von Zuständen auch die Zeit ein Faktor ist, so kennzeichnet jene Funktion auch den zeitlichen Verlauf der Zustandsänderungen selbst. Da nun endlich sämtliche Faktoren einen ganz bestimmten Wert darstellen als eine Summe einzelner solcher, so ist klar, daß auch nicht ein einziger davon falsch sein darf, d. h. einen andern Wert als den gattungsmäßigen haben kann, da sonst die Summe falsch würde, was an sich selbst unmöglich ist. Mit der Bestimmung also des Gesetzes, welches die Veränderlichkeit der Größen eines einzigen Gattungsmaßes ausdrückt, ist die zeitliche Aufeinanderfolge der Zustandsänderungen des Individuums der Gattung selbst gegeben.

Man sieht hieraus, daß ich nur eine einzige Voraussetzung mache, sie ist das erklärende Vorbild (Hypothese) und lautet: „Die Materie verändert sich gesetzmäßig“. Im Übrigen beziehe ich mich auf meine Broschüre: „Bienenmaß u.“ bezüglich namentlich der dort gegebenen Erklärungen.

Die Bienen also des Schwarmes werden sich hinsichtlich der allgemeinen Merkmale nicht willkürlich verhalten können, wenn sie aus dem Zustande der Bewegung in den der Ruhe übergehen, da sie eben in jedem solchen ein gesetzmäßig gebildetes Ganze darstellen sollen. Gleich hier weise ich darauf hin, um etwa irrthümlichen Auffassungen zu begegnen, daß die gesetzmäßige Bildung, bezw. Erhaltung des Zustandes eines Bienen die individuelle Freiheit des einzelnen Bestandtheiles — Biene — nicht anders berührt, als es geschieht bei jeder Lebensäußerung einer solchen, denn jede derselben ist schließlich die Ausübung einer Thätigkeit (Veränderung nach Zeit und Raum) im Interesse der Erhaltung der Art. Ferner braucht eigentlich kaum erwähnt zu werden, daß sämtliche Bienen gleich organisiert sind und in dieser Untersuchung auch der Weisel sowohl als der Drohn hinsichtlich ihres Äußeren

nicht anders aufgefaßt zu werden brauchen, da die Größenunterschiede nicht derartige sind, daß ihre Summe gegenüber den Mäßen des Ganzen irgendwie erheblich wäre.

Auf Grund der Wahrnehmung wissen wir, daß die zu einem Schwarme vereinigten und als ein solcher vorspielenden Bienen nach Verlauf einer gewissen Zeitdauer sich irgendwo „anlegen“, wie der Zunker sagt, d. h. es begeben sich die Bienen an einen festen Ort, an dem sie zu haften vermögen. Der Normalfall des Haftens ist gekennzeichnet dadurch, daß die Biene mit den dazu geeigneten Organen ihre Füße in Verbindung mit der Haftfläche bringt und mit dem Körper in paralleler Ausdehnung zu dieser nach abwärts hängt. Es liegt also der Fall vor, daß ein schwerer Körper aufgehängt ist an einem unveränderlichen Orte; der Schwerpunkt liegt unterhalb des Aufhängepunktes. Dieser Zustand aber ist ein Merkmal des „stabilen“ Gleichgewichtes, denn jeder schwache Stoß, welcher dem körperlichen Systeme nach irgend einer Richtung hin erteilt werden könnte, würde zur Folge haben, daß jenes stets in die ursprüngliche Lage zurückkehrt. Gleichzeitig ist die Größe einer Bewegung gleich Null in Bezug auf einen festen Ort im Raume. Der so bestimmte Zustand ist der Zustand der Ruhe in Bezug auf den Körper des Individuums als solchen.

Ich will bei dieser Gelegenheit — obgleich streng genommen nicht in diese Entwicklungen gehörig — im Interesse der Bekämpfung einer irrigen Auffassung des Einflusses derjenigen Thätigkeiten, welche den sogenannten Spurbienen obliegen, diese mit berühren. Es ist nämlich für den Vorgang des Anhängens eines Bien, als einer Zustandsänderung eines solchen vollständig unerheblich, daß Spurbienen die Anhangsstelle zeitiger besetzen und von ihr aus zum Weisel im vorspielenden Schwarme Verbindung unterhalten. Dieser Vorgang nämlich enthält nicht die Merkmale der Leitung der Gesamtheit, denn es hinderte diese, oder eine zugehörige Mehrheit der Schwarmbienen anscheinend nichts, den Spurbienen zu folgen, mit denen diese doch in unmittelbare Berührung kommt. Im Gegenteile verharren thatsächlich alle in dem Zustande des sich langsam fortbewegenden Schwarmes.

Es erhellt hieraus, daß der richtende Einfluß des Weisels die Ursache ist, in dessen Folge der Schwarm als ein Ganzes jederzeit bestehen bleibt. Das Maß der Entfernung der Individuen

von dem ersteren ist für jeden besonderen Zustand verschieden und auch die rein mechanischen Beziehungen sind dabei ebenso wirksam als diejenigen physiologischer Natur. In Bezug auf die Sicherheit des Zustandes gegenüber schädlichen äußeren Verhältnissen ergibt sich das Mindestmaß an räumlicher Ausdehnung als der vollkommene, d. i. also der gattungsmäßige Zustand. Er ist es aber auch in Hinsicht auf die Sicherheit der Wirksamkeit des richtenden Einflusses des Weisels. Als dieses Mindestmaß lernten wir bereits auf Seite 1 die Kugel kennen, in welcher wir uns die Bienen sich dementsprechend genähert dachten. Diese Form ist aber auch aus dem Grunde unmöglich, daß die Kugel eine irgendwie gestaltete Anhangsfläche nur in einem Punkte berührt. Die Schwarmbienen aber, welche sich um den Weisel ordneten und an dem über ihnen festen Orte anhängen, bedecken eine Fläche gewisser Ausdehnung. Die Forderung zustandsmäßiger Weichselnähe hat aber auch die Folge, daß die Ausdehnung der Fläche nicht der alleinige Aufenthaltsort der Bienen des Schwarmes, also etwa gleich der Summe derjenigen Flächen ist, deren eine solche von der einzelnen Biene gedeckt wird, sondern an die dem Weisel zustandsmäßig nahen Bienen „hängen“ sich andere an, so daß im Beharrungszustande eines hängenden, ruhenden Biens ein Körper durch ihn dargestellt ist von ganz gewissen räumlichen Eigenschaften, mit deren Bestimmung wir uns nunmehr zu befassen haben.

Im Interesse möglichst einfacher Behandlung sei vorausgesetzt, daß die Anhangsfläche eine horizontale Ebene ist von genügender Ausdehnung. Zunächst ist es erforderlich, die Wirksamkeit des Weisels auch in diesem besonderen Zustande einer näheren Prüfung zu unterziehen. Prinzipiell kann sie sich durchaus nicht von derjenigen in anderen Zuständen des Bien unterscheiden und ich bezeichnete sie aus diesem Grunde allgemein als den „richtenden“ Einfluß auf diesen. Es enthält diese Erklärung durchaus keinen metaphysischen Erklärungsgrund etwa. Gerade der Zustand des vorspielenden und fortziehenden Schwarmes giebt hierüber genügenden Aufschluß. In diesem Zustande nämlich ist thatsächlich wahrnehmbar, daß eine unmittelbare örtliche, also rein mechanische Einwirkung auf die Gesamtheit vollständig ausgeschlossen ist, indem der Weisel zustandsmäßig in der Mitte des Schwarmes verharrt

bis zu dem Augenblicke, in welchem er an der Anhangsstelle angelangt ist und daselbst aus dem Zustande der Bewegung in den der Ruhe übergeht. Ebenso ist es ausgeschlossen, daß etwa eine Massenanziehung vorliegt im Sinne der Schwerkraft, denn ganz abgesehen von dem Verhältnisse der Masse des Weiselskörpers zu derjenigen der Gesamtheit der Bienen und der Entfernung dieser von dem ersteren, müßten die Wege, welche die einzelnen Scharmbienen im Zustande des Vorspiels des Schwarmes zurücklegen, Kegelschnitte, mindestens also Ellipsen sein und sich derart feststellen lassen, daß der Anziehungsmittelpunkt (der Weisel) in einem Brennpunkte derselben läge. Solche Bahnen liegen aber thatsächlich „nicht“ vor. Es ist demnach auch ein Vergleich der Bewegungs-Vorgänge mit denjenigen der Himmelskörper etwa durchaus unzulässig. Die Eigenschaften also, welche zur Erklärung des „richtenden“ Einflusses des Weisels auf die freie Gesamtheit der Individuen übrig bleiben, müssen physiologischer Natur sein. Ich gehe von der Thatsache aus, daß jeder Körper als eine notwendige Folge seiner Erhaltung — also Fortzeugung — Ausscheidungen seiner Körpermaterie von sich giebt, welche in Hinsicht der Beschaffenheit auch den gasförmigen Zustand aufweisen und gerade diese Art der Ausscheidungen unterscheidet sich, außer der speziellen, durch den Begriff „gasförmig“ umschriebenen Eigenschaft, ganz hervorragend dadurch von den übrigen, daß sie im Verlaufe des Lebensprozesses des Individuums „ununterbrochen“ vorhanden ist.

Man weiß hiernach, daß jeder Körper, namentlich wahrnehmbar bei dem tierischen, von einer Dunsthülle umgeben wird. Die Wahrnehmung gasförmiger Substanzen wird vorwiegend durch den Geruchssinn vermittelt. Dieser belehrt uns täglich, daß außer den allgemein wohl festzustellenden Körpern Wasser und Kohlen-säure, welche das Tier abscheidet, auch solche besonderer Art in den Abscheidungen vorhanden sein müssen, welche eine Unterscheidung des besonderen Zustandes (Tieres) von anderen ermöglichen. Es sind nun zwischen diesen Abscheidungen und den physiologischen Vorgängen, die der Fortzeugung der Art dienen, sehr innige Beziehungen vorhanden, (deren nähere Erörterung hier zu weit führen würde), die der Inhalt sind für die Erklärung der „Wirkung in die Ferne“ seitens eines Subjektes in Bezug auf

andere. Die Sprache hat dafür den Ausdruck: „Witterung“. Die Bienen haben also die Befähigung, die „Witterung des Weisels“ wahrzunehmen, ihn zu „wittern“, wodurch diesem Zustande des Weisels eine allgemein wirksame Eigenschaft beigelegt werden kann, welche eben dadurch zum Ausdruck kommt, daß die Bienen bestrebt sind, dem Weisel zustandsmäßig nahe zu bleiben. Ist somit dieses thatsächliche Verhalten der Bienen zum Weisel bis auf den physiologischen Grund, der auf das Ergebnis der vorliegenden Untersuchung weiter keinen Einfluß ausübt, erklärt, so erhellt, daß der Weisel, von dem augenscheinlich und thatsächlich die Gesamtheit abhängig ist, in erster Linie den jeweiligen Zustand Biens kennzeichnet, angiebt. Da dieser jeweils veränderlich ist, so ist auch das Verhalten des Weisels das besondere Merkmal für die Zustandsänderung. Besteht diese nun z. B. in einem Übergange aus dem Zustande der Ruhe in den der Bewegung, so ist klar, daß es dem Weisel möglich sein muß, „ungehindert“ diese Zustandsänderung zu vollziehen.

kehren wir nun zurück zu dem Vorgange des Anhängens des Schwarmes, so sind die Forderungen vorliegend:

1. die freie Bewegungsmöglichkeit für den Weisel am Orte seines zeitigen Aufenthaltes,
2. die möglichste Nähe der Bienen zum Weisel.

Mit der ersten Bedingung ist der Schluß geboten, daß der Weisel nie als Haftbiene aufgefaßt werden kann, an welche sich andere anhängen könnten, welcher Zustand obige Bedingung und damit deren Ursachen aufheben würde, was gegen die Sicherheit des Zustandes, damit der Gattung, damit gegen den Sicherheitskoeffizienten derselben gerichtet wäre, mithin unmöglich ist. Die zweite Bedingung aber — der günstigsten zustandsmäßigen Weiselnähe — ergiebt mit Notwendigkeit, daß der unterhalb des Weisels belegene Raum genau so ausgenutzt werden muß, als die Haftfläche seiner unmittelbaren Umgebung. Hieraus ergiebt sich die Notwendigkeit, daß sich eine Biene an eine Haftbiene hängt, an die erste eine andere um den Weisel herum*) an eine solche,

*) Anm.: Der Vorgang bezieht sich auf die Bautraube. An und für sich ist es unerheblich, ob der Weisel an der Decke anwesend ist, ehe überhaupt die regelmäßige Bildung der Traube erfolgt, oder nicht. Diese erfolgt eben „kettenmäßig.“

welche ihrerseits auch schon an einer haftenden hängt. Diese Verbindung von Individuen Biens ist aber eine „elementare“ Erscheinungsform bei der Gattung *apis mellifica* und als eine solche für ihre Erklärung, (Bestimmung der Art in einem wissenschaftlichen Sinne) von der allergrößten Bedeutung, an der die bisherige Bienforschung gedankenlos vorüberging. Sie ist als eine elementare Form die erklärende Grundlage einer ganzen großen Menge auffälliger Zustände und Zustandsänderungen, für die man bislang vergebens nach einer Erklärung suchte, ja sie vermittelt die Erklärung nicht nur der biologischen Formen Biens als solchen, sondern auch der Biene und des Wachsbaues.

Eine Erscheinung aber, welche sich darstellt als eine Verbindung mehrerer schwerer Körper gewisser Beschaffenheit, von denen mindestens zwei an festen Orten im Raume befestigt sind, ist eine Kette, wenn jener Verbindung als solcher die Eigenschaft vollkommener Biegsamkeit zukommt.

Denken wir uns nun den eben beschriebenen Zustand jener ersten Bienen um den Weisel herum, so ist jene Bedingung 1 der Weiselfreiheit erfüllt, und die Erscheinung unzweifelhaft eine Kette, weil ihre Merkmale die Forderungen der Eigenschaften dieses Begriffes nach der gegebenen Erklärung desselben erfüllen.

Die analytische Bestimmung des Verlaufes der Bienenkettenaxe.

Eine Kette besteht aus Kettengliedern; diese sind bei der Bienenkette die Bienen selbst. Da die Beurteilung eines Ganzen diejenige seiner Teile zur stillschweigenden Voraussetzung hat, so ergibt sich die Notwendigkeit, das einzelne Kettenglied Biene in Bezug „auf die hier in Frage kommenden“ Eigenschaften näher zu betrachten.

Der Bienenkörper selbst ist kettenmäßig gebildet, seine Hauptgliederung zeigt die kleinste Zahl der Glieder, wie sie der Begriff Kette bedingt. Kopf, Bruststück und Hinterleib sind in einer Weise mit einander verbunden, welche die Auffassung, die Biene selbst sei eine Kette aus drei Gliedern, zuläßt. Die verbindenden Teile sind als vollkommen biegsam anzusehen. Die einzelnen

Körperteile sind nun wiederum gegliedert. Die organische Gliederung des Kopfes kommt in Bezug auf die Bienenkette weniger in Frage, da er nicht „unmittelbar“ an derselben beteiligt ist. Anders das Bruststück. Die Anhänge desselben — die drei Beinpaare — sind die wichtigsten Organe für die Kette. Sie sind derartig in jenes eingefügt, daß die verlängerten Axen ihrer letzten Elemente sich in einem einzigen Punkte schneiden, welcher gegen das Ende des ersteren nach der Seite des Hinterleibes zu liegt. Die Entfernung derjenigen Stellen von einander, an welchen die Beinpaare in das Bruststück treten, sind ungleich. Das vordere ist vom mittleren weiter entfernt als dieses vom hinteren. Der Hinterleib endlich besteht aus Ringen, welche so gestaltet und miteinander verbunden sind, daß das Insekt diesen Körperteil sehr stark krümmen kann und zwar die hohle Fläche der Krümmung nach der Bauchseite zu. In Figur 6*) ist eine Biene als Teil einer Bienenkette dargestellt. Diese einzelne Biene fassen wir besonders in's Auge und stellen die Art der Verbindung fest, in Folge deren sie als ein Glied der Erscheinung Bienenkette in dieser Lage verharren kann. Wie hier ersichtlich und auch für jeden Beobachter wahrnehmbar, hat die Biene mit dem vorderen Beinpaare den Hinterleib der oberhalb befindlichen, bezw. deren hinteres Beinpaar erfaßt — daran haftend —, während sie das eigene hintere Beinpaar mit dem vorderen der unterhalb befindlichen verbindet. Das mittlere Beinpaar endlich trägt die abwärts gerichtete Partie des Hinterleibes.

Durch die Schwere des Bienenkörpers mitsamt der Last, die an ihm hängt, erfahren die gesamten beteiligten Körperelemente Kraftwirkungen, denen sie zu widerstehen haben. In dem vorliegenden Falle sind die angreifenden Kräfte Zugspannungen. Die Beine der Biene sind aber selbst wieder in einer Weise gegliedert, welche zur Folge hat, daß sie sich bei Vorhandensein einer solchen Zugspannung in ihnen je mehr an den Kumpf des Bienenkörpers anlegen, je größer diese Spannung ist. Im Allgemeinen wird dadurch eine Druckwirkung seitens der Schenkel gegen die Seiten des Bienenleibes hervorgerufen und nach Art der Beschaffenheit der Oberfläche dieses sowohl hinsichtlich der hierbei besonders in Frage kommenden Querschnittsform, als auch der sonstigen Be-

*) Tafel I.

schaffenheit der ersteren. Nun ist aber wichtig, sich klar zu sein, daß auch der Hinterleib, ebenso wie das Bruststück mit dem Kopfe, in einer Weise mit ersterem verbunden ist, daß die Auffassung vollkommener Biegsamkeit des durch sie dargestellten Körpersystems zulässig ist und zwar infolge des Verhältnisses der Querschnittsmaße des Rumpfes im Allgemeinen und dem der Verbindungsstücke, sowie der besonderen Beschaffenheit der letzteren. Wie wir aber weiter oben sahen, ist — obgleich in wesentlich anderer Form — auch der Hinterleib in der senkrechten Ebene, welche man sich durch die Axe des Bienenkörpers gelegt denken kann, (also die Ebene des Papiers!) innerhalb gewisser Grenzen vollkommen biegsam, d. h. die einzelnen Elemente (Ringe) können sich gegen einander in einem Sinne verschieben, welche auch in der Richtung jener Ebene zum Ausdruck kommt als die Wirkung der Schwere der einzelnen Ringe. Die inneren Kräftewirkungen des Systems, welche namentlich für diesen Fall interessant sind, kommen indessen in dieser Untersuchung nicht in Frage, in der es sich nur um die Wirkungen sogenannter äußerer Kräfte des ersteren handelt. Aus diesen gesamtten Ursachen nun würde der Hinterleib, dem Gesetze der Schwere folgend, nach außen fallen, wenn jene Druckwirkungen der durch Zugspannung angezogenen Schenkel nicht existierten. Stellt man sich also vor, daß die Ringe eine verschwindend kleine Bewegung nach außen machten, so würde eine Reibung entstehen, zwischen ihnen und den Beinen, welche jene hindern müßte. Die Wirkung der Schwere der Ringe kommt aber dennoch zum Ausdruck, denn die Beine sind auch gegliedert und gerade in der Ebene der Wirkung der Schwerkraft ebenfalls als vollkommen biegsam anzusehen. Unter diesen Umständen stellt die so beharrende Biene ein körperliches System dar, dessen Elemente sehr klein sind und Belastungen (Schwere) ergeben, welche unter sich nicht gleich, sondern veränderlich sind in einer gewissen Folge. Das Bruststück kann man vielleicht als eine Kugel ansehen, deren Horizontalprojektion immer dieselbe ist und welche an sechs Punkten aufgehängt wurde, die so verteilt liegen, daß die durch sie gehenden Kräfte in einem solchen zusammentreffen. Geht man abwärts, die einzelnen Körperelemente betrachtend, so findet man, daß diese allmählig abnehmen, so zwar, daß, wie auch eine Projektion der Raumgrößen auf die Horizontale erfolgen kann, die

Verteilung der Schwere der Masse eine solche ist, daß gleichen Horizontalprojektionen längs der Kette gleiche Belastungen entsprechen. Hierbei wurde die Masse des Hinterleibes als gleichartig zusammengesetzt angenommen, was gestattet ist, da sich die einzelnen inneren Organe, welche hierauf infolge der gleichartigen Chitinschichten der äußeren Körperteile noch Einfluß haben könnten, thatsächlich in ebensolcher Beschaffenheit längs des ganzen Innern ausdehnen, sodaß wesentliche Unterschiede in Bezug auf die Verteilung der Schwere (relative Dichte der Masse) nicht vorausgesetzt werden können.

