

Kapitel 9

Die Wärmeökonomie im Bien



Ehe wir darstellen können, wie der ganze Organismus des Biens, dessen einzelne Bestandteile wir in dem vorstehenden Paragraphen kennen gelernt haben, lebt, funktioniert, sich entwickelt und fortpflanzt, also ehe wir seine biologischen Gesetze erörtern können, müssen wir zuvor noch über eine sehr wichtige Frage eingehend zu sprechen kommen, d. i. die Wärmeökonomie im Bien. »*Die Wärme ist das Lebaselement des Bien*«, das zeigt uns in jedem Frühjahr der erste Reinigungsausflug der Bienen im warmen Sonnenschein und das zeigt uns auch die auf kühle Erde erfrierende Biene und der ganze Bien, wenn er im Winter vor der Kälte zurückweichend Zuflucht sucht bei dem warmen Zentrum wo die Königin und die jüngsten Bienen sitzen. Noch deutlicher merken wir den Einfluss der Wärme bei Zwillingsbeuten, in welchen die beiden Nachbarvölker ihre Sonderexistenz aufgeben, und sich zu einem gemeinsamen, kugelförmigen Wärmekörper an der Scheidewand zusammenschließen. (Abb. 9.1) Neuere Untersuchungen haben sogar ergeben, dass der ganze Brutkörper des Biens stets so angelegt wird, dass die Besonnung und Erwärmung durch die Sonne von ihm am besten ausgenutzt wird. Der Bien saugt sich gleichsam an die Sonne an (Abb. 9.1 bis 9.3). Bedenken wir noch, dass ja auch die Blüten und Pflanzen fast im buchstäblichen Sinne Sonnenkinder sind und dass die meisten Nährpflanzen nur bei genügender Sonnenwärme honigen, so begreifen wir in immer stetigem Maße die Berechtigung des Wortes: *Die Wärme ist das Lebaselement des Biens.* -

Diese ausschlaggebende Bedeutung der Wärme, sowohl der Sonnenwärme von außen, wie der inneren Lebenswärme für den Bien, hat schon manchen Forscher verführt, zu meinen, dass die Wärme für die Lebensäußerungen des Biens das bestimmende Gesetz, gleichsam das Grundgesetz des Biens sei, das den Bien auf allen Punkten seiner Existenz und Entwicklung beherrscht. Bei dieser weitverbreiteten Ansicht wird zweierlei verwechselt: *Gesetz und Lebensbedingung*. Die Wärme ist gewiss die unverlässlichste Lebensbedingung für den Bien, jedoch kein Gesetz, welches den Bien beherrscht, denn der Bien selbst vermag ja, wenn die Umstände dies erfordern, diese Lebensbedingung sich aus sich selbst zu erzeugen. Das Erzeugnis seines Stoffwechsels ist jedoch kein Lebensgesetz, am wenigsten das alles beherrschende Grundgesetz im Bien!

Der Wärmebedarf des Biene ist nun in den verschiedenen Entwicklungsperioden ein ganz verschiedener, von 8-10° C. Steigt derselbe bis auf 37° C. im Brutnest. Die Tatsachen beweisen, dass selbst im härtesten Winter der Biene so hohe Temperaturen spielend leicht und sehr schnell erzeugen kann, wenn ihm nur der nötige Heizstoff, der Honig, nicht fehlt. Auf der andern Seite versteht der

Bien durch Ventilation auch bedrohliche Hitze herabzudrücken. Er ist also ein in seiner Art vollkommener Heiztechniker. Nun lehrt aber auch die Erfahrung, dass die einzelne Biene kaum imstande ist auch nur ein° C Wärme aus sich selbst zu der sie umgebenden Temperatur oder zu der eigenen dem Gesamtbien stammenden Lebenswärme hinzu zu fügen, denn sonst würde sie bei 7-8° C. nicht erstarren, während sie bei 9-10° C. flugfähig bleibt. Wir stehen hier also vor der wundersamen Tatsache, dass während die Einzelbiene losgelöst vom Bien nicht imstande ist aus sich heraus auch nur ein° C Wärme zu erzeugen, der ganze Bien mit spielender Leichtigkeit Temperaturen von über 30° C. zu erzeugen und gleichmäßig zu erhalten imstande ist. Dies gilt es nun befriedigend zu klären.

