5. die Möglichkeit, den befruchtenden Grundstoff auf gewisse Entfernungen hin zu versenden, indem die noch im Hoden enthaltenen Spermatozoen die Fähigkeit zur Befruchtung noch mindestens 24 Stunden beibehalten;

6. unter Anwendung meiner Methoden zum Einsammeln des Samens bietet sich die Möglichkeit, das Sperma in quantitativer wie in qualitativer Beziehung genau zu untersuchen, die relative Tauglichkeit eines männlichen Zuchttieres vom Standpunkte der Tierzucht aus festzustellen, die Zahl von Begattungen zu bestimmen, welche dem Zuchttier ohne Schaden für dasselbe zugemutet werden können, endlich den Einfluss des Alters, des Zeitpunktes der Paarung, des Ernährungszustandes und der Motion auf die Quantität und Qualität des abgesonderten Sperma festzustellen;

7. das Fehlen jeglicher Hinweise auf schwache Organisation oder Missbildungen irgend welcher Art bei dem Produkte künstlicher Befruchtung dieser oder jener Art. [50]

Versuche über die Art der Orientierung bei der Honigbiene.

Von L. Kathariner, Freiburg (Schweiz.)

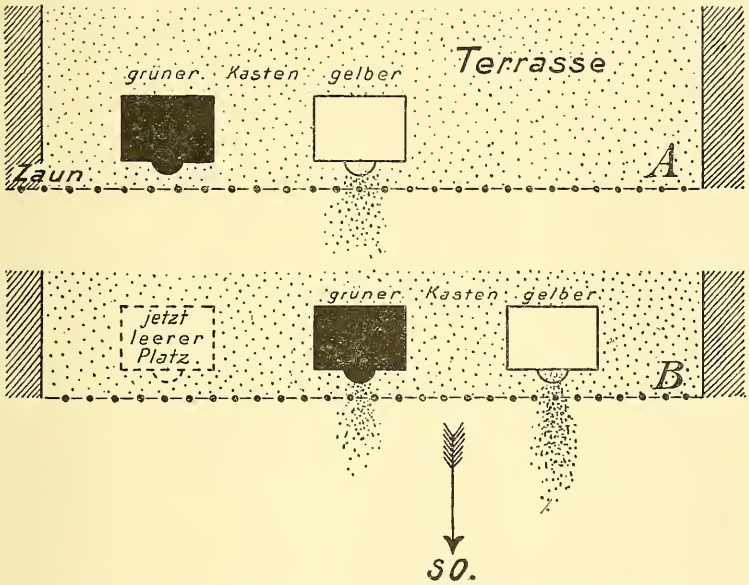
Die Frage nach dem Mittel, welches Ameisen und Bienen den Heimweg zu ihrem Neste wiederfinden lässt, ist in letzter Zeit mehrfach lebhaft diskutiert worden, nachdem sie durch A. Bethe's (1) Aufstellung einer noch „unbekannten Kraft“ in Fluss gebracht war. Ein Heimfinden auf Grund von dem Gedächtnis eingeprägten Erinnerungsbildern, wie man es bisher allgemein geglaubt hatte, kann für Bethe nicht in Betracht kommen, da er einer Annahme psychischer Qualitäten bei den Bienen überhaupt keine Berechtigung zugesteht. Es giebt nur Reize und durch sie ausgelöste reflektorische Bewegungen.

Aber auch keiner der bekannten (photischer, chemischer, elektrischer etc.) hier eventuell in Frage stehenden Reize genügt nach Bethe, die Beobachtungsthatsachen zu erklären. Es bleibt somit nichts anderes übrig, als einen Reiz noch unbekannter Art anzunehmen, der bei den auf den Rückweg sich begebenden Tieren Bewegungsvorgänge auslöst, welche sie zum Nest, eventuell zum Ort des Abfluges zurückbringen.

Trotzdem v. Buttel-Reepen (2) unter Beibringung großen Thatsachenmaterials den Bethe'schen Ansichten meines Erachtens mit Erfolg widersprochen hat, soweit die Bienen in Betracht kommen, und weiterhin Bethe (3) selbst, wenn auch nicht formell, so doch de

facto, die „unbekannte Kraft“ fallen gelassen hat[1]), halte ich es nicht für überflüssig, einige Beobachtungen bekannt zu geben, die mir zu beweisen scheinen, dass auf jeden Fall dem Auge die führende Rolle bei der Heimkehr der Biene zukommt, die Annahme einer unbekannten Kraft im Sinne Bethe's dagegen nicht nur überflüssig ist, sondern darüber hinaus in Widersprüche führt.

Die von mir angestellten Versuche fanden auf einer etwa 4 m über dem Boden gelegenen, annähernd quadratischen Plattform von 7,6 m Seite statt. Auf zwei gegenüberliegenden Seiten ist dieselbe von Gebäuden flankiert, die sie um mehrere Meter überragen. Auf



Stellung der Bienenkästen *A* vor, *B* nach der Teilung. (Der Querdurchmesser der Terrasse ist im Verhältnis viel größer, als er hier des beschränkten Raumes wegen der Fall ist.)

der einen freien, nach Südost gerichteten Seite stehen die Bienenkästen, mit ihrer Front 20 cm von einem 90 cm hohen Eisengeländer entfernt. Das ganze Dach ist beschottert und entbehrt besonderer Lokalzeichen. Zum Versuche wurden 2 Ständerbeuten benutzt, die jede auf einem gleichartigen besonderen Untersatz stehend, abgesehen vom Anstrich, dunkelgrün bezw. chromgelb, einander völlig gleichen. Im gelben Kasten war ein Bienenvolk seit 3 Jahren untergebracht. In 1,3 m Entfernung, von Flugloch-

1) 3. S. 210. „Ich habe mich über die Art der Wirkung der Kraft gar nicht ausgesprochen und werde mich auch hüten, die Gedanken, die ich mir über sie gemacht habe, zu publizieren, weil sie zu viel Aergernis erregen würden.“

mitte bis Fluglochmitte gemessen, und zwar links davon (Fig. *A*) stand seit April der grüne Kasten. Derselbe war bis zum Jahre vorher gleichfalls mit Bienen besetzt gewesen[1]).

