

VOLKSENTWICKLUNG BEI DER HONIGBIENE

Anton Imdorf, Kaspar Ruoff, Peter Fluri



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches
Volkswirtschaftsdepartement EVD
Forschungsanstalt
Agroscope Liebefeld-Posieux ALP

Inhalt

1 Einleitung	5
2 Physiologische Steuerung	7
2.1 Lebensdauer	7
2.1.1 Die Regulation der Lebensdauer	7
2.1.2 Steuerungsmodell für Sommer- und Winterbienen	7
2.1.3 Erbgut, Umwelt und Lebensdauer	8
2.1.4 Ernährung und Lebensdauer.....	10
2.1.5 Brutpflegetätigkeit und Lebensdauer	10
2.1.6 Sammeltätigkeit und Lebensdauer	12
2.1.7 Klimatische Faktoren und Lebensdauer	12
2.1.8 Eiablagehythmus, Brutkannibalismus und Lebensdauer	13
2.2 Soziale Organisation des Bienenvolkes	14
3 Genetik	17
3.1 Erbanlagen	17
3.2 Brutverlauf.....	17
3.3 Rassenspezifische Eigenschaften	17
4 Umwelt	23
4.1 Einfluss des Standortes	23
4.2 Einfluss des Klimas.....	24
4.3 Einfluss der Nektar- oder Honigtautracht.....	25
4.4 Volksstärke und Trachtnutzung	26
4.5 Melezitosehonig	26
4.6 Futterverbrauch im Winter.....	27
4.7 Bienenverluste durch Landwirtschaft und imkerliche Massnahmen	28
4.7.1 Vergiftungen durch Pflanzenschutzmittel.....	28
4.7.2 Mähen von blühenden Pflanzenbeständen	28
4.7.3 Varroabekämpfung	29
4.8 Elektrische und elektromagnetische Felder	29
5 Krankheiten	31
5.1 Krankheitserreger und Volksentwicklung	31
5.2 Tracheenmilben	32
5.3 Varroa	32
5.4 Viren	34
5.5 Bakterien bei Bienen	35
5.6 Mischinfektionen	36
5.7 Bakterienbefall der Brut	37
6 Imkerliche Massnahmen	39
6.1 Ein- und Auswinterung	39
6.1.1 Volksentwicklung im Spätsommer	39
6.1.2 Auswinterung	40

6.2 Kohlenhydratversorgung.....	42
6.2.1 Auffütterung.....	42
6.2.2 Reizfütterung	44
6.3 Eiweissversorgung	49
6.3.1 Pollenversorgung und Brutaufzucht.....	49
6.3.2 Pollenfütterung im Frühjahr.....	50
6.3.3 Pollenfütterung während Trachtpausen	50
6.4 Wabenmass.....	51
6.4.1 Wabengrösse und Beute.....	51
6.4.2 Grosse vs. kleine Waben.....	52
6.5 Naturbau	52
6.6 Einfluss des Absperrgitters	54
6.7 Jungvolkbildung	55
6.7.1 Ableger	55
6.7.2 Kunstschwärme.....	58
6.7.3 Ertragseinbusse durch Schwärmen	59
6.8 Vorbeugen von Krankheiten	61
6.8.1 Varroabekämpfung	63
6.8.2 Königinnenzucht im Hinblick auf gutes Hygieneverhalten	63
7 Zusammenfassung	65
8 Erfassen der Volksstärke	67
8.1 Entwicklung der Methodik.....	67
8.2 Liebefelder Schätzmethode.....	68
8.2.1 Schätzen der Anzahl Bienen	68
8.2.2 Schätzen der Brutfläche.....	69
8.2.3 Ablauf der Schätzung.....	69
8.2.4 Genauigkeit der Liebefelder Schätzmethode.....	70
8.2.5 Nicht nur für den Wissenschaftler wertvoll!	71
8.2.6 Schätzübung	71
8.2.7 Jahresübersicht der Volksentwicklung.....	71
8.3 Berechnete populationsdynamische Indikatoren	71
8.3.1 Zuwachs und Abgang	71
8.3.2 Pflegeleistung der Arbeiterinnen.....	71
8.3.3 Lebenserwartung	72
8.3.4 Leistungspotenzial eines Bienenvolkes	73
8.3.5 Jahrblatt.....	73
9 Quellen	77
9.1 Literaturhinweise	77
9.2 Bildnachweise.....	85

1 Einleitung

Die Bienenhaltung ist nicht nur wichtig für die Bestäubung von Wild- und Kulturpflanzen, sondern auch für die Produktion von Bienenprodukten wie Honig, Pollen, Wachs und Propolis. Voraussetzung für diese Leistungen sind gesunde und leistungsfähige Bienenvölker.

Zahlreiche Faktoren beeinflussen die Entwicklung eines Bienenvolks (Abb. 1). Grundsätzlich genetisch festgelegt ist der

Entwicklungsrhythmus mit dem Populationswachstum im Frühjahr und dem späteren Rückgang bis zur Einwinterung. Umwelteinflüsse wie zum Beispiel Klima und Standort wirken sich ebenfalls stark auf die Entwicklung des Bienenvolks aus. Physiologische Mechanismen wirken etwa beim Übergang von Sommer- zu Winterbienen oder bei der Steuerung der Arbeitsteilung. Krankheitserreger können die Lebensdauer der Bienen verkürzen.

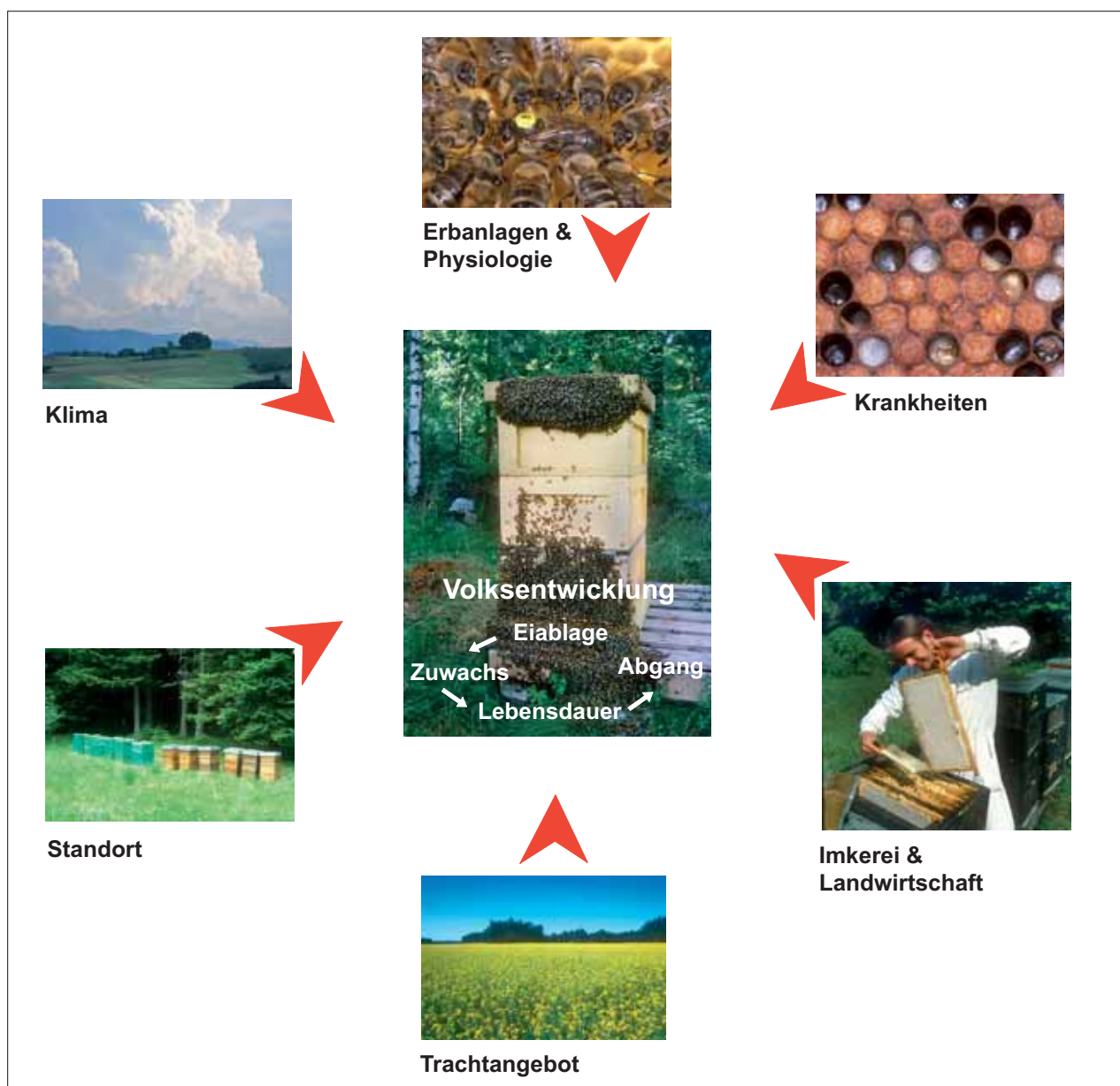


Abb. 1: Einflüsse auf die Volksentwicklung.

Über die Verlängerung der Lebensdauer sind die Bienen aber auch in der Lage, grosse Populationsschwankungen auszugleichen.

Für eine effiziente Betriebsweise mit gesunden und leistungsfähigen Bienenvölkern sind grundlegende Kenntnisse bezüglich Volksentwicklung notwendig.

Die vorliegende Broschüre gibt einen vertieften Einblick in diese Thematik und stellt mit der so genannten „Liebefelder Methode“ ein geeignetes Verfahren zur Erfassung der Volksstärke vor (siehe Kapitel 8). Damit bietet dieses Lehrmittel eine Grundlage, die eigene Betriebsweise zu hinterfragen und zu optimieren.

2 Physiologische Steuerung

2.1 Lebensdauer

Entscheidend für die Volksentwicklung ist die Lebensdauer der Bienen. Dieser Zusammenhang lässt sich gut an folgendem Versuchsbeispiel illustrieren. Die beiden Mustervölker 4 und 8 (siehe Kapitel 8) haben im Jahr 1984 mit 160 000 Bienen gleichviel Brut aufgezogen. Volk 4 (Abb. 2) wies für die Periode von April bis Ende September 1984 eine mittlere Lebensdauer von 20 Tagen aus, in Volk 8 betrug die mittlere Lebensdauer 29 Tage. Die maximale Volksstärke von Volk 4 betrug anfangs Sommer etwas über 30 000 Sommerbienen. Hätte die durchschnittliche Lebensdauer anstelle von 20 Tagen aber 30 Tage wie bei Volk 8 betragen, so wäre die maximale Volksstärke im Sommer auf zirka 45 000 Bienen angestiegen. Während Volk 4 ein Leistungspotential von 3.2 Mio. Bientagen erreichte, waren es bei Volk 8 insgesamt 4.6 Mio. Bientage (siehe Kapitel 8). Dieses Beispiel zeigt deutlich, dass die Lebensdauer entscheidend ist für die Entwicklung von vitalen und leistungsfähigen Völkern.

Auch was die Überwinterung betrifft, ist die Lebensdauer ein entscheidendes Kriterium. Wird die Lebensdauer zum Beispiel durch Krankheiten (siehe Kapitel 5) oder schlechtes Futter^{62,63} verkürzt, werden die Völker im Winter stark geschwächt oder gehen ein.

2.1.1 Die Regulation der Lebensdauer

Obwohl die Arbeiterinnen in einem Bienen-volk äusserlich nicht zu unterscheiden sind, kommen zeitweise zwei physiologisch verschiedene Formen vor: die kurzlebigen Sommer- und die langlebigen Winterbienen. Die Fähigkeit der Bienen, ihre Lebensdauer anzupassen, ist für das Überleben der Völker entscheidend.

Bienenforscher und Praktiker staunen schon seit jeher über das aussergewöhnliche Phänomen der flexiblen Lebensdauer von Arbeiterinnen. Vergleicht man die Untersuchungsergebnisse verschiedener Bienenforscher, streuen die beobachteten Werte allerdings stark. Die Angaben für die

mittleren Lebensdauer schwanken im Sommer zwischen 15 und 48 Tagen, und erreichen bei den Winterbienen Werte zwischen 170 und 243 Tagen. Daraus geht hervor, dass Winterbienen 5 bis 10 Mal länger leben als Sommerbienen. Im Folgenden soll erläutert werden, welche Ursachen und Steuermechanismen diese Unterschiede bewirken. Nicht berücksichtigt werden hier die direkten und indirekten Einflüsse von Krankheiten auf die Lebensdauer.

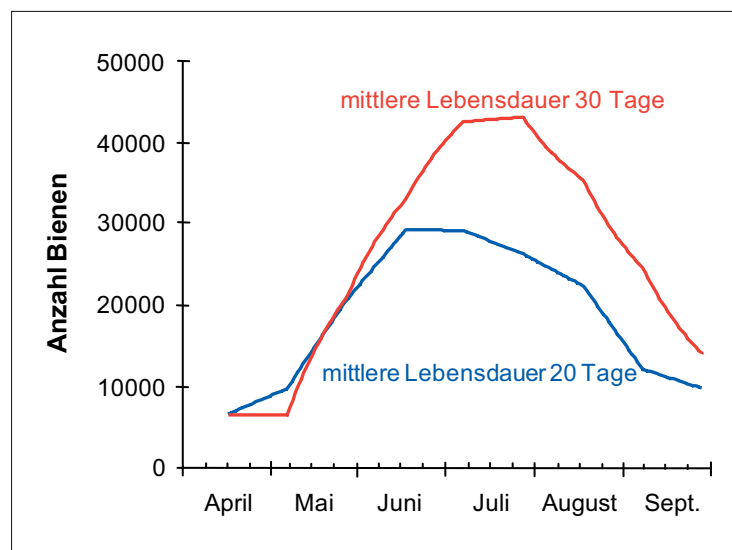


Abb. 2: Volksentwicklung und Lebensdauer.

Für die ermittelte Volksentwicklung von Volk 4 im Jahr 1984 wurde eine mittlere Lebensdauer der Bienen von 20 Tagen berechnet (blaue Linie; die Bienen wurden am frühen Morgen vor dem Flug abgewischt; die Anzahl wurde aufgrund des Gewichts bestimmt). Bei der Annahme von einer mittleren Lebensdauer von 30 Tagen wäre die Volksentwicklung (rote Linie) auf einem bedeutend höheren Niveau.

2.1.2 Steuerungsmodell für Sommer- und Winterbienen

Das Juvenilhormon ist für die Steuerung der Entwicklung und der Fortpflanzung bei Insekten zuständig. Es beeinflusst unter anderem Elemente der sozialen Arbeitsteilung und der Lebensdauer^{40,129}. Anhand von vielen neuen Erkenntnissen wurde ein Steuerungsmodell für die Entstehung kurz- und langlebiger Bienen entworfen (Abb. 3)^{16,35;124-126}. Nach Merz¹¹² schlüpfen einige Winterbienen bereits im August, der grösste Teil schlüpft aber im September (Abb. 4).

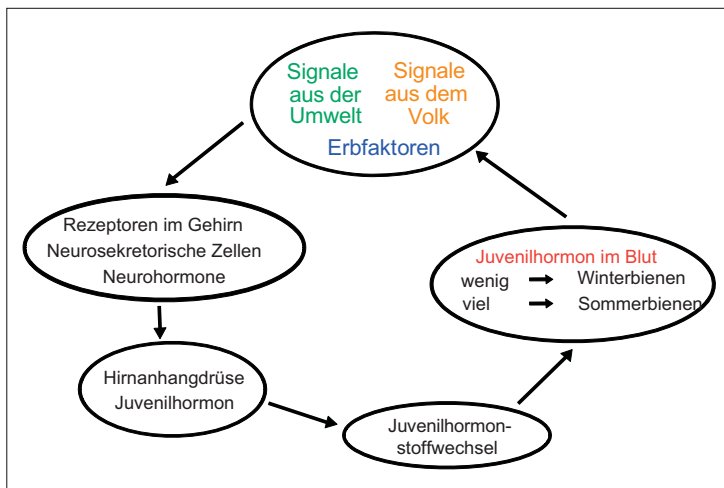


Abb. 3: Steuerungsmodell zur Entstehung von Sommer- und Winterbienen:

Bestimmte Signale aus der Umwelt sowie aus dem Volk selbst werden im zentralen Nervensystem der Biene registriert. Genetisch festgelegte Muster veranlassen bestimmte Zellen im Gehirn, Neurohormone zu bilden. Sie werden den Hirnanhangdrüsen (*Corpora allata*) zugeführt und veranlassen diese, Juvenilhormon zu bilden und in den Blutkreislauf abzugeben.

