

Der Geist blinder Denker hat nicht geruht, bis er auch für die Mathematik- und Chemieschrift eindeutige Zeichen für die Wiedergabe Punkt auf Blatt gefunden hatte. Für die Vorbereitung auf die Reifeprüfung ist die Kenntnis dieser Zeichen für einen nichtsehenden Schüler unerlässlich. Die verwickelten mathematischen Formeln mit Logarithmus, Sinus und Bruch lassen sich einwandfrei in Punktschrift wiedergeben. Wir hatten einen hervorragenden Mathematiklehrer, der, selbst blind, es ausgezeichnet verstand, uns an Hand bescheidener Hilfsmittel ein klares Bild von den Kegelschnitten und die für die sphärische Trigonometrie erforderliche Raumvorstellung zu geben.

Im Physikunterricht der Oberstufe schied das Experimentieren praktisch aus. Der Stoff wurde von der Mathematik her angefaßt, und das Ableiten der Gesetze der Mechanik, Akustik, Optik, Elektrizitäts- und Wärmelehre stand im Mittelpunkt. — Im Chemieunterricht hat der Lehrer zwar ab und zu einige wohl- oder übelriechende Flüssigkeiten zurechtgebraut, aber im wesentlichen lernten wir chemische Formeln und die Technik von Herstellungsverfahren.

Die Reifeprüfung legten wir als Externe vor einer uns fremden staatlichen Prüfungskommission ab. Vier schriftliche Arbeiten waren erforderlich. Den deutschen Aufsatz, die französische und englische Nacherzählung schrieb jeder Schüler mit der Normalschreibmaschine. Die Mathematikarbeit fertigte er in Punktschrift an, um sie anschließend einem sehenden Studienreferendar zu diktieren. Der mündlichen Prüfung mußten wir uns in zehn Pflichtfächern unterziehen. Während des zweiten Weltkriegs wurde der Blindenstudienanstalt das Prüfungsrecht verliehen.

Das Marburger Institut hat vielen blinden Geistesarbeitern die Möglichkeiten und Grenzen ihrer Behinderung gezeigt und ihnen damit eine sichere Grundlage für Studium und Berufsarbeit gegeben. Möge die Schule noch vielen, die das Augenlicht verloren haben, den Weg ins Reich des Geistes bahnen!

Die „Sprache“ der Bienen

Forschungsbericht von ADOLF HAAS S. J.

Die moderne Forschung hat schon vor Jahren eine Reihe staunenswerter Tatsachen über das Leben der Bienen zu Tage gefördert (vgl. darüber in dieser Zeitschrift Bd. 114 [1927/28] S. 460—468). Inzwischen gelangen dem Zoologen Prof. v. Frisch neue Aufsehen erregende Entdeckungen über die „Sprache“ der Bienen, über die er in der 126. Jahresversammlung der Schweizerischen naturforschenden Gesellschaft in Zürich am 8. 9. 1946 berichtet hat.¹

¹ Abgedruckt in der schweiz. Zeitschrift „Experientia“, Vol. II/10, 1946. Vgl. ferner Österr. Zoolog. Zeitschrift I, Heft 1/2, 1946. Wir halten uns im folgenden an diese beiden Berichte.

Hinter dem Haus am Waldrand stehen drei große Salweidenbüsche, ein weiblicher Baum und zwei männliche. Wenn die ersten Föhnwinde des Vorfrühlings über das Land streichen und in Wald und Flur neues Leben wecken, da rührt es sich auch unter den dicken, prall gefüllten, tiefbraunen Knospenschuppen der Weide. Silberweiße Kätzchen sprengen die winterliche Schutzhülle und drängen ans Licht der Frühlingssonne. Nach wenigen warmen Tagen steht dann die Salweide vor allen Bäumen und Sträuchern unseres Gartens in voller Blüte. Die männlichen Bäume sind dann schon von weitem zu erkennen an dem leuchtenden Gelb des Pollenstaubes ihrer Kätzchen. Unscheinbar weißgrünlich schimmern dagegen die weiblichen Blüten. Nun ereignet sich etwas Bemerkenswertes: Die ersten Bienen eines weit entfernten Bienenstockes haben den Weideplatz entdeckt und tummeln wie besessen auf den Kätzchen herum. Und siehe da! Es dauert nicht lange, da ist fast der ganze Bienenstock alarmiert und hängt eifrig sammelnd in den Weidenbüschen. Es summt und brummt in jedem Zweig. Auch der unscheinbare weibliche Baum ist voll von fleißigen Sammlerinnen, obwohl er nicht das gelbe Aushängeschild des männlichen Pollens hat. Jedes Jahr stellt man sich beim Anblick des gleichen Schauspieles die gleichen Fragen: Wer hat die Nachricht vom blühenden Weidenbusch in den Bienenstock gebracht und die Stockgenossen zur gleichen Nektarquelle gerufen? Wie finden die benachrichtigten Bienen den Weg zu den blühenden Salweiden? Jahrelanges mühsames Forschen hat das Geheimnis der Nachrichtenübermittlung beim seltsamen Volk der Bienen gelüftet.