Die Gestalt einer Kette hängt aber im Wesentlichen von dem Gesetze ab, nach welchem sich die Belastung pro Längeneinheit ändert. In Bezug auf die Bienenkette wurde vorstehend ermittelt, daß gleichen Horizontalprojektionen gleiche Belastungen entsprechen, oder doch unter Rücksicht auf die obwaltenden Umstände angenommen werden können.

Es soll gleich noch hier eingeschoben werden für den Analytiker, welcher mutmaßen könnte, es läge die Form der gemeinen Kettenlinie vor, daß unter allen Umständen das Gewicht q des Elementes sehr klein ist gegenüber der aus der Summe der Gewichte vieler Bienen sich ergebenden Horizontalspannung. In einem solchen Falle geht die Form der gemeinen Kettenlinie über in die der Parabel. Schließlich könnte noch ein Zweifel erhoben werden hinsichtlich der speziellen Form, der als Parabel im Allgemeinen zugegebenen Figur, da die vorstehenden Entwicklungen über die Bedingungen für diese nicht hinreichend umfassend und analytisch genau sind. Hiernach habe ich darauf aufmerksam zu machen, daß es sich in der vorliegenden Untersuchung nur um Bestimmung von Raumgrößen für einen ganzen Bienen handelt, dem gegenüber Abweichungen in dem elementaren Detail der Linie einflußlos sind.

Nunmehr handelt es sich um Bestimmung des Gesetzes, nach welchem die Kette verläuft. Zu diesem Behufe sehen wir von der körperlichen Masse derselben ab und ermitteln nur den Verlauf einer Linie, welche die Axe der Bienenkette darstellt und werden diese auch fernerhin als unser Maß ansehen, da die körperliche Dickenausdehnung von ihr auf die Bestimmung von Abmessungen einflußlos ist. Man muß sich das so vorstellen, als

ob man einen Zollstab von etwa $\frac{1}{4}$ cm Dicke hätte und ein Bandmaß; so unerheblich dieser Unterschied ist in Hinsicht auf eine gemessene Länge, haargenau so ist es gleichgiltig, ob man mit der körperlichen Bienenkette mißt, oder mit ihrer Ase, welche nur eine Ausdehnung hat.

Es stelle nun in Figur 2 die Linie B_1OAB eine schwere Kettenlinie dar, deren Aufhängungspunkte B und B_1 sind; der tiefste Punkt sei O . In dieser Kettenlinie herrscht nach den obigen Ausführungen eine gewisse Zugspannung, deren Wert im Aufhängungspunkte B durch die Zugkraft P ausgedrückt sein soll. Der Punkt O heißt der Scheitel der Kettenlinie. Durch ihn legen wir ein rechtwinkliges Arensystem XX, YY , auf welches wir die Maße in der Ebene beziehen. Demnach ist z. B. a gleich der Horizontalprojektion des Kettenzweiges OAB und h gleich der Vertikalprojektion desselben. Fassen wir nun einen beliebigen Punkt A auf dem letzteren ins Auge, so ist seine Lage gegeben durch seinen Abstand FA von der Y -Axe, welchen wir x und denjenigen gleich OF von der X -Axe, welchen wir y nennen. Dieses Maß heißt im allgemeinen die Ordinate, das erstere die Abscisse des Kurvenpunktes A . Soll nun in diesem Punkte Gleichgewicht herrschen, so müssen die dort wirkenden Belastungen und die Kräfte, welche diese Wirkungen aushalten sollen — einander gleich sein. Ist nun Q die in A abwärts wirkende Spannung — in der Kettenaxe wirksam —, so schließt diese mit AF , also auch mit der Abscissenaxe x einen Winkel φ ein, während im Punkte B die Spannung P mit ihr einen solchen α macht. Ist nun ferner q die Belastung in der Horizontalprojektion ausgedrückt, so ist aq die abwärts wirkende Kraft des Kettenzweiges OAB . Setzt zerlegen wir die Spannungen P und Q je in 2 Kräfte, von denen eine wagerecht, die andere senkrecht gerichtet ist. Statt jener 2 entstehen dann deren 4, nämlich $P \cdot \sin \alpha$, $P \cdot \cos \alpha$, $Q \cdot \sin \varphi$, $Q \cdot \cos \varphi$, wie sie auch in der Zeichnung auffindbar sind. Es sind also die Sinusgrößen die senkrecht auf- und abwärts gerichteten, die Cosinusgrößen die wagerecht-seitlich wirkenden Kräfte. Soll nun das System der Kräfte in wagerechter Richtung im Gleichgewichte sein, d. h. sich A weder nach links noch nach rechts bewegen können, so muß offenbar sein

$$Q \cdot \cos \varphi = P \cdot \cos \alpha = T \dots \dots (2.)$$

Da aber der Punkt A ganz beliebig auf dem Kettenzweige OB gewählt wurde, so geht hieraus hervor, daß diese Bedingungsgleichung auch für jeden andern beliebigen Punkt von ihm Geltung hat, d. h. in dieser Kettenlinie hat die Horizontalspannung einen sich gleichbleibenden (konstanten) Wert, welchen wir der Einfachheit halber mit T bezeichnen statt mit $Q \cdot \cos \varphi$, weil Q sowohl wie φ von Punkt zu Punkt veränderlich sind, immerhin aber so, daß das Produkt aus der Last in die Cosinusgröße des Winkels, welchen ihre Richtung mit der Abscissenaxe einschließt, denselben Wert behält. In Bezug auf die senkrecht gerichteten Kräfte ist klar, daß die in B aufwärts gerichtete Kraft $P \cdot \sin \alpha$ um das Gewicht des Kettenstückes AB, gemessen durch seine Horizontalprojektion $(a - x)$ — und da q das Gewicht des Elementes — um $(a - x)q$ größer sein muß, als die in A abwärts gerichtete Last Q. Mithin gilt die Gleichung

$$\left. \begin{aligned} P \cdot \sin \alpha &= Q \cdot \sin \varphi + (a - x)q \\ \text{und daraus } Q \cdot \sin \varphi &= P \cdot \sin \alpha - (a - x)q \end{aligned} \right\} \dots (3.)$$

Dividiert man nun diese Gleichung durch No. 2, so entsteht

$$\frac{Q \cdot \sin \varphi}{Q \cdot \cos \varphi} = \frac{P \cdot \sin \alpha - (a - x)q}{T} = \tan \varphi \dots (4.)$$

Für den Scheitelpunkt O wird nun der Winkel $\varphi = 0$, ebenso ist $x = 0$, also auch $\tan \varphi = 0$, oder dessen Wert aus 4

$$\frac{P \cdot \sin \alpha - (a - x)q}{T} = 0,$$

hieraus folgt, daß auch der Zähler dieses Bruches Null sein muß, also, da auch x Null ist

$$P \cdot \sin \alpha - aq = 0,$$

oder

$$P \cdot \sin \alpha = aq,$$

oder

$$a = \frac{P \cdot \sin \alpha}{q}$$

Setzt man diesen Wert für a in Gleichung 4 ein, so entsteht

$$\tan \varphi = \frac{P \cdot \sin \alpha}{T} - \frac{P \cdot \sin \alpha}{T \cdot q} \cdot q + \frac{q}{T} \cdot x$$

und daraus durch Kürzung

$$\tan \varphi = \frac{q}{T} \cdot x.$$

Nach den Regeln der Infinitesimalrechnung ist aber

$$\text{tang } \varphi = \frac{dy}{dx}$$

also $dy = \text{tang } \varphi \cdot dx = \frac{q}{T} \cdot x \, dx.$

Integriert man diese Differentialgleichung, so entsteht

$$y = \frac{q}{2T} \cdot x^2 \dots \dots \dots (5.)$$

oder in Hinsicht auf x aufgelöst:

$$x^2 = \frac{2T}{q} \cdot y \dots \dots \dots (6.)$$

Diese letzte Gleichung ist diejenige einer Parabel, deren Ase die durch den Scheitelpunkt O gelegte Y-Ase und deren Parameter $\frac{2T}{q}$ ist. Hiermit ist der Verlauf der Erscheinung Bienenkette analytisch bestimmt und damit auch jeder Punkt derselben gegeben.

Nimmt man an Stelle der allgemeinen Werte x und y eines beliebigen Kurvenpunktes des Kettenzweiges diejenigen für den Aufhängungspunkt B und nennt den Wert seines Abstandes von der Ase YY a und denjenigen von XX h, so ist nach No. 6

$$a^2 = \frac{2T}{q} \cdot h;$$

berücksichtigt man ferner, daß $T = P \cdot \cos \alpha$ und $q = \frac{P \cdot \sin \alpha}{a}$, so entsteht daraus

$$a^2 = 2 \cdot \frac{P \cdot \cos \alpha}{P \cdot \sin \alpha} \cdot a \cdot h,$$

oder $a = 2 \cdot \cotg. \alpha \cdot h$

und hieraus

$$h = \frac{a}{2 \cdot \cotg \alpha} = \frac{a}{2} \cdot \text{tang } \alpha \dots \dots \dots (7.)$$

Der Wert h ist die sogenannte „Pfeilhöhe“ der Kette, also die lotrechte Entfernung vom tiefsten Punkte bis zur Horizontalen durch den Aufhängungspunkt, während a die „Spannweite“ des Kettenzweiges genannt wird und wenn die beiden Aufhängungspunkte der Kette B und B₁ in ein und derselben Horizontalen liegen,

so ist der doppelte Wert von a , also $2a$, die „Spannweite“ in dem geläufigen Sinne des Ausdrucks, d. h. die Länge in der Geraden (Horizontalprojektion) gemessen, welche die Kette „überspannt“. Diese aber als eine krumme Linie (Kurve) ist länger als die Spannweite und zwar bestehen zwischen beiden Größen — und da a auch zu h in ganz bestimmten Beziehungen steht, auch zwischen der Kettenlänge und der Pfeilhöhe — ganz gewisse Beziehungen, die hier zu erörtern sind.

In der Grundgleichung 6 fanden wir die Bienenkettenlinie als eine Parabel. Die Streckung gerade dieser Kurve ist aber ziemlich umständlich. In Erwägung nun des Umstandes, den ich später nochmals hervorheben werde, daß in diesen Entwicklungen nur empirische Formeln aufgestellt werden sollen behufs allgemeiner Bestimmung der Beutenmaße und in Ansehung der wirklichen Größenwerte der Maße a und h bei den Bienenketten, ist es zulässig, die Streckung der Bienenkettenlinie nach der Formel der gemeinen Kettenlinie durchzuführen, da diese den Vorzug sehr großer Einfachheit hat und nicht daran zu denken ist, daß dadurch gegenüber den wahren Werten der Bienenkette irgendwie belangreiche Unterschiede sich ergeben können. Auf alle Fälle handelt es sich nur um Bruchteile des Millimeters, welche, wie jeder Bienenzüchter zugeben wird, vollständig unerheblich sind. Bezeichnet nun s die Länge eines Kettenzweiges, so gilt die Gleichung

$$s = \sqrt{h^2 + \frac{2T}{q} \cdot h}$$

$$s = \sqrt{h^2 + 2 \cdot \frac{P \cdot \cos \alpha}{P \cdot \sin \alpha} \cdot a \cdot h},$$

setzt man nun in dieser Gleichung für h den Wert aus No. 7, wo die Pfeilhöhe der Kette durch die Spannweite a ausgedrückt ist, so entsteht

$$s = \sqrt{\frac{a^2}{4} \cdot \tan^2 \alpha + a^2}$$

und hieraus

$$\left. \begin{aligned} s &= \frac{a}{2} \sqrt{\tan^2 \alpha + 4} \\ a &= \frac{2s}{\sqrt{\tan^2 \alpha + 4}} \end{aligned} \right\} \dots \dots (8.)$$

Hiermit ist die Spannweite des Kettenzweiges durch seine Länge ausgedrückt und es wird sich in den späteren Entwicklungen zeigen, welche nützliche Verwendung diese Beziehung bei dem Ausmaße des Bienenbaues findet.

Sinige allgemeine Schlußfolgerungen.

Es ist hier der Ort, darauf hinzuweisen, daß es in Bezug auf diese Herleitungen unerheblich ist, daß die Kettenlinie, welche die „parabolische“ genannt wird, in abwärts führender Richtung verlaufend angenommen wurde. Dieselben Zustandswerte sind ebenso vorhanden, wenn die Kettenlinie auf der Abscissenaxe aufsteht, also nach oben gerichtet ist. In diesem Falle werden lediglich aus den Zugspannungen gleichwertige Druckspannungen. Man nennt eine solche Kurve alsdann eine Stützlinie. Ihr wesentliches Unterscheidungsmerkmal außer den angeführten ist noch, daß sich das System nicht wie die hängende Kette im „stabilen,“ sondern im Zustande des „labilen“ Gleichgewichtes befindet, d. h. der geringste Stoß, der einem oberhalb der Stützpunkte gelegenen Punkte des Systems erteilt wird, hat zur Folge, daß dieses sich immer mehr von seiner Gleichgewichtslage entfernt, die Stützlinie fällt um. Da nun, wie ich weiter unten nachweisen werde, die Möglichkeit für die Bienen, einen Bau zu errichten, auf ihrer Befähigung gegründet ist, sich unter einander kettenmäßig verbinden zu können und sowohl hängende als auch stehende Ketten zu bilden, so ist klar, daß die Inanspruchnahme der Kettenglieder im zweiten Falle eine weit größere ist als im ersten, indem die Notwendigkeit seitlicher Versteifung als ein nötiger Kraftaufwand hinzutritt deshalb, weil thatsächlich in Gestalt der von auswärts hinzukommenden Bienen und von solchen, welche aus der Gesamtheit anscheidend sich fortbewegen, Gleichgewichtsstörungen als Folge bewegter Massen vorliegen und deren Einwirkungen im Falle der Stützlinie durch Kräfteaufwand ausgeglichen werden müssen. Infolgedessen sind die Maße der Stützlinien bei Bienen viel kleiner als diejenigen der hängenden Ketten. Dies ist der Grund für die Erscheinung, daß Bienen nur kleine Bauausführungen in der Richtung nach aufwärts auszuführen in der Lage ist und diese Thatsache kennt auch der Bienenzüchter, indem er sagt: das Aufwärtsbauen macht den Bienen

mehr Mühe als das nach unten gerichtete. Hierin liegt auch der Grund, weshalb Bienen überhaupt von oben nach unten baut, weil dies die vorteilhafteste Gleichgewichtslage ist, die es für ihn giebt!

Die Kettenlinie Bienen geht aber unter gewissen Umständen auch noch in andere Formen über, so in diejenige der Ellipse. Alsdann herrscht in dem oberen Zweige Druck-, in dem unteren Zugspannung. Vornehmlich finden diese Zustandsänderungen statt, wenn Bienen allmählig in den Zustand der Winterruhe übergeht. Der denkbar äußerste Fall liegt vor, wenn die Axen der Ellipse gleich werden; alsdann ist die Kettenlinie, d. i. Zug- und Drucklinie zusammen, eine Kreislinie und es ist nach einigen gebotenen Folgerungen möglich, den sogenannten Winterknäuel als eine Kugel zu erweisen. Alle Raumindestmaße Bienen aber sind — als Ganzes — ausnahmslos fettenmäßig zusammengefaßt.

Dem Zusammengehen muß aber auch notwendig aus dem Begriffe der Zustandsänderung ein Auseinandergehen entsprechen und dieses ist nur „möglich“ auf dem fettenmäßigen Wege, worauf ich weiter unten nochmals zurückkommen muß. Auch im Zustande der Winterruhe findet diese Bewegung von außen nach innen und von innen nach außen statt, weil andernfalls die außen haftenden Bienen erstarren würden, trotz der von der Kugel ausgehenden Wärmestrahlung. Ich habe diese Thatsache bereits Mitte der 80er Jahre festgestellt bei Gelegenheit von Untersuchungen auf Grund der Wärmetheorie. Herrn Lichtenthäler's Ausführungen auf der 91er Versammlung in Lübeck kann ich daher bestätigen mit der von ihm nicht gebrachten Begründung für die Möglichkeit der Ausführung des Ortswechsels seitens der Bienen.

Ebenso will ich gleich hier auf die vergeblichen Bemühungen Réaumur's, Huber's und auch Cowan's u. a. m. — den Wachsbaue betreffend — hinweisen, welche der letztere vom letzten Abschnitte ab der Seite 161 seines Werkes: „Die Honigbiene“ (von Gravenhorst übersezt!) darthut, indem er „Parallelmessungen“ an der Wabe ausführte und auf diese hin vergleichende Betrachtungen anstellt, während er auf Leitstrahlen von einer Mittelzelle ab am oberen Wabenteile hätte messen müssen und dann

gefunden haben würde, daß das „Größerwerden“ der Zellen (innerhalb gewisser Grenzen, wie immer bei jeder Bestimmung tierischer Zustandsänderungen) auf eine Kettenlinie führt, „auf welcher die Abweichungen Mindestmaße sind.“ Es ist diejenige, in welcher an dem betreffenden Orte der Wabe gebaut wurde. Die Vergrößerung selbst kennzeichnet den „Zustand“ der Erregungsgröße der *s. B.* den Bau ausführenden Bienen, deren Inhalt je nach den äußeren Einflüssen, die wirksam waren, (reiche Tracht — abnehmende Tracht) entweder zur Erstellung von Übergangs- bzw. Drohnzellen führt, oder zu einer unregelmäßig scheinenden Abnahme. Ich will diese Thatsachen hier nur berührt haben ihrer Beziehungen zur Bienenkette wegen und hervorheben, daß selbstredend zur Erklärung derselben noch andere Folgerungen — vorwiegend physiologischer Natur nötig sind, über die zu sprechen hier nicht der Ort ist.

Die Traube.

Nach der Bestimmung der Elementarform „Bienenkette“ kehren wir zu dem Vorgange des Anhängens eines Bien an einer Anhangsstelle zurück. Wir verließen ihn nach Feststellung der Thatsache, daß im Bogen herum um den Weisel Ketten geschlagen werden. Die Forderung allseitiger Weiselnähe ergibt die Anordnung der Haftbienen an der Anhangsfläche um einen kleinsten Kreis herum für den frei sich bewegen sollenden Weisel. Das Mindestmaß dieses Kreises wird eine Wenigkeit mehr als die Weisellänge betragen müssen. Nimmt man übrigens — dem tatsächlichen Verlaufe entsprechend — eine größere Zahl von Bienen an, welche „zu gleicher Zeit“ die größte Weiselnähe in der Ebene der Anhangsfläche erreichen wollen, so ergibt sich ganz von selbst jene freie Kreisfläche infolge der Undurchdringlichkeit der Körper. Sind diese *z. B.* zu 5 mm Dicke anzunehmen und 16 an der Zahl sich nähernd oder gruppierend, so ergibt sich ein Kreis von 80 mm Umfang, dessen Durchmesser 25,5 mm ist, welcher für die allseitige Weiselbewegung genügt. Die folgenden schließen sich, in der Anhangsfläche „strahlenförmig“, (radial) — nach unten zu „kettenmäßig“ an. Erstere sind die „Haftbienen“, an denen die andern, damit das ganze Schwarmgewicht hängt. Aus obiger Rechnung aber geht schon hervor,

daß es nur eine beschränkte Anzahl ganz besetzter Strahlen (16 nach obigem Beispiel) geben kann, während die übrigen in strahlenmäßiger Anordnung irgendwo auf die ersteren treffen. Hieraus ergibt sich auch eine ganze Anzahl verschieden großer Ketten und Kettengruppen, welcher letzterer Begriff daraus hervorgeht, daß in Bezug auf die einzelnen Ketten im Beharrungs-Zustande die Bienen mit dem mittleren Beinpaare die oberhalb haftenden erfassen. Stellt man sich den Grundriß der Traube recht deutlich vor (es kann sich jedermann ihn nach den 16 Strahlen aufzeichnen), so giebt es dabei recht kleine Ketten, die vollständig unabhängig sind vom Ganzen, wenn sie die Verbindung mit den oberhalb liegenden aufgeben. Alsdann können sie aus dem ersteren ausscheiden. Diese Möglichkeit liegt auch bis zum Innern vor. Sämtliche Kettenebenen sind aber durch den Weisel gerichtet!