Der Juvenilhormongehalt im Blut ist abhängig von der Intensität der Ausschüttung im Gehirn und dem Abbau im Blut. Er bestimmt, ob eine Arbeiterin den physiologischen Zustand und das Verhalten einer Sommer- oder einer Winterbiene annimmt.

2.1.3 Erbgut, Umwelt und Lebensdauer

Im Steuerungsmodell für die Lebensdauer spielen einerseits erblich bedingte Einflüsse und andererseits Umweltfaktoren eine Rolle. Sie sind durch vielfältige Ursache-Wirkungs-Beziehungen miteinander vernetzt. Darüber sind nur wenig konkrete Kenntnisse vorhanden. Imker und speziell Züchter sind an genaueren Informationen über den Einfluss des Erbguts und der Umweltfaktoren auf die Lebensdauer der Bienen interessiert. In einer zusammenfassenden Betrachtung über die physiologische Alterung und ihre Steuerung hebt Maurizio¹¹⁰ vor allem die Ernährung und die Brutpflege als wichtige Regelgrößen hervor. Diese wiederum sind eng mit dem Wechsel der Jahreszeiten und ihren Klimaänderungen verbunden.

Die Auffassung, dass zwischen Erbgut und Umwelt ein grosser Zusammenhang besteht, wird auch durch neuere Untersuchungen gestützt. Rinderer und Sylvest¹²³ sowie Milne¹¹³ schlossen aufgrund

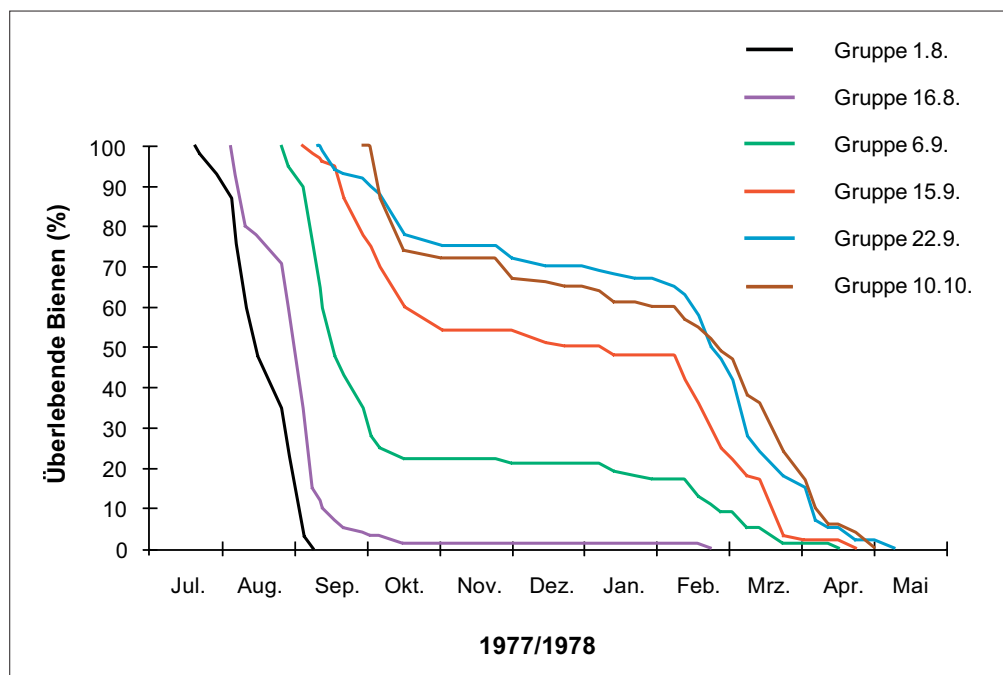


Abb. 4: Entstehung der Winterbienen im Spätsommer und Herbst.

Um die Entstehung der Winterbienen in der Schweiz im Spätsommer zu dokumentieren, wurden 6 Gruppen von je 100 frisch geschlüpften Bienen markiert und zu unterschiedlichen Zeitpunkten ins Volk zurückgesetzt. In regelmässigen Zeitabständen wurde geprüft, wie viele dieser Bienen noch lebten. Von den Bienen, die im August zugesetzt wurden, überlebten im Vergleich zu denen, die im September zugesetzt wurden, nur wenige den Winter (Merz et al., 1979).

von Vergleichen der Lebensdauer von Bienen mit unterschiedlicher Abstammung unter streng kontrollierten Laborbedingungen auf eine teilweise genetische Bestimmung der Variabilität der Lebenslänge. Kepena⁸² und Brückner⁹ zeigten eine Verkürzung der Lebensdauer bei Bienen aus enger Verwandtschaftszucht und interpretierten diesen Effekt als Inzuchtdepression mit physiologischen Mängeln als Ursache. El-Deeb³⁰ verglich die Lebensdauer bei Bienen dreier Rassen (italienische, caucasische und carniolische). Er fand während der Vegetationsperiode rassespezifische Unterschiede. Die kürzeste Lebensdauer wiesen die Ligustica-Bienen auf, die längste die Carnica-Bienen. Eine ausprägt kurze Lebensdauer in freifliegenden Völkern beschreibt auch Wille¹⁶⁴ als typisch für Ligustica-Völker aus Norditalien.

Lodesani¹⁰⁴ untersuchte die Variabilität der durchschnittlichen Lebensdauer in freifliegenden Völkern. Er fand bei Ligustica-Bienen auf demselben Stand während der Hauptentwicklungszeit der Völker keine signifikanten Schwankungen. Dies interpretierte er als Zeichen einer ausgeprägten erblichen Festlegung der Lebensdauer und empfahl, sie auch als Selektionsmerkmal in der Bienenzucht zu verwenden. Kulincevic und Rothenbuhler⁸⁵ selektionierten, ausgehend von 43 Völkern der italienischen Rasse, eine langlebige und eine kurzlebige Linie. Bereits nach zwei Generationen unterschied sich die Lebensdauer im Labortest signifikant. Offen bleibt allerdings, ob die im Labor gefundenen Unterschiede in freifliegenden Wirtschaftsvölkern ebenfalls auftreten.

Aufgrund derartiger Untersuchungen haben Bienenforscher die erbgutbedingten und die umweltbedingten Anteile an der Streuung der Lebensdauer berechnet (Tab. 1). Die Werte zeigen, dass die umweltbedingten Einflüsse einen bedeutend grösseren Anteil an der Variabilität der Lebensdauer haben als die erblich bedingten.



Fettkörper einer Winter- (links) und einer Sommerbiene (rechts)

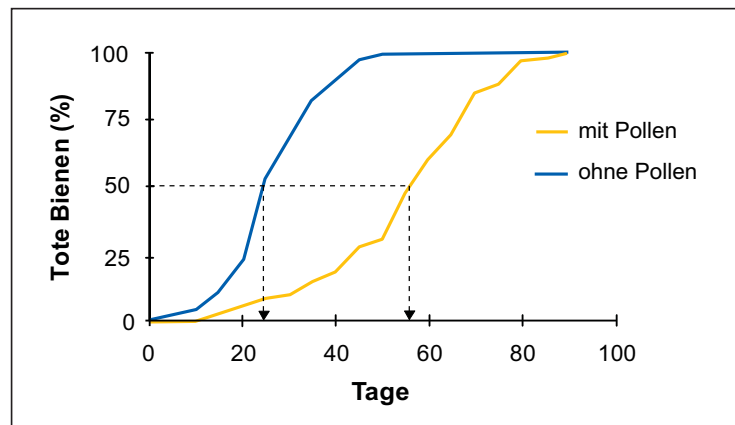


Abb. 5: Pollenversorgung und Lebensdauer.

Während den ersten Lebenstagen benötigen die jungen Bienen viel Pollen, damit sie verschiedene Organe sowie die Muskulatur aufbauen können. In einem Versuch wurde frisch geschlüpfte Sommerbienen in einem Kästchen diese Pollenzufuhr verweigert. Das mittlere Alter der Bienen dieser Testgruppe lag damit bei 25 Tagen, bei der Gruppe mit Pollenfütterung bei 55 Tagen (Imdorf et al. 1996).

Tab. 1: Erblichkeit des Merkmals Lebensdauer bei Bienen.

Die Prozentwerte geben den vom Erbgut abhängigen Anteil der Streuung der gesamten Variabilität an. Der restliche Anteil ist die umweltbedingte Streuung.

13 %	(Kulincevic und Rothenbuhler 1982)
32 %	(Rinderer et al., 1983)
20 %	(Milne, 1985)



Fütterungsversuch im Wärmeschrank

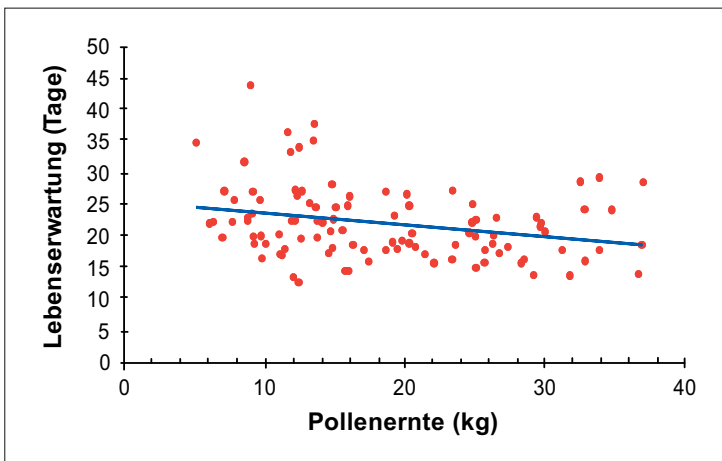


Abb. 6: Lebenserwartung und Pollenernte.

Zwischen 1980 und 1984 wurden bei 102 Wirtschaftsvölkern auf verschiedenen Bienenständen in der Schweiz der Polleneintrag sowie die Populationsentwicklung erfasst. Es ergab sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen den beiden Messgrößen (Wille et al., 1985).

2.1.4 Ernährung und Lebensdauer

Jungbienen fressen in den ersten Tagen nach dem Schlüpfen reichlich Pollen. Gleichzeitig steigt der Stickstoffgehalt in ihrem Körper von 2 auf 3 mg pro Biene⁶⁷. Die Jungbienen benötigen das Polleneiweiss zum Aufbau der inneren Organe wie zum Beispiel Futtersaftdrüse, Fettkörper^{83; 108; 132} und Flugmuskulatur. Von dieser Pollenaufnahme hängt die Dauer des Bienenlebens ab. Wird Jungbienen die Pollenaufnahme verunmöglicht, verkürzt sich die Lebensdauer^{107; 108}. Versuche mit gekäfigten Bienen zeigten, dass mit der Pollenfütterung die durchschnittliche Lebensdauer praktisch verdoppelt wird (Abb. 5). Dies kann mit dem Entwicklungsgrad des Fettkörpers

erklärt werden, der vom Pollenkonsum der Jungbienen abhängt¹¹⁰. Extremer Pollenmangel im Frühjahr, welcher einen Rückgang der Brutaufzucht bewirkt, kann deshalb bei den schlüpfenden Bienen einen negativen Einfluss auf deren Lebensdauer haben. Solche Situationen kommen aber sehr selten vor.

Bei älteren Bienen scheint die Pollenversorgung die Lebensdauer nur schwach zu beeinflussen. Wille et al.¹⁶² erfassten unter schweizerischen Bedingungen bei Wirtschaftsvölkern den Polleneintrag gleichzeitig mit der Volksentwicklung. Die statistische Auswertung ergab keine gesicherte Abhängigkeit der mittleren Lebenserwartung von der durchschnittlich pro Biene zur Verfügung stehenden Pollenmenge (Abb. 6). Dieses Ergebnis zeigt, dass unter schweizerischen Bedingungen die freifliegenden Bienenvölker im Normalfall über genügend Pollen verfügten, um den Jungbienen eine ausreichende Eiweissaufnahme zu ermöglichen.

2.1.5 Brutpflegetätigkeit und Lebensdauer

Die Beobachtung, dass ein brutloses Volk (bei Weisellosigkeit) nicht innert weniger Wochen an Bienenschwund stirbt, sondern mehrere Monate am Leben bleibt, ist den meisten Imkern aus eigener Erfahrung bekannt. Auch Bienen in weiselrichtigen, jedoch brutlosen Völkern (Schwarm oder Volk mit gekäfigter Königin) leben im Sommer deutlich länger und zeigen physiologische Merkmale, die für langlebige Bienen im Winter typisch sind^{40; 109}. Fluri und Imdorf³⁹ testeten die Auswirkungen eines Brutstopps zwischen dem 13. August und dem 18. September auf die Volksentwicklung (Abb. 7 und 8). Die Völker mit Brutstopp zogen pro Volk 6 000 Bienen weniger auf als die Kontrollgruppe und winternten im Durchschnitt 1 800 Bienen weniger ein pro Volk. Bei der Auswinterung war die durchschnittliche Volksstärke beider Volksgruppen aber wieder gleich. Dies lässt vermuten, dass sich bei einem Brutstopp im Spätsommer/Herbst ein grosser Teil der Bienen frühzeitig zu langlebigen Winterbienen entwickelt. Diese Beobachtungen führten zur Hypothese, wonach vor allem die Brutpflegetätigkeit lebensverkürzend wirkt. Wille und seine Mitarbeiter¹⁶² zeigten, dass durch die erhöhte Bruttätigkeit die Lebensdauer der Bienen abnimmt.

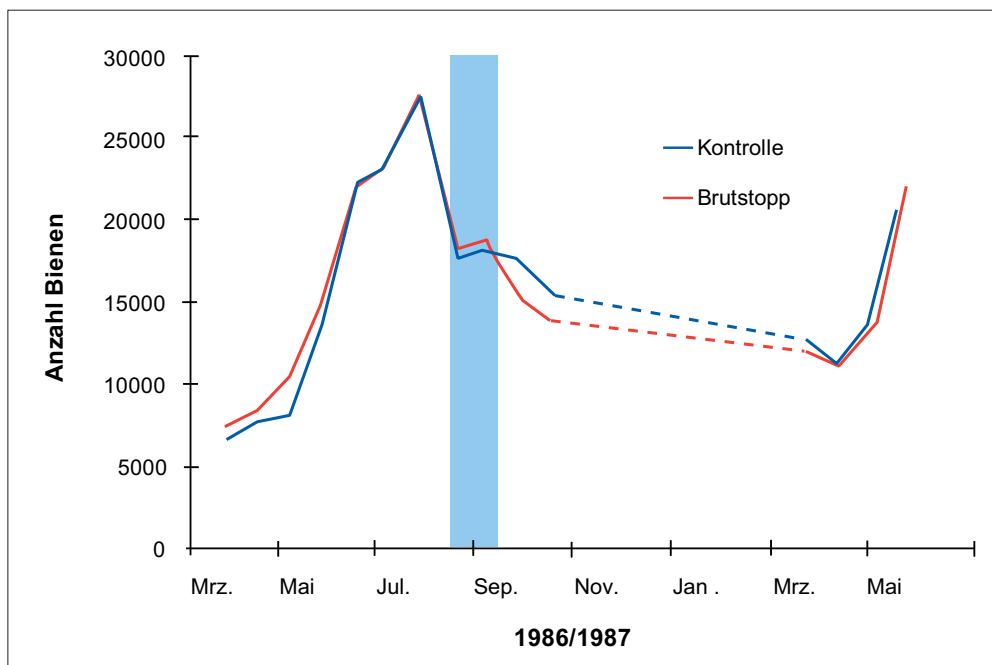
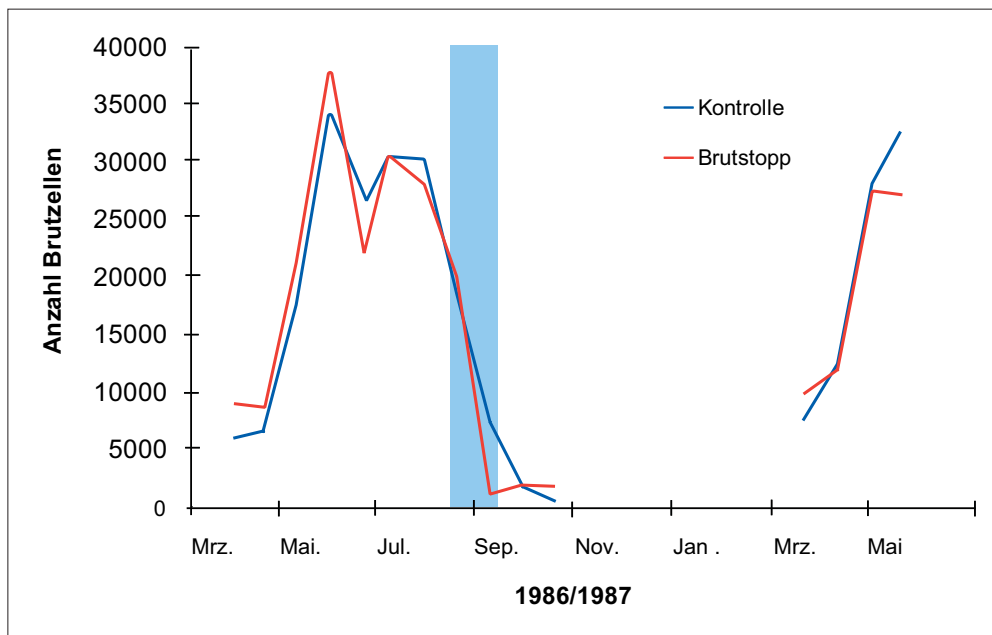


Abb. 7 und 8: Brutstopp im Herbst und Volksentwicklung.