Am 24. Juni 9^{30} vorm. wurden dem Volk im gelben Kasten, das 20 Waben dicht besetzte, 10 Tafeln mit teils gedeckelter, teils offener Brut entnommen und in den grünen Kasten umgehängt. Der leere Raum wurde in beiden Kästen durch je 10 ausgebaute, leere Rahmen ausgefüllt. Die Königin war bei dem alten Volk geblieben. Nach alter Imkerlehre soll man nun einen Ableger auf den Platz des Mutterstockes stellen, da ihm so alle Trachtbienen erhalten bleiben. Dementsprechend wurde der grüne Kasten an Stelle des gelben, der gelbe rechts davon an einen bis dahin leeren Platz gesetzt (Fig. *B*). Die Entfernung beider Kästen voneinander war die gleiche wie vorher. Der ganze Prozess beanspruchte 20 Minuten. Nun hätten die heimkehrenden Trachtbienen alle in den neuen Stock auf dem alten Platz einkehren sollen, sei es infolge der unbekannten Kraft Bethe's, sei es geleitet von den Wegzeichen der alten Imker. Nichts davon. Für mich, der ich schon 20 Jahre imkere, war es überraschend zu sehen, dass die Trachtbienen, darunter viele mit Höschen, die also sicher direkt von Tracht kamen, ohne Zögern in den alten Stock auf dem neuen Standort einliefen. Im Laufe des Tages glich sich die Stärke des Anfluges, der beim grünen Stock zunächst schwach war, aus; um 7^{30} nachm. kamen an beiden Stöcken behöselte Bienen an und eine Anzahl steißelte vor jedem Flugloch.

Am folgenden Tag hatte sich das Bild sehr zu Ungunsten des neuen Stockes geändert. Statt den größten Teil der Trachtbienen zu haben, war bei ihm der Flug nur etwa $^1/_3$ so stark, wie bei dem gelben Kasten. Es wurde nun je ein Dutzend Bienen an beiden Stöcken abgefangen und zwar solche, die eben auf Tracht ausfliegen wollten. Bei einiger Uebung sind sie leicht zu erkennen an der ganzen Art und Weise, wie sie aus dem Flugloch kommen, an der Haltung der Flügel u. dergl. Die vom gelben Kasten wurden weiß (Mehl), die vom grünen rot (Karminpulver) gepudert und dann in 200 m Entfernung fliegen gelassen. Innerhalb einer Stunde kehrten zurück: nach dem gelben Kasten 7 weiße, 3 rote, nach dem grünen eine weiße, 1 rote.

Um 4 nachm. wurden 15 Minuten lang die meisten der ausfliegenden Bienen an beiden Stöcken mittelst eines weichen Pinsels in denselben Farben markiert und ihre Rückkehr bis 5 nachm. kontrolliert. Im gelben Kasten fliegen zahlreiche weiße und im Verhältnis zur geringen Zahl der dem grünen überhaupt noch ver-

---

1) Also nicht etwa neugestrichen oder sonstwie auf die Bienen abstoßend wirkend.

bliebenen Flugbienen auch zahlreiche rote Bienen ein, im grünen Kasten wenige, aber sowohl weiße als rote.

Am 26. Juni 9^{30} vorm. wurden, um dem Vergleich gleiche Ziffern zu Grund legen zu können, von jedem Stock je 15 Bienen gezeichnet und in nur 100 m Entfernung fliegen gelassen. Innerhalb einer halben Stunde kehrten zurück nach Gelb 10 weiße, 2 rote, nach Grün 1 weiße, 6 rote Bienen.

Am 27. Juni hatten die Bienen im grünen Kasten noch mehr an Zahl abgenommen und besetzten nur noch ganz zerstreut die 20 Waben; ihre Zahl wäre noch viel geringer, wenn nicht inzwischen viele junge Bienen ausgelaufen wären; im gelben Kasten dagegen fanden die Bienen in den zwei unteren Etagen nur noch schlecht Platz und wurde daher der Honigraum geöffnet.

Am 26. Juni wurde eine zweite Versuchsreihe begonnen. 10^{15} vorm. wurden je 15 Bienen an beiden Stöcken abgefangen, gezeichnet und in 100 m Entfernung aufgelassen; bevor letzteres geschah, war die ganze Vorderseite eines jeden der beiden Stöcke mit einem entsprechend geschnittenen Pappstücke maskiert worden, das genau dieselbe Färbung hatte wie der andere Kasten; der grüne hatte eine gelbe Maske und umgekehrt. Sofort fand eine lebhafte Stauung der ankommenden Bienen vor den Fluglöchern statt. Die Bienen wogten, besonders vor dem alten Stock, Kreise beschreibend hin und her und man konnte unter ihnen auch leicht die markierten herauskennen. Nach längerem Zögern krochen sie aber doch ein, darunter in den grünen (gelb maskierten) Kasten 8 rote, 1 weiße, in den gelben (grün maskierten) 5 weiße, 0 rote. Die Stauung hielt noch an, als nach einer halben Stunde die Pappen entfernt wurden.

Am 16. Juli 10 vorm. wurde der Maskierungsversuch wiederholt, aber die Verkleidung auf das untere, die Fluglochöffnung enthaltende Drittel der Ständerbeuten beschränkt. Nichtsdestoweniger war der in einer Stauung des Anfluges bestehende Effekt ebenso stark wie bei der Maskierung der ganzen Vorderfläche im vorigen Versuch. 3 nachm. war jede Störung des Anfluges geschwunden, die Bienen flogen glatt ein. Als dann andern Tags, 17. Juli 9 vorm. die Masken entfernt wurden, hatte dies keinerlei wahrnehmbare Folge.