Ist nun der hängende Bien zur Ruhe gekommen, so ist klar, daß die äußere Begrenzung seiner Vertikalprojektion (Vertikalschnitt) nur geformt sein kann nach der Kettenlinie, die wir im vorvorigen Abschnitte bestimmten. Bedeutsam ist indessen, daß alle Ketten, sie mögen liegen wo sie wollen, irgendwo und wie mit den übrigen verbunden sind. Es ist also der hängende Bien geradezu ein Körper von kettenmäßiger Zusammensetzung. Dieser Umstand ist außerordentlich bedeutsam, indem er zur Folge hat, daß die Haftbienen allesamt „vollständig gleich“ belastet sind. Jede andere Anordnung würde entweder diese Möglichkeit ausschließen, oder aber einen Körper für den Schwarm ergeben, der eine wesentlich größere Oberfläche hat. Es soll uns diese Untersuchung zunächst beschäftigen.

Den Körper, den der hängende Bien darstellt, kann man sich auf eine einfache Weise entstehend denken, wenn man den Vertikalschnitt, also diejenige Fläche, welche durch die äußerste Kettenlinie umschlossen ist, um die senkrechte Axe dreht. Da die erzeugende Fläche eine Parabel ist, so ist der so erzeugte Körper ein Paraboloid. Seine Größe ist nur abhängig von derjenigen der normalen — ebenen — Anfangsfläche. Nach den Beziehungen, mit denen ich diese Ableitungen auf der ersten Seite einleitete, ist die denkbar günstigste Anhangsfläche gegeben mit dem Halbmesser r der Kugel. Es ist also, wenn a den Halbmesser der

Anhangsfläche der Traube bezeichnet, $a = r$, und nennt man ferner h die Höhe der Traube, so ist ihr Rauminhalt V

$$V = \frac{\pi}{2} \cdot h a^2 \dots \dots \dots (9.)$$

Der denkbar günstigste Körper wäre aber, wie wir sahen, die Kugel, und lediglich deshalb kommt sie nicht zur Anwendung, weil sie keine Haftfläche bietet. Die denkbar günstigste Traube muß also den gleichen Inhalt haben als jene, mithin müssen die Werte für V aus 1 und 9 einander gleich sein, also:

$$\frac{\pi}{2} \cdot h a^2 = \frac{4}{3} \pi \cdot r^3;$$

berücksichtigt man, daß $a = r$ ist, so entsteht durch Kürzung

$$\left. \begin{aligned} h &= \frac{8}{3} a \\ a &= \frac{3}{8} h \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (10.)$$

d. h.: „die denkbar günstigste Traube, welche bei einem gewissen Rauminhalte die kleinste Oberfläche hat, ist so bemessen, daß sich ihre größte Breite $b = 2a$ verhält zu ihrer Höhe wie 3 : 4“.

Jeder andere Körper aber von dem Querschnittsmaße der Anhangsfläche ist „ungünstiger“ in Bezug auf seine Oberfläche als diese Traube, welche denn auch unter den vorausgesetzten Verhältnissen genau der Wirklichkeit entspricht. In dem Zustande des Raum-Mindestmaßes nehmen nun 4 Bienen den Raum von 1 Kubikcentimeter ein, und nach erfahrungsmäßigen Ermittlungen sollen deren im Zustande des Schwarmes 5000 Stück auf 1 Pfund, also 500 Gramm, gehen, mithin eine Biene 0,1 Gramm wiegen. Wird nun V in Kubikcentimetern ausgedrückt und ist G das Schwarmgewicht in Gramm, endlich γ das Gewicht von 1 Kubikcentimeter Bienen, so besteht die Beziehung

$$G = V \cdot \gamma$$

und da eine Biene 0,1 Gramm wiegt, so deren vier 0,4 Gramm, also $\gamma = 0,4$ und

$$G = 0,4 V \text{ Gramm} \dots \dots \dots (11.)$$

Dieses Schwarmgewicht wird von den Haslbienen getragen, deren Anzahl m sein möge; es trägt mithin „eine“ solche $\frac{0,4 V}{m}$ Gramm.

In dem Zustande, unter welchem die Haftbienen die Haftfläche ausfüllen, bedeckt aber eine einzelne von ihnen $\frac{1}{2}$ Quadratcentimeter und da der Inhalt einer Kreisfläche vom Halbmesser a ist $a^2\pi$, so besteht die Gleichung

$$m = 2\pi \cdot a^2 \dots \dots \dots (12.)$$

Da nun auch eine Haftbiene den m^{ten} Teil von 0.4 V Gramm trägt, so muß sein

$$\frac{0.4 V}{m} = \frac{0.4 V}{2\pi a^2} \dots \dots \dots (13.)$$

indem man nur für m seinen Wert aus 12 einsetzt. Da die Haftbienen nun die höchstbelasteten im ganzen Schwarme sind, indem in jedem unterhalb der Haftfläche geführten Schnitte die Belastung naturnotwendig kleiner werden muß, jede Haftbiene aber in Folge der kettenmäßigen Verteilung gleich belastet ist, so ist dieser aus 13 sich ergebende Wert der abwärtswirkenden Last, der eine aufwärts wirkende Kraftanstrengung der Haftbiene entsprechen muß, ein gewisses, äußerstes Maß der Beanspruchung einer Biene für einen Schwarm von bestimmtem Gewichte. Weil aber die Verhältnisse der Kette vorliegen, so ist offenbar diese Beanspruchung dieselbe, welche wir bei der Bestimmung der letzteren auf Seite 13 als die Größe $P \cdot \sin \alpha$ im Aufhängungspunkte ermittelten. Es besteht somit „innerhalb der Schwarmtraube“ die Beziehung:

$$P \cdot \sin \alpha = \frac{0.4}{2\pi} \cdot \left(\frac{V}{a^2}\right).$$

In No. 9 ist aber V ausgedrückt durch a und h ; den dortigen Wert hier eingesetzt, giebt

$$P \cdot \sin \alpha = \frac{0.4}{2\pi} \cdot \frac{\pi \cdot a^2}{2 \cdot a^2} \cdot h$$

$$P \cdot \sin \alpha = 0.1 h \dots \dots \dots (14.)$$

Erwägt man nun, daß $h = \frac{8}{3} a$ ist, so wird auch

$$P \cdot \sin \alpha = 0.1 \frac{8}{3} a$$

$$P \cdot \sin \alpha = 0.2666 a \dots \dots \dots (15.)$$

Nun ist aber auch nach Gleichung 1

$$V = \frac{4}{3} \pi \cdot a^3$$

also $a = 0.62 \sqrt[3]{V}$

woraus durch Substitution in 15

$$P \cdot \sin \alpha = 0.165 \sqrt[3]{V} \dots \dots \dots (16.)$$

Nach No. 11 ist aber auch

$$G = 0.4 V$$

also $V = \frac{G}{0.4}$

und somit erhält man durch Substitution dieses Wertes in 16

$$P \cdot \sin \alpha = 0.224 \sqrt[3]{G} \dots \dots \dots (17.)$$

als die abwärts wirkende Last auf die einzelne Haftbiene, ausgedrückt durch das Schwarmgewicht.

Aus der allgemeinen Entwicklung über die Kette ist uns aber auch bekannt, daß noch eine Kraftwirkung in wagerechter Richtung die Haftbiene, ebenso wie jede andere Kettenbiene, beansprucht, es war dies $P \cdot \cos \alpha$ oder T d. i. die Horizontalspannung.

Diesen Wert enthält die Grundgleichung No. 6 der Kette und man braucht nur anstatt der Kettenmaße x und y eines beliebigen Punktes diejenigen a und h der Traube zu setzen. Alsdann ist nach 6

$$a^2 = \frac{2 T}{q} \cdot h$$

Daraus $\frac{2 T}{q} = \frac{2 P \cdot \cos \alpha}{q} = \left(\frac{a}{h}\right) \cdot a \dots \dots \dots (18.)$

Es ist aber auch nach den Entwicklungen auf Seite 13

$$P \cdot \sin \alpha = a q$$

also $a = \frac{P \cdot \sin \alpha}{q}$

diesen Wert für α in die Gleichung 18 gesetzt, giebt

$$\frac{2 P \cdot \cos \alpha}{q} = \frac{P \cdot \sin \alpha}{q} \cdot \left(\frac{3}{8}\right)$$

$$P \cdot \cos \alpha = 0.19 P \cdot \sin \alpha$$

mithin

$$\frac{P \cdot \sin \alpha}{P \cdot \cos \alpha} = \frac{1}{0.19} = 5.02632 = \tan \alpha \quad . \quad . \quad (19.)$$

Dieser abstrakte Zahlenwert zeigt an, daß die trigonometrische Tangente des Winkels, welchen die geometrische Tangente an das letzte Kurvenelement der auf die senkrechte Ebene projicierten Schwarmtraube mit der Horizontalen einschließt „konstant“ ist. Der zu obigem Werte zugehörige Winkel beträgt rund $78\frac{3}{4}^{\circ}$, „er ist bei allen normalen Schwarmtrauben von gleicher Größe“!

Will man nun auch die Horizontalspannung T, also $P \cdot \cos \alpha$ durch das Schwarmgewicht G ausdrücken, so braucht man nur nach der Beziehung vor 19 den Ausdruck aus 17 mit 0.19 zu multiplizieren und erhält somit

$$P \cdot \cos \alpha = 0.04 \sqrt[3]{G} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (20.)$$

Aus den beiden Spannungen $P \cdot \sin \alpha$ und $P \cdot \cos \alpha$ läßt sich nun auch leicht der Wert für P bestimmen. Nach dem Pythagoräischen Lehrsatz ist nämlich

$$P^2 = (P \cdot \sin \alpha)^2 + (P \cdot \cos \alpha)^2$$

woraus
$$P = 0.23 \sqrt[3]{G} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (21.)$$

Der so ermittelte Wert P ist die größte Beanspruchung, welche die einzelne Biene des betreffenden Schwarmes zu ertragen vermag. Sie ist in dem Falle, in dem die Verhältnisse der hängenden Kette vorliegen, eine „Zugspannung“, wogegen sie eine „Druckspannung“ wird bei Gruppierungen von Bienen nach den Verhältnissen der Stütze. Ich nenne diese Kraft:

„Die schwarmmäßige Spannung.“

Ein „Maß“ also ist sie, welches sich zwar aus den wahrnehmbaren Thatsachen ableiten, „nicht aber ohne Rechnung bestimmen läßt“. Wie aus 21 ersichtlich, ist die schwarmmäßige Spannung proportional der dritten Wurzel aus dem Schwarmgewichte. Im Allgemeinen ist es eine längst bekannte Thatsache, daß die Leistungsfähigkeit eines Schwarmes, also allgemein eines Bien, nach seinem Gewichte, also der Anzahl seiner Individuen, seiner Volksstärke, beurteilt wird, aber diese Kenntnis war nur ein allgemeines Resultat der Erfahrung. Ich biete hier den exakten Maßstab zu der üblichen Beurteilung und der Schluß, den ich oben ziehen durfte, greift weit — weit über diese Entwicklungen hinaus. Bei der außerordentlichen Tragweite dieser Schlußfolgerung, soll sie noch etwas bestimmter begründet werden.

Man gelangt am ehesten zu einer vollständigen Überzeugung von dem ursächlichen Zusammenhange der „schwarmmäßigen Spannung“ und der Leistungsfähigkeit eines Bien, wenn man sich den letzteren als ein einheitlich gerichtetes Ganze, als ein Individuum vorstellt, welcher Zustand keineswegs dasjenige Maß an individueller Freiheit des Einzelwesens ausschließt, welches schon mit dem Begriffe der Individualität an sich gegeben ist. Andererseits ergibt die rechte Vorstellung des Biens als eines leistungsfähigen Ganzen mit Notwendigkeit den Schluß, daß eine solche Leistung auch eine Gemeinschaft bedingt, welche die Willkür des Einzelnen ausschließt. Damit wird der von mir häufiger gebrauchte Ausdruck „zustandsmäßig“ erklärlicher. Er kennzeichnet das Vorhandensein richtender Einflüsse, denen jede Biene zwar unbedingt folgen muß, indessen je nach ihrer individuellen Beanlagung früher oder später, mehr oder weniger nur folgen wird. Diese Schwankungen — die also den Forderungen des Begriffes der vollständigen individuellen Freiheit genügen — sind Unterschiede der Werte des Gattungsmaßes, welche innerhalb gewisser Grenzen veränderlich sind, nicht aber das Gattungsmaß, die Gattungseigenschaft als solche. Ist es also Gattungsmerkmal, daß die Bienen in der Vereinigung zu einem Bien auch u. a. bauend thätig sind, also „Massen-bewegend“, so ist klar, daß diese Art einer Leistung Biens auch meßbar ist durch den Begriff der mechanischen Arbeit. Der größeren Arbeitsgröße ent-

spricht aber unter den bei Bien hier obwaltenden Verhältnissen auch das größere Maß an Kraftaufwand der einzelnen Biene, womit ich die Schlußfolgerung, die Tragfähigkeit der Haftbienen als ein Kraftmaß für die Leistungsfähigkeit des Schwarmes neben anderen anzusehen, (z. B. Fähigkeit der Mutter) für gerechtfertigt halte.

Aber gerade der Bien bietet hierzu noch einen Zustand, welcher zur Rechtfertigung meiner Schlußfolgerung sogar dem strengsten Mathematiker genügen muß: „Das weisellose Volk!“

In dem Zustande der totalen Weisellosigkeit ist für meine Folgerung ein positiver Zahlenwert gegeben, welcher die Bedingungsgleichung ergibt

$$P = 0$$

d. h. im Zustande der totalen Weisellosigkeit ist die Summe der Volksglieder nicht befähigt zu „dauernden“ Kraftanstrengungen im Interesse des Ganzen. Trotzdem also an dem organischen Zusammenhange der einzelnen Biene sich nicht das Geringste änderte, ist thatsächlich jenes Kraftmaß Null; es ist eben kein „zeugungsfähiges“ Individuum der Gattung *apis mellifica* mehr vorhanden, der Begriff „der Bien“ hat den sogenannten Grenzwert. Von diesem ab ist nach Beweisung der Wert P zustandsmäßig verschieden und wie im ganzen Tierreiche — den Menschen hinsichtlich seiner körperlichen Leistungsfähigkeit eingeschlossen — die Kräfte bei den einzelnen Individuen verschieden sind, so auch bei Bien und man muß sich losmachen von dem Irrtume, der gleichen organischen Beschaffenheit wegen in aller Zeit ihrer Existenz, sei die Biene gleichermaßen leistungsfähig. Das ist nicht wahr, sondern sie ist „zustandsmäßig“ tüchtig und der beeinflussende Zustand des Ganzen, dem sie zugehört als ein Einzelbestandteil, ist außer der Weiseltüchtigkeit unter anderem auch das Schwarmgewicht, also die Schwarmstärke. Der Nachweis der Proportionalität der Bienenkräfte, damit der Bienkraft mit der dritten Wurzel aus den Schwarmwerten (Volumen, Gewicht oder Anzahl der Bienen) ist daher ein bestimmt dargestelltes, „unanfechtbares“ Fundament. Ich werde in den nun folgenden Ausführungen zeigen, welche bedeutsamen Herleitungen daraus gefolgert werden können.

Die Bestimmung der Länge des einzelnen Gliedes der Bienenkette.

Die wichtigste Schlußfolgerung, welche sich aus dem Begriffe der schwarmmäßigen Spannung ergibt, ist die Eigenschaft als „Grenzwert“, als das „Höchstmaß“ der Beanspruchung der einzelnen, einem besonderen Bien zugehörigen Biene. Ist der Begriff „gattungsmäßig“ nämlich aufzufassen — wie ich dies thue — als „vollkommen“ in Bezug auf die Eigenschaften, deren Summe den Begriff der Gattung ergibt, so ist an sich selbst klar, daß es Merkmal des gattungsmäßigen Zustandes sein muß, mit dem geringsten Aufwande an Arbeit, also auch Kraft, die größte Wirkung zu erzielen, womit gegeben ist, daß für eine bestimmte Gattung mit dem zulässigen Höchstmaße des Kraftaufwandes dasjenige an Leistung erzielt wird, welches „überhaupt“ möglich ist. Ist es nun für Bien gattungsmäßig „notwendig“, Bienenketten zu bilden, so erhellt, daß diese hinsichtlich ihrer räumlichen Ausdehnung „begrenzt“ sein müssen. Während nun bei der Bestimmung der Gestalt der Bienenketten-Arbe die Belastungsverhältnisse bis zu den einzelnen Teilchen, welche sich aus der Körperbeschaffenheit der Bienen ergeben, als beeinflussende Größen in Erwägung gezogen werden mußten, so kommt diese Beschaffenheit hier deshalb nicht weiter in Frage, weil sie hinsichtlich der räumlichen Ausdehnung — also der Kettenlänge — stets als Teil der Bienenlänge erscheint. Es ist also auch gestattet, den einzelnen Bienenkörper als ein selbständiges Glied der Kette anzusehen. Im streng mathematischen Sinne allerdings ist diese Schlußfolgerung deshalb nicht ganz genau, weil die Kette an jeder Stelle ihres Verlaufes eine andere Gestalt hat, (anderen Krümmungshalbmesser) und demnach das jeweils anders gekrümmte Kettenstück „Bienenkörper“ nicht in jeder Hinsicht gleich sein kann dem andern.

Es ist indessen dabei zu bedenken, daß in Ansehung der tatsächlichen Ausdehnungen, welche hier in Frage kommen, diese Differenzen nur außerordentlich kleine Maßgrößen ergeben können, welche in einer Theorie wie der vorliegenden, in der es sich um Aufstellung empirischer Konstruktionsformeln handelt, ohne allen Zweifel unberücksichtigt bleiben können. Mit diesem Zugeständnis wird es möglich, den Begriff des Kettengliedes aus bekannten Eigenschaften der einzelnen, an der Bildung der Bienen-

fette teilnehmenden Biene festzustellen, wobei man sich bewußt ist, daß jenes Glied eigentlich ein Stück Kette ist, das man aus praktischen Gründen als ein sich gleichbleibendes Element auffaßt. Aus den Entwicklungen auf Seite 9 u. f. geht hervor, daß diese Kettengliedlänge nicht gleichwertig ist der Länge des Bienenkörpers, indem dieser in der kettenmäßigen Verbindung über einen andern hinüberraagt. Es ist also die Kettengliedlänge rechnerisch zu entwickeln.