Bei der Wärmeerzeugung kommen wie überall auf der Welt und auch beim Bien zwei Quellen in Betracht: die mechanisch-physikalische durch Bewegung (Reibung) und die organisch-physiologische durch Verbrennungsvorgänge beim Stoffwechsel. Beide Quellen benutzt der Bien um zu der von der Sonne ihm von außen her dargebotenen Wärme so viel hinzuzufügen, als er zur Befriedigung seines verschieden hohen Wärmebedürfnisses braucht. Indem im Bien die dichtgedrängten behaarten Glieder sich bewegen, entsteht schon Reibungswärme und ebenso

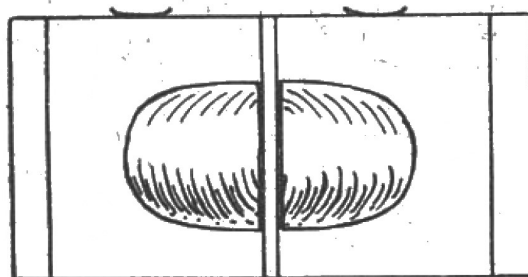


Abbildung 9.1: *Wie sich zwei Völker in Zwilingsbeuten zu einer Kugel zusammenschließen*

entsteht durch die innere Reibung der Organe und Zellen im Bienenleibe Wärme. Freilich ist diese Wärmequelle keine ursprüngliche, sondern muss schließlich auch zu der chemisch-physiologischen Quelle zurückverfolgt werden. Mehr als durch Bewegung entsteht im Bien durch Stoffwechselfvorgänge Wärme. Indem die Kohlenstoffkörper des Blutes mit dem Sauerstoff der Luft in Berührung kommen

