

Einrichtungen zur experimentellen Hummelhaltung

Von Siegfried Döttlinger ¹⁾).

Inhaltsverzeichnis

A. Einleitung.	70
B. Aufstellungsort der Anlage.	71
C. Verwendete Hummelart.	71
D. Beschreibung der Einrichtungen.	72
a) Fluglöcher	72
b) Laufgänge	76
c) Futterräume	78
d) Bruträume	80
e) Ansiedlungskästen	82
f) Fensterraum	84
g) Raumheizung	86
h) Futterpumpe	87
i) Zählanlage	89
j) Gerätewand	91
k) Mäusehaltung	92
E. Zusammenfassung.	92
F. Literaturverzeichnis.	93

A. Einleitung

Um zoologisch wertvolle Arbeiten an Hummeln durchführen zu können, ist vor allem eine dementsprechend konstruierte Einrichtung erforderlich. Versuchsbedingungen müssen weitgehend konstant und gerade für diese Tiere zeitlich präzise durchgeführt werden, um daraus resultierende Ergebnisse auch wissenschaftlich akzeptieren zu können. Für solche Arbeiten allein ist eine optimale Automatisierung nötig, um dieses Vorhaben auch über lange Zeiträume und dann wenn man selbst nicht dabei sein kann, auszuführen.

Auch muß, damit auf breiter Basis experimentiert werden kann, die Entwicklung der Nester und damit ihre Individuenzahl, weit über das sonst natürliche Maß hinausgehen. Es ist dies nur mit einer Einrichtung zu verwirklichen, die den Tieren gut zusagt, sie zusätzlich versorgt und ihre Parasiten möglichst sicher abhält.

Beobachtungsgelegenheiten müssen ausreichend vorhanden und ständig zugänglich sein. Durch ihren Gebrauch dürfen vor allem die Tiere nicht belästigt werden. Wichtige Abläufe werden am besten automatisch registriert.

Um weitgehend alle Fähigkeiten der Hummeln kennenzulernen, und somit in diese komplexen Zusammenhänge besser eindringen zu können, ist eine ständige Umgestaltung von Anlageteilen nötig. Deshalb ist von vornherein auf einen mobilen Aufbau größter Wert zu legen.

¹⁾ Leonding, O.ö., Raidenstraße 42.

In dieser Arbeit wird der derzeitige Ausbau meiner Anlage für die aufgezählten Erfordernisse beschrieben. Erwähnt werden jeweils kurz die Lebensgewohnheiten dieser sozial lebenden Insekten und unmittelbar daran wird der sich daraus ableitende Aufbau der Einrichtungen besprochen.

Die Anregung zu dieser Arbeit stammt von Herrn Univ.-Prof. Dr. W. KÜHNELT, dem ich auch für die Durchsicht des Manuskriptes, sowie für wertvolle Hinweise und vielfältige Unterstützung zu großem Dank verpflichtet bin.

Für zuchttechnische Beratungen bin ich Herrn Reg.-Rat Ing. R. JORDAN sehr dankbar. Ebenso gilt auch mein Dank Frau Dr. Una. F. JACOBS-JESSEN.

B. Aufstellungsort der Anlage

Nistkästen und dazugehörige Apparaturen sind in einem Einfamilienhaus in Leonding bei Linz, OÖ., untergebracht. Für Hummeln ist die Umgebung als relativ günstig zu bezeichnen, da anschließend zahlreiche Blumenbestände in Gärten weiterer Einfamilienhäuser vorhanden sind. Wiesenflächen, eine größere unmittelbar neben meinem Wohnhaus, bestehen ebenfalls noch. Lehmiiger Boden schafft für die Weibchen günstige Überwinterungsmöglichkeiten und der leicht ansteigende, nach Süden zu offene Hang verbürgt die dazu nötige Trockenheit. Aus diesem Grund sind auch zahlreiche Mäuse- und Maulwurfenster im Boden, die bekanntlich eine äußerst wichtige Rolle im Leben der Hummeln spielen.

Markante Baumgruppen und die Tatsache, daß das erwähnte Haus als letztes, ostseitig der Siedlung, den anderen gegenüber noch etwas erhöht steht, geben den Tieren beste Orientierungsmöglichkeiten.

C. Verwendete Hummelart

Nicht alle Hummelarten eignen sich für meine Arbeiten gleich gut. Die freiwillige Ansiedlung der Weibchen im Frühjahr, die hier nur über der Erde möglich ist und die Dauer eines Volkes bis zu seiner Auflösung, die erst spät im Herbst sein soll, begrenzen bereits die in Frage kommenden Arten. Ebenso sind nur individuenreiche Völker vorteilhaft, da mit ihnen Versuche auf breiter Basis vorgenommen werden können. Schließlich ist es ungünstig mehr als eine Art zu halten, da einerseits die Fluglöcher eng nebeneinander liegen und ein Verfliegen der Tiere zu gewissen Jahreszeiten kritisch ist, so daß es zu Beunruhigungen und Verlusten kommen würde, andererseits gilt dasselbe für Versuche im geschlossenen Raum, in dem viele Tiere eng beisammen leben müssen.

Aus allen diesen Gründen, die sich aus der Praxis ergeben, verwende ich hier nur *Bombus lapidarius*. Durch viele Jahre ist es außerdem derselbe Stamm, da immer nur vom Vorjahr markierte oder überhaupt nicht fortgelassene Weibchen zur Gründung bzw. Fortführung der Nester zugelassen werden.

Fallweise werden zu Vergleichszwecken auch andere Arten gehalten, deren Nester aber dann in beweglichen Nistkästen außerhalb des erwähnten Raumes zur Aufstellung kommen.

Ebensolche Kästen stehen in Kremsmünster a. d. Krems, ca. 30 km von hier entfernt. Es besteht dadurch die Möglichkeit, im Bedarfsfalle Nester von dort zu beziehen.

D. Beschreibung der Einrichtungen

a) Fluglöcher

Von *B. lapidarius* Weibchen, die im Frühjahr eine Nestgründung beabsichtigen, wird ein aufgefundenes Erd- oder wie bei meiner Anlage, Mauerloch nach verschiedenen Richtungen hin untersucht. Größe, Farbe und austretender Geruch spielen hier eine wesentliche Rolle. R. JORDAN lockte durch mattschwarze Mantelknöpfe, die er in der Wiese verteilt auf-

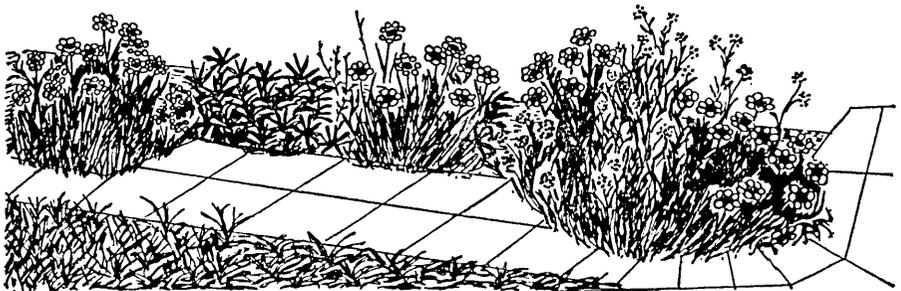


Abb. 1. Außenansicht der an der Südseite des Hauses liegenden Fluglöcher, darunter das Blumenbeet. Man beachte die über den Fluglöchern angebrachten Zeichen.

legte, nestplatzsuchende Weibchen an. Una F. JACOBS-JESSEN untersuchte u. a. verschiedene Figurmerkmale bei Hummeln in Nestbaustimmung. Es kann folgendes Verhalten dabei beobachtet werden: Tiere in Neststimmung (das gilt ganz besonders für Weibchen, die erst einen Nistplatz suchen) bevorzugen dunkle, bedingt durch negative Lichtbestimmung, im Durchmesser ihren Körperumfang nicht wesentlich übersteigende, konturarme Löcher. Außerdem, diese Erfahrung mache ich schon jahrzehntelang, lockt sie zusätzlich austretender Geruch von Mäusen. R. JORDAN berichtet dasselbe über den Geruch von Vogelnestern.

Bei meiner Anlage führen die Fluglöcher durch die Süd- und Ostwand eines Kellerraumes, welcher, da das Haus auf einem Hang steht, südseitig ebenerdig ist. An seiner Ostseite steigt das Terrain an. Es sind vier Fluglöcher an jeder der beiden Wände. Die Höhe der an der Südseite befind-

lichen beträgt 1 m über dem Boden, während ostseitig dieser Abstand immer geringer wird und beim letzten nur noch 10 cm beträgt.

An der Südwand, am Boden entlang der Fluglöcher, sind die Natursteinplatten, die vor dem Haus verlegt sind, ausgespart. Hier befindet sich ein Blumenbeet, welches mit einem Glasaufsatz, von der Wand her, nach außen abgeschlossen werden kann und die vier Fluglöcher mit einbezieht. Durch verschiedene Blütenpflanzen, vor allem einer Taubnessel (*Leonurus cardiaca*) und dem Teufels-Abbiß (*Succisa pratensis*), finden die Tiere in diesem Miniaturglashaus bis spät in den Herbst hinein genügend frische Nahrung. Der Glasaufsatz kann außerdem so aufgestockt oder abgetragen werden, daß einzelne Fluglöcher nicht mit einbezogen sind und direkt ins Freie münden.

(G. STEIN und R. LEHMENSICK hielten Hummelvölker in einer Glasvoliere, in welcher die Tiere fast ausschließlich durch geeignete Futterpflanzen verköstigt wurden.)

Die Form der Fluglöcher entspricht einem Torbogen von 1,3 cm Höhe und 1,5 cm unterster Breite. Sie sind also in ihrer lichten Weite etwas größer als die Weibchen. Alle Gänge sind ausziehbar; sie stecken in einem Messingrohr. Die Fluglöcher sind aus der Mitte einer kreisrunden Stirnwand, von 7 cm Durchmesser und 4 mm Wandstärke, ausgeschnitten. Die Wandstärken bei den Ausschnitten, wie die daran anschließenden Laufgänge, sind bei allen mattschwarz lackiert. Von außen betrachtet wirken sie wie tiefschwarze Tunnel.

