

Ueber den Futtersaft der Bienen.

II. Abhandlung.

Von

Dr. Adolf von Planta.

(Aus dem agricultur-chemischen Laboratorium des Polytechnikums in Zürich.)
(Der Redaction zugegangen am 17. April 1889.)

Im 12. Bande dieser Zeitschrift, S. 327—354, sind die Resultate veröffentlicht worden, welche ich bei der chemischen Untersuchung des Futtersaftes der drei Bienenlarvenarten (Königinnen, Drohnen und Arbeiterinnen) erhalten habe. Nach den von mir ausgeführten Analysen finden sich wesentliche Unterschiede in der Zusammensetzung des Futterbreies der Drohnenlarven, je nach dem Alter der letzteren; die unter 4 Tage alten Larven erhalten ein Futter, welches weit reicher an stickstoffhaltigen Stoffen und an Fett, weit ärmer an Zucker ist, als dasjenige, welches der über 4 Tage alten Larve gereicht wird.* Bei den Königinlarven dagegen erwies sich der Futtersaft während der ganzen Larvenperiode als gleich zusammengesetzt. Bei den Arbeiterlarven vermochte ich aus Mangel an Material die getrennte Untersuchung des in den verschiedenen Altersstufen gereichten Futtersaftes damals nicht auszuführen. Diese Lücke habe ich durch eine neue Untersuchung auszufüllen gestrebt.

Zur Gewinnung des erforderlichen Materials wurden 2000 Zellen unter 4 Tage alter Arbeiterlarven, und 2000 solcher über 4 Tage alt, entleert. Nachdem die Larven entfernt worden waren, wurde der übrig bleibende Futterbrei in Weingeist geworfen. Dabei lieferte jede Zelle freilich nur

ein Futterbreiquantum vom Volumen eines Stecknadelknopfes, und diese übrig bleibende Substanz enthielt noch etwa 70% Wasser. Kein Wunder daher, dass ich für meine Untersuchung den Inhalt von 4000 Zellen brauchte. Die Gewinnung des Futterbreies war eine höchst mühsame Arbeit. Dieser Arbeit unterzogen sich, wie schon früher, so auch dieses Mal wieder mit aufopfernder Gefälligkeit und lebendigem Interesse Herr Wyndlin und dessen Tochter in Kerns, Ct. Obwalden.

Der in Weingeist geworfene Futterbrei verwandelt sich darin allmähig in eine harte, zerreibliche Masse, während gleichzeitig einige Bestandtheile desselben in Lösung gehen. Der unlösliche Rückstand und die Lösung wurden getrennt untersucht; aus den dabei erhaltenen Ergebnissen wurde die Zusammensetzung des ganzen Futterbreies berechnet. Die Methoden, nach denen die Analysen ausgeführt wurden, stimmen vollkommen mit den früher angewendeten überein; ich kann also hinsichtlich derselben auf meine erste Abhandlung verweisen. Die Resultate, zu denen ich dabei gelangte, stelle ich in der folgenden Tabelle mit den früher für den Königinnen- und Drohnen-Futterbrei erhaltenen zusammen:

Futterbrei der 3 Larvenarten: der Königin, Drohne und Arbeitsbiene.

Die Trockensubstanz enthält:

	1. Königin. <u>Mittel.</u>	2. Drohnen unter 4 Tage.	3. Drohnen über 4 Tage.	4. Drohnen. <u>Mittel.</u>	5. Arbel- terinnen unter 4. Tage.	6. Arbel- terinnen über 4 Tage.	7. Arbel- terinnen. <u>Mittel.</u>
Stickstoffhaltg. Stoffe . . .	<u>45,14</u> %	55,91 %	31,67 %	<u>43,79</u> %	53,38 %	27,87 %	<u>40,62</u> %
Fett	<u>13,55</u> %	11,90 %	4,74 %	<u>8,32</u> %	8,38 %	3,69 %	<u>6,03</u> %
Glycose. . .	<u>20,39</u> %	9,57 %	38,49 %	<u>24,03</u> %	18,09 %	44,93 %	<u>31,51</u> %