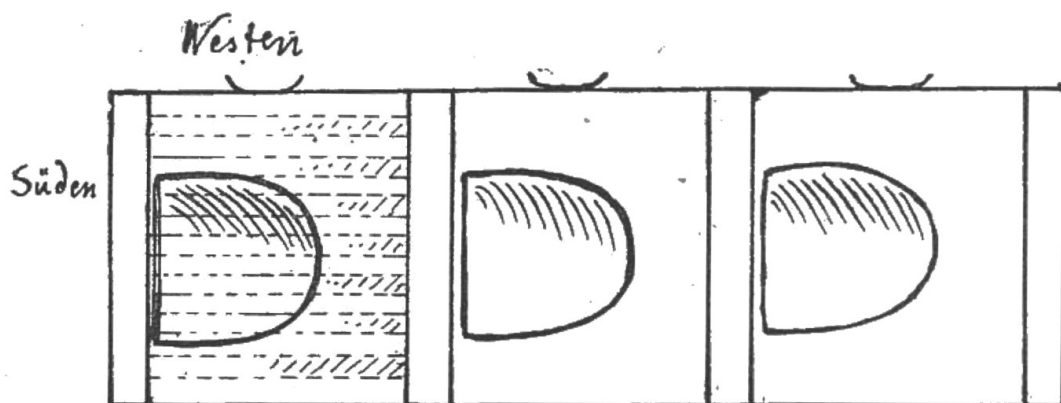


Abbildung 9.2: Wie die Sonne die Völker auf dem Weststand formiert

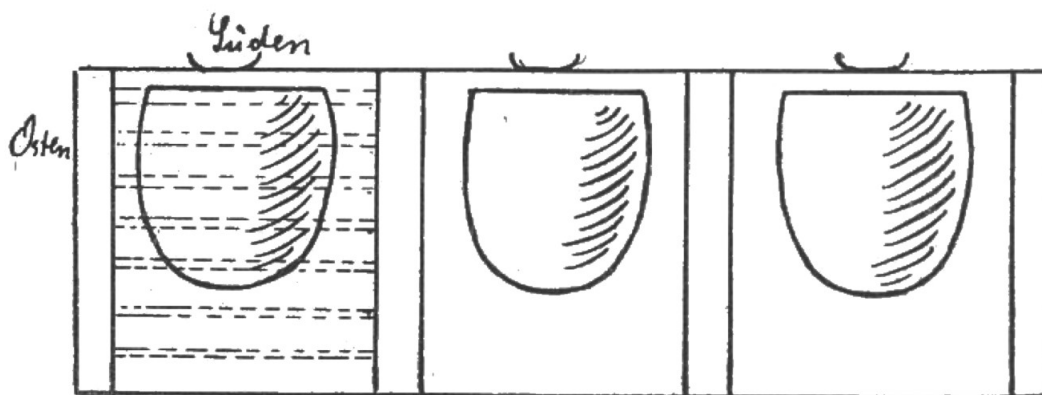


Abbildung 9.3: Wie die Sonne die Völker auf dem Südstand formiert

und zusammen Kohlensäure erzeugen wird Wärme produziert. Der Kohlenstoff im Bienenblut besteht zumeist aus den aus dem Honig stammenden Kohlehydraten, an welche durch die Atmung in ausgiebiger Weise Sauerstoff herangeführt und dadurch die Oxidation (Verbrennung) in energischer Weise vollzogen wird. Da die Tracheen in allen Teilen des Bienenleibes verzweigt sind, so wird die ganze Fläche des Blutes, welches im Bienenkörper kreist, bei jedem Atemzug der Biene mit Sauerstoff reicher Luft umspült sodass bei schneller Atmung eine rapide Zersetzung der Kohlehydrate durch Sauerstoff und damit eine verhältnismäßig außerordentlich starke Wärmeerzeugung stattfindet. Dennoch ist die Einzelbiene

selbst bei höchst gesteigener Atmung nicht in der Lage sein auch nur 1°C Wärme aus sich selbst zu erzeugen. Damit ist aber der beste Beweis geliefert, dass die Einzelbiene für sich absolut existenzunfähig ist. Wie aber bringt der ganze Bien das zustande, was der Einzelbiene unmöglich ist? Nun, im Bien kommen eine ganze Reihe sehr günstiger Faktoren für die Wärmeerzeugung und Wärmeausnutzung zusammen:

1. Während die Einzelbiene losgelöst vom Gesamtorganismus, eine große Masse Luft erwärmen müsste, um existieren zu können, was ja bekanntlich unmöglich ist, haben die Bienen im organischen Verbund dicht geschlossen sitzend nur einen verhältnismäßig kleinen Luftkörper zu erwärmen. Bei dem dichten Zusammensitzen der Glieder des Biens atmet jede einzelne Biene die schon von dem ganzen übrigen Bien einmal ein- und ausgeatmete und dadurch vorgewärmte Luft ein, sodass sie vom Bien aus so viel Wärme zugeführt erhält, dass sie selbst nur ein verschwindend kleines Quantum hinzuzufügen braucht, um ihren ganzen Bedarf zu decken, ja, um

noch einen Überschuss zu erzeugen, den sie bei der Ausatmung wieder in den Gesamtbien zurückgibt zur Benutzung für andre Glieder und zur Deckung des Verlustes durch Entweichen von Wärme in die umgebende kältere Luft. Nehmen wir z. B. an, dass ein Bien im Durchschnitt 20°C Wärme zu seiner Existenz braucht und er 20.000 Glieder enthält, so braucht jedes einzelne Glied nur $1/1.000^{\circ}\text{C}$ zu der eingeatmeten Luft hinzuzufügen, um 20°C ständig zu erhalten. Da sich die einmal konstant gewordenen 20°C nicht bei jeder Ausatmung verflüchtigen können, so braucht eigentlich nicht fort und fort durch jeden Atemzug im ganzen Bien 20°C neue Wärme erzeugt zu werden, sondern eben nur so viel als durch Ausströmen aus dem Bien verloren geht. Nehmen wir an, dass das während der Zeit eines Atemzuges 1°C wäre, so brauchte jede Biene zu der eingeatmeten Luft nur $1/20.000^{\circ}\text{C}$ Wärme hinzuzufügen um - bei allen Gliedern das Gleiche vorausgesetzt - im Bien eine konstante Wärme von 20°C zu erhalten. Das ist das Geheimnis der Wärmeerzeugung im Bien - tatsächlich in seiner Art ein Wunder organischer Heiztechnik, bei welcher mit einem Minimum von Kohlenstoff und Sauerstoff der höchste Heizeffekt erzielt wird. Alle menschlichen Heizsysteme sind dem des Biens gegenüber ganz armselige Stümperei. Und diese vollkommene Wärmeökonomie wird mit absoluter Sicherheit in allen Entwicklungsstadien

