

# Generationenwechsel im Volk und die Lebensdauer der Arbeiterinnen

Bienenarbeiterinnen besitzen bezüglich ihrer Lebensdauer eine erstaunliche Plastizität. Die Menge der nachdrängenden Jungbienen wirkt sich regulierend auf die altersabhängige Arbeitsteilung im Bienenvolk und die Lebensdauer der Arbeitsbienen aus.

PETER FLURI (*peter.fluri@gmx.ch*), EHEMALIGER MITARBEITER ZBF, UND PETER GALLMANN, ZBF AGROSCOPE LIEBEFELD-POSIEUX

Im Frühjahr und Sommer, wenn die Völker brüten, entwickeln sich ausschliesslich kurzlebige Sommerbienen. Im Spätsommer und Herbst entstehen dann langlebige Winterbienen. Der Anteil ihrer kurzlebigen Schwestern nimmt kontinuierlich ab. Im November oder anfangs Dezember, wenn kein Brutnest mehr vorhanden ist, gibt es nur noch die langlebigen Arbeiterinnen. Langlebige Arbeiterinnen können aber auch im Sommer heranwachsen, zum Beispiel wenn ein Brutunterbruch eintritt oder infolge Schwärmens oder bei Weisellosigkeit. Diese Wechsel geschehen in den Völkern fliessend und von aussen unsichtbar.

Die Kurz- beziehungsweise Langlebigkeit wird erst im Adultstadium festgelegt. Das Interesse sowohl der Imker/-innen als auch der Wissenschaft gilt der Frage: Welche Faktoren sind an der Regulation der Lebensdauer beteiligt?

## Beeinflussende Faktoren

In der Fachliteratur findet man zahlreiche Untersuchungen über die Faktoren, welche die Lebensdauer der Bienenarbeiterinnen beeinflussen. Im Folgenden geben wir eine kurze Übersicht. Sie gilt für weiselrichtige und freifliegende Völker in gemässigten Klimazonen. Einflüsse wie Krankheiten, Mangelernährung, andere Mangel- oder Extremsituationen, Vergiftungen, Unfälle, Haltungsfehler, etc. sind hier nicht berücksichtigt.

Als wichtigste Faktoren gelten die ausreichende Pollenversorgung der adulten Jungbienen sowie das Ausüben der Brutpflege. Zu den weiteren Faktoren, die eine Rolle spielen

können, gehören das Mikroklima im Stock (CO<sub>2</sub>-Gehalt, Temperatur), die Eilegeaktivität der Königin respektive das Vorhandensein von Brut, die demografische Struktur im Volk (Anteile von Stockbienen, Flugbienen, Brut), der «Arbeitsmarkt» im Volk, das Alter beim Wechsel von der Stock- zur Flugbiene, Sammeltätigkeit und Flugleistung und die genetische Variabilität.

Bei einer Anzahl von Faktoren konnte kein Einfluss auf die Lebensdauer der Arbeiterbienen nachgewiesen werden, indirekt können sie jedoch eine Rolle spielen. Dazu gehören Jahreszeit, Tageslänge, Veränderung der Tageslänge (Abnahme oder Zunahme), Wetter und Klima, Eintrag von Nektar, Honigtau und Pollen, Nahrungsvorräte im Stock und die Volksgrösse.

## Faktor Brutpflege

Die Brutpflege scheint eine entscheidende Rolle bei der Regulation der Lebensdauer zu spielen. Seit rund 60 Jahren gilt die folgende Hypothese: *«Durch die Brutpflege erschöpft die Arbeiterin ihre in den ersten Lebens- tagen angelegten Körperreserven (vor allem Eiweisse). Dies ist gleichbedeutend mit einer physiologischen Alterung. Im Sommer beenden die Arbeiterinnen die Ammenphase im Alter von ungefähr zwei Wochen. Danach bleiben ihnen noch ungefähr eine bis drei Wochen Lebenszeit. Dies gilt analog auch für Winterbienen, welche erst nach dem Winter im Alter von vier bis sechs Monaten Brut pflegen und bald danach sterben.»*

Mit dieser Hypothese in Einklang stehen auch folgende Feststellungen:



FOTOS: ZBF, AGROSCOPE ALP

Abb. 1: Beim Versuch zur Altersbestimmung von Ammenbienen wurden Beobachtungskästen eingesetzt. Seitlich waren abnehmbare Glasscheiben angebracht, die zur Verdunkelung und Wärmedämmung mit Styroporplatten abgedeckt wurden.