Will man die vorliegenden Beobachtungen deuten in Bezug auf die Frage, wie es der Biene möglich ist, bei Rückkehr von der Tracht den Stand und auf diesem den Mutterstock aufzufinden, zu dem sie gehört, so scheint es mir notwendig, einen Unterschied zu machen zwischen zwei Phasen der Heimkehr, die zwar gewöhnlich ununterbrochen ineinander übergehen und als ein Akt erscheinen, von denen aber auch die zweite sich verzögern bezw. ganz ausfallen kann. Ich meine, die Biene kann in einem Zuge

vom Trachtplatz bis in das Flugloch ihres Stockes gelangen, sie kann aber auch, durch irgendwelche Störung veranlasst, bereits am Stande angelangt, zaudern, in einen der Kästen einzuschlüpfen bezw. in einen unrichtigen einkehren[1]).

Wie die Biene den Weg vom Trachtplatz zum Stand findet, ist eine Frage, die außerhalb des Bereiches meiner Versuche liegt und die ich außerdem deshalb auf sich beruhen lassen kann, als ich mich ganz der Auffassung v. Buttel's anschließe: Auf einen Widerspruch, in den sich Bethe verwickelt hat, möchte ich aber doch aufmerksam machen, da er bisher, soviel ich sehen kann, keine Beachtung gefunden hat, obschon er allein genügt, um die unbekannte Kraft zu Fall zu bringen.

Romanes glaubt, dass das Nachhausefinden der Bienen auf Erinnerungsbildern beruht, weil Bienen aus einem an der Seeküste aufgestellten Bienenstock, nach demselben zurückkehrten, wenn er sie von einem Blumengarten an der Landseite, dagegen nicht, wenn er sie von der See aus fliegen ließ. Der Blumengarten war ihnen bekannt, auf der See hatten sie keine optischen Merkmale. Bethe (1) ließ aus dem Stadtinnern, das ihnen nach seiner Meinung ebenso unbekannt war, wie das Meer, Bienen fliegen, und die fanden den Heimweg. Dieses Resultat gab ihm Veranlassung zur Aufstellung einer unbekannten Kraft, welche die Bienen zur Stelle des Stockes zurückführt. Für das negative Resultat des Romanes'schen Versuches weiß er keine Erklärung. In seiner Erwiderung (3) an Buttel bespricht er einen zweiten, unter ähnlichen Bedingungen wie der von Romanes angestellte, von ihm am Golf von Neapel ausgeführten Versuch; von der See aus aufgelassene Bienen fanden den Rückweg zu ihrem nur 1700—2000 m entfernten Stock nicht. Die unbekannte Kraft lässt also hier völlig im Stich, gerade wie

---

1) Berlepsch, A. v. Die Biene und die Bienenzucht in honigarmen Gegenden. Mühlhausen 1860, S. 175, sagt: „Unter den gewöhnlichen Bienenzüchtern herrscht allgemein der Glaube, es kehre jede Biene selbst auf dem reichst besetzten Stande jedesmal in ihren Stock zurück oder werde, wenn sie in einen fremden gerate, getötet. Beides ist ganz falsch. Wo viele Stöcke nahe beisammen stehen, verfliegen sich die Bienen sehr häufig und werden nur in seltenen Fällen getötet."

Bethe zwar giebt nicht viel auf die Aussagen von Bienenzüchtern, worin er meines Erachtens Recht im allgemeinen hat, aber einem scharfsichtigen Manne, wie v. Berlepsch es war, der seiner Zeit selbständig und kritisch gegen den alten Schlendrian in der Bienenzucht vorging, wird auch er das Vertrauen nicht versagen können, das er dem von ihm citierten Bienenzüchter Dickel entgegenbringt. Wenn Bethe, wie es scheinen will, nur Fachphysiologen für die vorliegenden Fragen für kompetent erachtet, so möchte ich als „imkernder Zoologe" doch betonen, dass spezielle fachphysiologische Kenntnisse zur Behandlung derselben nirgends nötig sind und auch in den Bethe'schen Experimenten nicht zu Tage treten. Die Fähigkeit, Versuche zielbewusst zu ersinnen, gut zu beobachten und die gewonnenen Resultate unbefangen, logisch und kritisch zu verwerten, gehört zum Handwerkszeug jedes Biologen.

bei dem Versuch von Romanes. Jetzt erscheint es Bethe am wahrscheinlichsten, dass die Bienen auf ihrem Wege in der Luft eine chemische Spur zurücklassen — eine Annahme, die er früher (1) S. 78 mit Recht als „absurd“ bezeichnet hat — und er findet es danach „erklärlich, dass die Bienen aus Gegenden, die weit von Stellen entfernt sind, in die normaliter der Flug geht (wie die Seeküste) schlecht oder nicht heimfinden.“

Aus der Stadt also finden sie heim, trotzdem sie nach Bethe's Meinung noch nicht dort gewesen waren, von der See finden sie nicht heim, weil sie noch nicht dort gewesen sind! Das mutet einem auch „wie ein Versteckspielen mit den Thatsachen an“ (3. S. 205).

Die alte Annahme, dass es optische Merkzeichen sind, welche die Biene zum Stand zurückleiten, wird durch die Versuche Bethe's in keiner Weise erschüttert; dass dem Auge auch beim Auffinden des bestimmten Stockes die hauptsächliche[1]) Rolle zufällt, scheinen mir meine Beobachtungen zu beweisen.

Unmittelbar nach der Teilung sehen wir die heimkehrenden Bienen größtenteils nicht den „Ort im Raum“, sondern den alten Stock am neuen Ort auffinden. Da aber ein Teil auch in den neuen Stock am alten Ort einkehrt, so ist ein einheitlich lokalisierter, reflexauslösender Reiz von vornherein auszuschließen, sonst hätten alle den alten Stock oder den alten Platz aufsuchen müssen. Dass auch nicht ein von den Bienen selbst auf dem Wege hinterlassenes „Etwas“ in Betracht kommen kann, ergiebt sich ohne weiteres aus dem Umstand, dass die Mehrzahl da einfliegt, wo sich noch keine Straße hatte bilden können. Der alte Stock am neuen Platz besaß mehr Anziehungskraft als der alte Platz; die, wie es zunächst scheint, von beiden ausgehenden Reize, wirkten mit verschiedener Intensität, nicht nur auf die verschiedenen Individuen, sondern auf dieselben Individuen zu verschiedenen Zeiten, aus dem grünen Kasten abgeflogene Bienen kehrten heimwärts in dem gelben ein und umgekehrt.

