

## Die Werbetänze der Bienen und ihre Auslösung<sup>1)</sup>.

Von K. v. FRISCH, München.

Die Bienen widmen sich in ihren jungen Tagen ausschließlich häuslichen Arbeiten. Nach einer Übergangszeit, in der sie die Umgebung des Heimatstockes allmählich kennenlernen, schaffen sie in den letzten Wochen ihres kurz bemessenen Daseins aus kilometerweitem Umkreis die Nahrung

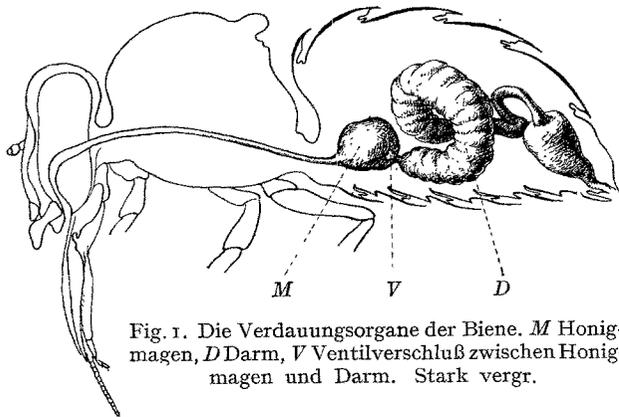


Fig. 1. Die Verdauungsorgane der Biene. *M* Honigmagen, *D* Darm, *V* Ventilverschluß zwischen Honigmagen und Darm. Stark vergr.

für das Bienenvolk herbei, sie fliegen „auf Tracht“. Da sammeln die einen *Nektar*, den von den Blüten absonderten Zuckersaft, den *Betriebsstoff* im Bienenleben, der zu guten Zeiten im Überschuß gewonnen und als Honig für den Winter gespeichert wird. Die anderen holen *Blütenstaub*, der wegen seines Ei-



Fig. 2. Mit „Höschchen“ heimkehrende Pollensammlerin. An den Schienen der Hinterbeine die Klumpen von Blütenstaub (phot. Dr. LEUENBERGER).

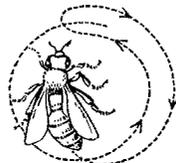


Fig. 3. Der Rundtanz einer Nektarsammlerin.

weißgehaltenes als *Baustoff* für die heranwachsende Brut unentbehrlich ist. Der Nektar wird in der Honigblase eingetragen, das ist eine Erweiterung des Vorderdarmes

(Fig. 1), die man mit Recht als einen sozialen Magen bezeichnet hat. Sein Inhalt ist zur Hauptsache für die Gemeinschaft bestimmt, wird von der heimgekehrten Biene ausgewürgt und von Jung-

<sup>1)</sup> Vortrag in der Gesellschaft für Morphologie und Physiologie in München am 20. I. 1942.

bienen nach Bedarf verfüttert oder in Zellen gespeichert. An der Grenze zwischen Honigmagen und Darm befindet sich erst der Mund für den privaten Lebensbedarf der Biene (*V* in Fig. 1). Nur was sie durch diese Verbindung in den mittleren Darmabschnitt übertreten läßt, dient der Versorgung des eigenen Körpers. Der Blütenstaub wird von den Pollensammlern „gehösel“<sup>2)</sup>. Sie bringen ihn mit geschickten Bewegungen an die zu „Körbchen“ gestalteten Schienen ihrer Hinterbeine, wo so die „Höschchen“ entstehen (Fig. 2), die dann im Stock abgestreift und in besonderen Zellen aufgestapelt werden.

Eine Biene, die draußen reiche Nektartracht (oder Zuckerwasser an einem künstlichen Futterplatz) gefunden hat, führt nach der Heimkehr einen *Rundtanz* auf, durch den sie Arbeitskameraden anwirbt und zum Ausfliegen veranlaßt. Sie beschreibe dabei auf der Wabe mit trippelnden Schritten enge Kreise, einmal rechtsherum, dann wieder linksherum, in ständigem Wechsel (Figur 3). Der Tanz kann 1 Minute und länger dauern und an mehreren Stellen der Wabe wiederholt werden. Er vollzieht sich im dichten Gedränge der Stockgenossen. Einige der zunächstsitzenden Bienen laufen hinter der Tänzerin her und folgen ihren raschen Wendungen, wobei sie durch ihre vorgestreckten Fühler — ihre Tast- und Geruchswerkzeuge — mit ihr Verbindung halten. Sie nehmen so den Duft der Blüten wahr, an denen sie gesammelt hat. Indem sie dann ausfliegen und nach diesem Duft die Gegend absuchen, finden sie die gleiche Trachtquelle. Auch weiterhin tanzen die Heimkehrer, solange das Futter reichlich bleibt. Daher vermehrt sich an jener Blütenart rasch die Zahl der Sammlerinnen. Wenn ihrer so viele sind, daß sie den abgesonderten Nektar bewältigen, wird er spärlich. Bei spärlicher Tracht tanzen die Bienen nicht. Sie werben also für diese Blüten keine Neulinge mehr an, sobald die Größe

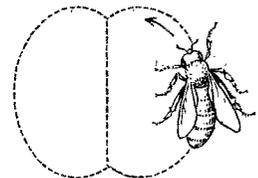
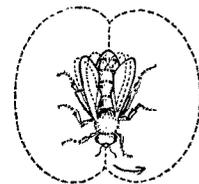
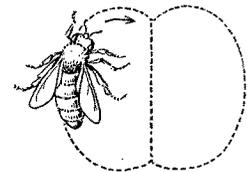


Fig. 4. Der Schwänzeltanz einer Pollensammlerin in drei aufeinanderfolgenden Phasen.

Der Schwänzeltanz einer Pollensammlerin in drei aufeinanderfolgenden Phasen.

der Schar zur Menge des Futters in einem angemessenen Verhältnis steht<sup>1)</sup>.

Auch die Pollensammler verständigen sich durch Tänze über eine ergiebige Trachtquelle. Ihr *Schwänzeltanz* sieht deutlich anders aus als der Rundtanz der Nektarsammler. Die Biene läuft einen Halbkreis, rennt geradlinig zum Ausgangspunkt zurück, beschreibt einen Halbkreis nach der anderen Seite, eilt wieder zum Ausgangspunkt zurück und so fort; in den Halbkreisen benimmt sie sich wie beim Rundtanz, beim geradlinigen Mittellauf aber schwänzelt sie jedesmal sehr auffällig mit dem Hinterleib (Fig. 4). Es ließ sich nachweisen, daß auch die Pollensammler nur bei üppiger Tracht tanzen und daß bei ihnen die Verständigung über das Ziel der Flüge nicht durch den am Haarkleid haftengebliebenen Blumenduft, sondern durch den davon abweichenden, aber gleichfalls für jede Blütensorte spezifischen, intensiveren Duft des mitgebrachten Pollens erfolgt<sup>1)</sup>.