Daß sich Bienen gegenseitig benachrichtigen können, ist durch ein einfaches Experiment bewiesen worden. Man stellt in der Nähe eines Bienenstockes ein Honigschälchen auf. Stundenlang kann es vielleicht unbeachtet bleiben. Doch da wird es von einer Sammlerin entdeckt und nun stellen sich kurz darauf immer wieder andere ein, bis schließlich eine zahlreiche summende Bienenschar das Futterschälchen umlagert und emsig sammelt. Durch Kennzeichnung der sammelnden Bienen kann man feststellen, daß alle Neuankömmlinge aus dem Heimatstock der Entdeckerin stammen. Diese muß also ihre Stockgenossen benachrichtigt haben.

Um weiter hinter das Geheimnis der „Bienensprache“² zu kommen, blicken wir nun einmal in einen allseitig gut überschaubaren Beobachtungsstand hinein und fassen eine heimkehrende Sammlerin ins Auge. Welch eine Überraschung bietet sich da dem forschenden Blick! Die heimgekehrte Biene beginnt einen eigenartigen Tanz, einen „Rundtanz“. Nachdem sie etwas von dem heimgebrachten Honig an ihre Nachbarinnen abgegeben hat, läuft sie in engen Kreisen abwechselnd einmal rechts und dann links herum. Wieder gibt sie etwas Honig an die Zunächststehenden ab und von neuem beginnt ein „Rundtanz“ an einer anderen Stelle der Wabe. Eine Reihe von Bienen folgen der Tänzerin dicht auf dem Fuße, machen alle Bewegungen mit und betasten den Leib der Tänzerin mit ihren Fühlern. Endlich fliegen sie selbst aus und suchen in unmittel-

² Wenn wir im folgenden von „Sprache“ bei den Bienen reden, so ist damit das Wort nur im abgeleiteten Sinne gemeint. Das Fehlen begrifflichen Denkens bei den Tieren macht eine eigentliche Sprache, die mit der menschlichen vergleichbar wäre, unmöglich.

barer Nähe des Stockes nach der Honigquelle, die sie auch sogleich finden. Der „Rundtanz“ war also das Zeichen, daß in der Nähe des Stockes Honig zu finden ist. Haben auch die Neulinge die süße Quelle gefunden, so tanzen auch sie im Stock und führen so immer mehr Sammlerinnen an den ergiebigen Platz. Dabei ist es von hoher biologischer Bedeutung, daß nur bei einer ergiebigen Futterquelle getanzt wird. Bei geringer Tracht wird nicht getanzt. Ferner lösen die Blüten mit dem süßesten Nektar die stärksten Tänze aus. Bei abnehmender Süßigkeit werden die Tänze immer matter und unterbleiben schließlich ganz.