Nehmen wir an, es seien Gesichtseindrücke, welche die Bienen nicht nur zum Stand, sondern auch in einen bestimmten Kasten führen, so erklärt sich der Befund in folgender Weise:

Die beiden Stöcke standen unmittelbar nach der Teilung in derselben Entfernung von und in derselben Orientierung zueinander, wie vor derselben (Fig. *A*, *B*). Ein Teil der von der Tracht kommenden Bienen kam auf der alteingefahrenen Flugbahn zum Stand und dem Ort des Flugloches, traf dort Genossen des Volkes und den eigenen Nestgeruch und schlüpfte ein, ohne von dem ver-

1) Zweifellos wird auch der Geruchsinn unter Umständen in Betracht kommen, vielleicht auch das Gehör.

änderten Aeußeren des Stockes selbst Notiz genommen zu haben[1]). Hier hatte also der alte Ort den Ausschlag gegeben. Andere waren durch irgend einen Umstand aus ihrer bis zum Stand rein automatisch innegehaltenen Richtung abgelenkt und zur Verwertung des den Stock selbst betreffenden Erinnerungsbildes veranlasst worden. Die kehrten dann in den ihnen nach Farbe und relativer Stellung zum andern gewohnten Kasten ein. Dass von diesem etwa ausgehender Königinnengeruch anziehend gewirkt habe, ist bei dem wechselnden Verhalten der Bienen wenig wahrscheinlich, namentlich in Hinsicht auf den ersten Maskierungsversuch.

Bei diesem war an den Stöcken nichts weiter geändert, als die Farbe der Vorderwand mittelst der dicht anliegenden Pappeverkleidung. Trotzdem fand hier eine ganz auffallende Stauung im Anfluge statt. Der Volks- und der Königingeruch sind vorläufig wirkungslos. Spielte nicht das Auge bei der Auswahl des Stockes eine hervorragende Rolle, so wäre die Stauung unverständlich. Aber, wird man fragen, warum flogen denn die Bienen nicht, wie am Tage der Teilung, nach dem nun gelb maskierten Stock bezw. die, welche sich inzwischen auf den grünen eingeflogen hatten, nach dem grün maskierten?

Ich glaube, weil die Verhältnisse jetzt doch wesentlich andere waren als damals. Damals bot sich nach der Teilung und Verstellung der Stöcke (Fig. *B*) den ankommenden Bienen im wesentlichen dasselbe Bild wie vorher (Fig. *A*): links der grüne, rechts der gelbe Stock, beide in derselben Stellung zueinender und derselben Entfernung voneinander. Die Bienen verfolgten entweder automatisch ihre Flugbahn und kamen in den grünen Stock, oder sie wurden durch irgend einen Umstand im letzten Moment zur optischen Orientierung veranlasst und gingen in den gelben Kasten. Bei dem Maskierungsversuch schlüpfte ebenfalls ein Teil der Bienen ohne jedes Zaudern ein[2]), andere dagegen, die in ihrer automatischen Bewegung gestört waren, zögerten angesichts des Aussehens ihres Stockes um so mehr, als die veränderte Situation ihnen keinerlei Anhaltspunkt für die Wahl eines der beiden Kästen bot.

Es bestehen bezüglich der Beobachtungsthatsachen bei Maskierung der Stöcke Differenzen zwischen Bethe einerseits, v. Buttel,

---

1) Verfolgen doch auch wir einen altbekannten, oft zurückgelegten Weg automatisch, wie es namentlich dann besonders deutlich wird, wenn jemand eine lange Zeit inne gehabte Wohnung gewechselt hat und es ihm dann anfangs wohl einmal passiert, dass er sich erst vor der alten Wohnung des Wechsels erinnert.

2) Ich beobachtete dies, wenn ich die Maske recht rasch und ohne Störung vorsetzte im Anfang; hat sich erst ein Schwarm umhersuchender Bienen vor dem Flugloch gebildet, dann werden dadurch auch diejenigen aufgestört, die bis dahin automatisch ihren Weg verfolgt hatten.

vielen anderen Imkern[1]) und mir andererseits, die aber unschwer zu erklären sein dürften.

Dass die Maskierungsversuche Bethe's durch Verändern des Hintergrundes, Ausbreiten farbigen Papiers vor den Stöcken u. s. w. keinen Eindruck auf die Bienen machten, erscheint mir selbstverständlich. Bethe verkleidete aber auch die braune Vorderwand des Stockes selbst mit Blau und den Stock samt dem ihn tragenden Tisch mit grünen Zweigen. Die Bienen flogen „ohne Zaudern geradlinig wie sonst ins Flugloch". Bethe glaubt nun, dieser Versuch beweise, dass das Auge beim Heimfinden keine Rolle spielt. Wenn die Bekleidung des Stockes sich bewegte oder grelle Farben in der Nähe angebracht waren, traten Stockungen ein, aber auch nicht immer. Bethe meint, „es kommt hier nur darauf an, dass der Anflug bei Maskierung normal sein kann[2])!" Ich sollte meinen muss, denn wenn die heimführende Kraft mit der „Photoreception" gar nichts zu thun hat, warum soll dann überhaupt jemals die Maskierung einen Effekt haben können!