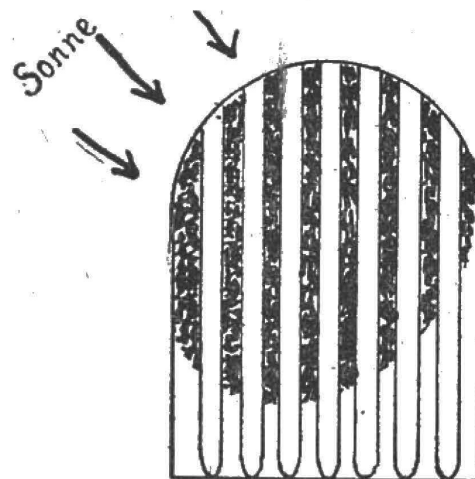


Abbildung 9.4: Einfluss der Sonnenwärme auf den Bien

und für alle noch so verschiedenen Wärmebedürfnisse durchgeführt von einem Wesen, dessen Glieder, wie uns das Nervensystem der Bienen gezeigt, keinen Funken von (menschliche) Intelligenz besitzen. Da wir uns nun eine so vollendete Zweckmäßigkeit in der Wärmeproduktion im Bien nicht ohne eine derselben entsprechende vollkommene Intelligenz erklären können, so dürften wir uns wohl durch den Bien gezwungen sehen diese vollkommene Intelligenz, welche im Bien waltet, anderswo zu suchen und zwar bei einer höheren Instanz, jenseits von Biene und Mensch und doch in beiden wirksam.

2. Die Wärmeerzeugung wird im Bien wesentlich unterstützt durch die Anordnung der Volksglieder gerade in der Zeit, da es gilt, den härtesten Kampf mit der Kälte zu bestehen, im Winter. Da sitzt die Königin mit dem größten Wärmebedürfnis im Zentrum, rings um sie die Wärmeerzeuger ersten Ranges, die jüngsten Bienen, welche ebenfalls als die jüngsten Glieder den regsten Stoffwechsel und daher das »wärmste Blut« haben. (Abb. 5.2) Diese jungen Bienen haben aber auch das dichteste Haarkleid, sodass die von ihnen erzeugte Wärme in ihrem Haarpelz sich möglichst lange erhält. Die älteren Glieder haben ein reges Wärmebedürfnis, können aber als alte Bienen nicht mehr genug Wärme erzeugen. Darum streben sie alle nach dem Wärmemittelpunkt und ein jedes ausgewinterte Volk zeigt uns, dass sich die älteren Bienen dichtgedrängt nebeneinander noch im Tode an das Wärmezentrum angesaugt haben. Versagt dies Zentrum, weil die Peripheriebienen ihn nicht mehr genügend Heizmaterial zugeführt haben und es darum keine Wärme mehr erzeugen kann, die auch für die Außenglieder des Biens genügt, dann sterben erst die Hautbienen, das sind die äußersten peripheren Glieder, ab bis zuletzt auch die Königin, das Herz des Biens, erstarrt! Dieses »Sichansaugen« der alten Bienen an das Wärmezentrum entspricht nun keineswegs kluger Überlegung und hoher Intelligenz, wie dies früher oft angenommen wurde, sondern beruht auf sehr einfachen physikalischen Gesetzen, nämlich der Flucht vor der andringenden schädlichen Kälte von außen und der Anziehungskraft der Wärme vom Zentrum aus. Wenn a alle Peripherie- oder Hautbienen vor der Kälte fliehend dem warmen Zentrum zustreben, entsteht ohne Zuhilfenahme hoher Intelligenz die Gestalt, welche für den Bien die günstigste ist, auf die wir nun sogleich hinweisen müssen.