- **Weisellosigkeit:** Schon seit alten Zeiten ist bekannt, dass im Sommer geborene Arbeiterinnen bei Eintreten von Weisellosigkeit mehrere Monate alt werden können. Bemerkenswert ist, dass sie physiologische Merkmale aufweisen (besonders Eiweissreserven), die jenen der überwinterten Arbeiterinnen im Dezember-Januar ähnlich sind.
- **Schwärmen:** Ebenfalls schon sehr lange bekannt ist, dass Völker, die sich auf das Schwärmen vorbereiten, mit der Bruttätigkeit aufhören. Parallel dazu steigt die Lebensdauer der Arbeiterinnen auf das Doppelte bis auf ein Mehrfaches des Wertes von 20 bis 30 Tagen an.
- **Experimentell herbeigeführte Brutlosigkeit:** Langlebige Bienen lassen sich im Sommer experimen-



Abb. 2: Eintägige, frisch markierte Bienen sind bereit für das Einsetzen in die Beobachtungvölker.



Abb. 3: Einlaufen der markierten Jungbienen ins Beobachtungsvolk.

tell erzeugen, indem in weiselrichtigen Völkern die Königin in einen Käfig gesperrt wird. Dabei bleiben die taktilen Kontakte und die Kommunikation mit Pheromonen zwischen der Königin und den Arbeiterinnen erhalten. Hingegen wird die Eiablage unterbrochen. In solchen brutlosen, aber weiselrichtigen Völkern lebt ein Teil der Arbeiterinnen ebenfalls viel länger. Ihre physiologischen Merkmale gleichen wiederum jenen von überwinterten Bienen im Dezember-Januar.

### Ein Widerspruch?

Vor über 80 Jahren haben verschiedene Bienenforscher folgendes Experiment beschrieben: In brütenden Kleinvölkern wurden die Waben mit der gedeckelten Brut kurz vor dem Schlüpfen der adulten Bienen entfernt und durch brutfreie Honig-Pollen-Waben ersetzt. Diese wurden erneut bestiftet. Als die Larven aufgezogen und das Schlüpfen der Adulten nahte, wurde die Brutwabe wieder entfernt und durch eine brutlose Honig-Pollen-Wabe ersetzt. Nachwuchsbiene gab es im Volk keine.

Auf diese Weise wurden von den gleichen Bienen nacheinander bis zu vier Brutsätze aufgezogen. Diese «Langzeitammen» lebten länger als zwei Monate. Diese Feststellung steht im Widerspruch zur oben zitierten Hypothese, weil die Brutpflege hier nicht zu Kurzlebigkeit führte. Offenbar spielt ein weiterer Faktor eine Rolle, nämlich das Vorhandensein von Nachwuchsbiene im Volk.

Um die Bedeutungen der Brutpflege und der Nachwuchsbiene vertiefter zu klären, wurden im Zentrum für Bienenforschung in Liebefeld (ZBF) Versuche durchgeführt. Dabei sollte die folgende Frage beantwortet werden: Wie lange leben Bienenarbeiterinnen, die fortwährend Brut pflegen, die aber nie Nachwuchsbiene zu Gesicht bekommen?

### Versuchsanordnung

Je ein Versuchs- und ein Kontrollvolk wurde in Beobachtungskästen (Abb. 1), bestehend aus zwei übereinander angeordneten Dadant-Waben, einlogiert. Dazwischen war ein Königinnenabsperrgitter eingesetzt. Die Königin befand sich immer auf der unteren Wabe, die bei Versuchsbeginn ungefähr 3 000 offene Brutzellen aufwies. Die obere Wabe enthielt reichlich Pollen und Honig. Jedes Volk hatte bei Versuchsbeginn ungefähr 6 000 Bienen. Dazu wurden je 500 markierte eintägige Arbeiterinnen gleicher Herkunft eingesetzt (Abb. 2 und 3). Die Königin bestiftete auf der unteren Wabe weitere Zellen. Im Versuchsvolk wurde die aufgezogene Brut kurz vor dem Schlüpfen entfernt und durch eine brutfreie Wabe mit etwas Pollen und Honig ersetzt. Auf diese Weise schlüpfte keine Nachwuchsbiene im Volk. Im Kontrollvolk dagegen schlüpfte die aufgezogene Brut. Gleich wie beim Versuchsvolk wurde eine brutfreie Wabe eingesetzt. Beide Völker zogen insgesamt ungefähr gleich viel Brut auf. Ungefähr alle 10 Tage wurden die markierten Arbeiterinnen gezählt (Abb. 4). Dieses Experiment wurde sechs Mal wiederholt. Aus den erhobenen Daten wurde die mittlere Lebensdauer der markierten Altersgruppen berechnet und statistisch verglichen.