Von unserem Standpunkt aus versteht es sich leicht, dass bis zu einem gewissen Grad getriebene Maskierung von den Bienen mit Rücksicht auf die sonst normalen Verhältnisse unbeanstandet bleiben, aber auch das Gegenteil der Fall sein kann; wann das eine, wann das andere statt haben wird, können wir nicht a priori voraussagen, da der Grad der Störung sich unserer Schätzung im allgemeinen völlig entzieht. Wenn Bethe sagt, wem seine Maskierung nicht genüge, der möge sie weiter treiben, so hat er dies ja selbst schon gethan, denn „grelle" Farben hatten ja Stauung zur Folge.

Bethe stellte statt des Stockes einen 9 mal so großen Kistendeckel hin mit 2 Fluglöchern. Die Bienen flogen zu Hunderten durch die Fluglöcher ein und sammelten sich an der anderen Seite. Das besagt für die Frage, ob das Aussehen des Stockes gleichgültig ist oder nicht, gar nichts. Zerstört man ein Wespennest oder auch vernichtet man die Brutstätte eines Vogelpaares, so suchen die Tiere oft noch tagelang nach ihrem alten Heim, an das nichts mehr erinnert als die Umgebung. Ja der verständige Mensch, den ein Brand oder Erdbeben obdachlos gemacht hat, benimmt er sich unter Umständen nicht ähnlich? Was ist daraus zu folgern?

---

1) So ist nach v. Berlepsch Vorsicht nötig, wenn man von einer Beute einen Treibling gemacht hat und dieser in einen Kasten von anderer Farbe kommt. „Selbst die bloße verschiedene Farbe macht die Bienen stutzig." Stammt z. B. der Treibling aus einem roten Kasten und kommt in eine grüne Beute, so hefte man an diese ein rotes Blatt Papier vor.

2) Pferde, Rinder etc. rennen häufig in den brennenden und so doch sicher genug „maskierten" Stall zurück. Wer wird daraus schließen wollen, dass bei ihnen das Heimfinden sonst mit „Photoreception" nichts zu thun habe?

Noch einige Versuche, welche ich anstellte, scheinen mir die Fähigkeit der Bienen zu lernen darzuthun.

Am 17. Juli 9^{20} vorm. wurde der gelbe Stock um 73 cm nach rückwärts verschoben; die Bienen flogen nach wie vor ohne Zaudern ein, ohne von der Verschiebung Notiz zu nehmen. Die durch die Aufstellung des Stockes bedingte Art des Anfluges erklärt, glaube ich, diesen etwas auffallenden Befund. Ursprünglich stand der Stock mit seiner Vorderseite nur 20 cm von dem 90 cm hohen Eisenzaun entfernt. Die Höhe des Flugloches über dem Boden betrug 45 cm, die Entfernung von ihm bis zum oberen Rand des durch eine horizontale Stange abgeschlossenen Zaunes ebensoviel. Die Bienen, schräg von oben kommend, biegen kurz vor dem Zaune in stumpfem Winkel ab, um zwischen den Stäben des Gitters durch in annähernd wagerechter Richtung das Flugloch zu erreichen. Nach der Rückwärtsverschiebung behielten sie die Form der Flugbahn bei und sie brauchten nur den horizontalen Teil derselben um 73 cm zu verlängern, um in das Flugloch zu gelangen. Wäre der Zaun nicht gewesen, hätte eine einfache Verlängerung der jetzt anders gestalteten Flugbahn nicht zum Ziele geführt und ein Suchen an der früheren Stelle des Flugloches wäre wahrscheinlich die Folge gewesen.

Nach 5 Minuten, um 9^{25} vorm., wurde der Stock um weitere 77 cm verschoben, so dass das Flugloch jetzt um 1,50 m von der alten Stelle entfernt war. Während einzelne von Tracht kommende behöselte Bienen auch jetzt noch ohne zu stutzen den Eingang fanden, staute sich die Mehrzahl vor dem Zaun etwa da, wo die Umbiegungsstelle der normalen Flugbahn lag, und beschrieb von hier Kreise in der Luft und zwar in verschiedenen Höhen, nicht nur in der des Flugloches vom Boden. Nach längerem oder kürzerem Suchen fanden sie aber doch den Stock, so dass An- und Abflug an demselben auf die Dauer keine Unterbrechung erlitt. Um 12 mitt. war nur noch wenig, um 3 nachm. überhaupt nichts mehr von jener Stauung wahrzunehmen, auch flogen die Bienen jetzt größtenteils über den Zaun auf dem direktesten Wege ein. Sie hatten sich also in kurzer Zeit der veränderten Stellung anbequemt. Als nun der Stock auf einmal um 1,50 m vorgerückt wurde, flogen die Bienen sofort wieder, als ob nichts geschehen wäre, in der altgewohnten Weise durch die Zaunlücken. Die Wiederanpassung an den hergebrachten Zustand vollzog sich also momentan, wie dies auch bei der Entfernung der Maske am 17. Juli zu beobachten gewesen war.

In beiden Fällen benahmen sich die Bienen absolut nicht anders, als wie es zu erwarten wäre von Wesen, die sich durch Gesichtswahrnehmungen leiten lassen und ihre Handlungen den Umständen entsprechend zu modifizieren, zu lernen vermögen.

Der Versuch Bethe's, bei dem die Bienen nach Wegschlagen einer vor dem Stocke stehenden Platane sofort durch die entstandene Lücke flogen, gehört ebenfalls hierher.

Auch die Drehversuche Bethe's sprechen dafür, dass die Bienen beim Aufsuchen des Flugloches durch den Gesichtssinn geleitet werden. Dass der vom Flugloch ausgehende Nestgeruch keine führende Rolle spielt, hat Bethe schon selbst auseinandergesetzt.

Bethe drehte zuerst den Stock plötzlich um 90°. Die Bienen finden das Flugloch nicht, sondern suchen es an der alten Stelle. Bei einer Drehung um 90° innerhalb einer Viertelstunde folgen die Bienen anfangs gut bis 30°, bei 45° sucht die Mehrzahl erst einige Zeit ehe sie hineinfindet, und bei 90° finden zwar noch einzelne teils fliegend, teils auf dem Flugbrett laufend den Eingang, die Mehrzahl aber sucht an der alten Stelle.