In einem Versuch wurde während 35 Tagen, vom 13. August bis 18. September 1986, in 8 Völkern die Königin eingesperrt. Sie legte während dieser Zeit keine Eier. Im gleichen Versuch wurden zur Kontrolle 8 Völker beobachtet, deren Königinnen ungehindert der Eiablage nachgehen konnten. Die Völker mit Brutstopp zogen im Herbst durchschnittlich 6000 Bienen weniger auf pro Volk. Trotzdem winternten beide Gruppen gleich stark aus (Fluri und Imdorf, 1989).

Das Gleiche ergab auch die Untersuchung von Westerhoff und Büchler¹⁴⁵. Hier konnte die kürzere Lebensdauer zu zwei Dritteln durch die vermehrte Pflegeleistung erklärt werden. Wobei die Verkürzung der Lebensdauer nicht linear zur vermehrten Brutttätigkeit verläuft (Abb.9).

Anders ist die Situation bei Kunstschwärmen oder Schwärmen. Solange noch keine Brut geschlüpft ist, wirkt sich die Pflegeleistung nur geringfügig auf die Lebensdauer der Bienen aus^{29;59}. Der Regelmechanismus zur Überwindung dieser kritischen Situation in der Volkentwicklung ist nicht bekannt.

Interessant ist die Beobachtung, dass Sommerbienen trotz intensiver Brutpflege aussergewöhnlich lange lebten, wenn die gedeckelte Brut vor dem Schlüpfen aus dem Volk entnommen und dadurch der Nachschub an Jungbienen verhindert wurde^{79;83;114}. Dies ist ein Hinweis darauf, dass die Lebensdauer nicht allein durch die Brutttätigkeit beeinflusst wird. Der hier beschriebene Versuchsaufbau ist eher künstlicher Natur. Ähnliche Situationen können unter natürlichen Bedingungen nur bei einem starken, lang anhaltenden Befall durch eine Brutkrankheit auftreten.

2.1.6 Sammeltätigkeit und Lebensdauer

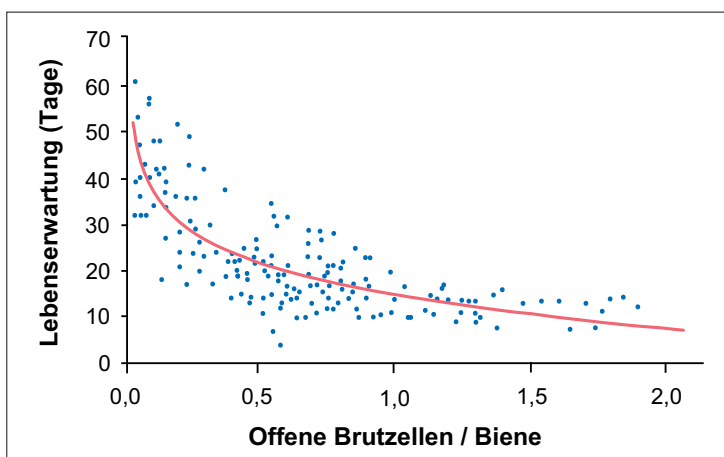


Abb. 9: Beziehung zwischen Brutpflegeleistung (offene Brut/Biene) und Lebenserwartung.

Werte aller Messungen vom 27. Februar bis 1. Juli ($n = 179$). Es besteht ein deutlich negativer Zusammenhang zwischen Brutpflege und Lebenserwartung, das heisst je mehr Brut gepflegt werden muss, desto kürzer wird die Lebensdauer (Westerhoff und Büchler, 1994).

Viele Untersuchungen befassten sich mit möglichen Einflüssen der Sammeltätigkeit und der Flugleistung der Bienen auf die Lebensdauer³⁴. Ein eindeutiges Bild der Regulation liess sich jedoch nicht aufzeigen. Tendenziell wurde festgestellt, dass die Bienen mit einem langsameren Tätigkeitsrhythmus eher länger leben als die geschäftigeren Schwestern im Volk. Welche Auslöser das unterschiedliche Verhalten bewirken, ist nicht bekannt.

2.1.7 Klimatische Faktoren und Lebensdauer

Bei Versuchen in St. Petersburg, (60° nördliche Breite) resultierte aus der künstlichen Verkürzung der Tageslänge im Sommer ein Brutrückgang in den freifliegenden Völkern und eine Annäherung der physiologischen Merkmale der Arbeiterinnen an den für Winterbienen typischen Zustand²³. Eine Wiederholung dieser Versuche in Liebefeld Bern (47° nördliche Breite) zeigte keine solchen Effekte³⁶. Die Lebensdauer der Bienen blieb kurz, und die Brutmenge veränderte sich nicht. Lediglich der Fettkörper nahm eine Form an, wie sie für Winterbienen typisch ist. Daraus kann geschlossen werden, dass sich die Tag-Nacht-Periodik in verschiedenen geografischen Breiten unterschiedlich auf die Entstehung der Sommer- und Winterbienen auswirken kann.

Die Umgebungstemperatur steht nach Wille und Gerig^{53;146} in keinem Zusammenhang mit der Eilegetätigkeit und der Entwicklung der Völker. Hingegen scheint das Mikroklima im Bienenstock bei der Entstehung von Sommer- und Winterbienen eine Rolle zu spielen. Bei klimatischen Bedingungen, die für das Brutnest typisch sind (1,5% CO₂ und 35° C), entwickelten die jungen Arbeiterinnen einen physiologischen Zustand, der jenem von kurzlebigen Sommerbienen entspricht. Bei einer tieferen Temperatur von 27° C und gleicher CO₂-Konzentration (1,5%) änderten sich die physiologischen Merkmale. Sie wurden winterbienenähnlich¹⁶. Dies spricht für einen indirekten Einfluss des Brutnestklimas auf die Lebensdauer.

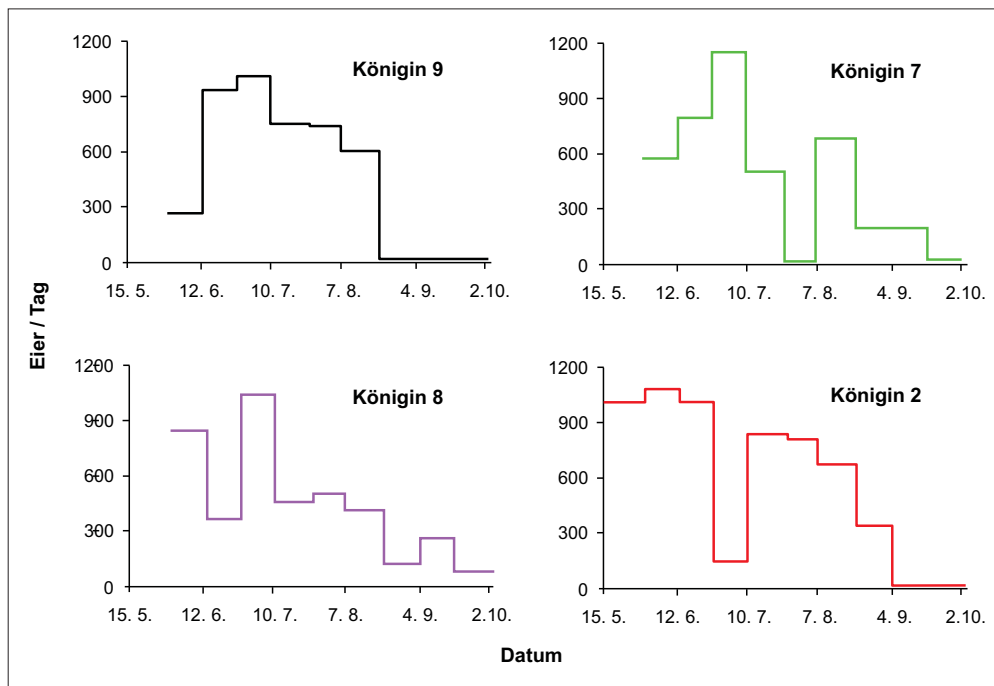


Abb. 10: Eiablageerhythmus von Königinnen.

Diese Untersuchung wurde 1974 in vier Völkern auf dem Stand Liebefeld durchgeführt. Während der Hochsaison brach die Eiablage der einzelnen Königinnen zu ganz unterschiedlichen Zeitpunkten ein. In der Zeit von Ende August bis Anfang September brach die Legetätigkeit aller Königinnen einheitlich ein. Die Königinnen beginnen meistens bereits im Januar mit dem Gelege. Welche Faktoren dazu beitragen, die Königin zu veranlassen, im Herbst weniger zu legen, ist nicht bekannt (Gerig und Wille, 1975).

Als Schlussfolgerung lässt sich festhalten, dass Klimafaktoren zwar einzelne Merkmale von einwinternden Bienen auslösen können, die Wirkung jedoch nicht nach dem «Alles-oder-nichts-Prinzip» erfolgt. Vielmehr werden fließende Übergänge beobachtet. Zudem ist eine Vielzahl von volksexternen wie auch -internen Faktoren an der Entstehung langlebiger, beziehungsweise kurzlebiger Bienen beteiligt.

2.1.8 Eiablageerhythmus, Brutkannibalismus und Lebensdauer

Verschiedene Untersuchungen^{53; 91; 146} zeigten, dass der Eiablageerhythmus grossen Schwankungen unterworfen ist (Abb. 10). Zum Teil werden solche Schwankungen durch den Mangel an freien und gereinigten Brutzellen verursacht. Weitere Faktoren sind Klima, Pollenangebot, Jahreszeit und Alter der Königinnen.

Nicht nur die Königin ist für die Menge der aufgezogenen Brut verantwortlich. In gewissen Perioden und in kritischen Ernährungssituationen sind die Arbeiterinnen

für die Regelung der Brutaufzucht massgebend. Woyke¹⁶⁶ ermittelte in einer Untersuchung mit freifliegenden Völkern das Entfernen und Auffressen der Brut durch die Arbeiterinnen während einer ganzen Bienen Saison. Im Frühjahr wurden 20 bis 25 %, im Sommer 10 bis 20 % und im Herbst 45 bis 50 % der Brut ausgeräumt. Woyke stellte fest, dass vor allem sehr junge Brut ausgeräumt wurde.

In der Situation einer Pollenknappheit, wie sie vor allem klimabedingt im Frühjahr vorkommen kann, bestiftet die Königin unverdrossen weiterhin Brutzellen. Die Arbeiterinnen hingegen sind in der Lage, diese Situation richtig einzuschätzen, und entfernen Eier und junge Larven, wenn sie nicht mehr genügend eiweisshaltiges Futter für die Aufzucht der Larven aufbringen können⁷⁴. Auch Schmickl und Crailsheim¹³⁰ beobachteten, dass die Arbeiterinnen nach einer fünftägigen Schlechtwetterperiode ohne Flug einen Teil der unter drei Tage alten Larven entfernten.

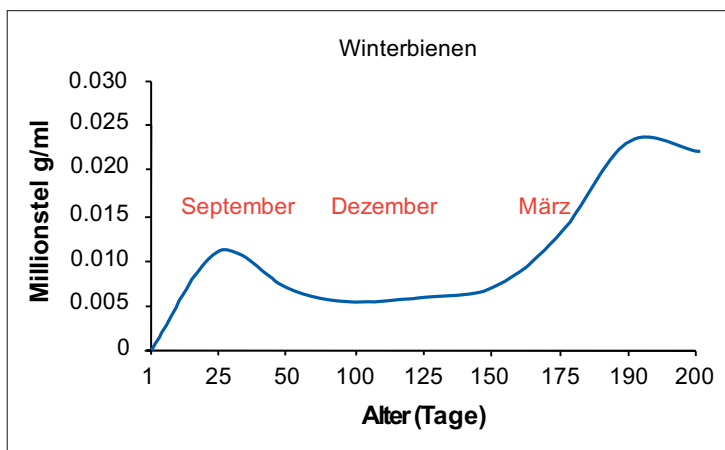
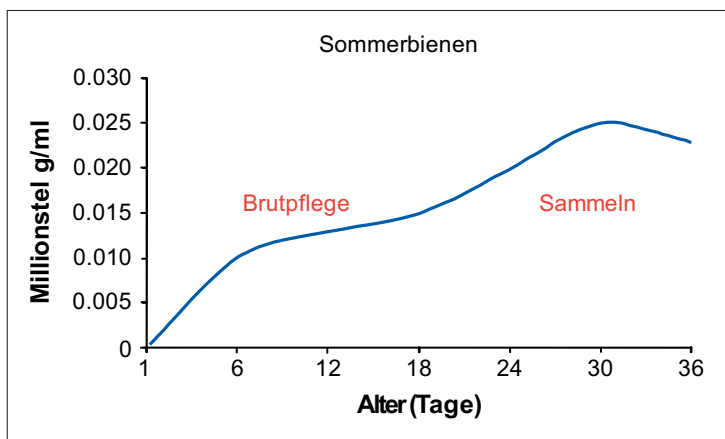


Abb. 11 und 12: Juvenilkonzentration in der Haemolymphe.

Verlauf der Juvenilkonzentration in der Haemolymphe von Sommer- und Winterbienen, angegeben in Millionstel Gramm pro Milliliter Blut (Fluri, 1986).

Tab. 2:

Einige Zusammenhänge zwischen der Juvenilhormonkonzentration in der Haemolymphe (Blut) und physiologischen sowie verhaltensmässigen Merkmalen bei den Bienenarbeiterinnen.

	Juvenilhormon-Konzentration im Blut	
	niedrig bis mittel	hoch
Futtersaftdrüsen	Entfaltung	Rückbildung
Bluteiweissgehalt	Aufbau	Abbau
Verhalten	Stockbiene	Flugbiene
Lebensdauer	keine Beeinträchtigung	Verkürzung

2.2 Soziale Organisation des Bienenvolkes

Das Bienenvolk besteht je nach Jahreszeit aus einigen Tausend bis einigen Zehntausend Bienen und Larven. In diesem grossen Haufen von Tieren ist kein Durcheinander feststellbar, sondern vielmehr eine wohlgeordnete und harmonisch funktionierende Gemeinschaft.

Deshalb bezeichnet man die Bienen als soziale Insekten. Die soziale Organisation regelt die Arbeitsteilung. Sie beruht bei der Honigbiene auf den zwei folgenden Prinzipien:

Kasten

Das weibliche Geschlecht tritt in zwei Formen auf (Dimorphismus), die in der Fachsprache als Kasten bezeichnet werden:

Die Königin ist die reproduktive Kaste, die sich der Fortpflanzung widmet.

Die Arbeiterinnen bilden die sterile Kaste, die mehrere andere Aufgaben zum Wohl der Gemeinschaft erfüllen.

Die Drohnen sind keine Kaste, sondern das männliche Geschlecht.