Von diesen Fluglöchern ist je ein schräg nach vorn fallend montiertes Anflugbrettchen. Diese Anflugbrettchen und die Stirnwände der Fluglöcher sind an ihren Außenseiten für jeden Gang durch eine andere Farbe gekennzeichnet. Die Reihenfolge entspricht den Ergebnissen, die K. v. FRISCH für die Honigbiene beschrieben hat.

An der Südseite ist folgende Reihung: gelb, rot, bleiweiß, schwarz. Durch diese Farbmarkierungen wird zwar die Unauffälligkeit der Fluglöcher in der Umgebung herabgesetzt, dafür aber ein sicheres, rasches Einfliegen der Königinnen erreicht. Es wissen nämlich alle angesiedelten Weibchen das Vorhandensein der Nachbarnester und so flogen sie früher, bevor die Farbmarkierungen angebracht waren, vor jedem Einflug einige Sekunden in unmittelbarer Nähe des in Frage kommenden Einflugloches umher. Sie wollten durch Prüfen von kleinen Unterschieden und durch Hineinriechen auf alle Fälle „ihren“ Laufgang sicher erkennen. Geraten sie nämlich in ein fremdes Nest, so ist das Risiko abgestochen zu werden sehr groß.

Nun brachte aber dieser, wenn auch nur kurzer Aufenthalt vor den Fluglöchern die große Gefahr des Nestverrates für nachfliegende „Reserveweibchen“, wie ich diese bezeichne und anschließend beschreiben werde, mit sich. Außerdem konnte durch geometrische, über den Fluglöchern angebrachte und jeweils in der selben Farbe gehaltene Zeichen, ein noch ziel-sicheres Einfliegen erreicht werden. Ähnliche Figuren werden auch bei Bienenversuchen angewandt.

Die „Reserveweibchen“ sind Weibchen derselben Art, sogar häufig aus demselben Nest des Vorjahres hervorgegangen, nur mit dem Unterschied, daß sie von vornherein kein eigenes Nest gründen. Es gelingt mitunter auch solche Weibchen zur eigenen Nestgründung zu bewegen, wie es andererseits gelingt, Weibchen, die schon eigene Brut besitzen, zu Reserveweibchen zu machen, indem man ihnen die Brut wegnimmt. Es sind also beide anatomisch gleiche Tiere, nur in ihrer Stimmungseinstellung verschieden.

Sie beobachten meist beim Blumenbesuch Artgenossinnen und „hängen“ sich, wenn diese wegfliegen, in größerem Abstand an sie an. Dies tun sie besonders dann, wenn erstere „gezielt“ fliegen, das heißt, wenn diese bereits eine Brut versorgen und das Herumfliegen in weiten Bögen sich nicht mehr leisten.

So kommen sie in die Nähe des Flugloches eines Nestes, das sie sich in den folgenden Tagen durch wiederholtes An- und Nachfliegen einprägen. Ebenso interessiert sie in dieser Zeit, wieviele andere Reserveweibchen sich ebenfalls um dieses Flugloch noch einstellen. Interessant ist es dabei zu beobachten, wie diese Weibchen, wenn sie sich zufällig vor einem Nesteingang treffen und ihre gleichzeitige Anwesenheit feststellen, wahllos am Boden „nestsuchend“ umherfliegen und so tun, als wären sie zufällig hier und wüßten von der unmittelbaren Nähe des bereits angelegten Nestes nichts. Gelegentlich verdrängt doch eine die andere, indem sie sie von oben her anfliegt und zu Boden drückt.

Zur Erhaltung der Nester sind die Reserveweibchen unentbehrlich. So erklärt sich auch der positive Sinn ihrer Verhaltensweise. Zwei Faktoren sind dafür ausschlaggebend: Einmal ist es die geringe Nistmöglichkeit in der Natur und zum Anderen die Tatsache, da bei uns die Nester nicht perennieren, daß das Weibchen allein die Brut durch vier Wochen versorgen muß. Das sind für sie rund 300 Ausflüge und hierin liegt die große Gefahr, daß ihr dabei etwas zustößt. Verunglückt die Nestgründerin, so folgt ein Reserveweibchen, da dieses gelegentlich Nachschau im Nest hält. Dieses Nachschauen führt, treffen beide zusammen, zu größerer Beunruhigung. Verunglückt die Nachfolgerin, folgt die Nächste usw. Das Intervall bis zum Eintreffen des nächsten Reserveweibchens, die sich alle gleich gut um die Aufzucht der Brut kümmern und bei gegebenen Entwicklungsstand der Larven mit einer eigenen Eiablage beginnen, kann einige Tage dauern, ehe die Brut verhungern würde. Es wird nämlich im Gegensatz zu später, wenn dann die Arbeiterinnen eine Fütterung der Larven von „Mund zu Mund“ durchführen, Pollen in größerer Menge vom Weibchen zu den Larven hinein gepackt. Mit diesem Vorrat halten sie längere Zeit aus, da auch wegen der fehlenden Brutwärme ihre Freßlust zurückgeht. Natürlich steigt dadurch andererseits die Dauer ihrer Entwicklung.

Bei einem Nest im Anfangsstadium sieht man nur eine mit Wachs umschlossene Kugel, in der wie erwähnt, außer den Larven, sich auch der ganze mit Zucker angefeuchtete Pollenvorrat befindet. Es fehlt noch der Pollentopf. Ein Honigtopf dagegen wird nebenan, in Richtung Ausgang, nach einigen Tagen gebaut, da der Inhalt des Honigmagens des Weibchens

während der nächtlichen Flugpause und bei Schlechtwetter für größere Larven nicht mehr ausreicht.

Da im Laufe dieser vier Wochen die heranwachsende Brut für die Reserveweibchen immer begehrenswerter wird, (der Höhepunkt liegt zeitlich um das Schlüpfen der ersten Arbeiterinnen) warten sie nicht mehr auf einen Unfall der Vorgängerin, sondern trachten sie im Nest umzubringen. Das führt zu Raufereien, bei denen immer ein Weibchen abgestochen wird. Ich habe diese tödlichen Raufereien eingehend beobachtet und möchte darauf hinweisen, daß vor allem die Individualität jedes einzelnen Tieres hier besonders deutlich wird.

Die größte Angriffslust besteht bei ihnen vor aufziehenden Gewittern. Außerdem entscheidet den Kampf nicht das stärkere Tier, sondern der Zufall. Ein Stich wirkt nur tödlich, wenn dieser durch eine Intersegmentalhaut des Abdomens geht. Zu diesem Zweck, und das ist aber auch das Einzige, das bei allen raufenden Paaren gleich ist, fassen sie sich derart, daß Unterseite an Unterseite zu liegen kommt. Die Dauer des Kampfes kann von weniger als einer Minute, bis zu einer halben Stunde sein und für die Überlebende mit einer derartigen Erschöpfung enden, daß sie für den Rest des Tages unfähig ist, auszufliegen. Ebenso können, speziell vor einem Gewitter, mehrere Paare in einem Nest gleichzeitig raufen. Zu Tode getroffene Weibchen sind meist noch etwas bewegungsfähig und versuchen ins Freie zu gelangen, wo sie dann entweder noch im Brutkasten, im Laufgang oder doch erst draußen sterben. Einmal starben beide, ein Weibchen sofort, das andere war durch einen nur seichten Stich leicht gelähmt, dann ca. 2 Stunden nachher.

Durch die hohen Verluste während der Zeit, in der die ersten Arbeiterinnen, 8—15 Tiere, schlüpfen, verschwinden die Reserveweibchen. Erwähnt muß noch werden, daß einige Tage alte Arbeiterinnen ebenfalls aktiv mit in den Kampf eingreifen und nur gegen das eindringende Weibchen vorgehen, welches dann sicher abgetötet wird.

Reserveweibchen wären in dieser Zeit nur mehr störend und ihre Aufgabe, ein verwaistes Nest fortzuführen ist hinfällig geworden, da ab jetzt nur mehr die Arbeiterinnen ausfliegen und die Königin bis zu ihrem natürlichen Tod im Herbst, das Nest nicht mehr verläßt.

Die hohe Zahl an Reserveweibchen, die auf ein Nest kommt, brachte es früher mit sich, daß bis zu 20 und mehr Tote aus einem Brutkasten entfernt wurden. Bei natürlich angelegten Nestern ist diese Zahl wesentlich geringer. Es dürften die günstigen Bedingungen, die sie bei mir vorfinden und als Jungweibchen schon im Vorjahr kennenlernten, der Grund dafür sein.

Für mich ist dieser Wechsel an Weibchen denkbar ungünstig, da ich gewisse Erbanlagen durchzüchten möchte. Es fehlt daher nicht an Einrichtungen, die dieses Eindringen unterbinden. Außerdem werden immer neue erdacht, denn das Durchbringen eines Weibchens pro Nest ist wie gesagt, für meine Arbeiten eine Grundvoraussetzung.

Nun bringt vor allem das konzentrierte Halten von Hummelvölkern auch einen starken Zuwachs ihrer Parasiten und Gäste mit sich. Die Be-

kämpfung und Abhaltung muß, mit einigen Ausnahmen, schon beim Flugloch beginnen. Hier wird es durch eine Hochspannungsfalle allen kriechenden Eindringlingen, namentlich Spinnen und Ameisen, unmöglich gemacht, durchzukommen.

Die Falle besteht aus zwei ungleich weiten ineinandergeschobenen Messingzylindern, die gegeneinander isoliert sind. An beiden liegt eine elektrische Spannung von 700 Volt. Diese Zylinder, von dem der innere außerdem geerdet ist, sind zwischen dem Drainagerohr, welches durch die Mauer führt und der Stirnwand, in der sich das Flugloch befindet, montiert. Der äußere Zylinder ist wegen des elektrischen Potentials, das er gegen Erde führt, isoliert im Drainagerohr befestigt.

Die Fallen stehen ca. 3 cm von der Hauswand ab. In sie hineingeschoben, aber nicht vorstehend, sind die Seitenwände mit den Fluglöchern und den Anflugbrettchen. Da der äußere Zylinder nur ca. 1,5 cm aus der Hauswand vorspringt, ist in der Mitte der tödliche Übergang für alle kriechenden Eindringlinge.