Bei einer Drehgeschwindigkeit von 20 Minuten ist das Resultat in der Hauptsache das Gleiche. Bei 135° Drehungswinkel findet kein Tier mehr das Flugloch. Ein Mitwandern der Bienenstraße bis zu einem gewissen Grade der Drehung ist zweifellos, etwa bis 35—45°, aber bei keiner Verlangsamung der Rotation, selbst nicht einer solchen um 90° in 45 Minuten, ging die Straße weiter als bis 45—50° mit.

Mir scheint, dass es innerhalb der bei den Versuchen angewandten, eine Eingewöhnung ausschließenden kurzen Fristen einerlei ist, ob rasch oder langsam rotiert wird. Für die ankommenden Bienen ist die Stellung des Stockes in ihrer Abwesenheit verändert worden; das Maß der Veränderung kann nicht durch die in der Zeiteinheit erreichte Winkelgröße ausgedrückt werden, da wir die „Bienenstraße“ nicht als eine physiologische Einheit auffassen dürfen, sondern es ist für jede einzelne Biene, die zu einer bestimmten Zeit eintrifft, ein anderes: klein, bei rascher Drehung, aber kurzer Abwesenheit der Biene, sowie bei langsamer Drehung und längerer Abwesenheit, und groß in den entsprechenden anderen Fällen. Praktisch kommt daher überhaupt nur der Drehungswinkel in Betracht. Wie der Versuch zeigt, wird das Flugloch bei 45° Drehung leicht gefunden: das ist das „Mitwandern der Bienenstraße“, die ja doch nichts anderes ist, als die Gesamtheit der gleichzeitig in derselben Richtung dem Stocke zustrebenden Bienenindividuen; schwierig und noch von einzelnen Bienen im Flug wird es bei Drehung über 45° gefunden: „das Zurückbleiben der Bienenstraße.“

Wurde der Stock schnell in die alte Stellung zurückgebracht, so flogen die Bienen sofort wieder direkt und geradlinig ein; blieb er aber 4—5 Stunden in einer Winkelstellung von 45° und wurde dann schnell zurückgedreht, so flogen die Bienen noch eine Zeit lang (etwa 1—$1^1/_2$ Stunden) zunächst auf die Südostecke des Stockes los, um dann plötzlich nach rechts zum Flugloch umzubiegen. Sie

verfolgten also die Bahn, die sich in den fünf Stunden ausgebildet hatte.

Das Verfolgen des nun falschen Weges beweist mir nur, dass die Bienen sich an die neue Stellung angepasst, dass sie gelernt hatten. Dass sie ihn noch eine Zeit lang einhielten, als er schon nicht mehr zum Flugloch führte, spricht durchaus nicht gegen ihre Orientierung durch das Auge, ebensowenig wie das Benehmen der Bienen, welche nach der Teilung und Verstellung des gelben Stockes in den an seine Stelle gesetzten grünen einflogen und derjenigen, welche bei den Maskierungsversuchen von der Maske keine Notiz nahmen; sie verfolgten eben den gewohnten Weg bis zur Stelle des Flugloches, ohne den Kasten selbst zu beachten, nur geleitet von den Wegzeichen. Erst als sie es da nicht fanden, bestimmte sie das Erinnerungsbild des Kastens, es anderswo zu suchen.

Bei einer plötzlichen Rückwärtsverschiebung des Stockes um 2 m sammelten sich nach Bethe die Bienen in einer Wolke an der alten Stelle, nur wenige flogen noch direkt hinein. Wurde er ganz langsam, im Laufe von einer Stunde oder noch längerer (wie langer?) Zeit zurückgeschoben, so bot sich dasselbe Bild wie bei plötzlicher Verschiebung.

Natürlich, denn für die ankommenden Bienen kommt nur der Betrag der Verschiebung in Betracht, der bei ihrer Rückkehr erreicht ist; von einem Einfliegen in die neue Stellung kann ja bei der kurzen Dauer des Versuchs keine Rede sein.

Besonders beweisend für die Orientierung der Bienen durch den Gesichtssinn scheint mir noch eine andere Beobachtung Bethe's zu sein. Bei langsamer Rotation stellte sich die Bienenstraße in 45° ein und blieb in dieser Lage, bis der Stock zur 135°-Stellung gedreht war, ging dann aber bei der Annäherung an 180° zur normalen Lage zurück. Bethe meint, dass der Chemotropismus mitspiele, indem an der nur durch einen Deckel verschlossenen Hinterseite beinahe ebensoviel Neststoff entströmte, wie durch das Flugloch auf der Vorderseite. Warum Bethe nicht durch hermetischen Abschluss des Deckels mittels Verkitten die Frage entschieden hat, ist nicht einzusehen. Nun ist aber ferner zu beachten, dass der Bienenkasten, was den Umriss anbelangt (er war nach der Abbildung länglich viereckig), auf der Rückseite der Vorderseite gleicht, ein Umstand, der allein schon die Bienen veranlassen konnte, den Anflug wieder direkt auf die vermeintliche Front des Kastens zu richten.

In dieser Auffassung bestärkte mich das Resultat eines Versuches vom 9. Juni dieses Jahres.

Der gelbe Kasten wurde während lebhafter Tracht auf einmal auf seinem Postament um 45° gedreht. Die Bienen fanden das Flugloch ohne weiteres. Dann wurde weiter um 45°, also im

ganzen um 90° gedreht, so dass jetzt die Seitenwand des Kastens die Front bildete. Sofort richteten die Bienen ihren Anflug auf diese Seitenwand und zwar nach der Stelle, wo in der Vorderwand das Flugloch sich befunden hätte. Dort flogen sie an, fanden keinen Eingang und liefen nun um die Ecke herum nach der eigentlichen Vorderwand und dort in das Flugloch.

Die Art des Anfluges, das Stutzen erst im Moment, als sie sich niederließen und das Flugloch nicht an der gewohnten Stelle fanden, ließ für den Beobachter gar keinen Zweifel, dass die Bienen nun die nach vorn gerichtete Seitenwand für die Frontseite hielten.