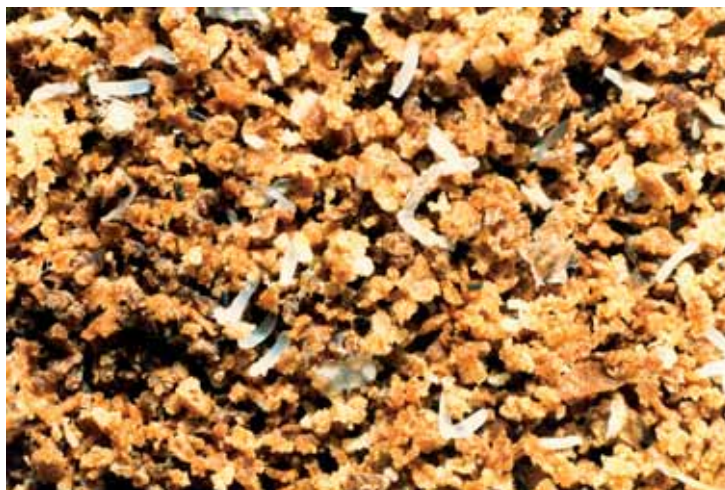
Temporäre Funktionsphasen

Darunter versteht man die Änderung des Verhaltens und der physiologischen Eigenschaften im Lauf des Lebens einer Arbeiterin (Polyethismus). Es sind verschiedene zeitliche „Berufsphasen“ zu erkennen.

An den Futtersaftdrüsen beispielsweise ist der „temporäre Beruf“ ablesbar: Sie befinden sich in einem wohl entwickelten Zustand, solange die Arbeiterin Brut pflegt oder als „Reservistin“ für die Brutpflege zur Verfügung steht. Anschliessend nimmt die Drüsengrösse deutlich ab, und die Funktion ändert sich von der Futtersaftproduktion zur Bildung von Enzymen für die Honigbereitung. Dies ist typisch für die Sammelbiene.

Massgebend für die Steuerung der Funktionsphasen ist das Juvenilhormon. Je nach Gehalt im Blut ist die Biene eine Sommer- resp. eine Winterbiene oder eine Pflege- resp. eine Sammelbiene (Tab.2; Abb. 11 und 12).

Durch dieses System der Steuerung ist das Bienenvolk in der Lage, auch kritische Phasen der Volksentwicklung zu überleben, zum Beispiel das Schwärmen oder die stille Umweiselung. Aber auch bei Krankheiten oder bei der Jungvolkbildung, wenn das Volkgefüge durcheinander gebracht wird, ist diese flexible Steuerung aus populationsdynamischer Sicht äusserst wichtig.



Ausgeräumte Eier im Gemüll

Kurzübersicht Physiologische Steuerung

Die Lebensdauer der Bienen wird durch viele Faktoren beeinflusst, deren Bedeutung je nach Situation unterschiedlich ausfällt. Frisch geschlüpfte Bienen benötigen in den ersten Tagen genügend Pollen, damit sie das genetisch mögliche Potenzial der Lebensdauer ausschöpfen können. Im späteren Lebensabschnitt wird die Lebensdauer durch die vermehrte Brutpflege verkürzt. Dies kann im Frühjahr, wenn die Lebensdauer

zusätzlich durch Krankheitserreger negativ beeinflusst wird, zu Engpässen in der Volksentwicklung führen. Im Spätsommer und Herbst entstehen über die hormonelle Steuerung, ausgelöst durch noch unbekannte Reize, die langlebigen Winterbienen.

Sommerbienen mit einer durchschnittlichen Lebenserwartung von 25 bis 30 Tagen führen automatisch zu starken und gesunden Völkern und zu einer optimalen Überwinterungspopulation.

3 Genetik

3.1 Erbanlagen

Die Erbanlagen, welche die Volksentwicklung direkt beeinflussen, sind keine fixen Größen. Sie werden durch Selektionsprozesse laufend verändert. In der Vergangenheit entstanden dadurch die verschiedenen Bienenrassen und die so genannten „Ökotypen“. So ist zum Beispiel in Tunesien die sogenannte *Apis mellifera intermissa* zu Hause, die sich an die dort herrschenden klimatischen Bedingungen gut angepasst hat. Während der sommerlichen Trockenzeit, zu der nichts mehr blüht, gehen die Brutproduktion und die Volksstärke stark zurück⁵⁷. Die vor Jahren importierte *Apis mellifera carnica* konnte sich an ihre neue Umgebung aber nicht anpassen und brütete in der Trockenzeit voll durch, was zu grossen Problemen bei der Volksentwicklung, ja sogar zum Zusammenbruch von Völkern führte¹¹⁶. Es gibt aber auch Rassen wie die Ligustica, welche mit relativ grossen klimatischen Unterschieden gut zurecht kommen und deshalb in Sizilien wie auch in Finnland gehalten werden können. Man kann deshalb davon ausgehen, dass bei der Einzelbiene gewisse Verhaltensmuster, welche Einfluss auf die Volksentwicklung haben, genetisch fixiert sind, aber erst durch Reize aus der Umwelt aktiviert werden.

3.2 Brutverlauf

Wille^{157; 159; 164} zeigte anhand von 540 überprüften Völkern aus Mitteleuropa, dass 85 % der Völker 90 % der Brutproduktion in einem sehr engen Zeitfenster von 10 bis 15 Tagen in der Periode zwischen dem 27. Juli und dem 12. August erreichten, unabhängig von der absoluten Volksstärke. Dies lässt auf eine innere Uhr schliessen, die relativ stark genetisch fixiert ist. Wie weit der Imker diesen starren Rhythmus der Volksentwicklung durch imkerliche Massnahmen, wie zum Beispiel eine Reizfütterung im August, beeinflussen kann, zeigt Kapitel 6. auf.

3.3 Rassenspezifische Eigenschaften

Die Gebrüder Ruttner¹²⁸ verglichen die Spätsommer- und Herbstentwicklung einer reinrassigen Carnica-Linie (Geschwisterköniginnen, Standbegattung in Carnica-Reinzuchtgebiet) mit einer Buckfast-Linie (Geschwisterköniginnen, Belegstellenbegattung). Von jeder Geschwistergruppe wurden 10 Völker in Lunz am See (Ö) und Oberursel (D) aufgestellt. Die Brutentwicklung beider Völker wurde gemessen. Interessanterweise zeigten nicht die Völker gleicher Abstammung, sondern die Völker am gleichen Standort ein ähnliches Brutverhalten (Abb. 13). Dies beweist, dass die Umwelteinflüsse stärker wirken als die Einflüsse der erblichen Veranlagungen. Weitere Informationen zu dieser Untersuchung finden sich im Kapitel 4.

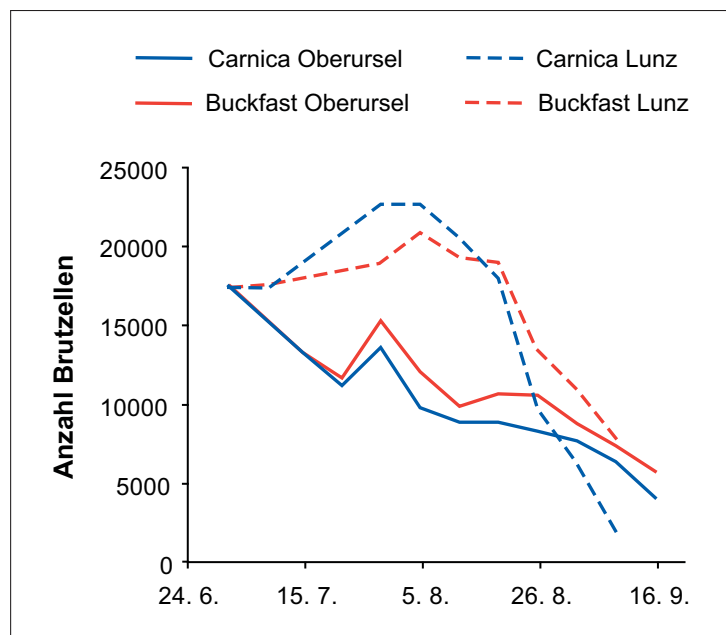


Abb. 13: Zuchtlinien und Volksentwicklung.

Vergleich der durchschnittlichen Brutentwicklung im Sommer von je 10 Völkern des Carnica-Stamms Troiseck und von Buckfast-Hybriden an zwei unterschiedlichen Standorten in Lunz am See (Österreich) und Oberursel (Deutschland). Der Standort beeinflusste den Verlauf der Brutproduktion bedeutend stärker als die unterschiedliche genetische Herkunft (Ruttner und Ruttner, 1976).



Apis mellifera ligustica



Apis mellifera carnica



Apis mellifera mellifera

Fehrenbach³² ermittelte über vier Jahre hinweg die Volksentwicklung mit der Liebefeldermethode in zwei Völkergruppen mit Buckfast- resp. Carnica-Herkunft. Er fasste die Ergebnisse wie folgt zusammen:

- Carnicavölker haben eine geringere Winterzehrung.
- Die Frühjahrsentwicklung verläuft bei Carnica und Buckfast annähernd gleich.
- Die Buckfast hat einen geringeren und leichter zu kontrollierenden Schwarmtrieb.
- Buckfastvölker brüten im Sommer stärker als Carnicavölker.
- Dies führte im Hochsommer zu etwas mehr Bienen.
- Die Unterschiede im Honigertrag sind minim und nicht signifikant.

Es gibt noch weitere Untersuchungen betreffend der Entwicklung von Buckfast- und Carnicavölkern. Insgesamt sind die Resultate sehr widersprüchlich, was darauf hinweist, dass es bezüglich der Volksentwicklung keine wesentlichen Unterschiede zwischen den beiden Rassen gibt.

Büchler¹⁵ verglich die Volksentwicklung von Nigra-Königinnen aus Polen und aus einem Schutzgebiet in Norwegen mit Königinnen aus verschiedenen Carnica-Herkünften. Dabei stellte er fest, dass sich die beiden Rassen generell ähnlich entwickeln. Er unterstrich aber die Bedeutung von angepassten Ökotypen in Bezug auf spezifische Verhaltensmuster wie zum Beispiel Pollensammeln.

Wille und Gerig (nicht publizierte Resultate) untersuchten die Volksentwicklung sowie den Honigertrag von je 54 Schwesterköniginnen einer Nigra- und einer Carnica-Linie zwischen August 1979 und Mai 1981 an sechs unterschiedlichen Standorten. Anhand der beiden gemessenen morphologischen Merkmale Rüssellänge und Cubitalindex konnten die Völker eindeutig den beiden Rassen zugeordnet werden. Auch hier zeigte

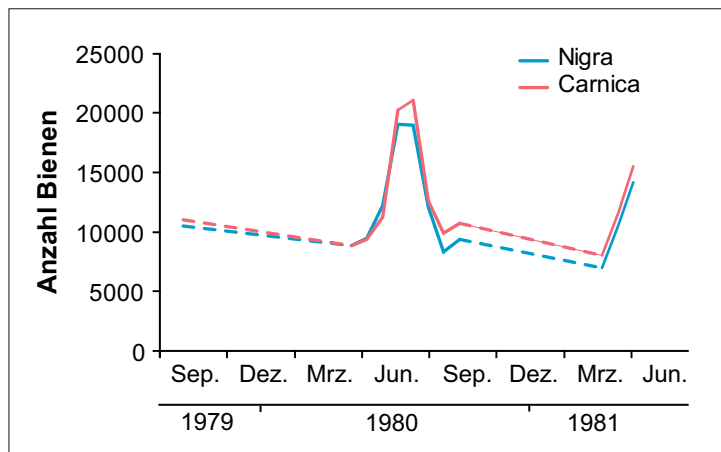
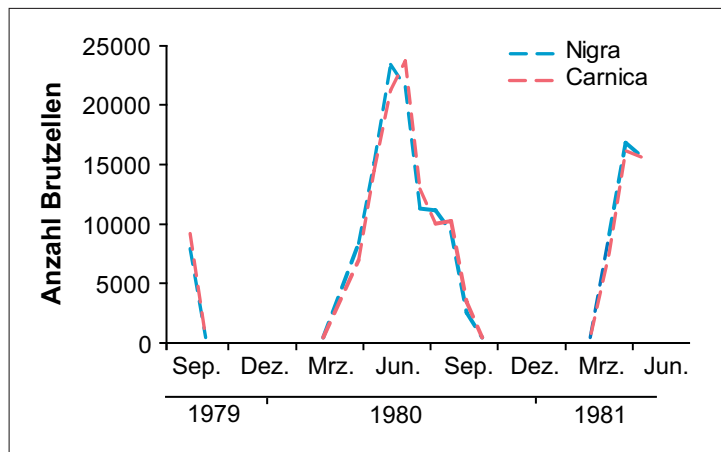


Abb. 14 und 15: Rassenvergleich und Volksentwicklung.

Vergleich der durchschnittlichen Entwicklung der Population von Völkern mit je 54 Schwesterköniginnen von zwei Zuchtlinien der Nigra- und der Carnicarasse, gehalten auf 6 unterschiedlichen Standorten von Spätsommer 1979 bis Frühjahr 1981. Im Intervall von drei Wochen wurden die aufgezogene Brut und die Volksstärke erfasst. Es konnte kein nennenswerter Unterschied bei der Entwicklung der Brut- oder Bienenpopulation zwischen den beiden Rassen resp. Linien festgestellt werden.

sich ein ähnliches Bild wie bei den anderen beschriebenen Untersuchungen. Die durchschnittliche Volksentwicklung der beiden untersuchten Zuchtstämme zeigte während der ganzen Versuchsperiode nur geringe Unterschiede (Abb. 14 und 15). Zwischen den verschiedenen Standorten zeigten sich aber, unabhängig von den geprüften Linien der beiden Rassen, sehr deutliche Unterschiede in der Volksentwicklung (Abb. 16). Die Honigernte der Carnica-Völker war gesamthaft leicht besser. Auf den einzelnen Ständen waren die Unterschiede zwischen den beiden Linien aber nicht signifikant (Abb. 17).

Aumeier und Böcking (unveröffentlichte Resultate) ermittelten in Deutschland den Einfluss der Zucht auf die Volksentwicklung, indem sie sieben ausgewählte Zuchtlinien von deutschen Bieneninstituten und eine züchterisch völlig unbearbeitete Abstammung verglichen. Die Völker (rund 10 pro Herkunft) der verschiedenen Gruppen waren auf drei Standorte mit sehr ähnlichen klimatischen Bedingungen und Trachtverhältnissen verteilt. Die Populationsschätzungen wurden zwischen April und Ende Juli und in regelmäßigen Abständen durchgeführt.

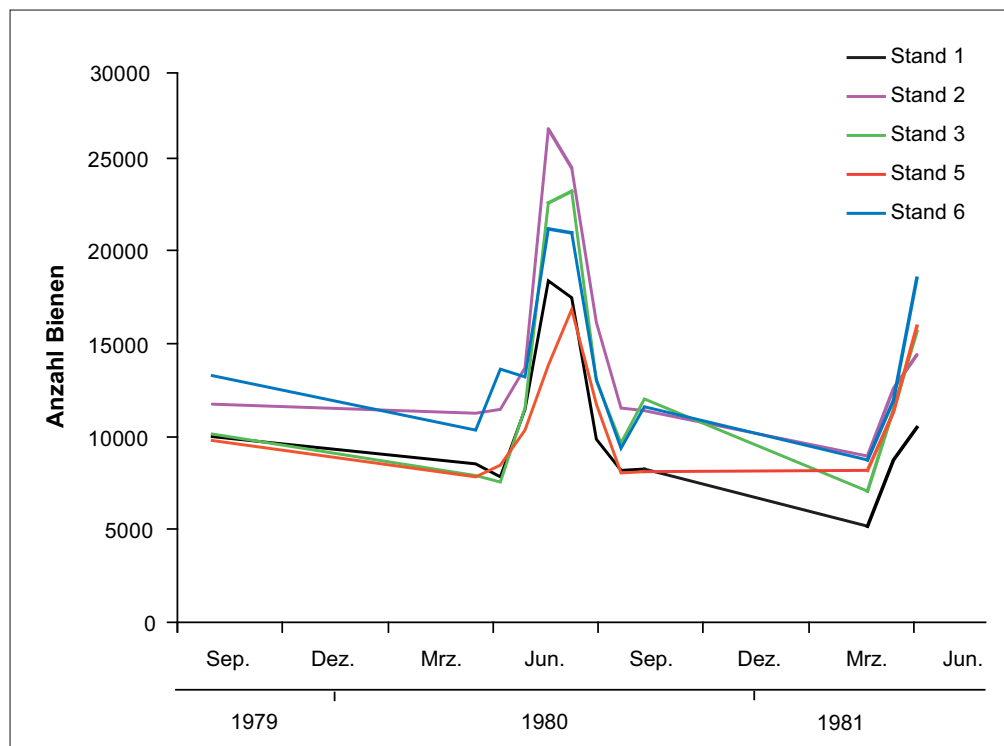


Abb. 16: Einfluss des Standorts auf die Volksentwicklung.