Aus Colonne 5 und 6 der vorstehenden Tabelle ergibt sich, dass auch die Arbeiter- ebenso wie die Drohnen-Larven in den beiden Altersstufen einen ungleich zusammengesetzten Futterbrei erhalten; den über 4 Tage alten Larven wird ein,

an Eiweissstoffen und an Fett weit ärmeres, an Zucker dagegen weit reicheres Futter gegeben, als den jüngeren Larven. Man darf wohl annehmen, dass der höhere Zuckergehalt jenes Futters durch Honigzusatz hergestellt wird; für diese Annahme spricht auch die gelbliche Farbe desselben. Zu erwähnen ist noch, dass nach der mikroskopischen Untersuchung der Futterbrei der Arbeiterlarven auch in der zweiten Altersstufe keinen Zusatz von unverdaulichem Pollen erhält, während solcher sich in dem Futter der über 4 Tage alten Drohnenlarven in beträchtlicher Menge vorfindet.

Auf Grund der in meiner ersten Abhandlung mitgetheilten Versuchsergebnisse habe ich es für wahrscheinlich erklärt, dass die Bienen dem Futterbrei, je nach dem Nährzweck, welchen derselbe erfüllen soll, eine bestimmte Zusammensetzung geben. Es liegt auf der Hand, dass die bei Untersuchung des Arbeiterinnen-Futterbreies jetzt erhaltenen Resultate eine neue Stütze für diese Annahme bilden, denn ich habe ja nicht nur nachweisen können, dass die Arbeiterinnen- ebenso wie die Drohnen-Larven in der zweiten Altersperiode eine ganz andere Nährstoffmischung erhalten wie in der ersten, sondern es hat sich auch gezeigt, dass das Futter der unter 4 Tage alten Arbeiterinnen-Larven demjenigen der gleichalterigen Drohnen-Larven in der Zusammensetzung sehr ähnlich ist. Ferner sind auch die Futterbreie der über 4 Tage alten Arbeiterinnen- und Drohnen-Larven im Stoffgehalt nicht sehr verschieden; die mikroskopische Untersuchung hat aber gezeigt, dass die Drohnen-Larven dieser Altersstufe im Futterbrei eine beträchtliche Menge von unverdaulichem Pollen erhalten, die Arbeiterinnen-Larven dagegen nicht. Alle diese Unterschiede in der Zusammensetzung der Futterbreiarten als zufällige Schwankungen anzusehen, wäre widersinnig und es muss demnach die obige Annahme nunmehr als bewiesen betrachtet werden.

Es möge mir nun, nach Abschluss der ganzen Untersuchung, gestattet sein, noch einen Ueberblick über die Unterschiede zu geben, welche sich hinsichtlich der Zusammen-

setzung zwischen den Futterbreien der verschiedenen Larvenarten finden, und einige Betrachtungen an dieselben anknüpfen.

Was zunächst die Königinlarve betrifft, so erhält dieselbe während der ganzen Dauer ihres Larvenzustandes (7 Tage) nur fertig verdautes, aus dem besten Material bereitetes Futter, welches nach meinen Untersuchungen durchschnittlich 45% stickstoffhaltige Stoffe, 13% Fett und 20% Glycose enthält. An Trockensubstanz ist es im Durchschnitt ein wenig reicher als dasjenige, welches den Drohnen- und Arbeiterinnenlarven gereicht wird. Dieses Futter, welches keinen Zusatz von unverdaulichem Pollen erhält, zeigt keinerlei Unterschied, gleichgültig, ob die Larve unter oder über 4 Tage alt ist. Es wird der Larve in verschwenderischer Menge in die Wiege gelegt. Wie gross die Unterschiede sind, welche sich in Bezug auf das Futterquantum zwischen der Königinlarve und den andern Larvenarten finden, geht aus den, in meiner ersten Abhandlung gemachten Angabe zur Genüge hervor.