Ob die verschiedene Form der Tänze gleichsam zwei verschiedene Worte der „Bienensprache“ bedeuten, so daß die Stockgenossen den Rundtanz als einen Hinweis auf *Nektar*tracht, den Schwänzeltanz als eine Aufforderung zum *Pollensammeln* auffassen, blieb bei meiner ersten Untersuchung eine offene Frage (1923, S. 81, 82), die später in einer gemeinsamen Arbeit mit RÖSCH (1926) in negativem Sinne entschieden wurde: Wir hatten 2 Futterplätze eingerichtet, an denen zwei verschiedene Bienenscharen aus demselben Beobachtungsstock verkehrten. Jede Biene war nummeriert und uns daher persönlich bekannt. Am einen Futterplatz wurde Zuckerwasser, am anderen Blütenstaub von Rosen geboten. Die Zuckerwassersammler führten im Stock ihre Rundtänze auf, die Pollensammler auf derselben Wabe ihre Schwänzeltänze. Nach einer längeren Futterpause sitzen die Sammlerscharen stets untätig auf den Waben, nur einzelne Kundschafter halten Nachschau. Findet ein solcher neuerliche Tracht vor, so alarmiert er durch seinen Tanz vor allem die früheren Arbeitskameraden, die nur auf das Signal zu warten scheinen, erst später stellen sich auch Neulinge ein. Fand also in unserem Versuch eine Biene nach einer Futterpause das Schälchen mit Zuckerwasser gefüllt, so rief sie durch ihren Rundtanz die alten Zuckerwassersammler auf den Plan. Entdeckte aber ein Kundschafter der anderen Schar Rosen mit üppigem Pollen, so alarmierte er durch einen Schwänzeltanz die Pollensammler. Nun nahmen wir einer Biene der Rosenschar ihre Pollenhöschen ab und klebten sie nach längerer Futterpause einer Biene der anderen Gruppe, die an das neu gefüllte Zuckerwasserschälchen kam, an ihre Hinterbeine. Heimgekehrt, vollführte sie — entsprechend dem vorgefundenen Zuckerwasser — einen typischen *Rundtanz*, es reagierten aber darauf ausschließlich die Pollensammler, die sich aufmachten und an ihrem Rosenfutterplatz vergeblich nach der vorgespiegelten Tracht herum-

suchten. Wir haben aus diesem und ähnlichen Versuchen geschlossen, daß die Benachrichtigung über das Ziel nur durch den Duft erfolgt, den die Tänzerin an sich trägt. Ihre lebhafteste Bewegung ist für die Alarmierung wesentlich, ohne daß aber der *Form* des Tanzes, ob Rundtanz oder Schwänzeltanz, für die Verständigung eine ausschlaggebende Bedeutung zukommt. „Wir sehen demnach den biologischen Sinn der besonderen Form des Schwänzeltanzes nur darin, die Höschen den nachtrippelnden Bienen gegen ihre Riechwerkzeuge, die Fühler, zu schleudern und den Duft, der von den Pollenklumpen ausgeht, möglichst zu verbreiten.“<sup>1)</sup>

Durch eine Arbeit von CHR. HENKEL (1938) wurde ich zu einer neuerlichen Beschäftigung mit diesen Fragen angeregt. Er meint nämlich, daß er bei seinen Studien über die „Sprache“ der Bienen in zwei Punkten zu einem widersprechenden Ergebnis gekommen sei: -

1. Es sei falsch, daß die Bienen am Rundtanz erkennen, wenn Zuckerwasser oder Nektar zu holen sei, und am Schwänzeltanz, daß starke Pollentracht in Aussicht stehe<sup>2)</sup>. Ich hätte angegeben, daß die Bienen diese Werbetänze unterscheiden<sup>3)</sup>. Er selbst kommt zu dem Ergebnis: „Der Tanz der Biene hat lediglich den Zweck der Mobilisierung. Durch ihn findet keine Verständigung über die Art der Tracht statt.“<sup>4)</sup>

In diesem Punkt bekämpft er eine Ansicht, die ich niemals ausgesprochen habe und vertritt eine Auffassung, die sich mit der von RÖSCH und mir<sup>5)</sup> vollständig deckt.

2. Er findet aber weiter, daß der Rundtanz der Zuckerwassersammler nur auf die unnatürliche Reichhaltigkeit der künstlichen Futterquelle zurückzuführen sei<sup>6)</sup>. Unter natürlichen Bedingungen tanzen nach HENKEL die Nektarsammler einen Schwänzeltanz, der sich von dem der Pollensammler in der Form nicht unterscheidet<sup>7)</sup>. Wenn ich an Bienen, die ich in einem Glashause an Robinienblüten Nektar sammeln ließ, Rundtänze beobachtet hätte, so sei dies auch nur einer unnatürlich reichen Tracht zuzuschreiben<sup>8)</sup>. In einem Beobachtungsstock, dessen Bienen im Freien an Blumen sammeln, seien nur Schwänzeltänze und nie Rundtänze zu sehen<sup>9)</sup>.

Tatsächlich hatte auch ich bei Ausschaltung künstlicher Futterplätze Schwänzeltänze sehr oft, Rundtänze aber recht selten beobachtet. Eine Erklärung schien mir in der spärlichen Nektar-

<sup>1)</sup> v. FRISCH u. RÖSCH 1926, S. 20.

<sup>2)</sup> HENKEL 1938, S. 15.

<sup>3)</sup> l. c. S. 6.

<sup>4)</sup> l. c. S. 74.

<sup>5)</sup> v. FRISCH u. RÖSCH 1926; er führt diese Arbeit in seinem Literaturverzeichnis an, scheint aber ihren Inhalt nicht zu kennen.

<sup>6)</sup> HENKEL l. c. S. 38.

<sup>7)</sup> l. c. S. 40, 43.

<sup>8)</sup> v. FRISCH 1923, S. 43—48. — HENKEL 1938, S. 39, 41.

<sup>9)</sup> l. c. S. 17, 39, 43.

<sup>1)</sup> Näheres bei v. FRISCH 1923, 1924, 1941.

tracht meines Versuchsgeländes gegeben. Nach den sehr bestimmt gehaltenen Äußerungen HENKELS war es notwendig, diese Annahme zu überprüfen. Es sollten also die Tänze von Nektarsammlern beobachtet werden, die unter natürlichen Bedingungen im Freien tätig waren.

Zunächst wiederholte ich die Versuche mit abgeschnittenen Robinienzweigen, nur wurde diesmal der Beobachtungsstock nicht in einem Glashaus, sondern in einem allseits geschlossenen Hof des Zoologischen Institutes untergebracht, der nach oben durch ein Drahtnetz für die Bienen abgeschlossen war. Am 20. und 21. Juni 1940 wurden in dem Hof Blütenzweige von *Robinia viscosa* VENT<sup>1)</sup> in Wasserbehältern aufgestellt und bald befliegen. Die Robinienblüten führten diesmal verhältnismäßig spärliche Nektarmengen, und dementsprechend waren die Tänze der Bienen weder sehr lebhaft noch zahlreich. Immerhin konnte ich in 3 Beobachtungsstunden 16 typische *Rundtänze* verzeichnen und keinen einzigen Schwänzeltanz. Pollentracht war in dem abgeschlossenen Hof nicht vorhanden. Mit abnehmender Nektarmenge in den Blüten wurden die Tänze matter und kürzer, um schließlich ganz aufzuhören, aber die Form des Rundtanzes blieb bis zuletzt gewahrt. Die Meinung HENKELS, daß die Rundtänze bei der Robinientracht im Glashaus nur einer überreichen Futtermenge zuzuschreiben waren, ist also nicht richtig.