Beide Wände unterscheiden sich auch in dem Aussehen nicht erheblich, der Anstrich ist genau derselbe, nur ist die Seitenwand um 13 cm schmäler (40 statt 53) und entbehrt des Flugloches. Bei der 45°-Stellung war der Anflug selbst modifiziert und richtete sich direkt auf das Flugloch, bei 90° war er nicht verändert, sondern, wie bei der normalen Stellung senkrecht auf die nunmehrige Vorderwand gerichtet. Alles also ganz so, wie es von Tieren zu erwarten stand, die von ihrem Gesichtssinn geleitet und unter Umständen auch irre geführt werden.

Wäre der „Ort im Raum“ Sitz einer geheimnisvollen Kraft, warum flogen dann bei der 45°-Stellung die Bienen unbekümmert um ihn nach dem Flugloch, ginge aber von diesem die Anziehungskraft aus, wie käme es, dass sie bei weiterer Drehung um 45° versagte, da sie doch bei Rückwärtsverschiebung auf viel größere Entfernungen als die durch die Drehung bedingte, wirksam bliebe. Dass die Bienen am Kasten herumlaufend das Flugloch fanden, ist leicht durch den von ihm ausströmenden Nestgeruch, der ja an guten Trachttagen auch für uns Schritte weit wahrnehmbar ist, zu erklären.

Nach allem scheint es mir, dass auf jeden Fall die führende Rolle bei der Heimkehr in den Stock dem Gesichtssinne zufällt; eine „unbekannte Kraft“, von der Bethe nicht einmal angeben kann, wo sie ihren Sitz hat, geschweige denn wie sie wirkt, erklärt nicht nur nichts, sondern führt in Widersprüche.

Litteratur.

1. Bethe: Dürfen wir den Ameisen und Bienen psychische Qualitäten zuschreiben? Arch. f. d. ges. Physiologie. 70. Bd., 1898.
2. Buttel-Reepen, v.: Sind die Bienen Reflexmaschinen? Biol. Centralblatt, 20. Bd., 1900.
3. Bethe: Die Heimkehrfähigkeit der Ameisen und Bienen zum Teil nach neuen Versuchen. Biol. Centralbl., 22. Bd., 1902.
4. Buttel-Reepen, v.: Die phylogenetische Entstehung des Bienenstaates. Biol. Centralbl., 23. Bd., 1903.

Nachtrag.

Kurz nachdem vorstehender Aufsatz geschrieben war, spielte sich ein kleines Vorkommnis ab, das ja für den Imker nichts Ueberraschendes hat, für weitere Kreise aber wegen der daraus sich ergebenden Schlüsse einiges Interesse haben dürfte.

Am 3. Juli d. J. gegen 7 Uhr abends wurde mir mitgeteilt, dass man das Esszimmer meiner Wohnung nicht betreten könne, da in demselben Hunderte von Bienen herumschwärmten.

Und so war es in der That. Im ersten Augenblick hätte man meinen können, ein Schwarm sei durch das offene Fenster hereingekommen, so groß war die Masse der Bienen. Auf einem kleinen Tischchen, etwa 3 m vom Fenster entfernt, hatte etwas Wabenhonig offen in einem Teller gelegen. Teller und Tischchen waren schwarz von Bienen, der Verkehr zum offenen Fenster herein und hinaus war wie am Flugloch eines starken Volkes. Die Zahl der Bienen betrug mehrere Hundert[1]). Ich schüttete sofort die schon völlig leer geraubten Wabenreste samt den daraufsitzenden Bienen zum Fenster hinaus und brachte Tischdecke und Teller aus dem Zimmer. Trotzdem kamen fortwährend noch Bienen herein und suchten auf dem leeren Tischchen und an der benachbarten Wand herum. Nun wurde auch der Tisch weggestellt, aber im Zimmer belassen. Doch nach wie vor kamen neue Honigdiebe zum Fenster herein und suchten an der Stelle im Raum, wo der Tisch gestanden hatte, diesen selbst, der nur etwa 3 m weit weggerückt war, ließen sie aber unbeachtet.

Durch Zusammenkehren und Hinauswerfen, starke Rauchentwickelung und Schließen des Fensters hatte ich etwa bis 8 Uhr das Zimmer so weit gesäubert, dass auch der nicht imkernde Teil meiner Familie sich hereinwagte.

Was ich vorausgesehen, trat andern morgens ein. Das Mädchen, welches das Zimmer in der Frühe säubert und lüftet, meldete mir um $^1/_2$7 Uhr, dass der Zauber vom vorhergehenden Abend sich wiederhole. Als ich ins Zimmer trat, sah ich schon wieder Dutzende von Bienen schnurgerade zum Fenster herein nach der betreffenden Stelle fliegen, obwohl seit 12 Stunden dort nichts mehr zu holen war. Während des ganzen Tages wiederholte sich der Vorgang bei jedem Versuch, das Fenster offen zu halten.

Alle hereingelangten Bienen suchten eifrig an der Stelle, wo das Tischchen gestanden hatte, ließen sich dann an der Wand nieder, dort kleine Klümpchen und Gruppen bildend. Dabei betasteten sie sich gegenseitig eifrig mit den Fühlern, einzelne fütterten

---

1) Im Frühjahr und Herbst übt Honig immer eine derartige Anziehungskraft aus. Dass hier schon am 3. Juli, erklärt sich aus dem Umstand, dass wir hier ausschließlich Frühtracht haben, die mit der Heuernte vorbei ist.

auch ihre Genossen mit weit vorgestreckter Zunge. Erst die einbrechende Dunkelheit machte dem Treiben ein Ende.