Wir haben als richtig angenommen, daß eine Schwarm-Biene 0.1 Gramm wiegt. Denkt man sich nun eine kettenmäßige Verbindung von Bienen, welche eine Kette darstellen, so ist klar, daß die Last derselben im höchsten Falle so groß werden darf, als die schwarmmäßige Spannung (die Tragkraft der Haftbiene) zuläßt. Ist diese P, dann ist $\frac{P \cdot \sin \alpha}{0.1}$ oder $10 P \cdot \sin \alpha$ die Anzahl der Bienen, welche die Kette darstellen. Da P die Bedeutung der Zugspannung in der Traubengrenze hat, so ist der Wert $10 P \cdot \sin \alpha$ die Länge des Zweiges einer solchen vom Aufhängungspunkte bis zum Scheitel. Aus No. 18 Seite 22 wissen wir

$$\frac{2 T}{q} = \frac{3}{8} \cdot a$$

Bezeichnet nunmehr s die Länge des Kettenzweiges der Traubengrenze, so ist, wie auf Seite 15 nach der Formel für die Länge der Kettenlinie

$$s = \sqrt{h^2 + \frac{2 T}{q} \cdot h}$$

$$s = \sqrt{h^2 + \frac{3}{8} a \cdot h}$$

Der Ausdruck unter dem Wurzelzeichen läßt sich nun bedeutend vereinfachen, wenn man für a seinen Wert setzt $\frac{3}{8} h$, alsdann entsteht

$$s = \sqrt{h^2 + \frac{3}{8} \cdot \frac{3}{8} h^2}$$

$$s = h \sqrt{1 + \frac{9}{64}} = h \sqrt{\frac{73}{64}}$$

$$s = 1.068 h$$

Ist nun k die Länge eines Kettengliedes, so muß die Länge des Kettenzweiges s dividiert durch die Anzahl der ihn bildenden Bienen den Wert k ergeben, es muß also die Gleichung bestehen

$$k = \frac{s}{10 \cdot P \cdot \sin \alpha}$$

und setzt man hierin obigen Wert von s , so entsteht

$$k = 0.1608 \cdot \frac{h}{P \cdot \sin \alpha}$$

Nach Gleichung 14 auf Seite 21 war aber auch

$$P \cdot \sin \alpha = 0.1 h$$

ermittelt aus den Belastungsverhältnissen, „in der Traube“ (also nicht in irgend einer Kette etwa!) Da nun in dieser ebenfalls die fettenmäßige Verbindung statt hat, so müssen die auf dieser beruhenden Werte auch hier Gültigkeit haben. Nun ist aber α ein konstanter Winkel von rund $78\frac{3}{4}^\circ$, demnach auch

$$k = \frac{0.1068}{0.1} \cdot \frac{h}{h}$$

oder $k = 1.068 \dots \dots \dots (22.)$

wofür wir den runden Wert 1.1 Centimeter oder 11 Millimeter setzen. Der so gefundene, abstrakte Zahlenwert zeigt an, daß er gänzlich unabhängig ist von den Schwarmwerten, er ist eben ein sich gleichbleibender Wert, ein Gattungsmaß, unabhängig von einem jeweiligen Zustandsmaße, d. h.:

„Wenn Bienen sich zu einer Kette oder einem Lote vereinigen, so geschieht das so, daß die Länge der Are dieser Erscheinungen, dividiert durch die Anzahl der beteiligten Bienen 1.1 Centimeter oder 11 mm beträgt.“

Im Anschluß hieran könnte noch die „Auflösung“ der Ketten Erwähnung finden. Sie findet statt, indem die beiden, im Scheitelpunkte sich verbunden haltenden, Bienen diese ihre Verbindung aufgeben. In dem betreffenden Augenblicke ist dann die Gleichgewichtsbedingung im Punkte O

$$P \cdot \cos \alpha = P \cdot \cos \alpha$$

(d. h. Horizontalspannung nach links gleich derselben nach rechts) nicht mehr erfüllt, es findet „Bewegung“ der beiden selbständig gewordenen Körpersysteme statt gerade so, als wenn sich ein unausdehnbarer Faden auf dem Kettenzweige abwickelte. Der äußerste Punkt (früher Scheitel) beschreibt eine Kurve, welche man „Evolvente“ nennt. Diese ist die sogenannte Zuglinie (tractrice), welche von dem berühmten Mathematiker Huyghens zuerst erläutert wurde. Aus den beiden Kettenzweigen wurden zwei Lote, welche sich auflösen, indem die untersten Bienen an den oberhalb hängenden zur Haftfläche klettern.

Man sieht, daß die Imker viel Vergnügen haben, wenn sie sich — jeder noch seinen persönlichen Verhältnissen — mit den exakten Wissenschaften befassen, denn der Gegenstand ihrer Pflege enthält eine große Summe der interessantesten Probleme.

Zweiter Abschnitt:

Die Maße des Baues.

Die Voraussetzung für die Beschaffenheit des Ortes der Bauausführung.

Es wird ein normaler, also fortzeugungsfähiger Bien vorausgesetzt, welcher sich an einer ebenen, wagerecht gerichteten Fläche angehängt hat. Die Unterstützungspunkte dieser Anhangsfläche sind so weit von dem Bien entfernt, daß sie in Bezug auf diesen als nicht vorhanden angesehen werden müssen. Die äußeren Verhältnisse der Kolonie sind vollkommene, d. h. so, daß es diesem Bien unter diesen Umständen möglich ist, sich gattungsmäßig entfalten zu können.

Bien befindet sich also an einem Orte, welcher „genügt“ — in Folge der ihn umgebenden Verhältnisse — sich gattungsmäßig zu entfalten. Die geometrische Beschaffenheit der Oberfläche desselben ist denkbar einfach. Das Anhängen Biens ist erfolgt und nunmehr zu entscheiden, in welcher Richtung die Waben in Bezug auf eine ihrer Dimensionen — sei es einmal die Mittelwandausdehnung — aufzuführen sind. Unter den obwaltenden

geometrischen Voraussetzungen, die Anhangsfläche betreffend, ist klar, daß diese bei der Entscheidung in diesem speziellen Falle ihrer Beschaffenheit (homogene Masse und ebene Oberfläche!) nicht in Frage kommt, da jede Richtung in ihr die gleichen Bedingungen des relativen Vollkommenheitsgrades enthält. Die Wahl der Wabenrichtung geschieht also ausschließlich nach der möglichen Wirksamkeit außerhalb liegender Elementarverhältnisse. Setzt man z. B. voraus, daß die Richtung nach Westen diejenige ist, von welcher her der Ort der Kolonie am meisten in einem Sinne beeinflusst wird, welcher geeignet ist, die denkbar vollkommene Entwicklung Biens zu „beeinträchtigen“ und wird dieser Umstand als allein wirksam angesehen, d. h. von anderen weder abgeändert, noch gänzlich aufgehoben — so werden die Waben mit der Mittelwandfläche von Ost nach West gerichtet angelegt, weil damit die denkbar kleinste Gefährdung ihres Inhaltes gegeben ist, der ausgedrückt wird durch die kleinste Querschnittsfläche der Wabe. Sind noch andere Einflüsse richtend, so sei man überzeugt, daß diese entsprechende Berücksichtigung finden, weil das gesunde, zeugungsfähige Tier des Naturzustandes ohne allen Zweifel zur Wahrnehmung aller, die Fortzeugung der Art berührenden Erscheinungen befähigt ist, da ein Mangel hierin gegen die Sicherheit der Erhaltung der Art gerichtet wäre, also gegen deren Sicherheitscoefficienten verstieße. (Dieser ist von mir in meiner Broschüre: „Bienenmaß, oder die Descendenzlehre ist ein falscher Schluß!“ Bremen, Verlag von M. Köppler als die Maßzahl des Verhältnisses zwischen dem Maße der Existenzbedingungen der Art und dem der Existenzbedürfnisse des Individuums erklärt.) Die Befähigung der „Wahrnehmung“, auf welche sich für das letztere die Möglichkeit der Erlangung des Existenzbedürfnisses gründet, äußert sich als eine „unmittelbare“ Wirkung auf den jeweiligen Zustand des wahrnehmenden Individuums, d. i. ohne jede Mitwirkung von Reflexion.

Das Vermessen des Baues.

Die Bestimmung der Abmessungen der Waben Biens nach Richtung und Größe geschieht also vermittelt der Ketten, welche zunächst nach allen Richtungen der Windrose erstellt werden.

Wie ist dieser Erstellung unter den gegebenen Verhältnissen möglich?

Die hängende Bienenkette ist eine Verbindung von mehreren Bienen, von denen zwei als Endglieder unwandelbar fest sind und durch die, die Kette bildenden Bienen, mit einander verbunden sind in der früher dargethanen Art und Weise. Die Betrachtung, auf welche Weise die Kettenbienen an den Ort ihres zeitigen Aufenthaltes gelangen können, ergibt im Allgemeinen das Folgende:

Die beiden einzigen Orte, an denen Bienen zu „haften“ vermögen unter den obwaltenden Umständen, sind die Oberfläche der Bautraube (Schwarmtraube, in der gebaut wird), und die Fortsetzung der Haftfläche derselben, also jene wagerechte Ebene, die wir in gleichartiger Masse so groß vorstellten, daß stützende Teile als für Bienen nicht vorhanden angesehen werden können. Ist nun ein x -beliebiger Punkt A auf der Oberfläche der in Figur 1, Tafel I, dargestellten Bautraube der Ausgangspunkt einer Kette, so ist deren Erstellung nur möglich so, daß die sich später vereinigenden Bienen hinter einander, vom Orte A aus, an der Traube in die Höhe über B nach E marschieren, wenn die vorderste dort angekommen ist, die kettenmäßige Verbindung vollziehen, und dann eine nach der andern die durch das mittlere Beinpaar bislang ermöglichte Verbindung mit dem zeitigen Aufenthaltsorte aufgeben, — sich herabfallen lassen — bis nur noch die in A und E befindlichen „haften“, während alle übrigen kettenmäßig schweben — „hängen“. Der Weg ABE ist eine krumme Linie und falls sie in die Ebene der Zeichnung fallend gedacht würde, müßte ihre Länge gleich sein dem Kettenbogenstücke AE. Man sieht, daß in diesem Falle ohne Weiteres eine Kette überhaupt möglich ist.

Etwas anders verhält sich die Sache, wenn der Punkt A nicht ein ganz beliebiger, lediglich auf der Oberfläche der Bautraube befindlicher ist, sondern in der Schnittlinie liegt desselben mit der Hafebene, wie z. B. der Punkt B_1 , der sowohl der Bautraube, als auch ersterer angehört. Die Länge der Kette E_1B_1 ist bedeutend größer als die geradlinige Verbindung der beiden Punkte E_1B_1 . Die gegenseitige Verbindung der Bienen zu einem Ganzen als Kette muß aber naturnotwendig „vor“ dem „Sich herabhängen-

lassen“ seitens der ersteren erfolgen, und diese Forderung der zeitlichen Aufeinanderfolge der Zustände bedingt eine vorherige Anordnung der Kettenbienen hinsichtlich ihrer räumlichen Verteilung, deren lineare Ausdehnung gleich der Kettenlänge ist. Es sind nun viele Formen denkbar, in denen sich die gegenseitige Vereinigung allenfalls vollziehen kann.

Die Formen I, II und III in Fig. 7 stellen die hauptsächlich in Frage kommenden Typen dar, welche in der Horizontalprojektion liegend zu denken sind, d. i. so, wie die Bienen sich an der Haftfläche hintereinander ordnen können. No. I stellte z. B. dieselbe Kurve dar, wie Kette E_1B_1 , nur eben in der Haftfläche liegend; ähnlich wäre No. II. Denkt man sich aber die Pfeilhöhe der Ketten auch nur einigermaßen beträchtlich, so ist klar, daß derartige Anordnungen sehr viel Raum in Anspruch nehmen müssen, welcher Zustand der sonstigen Bedingung entgegensteht, daß mit dem Mindestmaße an Aufwand — auch Raum ist hierunter zu rechnen — die größte Wirkung erzielt werde, welches Merkmal dem vollkommenen, also gattungsmäßigen Zustande zukommt. Die Anordnung in No. III dagegen ist diejenige, in welcher jene Bedingungen mehr Berücksichtigung finden, namentlich wenn eine derartige Verteilung statthat über die Gerade, daß immer eine Biene in der Mitte ihrer Körperaxe mit jener zusammentrifft. Um die Verhältnisse nach dem günstigsten Werte (als einem Maße eben) zu prüfen, muß man sogar den Bewegungsvorgang in Erwägung nehmen, der aus der Erstellung der Kette hervorgeht. Bei I und II ist die Beschleunigung der bewegten Kettenmasse als die Folge der fallenden — daher auf das System stoßenden — Kettenglieder immer in demselben Sinne wirksam. Ihr entspricht ein Höchstmaß an Schwingungsdauer und räumlicher Ausdehnung, wogegen beider Mindestmaß der gattungsmäßig gebotene Zustand ist. Diese Mindestmaße sind aber im Falle No. III gegeben. In der That ist denn auch in Wirklichkeit die Anordnung der die Ketten bildenden Bienen meist diese.

Allgemein kann nun noch der Fall eintreten, daß ein beliebiger Punkt C der Kette, (Fig. 3) auf AE mit einem solchen D der Anhangsfläche kettenmäßig verbunden wird. Das Besondere des Falles liegt darin, daß also unter Umständen auch eine hängende Kette als Verkehrsstraße anzusehen ist. Auf Seite 19

ist gezeigt worden, daß im Anfangszustande der Bautraube alle Ketten durch den Weisel gerichtet sein „müssen.“ Dieser Zustand ergibt einen gewissen Anhalt für die Beurteilung des Gleichgewichtes der hängenden Bautraube. Auch diejenigen Ketten, welche von dieser aus unmittelbar erstellt werden, sind vor der Hand nicht anders möglich, da andernfalls eine Beanspruchung der Haftbienen eintreten müßte im Sinne einer Verdrehung der Bautraube um ihre senkrechte Are, was offenbar keinerlei zweckdienlichen Erfolg haben könnte.

Die Winkelfette macht im Allgemeinen von den dargethanen Zuständen keine Ausnahme, indem sie als ein Ganzes aufzufassen ist. (Näheres in der Broschüre „Bienenmaß“ Seite 21 nachzusehen!)

Ist nun A in Figur 1, Tafel I ein beliebiger Punkt der Bautraube, von dem aus die Kette AE über B in der Ebene der Zeichnung gebildet wurde, so ergibt sich zunächst für den Haftpunkt A eine Spannung Q_1 , welche unter irgend einem Winkel φ_1 angreift. Alsdann muß allgemein die Gleichung gelten

$$Q_1 \cdot \cos \varphi_1 = P_1 \cdot \cos \alpha_1$$

Der Wert $P_1 \cdot \cos \alpha_1$, von welchem die Spannweite der Kette abhängt, wird hiernach ein Höchstmaß, wenn $\cos \varphi_1$ ein solches wird. Dies ist der Fall für $\varphi = 0$, weil dann $\cos \varphi_1 = 1$, mithin entsteht aus obiger Gleichung:

$$Q_1 = P_1 \cos \alpha_1$$

Da die Biene in A als Haftbiene aufgefaßt werden muß, wenn von ihr aus eine Kette gebildet wird, so hat man sich darüber klar zu sein, daß sie genau so viel Belastung nach irgend einer Richtung hin zu ertragen vermag, als die in E haftende. Die in A noch mögliche Zugspannung ergibt sich also als der Unterschied derjenigen in E und A. Dabei ist unerheblich, nach welcher speziellen Richtung im Raume die Beanspruchung der Biene statt hat, genug, sie kann das Höchstmaß derselben, wie es diesem besonderen Schwarme entspricht, ertragen. Es „darf“ also, „kann“ aber auch und in Bezug auf den denkbar günstigsten Fall hinsichtlich der Größe einer in A anhängenden Kette, „muß“ die Gleichung bestehen

$$Q_1 = P_1 - Q$$

also, wenn man für Q_1 seinen obigen Wert setzt

$$Q = P_1 - P_1 \cos \alpha_1$$

$$Q = P_1 (1 - \cos \alpha_1);$$

der günstigste Wert von Q ist aber auch

$$Q = P_1 \cos \alpha_1$$

somit

$$P_1 \cdot \cos \alpha_1 = P_1 \cdot (1 - \cos \alpha_1)$$

daraus

$$\cos \alpha_1 = 1 - \cos \alpha_1$$

oder

$$\cos \alpha_1 = 0.5 \dots \dots \dots (23.)$$

Diesem abstrakten Zahlenwerte entspricht aber ein Winkel α_1 von 60° , d. h. die von einem beliebigen Punkte A der Bautraube nach der Haftebene ausgeführte „günstigste“ Kette schneidet diese unter dem konstanten Winkel von 60° .

Unter der „günstigsten“ Kette wird also diejenige verstanden, welche, von einem Punkte der Oberfläche der Bautraube ausgehend, die größte Spannweite hat. Unter Berücksichtigung der schwarmmäßigen Spannung als dem Grenzwerte für die zulässige Belastung der einzelnen beteiligten Kettenbiene giebt es nur einen Wert für obiges Maß. Zu dieser Kette sind also die Bedingungen gegeben, daß $\alpha_1 = 60^\circ$ ist und ihr Scheitel ein gewisser Punkt der Bautraube sein muß. Die denkbar größte Spannweite irgend welcher Ketten, die ein Schwarm erstellen kann, steht aber in sehr nahen Beziehungen zu seinem Verhalten, welches in der Bienenzuchtpraxis mit dem Worte „behängen“ ausgedrückt wird. Bei zu großen Spannweiten kann nicht auf einer einzigen Kettenlinie gebaut werden, sondern in 2 oder mehreren. Es tritt also der Fall ein, wie er im Lagerstoße mit sogenanntem Kaltbaue immer vorliegt, aber auch im Querbaue bei zu breiten Waben, oder ungünstig veränderten sonstigen Zuständen beobachtet wird.

Aus dem inneren Zusammenhange der Kettenlinienmaße a_1 und h_1 , d. i. Spannweite (halbe) und Pfeilhöhe ergibt sich, wenn h die Höhe der Bautraube ist und y die Ordinate der Horizontalen durch A,

$$y = h - h_1,$$

sodaß der Horizontalschnitt in der Höhe $h-h_1$ durch die Bautraube einen Kreis darstellt, dessen Umfang der geometrische Ort für die Scheitel der günstigsten Ketten ist. Von welchem Punkte der Bautraube aus auch Ketten nach der Anhangsebene geführt werden mögen — „unmöglich“ — giebt es welche, die einen weiteren Raum begreifen, als diejenigen aus Punkten des Horizontalschnittes durch A. Wie immer die Ketten gezogen werden mögen, „keine“ solche ist „gleich günstig“ als diese. (Damit ist indessen keineswegs gesagt, daß etwa andere übrig wären!)

Schon aus der einzigen Wirkung, welche diesen Ketten zugesprochen werden kann, geht hervor, daß sie von bestimmendem Einflusse sein müssen, in Bezug auf den Raum, welchen der Bienen ausbauen wird. Es ist auch das physiologische Moment erheblich als der Ausdruck der Erweiterung des Biens, indem die Ketten selbst aus dem Innern der Bautraube heraustreten, herausschwenken, herauswachsen wie man sagen möchte, so das „Entfalten“ des Biens ausdrückend in der ganz gleichen Form, (nach demselben Gesetze) wie es in allen Fällen geschieht, in denen Bienen aus einem geringsten Raumwerte in einen räumlich größeren Zustand übergeht. Recht deutlich zeigt sich dies bei der Bewegungsart im Zustande der Winterruhe und ebenso löst sich der hängende Schwarm auf zum Zwecke des Überganges in den Zustand, welcher zur Ausführung seines Zuges nach dem neuen Orte einer Ansiedelung erforderlich ist.

Man erinnere sich nunmehr nochmals deutlich der Bedingungen, unter denen unser Bienen zu bauen hat und die gegeben sind durch:

- 1) die ebene, horizontale Anhangsfläche ohne Grenzen,
- 2) den vollkommenen Zustand der „äußeren“ Verhältnisse, insofern, als diese die gattungsmäßige Entfaltung dieses Bienen nicht „hindern“, demnach der Ort an sich „genügt.“

Diese Voraussetzungen ergeben also einen „hinreichenden“ Ort. Überlegt man nun, welche Einflüsse von außen her noch ein Höchstmaß der Entfaltung „beeinträchtigen“ (nicht gleichbedeutend mit hindern!) könnten, so sind es die, welche den Ort nur eben als genügend erscheinen lassen. Einen solchen Mangel aber zu ersetzen, den Zustand des Ortes also „abzuändern“ ist notwendige Eigenschaft der Gattung. Würde den Individuen einer solchen diese Befähigung abgehen, so wäre dieselbe auf

diejenigen Orte beschränkt hinsichtlich einer Verbreitung auf der Erdoberfläche, welche das Höchstmaß der Existenzansprüche enthielten, d. h. es müßte „das Paradies der Art“ irdisch „dauernd“ sein und seine räumliche Ausdehnung bezeichnete alsdann den möglichen Verbreitungsbezirk. Wie ich aber bereits in meiner Broschüre Bienenmaß erwiesen habe, ist dieser Zustand für eine spezielle Art nur „einmal“ möglich gewesen, ja in streng mathematischem Sinne ist er nur „in statu nascenti“ (im Augenblicke des Entstehens) vorhanden und mit ihm müßte auch die eben erstandene Form wieder vergehen, mindestens könnte sie nicht „fortzeugend“, d. i. „produktiv“ thätig sein. Der paradiesische Zustand ist mithin der „vollkommene“, wie hinsichtlich der Existenzbedingungen, so auch für die organische Beeigenschaftung des Individuums der Art als deren Folge. Die Zustandsänderung dieses also, welche mit dem Begriffe „Zzeugung“ gegeben ist, (Bildung des Embryo) bedingt immer und ewig die Anwesenheit der Existenzbedingungen in „paradiesischer“ d. i. „vollkommener Qualität.“ Dagegen kann die „Quantität“ der Zzeugung beeinträchtigt werden und „wird“ es thatsächlich auch, infolge des immer geringer werdenden Maßes der Existenzbedingungen.