Für den Freilandversuch wählte ich in unserem Institutsgarten ein langgestrecktes Beet mit *Salvia nemorosa* L., das alljährlich sehr stark von Bienen besucht wurde. Nicht weit davon entfernt war ein großer Beobachtungsstock aufgestellt. Es war die Absicht, möglichst viele Bienen an den Salvien zu zeichnen und ihr Verhalten nach der Heimkehr in den Stock zu beobachten. Da die Instituts-Bienenstände stark besetzt und Blumen mitten in der Stadt spärlich waren, bestand die Gefahr, daß die Nektarmengen mit einsetzendem Bienenbesuch bald sehr gering würden und daß von den gezeichneten Bienen die meisten nicht aus dem Beobachtungsstock und daher für uns wertlos sein würden. Darum haben wir am Vorabend des Versuches die Fluglöcher der meisten anderen Bienenkästen verschlossen. Am 25. Juni 1940 zeichneten wir von 6 Uhr<sup>2)</sup> morgens ab, bei eben einsetzendem Flug, die nektarsammelnden Bienen an den Salvien mit roter Farbe<sup>3)</sup>. Aufkommende Wolken und einsetzender Regen führten sehr bald zu einer Unterbrechung der Sammeltätigkeit, bis um 7.15 Uhr die Sonne wieder durchbrach. Bis 7.30 Uhr waren

32, bis 8.15 Uhr 52 Bienen gezeichnet. Ein großer Teil von ihnen stammte aus dem Beobachtungsstock, aber sie tanzten zunächst nicht. Ab 7.50 Uhr nahm der Besuch an den Salvien zu, was auf vermehrte Nektarsekretion hindeutete<sup>1)</sup>, und nun konnte ich im Stock von 7.50—8.30 Uhr 19 rotgezeichnete tanzende Bienen beobachten. Sie führten ausnahmslos *typische Rundtänze* auf. Der Erfolg dieser Werbung war ein starkes Anwachsen des Besuches am Salvienbeet, so daß mit dem Markieren nicht mehr nachzukommen war und die ungezeichneten Bienen bald weit in die Überzahl kamen. Durch den starken Beflug mußte der Nektar spärlich werden. Bei einer neuerlichen Beobachtung im Stock von 9.35—10.05 Uhr sah ich daher zwar viele rotgezeichnete Bienen heimkommen und ihre Bürde abgeben, aber nur eine einzige tanzte (einen Rundtanz). Blütenstaub wurde an den Salvien nicht gesammelt. Pollenträgerinnen von anderen Trachtquellen kamen in den Morgenstunden spärlich, am späteren Vormittag zahlreich und führten — vor wie nach dem Abstreifen der Höschen — lebhaft und typische *Schwänzeltänze* aus. Die Verschiedenheit der Tanzform auch bei natürlicher Sammeltätigkeit im Freiland war eindeutig.

Um das Ergebnis noch an einer anderen Blütenart zu überprüfen, wurden am Abend des 9. Juli abermals an den Bienenständen die Fluglöcher verschlossen. Offen blieben der große und ein in zwischen neu aufgestellter kleiner Beobachtungsstock. Am 10. Juli zwischen 7 und 9 Uhr zeichneten wir an einer blühenden *Linde* des Institutsgartens (*Winterlinde*, *Tilia cordata* MILL.) von Leitern aus etwa 80 nektarsammelnde Bienen mit blauer Farbe. Die meisten kamen aus dem kleinen, verhältnismäßig wenige aus dem großen Beobachtungsstock. Die Nektarmengen in den Lindenblüten waren leider gering. Dementsprechend

<sup>1)</sup> *Salvia nemorosa* gehört nach den Untersuchungen von E. KLEBER (1935, S. 241) zu den Pflanzen, deren Blüten nachts wenig, tagsüber viel Nektar absondern, ohne daß seine *Zuckerkonzentration* nennenswerten Schwankungen unterliegt. Fr. A. SCHÖNTAG hat auf meinen Wunsch die Nektarsekretion der Salvien nochmals bestimmt, und zwar in den Tagen nach unserem Versuch und an dem von uns benutzten Salvienbeet; zugleich hat sie die Mengenunterschiede zeitlich genauer festgelegt. Es ergab sich *für die Zeit von 6 bis 10 Uhr gegenüber den Nachtstunden ein starkes Ansteigen der Nektarabsonderung, was die oben ausgesprochene Vermutung bestätigt*. Der Unterschied in der *Nektarkonzentration* war gering gegenüber der bedeutenden Zunahme der abgesonderten *Nektarmenge*. Die Untersuchung Fr. SCHÖNTAGS erstreckte sich auf rund 6500 Einzelblüten der Salvien. Die Nektarabsonderung (berechnet für je 400 Blüten) betrug für den Zeitabschnitt von

18—6 Uhr stdl. durchschn.	7,8 mg, Nektarkonz.	15,5%
6—10 „ „ „	21,6 „ „	20,0%
10—14 „ „ „	10,8 „ „	39,0%
14—18 „ „ „	20,3 „ „	24,0%

Fr. SCHÖNTAG sei für ihre sorgfältige Arbeit auch an dieser Stelle bestens gedankt.

<sup>1)</sup> Von der Leitung des Münchner Botanischen Gartens freundlichst zur Verfügung gestellt.

<sup>2)</sup> Zeitangaben in Normalzeit.

<sup>3)</sup> Für ihre Mithilfe bei diesem oder späteren Versuchen bin ich zu Dank verpflichtet: Fr. BULLE, Fr. DR. V. DEHN, Fr. DR. GAUHE, Fr. V. OETTINGEN, Herrn DR. PARDI, ferner den technischen Assistentinnen am Institut: Fr. HALBREITER, Fr. LANGWALD und Fr. SCHUMACHER.

gaben die meisten blaugezeichneten Bienen den gesammelten Nektar auf den Waben ab, ohne zu tanzen. Doch waren in der Beobachtungszeit von 7.20—9.30 Uhr im kleinen Stock 3 *Rundtänze* von blauen Bienen, im großen Stock einer zu sehen. Gleichzeitig fielen lebhaftere *Rundtänze* zahlreicher ungezeichneter Bienen auf. Da sie hierbei wiederholt von blauen Bienen unserer Schar verfolgt wurden, ist anzunehmen, daß sie auch von Linden kamen. Denn wir wissen, daß Lindensammlerinnen spezifisch auf die Tänze von Bienen ansprechen, die Lindenduft im Kleide tragen<sup>1)</sup>. In einer benachbarten Anlage standen mehrere, vermutlich besser honigende Lindenbäume in voller Blüte. Künstliche Futterstellen waren nicht in Betrieb.

*Es hat sich durch diese Versuche mit Robinien-, Salvien- und Lindenblüten bestätigt, daß die Tanzform der Nektarsammler der Rundtanz ist. Ein Schwänzeltanz wurde bei solchen nie beobachtet.*

Wie HENKEL zu seiner widersprechenden Meinung kam, darüber kann ich nur Vermutungen äußern. S. 20 erwähnt er eine Biene, die nach dem Eintragen von Zuckerwasser einen ausgesprochenen Schwänzeltanz gemacht habe; an der gleichen Stelle steht, daß unter seinen Zuckerwasserbienen solche gewesen sind, die vorher als Pollensammlerinnen gezeichnet worden waren. Es ist denkbar, daß sich bei einem Tätigkeitswechsel die frühere Tätigkeit noch auf die Tanzform auswirkt. Auch bei seinen Bienen, die im Freiland an Brombeerblüten Nektar sammelten und dann Schwänzeltänze aufführten (S. 40), besteht der Verdacht, daß es keine reinen Nektarsammler waren. Bei Blüten, die Nektar und Pollen bieten, kommt es vor, daß eine Biene beides gleichzeitig sammelt. S. 71 erwähnt er ausdrücklich, daß er an den Brombeerblüten ein häufiges Wechseln zwischen Nektar- und Pollensammeln oder beide Betätigungen gleichzeitig gesehen hat. Das sind keine günstigen Bedingungen, um die Frage der Tanzform zu klären.