Abb. 4: Bei den periodischen Zählungen wurden alle markierten Bienen einzeln von den Waben abge-sammelt und in Liebefelder Kästchen überführt. Gleich nach der Zählung konnten sie wieder ins Volk einlaufen.

Mittlere Lebensdauer der Bienen in Versuchsvölkern mit und ohne Brutaufzucht.

	<b>Mittlere Lebensdauer (Kaplan-Meier Schätzung)</b>	
	Geschätzter Mittelwert	95 % Vertrauensintervall
6 Altersgruppen in den Versuchsvölkern (ohne Nachwuchs)	<b>39,5 Tage</b>	<b>37,8 bis 41,1 Tage</b>
6 Altersgruppen in den Kontrollvölkern (mit Nachwuchs)	<b>32,9 Tage</b>	<b>31,8 bis 34,0 Tage</b>

### Ergebnis

Die berechnete mittlere Lebensdauer ist in den Versuchsvölkern 6,6 Tage höher als in den Kontrollvölkern. Dieser Unterschied ist statistisch signifikant (Mann-Whitney U-Test,  $p=0,03$ ).

Die Studienresultate zeigen, dass die mittlere Lebensdauer von markierten Arbeiterinnen in fortwährend brütenden Kleinvölkern signifikant länger ist, wenn kein Bienennachwuchs schlüpft. Betrachtet man in Abb. 5 die Einzelwerte, sieht man, wie der Unterschied zwischen Versuch und Kontrolle zustande kommt: Das Absterben der markierten Arbeiterinnen geschieht in den ersten 20 Tagen bei beiden Gruppen ähnlich. Danach ist der Absterbeverlauf in der «Kontrolle» deutlich schneller als in der Gruppe

«ohne Nachwuchs». Am 56.Tag sind in den Kontrollvölkern keine markierten Bienen mehr vorhanden. In den Versuchsvölkern hingegen ist ungefähr ein Drittel der markierten Bienen noch am Leben. Diese Arbeiterinnen leisteten offensichtlich viel länger Ammendienst im Vergleich zu ihren bereits verstorbenen Schwestern in den Kontrollvölkern.

In den Versuchsvölkern erfuhr auch ein Teil der nicht markierten Bienen eine Verlängerung der Lebensdauer. Dies zeigen die Daten der systematischen Populationsschätzungen, die bei den Versuchs- und Kontrollvölkern durchgeführt wurden. Nach 60 Tagen lebte in den Versuchsvölkern noch ungefähr ein Drittel der nicht markierten Bienen. Sie waren

seit Versuchsbeginn im Volk und gewährleistet seither die Pflege der Brut; denn junge Ammen gab es hier keine. Die Kontrollvölker hingegen, in denen Tausende von Jungbienen schlüpften, waren nach 60 Tagen deutlich stärker. Aber von den bei Versuchsbeginn anwesenden Bienen waren alle gestorben.

Dieses Ergebnis steht im Einklang mit den oben erwähnten alten Beobachtungen, nach denen Arbeiterinnen in brütenden Kleinvölkern ohne nachdrängende Jungbienen noch im Alter von 78 Tagen entwickelte Futtersaftdrüsen aufwiesen und fähig waren, Brut zu pflegen.

Die Hypothese, wonach die Brutpflege die schnelle Alterung bewirkt, ist damit widerlegt. Offensichtlich kann die Ammenphase stark verlängert werden, wenn keine Jungbienen schlüpfen. Voraussetzung ist eine ausreichende Versorgung mit Pollen und Honig. Im Gegensatz zur sehr variablen Stockphase ist die Sammelfase mit einer Dauer von ungefähr einer bis drei Wochen recht konstant. Auch die gesamthaft mögliche Flugleistung der Sammelbienen gilt als begrenzt.

Das Alter zum Zeitpunkt des Übergangs von der Stockphase zur Sammelphase ist damit entscheidend für die Länge des Lebens der Arbeiterinnen. In diesem Kontext ist die Überwinterung als eine ausgedehnte Stockphase zu verstehen. Sobald die Winterbienen im Alter von mehreren Monaten zur Sammelphase wechseln, leben sie nur noch während der erwähnten kurzen Spanne.