Die Drohnenlarven erhalten bis zum vierten Tage trefflich vorverdauten Futterbrei, welcher sogar reicher an Eiweissstoffen ist, als derjenige der Königinlarve, — offenbar in der Absicht, die Larven nach dem Auskriechen aus dem Ei in der Entwicklung rasch zu fördern. Nach dem vierten Tage aber, wo die Larven schon sehr kräftig sind, geben sich die fütternden Arbeitsbienen mit ihnen weit geringere Mühe; sie präpariren ihnen nur einen kleinen Theil des Futters im Chylusmagen zu Brei und setzen den Rest an Nährstoffen einfach in Form von Rohmaterialien, nämlich von Pollen und Honig zu, welche Substanzen sie verschlucken, und sofort wieder ausbrechen. Ein Vortheil dieses Verfahrens liegt wohl für die fütternden Bienen hauptsächlich in der Zeitersparniss, welche um so mehr in Betracht kommt, als in einem starken Stocke während der Monate Mai und Juni täglich 15—20,000 Maden zu füttern, und daneben noch andere Arbeiten (s. z. B. Zudeckeln von Zellen, in denen sich eingepuppte Larven befinden) zu besorgen sind. Wie bedeutend die Unterschiede

in der Zusammensetzung des den Drohnen verschiedenen Alters gereichten Futterbreies sind, ist aus der Tabelle zu ersehen. Ein weiterer Unterschied zeigt sich bei der mikroskopischen Untersuchung. Der Futterbrei der über 4 Tage alten Drohnenlarven enthält, wie öfter schon erwähnt ist, eine Masse von Pollenkörnern. Professor Cramer fand für nur ein Milligramm festen Futterbreies auf einer Oberfläche von 1440 □ Millimetern die überraschende Zahl von 15,000 Stück Pollenkörnern.

Was schliesslich den Futterbrei der Arbeiterinnenlarven betrifft, so ist derselbe, wie derjenige der Königinlarve, stets vollständig vorverdaut, er erhält niemals einen Zusatz von unverdaulichem Pollen¹⁾. Trotzdem zeigt sich auch hier ein grosser Unterschied in der Zusammensetzung des Futterbreies während der ersten und zweiten Altersstufe der Larven, wie oben schon hervorgehoben ist. Während der Futterbrei der unter 4 Tage alten Arbeiterinnenlarven 53% stickstoffhaltige Stoffe enthält, sinkt der Gehalt des Futterbreies an solchen Stoffen bei den über 4 Tage alten Larven auf 27% herab. Dem entsprechend steigt der Gehalt des Futterbreies an Zucker. Es darf wohl angenommen werden, dass diese Veränderung in der Zusammensetzung des Futterbreies in der zweiten Altersstufe der Larven durch einen starken Honigzusatz hervorgebracht wird. Sucht man sich nun Rechenschaft über die Ursachen zu geben, aus denen die Bienen die Fütterung der Arbeiterinnenlarven in der beschriebenen Weise einrichten, so kommt man zu folgenden Resultaten:

Offenbar sollen die genannten Larven, ebenso wie die Drohnenlarven nach dem Auskriechen aus dem Ei in ihrer Entwicklung rasch gefördert werden; sie erhalten daher ein vollkommen vorverdautes und an Eiweissstoffen sehr reiches Futter. Haben die Larven aber eine gewisse Entwicklung

¹⁾ Sowohl in dem Arbeiterinnen-, wie in dem Königinnen-Futterbrei finden sich wohl einzelne Pollenkörner vor; aber nur in so geringer Menge, dass man dieselben nur als zufällige Bestandtheile betrachten kann — wie schon in meiner ersten Abhandlung erwähnt ist.

erreicht, so machen die fütternden Bienen es sich bequemer, sie verringern den Gehalt des Futters an vorverdaulichem Material, und setzen dafür in starkem Maasse Honig zu. Warum aber nicht hier, wie bei den Drohnenlarven, unverdaulichem Pollen zugesetzt wird, dürfte gleichfalls nicht schwer zu erklären sein. Die Zellen der Arbeiterinnenlarven sind eng und klein, sie gestatten daher nur sehr wenig Futter einzulegen; in Folge davon werden die Arbeiterinnenlarven am spärlichsten gefüttert¹⁾. Um so nothwendiger ist es, dass die diesen Larven gereichte, geringe Futterbreimenge ganz frei von raumeinnehmenden Pollenhülsen sei.