Vergleich der durchschnittlichen Entwicklung der Bienenpopulation zwischen 5 unterschiedlichen Standorten, unabhängig von der Rassenzugehörigkeit. (Standort 4 wurde aufgrund von fehlenden Datensätzen bei dieser Darstellung nicht berücksichtigt.) Die signifikanten Unterschiede in der Volksentwicklung zwischen den getesteten Ständen wurden durch nicht näher definierte Umwelteinflüsse verursacht.

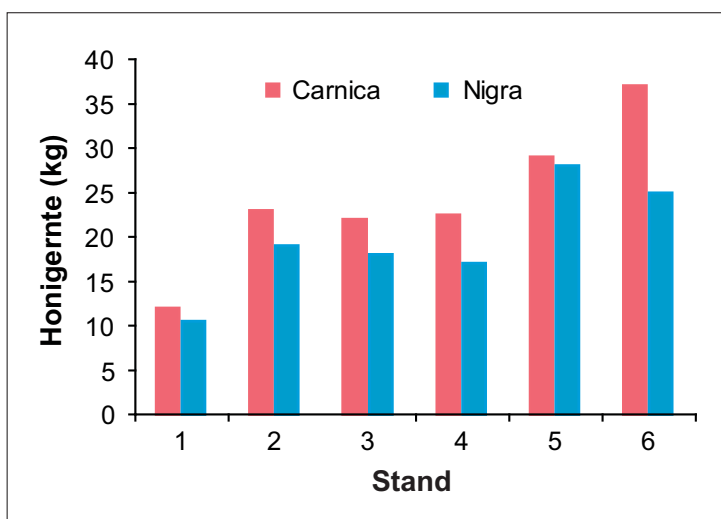


Abb. 17: Rassenvergleich und Honigertrag.

Vergleich der durchschnittlichen Honigproduktion von Völkern mit je 54 Schwesterköniginnen von zwei Zuchtlinien der Nigra- und der Carnicarasse, gehalten auf 6 unterschiedlichen Ständen vom Spätsommer 1979 bis Frühjahr 1981. Die unterschiedlichen Honigerträge zwischen den verschiedenen Ständen sind signifikant, nicht aber die Unterschiede zwischen den Rassen auf den einzelnen Ständen. Bei der Carnica-Linie konnte aber eine Tendenz zu mehr Honigertrag beobachtet werden.

Die Resultate (Abb. 18) zeigen, dass es zwischen der durchschnittlichen Volksentwicklung der Zuchtgruppen und der Gruppe mit der züchterisch nicht bearbeiteten Herkunft keine signifikanten Unterschiede gab. Auch bezüglich Honigertrag konnte kein Unterschied festgestellt werden. Daraus kann gefolgert werden, dass bei den geprüften Abstammungen nicht im Hinblick auf eine starke Volksentwicklung selektioniert wurde oder dass sich die Volksentwicklung durch Zucht nur schwer beeinflussen lässt. Wenn man bedenkt, wie wichtig eine starke Volksentwicklung aus imkerlicher Sicht (Honigertrag, Überwinterung, Volksgesundheit) ist, so sollte die Frage, in welchem Ausmass eine optimale Volksentwicklung züchterisch, zum Beispiel über die Erhöhung der durchschnittlichen Lebensdauer, bearbeitet werden kann, untersucht werden.

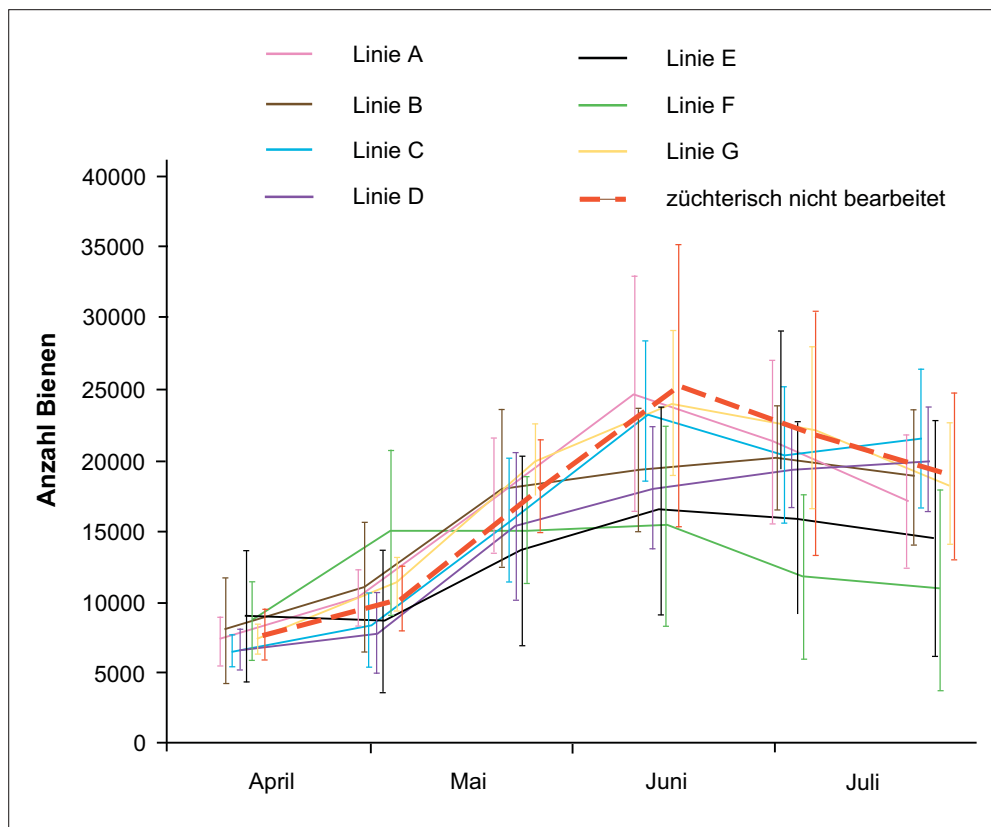


Abb. 18: Zucht und Volksentwicklung

Die Volksentwicklung von sieben vorselektionierten Zuchtlinien aus deutschen Bieneninstituten und einer züchterisch unbearbeiteten Herkunft wurde untersucht. Die Völker waren auf drei Standorte mit sehr ähnlichen klimatischen Bedingungen und Trachtverhältnissen verteilt. Zwischen den untersuchten Völkergruppen konnte weder bei der Volksentwicklung noch beim Honigertrag ein signifikanter Unterschied festgestellt werden (Aumeier und Böcking, unveröffentlichte Resultate).

Kurzübersicht Genetik

Diese Beispiele zeigen deutlich, dass die Umwelt einen dominanten Einfluss auf die absoluten Zahlen der Volksentwicklung hat, obwohl die Volksentwicklung relativ starren Entwicklungsnormen folgt. Dies bedeutet, dass sich ein optimaler Standort bedeutend stärker auf die Volksentwicklung auswirkt als entsprechende Zuchtmaßnahmen.

Das heisst aber nicht, dass die Zucht überflüssig ist. Sie kann für die Erhaltung von Rassen entscheidend sein. Es gibt aber auch andere Merkmale wie zum Beispiel die Sanftmut von Bienen, deren Hygieneverhalten¹³⁶, die Varroatoleranz¹⁴, der Honigertrag²¹ sowie die Langlebigkeit⁸⁵, welche mit mehr oder weniger Erfolg auch über

die Zucht beeinflusst werden können. Dass der Honigertrag über die Betriebsweise, zum Beispiel Wanderimkerei, in einem viel grösseren Ausmass beeinflusst wird als über die Erbanlagen, ist allgemein bekannt.

Spezifische Aussagen zur Volksentwicklung der unterschiedlichen europäischen Rassen sind wenig sinnvoll, da in den gemachten Versuchen jeweils nur wenige Zuchtlinien einer Rasse verglichen wurden. Für aussagekräftige Rassenvergleiche müssten sehr umfangreiche Untersuchungen über die Volksentwicklung gemacht werden, bei denen über mehrere Jahre auf verschiedenen Ständen jeweils mindestens 5 Zuchtlinien pro Rasse verglichen werden. Dies ist jedoch in der Praxis kaum durchführbar.

4 Umwelt

Die Entwicklung eines Bienenvolkes wird entscheidend durch die Umwelt beeinflusst. Faktoren wie das Klima oder die Trachtverhältnisse, aber auch landwirtschaftliche Praktiken spielen dabei eine wichtige Rolle. Viele Forschungsarbeiten zeigen, dass sich Umwelteinflüsse auf die Entwicklung von Bienenvölkern auswirken. Noch ist aber nur wenig über die Mechanismen, die diesbezüglich eine Rolle spielen, bekannt.

4.1 Einfluss des Standortes

In einem Versuch wurden 1976 mit Hilfe von Carnica- und Buckfast-Geschwisterköniginnen Ableger erstellt und auf eine einheitliche Volksstärke gebracht¹²⁸. Von beiden Rassen wurden dann Ableger an je zwei verschiedenen Standorten aufgestellt. Die einen brachte man nach Oberursel (D), welches auf 200 m ü.M. an einer klimatisch milden und trockenen Lage liegt, umgeben von einer gemischten Kulturlandschaft mit Laubwald. Die anderen Ableger brachte man nach Lunz am See (Ö), in eine klimatisch kühle und feuchte Region, die 650 m ü.M. liegt. Während man in Oberursel trotz Dürre eine Rekordernte erzielte, konnte die Blütenracht in Lunz wegen zahlreicher Regentage nur teilweise genutzt werden.

Die Resultate der Brutmessungen (Abb. 13) machen deutlich, dass nicht die Völker gleicher Rasse einen ähnlichen Brutverlauf zeigen, sondern diejenigen, die sich am gleichen Standort befinden. Es gibt somit einen charakteristischen Kurvenverlauf für die Standorte Lunz und Oberursel, aber keinen rassenspezifischen Kurvenverlauf für Carnica und Buckfast. Damit wird deutlich, dass die Umwelteinflüsse die Volksentwicklung stärker beeinflussen als erbliche Veranlagungen. Die Studie zeigt auch, dass nicht besondere Eigenschaften per se, sondern vielmehr die Fähigkeit, auf bestimmte Umweltbedingungen in einer bestimmten Art und Weise zu reagieren, vererbt werden.

So war die Brutleistung bis im September in Lunz wesentlich höher als in Oberursel. Ab Ende August brüteten wiederum die

Buckfastvölker etwas stärker als die Carnicavölker. Interessanterweise wurde die höchste Brutleistung nicht von den Buckfastvölkern an beiden Lagen, sondern von den Carnicavölkern in Lunz erreicht.

Völker, die an warmen Standorten und in tieferen Lagen überwintern, entwickeln sich im Frühjahr gegenüber Völkern an kühlen Standorten und in höheren Lagen wesentlich besser¹⁰¹. Die Standorte allein zeigen jedoch nicht jedes Jahr dieselben Resultate, denn auch die Witterung (siehe Kapitel 4.2) hat einen massgeblichen Einfluss auf die Entwicklung von Bienenvölkern.

Da die Nektar- und Pollenracht in höheren Lagen viel später einsetzt, ist der Futterverbrauch der Bienenvölker dort grösser als in tieferen Lagen (Abb. 19). Die Entwicklung der Vegetation kann in höheren Lagen gegenüber den Tälern eine Verspätung von mehreren Wochen aufweisen. Dementsprechend entwickeln sich Bienenvölker in höheren Lagen zwar langsamer, holen aber schnell auf, sobald die Tracht einsetzt. Um grössere Honigerträge zu erzielen, kann es lohnenswert sein, mit starken Völkern, die in der Höhe

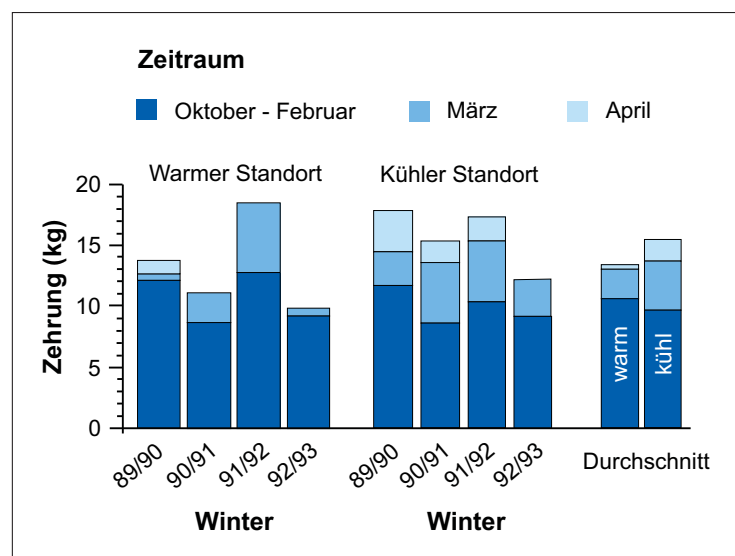


Abb. 19: Futterverzehr und Überwinterung.

Durchschnittlicher Futterverzehr während der Überwinterung und zu Beginn der Frühjahrsentwicklung an einem warmen und einem mässig kühlen Standort im Süden Deutschlands (Liebig, 1994a). Im ersten Jahr wurden die Messungen bei 15, in den 3 anderen Jahren bei 10 Völkern durchgeführt. Im Durchschnitt wurde am mässig kühlen Standort im April noch bedeutend mehr Futter verzehrt als am warmen Standort.



Alpenrosenblüte in den Voralpen

überwintert haben, in tiefer liegende Frühtrachtgebiete zu wandern. Umgekehrt sind aber die gewanderten Völker nicht unbedingt im gleichen Masse fähig, eine Frühtracht zu nutzen. Dann zahlen sich Aufwand und Ertrag nicht aus⁸⁷. Für eine optimale Volksentwicklung überwintert man die Völker am besten direkt in klimatisch günstigen Gebieten.

Nebst dem Versuch in Oberursel und Lunz weisen weitere Untersuchungen⁷⁵ darauf hin, dass der Standort einen bedeutenden Einfluss auf die Entwicklung von Bienenvölkern hat. Welche Faktoren massgebend sind für diese grossen Unterschiede bezüglich der Volksentwicklung, wurde leider bis heute nicht untersucht. Deshalb ist für den Imker vorerst ein empirisches Vorgehen bezüglich der Standortwahl zu empfehlen. Bevor zeit- und kostenintensive Bauten wie Bienenhäuser erstellt werden, ist es ratsam, neue Standorte während mehreren Jahren mit frei aufgestellten Völkern zu testen. Die Wanderimkerei ist ebenfalls geeignet, um das Pollen- und Nektarangebot verschiedener Standorte zu nutzen.

4.2 Einfluss des Klimas

Im Frühling ist die natürliche Pollenversorgung sehr knapp. Zudem hindern längere Schlechtwetterperioden oder tiefe Temperaturen die Bienen am Sammeln von Nektar und Pollen. In seltenen Fällen kann es in der Schweiz während der Monate März und April vorkommen, dass Bienenvölker

weniger Polleneiweiss zur Verfügung haben als sie zur Aufzucht der Larven benötigen. Durch den Mangel an Protein und Mineralstoffen wird die Brutaufzucht reduziert. Teilweise kann sie mit körpereigenen Proteinreserven der Bienen kompensiert werden¹⁵⁶.

In einer Untersuchung wurden 1991 und 1992 im schweizerischen Mittelland ab Mitte März die Bienenpopulation und die Brutfläche von je 20 respektive 21 Völkern geschätzt. Die Volksentwicklung war im Frühling 1991 viel schneller als 1992, obwohl sich die Anzahl Flugtage im ähnlichen Rahmen bewegte. 1992 konnten die Bienen aber zwischen der ersten und zweiten Populationsmessung kaum Pollen eintragen. Die meisten Völker hatten bei der zweiten Messung praktisch keine Pollenreserven mehr. Dadurch wurde der Brutumfang gegenüber der ersten Messung um fast die Hälfte reduziert. Während des Frühjahrs 1992 wurden pro Volk 30 900 Bienen weniger aufgezogen als im Jahr 1991. Darüber, ob dies der Hauptgrund für die schleppende Frühjahrsentwicklung von 1992 war, kann nur spekuliert werden.