Hiernach ist klar, daß die Faktoren der Zzeugung „sich gleichbleibende Gattungseigenschaften“ darstellen „müssen“, die heute nicht andre sind, noch jemals werden können, als sie im Paradiese der Art waren. Denn die Zzeugung ist eine direkte Übertragung der Maerie der besonderen Art, diejenige des Gezeugten ist also kongruent derjenigen des Zeugers. Die Merkmale der Vererbung sogenannter „erworbener“ Eigenschaften durch die Illusion der „Anpassung“ sind also zunächst einmal „keine Gattungseigenschaften“, und wenn über diesen Begriff bei den Anhängern der Descendenzlehre keine Klarheit herrscht, so ist das natürlich, weil diese „historische“ Gesellschaft es nicht für angemessen erachtet, Begriffe, mit denen sie hantiert, zu erklären! Die „individuelle Beanlagung und deren Fortbildung des Individuums“ ist ganz etwas anderes! Niemals, nie, hat sie Einfluß auf die „Form“ der Gewährung, also auch Befähigung zur Erlangung des Existenzbedürfnisses

vollkommenen Zustandes für den Embryo. Seine individuellen Eigenschaften aber entwickeln sich „innerhalb der Gattungseigenschaft“, nach dem Gesetze der „Ähnlichkeit.“ Deshalb giebt's auch im ganzen Kosmos nicht 2 allseits kongruente Naturerscheinungen!

Gattungseigenschaft des Individuums also ist es, die Bedingungen zur Zeugung in paradiesischer, d. i. vollkommener Art jederzeit (im zeugungsfähigen Zustande) aller Orten seiner Anwesenheit zu gewähren. Der vollkommene Zustand des zeugungsfähigen Individuums der Art ist also der gattungsmäßige, „gattungsgesetzliche“; sein Ausdruck ist das „Gesetz“, „Bildungsgesetz“, das „Gattungsmaß“ der Art, nach welchem diese „bestimmt“ wird in wissenschaftlichem Sinne. Nie und nimmer kann die Art „dauernd“ degenerieren, also das Individuum unvollkommen beeignenschaftet werden, ein solcher Zustand ist ihr thatsächliches Ende „ohne“ fernerweite Zeugungsmöglichkeit.

Der „vollkommene“ Zustand schließt aber die Eigenschaft des Individuums ein, „alle“ Bedürfnisse erlangen zu können, „wo nur irgend sie gegeben sind“, er enthält also, da sie räumlich nicht mehr in paradiesischem Sinne vereinigt sein können, notwendig die Befähigung zu ihrer Vereinigung. Dieser Schluß führt zu dem Begriffe der gattungsmäßigen „Thätigkeit“ des Individuums, welche ebensowohl der Fortzeugung — also Erhaltung seiner selbst — als der Zeugung — also Erhaltung der Art dient. Fehlt mithin an einem Orte des Aufenthaltes des zeugungsfähigen und zeugend thätig anzunehmenden Individuums ein Merkmal der vollkommenen Eigenschaft desselben, (gattungsmäßiges Existenzbedürfnis) so kann es (innerhalb von Grenzen) das Fehlende ersetzen „durch Thätigkeit.“ Ist das Maß aber des Mangels so groß, daß dieser Ausgleich unmöglich ist, dann ist das Individuum an diesem Orte „dauernd“ unmöglich — dieser liegt außerhalb des möglichen Verbreitungsbezirkes für die Art.

Gattungsmäßig ist aber jener Ausgleich auch wieder nur „möglich“. Die wirkliche Erscheinung also, welche denselben zur „Ursache“ hat, ist mithin die „Wirkung“ einer solchen, sie ist also

der Ausdruck eines speziellen Gattungsmaßes. Bei der Bestimmung des Bildungsgesetzes der Art ist es vollständig unerheblich, welcher speziellen Natur dieses Maß, diese Wirkung ist, denn da die Summe sämtlicher Gattungsmaße eben nur die betreffende, die spezielle Art, nach ihren Eigenschaften gemessen, darstellt, so kann und darf in dieser Summe auch nicht ein einziger Faktor falsch sein, indem es sonst auch die Summe (Integral) werden müßte, d. h. die Gattung wäre „gattungswidrig“ beeigenchaftet, was an sich selbst widersinnig ist.

Sieht man nach diesen allgemeinen Entwicklungen, welche weit wichtiger sind als „alle“ speziellen vor und nach ihnen, den Bienen an, an dem „genügenden“ Orte seiner Anwesenheit, so braucht man nur denselben Grund beispielsweise anzunehmen, der auf Seite 30 zu der Bestimmung der Wabenrichtung führte. Diese mag sein wie sie will, „immer“ ist die Möglichkeit vorhanden, daß die bewegte Luft — Wind — zwischen die Waben streichen kann. Dieser Zustand der Luft ist eine wahrnehmbare Thatsache. Die Wirkung der möglichen Beziehungen zur Oberfläche der Waben würde die größere Wärmeausstrahlung der Bruträume zur Folge haben, oder wenn man infolge vollständig dichter Belagerung — die aber bei der unbedeckelten Brut nicht voraussetzen ist — diesen Einfluß in Abrede stellen wollte, so würde er die belagernden Brutbienen betreffen und so deren Leistungsfähigkeit hinsichtlich der Erhaltung der Brutwärme, also den gattungsmäßigen Vollkommenheitsgrad des Zustandes beeinträchtigen. Diesen Mangel des Ortes zu beseitigen, ist aber Bienen in der Lage, indem er mit den Wabenenden in mantelförmiger Art und Weise abweicht von dem Zustande, der für die sonstige Wabe, soweit sie dem Brutzwecke dient, gattungsmäßig ist, nämlich die Wabenenden umbiegt, sodasß sie die Wabengassen schließen.

Ist diese Veränderung — an sich eine wahrnehmbare Thatsache — aber gattungsmäßig „notwendig“, dann sind auch die Mittel zu ihrer Ausführung gegeben, d. h. jedes Individuum der Art bewirkt die nötige Abänderung ohne jede Reflexionsthätigkeit gattungsgesetzlich. Eine „individuelle Beanlagung“ äußert ihren Einfluß aber nur als „Quantität“ nicht als „Qualität.“ Die Zuchtwahl — gleichviel ob natürliche oder durch

einen Züchter vermittelte — hat einen Erfolg, ein Resultat nur innerhalb der gattungsmäßigen Grenzen, die Zeugungsform wird nie und nimmer davon berührt. Zum Vergnügen aber endlich thut das Tier nichts. Nach Maßgabe der Veränderlichkeit seiner Materie ist dasselbe zwar zustandsmäßig verschieden, dennoch aber nur thätig im Interesse der Erhaltung der Art.

Wie ich bereits hervorhob, kann aber Bien lediglich gattungsmäßig bauen. Der Bienbau ist die Veränderung eines Ortes vermittelt des Materiales „Bienenwachs.“ Daß dieses nicht in regelloser Willkür zusammengewürfelt wird, weiß zwar anscheinend jedermann, indessen ist sich hierbei die Mehrheit nicht genügend bewußt, daß der Begriff des „Bauens“, des „Aufbauens“ an sich selbst eine regelmäßige Aufeinanderfolge einzelner Thätigkeiten bedingt, welche grundursächlich überall vorliegt, wo der Begriff „bauen“ anwendbar ist. Die erste Bedingung für die Möglichkeit der Ausübung dieser Thätigkeit ist jedenfalls der Ort „wo“ gebaut werden soll; nach ihm folgt das „wie“. Das Letztere ist im vorliegenden Falle unzweifelhaft, da Bien nur „wabenmäßig“ bauen kann. Aber auch das „wo“, bezogen auf das Detail, ist ebenso unzweifelhaft, und zur Beurteilung dieses Merkmals hat man sich bewußt zu sein, daß bei „allen“ Thätigkeiten des Individuums der Gattung mit dem Mindestmaße an Aufwand (Kraft-, Zeit-, Material-, Raum-Aufwand) die größte Wirkung erzielt werden muß. Bedenkt man nun ferner, daß der regelmäßige, also gattungsgesetzliche Verlauf einer Thätigkeit, welche man durch den Ausdruck „bauen“ bezeichnet, die vorhergehende Ortsbestimmung enthält, so ist die dazu erforderliche Befähigung ein Bestandsmerkmal des Gattungsmaßes von Bien. Dessen Ortsbestimmungen erfolgen aber thatsächlich durch Kette und Lot und müssen in der notwendigen, jede andere Möglichkeit ausschließenden Reihenfolge statt haben, so zwar, daß erst die Richtung der Waben und deren Grenzen, also die Begrenzung des Waben-erfüllten Raumes festgestellt werden kann, ehe deren Detailaufführung möglich ist. Prinzipiell ist es ganz einerlei, ob die Wabe gerade oder abgewandelt ist.

Die Axe einer aus Bienen zusammengesetzten hängenden Kette liegt als ein frei im Raume unter dem Einflusse der An-

ziehung der Erde gerichteter Körper „allezeit“ in einer senkrechten Ebene. Soll nun ein Wabendetail nach einer unebenen Fläche gestaltet werden, so muß die Kette nach Maßgabe der Krümmung der ersteren kurvenförmig gewandelt werden. Dazu hat Bien notorisch kein anderes Mittel als die Kette. Es ist denn auch „wahrnehmbare Tatsache“, daß von einem gewissen Punkte einer bestehenden ebenen Kette ab eine weitere gebildet wird. Diese ist nicht als eine getrennte Erscheinung von der ersteren aufzufassen, sondern als ein zu dieser gehöriger Bestandteil und damit ist der Begriff „Winkelfette“ — „das Winkelmaß Biens“ — gegeben.

Wie schon früher gezeigt, ist die hängende Bienenkette im stabilen Gleichgewichtszustande beharrend. Denkt man sich nunmehr eine ebene Kette als den einen Schenkel zu einer Winkelfette gegeben, so wird mit der Tatsache der Erstellung des andern Schenkels jener Zustand des Gleichgewichtes aufgehoben und so lange verändert, bis die Herstellung des zweiten Schenkels seiner ganzen Ausdehnung nach erfolgt ist. Diese Herstellung erfolgt aber dergestalt, daß die erste Kette aus ihrer Vertikalebene „gezogen“ wird, durch die Horizontalspannung, welche den speziellen Verhältnissen der zweiten Kette entspricht; ja es wird sogar die Veränderung durch ein Fortschreiten der Haftbiene der zweiten Kette im Sinne der Ummantelung vergrößert bis zu der Größe, welche durch die schwarmmäßige Zugspannung gegeben ist. Selbstredend unterliegen diese Verhältnisse in derselben Leichtigkeit der zahlenmäßigen Bestimmung, wie dies hinsichtlich der übrigen Ketten der Fall ist, da indessen hier an dieser Entwicklung an sich ein Interesse nicht vorliegt, so ist sie zur Vermeidung allzuvieler Rechnungen weggelassen.

Hält man sich auch hier den Grundsatz von dem kleinsten Aufwande an Mitteln für die größte Wirkung vor Augen, so giebt es ebenfalls nur „eine günstigste“ Kette hinsichtlich ihrer sämtlichen Bestimmungsstücke. Ohne irgend einen Fehlschluß befürchten zu müssen, kann man die allgemeinen Bestimmungsstücke der zweiten Winkelfette ableiten, wie die der ersten, also den Winkel α_2 , welchen diese mit der Anhangsebene bildet gleich 60° festsetzen. Der günstigste Angriffspunkt liegt auf der Mitte des

Kettenzweiges s des ersten Schenkels. Dieses Maß s ist nach Formel 8 auf Seite 17

$$s = \frac{a}{2} \sqrt{\tan^2 \alpha_1 + 4}$$

der Angriff C für die Winkelfette liegt demnach in $\frac{s}{2}$ also

$$\frac{s}{2} = \frac{a}{4} \sqrt{\tan^2 \alpha_1 + 4}$$

Eine weitere Bedingung für die günstigste Wirkung der Winkelfette ist, daß ihre Vertikal-Ebene mit der zugehörigen einen Winkel von 90° , also einen Rechten einschließt. Denkt man sich nun das System der Kräfte in der Winkelfette gegeben wie in Figur 3 dargestellt, so ist klar, daß die Kette AE , wie aus dem Grundrisse hervorgeht, unter der Einwirkung des Gewichtes von CD nicht mehr in der Vertikalebene ACE (im Grundrisse anzusehen) liegen kann, wegen der Horizontalspannung (Zugwirkung) in der Richtung CD . In Bezug auf Kette CD ist C Scheitelpunkt. Ist nun C nach C_1 und D nach D_1 fortgeschritten, dann fragt es sich um die Größe CC_1 . Man weiß, daß 2 Waben eine Entfernung von einander haben von 1 Centimeter. Dieses Maß ist Gattungsmaß, oder wird als ein Erfahrungswert vorläufig angenommen, da er ohne wesentlichen Einfluß auf diese vorliegende Entwicklung ist. Das nötige, aber gerade auch ausreichende Maß der Strecke CC_1 als Abschluß für die Wabengasse ist also 1 Centimeter. Die Strecke CC_1 steht senkrecht auf dem Halbmesser OC , es muß mithin C_1 außerhalb eines mit OC um O beschriebenen Kreises liegen. Diese Entfernung in radialer Richtung (also auf dem Leitstrahle OC_1) gemessen, ist aber eine gegen OC verschwindend kleine Größe, sodaß sie hier, wo es sich um Ermittlung von Konstruktionsmaßen handelt und im wirklichen Falle nur den Bruchteil eines Millimeters bedeutet, ruhig vernachlässigt werden kann. Somit kann der benachbarte Punkt C als derjenige angesehen werden, welcher der Endpunkt des Halbmessers eines Kreises als des geometrischen Ortes ist für sämtliche günstigsten Angriffspunkte von ebensolchen Winkelschenkeln. Dieser Kreis von Halbmesser OC bezeichnet also den gattungsmäßigen Raumanspruch des Bien hinsichtlich der horizontalen Ausdehnung.

Die dreiaxige oder elliptische Bau-Traube.

Um nicht den Vorwurf zu veranlassen, der vielleicht erst auf Grund von Erfahrungsergebnissen nach diesen Erwägungen möglich ist, muß ich diese Betrachtung einschieben, welche streng genommen zu Eingang dieses ganzen Teiles hätte erörtert werden müssen. In- dessen haben mich schwerwiegende Gründe dazu veranlaßt, so zu ordnen, wie geschehen, vor allen Dingen die Rücksicht auf meine Leser, von deren Mehrheit ich annehmen zu müssen glaube, daß die Darstellungsform, wie sie nun einmal für eine exacte Theorie unumgänglich nötig ist, ohnehin schon die ganze freudige und eifrige Hingabe des Lesers erfordert und jedes Mittel der Vereinfachung benutzt werden muß, so lange es irgendwie angängig ist. In dem ersten Teile sind „die Maße des Bienen“ erörtert und auch der Begriff Schwarmtraube erklärt als ein Umdrehungsparaboloid. Gegen die Richtigkeit des so erklärten Körpers, d. i. die Form des Bienen als hängender Schwarm an der ebenen Decke genügender Ausdehnung ist sicherlich nichts einzuwenden. Absichtlich habe ich den Zustand auch für diejenige Deckenfläche bisher angenommen, an welcher der Bienen seinen Bau errichtet, denn jeder Bienezüchter und sonstige Kundige weiß, daß im Allgemeinen der Bienen sich in dieser Weise anhängt und baut. Ich habe damit geglaubt, erreichen zu können, die Vorstellungen aller der neuen Beziehungen, die den geneigten Leser schon so wie so etwas fremdartig berühren müssen, nicht zu beeinträchtigen durch schwieriger erklärbare Körper-Formen, die zudem auf das praktische Endergebnis der Untersuchung ganz einflußlos sind. Nunmehr, nachdem ich eine übungsmäßige Anschauung voraussetzen darf, ist es sicherlich nicht so hindernd, wenn ich die Unterscheidungsmerkmale der Traube des bauenden Bienen von der Schwarmtraube allgemein entwickle. Mangels jeder Unterlage für diese durchaus neue Betrachtungsweise Bienen, welche erstere in der Literatur gesucht werden, auf die ich mich beziehen könnte, bin ich außer Stande, eine Reihenfolge einzuhalten, die sich auf eine rein logische Ordnung des Stoffes gründet und bin vielmehr gezwungen, den instructiven Gesichtspunkt leitend sein zu lassen.

Dieser Theil der Arbeit behandelt die „Maße des Baues“ und ich habe stillschweigend bisher angenommen, daß „der Bau“

Biens und „das Bauen“ desselben bekannt seien. Dies ist in der That nicht der Fall, denn die Litteratur über den Bien giebt keinen Aufschluß darüber und sicherlich auch die mündliche Ueberlieferung nicht, da diese sonst in der Litteratur ihren Ausdruck gefunden haben würde. Als die einzige Ausnahme muß ich die kleine, schon mehrfach erwähnte Broschüre von mir „Bienenmaaß“*) anführen, in der ich unter III, Seite 14: „das erste Waben-element“ dessen Erstellung behandelte, obgleich ich auch dort, als in einer ganz allgemeinen Begründung der Entstehungsweise des Bienenwachsbaues auf genauere Bestimmung gewisser räumlicher Merkmale nicht eingegangen bin. Im Allgemeinen habe ich den theoretischen Beweis geführt, daß der Weisel — entgegen der bisherigen Anschauung — an der Erstellung des Wachsbaues hervorragend betheiligt ist.

Zur Entfaltung dieser activen Betheiligung des Weisels und der ihm gegenüber tretenden Biene ist ein Raum-Mindestmaaß vonnöthen. Während im Schwarme seitens des Weisels nur eine örtliche Einwirkung auf irgend eine Kette erforderlich ist, auf welchem Wege der Weisel und mit ihm der Schwarm den bisherigen Zustand verläßt, (die Schwarmtraube löst sich auf) muß der Weisel in der Bautraube sich von der Mittelebene derjenigen Kette, nach welcher die erste Wabe erbaut wird, soweit zurückbewegen können, daß diese Wabe in der Mitte derselben fundirt, d. h. also, die Anhangsfläche an dieser Stelle mit Material beklebt werden kann; einen gleichen Raum muß man anderseits für die Biene annehmen, welche das Wachs des Fundamentes an der Stelle des ersten Mittelwandelementes auf den Kopf des Weisels zuschiebt. Nimmt man die Wabe zunächst einmal zu 2.3 cm, die Länge des Weisels zu 1.9 cm an, so ergiebt sich $2.3 + 2 \cdot 1.9 = 6.1$ cm als die eine Ausdehnung desjenigen Theiles der Haftfläche in der Mitte der Bautraube, welche nicht zum Aufenthalte der Haftbienen dienen kann. Als die andere könnte man 2.3 cm als ausreichend ansehen und damit sind 2 Aren einer Fläche gegeben, die an Stelle des Kreises durch eine Ellipse umschlossen wird. Die Brennpunkte dieser Ellipse liegen von dem Durchschnitte der

*) Anm.: Bienenmaß, oder die Descendenzlehre ist ein falscher Schluß. Bremen, Verlag von Max Köppler.

großen Axc mit der kleinen um e d. i. „die Excentricität“ auseinander und wenn die Halbaxen a und b sind, so ist

$$e = \sqrt{a^2 - b^2}$$

im vorliegenden Falle also

$$e = \sqrt{3.05^2 - 1.15^2}$$

$$e = 2.8 \text{ cm.}$$

Da sich nun nach denselben Grundsätzen die Anordnung der Haftbienen für die Bautraube herleitet wie für die Schwarmtraube, so ist die Haftfläche derselben kein Kreis wie bisher angenommen, sondern eine Ellipse von obiger Excentricität und demgemäß alle andern Horizontalschnitte ebenfalls Ellipsen. Eine solche Bautraube hat also allgemein drei verschiedene Aren, diejenige nach ihrer Höhenausdehnung und 2 nach der Horizontalprojection. Ein solcher Körper heißt: „dreiariges“ oder „elliptisches Paraboloid.“ Da nun aber die Haftfläche durch dieselben m Haftbienen dargestellt wird wie bei der Schwarmtraube, so ist klar, daß der Flächeninhalt von der besonderen Figur nicht weiter berührt wird und dasselbe gilt auch von den Maßen, welche durch diese mitsamt den Spannweiten der Ketten ermittelt wurden. Bei der Größe der wirklichen Erscheinung ist denn auch ohne Weiteres der Unterschied kaum wahrnehmbar, wenn nicht besondere Messungen vorgenommen, oder Merkzeichen (Gradierung der Deckenfläche!) angewendet werden und diese gut zu übersehen sind. Aus diesem Grunde der Flächengleichheit soll denn auch im Interesse der Einfachheit der Darstellungsweise der Kreisquerschnitt vorläufig noch beibehalten werden.