Seit der Inbetriebnahme im April 1964, ist kein Arbeiterinnensterben durch Spinnen in den Laufgängen mehr festgestellt worden. Dieses war früher so arg, daß noch lebende Arbeiterinnen sich durch den Brutkasten durchnagten, um sich einen neuen Ausgang zu verschaffen. Ebenso kam es zu keiner Belästigung durch Ameisen mehr, die sich oft zu tausenden an den Futternapfchen aufhielten. Es vollzieht sich aber deswegen bei diesen keine Massentötung, sondern es kommt von vornherein zu keiner sogenannten Ameisenstraße mehr.

Da diese Fallen durch ihre Konstruktion aus- und einfliegende Hummeln in keiner Weise stören, erfüllen sie, kriechenden Eindringlingen gegenüber, voll ihre Aufgabe.

b) Laufgänge

Hummeln zeigen auf dem Weg zum Nest außer der negativ phototaktischen Einstellung, auch eine positiv geotaktische. In Ausfliegestimmung reagieren sie in beiden Fällen genau umgekehrt. Arbeiten darüber sind u. a. von Una F. JACOBS-JESSEN durchgeführt worden. Eigene Untersuchungen zeigten auch, daß es gerade die Weibchen bei ihrer Nestgründung völlig irritiert, wenn der Laufgang in Richtung zum Nest durch Licht erhellt wird. Bei ständigem Lichteinfall würden sie von einer Nestgründung Abstand nehmen. Weniger dagegen stört sie eine Änderung im Gefälle des Ganges.

Aus den oben erwähnten Gründen sind bei mir die Laufgänge fallend angebracht und während der Zeit der Ansiedlung werden die vor den Bruträumen angebrachten Futterräume, die die Tiere ein Stück zu durchzulauen haben, abgedunkelt.

Einige Zentimeter nach dem Flugloch muß ein schmaler Rotlichtstreifen überquert werden. In diesem Abschnitt des Ganges ist der Aufnahme- teil der optisch-elektrischen Zählanlage. Rotes Licht wird bekanntlich von Insekten kaum wahrgenommen und es bleibt nur die Wärmestrahlung, die aber hier ohne Einfluß ist. Um Störungen durch einfallendes Tageslicht

vom Flugloch her zu vermeiden, ist dieser Zähleinrichtung eine Lichtschleuse vorgesetzt. Beschreibung und Zweck der Zählanlage folgt später.

Wo die Gänge die Kellerinnenseite erreichen, ist bei jedem von ihnen ein Schubler montiert. Gemeinsam sind diese über Schnurzüge an einen stark unteretzten Antriebsmotor gekuppelt. Diese Schubler geben entweder die Gänge agsüber ganz frei oder verschließen sie nachts völlig. Die Steuerung hiefür geschieht normal automatisch vom Tageslicht.

Der Grund, die Gänge nachts abzusperren ist der, Wachsmotten (Aphomia) das Eindringen unmöglich zu machen. Bevor ich vor mehr als 10 Jahren diese Schubler einführte, wurde oft die Hälfte aller vorhandenen Nester zerstört und das trotz bestmöglicher Raupenentfernung.

Außerdem ist die Schuberauslösung auch temperaturogekuppelt, womit vermieden wird, daß hauptsächlich während der Kälteeinbrüche im Mai, Königinnen durch Ausflüge verloren gehen. Der Drang auszufliegen ist nämlich durch die ständige Gleichhaltung der Temperatur in den Bruträumen besonders groß und somit nur hauptsächlich von Luftdruckverhältnissen und Niederschlag beeinflusst.

Sind die Schubler tagsüber aber schon offen, so gehen sie trotz eines Kälteeinbruches nicht mehr zu, um eventuell einfliegende Weibchen nicht auszusperren.

Zusätzlich können die Schubler noch mit der Hand auf- und zugemacht werden.

Von hier an verlaufen die Gänge, ebenfalls noch fallend, bereits an den Außenwänden der Brutkästen. Am Boden hat, gleich nach dem Schubler, jeder Gang ein 10 cm langes, rostfreies Stahlgitter von 1,5 mm Maschenweite eingesetzt. Es läßt einerseits die von außen kommende Kaltluft absinken, damit diese nicht in die Brutkästen gelangt, andererseits fallen Sandkörner, die ausfliegende Hummeln vom Futterraum an ihren Beinen mitbringen können, durch und vermeiden so eventuelles Klemmen der Schubler in ihren Führungen.

Die Oberteile sind bei diesen Gangstücken abnehmbar um die Laufflächen reinigen zu können. Es sterben hier die meisten, durch Fliegenlarven (Conopidae: *Physocephala rufipes*) befallenen Arbeiterinnen, die dann, wenn sie nicht entfernt werden, den Gang in kurzer Zeit völlig verstopfen würden.

Die Laufgänge münden über Kästchen, deren ausziehbarer Bodenspalt beleuchtet werden kann, in Futterräume, wobei je einer vor jedem Brutraum angebracht ist. Verwendung finden diese beleuchtbaren Bodenspalten zu Versuchen, Wespen und Fliegen, denen die Hochspannungsfalle nichts anhaben kann, noch vor dem Futterraum abzuhalten.

Stirnwand und Boden auf der Seite des Futterraumes sind außerdem bei diesen Kästchen in der Farbe der dazugehörigen Fluglochwand gehalten. Die Tiere, die aus dem Nest kommen, sehen hier also die gleiche Farbe, die sich ihnen beim Anflug zum Flugloch bietet. Dadurch lernen die Jungtiere wesentlich rascher „ihre“ Farbe kennen. Für Versuche sind diese Kästchen untereinander ebenso austauschbar wie die Fluglochstirnwände.

c) Futterräume

Vor den Brutkästen, vom Keller aus gesehen, ist für die Futterräume ein durchlaufender Boden montiert. Seine Breite beträgt 13 cm, davon werden 8 cm für die Futterräume benötigt. Niveaumäßig verläuft dieser Boden 1,5 cm tiefer als die Nestsauflagegitter in den Brutkästen. Dieser Unterschied wird durch eine Sandauflage, die zur Aufnahme der Exkremente bestimmt ist und öfter erneuert wird, ausgeglichen.

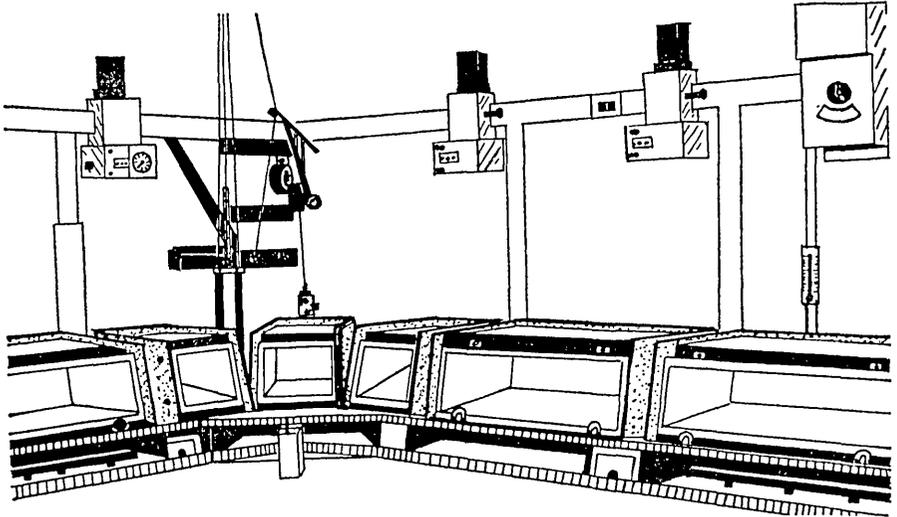


Abb. 2. Die vor den Brutkästen montierten und durch Querwände abgeteilten Futterräume. Zwischen den Begrenzungen die Kästchen an den Laufgängen. Über den Laufgängen an der Mauer die dazugehörigen Zählwerke. Vor den Futterräumen die Schlauchleitung zu den Näpfchen. Oberhalb der kleinen Brutkästen der Futterpumpenmotor. Ganz rechts oben das Antriebsaggregat für die Gangschuber.

Steckbare Querwände begrenzen die Länge eines Futterraumes auf 45 cm, wobei sich dann die Kästchen an jedem Gangende zwischen den Futterraumabsperrungen befinden.

Nach vorne schließt pro Futterraum eine 8,5 cm hohe Plexiglaswand ab, die mit ihrem angebauten Hartfaserdeckel ruckfrei abnehmbar ist, wodurch der Futterraum voll zugänglich wird. Diese Abdeckungen schließen aneinander an und somit sind alle Futterräume, einschließlich der Kästchen an den Gangenden, durchgehend überdeckt. Durch die Plexiglaswände besteht eine generelle Übersicht.

Für züchterische, wie experimentelle Arbeiten sind die vorher erwähnten Querwände von besonderer Wichtigkeit. Bei normalem Nestbetrieb sperrt eine nach einer Seite hin den Futterraum gänzlich ab. Diese Querwand hat daher keine Ausnehmungen, ist aber auf der Seite, die zum Gang des nächsten Nestes zeigt, schwarz lackiert. Dort eindringende Reserve-

weibchen laufen, zumindest anfangs, durch den zu dieser Zeit vom Keller-
raum schon freigegebenen Lichteinfall und bedingt durch ihre negativ
phototaktische Stimmung beim Eindringen, nicht zum Nest, sondern in ent-
gegengesetzter Richtung an diese schwarze Querwand. Durch dieses Ver-
halten werden sie leicht als solche erkannt. Nestbesitzerinnen lassen sich
dadurch nicht mehr irritieren. Durch Abheben der Futterraumabdeckung
gelingt es nicht unschwer, sie in den Kellerraum zu dirigieren.