Eine Untersuchung, bei welcher mithilfe eines bienendichten Flugzelts bei einem Teil der Völker ein künstlicher Pollenmangel herbeigeführt wurde, zeigt ein ähnliches Resultat. Diejenigen Völker, die unter Pollenmangel litten, schränkten ihren Brutumfang ein. Ihre Larven und Bienen wiesen jedoch gegenüber den mit Pollen normal versorgten Kontrollvölkern keine Mangelercheinungen auf. Folglich kann gesagt werden, dass Bienenvölker eher den Brutumfang einschränken, als dass sie versuchen, durch eine Nährstoff-Unterversorgung eine grössere Anzahl von Larven aufzuziehen⁷⁴.

Dass trotz einer guten Pollenversorgung eine schleppende Volksentwicklung eintreten kann, zeigt folgendes Beispiel. Im Frühjahr 1982 und 1983 verfolgte man auf dem Bienenstand Galmiz die Volksentwicklung und den Polleneintrag. 1982 war mit 22 Pollensammeltagen und einer durchschnittlichen Pollenernte von 4,4 kg pro Volk das bienenklimatisch bessere Frühjahr als 1983. In diesem Jahr vermochten die Bienen in 14,5 Sammeltagen im Durchschnitt nur 3 kg Pollen zu sammeln. Trotzdem war

die Volksentwicklung 1983 bedeutend besser als 1982. Der Schwarmtrieb wurde allerdings durch die schnellere Volksentwicklung nicht gefördert. 1983 zogen nur 4 von 32 Völkern Schwarmzellen. Nach der schleppenden Volksentwicklung von 1982 zogen hingegen 11 von 20 Völkern Schwarmzellen. Wie diese Ergebnisse zu interpretieren sind, bleibt vorerst offen.

4.3 Einfluss der Nektar- oder Honigtautracht

In einem kleinen Versuch hat Aegerter 1986 im schweizerischen Mittelland auf demselben Stand überwinterte Völker nach der Frühtracht in unterschiedliche Trachtverhältnisse gewandert¹. Die eine Völkergruppe (Schangnau) wurde Ende Mai in die Löwenzahnblüte in den Voralpen verstellt. Die andere Gruppe (Aebersoldwald) verblieb nach der Frühtracht am Ort, musste eine Trachtpause erdulden und wurde erst Anfang Juli in die Waldtracht gewandert.

Die in die Alpenblüte gewanderte Völkergruppe Schangnau erlebte einen „zweiten Frühling“ und zog bis Ende Juni unvermindert Brut auf. Dies widerspiegelte sich auch in der Bienenpopulation, die mit der entsprechenden zeitlichen Verzögerung zur Brut bis Anfang Juli stark anwuchs (Abb. 20). Die im Mittelland verbliebene Völkergruppe Aebersoldwald schränkte die Brutaufzucht wegen der herrschenden Trachtpause trotz Zwischentrachtfütterung stark ein. Erst nachdem die Völker in die Waldtracht gewandert wurden, zogen sie wieder vermehrt Brut auf. Damit wird deutlich, dass sich der Brutknick nicht direkt in der Bienenpopulation widerspiegelt.

Gegenüber der Population Schangnau zeigte sich das Wachstum der Population Aebersoldwald deutlich verlangsamt. Die in die Frühtracht gewanderten Völker erreichten bereits Anfang Juli ihre maximale Volksstärke, während bei der Gruppe Aebersoldwald das Populationsmaximum durch den Brutrückgang während der trachtlosen Zeit hinausgezögert wurde. Erst anschließend erfolgte, vermutlich durch die Waldtracht ausgelöst, ein erneuter Brutanstieg. Somit wurde das Populationsmaximum der Gruppe Aebersoldwald drei Wochen

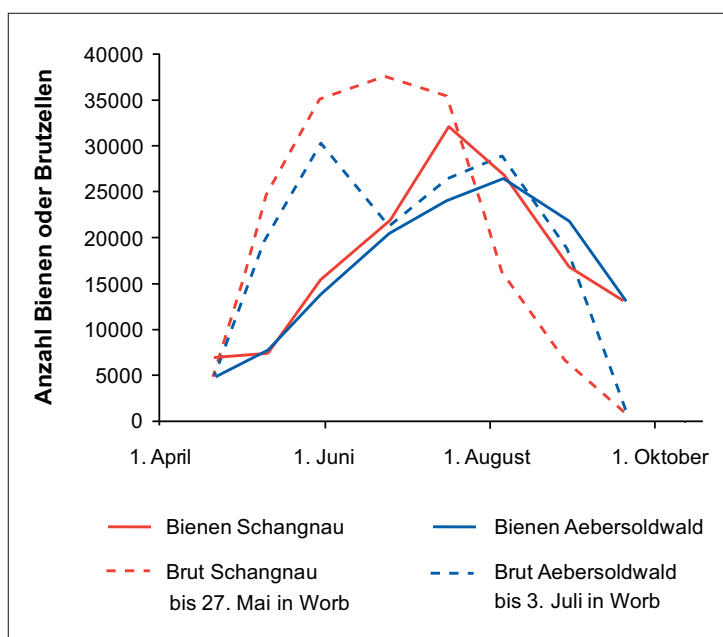


Abb. 20: Unterschiedliches Trachtangebot und Volksentwicklung.

Obwohl die beiden Völkergruppen Schangnau und Aebersoldwald ($n=4$) mit nahezu 170000 Bienen im Durchschnitt gleichviel Brut aufgezogen haben und beide eine identische mittlere Lebenserwartung von 19 Tagen aufwiesen, verlief die Brut- und Bienenkurve sehr unterschiedlich. Sie wurde stark von den unterschiedlichen Trachtangeboten an den verschiedenen Standorten beeinflusst. Von der Gruppe Schangnau konnten pro Volk 2.6 kg und von der Gruppe Aebersoldwald 17.9 kg Honig gewonnen werden (Aegerter, 1988).



Wanderimker unterwegs im Tessin

später erreicht als das der Gruppe Schangnau (Abb. 20). Daraus kann man schliessen, dass die Volksentwicklung unter anderem auch durch die Trachtverhältnisse beeinflusst wird.

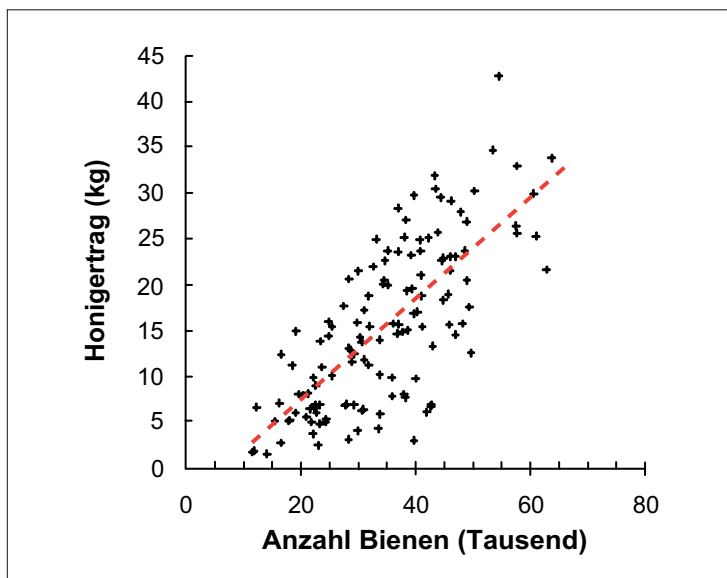


Abb. 21: Volksstärke und Trachtnutzung.

Farrar (1937) ermittelte in Nordamerika zur Trachtzeit die Bienenpopulation von 131 Völkern, indem er die Bienen jedes Volkes wog und über das Gewicht die Anzahl Bienen errechnete. Anschliessend ermittelte er das Gewicht der Honigernte. Die Korrelation zwischen der Anzahl Bienen und dem Honigertrag war hoch signifikant ($p < 0.001$; $r^2 = 0.54$).

Interessanterweise haben die Völkergruppen insgesamt gleichviel Brut aufgezogen, zudem zeigten sie eine identische mittlere Lebensdauer und leisteten gleich viele Bientage. Dies könnte dahingehend gedeutet werden, dass die Volksentwicklung genetisch fixiert ist und die Umwelt (Klima, Nektar- und Pollenangebot) lediglich zeitliche Verschiebungen verursacht. Allerdings können aus dieser einzelnen Untersuchung noch keine allgemein gültigen Schlussfolgerungen gezogen werden.

4.4 Volksstärke und Trachtnutzung

Dass starke Völker grössere Honigerträge abwerfen als schwache, konnte Farrar³¹ bereits 1937 aufzeigen. Er hat die Stärke von 131 Völkern durch wiegen ermittelt. Dabei stiess er auf einzelne Völker, die mit einer Anzahl von 60 000 Bienen ausserordentlich stark waren. Als er die Volksstärke mit dem Honigertrag aus einer üppigen Tracht in Beziehung setzte, konnte er aufzeigen, dass zwischen den beiden Merkmalen ein deutlicher Zusammenhang besteht (Abb.21).

Starke Völker erbringen demzufolge grössere Honigerträge als schwache. Dies gilt allerdings nur, wenn gute Trachtverhältnisse herrschen. Die Resultate von Farrar wurden durch Erhebungen von Liebig⁸⁸ bestätigt.

4.5 Melezitosehonig

Die Überwinterung auf Honigtauhonig belastet die Völker vor allem an Standorten mit langer Winterruhe und seltenen Reinigungsausflugsmöglichkeiten stark. Insbesondere bei späten Honigtautrachten und solchen mit einem hohen Melezitosegehalt (Fichte, Lärche) ist Vorsicht geboten. In einem Versuch zeigte sich, dass bei Völkern auf auskristallisiertem Futter (Zementhonig) bereits im Winter ein erhöhter Totenfall festzustellen war^{62,63}. Nach den ersten Reinigungsausflügen im Januar und Februar hatten verschiedene Völker Ruhr-Symptome und stark verkotete Kastenfronten. Die mit durchschnittlich 12 200 Bienen eingewinterten Völker verloren im Mittel 7 865 Bienen, was etwa dem Dreifachen der normalen Winterverluste entspricht. Trotz Bemühungen, stark geschwächte Völker zu vereinen, ging über die Hälfte der Völker ein. Die verbliebenen entwickelten sich bis Ende April ausserordentlich zögerlich.

Eine bessere Überwinterung ist zu erwarten, wenn der Melezitosegehalt des Winterfutters unter 10 % und die elektrische Leitfähigkeit unter 1 mS cm^{-1} liegt. Im Zusammenhang mit Zementhonig können Völkerverluste vermieden werden, indem Waben mit auskristallisiertem Futter entnommen, durch Leerwaben ersetzt, und die Völker noch vor der Einwinterung mit mindestens 10l Zuckerwasser aufgefüttert werden.



Auskristallisiertes Winterfutter

4.6 Futterverbrauch im Winter

Zwischen Ende September und Anfang Mai verzehren die Bienenvölker 8 bis 13 kg Winterfutter. Tendenziell verbrauchen stärkere Völker mehr Winterfutter als schwächere⁸⁹. Proportional verbrauchen die Bienen kleinerer Völker aber mehr Winterfutter als diejenigen eines starken Volkes (Abb. 22). Dies wird mit dem ungünstigeren Verhältnis zwischen der Oberfläche der Wintertraube und der Anzahl Bienen bei kleinen Völkern erklärt. Um die Temperatur der Wintertraube konstant zu halten, müssen die Bienen kleinerer Völker proportional mehr Wärme produzieren⁴³. Deshalb konsumieren sie mehr Winterfutter. Nicht zuletzt wegen dem Winterfuttermittelverbrauch ist es wirtschaftlicher, starke Völker zu überwintern⁴³.

An kühleren Standorten wird gegenüber wärmeren Standorten mehr Futter verbraucht, wobei die Unterschiede zwischen September und Ende Februar sehr gering sind. Das Standortklima beginnt sich erst ab März auszuwirken. An den klimatisch günstigen Standorten mit früher Tracht wird dann kaum mehr Winterfutter gebraucht, wogegen in höheren Lagen die Völker noch immer von ihren Vorräten zehren müssen. Die Zehrung im März und April wird stark beeinflusst von der Witterung, den Trachtverhältnissen und dem Brutumfang. An den kühlen Standorten verbrauchen die Völker oft über 15 kg Winterfutter. Dabei kann die Frühjahrszehrung (März bis April) höher liegen als die Winterzehrung (Abb. 19)⁸⁹.

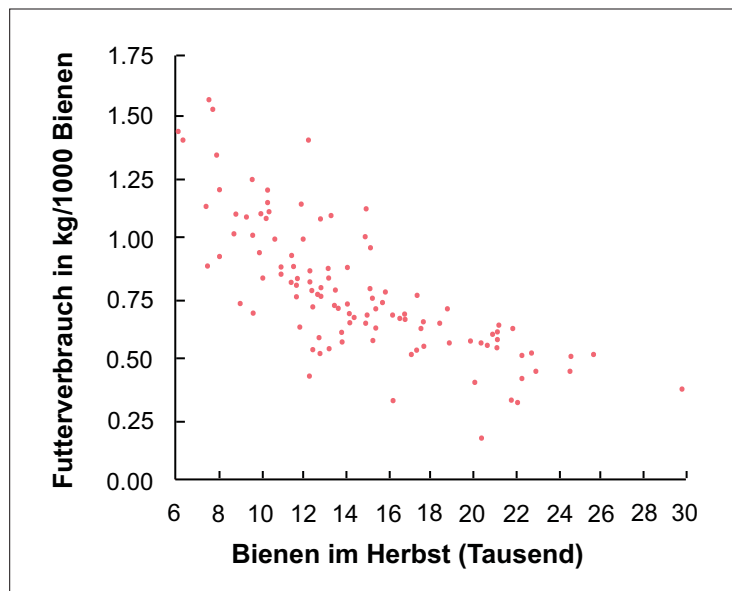
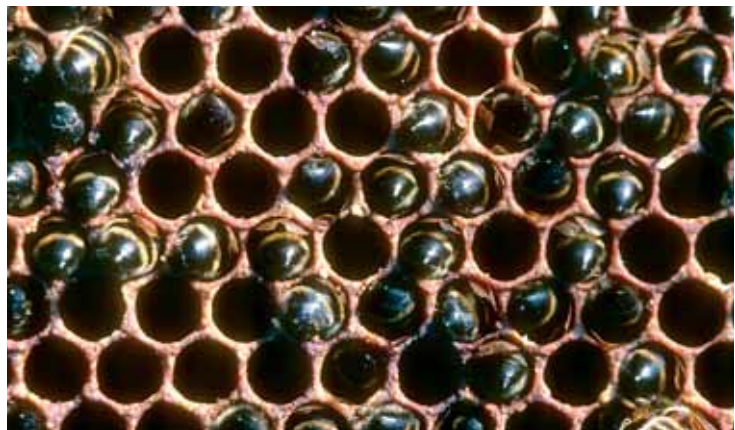


Abb. 22: Futterverzehr und Volksgröße.

Infolge des ungünstigen Verhältnisses zwischen Oberfläche der Wintertraube und der Anzahl Bienen verbrauchen schwächere Völker proportional mehr Winterfutter als starke (Free und Racey, 1968).



Verhungerte Bienen

4.7 Bienenverluste durch Landwirtschaft und imkerliche Massnahmen

4.7.1 Vergiftungen durch Pflanzenschutzmittel

Bienenverluste, die durch die unsachgemässe Anwendung von Pflanzenschutzmitteln auftreten, äussern sich im Allgemeinen durch einen Totenfall mit hunderten oder im Extremfall tausenden von Bienen auf dem Beutenboden oder vor dem Flugloch. So verursachte zum Beispiel die Verwendung des Wachstumsregulators Fenoxycarb in einem Zeitraum von zwei Wochen einen Totenfall von rund 1 600 Bienen und Puppen¹²². In besonders akuten Vergiftungsfällen können auch bedeutend grössere Bienenverluste auftreten. Der normale Abgang von Sammelbienen, der pro Tag durchaus über 1 000 Bienen betragen kann, ist kaum sichtbar, da die Bienen vor allem während dem Sammelflug eingehen. Vergiftungen werden über Pestizidrückstände im Totenfall nachgewiesen.