3. Zu der Gunst der eigenartigen Gruppierung der Glieder des Biens für die Wärmeerzeugung und Wärmeausnutzung gesellen sich hinzu die Vorzüge, welche die Kugelgestalt vor allen anderen körperlichen Formen voraushat. In dieser überwintert der Bien und behält sie so lange als nur möglich auch im Frühjahr und Sommer bei. Wie schon früher erwähnt, hat die Kugel bei größtem Inhalt die kleinste Oberfläche und da bei der Erwärmung eines Körpers Oberfläche gleichbedeutend ist mit Ausstrahlungsfläche so hat der Bien stets die kleinste Ausstrahlungsfläche, d. h. von der im Innern erzeugten Wärme geht nur die denkbar geringste Menge durch Ausstrahlung verloren. Der Bien selbst sucht

triebgesteuert bei stärker auftretender Kälte nicht nur sein Volumen, sondern damit erst recht auch seine Ausstrahlungsfläche zu verringern, indem er jede leere Zelle seines Wintersitzes besetzt und sich möglichst zur allerkleinsten Kugel formiert. Diese auf das geringste Maß verminderte Kugel stellt nun aber auch wieder den verhältnismäßig kleinsten Luftkörper dar, welcher durch Wärmeerzeugung auf einem bestimmten Wärmegrad zu erhalten ist. Die Verkleinerung der Kugel wirkt demnach nach außen und innen, also doppelt günstig.

4. Indem der Bien sich möglichst zusammenzieht, lässt er hinter sich ganze Gürtel leerer Zellen zurück, welche als isolierte Luftschichten gegenüber der andringenden Kälte wie Doppelfenster, oder gegenüber der ausstrahlenden Wärme wie ein Pelz wirken, in dem die Wärme aufbewahrt wird. Hierbei sei bemerkt, dass eine irrümliche Ansicht auch heute noch in den Imkerköpfen spukt, nämlich die, dass der Bien wie ein Zimmerchen im Winter seine ganze Wohnung zu erwärmen sucht. Wir kommen auf diese wichtige Frage bei der Lehre von der Überwinterung des Biens und bei der Konstruktion der Bienenwohnung noch ausführlich zu sprechen. Hier sei nur festgestellt, dass der Bien ausschließlich sich selbst zu erwärmen sucht und darauf aus ist, die erzeugte Wärme vor Ausstrahlung möglichst zu bewahren.

5. Schließlich ist die Anordnung der Vorräte, also des Heizmaterials im Winter und auch sonst so, dass der Bien immer dicht an den gefüllten Zellen sitzt, sodass die äußersten Bienen jederzeit zu der konzentrierten Bienenweide im Stockinnern, wie wir die Honiggürtel um den Bien herum nennen können, gelangen und dem Innern des Biens den nötigen Heizstoff zuführen können. Im Grunde genommen verhält sich der Bien im Winter genauso wie im Sommer. Die ältesten Bienen, die Hautbienen, sind die Flugbienen, welche auch im Winter auf die Weide, die gefüllten Honigzellen, zwar nicht ausfliegen, wohl aber ausgehen und an die jungen Geschwister das abgeben, was sie bei ihren Ausflug gefunden haben. *Die Organisation des Biens, die Anordnung seiner Glieder und ihrer Tätigkeiten bleiben sich in allen Jahreszeiten gleich*¹.

All diese Umstände wirken zusammen, um eine Wärmeökonomie im Bien zustande zu bringen, über deren vortreffliche Zweckmäßigkeit wir nur staunen können. Der Bien lockert nun seine Kugel unter günstigen äußeren Temperaturverhältnissen so weit als es diese erlauben, ohne dass er dabei geschädigt wird. So lässt sich der Bien als ein sphärisches Thermometer betrachten, das sich bei Wärme ausdehnt und bei Kälte zusammenzieht. - Sobald Brut im Innern des Biens auftritt, stellt der Bien in seinem Zentrum gleichsam eine warme Hohlkugel her, welche ausgefüllt ist mit geputzten und geheizten leeren Zellen, die zur Aufnahme der Eier von Seiten der Königin sind. (Abb. 9.3) Der Brutkörper, wie-