Die Querwand, zwischen Nest und Fluggang, hat zwei verschiedene
Ausnehmungen. Eine kleine, mit dem Profil eines Torbogens, kann nur von
Arbeiterinnen passiert werden. Sie ist an der Querwand rückwärts ange-
bracht. Die andere, eine große quadratische Öffnung, befindet sich an der
Querwand vorne, nahe der Plexiglaswand; hier können auch Weibchen
durch. Führungen im Boden des Futterraumes gestatten an diese quadra-
tische Öffnung eine aus Plexiglas konstruierte „Weibchenfalle“ einzusetzen.
Von außen kommende Weibchen werden durch eine Falltüre in dieser fest-
gehalten. Es braucht dann ebenfalls nur die Plexiglasvorderwand des Fut-
terraumes leicht angehoben zu werden und das gefangene Weibchen kann
in den Kellerraum fliegen. So wird dabei weder das im Nest befindliche
Weibchen belästigt, noch gefährdet und außerdem kann dieses bei einge-
setzter Falle keinen Ausflug unternehmen. Steckt man die Fallen zu den
Tageszeiten, an denen die Königinnen, bedingt durch ihren Flugrhythmus,
ohndies länger daheim sind, so fängt man die meisten Reserveweibchen,
da diese geradedann mit ihrer Nachschau beginnen. Diese Fallen sind so-
mit ein wichtiges Instrument, um das schon erwähnte Durchzüchten zu-
stande zu bringen.

Arbeiterinnen gehen nicht, sofern sie überhaupt schon geschlüpft sind,
in diese Falle, da es ihre Eigenart ist, den kürzesten Weg, also durch die
dem Brutraum näher liegende, kleine Ausnehmung zu laufen.

Eine senkrechte Führungsschiene an dieser Querwand gestattet das
Einstecken einer Kulissee, die, je nach Lage, entweder beide Öffnungen ab-
schließt, oder eine, bzw. beide freigibt. Somit kann z. B. bei einer Nest-
gründung, die ich durchführe, jeder im Augenblick notwendige Zustand
mit dieser Kulissee eingestellt werden.

Da wie erwähnt, beide Querwandtypen steckbar sind, können auch zwei
Bruträume an nur einem Laufgang angeschlossen werden. Es ist dadurch
z. B. möglich, alte Arbeiterinnen, denen ein Umlernen „ihres“ Flugloches
kaum mehr gelingt, von ihrem ursprünglichen Nest fernzuhalten. Entfernt
man dagegen alle Querwände, so bringt man die 8 großen, wie die 4 kleinen
Brutkästen untereinander in Verbindung. Diese Maßnahme leitet eine Ver-
einigung der Nester ein, der dann im Herbst eine von mir durchgeführte
Zusammenlegung in meist nur einen Brutkasten folgt.

In der Mitte jedes Futterraumes ist ein Futternäpfchen aus Plexiglas
befestigt, das mit seiner rückwärtigen Hälfte aus dem Futterraum heraus-
ragt. Hier ist je ein Schlauchanschluß an der rechten und linken Seite.
Diagonal im Näpfchen verläuft eine Schwelle zur Stauung des Futters, so-
wie vor dem Abfluß ein Kunststoffgitter. Der aus dem Futterraum heraus-
ragende Teil ist nach oben mit Plexiglas überdeckt. Durch die Schlauch-

leitung ist jedes Näpfchen an eine automatisch gesteuerte Futterpumpenanlage, die später noch beschrieben wird, angeschlossen. So kann, auch bei Abwesenheit des Experimentators die Fütterung zu jeder beliebigen Zeit durchgeführt werden.

d) Bruträume.

Sie sind auf durchlaufenden Homogenplatten, entlang der beiden Wände aufgestellt. Ihre Seiten- und Rückwände bestehen aus 1 cm starken Weichfaserplatten. Die Vorderwände, von den Futterraumabdeckungen schräg aufwärts, sowie die Abdeckungen nach oben, sind Doppelglasfenster,

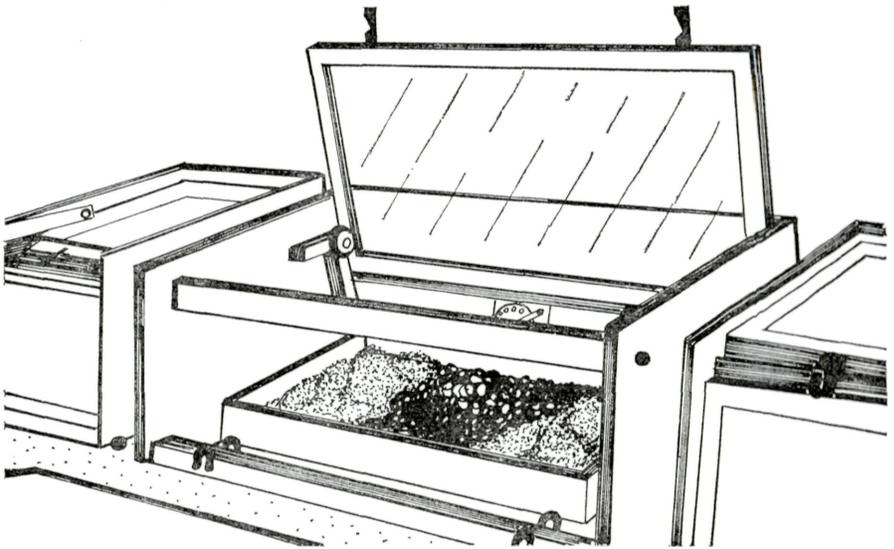


Abb. 3. Brutkasten im geöffnetem Zustand. Am Auflagegitter ein Holzrahmen mit Glasplatte, darunter das Hummelnest.

deren Gläser über Schaumstoffdichtungen an Holzrahmen im Abstand von 1,5 cm montiert sind. Somit ist schon im geschlossenem Zustand eine ausgezeichnete Beobachtungsmöglichkeit gegeben.

Vorder- und Deckfenster lassen sich ruckfrei abheben und außerdem kann man letztere über Gummiräder, die ihre rückwärtige Auflage bilden, schwenken und aufgeklappt an der Rückwand des Brutkasten verriegelt stehen lassen. In diesem Zustand kann bequem im Brutkasten, der eine 50×35 cm messende Grundfläche hat, gearbeitet werden.

Auf den Homogenplatten liegt für jeden Brutkasten ein Resopalauszug. Im Abstand von 3 cm darüber sind, parallel zur Breite der Brutkästen, 5 mm starke Silberstahlstäbe eingelegt. Sie ergeben zusammen mit dem darauf liegenden Nestauflegegitter die nötige Steifheit. Gibt nämlich bei zunehmendem Nestgewicht die Auflage nach, so kann es zu Klemmungen an

der bereits verpuppten Brut kommen. Dadurch werden sie beim Schlüpfen behindert und es entstehen die bekannten, flügelverstümmelten Weibchen, die, sobald sie das Nest verlassen, verhungern. Selbst wenn man sie zur Nahrungsaufnahme zwingt, verweigern sie diese.

Dieses steife Stahlgitter von 1,5 mm Maschenweite ist außerdem rostfrei und daher stets blank. Durch dieses rutscht auch der größte Teil der an Hummeln lebenden Milben (Gamasidae) ab. Sie fallen auf den Resopalauszug. Dadurch, daß diese Milben sich an Honigtropfen, die vorher auf die Resopalauszüge gegeben werden, aufhalten, braucht ihre Entfernung nicht ständig durchgeführt werden.

Die Belästigung der Hummeln durch diese Milben ist seit Einführung der Gitterböden, vor mehr als 10 Jahren, praktisch bedeutungslos. Vor dieser Zeit war der Thorax meiner Jungweibchen, bei ihrem letzten Ausflug, in die Winterruhe, buchstäblich von diesen Milben bedeckt. Allerdings erkannte ich so mit Sicherheit den letzten Ausflug eines Weibchens im Herbst und konnte es gelegentlich noch rechtzeitig daran hindern.

Damit die Nester nicht unkontrolliert wachsen, liegt auf jedem Bodengitter ein Grundrahmen aus Holz von 42×22 cm und einer Höhe von 5 cm. Darauf kommt zur Begrenzung nach oben eine Glasplatte. Zwei Ausnehmungen an einer Seite des Holzrahmens stellen den Durchlaß für die Tiere dar. Ein Heizstab, bestehend aus einem Aluminiumrohr von 3 cm Außendurchmesser mit zentralem Heizwendel und Sandfüllung, ist in jedem Holzrahmen, an der Vorderseite, innen eingelegt. Er erwärmt vor allem die Glasplatte und die Tiere lernen verhältnismäßig rasch, daß Lichteinfall nicht immer mit Kälteeinbruch und Wärmeausstrahlung verknüpft sein muß. Darum wird das von mir eingelegte Genist, welches für die Nestgründung notwendig ist, von den Arbeiterinnen allmählich über und neben der Brut ganz entfernt. Die Tiere gewöhnen sich dann im Nest bei Licht zu leben. Für Beobachtungszwecke sind diese Freiwillig geöffneten Nester ideal und die Tiere ändern selbst bei Nitrophotlicht zu Filmaufnahmen ihre Nestgewohnheiten kaum.

Durch die Glasplattenbegrenzung nach oben können die Nester nicht die sonst übliche Kugelgestalt erlangen, sondern wachsen in die Breite. Dies bringt einige Vorteile. Vor allem ist es wieder die bessere Beobachtungsmöglichkeit. Dann fehlt der sonst höhere Druck auf untere Brutlagen, der zu den vorher erwähnten Mißgestaltungen führt. Ebenso verteilt sich der Flächendruck am Auflagengitter, der wiederum ein Durchbiegen und somit abermals Quetschungen der Brut vermeidet. Außerdem können viele leere Kokons bequem entfernt werden, die sonst für eine unnötig große Nahrungsspeicherung verwendet würden.

Bei fortschreitender Nestentwicklung werden je nach Gegebenheit, ein bzw. mehrere 2 cm hohe Holzrahmen zwischen den Grundrahmen und der Glasplatte gelegt. Somit kann auch für stärkste Nestentwicklung stufenweise der nötige Raum geschaffen werden.

Zur Einhaltung der günstigsten Nesttemperatur ist in jedem Brutkasten ein Temperaturmeßwiderstand eingebaut. Über einen Wahlschalter kann die Temperatur jedes Brutkastens an einem Instrument abgelesen

werden. Nötige Korrekturen sind dann mit der Hand durch entsprechende Schaltungen der Heizstäbe durchzuführen. Wahlschalter, Meßinstrumente und Heizregelungen sind nicht an den Brutkasten angebracht, sondern gemeinsam mit anderen Geräten an einer Gerätewand vereinigt.