Der „Rundtanz“ ist also das erste „Wort“ der „Bienensprache“, das wir kennengelernt haben. Ein zweites „Wort“ ist verborgen im Duft der Blüten, den die Bienen als Verständigungsmittel zu gebrauchen wissen. Der Duft der Blüten hängt nämlich der Honigsammlerin mit einer erstaunlichen Zähigkeit an. Neue Forschungen über die Haftfähigkeit von Duftstoffen am Bienenkörper³ haben gezeigt, daß die verschiedensten künstlichen und natürlichen Duftstoffe am lebenden Bienenkörper am längsten haften. Betäubte Bienen, bei denen also eine aktive Atmung nicht mehr vorhanden ist, halten die Duftstoffe nicht so lange wie lebende. Man hat sich die Sache so zu erklären gesucht, daß die Duftpartikelchen in das Tracheensystem des Bienenabdomens aufgenommen werden und nur sehr langsam wieder abgegeben werden. Auch die Wachs- und Fettschicht des Bienenchitins vergrößert (neben der Behaarung) deutlich die Haftfähigkeit der Duftstoffe. Bei Entfernung dieser Schichten durch Äther oder Chloroform wird die Haftdauer fast um die Hälfte verringert. Außerdem nehmen die Bienen die Duftstoffe von typischen Bienenpflanzen (z. B. Robinien, Goldrute, Heidekraut) viel länger wahr, als den Duft anderer Blüten, die nicht von Bienen besucht werden (z. B. Maiglöckchen, Nelken, Jasmin). Dazu kommt noch, daß die Bienen in bestimmten Fühlerorganen eine außerordentlich gute „Nase“ besitzen. Deshalb laufen auch die Stockgenossen einer heimgekehrten Sammlerin während des „Rundtanzes“ so eifrig nach und tasten ihren Leib mit den Fühlern ab. Haben sie die Duftbotschaft empfangen, so suchen sie draußen nach dem gleichen Duft und gelangen so auf die gleiche Blütenart wie die Tänzerin.

Noch auf eine andere Weise wird der Blütenduft für die Nestgenossen als Verständigungsmittel wirksam. Der Nektar der Blüten ist mit dem arttypischen Blütenduft erfüllt. Jede Sammlerin nimmt nun in ihrer Honigblase zugleich mit dem Nektar eine Duftprobe mit in den Heimatstock. Dort übergibt sie ihren Mitarbeiterinnen mit einem Tropfen Honig zugleich den arttypischen Duft der nektar spendenden Blüten. Die neu ausfliegenden Bienen wissen also genau, nach welchem Blütenduft sie draußen zu suchen haben. Zumal wenn die heimkehrende Biene eine weite Strecke nach Hause zu fliegen hat, so daß der am Bienenkörper äußerlich anhaftende Blütenduft sich stark verflüchtigt hat, ist die Duftprobe im Innern der Honigblase wie in einem „verkorkten Fläschchen“ das einzige Duftsignal für die Stockgenossen. Diese Einrichtung ist also von hoher biologischer Zweckmäßigkeit.

³ Dr. H. Steinhoff, Zeitschr. f. vergl. Physiologie, 31. Bd., Heft 1, Juli 1948.

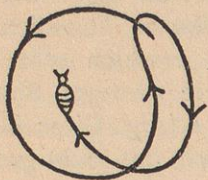
Bientanz und Blütenduft — diese beiden „Worte“ der Bienensprache vermitteln auf eine erstaunlich einfache, aber geschickte Weise das Honig verheißende Ziel. Wie sicher die Nachrichtenübermittlung funktioniert, hat ein Versuch von Prof. v. Frisch bewiesen. In der systematischen Abteilung des Münchner Botanischen Gartens befand sich ein winzig kleines Beet von *Helichrysum lanatum*, einer Pflanze, die im allgemeinen von Honigbienen nicht besucht wird. Als nun an einer anderen Stelle des Botanischen Gartens vom Experimentator gezeichnete Bienen künstlich auf abgepflückten *Helichrysum*-Blüten gefüttert wurden, erschien sehr bald eine beträchtliche Anzahl alarmierter Neulinge auf dem winzigen Blumenbeet in der systematischen Abteilung und suchte nach Honig. Diese Bienen hatten also unter 700 damals blühenden Pflanzenarten das richtige Ziel herausgefunden.

Um ein Ziel zu erreichen, arbeitet die Natur immer mit mehrfachen Sicherungen. Dieser Grundsatz offenbart sich auch in der „Sprache“ der Bienen. Neben Tanz und Blütenduft tritt noch ein neues „Wort“ in den Dienst der Nachrichtenübermittlung: es ist das ein körpereigener Lockduft. Unsere Biene besitzt am Hinterleib ein Duftorgan. Dieses tritt bei einer ertragreichen Nektarquelle in Tätigkeit und lockt herumsuchende Neulinge auf die ergiebigsten Blüten. Dieses kleine Duftorgan hat solch mächtige Anziehungskraft, daß bei seiner künstlichen Ausschaltung der Zustrom von neuen Sammlerinnen auf den zehnten Teil vermindert wird. Interessant und biologisch bedeutungsvoll ist, daß das Duftorgan nur dann in Tätigkeit tritt, wenn die betreffende Biene im Stock auch getanzt hat, d. h. wenn also reiche Tracht vorhanden ist und tatsächlich immer wieder Neulinge am Futterplatz eintreffen. So sind Tanz und Lockduft in einer äußerst zweckmäßigen Weise miteinander verbunden.