Eine Frage von praktischem Interesse für die Bienenzüchter scheint durch obige Futterbreiuntersuchungen ebenfalls gelöst zu sein. Es ist nämlich ein stets streitiger Punkt unter denselben: «ob eine Königin nur dann brauchbar sei, wenn sie aus einer sog. Schwarmzelle, d. h. einer von vornherein als Königinzelle erbauten Zelle herstamme, oder ob sie eben so gut und kräftig werde, wenn sie aus einer sog. Nachschaffungszelle hervorgegangen ist?»

Da der Handel mit Königinnen sehr lukrativ ist, geben sich die Imker vielfach mit der künstlichen Königinzucht ab, die darin besteht, die herrschende Königin zu entfernen, worauf die Bienen sich selbst eine Königin erziehen, durch Erweitern von Arbeiterzellen zu Königinnenzellen, und Darreichung von Königinfutter an diese Larven. Ich richtete nun an einen unserer ausgezeichnetsten Bienenzüchter, Herrn Theiler in Zug, die Anfrage, ob man aus mehr als 4 Tage alten Arbeiterlarven eben so gute Königinnen erziehe, als von jüngern. Der Genannte antwortete darauf:

«Die von mir beobachteten Königinnen, die aus ältern Arbeiterlarven erzogen wurden, blieben mehrheitlich zurück gegenüber solchen, die aus jüngern Arbeiterlarven erzogen wurden. Letztere erwiesen sich gegenüber denjenigen in Schwarmzellen (d. h. ursprünglichen Königinnenzellen erzeugten) ebenbürtig.»

¹⁾ Man vergl. die in meiner ersten Abhandlung darüber gemachten Angaben.

Mit diesen Aeusserungen eines schweizerischen Bienenzüchters in vollster Uebereinstimmung stehen die Erfahrungen der Bienenzüchter in Amerika laut einer Mittheilung des Herrn Mündel in der Nördlinger Bienenzeitung, No. 7, Jahrgang 1889, die er seinerseits dem American Bee Journal entnommen hat. In diesem Journal, S. 550, Jahrgang 1880, stellt ein Imker die Frage: «Wie alt müssen die Larven sein, damit aus ihnen vollkommene Königinnen entstehen?» Von den 14 eingegangenen Antworten (mit Angabe der Namen) sprechen alle mit einer einzigen Ausnahme die Antwort aus, dass nur Larven unter 4 Tage alt (die Meisten geben den 3tägigen den Vorzug) zu kräftigen Königinnen erzogen werden können.

Diese Beobachtungen der Praktiker erklären sich aus den bei der Untersuchung des Futterbreies von mir erhaltenen Resultaten. Der Futtersaft der Arbeiterlarven unter 4 Tagen ist dem Procentgehalt nach nicht nur eben so reich, sondern reicher an Blutbestandtheilen, als derjenige der Königin, und nahezu ebenso reich an Zucker; an Fett steht er jenem allerdings etwas nach. Für die eigentliche Körperentwicklung ist somit innerhalb dieser Periode so gut gesorgt, als bei der Königinlarve. Der Unterschied besteht nur in der Quantität des gereichten Futters, welche durch die Zellengrösse bedingt wird. Allein bei der Kleinheit der Larven in der gegebenen Zeit bis zum vierten Tage fällt wohl dieses Moment nicht schwer in die Waagschale; das geringere Quantum wird gutgemacht durch den Gehalt. Es ist somit aller Grund vorhanden, anzunehmen, dass die aus Arbeiterlarven der ersten Altersstufe künstlich erzogenen Königinnen den in Schwarmzellen erbrüteten in der Beschaffenheit vollständig gleich kommen können.