In den meisten Vergiftungsfällen sind vor allem Sammelbienen betroffen. Stirbt nur ein Teil der Flugbienen, können die Völker diesen Verlust während der Saison problemlos kompensieren. Wird hingegen eine ganze Altersgruppe hinweggerafft,

müssen neue Sammelbienen aus anderen Altersklassen rekrutiert werden, was das soziale Gefüge empfindlich stören kann. Gewisse Pestizide können das Verhalten der Bienen nachteilig beeinflussen, ohne sie direkt zu töten. Mit giftigen Rückständen belasteter Pollen kann auch zu Brutschäden führen und die Volksentwicklung über längere Zeit hemmen. In der Schweiz ist die Anzahl Bienenvergiftungen seit den Achtzigerjahren dank der rigorosen Überwachung der zugelassenen Pestizide durch die Behörden stark zurückgegangen. Trotz dieser Überwachung kann es, wie das Beispiel des Saatgutbeizmittels mit Wirkstoff Clothianidin im Frühjahr 2008 in Süddeutschland zeigte, wegen eines unerwarteten Anwendungsfehlers zu starken Bienenverlusten kommen^{24, 118}. Bienenkrankheiten wie Septikämie, Virosen oder Rickettiosen können allerdings genauso Ursache für eine schleppende Volksentwicklung sein und sind oft nur schwer von Vergiftungen zu unterscheiden.

4.7.2 Mähen von blühenden Pflanzenbeständen

Wie Untersuchungen von Fluri und seinen Mitarbeitern³⁷ zeigen, können Bienenverluste auch auftreten, wenn intensiv beflogene Kulturpflanzen gemäht werden. Insbesondere beim Mähen von niederen Pflanzen wie Weissklee oder Löwenzahn konnten Verluste von 24 000 Bienen pro Hektare nachgewiesen werden. Über die Hälfte der sammelnden Bienen wurden verletzt. Bezüglich der Anzahl der verletzten Bienen spielt allerdings die Verwendung eines Aufbereiters, der das Schnittgut knickt und quetscht, eine entscheidende Rolle. Wurden die Flächen ohne Einsatz eines Aufbereiters gemäht, reduzierten sich die Bienenverluste auf 2 000 Bienen pro Hektare. Unter normalen Bedingungen ist ein Einfluss des Mähens auf die Volksentwicklung wohl vernachlässigbar, doch in bestimmten Situationen, wenn beispielsweise viele Pflanzen blühen oder in der Umgebung des Bienenstandes grosse Flächen gemäht werden, kann ein erheblicher Verlust an Flugbienen eintreten. Dieser kann, wie die Vergiftungen auch, über die Störung der Altersstruktur einen negativen Einfluss auf die Volksentwicklung haben.



Bienensterben

4.7.3 Varroabekämpfung

Beim Einsatz von Ameisensäure und Thymol zur Bekämpfung der Varroa kann eine Überdosierung zu vielen toten Bienen und abgestorbener Brut führen^{13;115}. Diese Verluste können bei richtiger Anwendung mehrheitlich vermieden werden. Einzig bei der Ameisensäure kann es auch bei optimaler Anwendung zum Absterben einzelner schlüpfender Bienen und zum Ausräumen von Larven kommen. Solche Verluste haben aber keinen Einfluss auf die Ein- und Auswinterungspopulation der Bienenvölker (siehe Abb. 7 und 8).

Grosse Rückstände von Coumaphos im Wachs, die vor allem nach mehrmaliger Anwendung von CheckMite® auftreten, können die Aufzucht von gesunden Königinnen beeinträchtigen und so zu Störungen in der Volksentwicklung führen^{120;121}.

4.8 Elektrische und elektromagnetische Felder

Honigbienen sind in der Lage, magnetische und elektrische Felder wahrzunehmen und für ihre Orientierung zu nutzen. Im Rahmen von mehreren Arbeiten wurde der Einfluss von starken elektromagnetischen und elektrischen Feldern auf die Volksentwicklung untersucht, er konnte aber bis heute nicht eindeutig nachgewiesen werden. Verschiedene Arbeiten beschreiben aber zum Teil starke Abweichungen vom normalen Verhalten unter dem Einfluss von elektrischen Hochspannungsfeldern ab 7 kV/m. So sind zum Beispiel grosse Unruhe, kurzfristiger Temperaturanstieg, erhöhte Stechlust bis hin zu Aggressionen gegen volkseigene Bienen und die Königin sowie eine starke Propolisierung der Beute und des Fluglochs



Kreiselmäher mit Aufbereiter

beschrieben worden¹⁴⁰⁻¹⁴². Elektrische Feldstärken in der oben genannten Grössenordnung werden aber von den üblichen Hochspannungsleitungen nicht erreicht. In deren unmittelbarer Nähe kann aber eine erhöhte Stechlust der Bienen nicht ausgeschlossen werden. Insbesondere das elektrische Feld scheint die Bienen zu beeinflussen. Mit Hilfe eines Faraday-Käfigs konnte dieser Einfluss abgeschwächt werden. Bei einem elektromagnetischen Feld ist dies nicht möglich, da der Faraday-Käfig auf diese Felder keine abschwächende Wirkung hat⁵⁶. Um negative Einflüsse auf die Bienenvölker zu vermeiden, ist von deren Aufstellung in unmittelbarer Nähe von Hochspannungs-Freileitungen abzuraten.

Mobilfunksignale werden durch elektromagnetische Wellen übertragen. Ein messbarer Einfluss dieser Funksignale auf die Volksentwicklung ist nach heutigem Wissen eher unwahrscheinlich. Es fehlen aber aussagekräftige Untersuchungen. Ähnlich ist die Situation bezüglich des Einflusses von Erdstrahlen und Wasseradern auf die Volksentwicklung.

Kurzübersicht Umwelt

Die Einflüsse der Umwelt auf die Volksentwicklung sind nicht zu unterschätzen. Dies verdeutlicht die unterschiedliche Volksentwicklung von genetisch einheitlichem Material, das auf verschiedenen Ständen gehalten wird. Die Standortwahl hat deshalb innerhalb der zeitgemässen Imkerei hohe Priorität. Leider gibt es nur wenige Untersuchungen, die versuchten, diejenigen Faktoren eines Standortes zu ermitteln, welche sich positiv auf die Volksentwicklung auswirken.

Die Trachtverhältnisse und das Klima spielen vor allem bei der Frühjahrsentwicklung eine wichtige Rolle. Im Extremfall können lang andauernde Schlechtwetterperioden zu einem Pollenmangel führen, der sich in einer Reduktion der Brutaufzucht manifestiert. Eine gute Pollenversorgung im Herbst kann mithelfen, Engpässe im Frühjahr zu überbrücken.

Schlechtes Winterfutter durch das Eintragen von späten Waldtrachten oder stark melezitosehaltigem Futter (Zementhonig) kann die Überwinterung der Völker gefährden. Durch das Ersetzen von solchen Futterwaben mit leeren Brutwaben und der

anschliessenden Auffütterung mit mindestens 10 Liter Zuckerwasser kann dem vorgebeugt werden.

Bienenverluste infolge Vergiftungen durch landwirtschaftliche Pestizide sind in den letzten Jahrzehnten markant zurückgegangen und verursachen nur noch in seltenen Fällen grössere Bienenverluste. Eine unsachgemässe Anwendung von Varroaziden, wie Ameisensäure und Thymol, kann zu Problemen führen. Deshalb ist es wichtig, die Gebrauchsanweisungen genau zu befolgen.

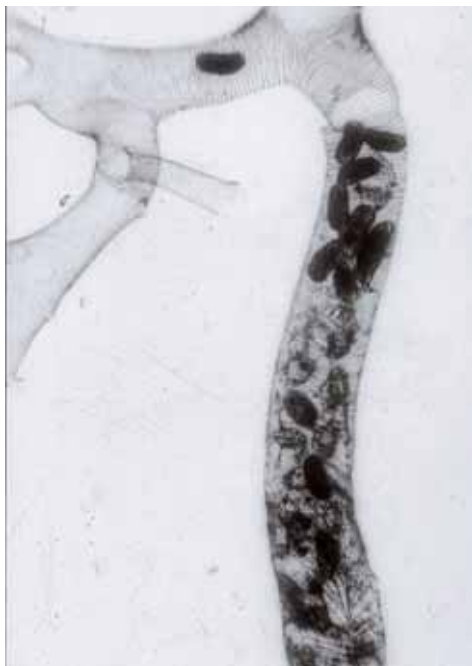
Anders ist die Situation, was heutige Mähgeräte mit integrierter Futteraufbereitung anbelangt. Der Einsatz dieser Geräte kann bei blühenden Wiesen zu Bienenverlusten führen. Deshalb ist es wichtig, dass die Landwirte den Mähzeitpunkt von blühenden Wiesen auf den frühen Morgen oder den späten Abend verschieben, damit die Bienenverluste möglichst gering ausfallen.

Unter üblichen Bedingungen gibt es bis zum heutigen Zeitpunkt bezüglich negativer Auswirkungen auf die Volksentwicklung durch elektrische und elektromagnetische Felder oder Strahlung von Mobilfunkantennen keine handfesten Hinweise.

5 Krankheiten

Krankheitserreger können als Einzelinfektionen oder in Mischinfektionen die Lebensdauer einer Larve oder einer Biene stark verkürzen. Das Volk wird geschwächt oder geht mangels Bienen sogar ein. Das Bienenvolk hat aber auch Steuerungsmechanismen wie zum Beispiel die Verlängerung der Lebensdauer, durch die es krankheitsbedingte Ausfälle von Einzelbienen unter gewissen Voraussetzungen populationsdynamisch kompensieren kann.

Sowohl die einzelne Biene als auch das Bienenvolk verfügen über ausgeklügelte Abwehrmechanismen gegen Krankheiten³⁸. Die meisten Erreger kommen auch in gesunden Völkern vor, ohne dass die Volksentwicklung darunter leidet. Da sie sehr wirtsspezifisch sind, sind sie auf die Bienen angewiesen. Daher würde es für sie wenig Sinn machen, wenn sie daraufhin ausgelegt wären, ihren Wirt zu vernichten. Da Krankheiten wie Tracheenmilben, Nosema, Brutkrankheiten und Viren bereits über hunderte, wenn nicht tausende von Jahren innerhalb der Bienenvölker existieren, kommt es oft nur zu einer Schwächung und nur in seltenen Fällen zu einer Vernichtung des Wirtes.



Tracheenmilben in Lufttröhre

5.1 Krankheitserreger und Volksentwicklung

Bienenvölker entwickeln sich sehr oft entgegen den Vorstellungen des Imkers und erreichen die erwartete Volksstärke nicht. Die Gründe dafür sind vielfältig. So ist es sehr schwierig zu beurteilen, ab wann ein Bienenvolk als krank zu bezeichnen ist. Denn in einem Volk sind laufend Bienen vorhanden, die von verschiedensten Erregern befallen sind, ohne dass dies dem Imker auffallen würde. Bekannte Krankheitsbilder werden meist durch das Zusammenwirken von verschiedenen Erregern verursacht. Deshalb sind sie selten eindeutig.

Ausgangs Winter besteht das Bienenvolk aus 5 000 – 15 000 Winterbienen. Diese haben vielfältige Aufgaben zu bewältigen, wie zum Beispiel das Aufrechterhalten der Stocktemperatur, die Brutpflege und Sammeltätigkeit.

Ob das Bienenvolk den Übergang von der Winterbienengeneration zur Sommerbienengeneration meistert, hängt sehr stark von der Lebensdauer der Winterbienen ab. Je länger diese ist und je langsamer der Abgang der Bienen vonstatten geht, desto besser entwickeln sich die Bienenvölker im Frühjahr^{149; 149; 155}.

Werden Winterbienen zusätzlich durch Krankheitserreger oder Parasiten belastet, verkürzt sich ihre Lebensdauer markant. Die Volksstärke geht zurück. Der Brutumfang bleibt im frühen Frühjahr allerdings gleich oder wird sogar erhöht, um den Ausfall der Bienen zu kompensieren. Damit nimmt die Brutpflegebelastung auf die einzelnen Bienen weiter zu. Dies kann zu einem Teufelskreis führen. Die auswinternden Völker versuchen nämlich, den Verlust an Bienen laufend zu kompensieren, bis das Volk kollabiert oder die Trendwende schafft¹¹. Wenn wenige Bienen viel Brut aufzuziehen haben, kann die Brutpflege ungenügend ausfallen, was den Ausbruch von Brutkrankheiten begünstigt.

Ganz anders sieht die Situation ausgangs Frühjahr aus. Wenn der Wechsel von Winter- zu Sommerbienen erfolgt ist, nimmt die Bienenpopulation fast exponentiell zu. Innerhalb kurzer Zeit schlüpfen mehr Bienen als absterben. Die Lebensdauer der geschlüpften Bienen ist aber in Folge der intensiven Brutpflege eher kurz. Dieser schnelle Massenwechsel erschwert die Vermehrung von Krankheitserregern ausserordentlich. Deshalb sind zu diesem Zeitpunkt nur wenige, bis heute unbekannte Erreger (vermutlich Septikämiebakterien oder Viren) in der Lage, ein Volk aus dem Gleichgewicht zu bringen.

5.2 Tracheenmilben

Bereits 1959 zeigten Bailey und Lee⁵ auf, dass das Risiko eines Volkes, durch die Tracheenmilbeninfektion sein populationsdynamisches Gleichgewicht im Verlauf des Winters oder Frühjahrs total zu verlieren, erst zunimmt, wenn mehr als 50 % der einzelnen Bienen mit *Acarapis woodi* befallen sind³ (Tab. 3). Ein so starker Befall tritt aber nur selten auf. Bailey schätzte dies damals für England und Wales im Durchschnitt auf 2 % der Bienenvölker. Dies bestätigte Wille durch eine Untersuchung innerhalb von zwei Bienenständen, bei

denen die Volksentwicklung und der Tracheenbefall über mehrere Jahre hinweg ermittelt wurde, ohne dass eine Bekämpfung durchgeführt wurde^{160,161}. Volk 33 in Abb. 23 hatte im Frühjahr 1984 in allen untersuchten Bienen Tracheenmilben. Die Bienenverluste über den Winter waren nahezu 50 %. Trotzdem überlebte das Volk.

5.3 Varroa

Anders ist die Situation bei der Varroa. Auf der Nordhalbkugel haben sich der Wirt (*Apis mellifera*) und der neue Parasit (*Varroa destructor*), welcher sich erst Ende der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts in Europa ausgebreitet hat, aufgrund der regelmässigen Bekämpfung durch den Imker noch nicht aufeinander abgestimmt. Würde man die Behandlung unterlassen, käme es am Anfang zu grossen Verlusten, wie die Untersuchung auf der Insel Gotland (Schweden) zeigt^{45,46} (Abb. 24). Die Anzahl der unbehandelten Völker nahm unter dem Druck der Varroa in den ersten 4 Jahren von anfänglich 150 auf 8 ab, um dann wieder leicht zuzunehmen. Die Volksentwicklung der überlebenden Völker entspricht allerdings nicht den imkerlichen Vorstellungen von guten Wirtschaftsvölkern.

Tabelle 3: Tracheenmilbenbefall und Völkersterben.

Je nach Jahr wurden 200 oder mehr Völker aus einer Region Englands bei der Einwinterung auf den prozentualen Anteil der mit *Acarapis woodi* befallenen Bienen hin untersucht. Dabei wurde die bei der Auswinterung gestorbene Anzahl Völker ermittelt. Erst wenn bereits bei der Einwinterung über 50 % der Bienen mit der Milbe befallen waren, nahm das Völkersterben zu (Bailey, 1961).