Die günstigste Nesttemperatur wird wie folgt ermittelt: man heizt bewußt stärker als notwendig und beobachtet dabei die Arbeiterinnen, bis die ersten zu ventilieren beginnen. Dann schränkt man die Heizleistung soweit ein, bis das Ventilieren eingestellt wird. Unterschreitet man die Temperatur zu weit, so beginnen die Arbeiterinnen mit dem Heranziehen von Genist. Zwischen diesen beiden Tätigkeiten liegt also der günstigste Temperaturwert. Diesen liest man am Instrument ab und behält ihn über die Nestdauer bei. Durch die große Wärmeträgheit des Kellers und die nur langsam steigende Insassenzahl, ist nur selten eine Temperaturkorrektur notwendig. Somit ist hier eine automatische Thermostatschaltung, mit ihrer größeren Störanfälligkeit, nicht gerechtfertigt.

Die vor allem für *B. lapidarius* günstigste Temperatur liegt, zumindest für die meisten Nester, bei 25 Grad Celsius. (In diesem Zusammenhang sei auf die Nesttemperaturmessungen von T. B. HASSELROT verwiesen.)

Für Abhörzwecke ist pro Brutkasten ein Mikrophon installiert. Über einen Röhrenverstärker, der ebenfalls auf der schon erwähnten Gerätewand untergebracht ist, wird die verstärkte Tonspannung wieder zurückgeführt und kann beim dazugehörigen Brutkasten über Kopfhörer empfangen werden. Man hört also, während man durch den geschlossenen Brutkasten beobachtet, die zu diversen Tätigkeiten der Tiere geäußerten Töne.

Hier sind die Verhaltensweisen von Königinnen auf Töne, die von eindringenden Reserveweibchen produziert werden, äußerst interessant.

e) A n s i e d l u n g s k ä s t e n

Durch entsprechende Fütterung und Bereitstellung genügender, pollenproduzierender Blütenpflanzen, gelingt es, überwinterte Weibchen im Kellerraum zur Nestgründung zu bringen. Gelegenheit dazu finden sie in Kästen, die entlang der Wände aufgestellt werden. Das Besondere an diesen ist ihre um 45 Grad zurückspringende Vorderwand mit den darauf stirnseitig aufgeklebten Steinplatten. Diese sind so versetzt und angehoben befestigt, daß sie unzählige Zwischenräume bilden. Für nistplatzsuchende Weibchen ergeben sich ebensoviele Einflugmöglichkeiten, aber nur eine an jedem Kasten führt durch einen geflochtenen Metallschlauch von 2 cm Innendurchmesser in das Innere. Bei jedem Kasten ist er außerdem an einer anderen Stelle der Vorderwand angebracht, verläuft aber immer fallend bis zum Boden, der mit einer 1,5 cm starken Torfmullschicht belegt ist. Der übrige Innenraum ist mit Tafelwatte ausgefüllt. Alle Wände innen und außen sind mattschwarz gestrichen. Der Boden ragt 7 cm über die Vorderwand und dient der ersten Steinplattenreihe als Auflage. Die Seitenwände sind von der Form rechtwinkliger Dreiecke und tragen Halterungen zum Einschieben der Rückwand von ober her.

Beobachtet man ein „höselndes“ Weibchen an aufgestellten Blütenpflanzen, so weiß man, daß bereits eine Nestgründung vorliegt. Es muß nur der Einflug abgewartet werden, um zu wissen, in welchem Kasten die Gründung stattgefunden hat. Dabei ist bemerkenswert, daß das Weibchen, das natürlich auch meine Anwesenheit feststellt, zwar ungeniert fertig-hösel, beim Einfliegen aber oft lange Ablenkungsmanöver ausführt.

Nach einigen Tagen gebe ich solche Nester in noch leere Brutkästen. Würden sie im Raum bleiben, könnte beim derzeitigen Ausbau der nötige Pollen nicht bereitgestellt werden. Die Entwicklung läuft dann normal ab, nur wird die noch zur Verfügung stehende Entwicklungszeit berücksichtigt, das heißt, bei jahreszeitlich späten Ansiedlungen folgen auf eine

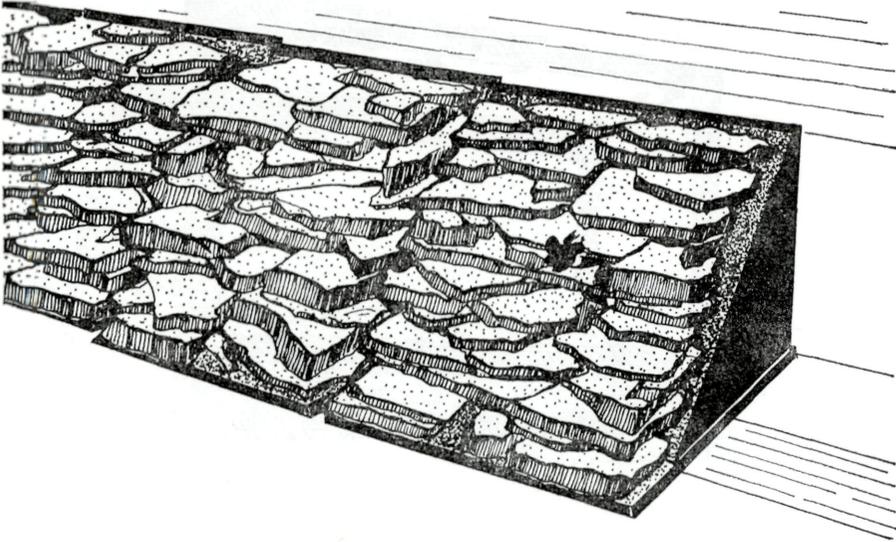


Abb. 4. Ansiedlungskästen mit den davor befestigten Steinplatten.

geringe Zahl von Arbeiterinnen, dann im Verhältnis dazu einige Männchen und Weibchen. Demnach sind die stärkeren Nester immer die, die möglichst bald im Frühjahr gegründet werden.

Interessant war das Verhalten einiger Weibchen, die die Möglichkeit hatten, sowohl ins Freie, als auch in den Raum zu fliegen. Pollen trugen sie dann ausschließlich von draußen ein, während verdünnter Honig nur von herinnen aufgenommen wurde. Hier verwundert weniger das getrennte Eintragen, Arbeiterinnen bei ständiger Zuckerfütterung verhalten sich genau so, als das Berücksichtigen zweier ganz verschiedener Fluglöcher.

Außerdem benützen Weibchen im Herbst diese Kästchen für ihre Winterruhe. Sie werden aber dann aus ihren Genisthöhlen herausgenommen und in Holzrasterlagen, die mit feuchtem Torfmull gefüllt sind, in einen wesentlich kühleren Kellerraum zur Überwinterung gegeben. Es kann so eine große Anzahl ohne gegenseitige Belästigung gehalten werden, während pro Ansiedlungskasten nur ein, höchstens zwei Weibchen einziehen.

f) Fensterraum

Die im Raum gehaltenen Tiere verbringen einen großen Teil ihres Lebens in unmittelbarer Fensternähe. Um sie zu gewissen Zeiten hier geschützt beisammen zu haben, entstand durch Anbringung eines weiteren Fensters, dieser verschließbare Raum.

Es ist durchwegs so, daß die von einem Nistkasten abgenommenen Imagines zuerst an die Fensterscheibe anfliegen. Dieser Aufprall findet anschließend in der üblichen Weise noch einigemal statt, um dann zeitlebens nur mehr aus „Versehen“ vorzukommen. Es ist bezeichnend, daß Tiere, die

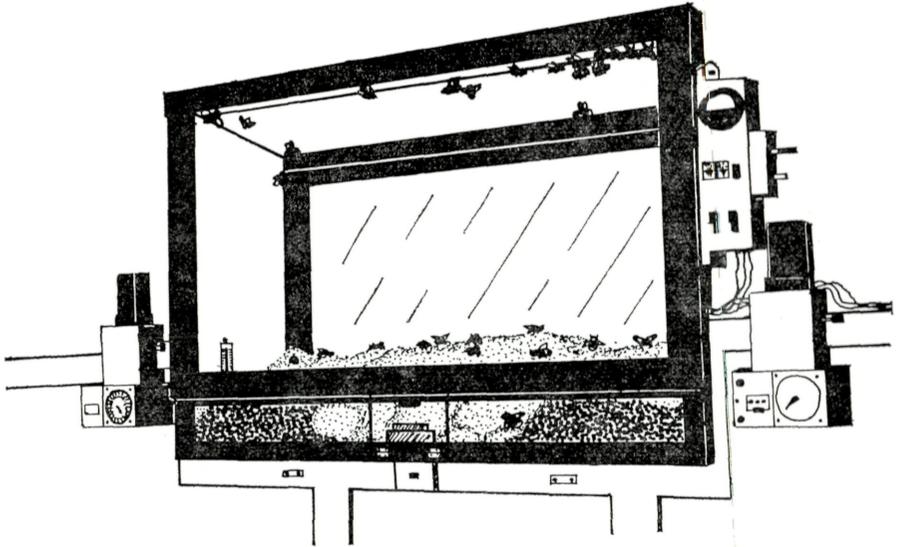


Abb. 5. Hummelweibchen im Fensterraum, kurz vor deren Überwinterung. Am Boden Genist, in der Mitte unten das aufklappbare Plexiglasfenster für die Fütterung. Rechts oben der Schaltkasten mit Temperaturmeßinstrument, Feuchtigkeitskontrolle und die Automatik für die außen angebrachte Perlleinwand.

das Berücksichtigen der Glasscheibe einmal gelernt haben, auch bei geöffnetem Fenster an der gewohnten Stelle kehrt machen. Werden solche Weibchen in das Freie gelassen und fängt man sie nach Tagen wieder ein, so machen sie gleich bei ihrem ersten Flug im Kellerraum kurz vor der Fensterscheibe die nötige Kehrtwendung.