Möge die Praxis dieses zum Nutzen der Imker weiter bestätigen. Schliesslich sei noch darauf aufmerksam gemacht, dass auch diese Schlussuntersuchung über den Futterbrei der Arbeiterlarven wieder zu Gunsten der Schönfeld'schen Ansicht spricht, «dass man als die Werkstätte für Bildung des Futtersaftes den Chylusmagen und nicht die Speicheldrüsen anzusehen hat.»

Analytische Belege.

a) Futterbrei der unter 4 Tage alten Arbeiterlarven.

(Obwalden 1889. Zellenzahl 2000.)

Stickstoffbestimmung. Futterbrei in Alkohol geworfen. Die dabei entstandene Lösung enthielt: 1,1821 gr. Trockensubstanz. Davon lieferten: 0,4636 gr. 0,0048832 N (= 1,6 ccm. Barytwasser¹⁾). Für obige 1,1821 gr. Trockensubstanz = dem flüssigen Inhalt des Gläschens = 0,0124 N. Der feste Rückstand im Gläschen enthielt 2,0514 Trockensubstanz. Davon lieferten 0,4818 gr. 0,0619556 N (= 20,3 ccm. Barytwasser²⁾). Für obige 2,0514 gr. Trockensubstanz = dem gesammten festen Inhalt des Gläschens = 0,2638 N.

Die Addition der Stickstoffmengen ergibt:

0,0124 N in 1,1821 gr. Trockensubstanz des gesammten flüssigen Theiles.

0,2638 » » 2,0514 » Trockensubstanz des gesammten festen Theiles.

0,2762 N in 3,2335 gr. Trockensubstanz als Gesamtinhalt des Gläschens.

100 Trockensubstanz = 8,5418 N = 53,38 Proteinstoffe.

Fettbestimmung. Futterbrei von Oben (in Weingeist geworfen). Die Lösung = 102 ccm. = 1,1821 Trockensubstanz, wie Oben. Davon sind in 20 ccm. = 0,2318 Trockensubstanz enthalten = 0,0465 gr. Fett, oder in 1,1821 = 0,2371 gr. Fett. Der feste Theil des Gläscheninhaltes ist laut Oben = 2,0514 gr. Trockensubstanz. 0,4825 hiervon lieferten 0,0080 gr. Fett. Somit 2,0514 = 0,0340 gr. Fett.

Die Addition der Fette ergibt:

0,2371 Fett = 1,1821 Trockensubstanz der Gesamtsflüssigkeit.

0,0340 » = 2,0514 Trockensubstanz des gesammten festen Theiles.

0,2711 Fett = 3,2335 Trockensubstanz als Gesamtinhalt des Gläschens.

100 Trockensubstanz = 8,3841 gr. Fett.

Zuckerbestimmung. Futterbrei von Oben (in Weingeist geworfen). Die Lösung = 102 ccm. = 1,1821 Trockensubstanz wie bei Fett. Davon lieferten: 20 ccm. = 0,0961 Zucker (titrimetrisch), somit 102 ccm. = 0,4900 Zucker für obige 1,1821 Totaltrockensubstanz der Lösung. (Gewichtsanalytisch erhielt ich 0,4883 gr. Zucker nach Allihn). Der feste Theil des Gläscheninhaltes ist laut Oben = 2,0514 Trockensubstanz. 0,4825 hiervon lieferten 100 ccm.

¹⁾ Titer des Barytwassers: 1 ccm. = 0,003052 gr. N.

²⁾ Titer des Barytwassers: 1 ccm. = 0,003052 gr. N.

Flüssigkeit. 78 cbcm. hiervon lieferten 0,0336 metallisches Kupfer = 0,0175 Traubenzucker, oder in 100 cbcm. (genommen aus obigen 0,4825) = 0,0224 Traubenzucker, oder in der Gesamttrockensubstanz des festen Theiles des Gläschens = 2,0514 sind enthalten: 0,0952 gr. Traubenzucker.