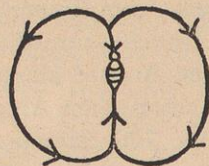
Wir haben nun schon ein schönes Stück „Bienensprache“ kennengelernt. Aber das Wunderbarste dieser Zeichensprache wurde noch nicht genannt: der „Schwänzeltanz“, mit dem die Biene nicht nur die genaue Entfernung der Nektarquelle angibt, sondern auch die Richtung, in welcher die ertragreichen Blüten zu finden sind. Prof. v. Frisch schreibt bei Bekanntgabe seiner Entdeckungen: „Heute, nach zwei Versuchsjahren, bin ich zur Einsicht gekommen, daß sich jene wunderbaren Wesen bei ihren Tänzen so genaue Angaben über die Fundstelle machen, wie es selbst ein Phantast kaum hätte erwarten können“ (a. a. O. Seite 3). Schon 1924 hatte er auf der Innsbrucker Naturforscherversammlung von der Möglichkeit gesprochen, daß die Bientänzerin durch ein Zeichen sowohl Himmelsrichtung wie Entfernung der Trachtquelle angebe. Damals nannte der verdiente Forscher seine Ahnungen noch eine „abenteuerliche Hypothese“. Heute hat sich diese Hypothese als richtig erwiesen.

Wir müssen in der „Bienensprache“ zwei Tanzformen unterscheiden: einen „Rundtanz“ für Nahsammler und einen „Schwänzeltanz“ für Fernsammler. Die Sammelflüge eines Bienenvolkes dehnen sich ja bis zu 3 km aus. Bei einem Abstand zwischen Bienenstock und Futterplatz von 50—100 m gehen die uns schon bekannten „Rundtänze“ in „Schwänzeltänze“ über. So weisen also die beiden Tanzformen auf eine ferne oder nahe Futterquelle hin.

Wie sieht nun der „Schwänzeltanz“ aus? Bei diesem Tanz läuft die Biene zuerst einen Halbkreis ab, dann geradlinig dem Durchmesser entlang zum Ausgangspunkt zurück, schlägt sodann einen Halbkreis nach der anderen Seite und kehrt wieder geradlinig den alten Durchmesser zurück (siehe Abb. 1).



Kurve des „Rundtanzes“



Kurve des „Schwänzeltanzes“

Abbildung 1

Beim geradlinigen Lauf erfolgt jedesmal ein eigenartiges Hin- und Herschlagen, ein „Schwänzeln“, wovon die Tanzform ihren Namen bekommen hat. Dieses „Schwänzeln“ der tanzenden Bienen ist nun nichts anderes als eine Entfernungsangabe. Es hat sich in zahlreichen Experimenten gezeigt, daß sich mit zunehmender Entfernung der Futterquelle vom Stock der Rhythmus des Tanzes, vor allem des „Schwänzels“, gesetzmäßig ändert. Nach der Zahl der Schwänzelläufe kann man also — mit der Uhr in der Hand — auf etwa 100 m genau die Entfernung angeben, in der die Tänzerin ihren Nektar gesammelt hat.

Der Schwänzeltanz ist aber nicht nur Entfernungsangabe, sondern auch Richtungsweiser, und zwar wird die Richtung angegeben mit Hilfe des jeweiligen Sonnenstandes. Liegt nämlich der Futterplatz zur Zeit der Beobachtung (vom Stock aus gesehen) in derselben Richtung wie die Sonne, so zeigt der geradlinig durchlaufene Durchmesser des „Schwänzeltanzes“ auf der Wabe nach oben (siehe Abb. 2, 1. Fall der Richtungsweisung). Liegt der Futterplatz links vom Sonnenstand, so liegt auch die geradlinig durchlaufene Tanzstrecke um soviel Grad nach links, als der Winkel zwischen Futterplatz und Sonnenstand angibt (siehe Abb. 2, 2. Fall der Richtungsweisung). Liegt der Futterplatz rechts vom Sonnenstand, so wird um den gleichen Winkel nach rechts getanzt (siehe Abb. 2, 3. Fall der Richtungsweisung). Liegt endlich der Futterplatz genau in entgegengesetzter Richtung zur Sonne, so zeigt der Schwänzeltanz nach unten (siehe Abb. 2, 4. Fall der Richtungsweisung).