Indessen sollen gleich hier die Maße der Ellipse noch in einige Erwägung kommen. Auf Seite 20 haben wir gesehen, daß das Verhältniß $\frac{3}{8}$ bei Bien eine hervorragende Rolle spielt. Auch die Ellipse in der Bautraube weist dasselbe Verhältniß ihrer Breite zur Länge auf, wir ermittelten aus den allgemeinen Entstehungsbedingungen 2.3 cm Breite und 6.1 cm Länge; das Verhältniß $\frac{3}{8}$ ist gleich 0.375 und $\frac{23}{61}$ ist ebenfalls 0.38 also fast genau so, die Ungenauigkeit fällt auf die Annahme der Weisel-

länge zurück, welche genau 1.94 cm hätte betragen sollen. Selbstredend kommen solche Unterschiede bei dieser Prüfung der Sache gar nicht in Frage und wir werden in später folgen sollenden Untersuchungen sehen, daß das Verhältnis auch oft bei dem Wachsbaue vorkommt und ebenso bei dem Baue der Biene selbst.

Fortsetzung von: „Vermessen des Baues.“

Nach dieser Abschweifung kehren wir zu der Winkelfette zurück, deren Punkt C die Länge OC bestimmt als den Halbmesser des Kreises, welcher den Raum für Bien seiner wagerechten Ausdehnung nach ergibt. Dieser Punkt C gehört einer Kette von der ganz bestimmten Eigenschaft an, derzufolge sie die Anhangsebene unter einem Winkel von 60° schneidet. Da nun zwischen Spannweite und Pfeilhöhe ein bestimmtes Verhältnis obwaltet, so müssen alle Ketten von 60° nach diesem Verhältnisse verlaufen. Zur annähernden, dabei allgemeinen Bestimmung der Lage von C in Bezug auf seinen wagerechten Abstand x_1 von A, kann man, einschließend eine kleine Fehlergröße*), welche im ungünstigsten Falle einige Millimeter ausmachen kann, annehmen, daß der Punkt C zusammenfalle mit dem Berührungspunkte derjenigen geometrischen Tangente an die Kettenlinie, welche mit der Abscissenaxe einen Winkel von 45° d. i. einen halben Rechten einschließt. Denkt man sich diese Tangente in der Figur 1 Tafel I mit CM gezogen und in C auf dieser ein Lot CN errichtet, so ist CN die sogenannte „Normale“ und NG die „Subnormale“ des Kettenpunktes C. Diese letztere hat aber den Wert $\frac{1}{2} \cdot p$, wenn p den Parameter der Parabel ACE bedeutet. Unter den angenommenen Umständen ist aber auch der Winkel bei N gleich 45° , mithin $CG = GN = \frac{1}{2} \cdot p$. Unter diesen Umständen ist aber auch AG bestimmt und zwar ist diese Strecke gleich der Hälfte von GC also $\frac{1}{4} \cdot p$.

*) Anm. Dieselbe entspricht indessen dem veränderten Einflusse auf die Kettengröße ACE, welche in Folge der Winkelfette bzw. der durch sie hervorgerufenen Spannungen in der That etwas kleiner sein muß, als die günstigste. Auf diese Weise ist kaum ein Fehler in dem Resultate vorhanden und etwaige Differenzen verschwindend kleine Größen.

Diese Werte lassen sich nunmehr noch allgemein durch P bzw. G, also das Schwarmgewicht ausdrücken. Wir wissen, daß die Anzahl der Bienen, welche einen Kettenzweig bilden können, ihren höchsten Wert hat mit $10 \cdot P \cdot \sin \alpha$, da das einzelne Glied 1.1 cm lang ist und α in diesem Falle 60° also $\sin \alpha = 0.86603$, so ist, wenn s_1 den Kettenzweig ACE bezeichnet

$$s_1 = 10 \cdot 1.1 \cdot 0.86603$$
$$s_1 = 10 P \dots \dots \dots (24.)$$

heißten nun x_1 und y_1 die Coordinaten des Kurvenpunktes C, bezogen auf ein durch A gelegtes Axensystem, so ist nach Formel 8 auf Seite 15

$$x_1 = \frac{2 \cdot s_2}{\sqrt{\tan^2 \varphi_1 + 4}}$$

In diesem Falle ist also der Zweig AC in's Auge zu fassen und an Stelle von dem eingeführten s_2 jetzt $\frac{s_1}{2}$ zu setzen. Der Winkel φ_1 aber ist hierbei derjenige, welchen die Tangente an C mit der Richtung der X-Axe bildet, also 45° . Somit wird aus der letzten Formel

$$x_1 = \frac{s_1}{\sqrt{\tan^2 45^\circ + 4}} = \frac{s_1}{\sqrt{5}} = \frac{10}{\sqrt{5}} \cdot P$$

$$x_1 = 4.4 P \text{ und } y_1 = 2.2 P.$$

Nun ist aber noch Formel 21 auf Seite 23

$$P = 0.23 \sqrt[3]{G}$$

mithin $x_1 = \sqrt[3]{G}$ } (25.)

und $y_1 = 0.5 \sqrt[3]{G}$ }

Aus obigen Werten für x_1 und y_1 ergibt sich nach der Grundgleichung

$$x_1^2 = \frac{2T}{q} \cdot y_1$$

der Parameter dieser Kette zu

$$\left(\frac{2T}{q}\right) = \frac{x_1^2}{y_1} = \frac{17.64}{2.2} \cdot P = 8.8 P \dots \dots (26.)$$

Sind nun die Coordinaten der Aufhängungspunkte der Winkelkette ACE a_1 und h_1 , so ist auch

$$a_1^2 = \frac{2T}{q} \cdot h_1$$

$$a_1^2 = 8.8 P \cdot h_1$$

Nun ist aber nach Formel 8 auf Seite 15

$$a_1 = \frac{2s_1}{\sqrt{\text{tang}^2 \alpha_1 + 4}}$$

aus No. 24 ergibt sich

$$s_1 = 10 P$$

also

$$a_1 = \frac{2 \cdot 10 \cdot P}{\sqrt{7}}$$

$$a_1 = 7.4 P \dots \dots \dots (27.)$$

Diesen Wert in die Grundgleichung eingesetzt, giebt

$$54.8 P^2 = 8.8 P \cdot h_1$$

und somit

$$h_1 = \frac{54.8}{8.8} \cdot P$$

$$h_1 = 6 P \dots \dots \dots (28.)$$

Für die Höhe h der Bautraube aber gilt die Beziehung

$$h = 10 \cdot P \cdot \sin \alpha$$

und da α constant $78\frac{3}{4}^\circ$, so ist

$$h = 9.8 P \dots \dots \dots (29.)$$

mithin ist

$$h - h_1 = 9.8 P - 6 P = y$$

also

$$y = 3.8 P \dots \dots \dots (30.)$$

die Ordinate des Kurvenpunktes A.

Der Parameter der Bautraubengrenze berechnet sich nach der Grundgleichung, wenn a und h die Coordinaten des Aufhängungspunktes sind:

$$a^2 = \frac{2T}{q} \cdot h$$

also $\frac{2T}{q} = \frac{a^2}{h}$

Berücksichtigt man, daß $a = \frac{3}{8}h$, so wird

$$\frac{2T}{q} = \frac{9}{64}h = 0.14h$$

für h seinen Wert aus No. 29 eingesetzt, giebt

$$\frac{2T}{q} = 0.14 \cdot 9.8 P = 1.372 P$$

Für die Ordinate des Punktes A ist somit der zugehörige Wert von x

$$x^2 = \frac{2T}{q} \cdot y$$

$$x^2 = 1.372 P \cdot y$$

und für y seinen Wert 3.8 P aus No. 30 gesetzt, giebt

$$x^2 = 1.372 \cdot 4 \cdot P^2$$

woraus $x = 2.3 \cdot P$

oder P durch G ausgedrückt, giebt

$$x = 2.3 \cdot 0.23 \sqrt[3]{G}$$

$$x = 0.5 \sqrt[3]{G}$$

Der Abstand des Punktes C aber von der Ase des Paraboloides ist

$$b = x + x_1$$

$$b = 0.5 \sqrt[3]{G} + \sqrt[3]{G}$$

$$b = 1.5 \sqrt[3]{G}$$

Führt man nun an Stelle dieses Wertes b, der den Halbmesser eines Kreises ausdrückt, dessen Durchmesser D in die Rechnung ein, so ergibt sich für D der doppelte Wert von b, also

$$D = 3 \sqrt[3]{G} \dots \dots \dots (31.)$$

d. h. in Worten: „Ermittelt man das Gewicht eines Schwarmes in Grammen, zieht aus der Maaßzahl dieses

Wertes die dritte Wurzel und multipliziert die so gewonnene Zahl mit 3, so ist das Ergebnis dieser Rechnung das in Centimetern ausgedrückte Maß eines Kreisdurchmessers, welcher die äußerste Grenze einer horizontalen Anhangsfläche bezeichnet, innerhalb deren der Bienen einen Wabenbau errichtet."

Nach diesem Aufschlusse über eine Grundfläche für den Bau interessiert zunächst dessen äußerstes Höhenmaß.

Höhen mißt Bienen mit dem Lote, welche kettenmäßige Verbindungen von Bienen sind, die nicht an 2 oder mehreren Orten, sondern nur an einem einzigen solchen aufgehängt sind. So gut nun von jedem Punkte der Bautraube aus Ketten möglich sind, so gut sind es — rein theoretisch — auch Lote. Im Allgemeinen dienen diese zur Übertragung der Kettenebenen auf die Anhangsfläche. Da diese nun sämtlich von der Bautraube ausgehen, so liegt kein Grund vor, von diesem aus Lote nach den Ketten zu führen, da auf die Traube nichts zu übertragen ist, sondern lediglich auf die Anhangsfläche. Im Bereiche der ersteren ist dies aber auch gar nicht nötig und da die Ketten aus ihr herauschwenkten, die Richtung derselben also auch in ihr gekennzeichnet ist. Die Lotungen im Allgemeinen erfolgen denn auch thatsächlich nur von der Anhangsfläche aus zur Seite der Ketten.

Nur „ein einziges“ Lot macht von all diesen eine Ausnahme: „dasjenige nämlich, welches von dem Scheitelpunkte der Bautraube aus gebildet wird."

Da es vollständig ausgeschlossen ist, daß dieses Loth die oben gekennzeichnete allgemeine Bestimmung haben kann, das Thier thatsächlich aber solche Leistungen, so dauernd wie dies Lot wahrnehmbar, nicht zum „Vergnügen“ etwa vollführt, so ist ihm keine andere Bedeutung unterzulegen, als die allgemeine eines Maßwerkzeuges selbst, wonach dieses eben allgemein der Ermittlung des Raumanpruches für den Bienen dient. Mit dem Lote sind aber thatsächlich nur Höhenmaße zu ermitteln und das größte Lot, welches der besondere Bienen erstellen kann, wird demnach den zustandsmäßigen Raum seiner senkrechten Ausdehnung nach bestimmen. In erster Linie ist mithin die Frage nach dem größten Lote selbst zu beantworten, welches ein Bienen von einer Anhangsfläche aus erstellen kann und sodann wäre zu ermitteln, wie groß

dasjenige Lot „sein kann,“ welches vom Scheitelpunkte der Bautraube aus gebildet wird.

Wir wissen, daß die schwarmmäßige Spannung beträgt

$$P = 0.23 \sqrt[3]{G}$$

Im Lote ist nun eine horizontale Spannung wie bei der Kette nicht vorhanden, mithin ergibt der Wert von P, dividiert durch das Gewicht des einzelnen Gliedes — der Biene = 0.1 Gramm — die Anzahl dieser, und da nicht ihre wahre Körperlänge, sondern nur 1.1 cm in Rechnung zu ziehen ist, das Produkt aus obigem Werte in diesen die größte Lotlänge, welche dieser besondere Bien herzustellen vermag. Bezeichnet man nun diese mit l, so ist

$$l = \frac{P}{0.1} \cdot 1.1 = 11 P$$

das gesuchte Lot.

Der Scheitelpunkt der Bautraube ist dadurch gekennzeichnet, daß in ihm die Vertikalspannung $Q \cdot \sin \varphi = 0$ ist, weil $\varphi = 0$, während die Horizontalspannung $P \cdot \cos \alpha$ nach beiden Seiten der X-Axe hin (nur in der Ebene gedacht! weil nur eine Kette hier in Frage kommt) vorhanden ist. In einem solchen Punkte ist nur noch eine Spannung P_1 zulässig von

$$P_1 = P - 2 \cdot P \cdot \cos \alpha;$$

der Winkel α der Bautraube ist wie bekannt $78\frac{3}{4}^\circ$, mithin $\cos \alpha = 0.19509$, daher

$$P_1 = P (1 - 2 \cdot 0.19509)$$

$$P_1 = 0.6 P.$$

Da eine Biene 0.1 Gramm wiegt und eine Gliedlänge von 1.1 cm macht, so ist, wenn l_1 die Lotlänge für den Scheitelpunkt bezeichnet

$$l_1 = \frac{0.6 P}{0.1} \cdot 1.1$$

$$l_1 = 6.6 P$$

Bezeichnet H die ganze Höhenausdehnung der Bautraube h mit samt der l_1 , so ist

$$H = h + l_1 = h + 6.6 P$$

Aus Formel 29 auf Seite 47 wissen wir $h = 9.8 P$, demnach

$$H = 16.4 P$$

und da $P = 0.23 \sqrt[3]{G}$ ist, so wird aus vorstehender Gleichung

$$H = 16.4 \cdot 0.23 \sqrt[3]{G} = 3.8 \sqrt[3]{G}$$

oder rund $H = 4 \cdot \sqrt[3]{G}$ (32.)

d. h. in Worten: „Ermittelt man das Gewicht eines Schwarmes in Grammen, zieht aus der Maßzahl dieses Wertes die dritte Wurzel und multipliziert die so gewonnene Zahl mit 4, so ist das Ergebnis dieser Rechnung das in Centimetern ausgedrückte Maß der Höhe, welche ein Bien von einer Anhangsebene aus gerechnet zur Erstellung eines Baues gattungsmäßiger Größe bedarf.“

Dividiert man nun die Gleichung No. 31 für D auf Seite 48 durch die letztgefundene für H, so ergibt sich:

$$\frac{D}{H} = \frac{3 \cdot \sqrt[3]{G}}{4 \cdot \sqrt[3]{G}} = \frac{3}{4}$$

oder in der Form einer Proportion geschrieben:

$$D : H = 3 : 4 \quad (33.)$$

d. h. in Worten: „der Durchmesser eines cylindrischen Raumes, in welchem ein Bien einen Bau gattungsmäßiger Größe errichten kann, verhält sich zu dessen Höhe wie 3 zu 4.“

Allgemeine Betrachtung der Ergebnisse des bisherigen Untersuchungsverfahrens.

Das soeben ermittelte Verhältnis ist ein bedeutsamer Wert, denn er ist an sich unabhängig von irgend welchen absoluten Maßgrößen des Schwarmes. Es ist vollständig dasselbe Verhältnis, welches auf Seite 20 zwischen der größten wagerechten und senkrechten Ausdehnung des Paraboloides gefunden wurde. Ebenso stimmt dieses Ergebnis überein mit der Erfahrung und auch dieser Umstand bestätigt die Richtigkeit der Schlußfolgerungen, auf Grund deren jenes rein theoretisch gefunden wurde. Auch folgt hieraus die ganz allgemeine Lehre für jeden Bienenzüchter,

der solchen theoretischen Verfahrensweisen ferner steht, daß die „rechte,“ d. i. auf „richtigen Grundlagen“ ruhende Theorie „stets“ mit dem Resultate der „rechten“ Erfahrung übereinstimmen „muß“ und die Meinung, sie unterscheide sich durch einen Mangel hierin von der sogenannten Praxis, ist lediglich ein mehrverbreiteter Irrtum bei Leuten, die weder wissen was Theorie, noch was Praxis ist. Wie aber das Beispiel der Ermittlung des Wertes der schwarmmäßigen Spannung bekundet, sind vermittelst der Theorie Größenwerte bestimmbar, welche sich unmittelbar als „Erfahrungswert“ nicht ermitteln lassen.

Aber auch die zahlenmäßige Bestimmung der Werte D und H ist für die züchterische Praxis von der allergrößten Bedeutung. Beider Ermittlung gründet sich auf den Begriff der „schwarmmäßigen Spannung,“ welcher der wichtigste ist, nächst der allgemeinen Bestimmung der Ketten als einer Elementarform bei Bien. Diese Begriffe, oder vielmehr ihre Erklärungen sind weit, weit wichtiger gerade für die ausübende Praxis, als alle solchen anatomischer Art zusammengenommen. Es sind eben „Elementarformen“ diejenigen, auf denen das ganze „Wesen“ der Naturerscheinung gegründet ist und es ist ganz etwas anderes, durch das Experimentchen, oder den Fleiß bei der mikroskopischen Untersuchung das und das Detail zu suchen, bezw. zu finden, als Elementarformen zu erklären, an denen jeder täglich vorübergeht, die jeder täglich und stündlich als ein Resultat der Erfahrung hinnimmt, ohne im Mindesten in der Lage zu sein, sich der inneren Beziehungen bewußt zu werden, welche sicher zurückleiten bis zur Grenze der Erkenntnißmöglichkeit überhaupt. Ich werde nach dieser Arbeit noch andere Elementarformen bei Bien zu erläutern mir gestatten und auch dort Ergebnisse fördern, von denen man bisher keinen Schimmer hatte, trotz aller descendenzlerisch-historischen Weisheit!

Mit den Ergebnissen, welche schon jetzt vorliegen, ist allgemein die Frage nach dem Raumanspruche eines Bien, wie er durch die gattungsmäßige Entfaltung eines solchen bedingt ist, erledigt. Dies trifft positiv zu dann, wenn die Voraussetzungen, auf welche diese Resultate sich gründen, vollkommen erfüllt sind. In Hinsicht nun auf die gegenwärtigen Zustände innerhalb des

Verbreitungsbezirk der Gattung *apis mellifica*, wo diese Grundsätze auf eine Zucht des Tieres Anwendung finden könnten, ist erstens die Thatsache des Erfülltheins jener Voraussetzungen nicht anzunehmen und andererseits wird sich eine züchterische Praxis nicht begnügen, dem Zuchtgegenstande „gerade nur genügende“ Bedingungen zu gewähren, soweit solche von ihr beeinflusst werden können. Vergewärtigt man sich den vorausgesetzten Zustand der Elementarverhältnisse, so findet man, daß in Bezug auf die Verhältnisse, welche den „Umkreis“ des dauernden Aufenthaltsortes des Bien — „Colonie im eigentlichen Sinne!“ — betreffen, das Höchstmaß an förderlichen Eigenschaften angenommen wurde, während für die Beschaffenheit des Ortes selbst ein Mindestmaß daran vorausgesetzt ist.