Biologisch gesehen muss es von Vorteil sein, dass die Brutpflege allein nicht zwingend eine schnelle Alterung bewirkt. Die flexible Länge der Stockphase, die an das Auftreten beziehungsweise Ausbleiben von Nachwuchs-bienen gekoppelt ist, darf als Strategie interpretiert werden, welche das Anpassungsvermögen und die Überlebensfähigkeit stärkt.

Noch nicht untersucht ist, ob für die Festlegung der kurzen Lebensdauer beide Faktoren, also Brutpflege und Nachwuchs-bienen, nötig sind. Dazu müsste untersucht werden, welchen Einfluss allein das Zusetzen von Jungbienen im brutfreien Volk



auf die Lebensdauer der Arbeiterinnen hat. Es könnte sein, dass kurze Lebensdauer allein durch das Zugeben von fremden Nachwuchsbienen bewirkt würde und die Bruttätigkeit gar nicht erforderlich wäre.

Eine weitere Frage ist, ob die in der Liebefelder Studie mit Kleinvölkern erhaltenen Ergebnisse auf Völker normaler Grösse übertragbar sind. – Dazu ist zu sagen: Parallel zu den Liebefelder Versuchen mit Kleinvölkern wurde die Lebensdauer von markierten Arbeiterinnen auch in Wirtschaftsvölkern untersucht und verglichen. Der Absterbeverlauf und die mittlere Lebensdauer unterschieden sich in den beiden Völkertypen nicht signifikant. Die mittlere Lebensdauer war in den Kleinvölkern um 0,3 Tage länger. In einer neueren wissenschaftlichen Studie aus Arizona lebten die Bienen in den kleineren Völkern ein wenig länger. Dies bestätigt die bisherige Auffassung, dass die Volksgrösse keinen wesentlichen Einfluss auf die Lebensdauer der Arbeiterinnen ausübt, solange sie im biologisch verträglichen Bereich liegt.

**Zusammenfassung**

Der Einfluss des Nachdrängens neuer Jungbienen Generationen auf die Lebensdauer der Bienenarbeiterinnen wurde in freiliegenden und brütenden Beobachtungsvölkern untersucht. Die mittlere Lebensdauer betrug in den Versuchsvölkern ohne Nachwuchsbienen (Brut vor dem Schlüpfen entfernt) 39,5 Tage, in den Kontrollvölkern (mit Nachwuchsbienen) 32,9 Tage. In den Versuchsvölkern lebten die Arbeiterinnen im Mittel 6,6 Tage länger. Dieser Unterschied ist signifikant ( $p=0,03$ ). Am 56. Tag lebte in den Versuchsvölkern noch ungefähr ein Drittel der markierten Bienen, während in den Kontrollvölkern alle gestorben waren. Dies zeigt, dass die Brutpflege nicht zwingend Kurzlebigkeit bewirkt. Dies steht im Widerspruch zur seit Langem akzeptierten Hypothese, wonach die Bruttätigkeit lebensverkürzend wirke. Es wird ein neues Regulationsmodell diskutiert, bei dem der Nachwuchs an Jungbienen bei der Regulation der Lebensdauer eine wichtige Rolle spielt. ○