Noch vollkommen rätselhaft ist die Tatsache, daß eine Richtungsweisung mit Hilfe des Sonnenstandes auch bei ganz bedecktem Himmel erfolgt. Man hat Bienen bei vollkommen bedecktem Himmel in eine andere, ihnen unbekannte Gegend gebracht, wo ebenfalls kein Sonnenstrahl durch die dichte Wolkendecke dringen konnte. Dennoch kannten die tanzenden Bienen genau den jeweiligen Stand der Sonne und gaben einwandfreie Richtungsweisung. Bis heute konnte der Schleier nicht von diesem Geheimnis der „Bienensprache“ genommen werden. Eines Tages

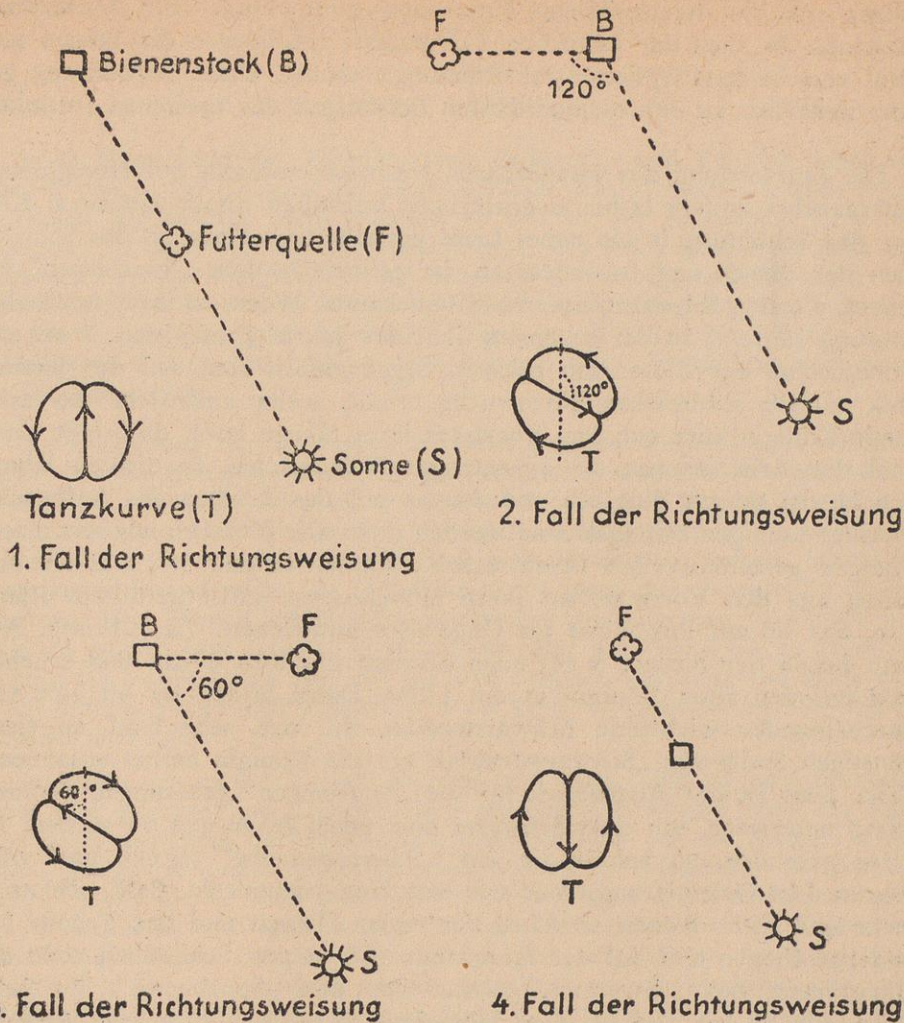


Abbildung 2

aber wird der unnachgiebig vorwärts drängende Genius des Forschers die Lösung auch dieses Rätsels dem seltsamen Volke der Bienen abgelauscht haben.