Davon abgesehen, mildert sich der von HENKEL so stark betonte Gegensatz durch folgendes: Ich habe schon 1923 (S. 81) gesagt, daß der Unterschied zwischen Rundtanz und Schwänzeltanz sich auch verwischen kann. In seltenen Fällen kann der Pollentanz atypisch verlaufen und sich der Form des Rundtanzes nähern; und es kommt vor, „daß Nektarsammler (oder Zuckerwassersammler), die mit großer Lebhaftigkeit tanzen, hierbei auch Schwänzeltbewegungen mit dem Hinterleibe ausführen. Freilich bleiben die Kreistouren bestehen, und niemals wird ein typischer Pollentanz daraus . . .“ Und andererseits schreibt HENKEL, der jeden Unterschied leugnet, doch selbst auf S. 48: Das Schwänzeln der Pollensammlerinnen wird „im allgemeinen etwas stärker ausgeführt als bei der Nektarsammlerin“. Unser Gegensatz ist also mehr quantitativ als qualitativ. Es kann sein, daß sich in dieser Hinsicht nicht alle Bienenrassen gleich verhalten. Das müßte erst untersucht werden. Jedenfalls sind die Typen von Rundtanz und Schwänzeltanz bei sämtlichen Bienenvölkern, die ich beobachtet habe, so klar und so leicht zu demonstrieren, daß man sie nicht bezweifeln kann, auch wenn die Unterschiede in manchen Fällen weniger deutlich sind.

<sup>1)</sup> V. FRISCH 1923, S. 60.

Es wurde schon erwähnt, daß nur bei *reicher* Nektartracht getanzt wird. Dabei kommt es sowohl auf die *Menge* wie auf die *Konzentration* des Zuckersaftes an. Beide können in den Blüten sehr verschieden sein. Bei manchen Pflanzenarten wird der Nektar so reichlich abgeschieden, daß er in großen Tropfen aus den Blüten quillt, während man bei anderen mit der Lupe nach ihm suchen muß. Die durchschnittliche Zuckerkonzentration beträgt bei der Kaiserkrone (*Fritillaria imperialis* L.) nur etwa 9%, bei Linden 30%, beim Ackersenf (*Sinapis arvensis* L.) 46%, bei der Roßkastanie (*Aesculus hippocastanum* L.) fast 70%<sup>1)</sup>. Quantität und Qualität unterliegen auch bei ein und derselben Blütensorte je nach der Tageszeit<sup>2)</sup> und unter wechselnden Außenbedingungen<sup>3)</sup> beträchtlichen Schwankungen. Überdies nimmt die Nektarmenge in den Blüten natürlich um so mehr ab, je zahlreicher sich die Blütengäste einstellen.

Die Abhängigkeit der Bientänze von der Menge und Güte der Tracht läßt sich am einfachsten an einem künstlichen Futterplatz zeigen. Bienen, die an einem gefüllten Zuckerwasserschälchen sammeln, tanzen immerzu. Ersetzt man die Fülle des Inhalts durch einen kleinen Stapel von Fließpapierblättchen, die mit dem Zuckerwasser nur angefeuchtet sind, so gewinnen die Bienen trotz längeren Saugens kleinere Mengen. Sie fahren fort zu sammeln, aber sie tanzen jetzt nicht mehr<sup>4)</sup>. Auch bei gefülltem Schälchen stellen sie die Tänze ein, wenn man die Konzentration des Zuckersaftes auf ein bestimmtes Maß herabsetzt. Es ist ungemein eindrucksvoll zu sehen, wie eine Bienenschar eine dünne (etwa 8%) Zuckerlösung stetig, aber gleichsam lustlos einträgt, ohne zu tanzen; wie bei zunehmender Konzentration die Tänze erst matt, dann energischer einsetzen und wie sie schließlich (etwa bei 30% oder noch höherem Zuckergehalt) mit einer Lebhaftigkeit und Ausdauer durchgeführt werden, daß es wie ein Aufruhr über die Waben geht. Dementsprechend stellen sich am Schälchen erst keine, dann wenige und schließlich massenhaft Neulinge ein<sup>5)</sup>. Der Sinn dieses Verhaltens wird in seiner vollen Bedeutung klar, wenn man sich die Sammeltätigkeit unter natürlichen Bedingungen vergegenwärtigt. Zu günstiger Jahreszeit blühen viele Pflanzenarten gleichzeitig und werden von Suchbienen entdeckt. Je mehr und je süßeren Nektar eine Blütensorte bietet, desto lebhafter tanzen die hier verkehrenden Bienen, und da sie den spezifischen Blütenduft als Wegweiser an sich tragen, wird der stärkste Flug der Völker bald dahin gelenkt, wo sich der Besuch am meisten lohnt.

*Wonach „beurteilt“ nun die Biene die Üppigkeit der Tracht? Oder mit anderen Worten: Wodurch*

<sup>1)</sup> Vgl. R. BEUTLER 1930.

<sup>2)</sup> KLEBER 1935.

<sup>3)</sup> BEUTLER 1930, KLEBER 1935, PARK 1928.

<sup>4)</sup> V. FRISCH 1923, S. 93 ff.

<sup>5)</sup> V. FRISCH 1934, S. 100—103.

werden die Tänze ausgelöst? Ist bei reichlicher Futtermenge der geringere Zeitaufwand, oder ist die stärkere Füllung der Honigblase für den Tanz bestimmend?

Um dies zu prüfen, bot ich den Bienen mit Zuckerwasser durchfeuchtetes Fließpapier, also „spärliche Tracht“. Am gefüllten Schälchen hatten sie jedesmal kaum 1 Minute getrunken. Jetzt aber pflegten sie etwa 7 Minuten am Fließpapier zu saugen, dann flogen sie heim, gaben das Zuckerwasser ab und kamen zurück, ohne getanzt zu haben. Nun wartete ich, bis eine solche Biene 6 Minuten gesogen hatte, und dann, als jeden Augenblick ihr Abflug zu gewärtigen war, ließ ich sie aus einem Glasröhrchen Zuckerwasser in vollen Zügen schlürfen. Bei 16 solchen Versuchen hat die Biene nach der Heimkehr in 7 Fällen getanzt, in 9 Fällen trotz des üppigen Schlußtrunkes nicht. Für das Unterbleiben der Tänze

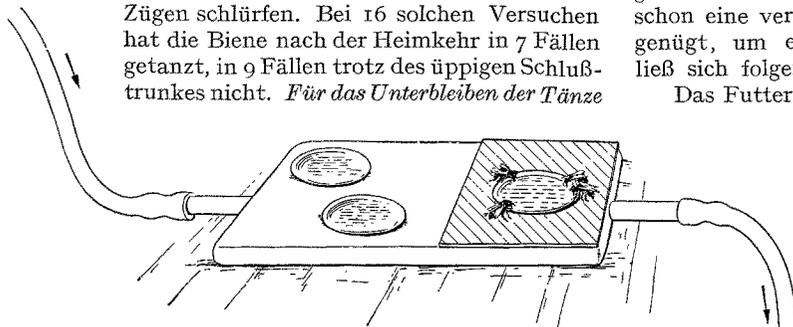


Fig. 5. Anordnung beim Temperaturversuch. Nähere Erklärung im Text.

war offenbar die längere Sammelzeit maßgebend. Der Umstand aber, daß nach dem reichen Schlußtrunk fast die Hälfte der Bienen doch getanzt hatte, legte die Vermutung nahe, daß neben dem Zeitaufwand auch die Ergiebigkeit des Saugens, vielleicht die pralle Füllung der Honigblase, für die Auslösung der Tänze bestimmend ist (1923, S. 100, 101).