Nun wurde durch Versuche und Beobachtungen ermittelt, daß die Tiere die meisten Tätigkeiten wie Futteraufnahme, Ruhepausen nachts und tagsüber, Sonnenlichtbestrahlung und Begattungen hier im Fensterraum am liebsten durchführen. Auch Mehrfachbegattungen an einem Weibchen kommen hier zustande. Kopulationen im Frühjahr an überwinterten, im Vorjahr bereits begatteten Weibchen finden ebenfalls hier statt. Die Männchen dazu erhält man unfreiwillig entweder aus Erstgelegen, wobei in diesen

seltenen Fällen die Königinnen solche Nester aufgeben oder gezielt aus den Einern von Arbeiterinnen, die diese im Frühjahr aber nur dann legen, wenn man die Königin aus solchen Nestern entfernt. Ebenso verhalten sich die Weibchen in diesem Fensterraum während des Winters völlig anders, worauf ich später zu sprechen komme.

Nicht hierher fallen Tätigkeiten wie Nistplatzsuche, längere Ruhepausen und normales Verhalten in der Winterruhe. Dazu suchen sie am liebsten bodennahe Plätze, die vom Fenster am weitesten entfernt und geringeren Lichteinfall haben, auf.

Von dem Außenverbundfenster (innen normales Fensterglas, außen Ornamentglas, ca. 20% Lichtabschwächung) zu einem Einfachfenster innen, reicht dieser Fensterraum. Er hat die Abmessungen von 94 cm Breite, 60 cm Höhe und 24 cm Tiefe. Decke und Seitenwände sind mit braunen Weichfaserplatten verkleidet. Der Boden ist wasserundurchlässig und mit einer gitterüberdeckten, feuchtzuhaltenden Sandauflage versehen.

Das Öffnen des Innenfensters geschieht durch Aufklappen, wobei es dann an der Decke des Kellerraumes verriegelt werden kann. Es gibt so den ganzen Fensterraum nach innen frei und den Tieren steht der Kellerraum zur Verfügung.

Auf dem Gitterboden liegen in Halterungen zwei keramisch glasierte Widerstandswärmestäbe, die über einen Thermostat geschaltet werden. Bei Temperaturen unter + 4 Grad Celsius wärmen sie und geben dabei eine konstante Heizleistung von zusammen 3 Watt ab.

Je nach Bedarf werden auf den Gitterboden und mit Abstand über die Wärmestäbe, schichtweise Torfmoos und ungebleichter Zellstoff aufgetragen. Hierin können sich die Tiere vergraben und finden im entsprechendem Abstand zu den Wärmestäben die für sie richtige Temperatur.

Ein Einschub vor dem Gitterboden nimmt ein Futternäpfchen aus Plexiglas auf. Der Oberteil des Näpfchens wird nach Einfüllen des Futters auf einen Boden, ebenfalls aus Plexiglas gestülpt. Durch einen Schlitz entlang des Bodens, kann von den Tieren das Futter entnommen werden. Im Einschub unter dem Näpfchen ist eine Glühbirne von 1,5 Watt befestigt. Diese kann über eine Schaltuhr für eine täglich vorbestimmte Zeitdauer geschaltet werden. Den Weibchen wird dadurch auch im Winter warmes Futter geboten, wobei zu bemerken ist, daß sie nur am Näpfchen erscheinen, wenn dieses geheizt wird.

Das Bedienen des Näpfchens geschieht, ohne daß man das große Innenfenster öffnen muß. Unter diesem ist deswegen ein schmales, aufklappbares Plexiglasfenster vorhanden. Außerdem sind hier auch rechts und links davon feststehende Plexiglasfenster, in denen später bei Bedarf Einschleusöffnungen angebracht werden können.

Die Weibchen ändern durch diese Einrichtung ihre Verhaltensweise während der Winterruhepause gänzlich. Überwintern sie in freier Natur fast ausschließlich einzeln in kleinen, selbst zurechtgemachten Höhlen unter der Erde (B. lapidarius), so sitzen sie hier, oft zu hunderten zusammengeballt über den Wärmestäben und versorgen sich am beheizten Futternäpfchen. Ihre Bewegungsaktivität ist dabei gering und zwar viel geringer

als sie auf Grund der Temperatur sein könnte. Ein Weibchen rührt sich oft Tage hindurch kaum, ehe es zum benachbarten Nöpfchen um Futter kriecht. Im Frühjahr erscheinen sie vor dem Eintreffen der im Freien überwinterten a mGenist im Fensterraum und es gelingen mit solchen Weibchen frühzeitige Nestgründungen.

Auffallend sind bei dieser Methode der Überwinterung die immer prall gefüllten Abdomina, während die normal überwinterten Weibchen „mager“ im Frühjahr erscheinen. Wieweit sich dieser Unterschied auf die Nestgründungsfreudigkeit auswirkt, wurde von mir noch nicht untersucht. Es könnte damit auch die unterschiedliche Fruchtbarkeit zusammenhängen.

Das sich im Winter bildende Kondenswasser an der Innenseite des Außenfensters fließt in das ständig feuchtgehaltene Sandbett zurück. Hier wird die Feuchtigkeit elektrisch überprüft und angezeigt. Somit kann rechtzeitig ein Austrocknen vermieden werden.

Um durch Sonneneinstrahlung ein übermäßiges Erwärmen im Fensterraum zu vermeiden, wird, über eine automatische Steuerung durch einen Antriebsmotor, außen, ca. 5 cm vor dem Fenster eine Perlleinwand heruntergezogen. Ebenso wird sie automatisch, bei Aufhören der direkten Sonneneinstrahlung, wieder aufgerollt. Diese Leinwand ist ebenfalls wesentlich zum Durchbringen der Weibchen im Fensterraum während der Winterperiode.

Durch den Fensterstock führt ein Flugloch von 10 mm Durchmesser. Es dient Arbeiterinnen, die mit Männchen und Weibchen von geöffneten Brutkästen zum Fenster abfliegen („Schwarmingbildung“) zur Versorgung dieser mit Pollen. Sie errichten Vorratstöpfe, an denen sich große Mengen von Tieren ansammeln. Durch diese Frischpollenversorgung, die oft bis Ende Oktober durchgeführt wird, geht die Sterblichkeit der Weibchen während der anschließenden Winterruhe stark zurück.

In freier Natur gibt es bei uns keine Schwarmingbildungen bei Hummeln. Solange die Weibchen von ihren einzeln durchgeführten Ausflügen, bei denen Begattungen stattfinden, zurückkehren (Männchen kehren bei *Bombus lapidarius ohnedies* nicht mehr zurück), versorgen sie sich an Honig- und Pollentöpfen im Nest. Dies dauert aber nur solange, als Platz und Nahrung ausreichen. Wenn dann diese für immer abgeflogenen Weibchen auch nicht mehr an Blüten zu sehen sind, kann der Beginn der Winterruhe als sicher angenommen werden.

Für mein anfangs erwähntes Vorhaben, perennierende Nester zu erhalten, sehe ich gerade in dieser Schwarmingbildung, bei der durch ständige Frischversorgung freiwillig die Weibchen ihre Winterruhe hinausschieben, eine der wesentlichsten Verhaltensweisen. Ebenso kann sich das viel längere und engere Beisammensein nur günstig auswirken.

g) R a u m h e i z u n g

Um die Winterruhe hinausschieben zu können, kann auch die Temperatur im Kellerraum konstant gehalten werden und wenn nötig, unabhängig von der jeweiligen Außentemperatur zusätzlich geändert werden. Versuche

in einer beheizten Voliere führten schon 1960 G. STEIN und R. LEIMENSICK in Bonn durch.

Als hauptsächlichliche Heizquelle dient bei mir ein vierrohriger, 2,70 m langer Heizregister, der an die Zentralheizungsanlage des übrigen Wohnhauses angeschlossen ist. Wesentlich dabei ist seine, über einen Servomotor bewerkstelligte Regelung. Der Geber dazu besteht aus vier im Raum verteilten Wärmefühlern. Es sind elektrische Widerstände mit negativem Temperaturkoeffizienten. Einer davon ist steckbar und kann über ein Kabel auch außen angebracht werden, wodurch die Außentemperatur schon vorzeitig berücksichtigt wird. Um die Empfindlichkeit der Anordnung zu steigern und außerdem eine bequeme Regelmöglichkeit zu haben, folgt nach den Wärmefühlern ein Transistorverstärker mit einem Regelpotentiometer. Mit diesem kann in einem weiten Temperaturbereich ein Sollwert eingestellt werden. Ein empfindliches Drehspulsystem zeigt die herrschende Raumtemperatur an und schaltet über Endkontakte und nachfolgende Relais den vorher erwähnten Servomotor am Heizregister.

Ist die Zentralheizung noch nicht in Betrieb gesetzt oder wird sie kurz stillgelegt, so schaltet sich im Hummelraum statt des Heizregisters eine elektrische Wärmequelle ein (Heizkanone, 2 Kw), die ebenfalls über den beschriebenen Geber geschaltet wird. Es stellte sich nämlich heraus, daß bei nur einem eintägigem Abfall der Temperatur von zum Beispiel + 25 Grad auf + 10 Grad, Weibchen, die veranlaßt werden konnten, Larven von Arbeiterinnen selbständig zu füttern, dies sofort für diese Winterperiode unterließen. Durch diese Doppelheizung wurde erreicht, daß die Temperatur, an der Wand gegenüber dem Heizregister gemessen, bei unverändert eingestelltem Sollwert, während einer Winterperiode nur um $\pm 0,8$ Grad C schwankt.

Außerdem kann über die Schaltuhr mit ihrem Impulsuntersetzer, z. B. nachts der Sollwert geändert, meist einige Grade heruntersetzt werden. Dieses Schwanken der Temperatur in festgesetzten Grenzen wirkt gegenüber ständig konstanter Temperatur, auf die Aktivität der Tiere günstig.

Diese Heizeinrichtung ist somit ein wesentlicher Bestandteil, um Versuche zur Änderung von Nestgründungsperioden überhaupt erst anstellen zu können.

h) Futterpumpe.