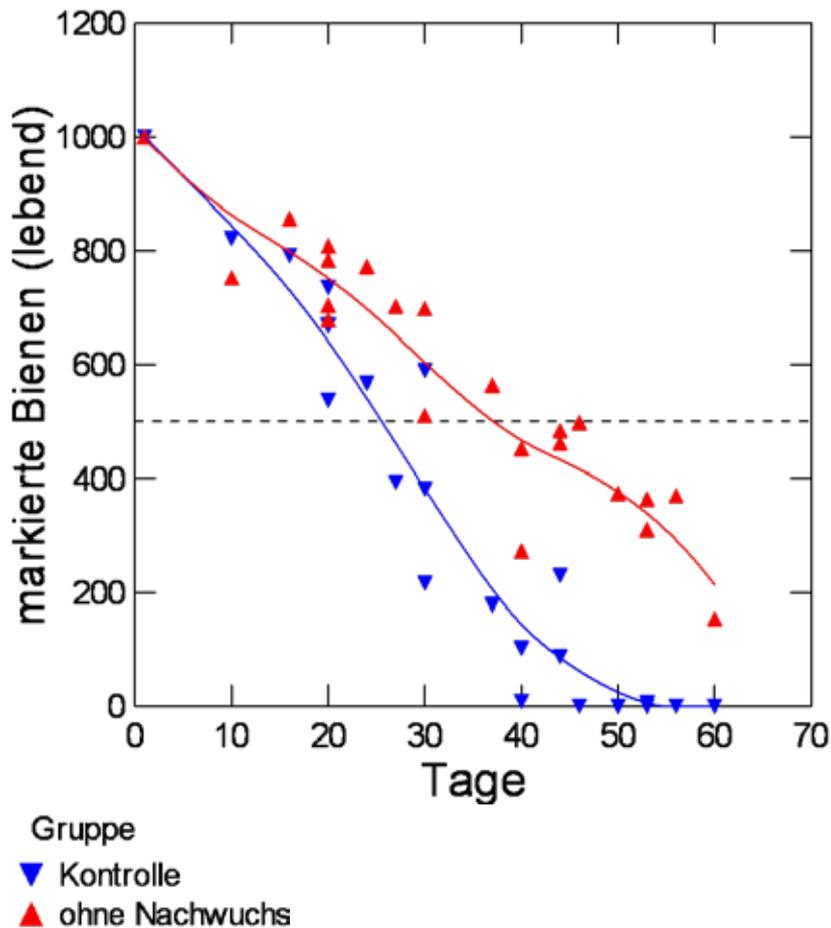
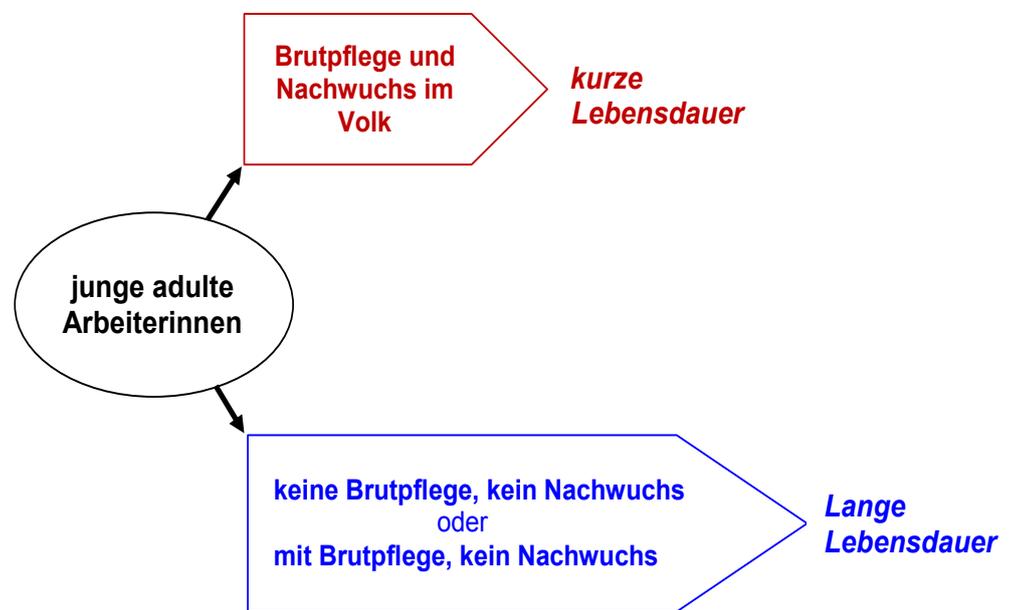


Abb. 5: Überlebende markierte Bienen in den Kontrollvölkern (blau) und in den Versuchsvölkern (rot). Dargestellt sind die Einzelwerte der Zählungen (n = 28 ohne Nachwuchs; n = 26 Kontrolle) und die grafisch ermittelten Überlebenskurven. Die Zahl der wiedergefundenen markierten Bienen an den Beobachtungstagen ist normiert auf 1 000 Bienen am Tag 1. Effektiv zählten alle Altersgruppen am 1. Tag 500 markierte Bienen.



**Literatur**

Ausführlichere Angaben zum Thema und Literaturreferenzen zu dieser Artikelfolge in der Schweizerischen Bienen-Zeitung 2012–2013 «Sozialität, Arbeitsteilung und Lebensdauer bei Honigbienen» Teile 1, 2 und 3 sind

zu finden auf der Homepage des ZBF: [www.agroscope.admin.ch/imkerei/](http://www.agroscope.admin.ch/imkerei/) unter der Rubrik: «Biologie»: Bericht «Regulation der Lebensdauer bei Arbeiterinnen der Honigbienen: Bedeutung der Brutpflege, des Nachwuchses und der Volksgrösse».

Abb. 6: Neues Modell zur Regulation der Lebensdauer. Neben der Brutpflege spielen die Nachwuchsbienen eine wichtige Rolle.