Diese damals unfertig gebliebenen Versuche habe ich neuerdings wieder aufgenommen. Wir haben inzwischen erfahren, daß neben der Menge auch die Konzentration der Zuckerlösung für die Tänze und ihre Lebhaftigkeit von Bedeutung ist. Es hat sich weiter herausgestellt, daß die Bienen unter sonst gleichen Bedingungen ihre Honigblase um so stärker füllen, je süßer die Lösung ist. So war in einem Versuch vom 30. September 1928 bei einer Schar von Sammelbienen die durchschnittliche Magenfüllung<sup>1)</sup>:

<sup>1)</sup> Die durchschnittliche Magenfüllung wurde folgendermaßen gefunden: Ein Schälchen mit einer abgemessenen Menge Zuckerwasser wird von nummerierten Bienen leer getrunken. Jede trinkende Biene wird verzeichnet. An einem daneben stehenden, nicht von Bienen besuchten Schälchen mit gleichem Inhalt wird durch Wägen zu Beginn und am Ende des Versuches die Wassermenge bestimmt, die in dieser Zeit durch Verdunstung verloren gegangen ist. Die gebotene Menge Zuckerwasser abzüglich der verdunsteten Menge, geteilt durch die Zahl der Bienen, die gesogen haben, ergibt die durchschnittliche Magenfüllung. Die Werte sind unter gleichen Bedingungen auch in verschiedenen Jahren erstaunlich konstant.

Bei Fütterg. mit $\frac{1}{2}$ mol (17,1%) Rohruckerlös.	42 cmm
„ „ „ 1 mol (34,2%)	49 cmm
„ „ „ 2 mol (68,4%)	56 cmm

Je süßer also das Zuckerwasser ist, desto stärker wird der Honigmagen gefüllt und desto lebhafter sind die Tänze<sup>1)</sup>. Man könnte darin einen weiteren Hinweis sehen auf eine reflektorische Auslösung des Tanzes durch eine pralle Honigblase. Doch hat sich diese Vermutung nicht bestätigt. Die Möglichkeit einer Prüfung ergibt sich aus der Tatsache, daß neben der Süßigkeit auch die Temperatur auf die Füllung der Honigblase Einfluß hat. Je wärmer es ist, desto mehr Zuckerwasser nehmen die Bienen unter sonst gleichen Bedingungen in den Magen auf<sup>2)</sup>. Da schon eine verschiedene Temperatur der Lösungen genügt, um eine solche Wirkung zu erzielen<sup>3)</sup>, ließ sich folgender Versuch ausführen:

Das Futterschälchen wurde auf ein für diesen Zweck angefertigtes Blechkästchen gesetzt, welches mit heißem bzw. kaltem Wasser durchströmt werden konnte. Von zwei weiteren Schälchen auf derselben Blechunterlage diente eines zur Kontrolle der Verdunstung (vgl. Anm. 1, S. 273 l.), das andere zur Kontrolle der Temperatur des Zuckerwassers. Damit die Bienen ausschließlich das für sie bestimmte Schälchen beflogen, war dieses gelb umrahmt und eine Dressur auf Gelb vorausgegangen. Der gelbe Karton verhinderte zugleich, daß die Bienen mit der heißen oder kalten Blechunterlage in Berührung kamen. Er hatte in der Mitte einen kreisrunden Ausschnitt, in den das Schälchen genau hineinpaßte (vgl. Fig. 5).

Am 10. Juli 1940 wurde um 11.40 Uhr einer kleinen Schar von nummerierten Bienen auf dem gewärmten Blechkästchen eine abgemessene Menge einer  $\frac{3}{8}$ -molaren Rohruckerlösung<sup>3)</sup> geboten. Während ein Beobachter jede trinkende Biene verzeichnete, um später die durchschnittliche Magenfüllung zu berechnen (vgl. Anm. 1, S. 273 l.), wurden von einer Gehilfin am Beobachtungsstock die heimkehrenden Bienen, soweit es möglich war, verfolgt und festgestellt, ob sie tanzten oder nicht. Nach einer Pause, die der Vorbereitung des nächsten Versuches diente, wurde dieselbe Schar auf dem gekühlten Blechkästchen mit derselben Menge einer 1molaren Rohruckerlösung gefüttert. Nach einer größeren Pause wurden beide Versuche in umgekehrter Reihenfolge wiederholt. In den Pausen erhielten die Bienen  $\frac{1}{2}$ -molare Rohruckerlösung

<sup>1)</sup> v. FRISCH 1934, S. 103–107.

<sup>2)</sup> Vgl.: H. GONTARSKI, Leistungsphysiologische Untersuchungen an Sammelbienen (*Apis mellifica*), Arch. f. Bienenkunde 16, 107–126 (1935) (hier insbesondere S. 113).

<sup>3)</sup> Alle bei den Versuchen verwendeten Zucker waren reinste Präparate der Firma E. Merck, Darmstadt.

Tabelle 1.

Versuchszeit	Konzentration des gefütterten Zuckerwassers	Umgebungs-temperatur	Temperatur der gefütterten Lösung	Durchschnittliche Magenfüllung	Zahl der Bienenbesuche am Schälchen	Zahl der im Stock beobachteten Bienen	Zahl der Tänzerinnen in Prozent der beobachteten Bienen
11.40—11.59	3/8 mol	18 $\frac{1}{2}$ °	28°	48,9 cmm	54	33	81,8%
12.34—etwa 13.15	1 mol	19°	11°	37,6 cmm	79	47	83,7%
14.38—15.18	1 mol	20°	11°	42,1 cmm	71	47	72,3%
15.36—15.56	3/8 mol	21°	28°	53,1 cmm	49	24	58,3%

von normaler Temperatur. Das Ergebnis ist aus Tabelle 1 zu entnehmen.

Die Bienen haben in diesem Falle von der süßeren (1 molaren) Lösung, weil sie kälter war, erheblich kleinere Portionen zu sich genommen als von der weniger süßen ( $\frac{3}{8}$  molaren) Zuckerlösung. Trotz der geringeren Magenfüllung haben sie bei der süßeren Lösung stärker getanzt. Dies geht aus den Prozentzahlen der beobachteten Tänze hervor (letzte Spalte von Tabelle 1), wobei nur zu beachten ist, daß am Nachmittag die Tanzlust geringer war, so daß nur der 1. mit dem 2. und der 3. mit dem 4. Versuch unmittelbar vergleichbar ist; überdies wurde bei der süßeren Lösung viel lebhafter und ausdauernder getanzt, was in der Tabelle nicht zum Ausdruck kommt, aber für den Beobachter sehr augenfällig war. Aus dem Versuch geht hervor, daß der Füllungsgrad der Honigblase für die Auslösung der Tänze nicht der ausschlaggebende Faktor ist. Es scheint vielmehr, daß im vorliegenden Falle die Lebhaftigkeit der Tänze durch die Süßigkeit des Zuckerwassers bestimmt wurde<sup>1)</sup>.

Es konnte aber auch anders sein: eine zuckerreichere Lösung oder, bei gleichem Zuckergehalt, eine größere Futtermenge bedeutet die Aufnahme von mehr Betriebsstoff. Es war denkbar, ja sogar sehr naheliegend, daß die Biene von dem reicheren Vorrat in der Honigblase auch mehr für den eigenen Verbrauch in den Mitteldarm aufnimmt und daß so die lebhaften Tänze bei üppiger Tracht durch die erhöhte Zuckerzufuhr gleichsam automatisch ausgelöst würden<sup>2)</sup>. Diese Hypothese läßt sich prüfen. Wir kennen im Sorbit einen Zuckeralkohol, der (obwohl für uns süß) für die Bienen geschmacklos ist<sup>3)</sup>, dabei aber nach VOGEL<sup>4)</sup> für sie einen Nährwert besitzt, der fast zweimal so groß ist als der von Rohrzucker oder Traubenzucker. VOGEL benützte als relativen Maßstab für den

<sup>1)</sup> Überdies mag die kalte Lösung das Temperament der Bienen abgekühlt und die Tanzlust vermindert haben, andererseits war die Viskosität des kalten Zuckerwassers stark erhöht, und wir werden erfahren, daß dadurch die Tanzlust gesteigert wird. Die quantitative Auswirkung dieser gegensinnigen Faktoren ist schwer abzuschätzen.