Wie bereits unter c) beschrieben, wird jedes Futternäpfchen in den Futterräumen durch eine Pumpenanlage versorgt. Das Futter selbst, meist gesponnener Zucker, kommt dabei mit keinen Metallteilen in Berührung. Die Pumpe befindet sich in der Mitte der Brutkästen und zwar in der Ecke des Raumes. Der Futterbehälter aus Glas, mit einem Inhalt von 1 Liter, steht auf einem Einschub unter der durchlaufenden Homogenplatte, die die Auflage der Brutkästen darstellt. Seine Gestalt ist annähernd eine Halbkugel mit geschliffenem Rand, auf dem eine Plexiglaskreisscheibe aufliegt. Sie trägt in ihrer Mitte das Pumpenrohr, ebenfalls aus Plexiglas, mit einem Außendurchmesser von 5 cm. Ein Plexiglaskolben mit Ventil wird über einen Schnurzug vertikal bewegt. Er hebt dabei das Futter höhenmäßig

ca. 5 cm über die Futternäpfchen. Das Futter fließt dann durch einen Plastikschlauch vom oberen Ende des Pumpenrohres in einen Verteiler. Von hier fließt es nach links und rechts durch je eine Plexiglasrohrleitung, die an der Außenseite der Futterräume verlegt ist. Der Verteiler ist außerdem in der Mitte auseinandersteckbar und hat an dieser Stelle ein Kunststoffsieb. Das von der Pumpe kommende Futter muß durch dieses hindurch aufsteigen, ehe es zu den Futterräumen abfließen kann.

In jedes Futternäpfchen mündet, in Flußrichtung, von dieser Rohrleitung ein Kunststoffschlauch. Wie schon beschrieben, staut sich in jedem Futternäpfchen, durch eine diagonal angebrachte Schwelle das Futter und fließt dann, wieder durch ein Kunststoffsieb, am gegenüberliegenden Ende in eine Schlauchleitung ab. Diese Abflußschläuche münden in einen stark fallend verlegten Sammelschlauch, je einer für eine Seite, unter den Brutkästen. Diese wiederum münden über ein abgeschlossenes, ebenfalls mit einem Kunststoffsieb versehenen Kästchen, auf der Plexiglaskreisscheibe über dem Futterbehälter. Da die Näpfchen der Tiere wegen seicht gebaut sind, besteht die Gefahr des Überlaufens von Futter. Um daher auf alle Fälle einen sicheren Abfluß zu haben, saugt die Pumpe bei jedem Kolbenhub nach oben das Futter in den Behälter.

Den Antrieb besorgt ein Elektromotor mit Exzentertrieb. Es ist ein Scheibenwischermotor, wie er in Autos verwendet wird. Ein- und abgeschaltet wird der Pumpenmotor durch die schon öfter erwähnte Schaltuhr. Die von dieser Uhr ausgehenden Impulse werden unter setzt und je nach Entwicklungsstand und somit Futterbedarf der Nester, abgegriffen. Das heißt, es kann der Motor von einmal pro 24 Stunden, bis einmal pro jede halbe Stunde geschaltet werden. Außerdem kann er wahlweise für die Stunden, in denen die Gangschuber bereits zu sind, von der Schaltuhr ab, oder zugeschaltet werden. Dies erfolgt automatisch über einen Programmschalter, der wiederum vom erwähnten Gangschuber gesteuert wird. Dieser Programmschalter ist nicht nur der Futterpumpe wegen konstruiert worden, sondern schaltet auch andere Geräte.

Um ein gutes Durchpumpen auch zu den äußersten Näpfchen zu gewährleisten, läuft die Pumpe nach jedem Einschalten 10 Minuten lang. Dies veranlaßt eine ehemalige 10 Minuten-Telefonautomatenuhr, die bei mir von einem Elektromotor, ausgelöst durch den Schaltuhrimpuls, aufgezo gen wird. Es stellte sich außerdem heraus, daß es günstig ist, jeden wirk samen Impuls in der nächsten halben Stunde zu wiederholen, damit auch zähflüssiges Futter gut durchgepumpt wird.

Das Pumpenprogramm sieht z. B. so aus: Schuber öffnet sich durch Tageslicht um 5 Uhr. Schaltuhrimpulse sind für alle geradzahli gen Stunden abgegriffen, mit nachgeschaltetem Wiederholimpuls. Somit beginnt die Futterpumpe u m6 Uhr für 10 Minuten zu pumpen. Dies wiederholt sich ebenfalls für 10 Minuten um 6.30 Uhr. Dann wieder um 8 Uhr und 8.30 Uhr u. s. w. Schließt die Dämmerung z. B. um 19 Uhr die Gangschuber und ist über den Programmschalter „Nachts — Aus“ geschaltet, beginnt die Pumpe erst wieder um 6 Uhr früh zu laufen.

Außerdem besitzt der Motor einen Endausschalter, damit der Pumpenkolben nur am untersten Punkt im Futter stehen bleibt. Damit kann das Ventil nicht durch kristallisierendes Futter stecken bleiben, was vor dieser Einführung vorkam.

Auf die gesamte Entwicklung der Nester wirkt diese ständig konstante Fütterung äußerst günstig. Die Arbeiterinnen gewöhnen sich an die Sicherung der Versorgung genauso, wie an den zeitlichen Rhythmus und sie brauchen nur mehr um Pollen auszufliegen. Die dadurch größere Pollenernte, zusammen mit dem unbegrenzt vorhandenen Zucker, bewirkt eine tägliche Eiablage, selbst bei längeren Regenperioden. Die Insassenzahl pro Volk steigt weit über das sonst natürliche Maß, Jungweibchen verbleiben viel länger und die Nestdauer wird wesentlich erhöht.

i) Zählanlage.

In der Zeit der Nestgründungen ist für Arbeiten und Beobachtungen an der Brut die Anzeige, ob das Weibchen im Nest oder ausgeflogen ist, unerlässlich, da durch eine Störung zu dieser Zeit das Nest aufgegeben werden könnte. Auch die Zählung, ob sich deren zwei im Brutraum befinden ist wesentlich, wenn man ein bestimmtes Weibchen durchbringen will. Ferner ist die Anzeige darüber, ob bis zum Abend alle Weibchen in ihre Nester zurückgekehrt sind, ohne deswegen die Kästen öffnen zu müssen, ebenso notwendig, da ansonsten bei längerem Ausbleiben, Weibchen zugesetzt werden müßten. Im Verlauf der Entwicklung ist weiters die Zahl der täglichen Ausflüge, in Bezug auf die herrschende Witterung interessant. Dann die Zahl der täglichen Verluste im Vergleich mit den Ausflügen. Das Abfliegen der Imagines, die Zunahme an Arbeiterinnen in drohnenbrütigen Nestern von anderen Nestern her u. s. w.

Diese für mich unerlässlichen Daten liefert pro Fluggang eine Zählanlage, deren optisch-elektrischer Aufnahmeteil unter b) schon erwähnt wurde. Es sind damit eine getrennte Ein- und Ausflugszählung, sowie eine getrennte, optische Anzeige und der Anschluß eines Streifenschreibers möglich. Das Licht einer 18 V, 0, 1 A-Glühbirne, die aber nur mit 12 V Gleichspannung betrieben wird, fällt durch einen schmalen, mit rotem Plexiglas ausgelegten Streifen im Boden des Ganges, quer zur Laufrichtung. In 1,5 cm Höhe über diesen sind, ebenfalls in Laufrichtung, nebeneinander zwei Photowiderstände, die die durch die darunter durchlaufenden Tiere verursachten Lichtschwankungen, in Stromschwankungen umwandeln.

Im Raum sind pro Laufgang über den Bruträumen an der Wand Kästchen montiert, die den elektrischen, wie den mechanischen Teil aufnehmen. Es sind viele Faktoren, die der elektronische Teil bewältigen muß ohne daß dabei Störungen auftreten. Von der Stromversorgung her z. B. dürfen Spannungsschwankungen im Verlauf des Tages keinen Einfluß haben. Der Temperaturgang aller verwendeten Halbleiter, darunter auch die oft beträchtliche Erwärmung der Photowiderstände durch Sonneneinstrahlung auf die Hausmauer, müssen auf die Zählwerke ohne Einfluß bleiben. Außerdem muß die ganze Anlage rasch zählen können, damit zwei dicht hintereinander laufende Tiere auch richtig gezählt werden. Macht eine Hummel,

was nur selten vorkommt, am Rotlichtstreifen kehrt, wird die dadurch auftretende Fehlzählung vom optischen Anzeigeteil, wie auch vom Streifen-schreiber separat registriert.

Es sind pro Zählanlage zwei mechanische Zählwerke, die über transistorisierte Impulsverstärker und Relais angetrieben werden. Das eine, ein vierstelliges Telephonzählwerk, zählt nur die Ausflüge. Das zweite ist ein selbstgefertigtes Plus-Minuszählwerk, das auf einer Uhrskala, mittels Zeiger, von einem Nullpunkt aus, auf den es mit Hand gestellt werden kann,

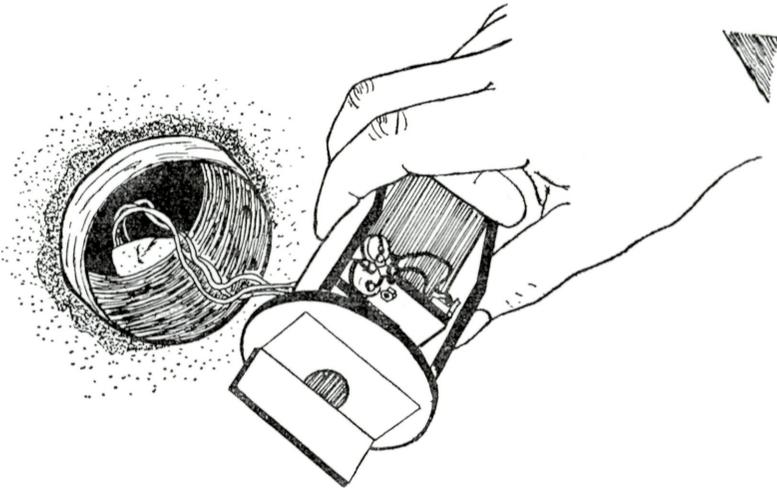


Abb. 6. Aus der Hochspannungsfalle herausgezogene Stirnwand mit Flugloch und anschließendem optisch-elektrischem Teil der Zählanlage. Beide Photowiderstände an der rückwärtigen Querwand der Lichtschleuse in Laufrichtung befestigt.