Schon diese Festsetzungen ergeben an und für sich, daß eine ungünstigere Beschaffenheit des Umkreises, innerhalb dessen sich ein Bien entfalten soll, zur Bedingung hat, daß diesem Ausfalle an förderlichen Eigenschaften ein höheres Maß an solchen gegenüber steht hinsichtlich der Beschaffenheit des Ortes des dauernden Aufenthaltes des Bien. Kann ein solcher — um dies nochmals nachdrücklich hervorzuheben — seine Wohnung nicht nur in der Vollständigkeit erstellen, als sie in den früheren Entwicklungen verfolgt wurde, sondern auch noch sich zustandsmäßig vollkommen entfalten, also die gattungsmäßige Quantität des zeugungsfähigen Individuums der Art erwerben, so enthält diese Veränderung seines Anfangszustandes die Merkmale des Höchstmaßes der Entfaltungsgröße. Aus der Thatsache der Notwendigkeit zustandsmäßiger Thätigkeit Biens erhellt die Beziehung zwischen dem Orte der Ansiedelung und den sonstigen Verhältnissen, diese Thätigkeit betreffend. Je vollkommener der erste, je weniger Arbeit braucht Bien darauf zu verwenden, je mehr vermag er sonstige Mängel thätig zu begleichen.

Hiermit ist aber der Beweis erbracht — und darauf kommt es mir als Theoretiker an — daß es an sich für eine theoretische Untersuchung der Verhältnisse Biens unerheblich ist, welches relative Maß an Eigenschaften ich bei den einzelnen Bestimmungsstücken für die gattungsmäßige Entfaltungsgröße eines solchen voraussetze. Da sie eben zu einander in der Beziehung einer Funktion

stehen, deren Wert eine constante Größe ist: „das Höchstmaß der Entfaltungsgröße!“ — so ist klar, daß der allgemeine Charakter der Bewertung von Eigenschaften der Bestimmungsstücke unabhängig ist von dem speciellen Maße des einzelnen und diese Beziehung auch für die Zustandsgrenzen dieselbe Geltung haben muß, wie für irgend ein anderes Verhältnis zwischen den Eigenschaften jener.

Indem ich für den Ort der Ansiedelung Biens die zulässige Beschaffenheit als das denkbare, eben hinreichende Mindestmaß an Eigenschaften voraussetzte, that ich weiter nichts, als daß ich die rechnerischen Operationen vereinfachte, welche zur Bestimmung des gesuchten Gattungsmaßes dienen — hier des Raumanpruches zu gattungsmäßiger Entfaltung des Bien. Es ist die ganze Disposition weiter nichts, als ein analytischer Kunstgriff, der das Wesen der Sache nicht berührt. Hieraus geht hervor, daß natürlich auch jeder andere Ort des dauernden Aufenthaltes eines Bien durch haargenau dieselben Hilfsmittel zu beurtheilen ist und haargenau sich dasselbe qualitative Resultat ergeben muß. Der einzige Unterschied ist nur der, daß mit der Complicirtheit der geometrischen Beschaffenheit des Ortes diejenige seines Ausmaßes wächst, worauf das Maß an sich natürlich ganz einflußlos ist. Muß man nun aber umgekehrt aus der Beschaffenheit des Ortes das Maß ableiten und giebt es der Natur der Sache nach Orte verschiedener geometrischer Beschaffenheit, so wird man namentlich dann immer den einfachsten Ort wählen, wenn es sich darum handelt, wie im vorliegenden Falle, eine „neue“ Theorie aufzustellen, welche für eine betheiligte Mehrheit berechnet ist, also möglichst einfach dargestellt werden muß.

Aus diesen Gründen ist es denn auch in Rücksicht auf die Wichtigkeit der gewonnenen Ergebnisse ganz und gar unerheblich, ob gegenwärtig irgendwo und wann eine Bienencolonie genau in der gezeichneten Weise gegründet wird, oder werden kann. Es ist lediglich erheblich, ob bei dem vorausgesetzten Höchstmaße der günstigen Eigenschaften ihres Umkreises die Möglichkeit ihrer Begründung wie angenommen gegeben ist, was schließlich auf die Beantwortung der Elementarfrage hinausläuft: „kann ein Bien an einer ebenen Deckenfläche einen Bau errichten?“, welche Frage auf Grund der Erfahrung — also ohne jede

Mitwirkung von Phantasie — von jedem Bienenzüchter und sonst Kundigen „bejaht“ wird.

Es geht aber auch aus dem Zusammenhange hervor, daß Bien an einem anders beeigenschafteten Orte „anders“ bauen wird und bauen muß und da sich der Unterschied nicht beziehen kann auf die Art der Bauausführung, also die elementaren Thätigkeiten, deren zeitliche Aufeinanderfolge als eine Ursache, den Bau als eine Wirkung bedingen, so kann sich jener Unterschied nur beziehen auf die allgemeine Form des Baues als ein Ganzes. Daß diese letztere aber in unendlicher Anzahl verschieden sein kann, ist ebenfalls Ergebnis der Erfahrung. Speziell gesprochen heißt das: „Bien kann jeden Ort einer Unterkunft den Zwecken seiner Fortzeugung, also denen der Erhaltung der Art dienstbar machen, welcher ihm Raum zu seiner gattungsmäßigen Entfaltung gewährt, wenn er gewisse andere Eigenschaften hat, deren Besonderheit lediglich durch die Elementarverhältnisse eines Umkreises bestimmt sind, innerhalb dessen dieser Bien die übrigen Existenzbedürfnisse vorfindet.“

Es ist einleuchtend, daß es unerheblich sein muß, ob der Ort von dem Bien in der Natur aufgesucht, oder ihm in Gestalt einer Beute vom Züchter dargeboten wird. In jedem Falle wird der Bau in gleicher Weise errichtet, also auch ausgemessen. Ist mithin durch meine Ermittlungen über das Kettenmaß Biens für irgend einen der unendlich vielen Fälle das gattungsmäßige Größenmaß des Raumanspruches „allgemein“ festgestellt, so ist diese Ermittlung — weil sie ein Gattungsmaß betrifft — „unter allen Umständen, sie mögen heißen, wie sie wollen, stichhaltig und „niemals“ täuschend — „nie!“ Ebenso ist sie unabhängig von einer Gültigkeitsdauer und wird, wie jedes allgemeine Ergebnis aus einem Naturgesetze — als ein solches — „jederzeit“ Gültigkeit behalten. Und so wenig jemals ein Mechaniker erstehen wird, der das Gravitationsgesetz z. B. zu verändern vermöchte, ebensowenig ist dies möglich in Bezug auf ein Gesetz, welches ein Gattungsmaß einer Art exact ausdrückt, da auch diese „constant“ ist während der Dauer ihrer irdischen Existenz. So hat auch Bien seit seinem paradiesischen Zustande nicht anders „gebaut“, nicht anders „gezeugt“ als heute und ebensowenig

wird er das in Zukunft thun, oder thun können. Und „allezeit“ wird das von mir aufgestellte Gesetz für den Raumananspruch eines Bien Gültigkeit haben, ohne irgendwelche qualitative, d. i. „wesentliche“ Veränderung. Es geht hieraus hervor, daß der Züchter „jederzeit“ in der Lage ist, für einen bestimmten Bien den gattungsmäßigen Raum zu bestimmen und eine derartige Stellung des Züchters zum Gegenstande seiner Zucht verhilft ihm zur Herrschaft über denselben! Er weiß nach ihr, was er im gegebenen Falle zu thun hat! „Vorhersage“ ist sie! und diese ist das Merkmal der „Theorie“, wogegen die Empirie „Nachsage“ ist. Zene läßt sich, wie durch mich in Hinsicht auf den gattungsmäßigen Raumananspruch eines Bien hier geschehen, allgemeinverständlich darstellen, womit der Inhalt (ihres Resultates wenigstens) Gemeingut der Gesamtheit aller Betheiligten wird, während die bloße Empirie nicht übertragbar ist von einem zum andern, es sei denn durch die praktische Übung selbst.

Zur Unterstützung der Auffassung solchen Bienenzüchtern gegenüber, welchen das analytische Verfahren (die Methode der Untersuchung) nicht geläufig ist und die daher an der Zulässigkeit meiner Schlußfolgerungen zweifeln könnten, weil ihr Inhalt theilweise nicht Gegenstand ihrer Erfahrung ist, will ich hier noch einige specielle Fälle — ganz allgemein natürlich nur — besprechen, welche geeignet sein werden, die Überzeugung von der Zulässigkeit meiner Annahmen und der Richtigkeit der auf ihnen beruhenden Folgerungen zu begründen.

Beispielsweise setze ich voraus, der Bien habe sich an der Decke einer Bretterbeute, die im übrigen hinreichende Maße hat, so angelegt, daß die Anhangsfläche der Bautraube gerade die eine Seitenwand berühre. Denkt man sich den Querschnitt der Beute im Berührungspunkte, so ist klar, daß in dieser Ebene nur nach der einen Seite die Kettenbildung „möglich“ ist. Die günstigste Kette, d. h. die mit der größten Spannweite reicht bis zum Punkte E der Figur 3 auf Tafel I. Während diese aber in dem Falle des allseitigen Freihängens der Bautraube, in welchem also nach allen Richtungen im Raume die Ketten zu dem Zwecke gebildet wurden, im günstigsten Angriffspunkte C die mantelförmige Abwandlung zu gestatten, diese thatsächlich auch gewandelt (umgebogen)

werden, erfolgt hier diese Veränderung nicht, da die Ketten wieder an sich nicht unabhängige Gebilde sind, sondern aus der Bautraube herauschwenkend, von den Zuständen (Spannungen) dort abhängig sind, wie das in Bezug auf den Punkt A z. B. des Näheren dargethan wurde. In dem vorliegenden Falle ist aber in der andern Querschnittshälfte der Bautraube eine der diesseitigen Kette entsprechende Veränderung unmöglich und die daraus sich ergebenden Belastungsverhältnisse der ersteren schließen eine Veränderung der einseitig erstellten Kette aus. Diese begreift einen Raum, der um eine gewisse Strecke weiter ist, als die in C gewandelte. Legt man nun irgend einen andern Verticalschnitt, so findet man, daß auf der Wandseite nur eine — verhältnismäßig zur günstigsten — „kleinere“ Kette möglich ist. Je nach deren Einfluß auf die Spannungsverhältnisse rückt der Punkt C der äußeren Kette weiter nach außen, damit wird auch die Abwandlung an sich — also ihr Maß selbst, weil von einem ungünstigeren Orte ausgehend — kleiner und so geht das fort, bis in dem Längsschnitte, welcher parallel ist zur berührten Wandfläche, die volle Abwandlung wieder möglich ist. Der so erstellte Raum ist haargenau derselbe, wie er durch die Werthe der Formeln für D und H gegeben ist.

Zum andern sei vorausgesetzt, der Schwarm habe sich so angelegt, daß er zu einem Theile auch an der Beutenwand, oder gar in einer Ecke haften. In einem solchen Falle ist die Haftfläche ganz bedeutend größer als im Normalfalle. Ihr entspricht eine entsprechend größere Anzahl der Haftbienen, Tragbienen. Bei demselben Schwarmgewichte ist also die Zugspannung, welche durch die hängende Last verursacht wird, repartirt auf das Einzelindividuum bedeutend geringer als die schwarmmäßige Spannung und der Verminderung ersterer genau entsprechend, erfolgt keine Abwandlung der günstigsten Ketten.

Zum dritten sei vorausgesetzt, der Schwarm könne die Bautraube nicht in zustandsmäßiger Höhe erstellen, weil die Beute zu niedrig ist. In diesem Falle findet notwendig eine Veränderung der Form der ersteren statt, so zwar, daß eine ihrer Querschnittsaren erheblich größer wird als die andere. Es kommt dabei sowohl der Fall vor, daß die Bautraube noch aufsteht, als auch der, daß sie frei schwebt. In beiden Fällen sind auch hier die Spannungsverhältnisse andere und auch die Anhangsfläche an und für sich größer,

sodaß sich der größere Wert nach der horizontalen Ausdehnung ergibt, der nach der verticalen unmöglich ist. Die sogenannten Läger, namentlich zu enge Walzen geben hier das Anschauungsspiel.

Das Wabenmaß.

Auf Seite 48 wurde der Durchmesser D eines Kreises bestimmt als der Horizontalschnitt einer cylindrischen Bienenwohnung zustandsmäßigen Wertes, d. h. dem Zustande, der Größe, dem Gewichte des speziellen Schwarmes entsprechend. Die Grenze der Fläche ist durch jene Kreislinie gegeben, d. h. über diese hinaus baut Bien zunächst nicht. Jede einzelne Wabe besteht, wie aus der Zeichnung (Figur 4) hervorgeht, aus einem geradwandigen, ebenen mittleren Teile und den abgewandelten Enden, welche die Wabengassen nach außen hin abschließen und schließlich sind größere Baustücke m in mantelförmiger Figur erforderlich. Aus der speziellen Konstruktion der Bienenwachszone, welche dem Zwecke der Metamorphose dienen soll, geht hervor, daß dieselbe in einer ununterbrochen neben einander gelagerten Mehrheit nur von gleichem Querschnitte herstellbar ist, wenn die Axen der Gesamtheit parallel zu einander gelagert sein können. In Bezug auf diejenigen Stücke der Wabe, welche im Sinne der Ummantelung abgewandelt sind, ist dies nicht der Fall, die Zellen-Axen — als Normalen auf den entsprechenden Bogenelementen — convergiren. Zu Brutzwecken sind also diese Wabentheile untauglich. Ferner ist anzunehmen, daß die nach außen zu gelagerten Zellen auch nicht zu irgend einem Wirtschaftszwecke Verwendung finden können, was ja auch schon mit der Annahme zu ihrer Erstellung gegeben ist, nach welcher sie nur einen Schutz des dem Brutzwecke dienenden Raumes darstellen. Sie sind also den Einwirkungen ausgesetzt, die sie von dem Brutneste bezw. Aufenthaltsorte des Bien abhalten sollen können also an und für sich nicht den Zwecken dienen der Orte, die jene Einwirkungen ausschließen. Bei den nach innen zu gelagerten Zellen ist natürlich diese Annahme nicht zulässig, indem diese im Schutzbereiche eines nach außen abgeschlossenen Innenraumes liegen und thatsächlich Bien zu Zeiten des Bedarfs (größte Tracht) alle Räume mit Honig füllt, die nur verfügbar sind. Es dient also der innere Teil des Mantels dem doppelten Zwecke der Umfriedigung und als Honigspeicher bei Volltracht. Wird nun also dem Bien

zu seiner Wohnung eine Beute geboten, welche seinem gattungsmäßigen Raumanspruche genügt, so ist klar, daß, da der Grund der Ummantelung nicht vorliegt, diese auch nicht aufgeführt wird. Dennoch werden gattungsmäßig die Waben gewandelt in der Entfernung vom Mittel der Bautraube, wie sie mit b bestimmt wurde. Hieraus folgt, daß die Beute nicht ganz so weit sein darf, als D beträgt, sondern der eigentliche Durchmesser durch die Mittelwand einer kreisringförmigen Wabe dargestellt wird, deren „äußerer“ Durchmesser D ist. Dieser Durchmesser D_1 genannt, würde sich ergeben zu

$$D_1 = D - 2.5 \text{ cm,}$$

wenn 2.5 cm die Wabendicke beträgt. Wenn wir uns des Umstandes erinnern, daß bei der Aufstellung der empirischen Formel für H auf Seite 56 im Interesse des einfachen Coëfficienten 4, dessen eigentlicher Wert um 2 Zehntel zu hoch angenommen wurde, so kann man (obgleich ein mathematisch genauer Ausgleich nicht vorliegt) dennoch das Verhältnis 3 : 4 beibehalten, da der Einfluß des Subtrahenten 2.5 cm nur eine kleine Verschiebung desselben ergibt, die so unerheblich ist, daß sie ohne jeden Zweifel vernachlässigt werden kann. Dieser Fall aber, wo $D - 2.5$ als lichter Durchmesser einer fertigen cylindrischen Beute in Frage steht, ist gerade derjenige, welcher in der züchterischen Praxis interessiert. Es wären also die beiden Wohnungsdimensionen

$$\text{und } \left. \begin{aligned} D_1 &= 3 \sqrt[3]{G} - 2.5 \\ H &= \frac{4}{3} D_1 \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (33.)$$

Die horizontale Querschnittsfläche irgend eines regelmäßigen Bienenbaues ist nun so beschaffen, daß auf 2.5 cm Wabendicke 1 cm Gassenweite kommt. Wird nun die Querschnittsfläche des Wachses mit F_1 bezeichnet, so besteht die Proportion

$$F_1 : \frac{D_1^2 \pi}{4} = 25 : 35$$

mithin

$$F_1 = D_1^2 \frac{\pi}{4} \cdot \frac{5}{7}$$

$$F_1 = 0.56 D_1^2 \dots \dots \dots (34.)$$

bezeichnet endlich W den Rauminhalt (Volumen) des Wachskörpers, (die Zellen vollen Raum einnehmend gerechnet) so ist

$$W = F_1 \cdot H.$$

$$W = 0.56 D_1^2 \cdot \frac{4}{3} \cdot D_1$$

$$W = 0.75 D_1^3 \cdot \dots \dots \dots (35.)$$

Schließlich wäre noch die Anzahl der Waben w zu bestimmen, und zwar ist

$$w = \frac{D_1}{3.5} \cdot \dots \dots \dots (36.)$$

Etwas genauer ist zu verfahren für die Bestimmung der Verhältnisse der beweglichen Wabe. Betrachtet man auch hier zunächst die zylindrische Beute, so ist die Beweglichkeit nicht gut anders zu erreichen, als in der Art des Kanig-Stockes, wo die Waben an Stäbchen hängen und an den beiden Seiten losgeschnitten werden, so daß die Verhältnisse genau den vorhin betrachteten gleich sind, bis auf das Höhenmaß H , welches sich hier auf das reine Wachs, also ohne Stäbchendicke und einen eventuellen Zwischenraum zwischen diesen Stäbchen und dem Deckel bezieht.

Wird von dieser, an und für sich schönen, Mobilisierung abgesehen, so ist es erforderlich, im Interesse der Gewinnung eines gattungsmäßigen Breitenmaßes für die Wabe die dreiarige Bautraube in Erwägung zu nehmen, wie diese auf Seite 42—44 erläutert wurde. Dasselbst ist festgestellt, daß die Bautraube ein Paraboloid von elliptischen Horizontalschnitten ist, mit einer Exzentrizität in der Anhangsebene von $e = 2.8$ cm, d. h. die große Halbare a ist um 2.8 cm länger als die kleine Halbare b .

Der Flächeninhalt F dieser Ellipse ist offenbar gleich demjenigen des Kreisquerschnittes mit D_1 der zylindrischen Beute. Es besteht demnach die Gleichung

$$F = \frac{D_1^2 \pi}{4} = ab \pi$$

woraus

$$ab = \frac{D_1^2}{4}$$

Nun ist aber

$$a = b + 2.8$$

mithin, wenn man diesen Wert in die vorhergehende Gleichung setzt

$$b^2 + 2.8 b = \frac{D_1^2}{4}$$

woraus folgt

$$b = \frac{1}{2} \sqrt{D_1^2 + 7.84} - 1.4$$

mithin

$$a = \frac{1}{2} \sqrt{D_1^2 + 7.84} + 1.4$$

} . . . (37.)