Nun haben wir noch ein letztes Kapitel aus dem „Wörterbuch“ der „Bienensprache“ aufzuschlagen. Dieses neue „Wort“ der Bientänzerinnen ist dem Experimentator sozusagen zufällig zur Kenntnis gekommen. Als dieser eines Tages einmal ohne besondere Absicht eine Bienenwabe, die gewöhnlich ja senkrecht hängt, horizontal legte und in dieser ungewöhnlichen Lage das Treiben seiner Pfleglinge betrachtete, erlebte er eine Überraschung. Die Bienen tanzten nicht mehr in der üblichen Weise nach dem Sonnenstand, sondern es wurde die direkte Richtung zum Futterplatz angegeben, d. h. die geradlinige Laufstrecke des Schwänzel-

tanzen war bei horizontalem Tanzboden direkt nach dem Futterplatz gerichtet. Je nach der Lage des Tanzbodens gebrauchen die Bienen also zwei verschiedene Systeme der Richtungsweisung. Diese Entdeckung gehört sicherlich zu den erstaunlichsten Leistungen des tierischen Instinktes.

Die Enträtselung des wunderbaren Nachrichtenwesens der Honigbienen hat manches andere bisher unerklärliche Verhalten dieser seltsamen Kinder der Schöpfung in ein neues Licht gestellt. Es sei nur an das Schwärmen der Bienen und besonders an die geheimnisvollen „Spurbienen“ erinnert, die den Schwarm auf bisher unbekannte Weise zu ihrer neuen Behausung führen.⁴ In der schönsten Zeit des Jahres (Mai/Juni), wenn die Honigbecher der Blüten mit reichem Segen gefüllt sind und das Bienenvolk täglich zahlreichen Nachwuchs erhält, wenn außerdem die erste junge Königin kurz vor dem Verlassen ihrer Wiege steht, da erfaßt einen Teil der Arbeiterinnen ein eigenartiger Wandertrieb. In dichten Klumpen lagern sie am Flugloch und warten auf das Zeichen des Aufbruchs. In einer sonnigen Mittagsstunde werden dann alle plötzlich wie von einem einzigen geheimnisvollen Befehl erfaßt, stürzen in den Stock hinein und füllen aus den Vorratzzellen ihren Honigmagen. „Mit gefülltem Ränzlein, das sie auf ihre Reise ins Ungewisse mitnehmen“ (K. v. Frisch, Aus dem Leben der Bienen, S. 34) eilen sie zum Flugloch hinaus und erheben sich mit der alten Königin in die Lüfte. Dabei bilden sie oft eine toll durcheinander wirbelnde Schwarmwolke, die sich sehr bald an einer günstigen Stelle zur „Schwarmtraube“ um die Königin herum zusammenballt. Jetzt ist der Augenblick für die „Spurbienen“ gekommen. Sie sind eifrig unterwegs, um dem Schwarm eine neue Behausung zu suchen. Ist diese gefunden, so kehren sie zur „Schwarmtraube“ zurück und vollführen dort Orientierungstänze wie eine Honigsammlerin. Bald sieht man mehr und mehr Bienen zwischen der neuen Heimat und der Traube hin und her fliegen und auf der Schwarmtraube tanzen. Schließlich zieht die Hauptmasse des Schwarmes, geleitet von den „Spurbienen“, ins neue Heim ein. So hat also bei dem biologisch so überaus wichtigen Vorgang des „Schwärmens“ der Orientierungstanz eine ausschlaggebende Bedeutung.

Überschauen wir noch einmal kurz, was menschlicher Forschergeist dem Volke der Bienen abgelauscht hat, so können wir uns einem tiefen Staunen vor den Geheimnissen der Schöpfung nicht entziehen. Der Entdecker der „Bienensprache“ hat selbst bekannt: „Was ich von der Entfernungs- und Richtungsweisung gesagt habe, mag Ihnen phantastisch scheinen. Ich hätte es nicht vorgetragen, wenn ich mir nicht bewußt wäre, vor meinem Bienenstock jeden Zweifler von der Wahrheit der Sache überzeugen zu können.“

⁴ Vgl. Enoch Zander, Das Leben der Biene, Handbuch der Bienenkunde, 4. Bd., Stuttgart 1947, S. 82 ff.