Die Addition der Zuckermengen ergibt:

0,4900 Zucker in 1,1821 gr. Trockensubstanz des gesammten flüssigen Theiles.

0,0952 » » 2,0514 » Trockensubstanz des gesammten festen Theiles.

0,5852 Zucker in 3,2335 gr. Trockensubstanz als Gesamtinhalt des Gläschens.

100 Trockensubstanz = 18,09 Zucker.

b) Futterbrei der über 4 Tage alten Arbeiterlarven.

(Obwalden 1889. Zellenzahl 2000.)

Stickstoffbestimmung. Futterbrei in Alkohol geworfen. Die dabei entstandene Lösung enthielt 3,5745 Trockensubstanz. Davon lieferten 0,9532 gr. 0,0045880 N (= 1,5 cbcm. Barytwasser¹⁾). Für obige 3,5745 Trockensubstanz = dem flüssigen Inhalt des Gläschens 0,0172 N. Der feste Rückstand im Gläschen enthielt: 2,0038 Trockensubstanz. Davon lieferten 0,4528 gr. 0,05234180 N (= 17,15 cbcm. Barytwasser²⁾). Für obige 2,0038 Trockensubstanz = dem gesammten festen Inhalte des Gläschens = 0,2316 N.

Die Addition der Stickstoffmengen ergibt:

0,0172 N in 3,5745 Trockensubstanz des gesammten flüssigen Theiles.
0,2316 » » 2,0038 Trockensubstanz des gesammten festen Theiles.

0,2488 N in 5,5783 gr. Trockensubstanz als Gesamtinhalt des Gläschens.

100 Trockensubstanz = 4,4601 N = 27,87 gr. Proteinstoffe.

Fettbestimmung. Futterbrei von Oben (in Weingeist geworfen). Die Lösung = 150 cbcm. = 3,5745 Trockensubstanz wie Oben. Davon enthalten 20 cbcm. = 0,4766 Trockensubstanz 0,0223 gr. Fett, oder 3,5745 Trockensubstanz des flüssigen Theiles, 0,1674 gr. Fett. Der feste Theil des Gläscheninhaltes ist laut Oben = 2,0038 Trockensubstanz. 0,5355 hiervon lieferten Fett = 0,0103 gr. Somit in 2,0038 = 0,0385 Fett.

¹⁾ Titer des Barytwassers: 1 cbcm. = 0,003052 gr. N.

²⁾ Titer des Barytwassers: 1 cbcm. = 0,003052 gr. N.

Die Addition der Fette ergibt:

0,1647 Fett in 3,5745 Trockensubstanz der Gesamttlüssigkeit.
 0,0385 » » 2,0038 Trockensubstanz des gesammten festen Theiles.

0,2059 Fett in 5,5783 Trockensubstanz als Gesamttinhalt des Gläs-
 chens.

100 Trockensubstanz = 3,6911 gr. Fett.

Zuckerbestimmung. Der Futterbrei von Oben (in Weingeist ge-
 worfen). Die Lösung = 150 ccm. = 3,5745 Trockensubstanz
 enthielt titrimetrisch bestimmt 2,3437 Zucker. Der feste Theil des
 Gläscheninhalts ist laut Oben = 2,0038 Trockensubstanz. 0,5355
 hiervon geben 0,0436 Zucker, somit in der Gesamttrockensubstanz
 des festen Theiles = 2,0038 gr. 0,1631 Zucker.

Die Addition der Zuckermengen ergibt:

2,3437 Zucker in 3,5745 Trockensubstanz des gesammten flüssigen
 Theiles.

0,1631 » » 2,0038 Trockensubstanz des gesammten festen
 Theiles.

2,5068 Zucker in 5,5783 Gesamttrockensubstanz im Gläschen.

100 Trockensubstanz = 44,93 Zucker.