In der so bestimmten Ellipse liegt als äußerster Rand die Halbwabe mit den nach innen zugerichteten Zellen. Von diesen wissen wir, daß sie einem Brutzwecke gar nicht dienen können und da die Ummantelung ebenfalls wegfällt, so ist der Betrag 2.5 cm von b abzuziehen. Bei einer Mobilbeute wird aber auch dem Umstande, daß die Bienen bequem von einer Gasse zur andern kommen können, Rechnung getragen und da selbstredend die nicht regelmäßigen Durchgänge im Stabilbaue ausgeschlossen sind, so nimmt man deren Maß regelmäßig an; immerhin entspricht diese Annahme den Thatsachen, so daß eine Willkür hierin nicht etwa gefunden werden kann. Das Maß dieser Gasse sei zu 0.5 cm angenommen, sodaß also die größte Breite b_1 der Wabe sich wie folgt berechnet

$$b_1 = 2 b - (2.5 + 2 \cdot 0.5)$$

$$b_1 = \sqrt{D_1^2 + 7.84} - 6.3$$

Die zugehörige Höhe der Wabe, also des Wachsbaues, ist dieselbe wie auf Seite 59, nämlich

$$H = \frac{4}{3} D_1$$

Durch die verschiedenen Reduktionen, welche der Wert für die Wabenbreite b_1 erfahren hat, ist natürlich das Verhältnis der Breite zur Höhe ein andres geworden und zwar ist

$$\frac{b_1}{H} = \frac{3}{5} \dots \dots \dots (38.)$$

d. h. „bei der gattungsmäßig gebauten Brutwabe verhält sich deren Breite zu ihrer Höhe wie 3:5“.

Die Höhe H läßt sich nun sehr leicht durch das Schwarmgewicht ausdrücken, wenn man sich der Beziehung aus Gleichung 33 bedient. Alsdann ist nämlich

$$H = \frac{4}{3} \cdot (3 \cdot \sqrt[3]{G} - 2.5)$$

$$H = 4 \cdot \sqrt[3]{G} - 3.3 \quad (39.)$$

und somit

$$b_1 = \frac{3}{5} (4 \sqrt[3]{G} - 3.3)$$

$$b_1 = 2.4 \sqrt[3]{G} - 2 \quad (40.)$$

Dies sind die beiden gesuchten Fundamentalformeln für die Maße der gattungsmäßigen Brutwabe Biens! Sie lauten in Worten:

1. „Ermittelt man das Gewicht eines Schwarmes in Grammen, zieht aus der Maßzahl dieses Wertes die dritte Wurzel, multipliziert die so gewonnene Zahl mit 4 und zieht von diesem Resultate den Wert 3.3 ab, so ist das Ergebnis dieser Rechnung die Höhe der Brutwabe, also das lichte Höhenmaß des Rähmchens“.
2. „Ermittelt man das Gewicht eines Schwarmes in Grammen, zieht aus der Maßzahl dieses Wertes die dritte Wurzel, multipliziert die so gewonnene Zahl mit 2.4 und zieht von diesem Resultate den Wert 2 ab, so ist das Ergebnis dieser Rechnung die Breite der Brutwabe, also das lichte Breitenmaß des Rähmchens.“

Hiernach interessiert noch, zu wissen, wie viel Waben der Schwarm beansprucht. Wir sehen aus Nr. 34 auf Seite 59, daß der Querschnitt der Wachfläche ist

$$F_1 = 0.56 D_1^2$$

Der Flächenraum, den eine Wabe von der Breite b_1 bedeckt, ist $2.5 b_1$, mithin die mögliche Anzahl w der Waben

$$w = \frac{0.56 \cdot D_1^2}{2.5 \cdot b_1}$$

$$w = 0.224 \cdot \left(\frac{3 \cdot \sqrt[3]{G} - 2.5}{2.4 \cdot \sqrt[3]{G} - 2} \right) \cdot (3 \cdot \sqrt[3]{G} - 2.5)$$

der erste Klammerausdruck hat den Wert 1.25 und demnach

$$w = 0.84 \sqrt[3]{G} - 0.6$$

Über diesen Wert w ist noch eine Betrachtung anzufügen. Aus den Querschnittszeichnungen geht hervor, daß dort die Anzahl der Waben eine größere ist, trotzdem die Gesamtquerschnittsfläche des Wachsens, nämlich F_1 den gleichen Wert hat, als wie er den Rechnungen zu Grunde liegt, aus denen der Wert w entwickelt wurde. Dieser Umstand ist hochbedeutsam und seine genügende Berücksichtigung bedeutet die Lösung eines der schwierigsten Probleme, die sich bei der Beurteilung Biens darbieten: „die Bestimmung der Gestalt des Brutkörpers im engsten Sinne!“

Hier genügt indessen die allgemeine Berücksichtigung der Tatsache, daß doch der elliptische Querschnitt des unbeeinflussten Bienenhauses als die gattungsmäßige Form unter allen Umständen auch diejenige des Querschnittes vom Brutkörper sein muß in irgend einem Größenverhältnisse. Es muß demnach die Wabenzahl an der großen Ase $2a$ der Ellipse abgemessen werden und mithin sein

$$w_1 = \frac{2}{3.5} \cdot a$$

$$w_1 = \frac{\sqrt{D_1^2 + 7.84} + 2.8}{3.5}$$

Gegen den Wert D_1^2 ist die Constante 7.84 eine kleine Größe, welche den Wurzelwert außerordentlich wenig berührt und da w_1 so wie so nur eine ganze Zahl sein kann, so darf man sie hier ruhig vernachlässigen. Somit entsteht

$$w_1 = \frac{\sqrt{D_1^2}}{3.5} + \frac{2.8}{3.5}$$

$$w_1 = \frac{D_1}{3.5} + 1$$

indem somit durch Vergrößerung des konstanten Quotienten $\frac{2.8}{3.5}$ zu 1, wenn auch nicht im mathematisch korrekten, so doch hier praktisch zulässigen Sinne obige Vernachlässigung ausgeglichen ist. Vergleichen wir diese Formel mit der auf Seite 62 für die zylindrische Beute, so hat die elliptische eine Wabe mehr, was sich auch aus der Exzentrizität ergeben haben würde, da deren doppeltes Maß 2 mal 2.8 cm beträgt, welcher Raum gerade 1 Wabe und 2 begrenzende Gassen ergiebt. Drückt man nun D_1 durch das Schwarmgewicht aus, so entsteht

$$w_1 = \frac{3 \sqrt[3]{G} - 2.5}{3.5} + 1$$

$$w_1 = 0.857 \sqrt[3]{G} + 0.3$$

Vergleicht man nochmals diese Formel mit der auf Seite 62 für w aus der Wachsfläche entwickelten, so sieht man, daß dort der kleinere Faktor 0.84 dem größeren 0.857 gegenübersteht und während jener Wurzelwert um 0.6 zu mindern ist, so muß dieser um 0.3 erhöht werden. Wir runden 0.857 auf 0.86 ab und vernachlässigen 0.3 und somit erhalten wir

$$w_1 = 0.86 \sqrt[3]{G} \dots \dots \dots (41.)$$

d. h.: „Ermittelt man das Gewicht eines Schwarmes in Grammen, zieht aus der Maßzahl dieses Wertes die dritte Wurzel und multipliziert die so gefundene Zahl mit 0.86, so ist das Ergebnis dieser Rechnung diejenige Anzahl von Waben, welche dem gattungsmäßigen Raumansprüche des Bien entsprechen!“

Allgemeine Schlußfolgerungen.

Jeder befähigte Bienenzüchter wird bei Prüfung der verschiedenen Formeln sofort merken, daß sie unter allen Umständen brauchbare, der Erfahrung entsprechende Werte liefern. Sämtliche wesentlichen Bestimmungsstücke sind jederzeit auf das Schwarmgewicht zurückgeführt, so daß in der ausübenden Praxis die Bestimmung

desselben, die ja wie bekannt irgend welchen Schwierigkeiten nicht unterliegt, sofort Aufschluß über alle möglichen Fragen mit der nie fehlenden Sicherheit des Naturgesetzes giebt. Ich überlasse es der imkerischen Praxis, diesen Inhalt gebührend zu würdigen.

Selbstredend sind die Ergebnisse noch viel einfacher und für jedermann sofort auffindlich durch Vorausberechnung und auf graphischem Wege zu liefern, sodaß die praktische Anwendung dieser Theorie nichts an Leichtigkeit zu wünschen übrig lassen wird. Ich werde — entsprechende Bearbeitung mir vorbehaltend — auch diesbezüglich den Anforderungen der großen Praxis entsprechen.

Damit ist aber noch lange, lange nicht die wahre Tragweite meiner Theorie bezeichnet, denn sie giebt mit derselben frappanten Sicherheit Aufschluß über jedes Problem bei Bienen, auch betreffend die physiologischen Funktionen, welche Betrachtungen ich ebenso s. B. folgen lassen werde.

Indessen muß ich andererseits darauf aufmerksam machen, daß die bestimmten Coëfficienten in den Formeln gegründet sind auf das Gewicht der einzelnen Biene und ihren Rauminhalt. Ich habe zwar die Überzeugung, daß die angenommenen Werte recht nahe den wirklichen Größen liegen, indessen ist es doch natürlich, daß in einer Disziplin, in der alles und jedes entsprechende Material fehlt, bezw. erst vom Schöpfer einer neuen Theorie beschafft werden muß, — daß in einem solchen Falle nicht gleich die Einzelwerte so haarscharf getroffen sein mögen, wie das schließlich möglich wird, wenn auf Grund von umfangreichem Thatfachenmateriale verfahren werden kann. Indessen glaube ich kaum, daß irgend wie wesentliche Korrekturen sich nötig machen werden. Ich habe auch bei den Abrundungen jederzeit im Sinne des Ausgleichs verfahren und weiß selbstverständlich als Bienenzüchter und Techniker, wie weit man im gegebenen Falle damit gehen darf, ohne der hier wünschenswerten Genauigkeit der Rechnung Eintrag zu thun.

Im Allgemeinen haben die Resultatformeln die Form

$$x = c \cdot \sqrt[3]{G} + C$$

Der Wert G, d. i. das Schwarmgewicht ist im Einzelfalle unänderlich gegeben, damit also auch seine Maßzahl und ihre dritte Wurzel. Das gesuchte Resultat x wird also nur beeinflusst durch den bestimmten Coëfficienten c und die Constante C, deren Wert

auch 0 sein kann. In diesem, dem einfachsten Falle kann also nur der Coefficient c einer Korrektion unterliegen und es ist Aufgabe der prüfenden Praxis die erfahrungsmäßigen Unterlagen zu beschaffen. c kann zu groß, es kann zu klein, es kann vollkommen richtig sein. Die letztere Eigenschaft kann kein Menschenwerk, das von der Erfahrung abhängt, in Anspruch nehmen. Wie ich aber weiter oben schon sagte, können andererseits mögliche Unterschiede nur sehr kleine Größen sein. Soweit mich meine persönliche Erfahrung und mein theoretisches Erkennen zu einem Urteile befähigen können, habe ich die Überzeugung, daß die Werte im Allgemeinen etwas hoch sein werden, aber man muß sich nicht etwa vorstellen, daß es sich dabei um viele Centimeter handeln könnte, sondern die Grenzen der Schwankungen werden in den meisten Fällen nur gering sein. Im Allgemeinen wird also diesem Umstände Rechnung getragen werden, wenn man einen Dezimalbruch als Korrektionscoefficienten aus der Erfahrung ermittelt und damit c multipliziert. Ist z. B. so ein Erfahrungscoefficient 0.925, so würde obige Formel lauten müssen

$$x = 0.925 (c \cdot \sqrt[3]{G} + C)$$

und wenn $C = 0$ ist

$$x = 0.925 \cdot c \cdot \sqrt[3]{G}$$

Dieses Verfahren ist in technischen Praktiken allgemein üblich und giebt mit der Zeit sehr große Sicherheit in der Beurteilung.

Eine wesentliche Bedeutung für die züchterische Praxis hinsichtlich einer solchen ev. Korrektion liegt besonders vor, wenn man den Gedanken festhalten würde, ein sogenanntes Einheitsmaß zu stipulieren, namentlich für die Wabe. Indessen will ich darauf hinweisen, daß mit der vorliegenden Untersuchung noch nicht alle Merkmale der Bienenwachswabe erklärt sind und „nur in diesem“ Falle wäre es denkbar, den Begriff „Normalwabe“ zu erklären. Die Bienenzucht ist in Ansehung vieler Mittel, deren sie bedarf, geradezu eine „technische Praxis“ und nach meinem — allerdings auch teilweise subjektiven — Urteile sind die Erfordernisse zu einer Erklärungsbefugnis jenes Inhaltes bei einer Mehrheit der derzeitigen Vertreter dieser Praxis gar nicht vorhanden, oder doch bisher nicht vorhanden gewesen.

Es zeigt sich das so recht deutlich, wenn man die Fundamentalformeln für das Wabenmaß allgemein prüft und die Beziehungen daselbst vergleicht mit den subjektiven Meinungen der Empiriker, welche einstmals zu Köln a. Rh. glaubten, den Begriff „Normalwabe“ erklären zu können. Trotzdem macht das Resultat der damaligen Verhandlungen den Beteiligten alle Ehre und es zeugt von einem feinen Verständnisse für die Bedürfnisse Biens, daß das Verhältnis 23.5 : 39 „genau gleich ist“ dem von mir rein theoretisch entwickelten $b_1 : H = 3 : 5$. Berücksichtigt man, daß das gleiche Verhältnis in einer Schwarmtraube 3 : 4 ist, so geht daraus hervor, daß zunächst das Vorhandensein genügender Höhenausdehnung eines auszubauenden Raumes für den Bienen von der allergrößten Bedeutung ist und alle Konstruktionen, welche prinzipiell gegen diese gattungsmäßige Forderung Biens verstoßen, sind damit „prinzipiell falsch!“ Leider wurde das schöne Köln'er Resultat in Bezug auf diese prinzipielle Forderung geradezu vernichtet, in dem Augenblicke der Annahme des sogenannten Halbrähmchens. Wie einst der Erfinder der beweglichen Wabe den Wachsbaue durchschnitt, ohne den Inhalt zu erklären dessen, was er von seinem Fundamente trennte, so gestattete man sich auch in Köln den andern Schnitt ins ungekannte „Etwas“ und macht darauf hin heute noch Erklärungen, die weiter nichts sind, als „Vorspiegelungen falscher Thatsachen!“ Der Begriff „Ständer“ z. B. muß herhalten für Anordnungen, welche den Grundrissen des „Magazins“ entsprechen, nimmermehr den Verhältnissen des ehrwürdigen Klosterständers, Stülpers und anderer richtig definierter Beuten. Ja die Tagesliteratur beweist, daß es mutige Jünger der Kunst der Wabenschneiderei giebt, welche noch einen Kreuzschnitt für angemessen erachten und so allerdings das Symbol der Genfer Konvention als Firma für den Zustand ihrer Pflegebefohlenen äußerlich erkennbar führen! — Nach den vorliegenden theoretischen Ermittlungen ist „unzweifelhafte“ Wahrheit der Satz:

„Die gattungsmäßige Brutwabe Biens ist in bestimmter Weise proportioniert und eine unteilbare Einheit!“

Sie — die Einheit — darf also nicht nach den Anforderungen eines „Manipulierens“ bemessen werden, sondern ein solches — also die Technik der Kunst — hat sich nach ihren Eigentümlichkeiten zu richten und wenn die absolute Größe ihres Maßes einen Hinderungsgrund „reichlicher Beweglichkeit“ darstellt, dann ist nicht jene, sondern diese zu beschränken!

Bedenkt man, was schon für Ströme „schallender Luft“ und „Tinte“, ob dieser Eigenschaften, bei den „Mobilen“ dahinfließen, so ist wohl bei dem Alten von echtem Schrot und Korn die Überzeugung berechtigt, welcher der liederfrohe Tischler im „Verschwender“ klassischen Ausdruck giebt, wenn er singt:

„Da streiten sich die Leut' herum
Wohl um den Wert des Glücks,
Der eine heißt den andern dumm,
Am End weiß keiner nix!“



Verichtigungen:

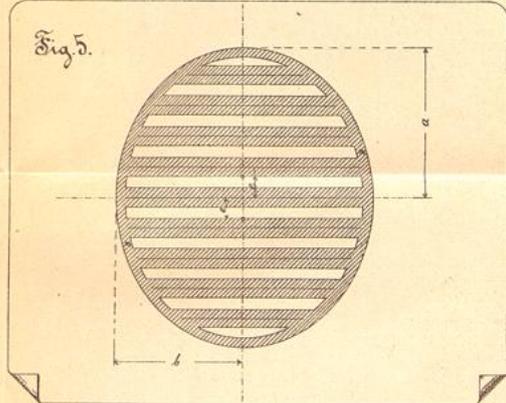
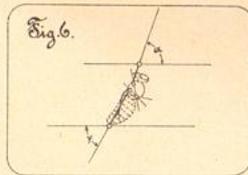
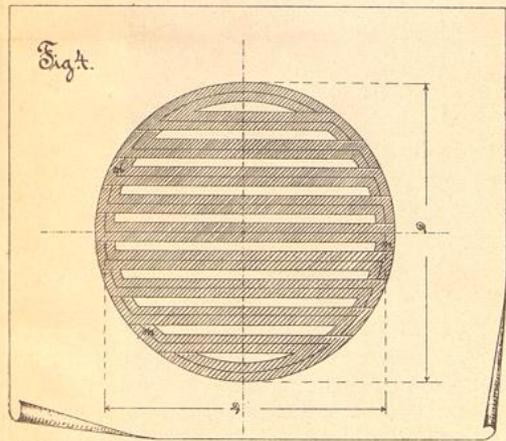
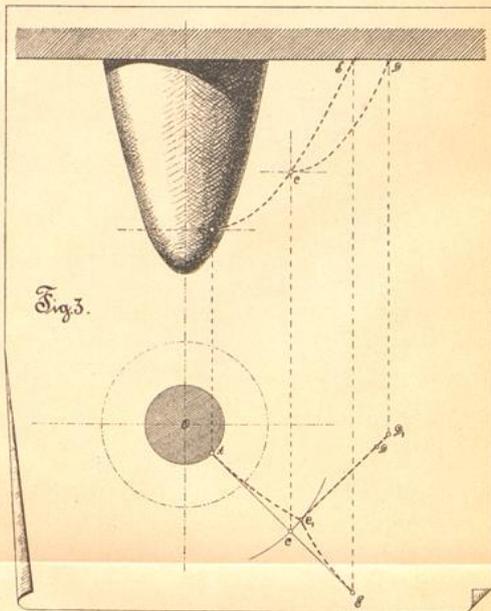
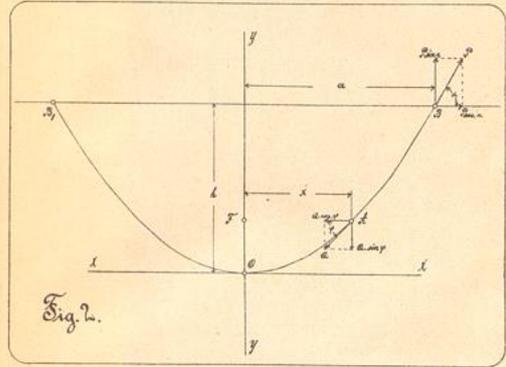
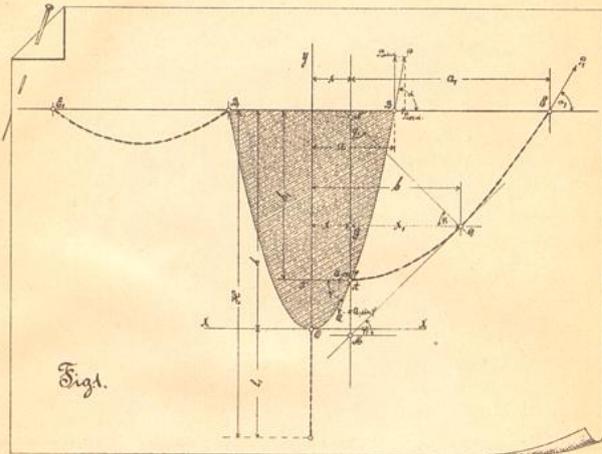
Seite 28, Formel 2 von oben lies: 0.1068 statt 0.1608.

Seite 29, Zeile 12 von oben lies: nach statt noch.

Seite 38, Zeile 8 von unten lies: sich statt sie.

Illustrationen

„Der Raumanspruch eines Dorn zu seiner gattungsmässigen Entfaltung am Orte seines dauernden Aufenthaltes.“



Tafel 1.



Ndremen, d. 19. Februar 1892.