Am 5. um 7 Uhr vorm., also nach 36 Stunden, kamen nach Oeffnen des Fensters immer noch Bienen, allerdings minder zahlreich, und ihre Zahl schmolz im Laufe dieses und des folgenden Tages mehr und mehr zusammen; erst am 7. hatte der Anflug ganz aufgehört. Amüsant war es zu sehen, wie diese letzten, ausdauerndsten Spürer sich benahmen. Nicht, dass sie sich lange mit Suchen aufhielten, wie in der ersten Zeit, sie kamen herein, beschrieben nur im Flug eine Schleife über der bewussten Stelle und verschwanden wieder, ohne sich gesetzt zu haben. Sie machten es, um einen anthropomorphistischen Vergleich zu gebrauchen, wie wenn wir, ohne Aussicht auf Erfolg, eben mal nach etwas sehen, weil wir doch gerade in der Nähe vorbeikommen.

Was lässt sich nun aus diesem Vorkommnis schließen?

1. Dass die Biene ein Mitteilungsvermögen besitzt.

Schon Tage lang hatte der Honig bei geöffnetem Fenster im Zimmer gestanden, ohne Bienen anzuziehen, was bei der hohen Lage des Zimmers in der vierten Etage, und der Richtung der Fenster nach Nordost, nicht Wunder nehmen kann. Ihr plötzliches Auftreten zu Hunderten kann nur durch die Annahme erklärt werden, dass eine einzelne Biene sich zufällig in die Nähe des Fensters verirrte und, durch den Geruch geleitet, die Honigquelle fand, von der sie dann ihren Nestgenossen Mitteilung machte. Auf welche Art, ist eine Frage für sich. Aber lediglich auf einen Nachahmungstrieb lässt sich das Verhalten der übrigen Bienen nicht zurückführen, denn welche Konsequenzen würde die Annahme nach sich ziehen, dass einer mit gefülltem Honigmagen heimgekehrten Biene sich ohne weiteres beim nächsten Ausflug Hunderte anderer anschlössen?

2. Dass die Bienen ein Gedächtnis besitzen, denn während mehrerer Tage haftete noch der einmal erhaltene Eindruck und veranlasste sie, wieder und wieder zu kommen, trotzdem die Reizquelle selbst schon lange nicht mehr vorhanden war. Allerdings braucht ein solches „Gedächtnis“ durchaus nicht psychischer Qualität zu sein. Ein Nachklingen des einmal erhaltenen reflexauslösenden Reizes würde sich ebenso äußern, und die Verschiedenheit im Suchen anfangs und später könnte man durch das allmähliche Abklingen desselben erklären. Sein gänzliches Erlöschen giebt einen ausreichenden Grund für das schließliche Wegbleiben auch der Hartnäckigsten ab. Ein „Lernen“ als „eine sinnliche Erfahrung, durch die neue Vorstellungs- und Empfindungsassociationen unmittelbar gebildet werden“ (Wasmann) braucht hier nicht in Betracht zu kommen.

3. Dass sie durch das Gesicht sich im Zimmer orientierten;

sie suchten immer an der richtigen Stelle, obschon jede Geruchsspur daselbst entfernt war. Eine solche hätte ja jetzt nur noch am Tischchen haften können, dieses aber, abseits stehend, blieb unbeachtet. Nur der durch die Umgebung bestimmte Ort im Raum bildete das direkte Ziel der neu Angekommenen. [71]

Bemerkungen zu Herrn Dr. Petersen's Aufsatz: Entstehung der Arten durch physiologische Isolierung.

(Biol. Centralbl. XXIII, S. 468.)

Von Dr. Karl Jordan, Kustos am Zoologischen Museum in Tring, England.

Der Herr Verfasser hat die Litteratur ungenügend benutzt und giebt daher den Lesern des Biologischen Centralblattes ein unrichtiges Bild von dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse der in dem Aufsatze behandelten Fragen.

I. Die als neu hingestellten morphologischen Thatsachen sind schon bekannt. Wenn der Herr Verfasser sagt, „dass alle Untersuchungen bisher nur die äußeren männlichen Sexualorgane behandelt und dabei stillschweigend vorausgesetzt haben, dass dem oft wunderbar komplizierten Kopulationsorgan des Männchens auch immer ein besonderer Bau desselben beim Weibchen entspricht“, so hat er übersehen, dass in der von ihm gegen Schluss seines Aufsatzes citierten Arbeit „Mechanical Selection“ Seite 490—497 und Taf. XIX[1]) den weiblichen Kopulationsorganen gewidmet sind und dass ich auf S. 460 sage: „Soweit wir wissen, haben die Systematiker, was Lepidopteren anbetrifft, nur von der männlichen Genitalarmatur Gebrauch für diagnostische Zwecke gemacht. Wir fanden bald, dass die Morphologie des Abdomens der Weibchen, einschließlich der Vaginalarmatur, dem Systematiker ausgezeichnete generische Charaktere giebt und dass das Detail der Struktur vom höchsten taxonomischen Werte für die Abgrenzung der Spezies ist“.

Die Kopulationsorgane beider Geschlechter von *Charaxes* und Verwandten sind in unserer Monographie dieser Gruppe von Tagfaltern besprochen[2]).

Wenn der Verfasser ferner mitteilt, dass er „in einer eben dem Drucke übergebenen Arbeit den Beweis zu liefern glaubt, dass jede Schmetterlingsart durch die Sexualorgane dermaßen wohl charakterisiert ist, dass man sie nach der Bildung dieser Organe mit Sicherheit erkennen kann . . . dass jede Art nach dem Abdomen allein mit voller Präzision bestimmt werden kann, und zwar nicht

---

1) Nov. Zool. III. 1896.

2) Nov. Zool. V. 1898. — In dem im April 1903 erschienenen Werke: Rothschild und Jordan, A Revision of the Lepidopterous Family *Sphingidae* sind von den 67 Tafeln $8^1/_2$ den weiblichen Kopulationsorganen gewidmet.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologisches Zentralblatt

Jahr/Year: 1903

Band/Volume: 23

Autor(en)/Author(s): Kathariner Ludwig

Artikel/Article: Versuche uì̀ˆber die Art der Orientierung bei der Honigbiene. 646-660