<sup>2)</sup> Der Blutzuckergehalt der Bienen wird durch die Nahrungsaufnahme viel stärker beeinflusst als bei Wirbeltieren und kann dementsprechend starken, kurzfristigen Schwankungen unterliegen (vgl. R. BEUTLER 1936).

<sup>3)</sup> v. FRISCH 1927, S. 325; 1934, S. 62, 63.

<sup>4)</sup> VOGEL 1931, S. 307—309. — v. FRISCH 1930, S. 169—171.

Nährwert die Lebensdauer der mit verschiedenen Zuckern gefütterten Bienen. Der Wert des Sorbits als Betriebsstoff kommt aber auch in der Lebhaftigkeit der Tiere anschaulich zum Ausdruck. Das zeigt sich, wenn man isolierte Bienen teils hungern läßt, teils mit Sorbit und teils mit Rohrzucker füttert.

Reine Sorbitlösung nehmen sie wegen ihrer Geschmacklosigkeit nicht an. Man muß eine gewisse Menge Rohrzucker als Süßstoff zusetzen. Die drei Vergleichsgruppen bekamen deshalb: 1. 1 mol Rohrzuckerlösung, 2. die gleiche Menge 1 mol Sorbitlösung, gesüßt durch  $\frac{1}{4}$  mol Rohrzucker, 3. die gleiche Menge  $\frac{1}{4}$  mol Rohrzuckerlösung. Die Bienen der 3. Gruppe saßen viel früher als die anderen still und matt in ihrem Käfig. Die 2. Gruppe blieb angenähert ebenso lebhaft wie die 1. Bei ermatteten Tieren ließen sich die Lebensgeister durch die 1. wie durch die 2. Lösung rasch wieder wecken, während dies mit der 3. Lösung nicht gelang. Berücksichtigt man die in den Lösungen enthaltenen Gewichtsmengen, so bestätigt sich, daß Sorbit für die Bienen einen erheblich größeren Nährwert hat als Rohrzucker.

Wie hier durch Beifütterung von Sorbit die Lebhaftigkeit unserer Häftlinge zunimmt, so müßten dadurch auch die Tänze eine Steigerung erfahren, wenn der einverleibte Betriebsstoff für deren Lebhaftigkeit bestimmend ist.

Bei der Durchführung des Versuches wurde eine Schar von nummerierten Bienen zunächst mit  $\frac{1}{2}$  mol (17,1%) Rohrzuckerlösung gefüttert und die Tanzfreudigkeit beobachtet. Dann wurde ihnen eine Lösung geboten, die  $\frac{1}{2}$  mol Rohrzucker und zugleich 1 mol (18,2%) Sorbit enthielt. Diese Mischung hat für die Bienen die Süßigkeit einer  $\frac{1}{2}$  molaren Rohrzuckerlösung, aber einen Nährwert, der den einer 1 molaren Rohrzuckerlösung noch erheblich übertrifft. Die Tänze sollten also nun, wenn der Nährwert für ihre Auslösung maßgebend ist, eine Zunahme erfahren und sogar lebhafter sein als bei Fütterung von 1 mol (34,2%) Rohrzuckerlösung. Da aber durch den Sorbitzusatz zu der  $\frac{1}{2}$  molaren Zuckerlösung nicht nur der Nährwert, sondern auch die Viskosität der Flüssigkeit gesteigert wird und zunächst nichts darüber bekannt war, ob dieser Faktor die Tänze beeinflusst, war eine weitere Kontrolle nötig: Milchzucker hat für die Bienen weder Süße<sup>1)</sup> noch Nährwert<sup>2)</sup>. Eine Lösung, die  $\frac{1}{2}$  mol Rohrzucker und  $\frac{1}{2}$  mol Milchzucker enthält, hat die gleiche Viskosität wie die Sorbitmischung und wie eine 1 molare Rohr-

<sup>1)</sup> v. FRISCH 1927, S. 324, 325; 1934, S. 39—45.

<sup>2)</sup> VOGEL 1931, S. 320—322. — v. FRISCH 1930, S. 170.

Tabelle 2.

Gefütterte Lösung	Zahl der Versuche mit dieser Lösung	Zahl der Bienenbesuche am Schälchen	Zahl der im Stock beobachteten Bienen	Von den beobachteten Bienen haben getanzt	Änderung gegenüber der 1/2 molaren Rohrzuckerlösung
1/2 mol Rohrzucker	4	196	165	61,8%	
1/2 mol Rohrzucker + 1/2 mol Milchzucker	3	177	146	43,2%	Viskosität erhöht
1/2 mol Rohrzucker + 1 mol Sorbit	3	149	114	53,5%	Viskosität und Nährwert erhöht
1 mol Rohrzucker	2	106	87	94,3%	Viskosität und Nährwert und Süße erhöht

Tabelle 3.

Gefütterte Lösung	Zahl der Versuche mit dieser Lösung	Durchschnittliche Magenfüllung	Zahl der Bienenbesuche am Schälchen	Zahl der im Stock beobachteten Bienen <sup>1)</sup>	Von den beobachteten Bienen haben getanzt
1/2 mol Rohrzucker	2	45,7 cmm	86	81	86,4%
1/2 mol Rohrzucker + 1/2 mol Milchzucker	1	46,1 cmm	47	47	85,1%
1/2 mol Rohrzucker + 1 mol Sorbit	1	46,3 cmm	49	48	89,6%
3/4 mol Rohrzucker	1	48,0 cmm	45	42	95,2%

zuckerlösung, aber den Geschmack und Nährwert einer 1/2 molaren Rohrzuckerlösung.

Am Vormittage des 6. und des 7. Juli 1940 wurden 2 Versuchsreihen mit den genannten Lösungen gemacht, deren Gesamtergebnis in Tabelle 2 übersichtlich zusammengestellt ist.

Man kann aus der Tabelle entnehmen, daß nicht der Nährwert, wohl aber der Geschmack der Lösung für die Tänze von ausschlaggebender Bedeutung ist. Dasselbe ergibt sich aus weiteren, in Einzelheiten abgeänderten Versuchsreihen. So wurde z. B. den Bienen am 14. Juli eine 3/4 molare (25,7%) Rohrzuckerlösung vorgesetzt. Obwohl hier gegenüber der 1/2 molaren Rohrzuckerlösung der Nährwert nur um die Hälfte erhöht ist, während er durch den Sorbitzusatz nahezu verdreifacht wird, ist eine deutliche Zunahme der Tänze ausschließlich durch die geringfügige Erhöhung der Rohrzuckergehaltes bewirkt worden (Tabelle 3). Das Ergebnis wurde durch eine stark gesteigerte Lebhaftigkeit und Ausdauer der Tänze bei der 3/4 molaren Rohrzuckertracht noch bestärkt, was leider in den trockenen Zahlen der Tabelle keinen Ausdruck findet. In dieser Versuchsreihe wurde auch die durchschnittliche Magenfüllung bestimmt (Spalte 3 der Tabelle). Sie zeigt, daß es offenbar auch hierbei weder auf die Viskosität noch auf den Nährwert, wohl aber auf den Geschmack der Lösung ankommt.