9 Einflüge und 32 Ausflüge anzeigen kann. Steht der Zeiger auf 0 und fliegt eine Hummel aus, so zeigt er auf -1 . Kehrt sie wieder heim, so springt der Zeiger zurück auf 0. Das Ausflugzählwerk bleibt dagegen auf 1 stehen.

Am Plus-Minuszählwerk kann man daher direkt ablesen, ob ein Tier draußen oder daheim ist und durch Ablesung am Ausflugzählwerk weiß man die Zahl ihrer Ausflüge.

Auch die unterschiedliche Flugaktivität während eines Tages wird durch das Plus-Minuszählwerk erfaßt. Oft sind stundenlang z. B. 25 Hummeln fort, dann verringert sich diese Zahl, meist während der heißen Mittagszeit, steigt nachmittags wieder an und erreicht gegen abend 0, was bei noch kleineren Nestern durchwegs zutrifft. (T. B. HASSELROT beschreibt in diesem Zusammenhang die für einzelne Arten typischen Flugzeiten während eines Tages.) Bei aufziehenden Gewittern kommt es oft vor, daß plus-Werte gezählt werden. Es muß sich dabei um fremde Arbeiterinnen, die sich zu dieser Zeit in der Nähe aufhalten, handeln.

Fehlanzeigen erkennt man durch eine optische Anzeige, die aus zwei übereinander angebrachten Glühlämpchen pro Zählkästchen besteht. Sie funktioniert so, daß bei einem Ausflug das obere Lämpchen während des Zählvorganges hell aufleuchtet und nach diesem dunkel weiterleuchtet. Bei einem Einflug geschieht dasselbe beim unterem Lämpchen. Kehrt nun eine Hummel am Rotlichtspalt um, so leuchtet das Lämpchen für die Richtung, aus der das Tier kam, ständig hell weiter. Somit ist die dazugehörige Zahl am Zählwerk um eins zu hoch. Wertvoll ist diese Einrichtung vor allem im Frühjahr, wenn nur die Weibchen allein fliegen und es auf eine exakte Zählung ankommt.

Versorgt wird die Zählanlage nicht vom gemeinsamen 12 V-Akkumulator direkt, sondern es fließt der Strom von diesem über Siebdrosseln und ein elektrisches Ventil in einen zweiten Akkumulator, von wo er nun völlig geglättet über den schon erwähnten Programmschalter, den Zählanlagen zur Verfügung steht. Der Programmschalter schaltet nachts, für die Zeit, in der die Fluggangschuber geschlossen sind, die Stromversorgung ab. Dies deswegen, da ohnehin zu dieser Zeit keine Hummeln zu zählen sind und vor allem auch darum, weil an den Rändern der Fluglochstirnwände, wo sie im innerem Zylinder der Hochspannungsfallen stecken, stellenweise weißes Licht austritt. Dieses könnte verschiedene Tiere, darunter auch Wachsmotten anlocken.

Von jedem Zählwerk gehen Leitungen zu einem Papierstreifenschreiber, der mit vorgedruckter Zeiteinteilung, diese Ein- und Ausflüge registriert. Außerdem verzeichnet er meteorologische Daten. Diese Anlage ist aber noch im Bau und kann daher derzeit nicht beschrieben werden.

Die Wichtigkeit dieser Zählanlagen für meine Arbeiten rechtfertigt den relativ hohen Aufwand an Schaltelementen. Die Störanfälligkeit ist aber dennoch gleich Null, da fast nur Transistoren und andere Halbleiter Verwendung finden, deren Lebensdauer bekanntlich sehr hoch ist.

j) Gerätewand

Um die Geräte, die nicht in der Nähe der Brutkästen oder anderen Einrichtungen sein müssen, konzentriert nebeneinander zu haben, wurde eine 200 × 94 cm große Gerätewand an einer Mauer im Hummelraum aufgestellt. Neben den schon vorhandenen Geräten ist noch genügend Platz für einen weiteren Ausbau.

Derzeit sind Geräte, wie der noch nicht fertige Streifenschreiber, ein Lichtwertmeßgerät für die Gangschuber, ein Meßgerät für die Raumtemperatur, der motorgetriebene Programmschalter, mit einigen Handschaltern darüber. Ferner ein Relaiskasten, der Hochspannungsgleichrichter für die dazugehörigen Fallen, der Niederfrequenzverstärker für Abhörzwecke in den Bruträumen. Ein Gleichspannungsgerät, welches eine konstante Spannung von 9 Volt liefert, die allen Meßsonden zur Verfügung steht. Ferner ein Röhrenvoltmeter für die Messung der Temperaturen in den Brutkästen. Die Schaltuhr, die die Halbstundenimpulse liefert. Darunter der Impulsuntersetzer mit wählbarer Impulsfolge. Dann das 10-Minutenlaufwerk für die Futterpumpe. Ein Elektronenrechner für künftige Daten

von einer noch zu errichtenden Wetterstation. Die regelbaren Vorwiderstände für die Feinregulierung der Brutkastenheizung, ein Steckerfeld für die Heizung, Stufenschalter und Meßinstrumente ebenfalls für diese Heizung. Meßschalter, Meßgeräte und ein Ladestrominstrument mit Regler für die Dauerladung der Akkumulatoren, die im unten angebauten Kasten stehen und mittels Luftschläuchen nach außen entlüftet werden.

Fällt die Netzversorgung aus, so laufen alle Geräte entweder direkt durch die Akkumulatorenversorgung oder über Zerhackerumformer weiter. Ohne diese Maßnahme wäre eine durchlaufende Registrierung nicht durchführbar. Vor allen muß auf die Folgen eines, wenn auch nur kurzen Ausfall der Brutkastenheizungen, Rücksicht genommen werden.

Eine nähere Beschreibung der einzelnen Geräte würde hier zu weit führen. Was ihre Zahl betrifft, sind sie für meine biologischen Arbeiten immer noch zu wenig.

k) Mäusehaltung

Wie ich unter a) erwähnt, benötige ich Genist mit Geruch von Mäusen. Zu diesem Zweck werden weiße Mäuse in einem Kasten, der mit Tafelwatte fast bis oben gefüllt wird, gehalten. Die Vorderwand des Kastens ist eine abnehmbare Plexiglastafel, durch die mit einem Blick der Zustand des Genistes kontrolliert werden kann.

Um die Fütterung nicht in diesem Kasten abwickeln zu müssen, das Genist würde dadurch verunreinigt, führt ein Kunststoffschlauch von diesem in einen Futterkasten. Hier wird den Tieren Futter und Wasser geboten. Er ist ebenfalls durch eine Plexiglaswand leicht überblickbar.

Da Mäusehaltungen bekannt sind und praktisch keine Schwierigkeiten machen, ist darüber weiters nichts zu erwähnen, außer das eine vielleicht, daß in Zeiten, in denen viel Genist für Hummeln gebraucht wird, eine Fütterung der Mäuse mit fettem Fleisch vorteilhaft ist, da dann die Tiere besonders „mäuseln“.

E. Zusammenfassung

1. Durch eine den Hummeln entsprechende Einrichtung, beginnend von den Fluglöchern bis zu den Nistkästen, kommen alljährlich natürliche Nestgründungen zustande.
2. Die Konstruktion der Nistkästen erlaubt die Nester bei Tageslicht zu halten und gestattet jederzeit eine übersichtliche Beobachtung.
3. Ein wahlweises Umlegen der Laufgänge zu den Nestern ermöglicht auf einfache Art verschiedene Formen der Nesthaltung.
4. Eine automatische Futterversorgung, die Einhaltung der für die Nester günstigsten Temperaturen, ebenso die Möglichkeit der stufenweisen Erweiterung des Brutraumes, ergeben eine Nestentwicklung, die in ihrer Dauer und ihrer Größe, über das natürliche Maß hinausgehen.
5. Verschiedene Fallen sorgen dafür, Gäste und Parasiten von den Nestern abzuhalten.
6. Eine Weibchfalle verhindert das gegenseitige Abstechen und gewährleistet somit, ein Weibchen pro Nest durchzubringen.

7. Für das Halten von Hummeln im geschlossenem Raum sind verschiedene Einrichtungen vorhanden. Hier werden von den Tieren Begattungen, Sammelflüge, Nestgründungen und eine besondere Art der Überwinterung durchgeführt.
8. Zählanlagen ermitteln Ein- und Ausflüge von den Nestern und registrieren auch die dabei auftretenden Verluste.
9. Durch eine geregelte Heizanlage im Hummelraum, können Jungweibchen bis in den Winter zur Weiterführung von Nestern veranlaßt werden.
10. Vorhandene technische Apparate werden in ihrer Anwendung beschrieben.

F. Literaturverzeichnis

- BISCHOF, H. (1927), Biologie der Hymenopteren. Berlin 1927.
FRISCH, K. v. (1953), Aus dem Leben der Bienen. Berlin 1953.
HASSELROT, T. B. (1960), Studies on Swedish Bumblebees. Lund 1960.
JORDAN, R. (1964), Vom Leben der Hummeln und ihrer Domestikation. Wien 1964.
JACOBS-JESSEN, U. (1959), Zur Orientierung der Hummeln und einiger anderer Hymenopteren. Zsch. vergl. Physiol. 41, 597—641.
RENNER, M. (1956), Der Zeitsinn der Bienen. Natur u. Volk. Frankfurt a. M. 1956.
STEIN, G. (1956), Beiträge zur Biologie der Hummel. Zool. Jb. 84, 439—462.
— (1956), Über das Verhalten von Hummelköniginnen bei experimentell verhindertem Winterschlaf. Hamburg 1956.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien. Früher: Verh. des Zoologisch-Botanischen Vereins in Wien. seit 2014 "Acta ZooBot Austria"](#)

Jahr/Year: 1966

Band/Volume: [105-106](#)

Autor(en)/Author(s): Döttlinger Siegfried

Artikel/Article: [Einrichtungen zur experimentellen Hummelhaltung 70-93](#)