¹Näheres über alle Fragen der Überwinterung des Biens ist in unserer Broschüre »Grundlage für die Überwinterung des Biens« (Verlag von F.Pfennigstorff, Berlin W.57) enthalten

derum so lange als möglich kugelförmig, ist das Wärmezentrum, welches durch die Bienen wie durch einen starken Wall umgeben wird, um so die aus demselben kommende Wärme aufzufangen und vor dem Entweichen zu bewahren. Der Bien ist dann der Erde, seiner Urmutter ähnlich, welche ja auch durch verhärtete Oberfläche, die in ihrem Innern vorhandene „Lebenswärme“ vor schneller Ausstrahlung schützt. Dass die Bienen bei sehr hohen Außentemperaturen den Stock verlassen und vor und in dem Flugloch eine energische Ventilation zur Abkühlung des Stockinnern einrichten, haben wir schon angedeutet. So versteht es der Bien, die Wärmeverhältnisse stets so zu regulieren, dass die gerade vorhandenen Wärmebedürfnisse in jeder Hinsicht vollkommen erfüllt werden. Tritt aber bei hohen Außentemperaturen der Fall ein, dass er die Heizstoffe seines Blutes nicht mehr in Wärme umsetzen kann, so treten wie Ventile die Wachsdrüsen in Tätigkeit, um der Verfettung des Organismus vorzubeugen und die Wärme Stoffe Fett und Zucker in anderer Gestalt von sich zu geben.

In eine sehr schlimme Lage wird dagegen der Bien versetzt, wenn im zeitigen Frühjahr sein Boden sich schon ziemlich ausgedehnt hatte und schlimme Temperatur-Rückschläge (Eisheilige!) eintreten. Die Erfahrung lehrt, dass dann die Völker wie gebannt auf der Brut sitzen bleiben und oft neben dicht dabeistehenden gefüllten Honigzellen verhungern. Die Imker sprechen dann zwar von rührender Liebe und Opferfreudigkeit, welche die Bienen in den Tod getrieben habe, dass die Bienlein lieber sterben, als ihre Kindlein im Stich zu lassen. Dem ist aber in Wirklichkeit nicht so. Die Bienen geben in einer so misslichen Lage die äußersten peripheren Brutgürtel den Tode preis und konzentrieren sich nach dem Zentrum zu, nicht aber etwa um dies Zentrum vor Unterkühlung zu schützen, sondern weil dort die größte Wärme herrscht, welche sie wie ein starker Magnet anzieht. Die Bienen lassen sich durch die Wärme sogar verlocken sich von den gefüllten Honigzellen zu trennen. Das ist dann oft die Ursache, dass die Völker auf der Wärmequelle, der Brut, dicht zusammen hockend Hunger sterben. Das alles ist ein Beweis, wie absolut abhängig der Bien und seine Brut in ihrer Existenz von der Wärme sind.

Im Jahre 1923 hat Dr. Armbruster unter Ausnutzung der Beobachtungstabellen des Friedrich Lammert-Sondershausen den »*Wärmehaushalt im Bienenvolk* (Verlag von Fritz Pfenningstorff, Berlin W57) behandelt. Im Allgemeinen entsprechen die Resultate der Untersuchung dem, was wir in vorstehendem Kapitel kundgetan haben. Die Ansicht jedoch, dass der Bien beim Sinken der Innentemperatur auf 13° C durch Reflexwirkungen veranlasst werde, periodisch »einen Heizsprung zu machen« und neue Heizstoffe aufzunehmen, ist schon von anderer Seite widerlegt worden. Die Zufuhr des Heizmaterials dürfte sich vielmehr, wie oben dargestellt, im Bien im Winter vollziehen.

Bei der Wohnungsfrage werden wir noch sehen wie auf diese ausschlaggebende Tatsache bei der Konstruktion der Bienenwohnung Rücksicht zu nehmen ist. Hier aber merken wir schon, wie grundverkehrt alle die Bienenwohnungen konstruiert sind, die von der Voraussetzung ausgehen, dass der Bien seine Wohnung heize, während er doch nur sich selbst »heizt«.