Bei einem genaueren Studium der Tabelle 2 wird auffallen, daß die Tanzlust bei Milchzucker- und Sorbitzusatz etwas geringer war als bei Fütterung von reiner 1/2 mol Rohrzuckerlösung. Man könnte diese Erscheinung als Viskositätswirkung

deuten, doch wird sie durch Tabelle 3 nicht bestätigt. Sie fand durch weitere Versuche ihre Erklärung in einem sehr geringen, aber nachweisbaren vergärenden Beigeschmack des Milchzuckers und Sorbits für die Bienen<sup>2)</sup>. In den Versuchen der Tabelle 3 ist diese Wirkung wahrscheinlich durch die damals lebhaftere Tanzlust verschleiert. Ich komme aber auf diesen Punkt noch zurück (vgl. S. 276 den Absatz in Kleindruck). Daß in beiden Tabellen der Prozentsatz der Tänze bei der Sorbitbeigabe etwas größer ist als bei der Milchzuckerbeigabe, könnte man als eine wenigstens geringfügige Auswirkung des im Sorbit enthaltenen Brennwertes deuten wollen. Ich glaube aber, daß die Erscheinung ausschließlich oder vorwiegend auf den etwas stärkeren Vergällungsgeschmack des Milchzuckers zurückzuführen ist.

Daß tatsächlich schon durch eine geringe Vergällung des Futters die Tanzlust stark herabgesetzt wird, bestätigte sich in Versuchen mit Kochsalz. Eine numerierte Bienenschar wurde abwechselnd mit reiner 1/2 molarer Rohrzuckerlösung gefüttert und mit solcher, die 1/2 mol Rohrzucker und 1/8 mol Kochsalz enthielt. Beim Übergang von

<sup>1)</sup> Bei diesen und den folgenden Versuchen war die Zahl der Beobachter vermehrt, so daß fast alle Bienen im Stock kontrolliert werden konnten.

<sup>2)</sup> Eine ganz leicht vergärende Wirkung des Sorbit war mir aus früheren Versuchen bekannt (1934, S. 62), eine solche des Milchzuckers dagegen widerspricht meinen damaligen Erfahrungen (1934, S. 39-45). Ob dies am Milchzucker oder an einer Verschiedenheit der Bienenvölker liegt, kann ich vorläufig nicht sagen.

Tabelle 4.

Zeit: 24. IX. 1941	Gefütterte Lösung	Durchschnittliche Magenfüllung	Zahl der Bienenbesuche am Schälchen	Zahl der im Stock beobachteten Bienen	Von den beobachteten Bienen haben getanzt
14.58—15.23	1/2 mol Rohrzucker + 1/8 mol NaCl	36,7 cmm	52	50	50,0%
15.30—15.52	1/2 mol Rohrzucker				
16.03—16.30	1/2 mol Rohrzucker + 1/8 mol NaCl	36,9 cmm	52	52	61,5%
16.36—17.01	1/2 mol Rohrzucker				

Tabelle 5.

Zeit: 29. IX. 1941	Gefütterte Lösung	Durchschnittliche Magenfüllung	Zahl der Bienenbesuche am Schälchen	Zahl der im Stock beobachteten Bienen	Von den beobachteten Bienen haben getanzt
14.00—14.20	1/2 mol Rohrzucker	45,1 cmm	53	53	69,8%
14.27—14.50	1/2 mol Rohrzucker + 1/4 mol Raffinose	42,3 cmm	56	56	80,4%
14.57—15.22	1/2 mol Rohrzucker				
15.29—15.50	7/8 mol Rohrzucker	48,8 cmm	49	49	89,8%

der reinen zur vergällten Zuckerlösung war nur ein leichtes und rasch vorübergehendes Zögern zu bemerken; dann wurde die Mischung ohne erkennbare Zeichen des „Mißfallens“ angenommen. Doch wissen wir aus einer früheren Arbeit, daß schon bei einem schwachen salzigen Beigeschmack die Magenfüllung deutlich herabgesetzt wird<sup>1)</sup>. Das war auch diesmal der Fall. Aus Tabelle 4 erkennt man ferner den starken Einfluß der Salzbeimengung auf die Tänze. Da die Magenfüllung für diese nicht ausschlaggebend ist, und da die Viskosität der Lösung durch den Salzzusatz nicht verändert wird, zeigt sich aufs neue der entscheidende Einfluß des Geschmackssinnes.

Es ist schon vorhin die Frage aufgetaucht, ob auch die Viskosität der Zuckerlösung für die Tänze von Bedeutung ist. Versuche mit dem Trisaccharid Raffinose sollten darüber Klarheit bringen. Raffinose ist für die Bienen nicht süß und wirkt auch nicht im geringsten vergärend<sup>2)</sup>; ihr Nährwert ist nach den Untersuchungen VOGELS sehr gering (etwa 1/8 von dem des Rohrzuckers<sup>3)</sup>). Da das Aufsaugen der Flüssigkeit mit zunehmender Viskosität zweifellos mühevoller wird, hätte man einen hemmenden Einfluß auf die Tanzlust erwarten können. Das Gegenteil trifft zu. Von den 6 einschlägigen Versuchsreihen sei hier nur eine als typisches Beispiel angeführt (Tabelle 5).

Im zweiten Versuch war bei gleicher Süßigkeit die Viskosität stark erhöht<sup>4)</sup>. Die Magenfüllung war ein wenig vermindert, die Zahl und Lebhaftigkeit der Tänze deutlich gesteigert. Der Ausgang des dritten Versuches mit Rückkehr zur 1/2 mol-Rohr-

zuckerfütterung bestätigt das Ergebnis, die Tänze fallen ab. Im vierten Versuch (7/8 mol Rohrzucker) war die Viskosität angenähert ebenso stark erhöht, wie im zweiten Versuch<sup>1)</sup>, zugleich aber die Süßigkeit vermehrt. Zahl und Lebhaftigkeit der Tänze waren noch stärker gesteigert als bei der Raffinosemischung. Die Bedeutung des Süßgeschmackes für die Auslösung der Tänze wird dadurch erneut bekräftigt, daneben aber tritt eine gleichsinnige Wirkung der Viskosität in Erscheinung. Unter natürlichen Bedingungen wird für die Bienen der Nektar von höherer Viskosität der zuckerreichere, daher wertvollere sein. Es ist also biologisch sinnvoll, wenn eine Steigerung der Viskosität trotz der schwierigeren Saugarbeit zu einer Vermehrung der Tänze führt.

In den Versuchen der Tabelle 3 war die Tanzlust bei Zusatz von Milchzucker oder Sorbit trotz der Erhöhung der Viskosität angenähert dieselbe geblieben. Ich deute dies dahin, daß hier die steigende Wirkung der Viskosität durch die hemmende Wirkung des Vergällungsgeschmackes der genannten Zucker aufgehoben (in den Versuchen der Tabelle 2 sogar überboten) wurde. Ich sehe eine Stütze dieser Auffassung darin, daß in weiteren, hier nicht besprochenen Versuchen bei einem geringeren Milchzucker- oder Sorbitzusatz, wobei der Vergällungsgeschmack nicht oder kaum zur Geltung kam, auch durch diese Zucker eine Steigerung der Tänze zu erzielen war.

Gegen die zuletzt besprochenen Versuche und unsere Schlußfolgerung kann eingewendet werden, daß vielleicht nicht die höhere Viskosität, sondern das höhere Gewicht der aufgenommenen Lösung für die Steigerung bestimmend war. Doch ist dies

<sup>1)</sup> Die Auslaufzeiten für 5 ccm Lösung bei 20° in einem OSTWALDSchen Viskosimeter betragen für:

1/2 mol Rohrzucker + 1/4 mol Raffinose: 1 Min. 58 Sek.

7/8 mol Rohrzucker: 1 Min. 53 Sek.

1/2 mol Rohrzucker: 1 Min. 12 Sek.

<sup>1)</sup> v. FRISCH 1934, S. 124—128.

<sup>2)</sup> v. FRISCH 1934, S. 49.

<sup>3)</sup> VOGEL 1931, S. 329—331.

<sup>4)</sup> S. rechte Spalte, Fußnote 1).

aus verschiedenen Gründen unwahrscheinlich. Da die Frage voraussichtlich experimentell zu entscheiden sein wird, ist eine Diskussion unnötig. Wir haben nur vorläufig hinter den Viskositätsfaktor ein kleines Fragezeichen zu setzen.

Mit diesem Vorbehalt können wir das Ergebnis der mitgeteilten Versuche dahin zusammenfassen, daß weder der Füllungsgrad der Honigblase, noch der Nährwert der aufgenommenen Lösung, wohl aber deren rasche Gewinnbarkeit, ihr Geschmack und ihre Viskosität für die Auslösung des Rundtanzes und seine Lebhaftigkeit bestimmend sind. Wir dürfen aber diesen Befund nicht als erschöpfend betrachten. Die gleiche Zuckerlösung, die in Zeiten guter Tracht kaum bei der einen oder anderen Sammlerin einen matten Rundtanz auslöst, kann bei schlechter Tracht, wenn sich auch das Eintragen minderwertigen Nektars für den Bienenstaat lohnt, zu den lebhaftesten Tänzen Anlaß geben. Aus dieser Tatsache und aus weiteren Beobachtungen, die noch durch besondere Versuche überprüft werden müssen, scheint mir hervorzugehen, daß neben den besprochenen, experimentell leicht faßbaren Bedingungen noch verwickeltere Zusammenhänge mitspielen, die durch den Hinweis auf einen *psychologischen Faktor* angedeutet, aber vorläufig nicht durchschaut werden können.

Die Kenntnis von den Werbetänzen bietet uns ein Mittel, um die Sammlerinnen eines Volkes, ja eines ganzen Bienenstandes, auf Wunsch in kürzester Frist zum Befliegen einer bestimmten Trachtquelle zu veranlassen. Wir brauchen ja nur an einem künstlichen Futterplatz einige durch Honig angelockte Bienen auf abgeschnittenen Blüten jener Trachtpflanzen mit Zuckerwasser zu füttern, und sie werden alsbald durch ihre Tänze und durch den Duft, den sie an ihrem Haarkleid heimtragen, Scharen von Kameraden rings an die Blüten schicken. Anregungen zu dieser praktischen Nutzenanwendung<sup>1)</sup> sind bei uns bisher nicht auf fruchtbaren Boden gefallen. Nur einmal hat mir ein Imker berichtet, daß ihm auf seinem Wanderstand die Anwendung dieses einfachen Kunstgriffes eine Honigernte einbrachte, die weit größer war als die seiner Wandergefährten. In Rußland hat man den Gedanken aufgegriffen; nach kürzlich erschienenen Arbeiten<sup>2)</sup> ist es gelungen, durch Verfütterung von Zuckerwasser, das mit Kleeduft versehen war, den Bienenbesuch von Kleefeldern im Durchschnitt um das 19fache zu vergrößern und die Samenernte auf das Dreifache zu steigern; durch Dressur auf Weinblüten

wurde die Bestäubung derart verbessert, daß von einem Weingarten ein Vielfaches von dem sonst üblichen Ertrag eingebracht werden konnte. Es dürfte sich doch lohnen, solche Wege weiter zu verfolgen. Denn ein Zauberwort der „Bienensprache“ ist in unsere Hand gegeben, mit dem wir sie zu verstärkter Tätigkeit aufrütteln und ihren Flug lenken können.

#### Literatur.

R. BEUTLER, Biologisch-chemische Untersuchungen am Nektar von Immenblumen. Z. vergl. Physiol. 12, 72—176, 1930 — Über den Blutzucker der Bienen. Z. vergl. Physiol. 24, 71—115, 1936. — K. v. FRISCH, Über die „Sprache“ der Bienen. Zool. Jb. Abt. allg. Zool. u. Physiol. 40, 1—186, 1923 (als Buch: Jena 1923) — Sinnesphysiologie und „Sprache“ der Bienen. Vortrag auf der 88. Vers. Dtsch. Naturf. u. Ärzte zu Innsbruck, Naturwiss. 12, 981—987, 1924 (als Sonderausgabe: Berlin 1924) — Ein Vorschlag für die Wanderimker. Bienenzucht und Bienenforschung in Bayern, Festschr. d. Münchn. Bez. Bienenzuchtver. z. 50. Gründungsjahr, Neumünster 1927, 77—79 — Versuche über den Geschmackssinn der Bienen I, II, III. Naturwiss. 15, 321—327, 1927; 16, 307—315, 1928; 18, 169—174, 1930 — Über den Geschmackssinn der Biene. Z. vergl. Physiol. 21, 1—156, 1934 — Vom Sinnesleben und Geistesleben der Bienen. Deutscher Imkerführer 11. Jg., 1937 — Aus dem Leben der Bienen. (Verständliche Wissenschaft Bd. 1.) 3. Aufl. Berlin 1941. — v. FRISCH u. RÖSCH, Neue Versuche über die Bedeutung von Duftorgan und Pollenduft für die Verständigung im Bienenvolk. Z. vergl. Physiol. 4, 1—21, 1926. — GUBIN u. SMARAGDOVA, The directing action of aromatic feeding and the role of the scent producing organ of *Apis mellifera* L. in searching a source of honeyflow by bees. Zool. Z. 19, 790—800, 1940 (russisch m. engl. Zusammenfassung). — CHR. HENKEL, Unterscheiden die Bienen Tänze? Bonn: Diss. 1938. — E. KLEBER, Hat das Zeitgedächtnis der Bienen biologische Bedeutung? Z. vergl. Physiol. 22, 221—262, 1935. — O. W. PARK, Studies on the sugar concentration of the nectar of various plants. Report of the State Apiarist Iowa 80—89, 1928. — SAWITZKIJ, Dressur der Bienen auf Wein. Ptschelewodstwo 1940, H. 5. — B. VOGEL, Über die Beziehungen zwischen Süßgeschmack und Nährwert von Zuckern und Zuckeralkoholen bei der Honigbiene. Z. vergl. Physiol. 14, 273—347, 1931.

trachtarmen Gegend Schlesiens war eine Fläche von 20 Morgen mit der Zottelwicke (*Vicia villosa*) bebaut. Drei Bienenvölker erhielten jeden Abend eine Reizfütterung von Zuckerwasser mit Zottelwicken-Blütenduft. Nach 3 Tagen ergab die Honigschleuderung von diesen drei Völkern 38,5 Pfund, bei drei Kontrollvölkern nur 21,5 Pfund Honig. Der Samenertrag des Wickenfeldes „war äußerst zufriedenstellend. Auch von anderen Teilen Schlesiens liegen günstige Ergebnisse dieses Versuches vor“. — Leider sind die Kontrollvölker nicht mit Zuckerwasser gefüttert worden. Für einen überzeugenden Nachweis, daß das günstige Ergebnis des Honigertrages auf eine Lenkung durch den Blütenduft zurückzuführen ist, hätten die Kontrollvölker Reizfütterungen mit gleichen Mengen nichtduftenden Zuckerssers erhalten sollen.

<sup>1)</sup> v. FRISCH 1927 (Wanderimker), 1937.

<sup>2)</sup> GUBIN u. SMARAGDOVA 1940, SAWITZKIJ 1940. — Zusatz bei der Korrektur: Im Deutschen Imkerführer Jg. 15, Nr. 11 (Februar 1942) veröffentlicht E. LANGER eine kurze Mitteilung über ähnliche Versuche: In einer