Bienen mit Infektion in Probe (%)	Jahr							
	1956		1957		1958		1959	
	Anz. Völker eingewintert	Tote Völker (%)	Anz. Völker eingewintert	Tote Völker (%)	Anz. Völker eingewintert	Tote Völker (%)	Anz. Völker eingewintert	Tote Völker (%)
0	188	5	170	6	98	18	186	10
1 – 10	46	0	42	14	108	19	29	0
11 – 20	5	0	7	14	12	8	2	50
21 – 30	6	0	8	13	15	33		
31 – 40	3	33	7	0	11	27	1	0
41 – 50			4	75	11	45	1	100
51 – 60	3	33	3	100	5	40		
61 – 70			1	0	5	80		
71 – 80			4	75	6	50	2	100
81 – 90	2	100	4	100	5	100	1	100
91 – 100	1	100	1	100	2	100	1	100

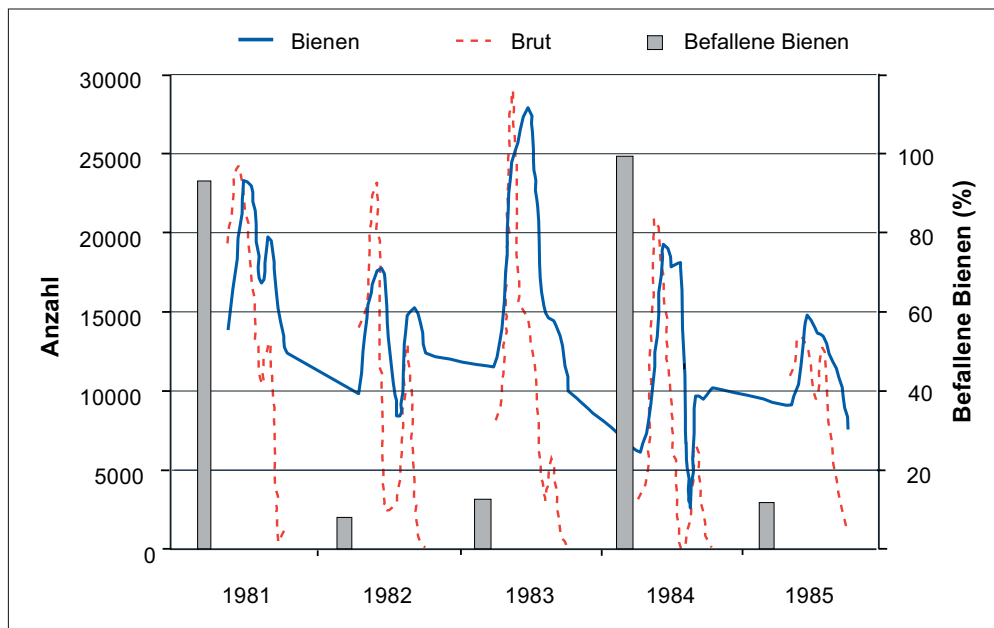


Abb. 23: Tracheenmilbenbefall und Volksentwicklung.

Im Rahmen einer Untersuchung über die Auswirkung eines Befalls an *Acarapis woodi* auf die Entwicklung der Bienenvölker wurde zwischen 1981 und 1985 auf zwei Bienenständen die Entwicklung der Völker erfasst und dem prozentualen Tracheenmilbenbefall der toten Bienen im Frühjahr gegenüber gestellt (Wille et al., 1987; Wille, 1987). Die Abbildung stellt als repräsentatives Beispiel die Volks- und Milbenbefallsentwicklung von Volk 33 dar. Im Frühjahr 1984 waren alle toten Bienen von den Tracheenmilben befallen. Durch diesen starken Infektionsdruck wurde die Auswinterungspopulation gegenüber der Einwinterungspopulation halbiert. Das Volk ging nicht ein, sondern es erholte sich im Frühjahr mit den neuen Bienen generationen relativ schnell. Anschließend gab es Probleme bei der Umweiselung, was sich in einer eher zaghaften Volksentwicklung im Sommer bemerkbar machte.

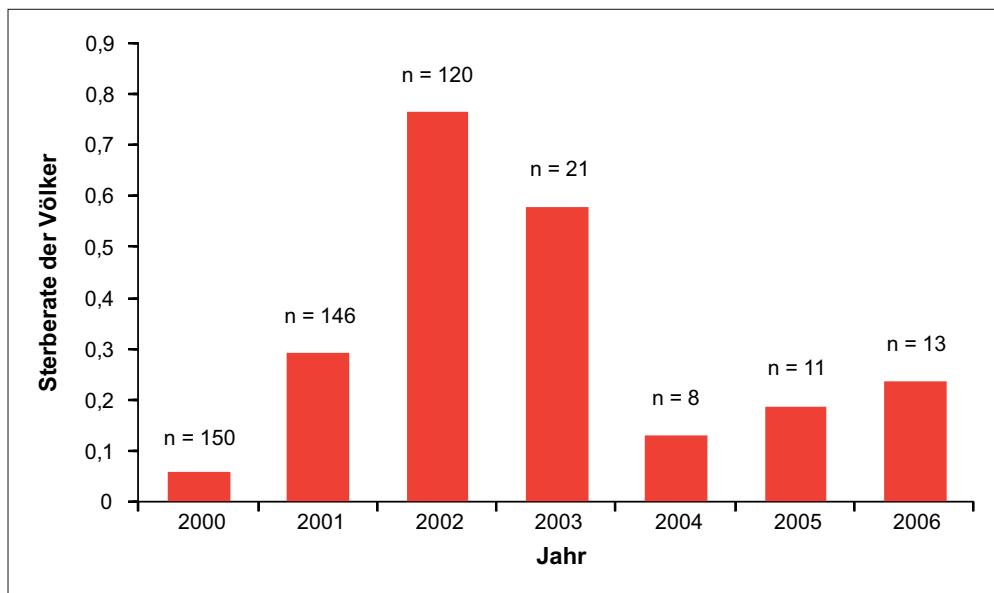


Abb. 24: Längerfristige Überlebenschance trotz Varroainfektion.

In einem wissenschaftlichen Experiment wurden 1999 auf der Insel Gotland in Schweden 150 Bienen völker auf 8 Bienenständen verteilt und mit einer Startmilbenpopulation von zirka 50 *Varroa* infiziert. Die unbewirtschafteten Völker wurden ihrem Schicksal überlassen, einzig ihre Futtervorräte wurden überwacht. Zum Anlocken der Schwärme wurden leere, einzargige Bienenkasten aufgestellt. Es wurde keine Varroabehandlung durchgeführt (Fries et al., 2006; Fries et al., 2007). Nur gerade 25 % der Völker überlebten den dritten Winter. Im fünften Jahr waren es noch 8 Völker (n). Zwei Jahre später (2006) konnten 13 Völker eingewintert werden. Dieser Versuch zeigt, dass auch in kälteren Klimazonen ein Wirt-Parasit-Gleichgewicht entstehen kann. Die Volksentwicklung der überlebenden Völker entspricht allerdings nicht derjenigen von guten Wirtschaftsvölkern.

Es gibt aber Regionen, wo die beiden Kontrahenten bereits zu einem Gleichgewicht gefunden haben. De Jong und Soares²⁵ verfolgten während 12 Jahren auf den Inseln Fernando de Noronha, 345 km vor der Küste Brasiliens, den Varroabefall von damals frisch importierten, unbehandelten Ligustica-Völkern. Sie konnten aufzeigen, dass der Varroabefall in einer Stichprobe von 100 Bienen, der 1991 durchschnittlich 25 betrug, bis 1996 auf 14 gesunken ist. Auch in Frankreich wurden unbehandelte Bienenvölker in einer Untersuchung über Jahre hinweg beobachtet. Die durchschnittliche Überlebensdauer dieser Völker lag bei 6.5 Jahren. Einige der Völker überlebten ohne Behandlung sogar mehr als 11 Jahre⁸⁶.

5.4 Viren

Es gibt Hinweise, dass die Varroa in Verbindung mit gewisse Viren, wie zum Beispiel dem Deformierte-Flügel-Virus^{22;167} oder dem Akute-Bienen-Paralyse-Virus die Situation markant verschärfen. Dadurch wird die Lebensdauer der Winterbienen so stark verkürzt, dass dies im Verlauf des Winters zu frühzeitigen Völkerverlusten führen kann (Abb. 25 und 26). Deshalb ist die konsequente und frühzeitige Varroabekämpfung die beste vorbeugende Massnahme im Bezug auf die Völkerverluste im Winter. Viren können allerdings auch zu anderen Jahreszeiten die Volksentwicklung beeinträchtigen.

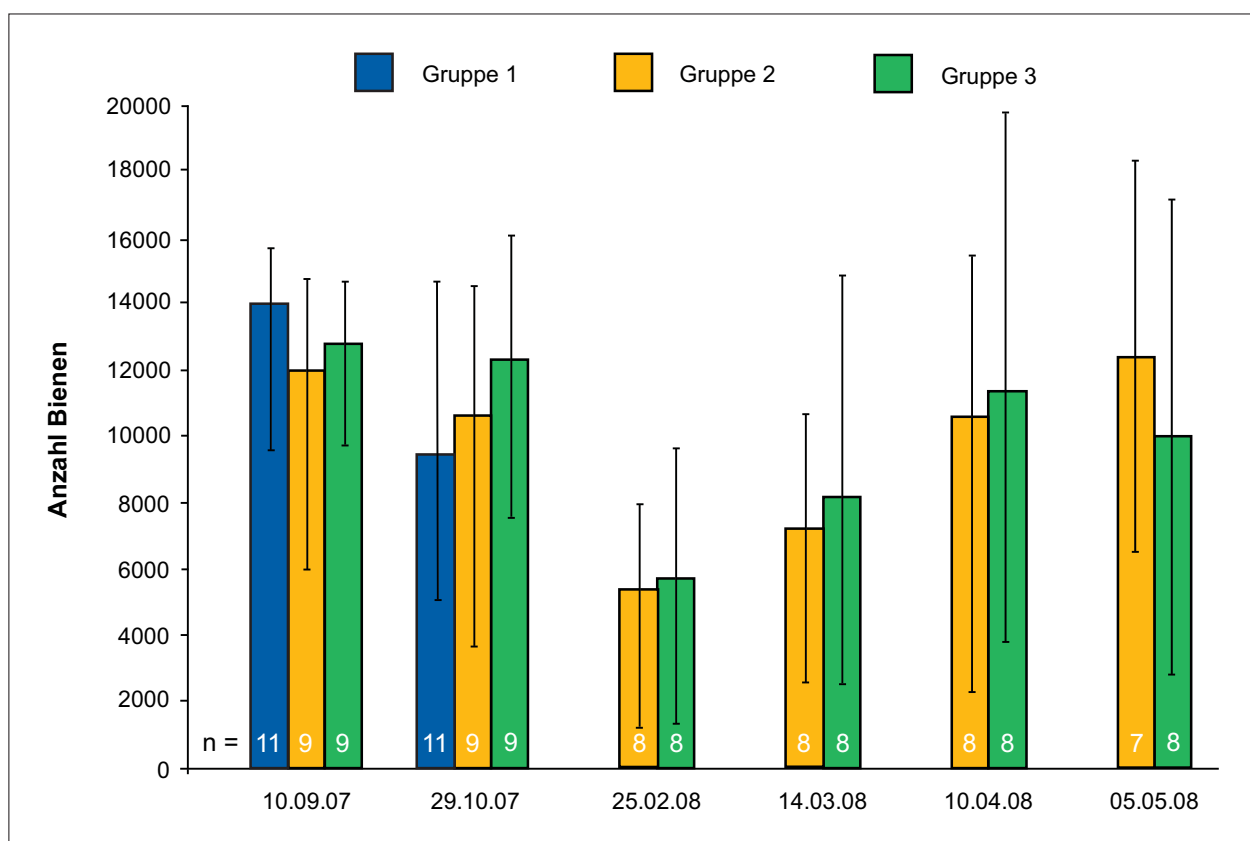


Abb. 25: Varroabefall und Überwinterungsprobleme.

Im Herbst/Winter 2007/2008 hat Dainat den Einfluss eines hohen Varroabefalls auf die Lebensdauer von Winterbienen untersucht. Dabei wurden drei Völkergruppen mit unterschiedlichem Milbenbefall untereinander verglichen (die Völker der Gruppe 1, 2 und 3 hatten anfangs August einen durchschnittlichen natürlichen Milbenfall von 14.4, 9.4 resp. 2.9 Milben pro Tag). Die Gruppen 1 und 2 hatten auch einen relativ hohen Befall an Deformierten-Flügel-Viren (DWV), und die Gruppe 3 (Kontrollgruppe) hatte ursprünglich nur einen geringen Virenbefall. Die Gruppe 1 erhielt keine Varroabehandlung. Die Völker der beiden anderen Gruppen wurden im August und September mit Ameisensäure behandelt (Langzeitbehandlung mit dem Liebefeld-Dispenser) und im November mit Oxalsäure (Verdampfen). Bis Ende Februar gingen alle unbehandelten Völker der Gruppe 1 ein. In den beiden behandelten Gruppen 2 und 3 überwinterte ein grosser Teil der Völker, obwohl in der Kontrollgruppe (Gruppe 3) im Herbst noch eine Varroarückinvasion zu verzeichnen war. Um varroabedingte Völkerverluste im Winter zu vermeiden, ist demzufolge eine frühzeitige und wirksame Varroabekämpfung sehr wichtig.

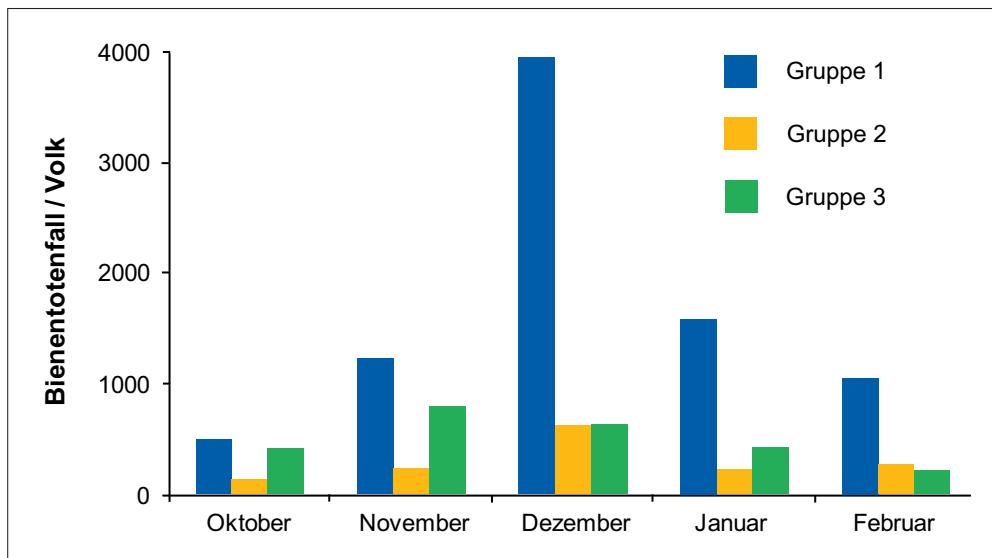


Abb. 26: Varroabefall und Bientotenfall im Winter.

In der Untersuchung von Dainat wies die unbehandelte Gruppe 1 (blau) während den Monaten Oktober bis Dezember einen hohen Bientotenfall auf. Diese massive Reduktion der Lebensdauer der Winterbienen führte dazu, dass im Verlauf des Januars die meisten Völker eingingen. Eine frühzeitige effiziente Varroabehandlung ist für das gute Überwintern der Völker deshalb äusserst wichtig.

5.5 Bakterien bei Bienen

Andere Krankheitserreger können ebenfalls Probleme bei der Volksentwicklung verursachen. Wille und Pinter¹⁶³ beschrieben, wie vor allem im Mai 1960 und 1961 vermehrt Völkerverluste verzeichnet wurden, bei denen die Bienenpopulationen in wenigen Tagen in sich zusammengefallen sind. In vielen der untersuchten Bienenproben wurden weder *Nosema* noch Tracheenmilben gefunden, und eine Vergiftung konnte ebenfalls ausgeschlossen werden. Die Forscher fanden aber bei vielen der untersuchten Bienen eine so genannte Septikämie, einen starken Bakterienbefall im Blut. Verschiedene dieser schädlichen Bakterien konnten isoliert und anschliessend an gesunden Bienen getestet werden. Dabei zeigte sich, dass es Stämme gab, welche damals nicht identifiziert werden konnten, aber innert weniger Tage einen grossen Teil der infizierten Bienen töteten (Abb. 27). In den USA machte Burnside¹⁹ bereits 1928 Septikämie mit dem Bakterium *Pseudomonas apisepticus* für grosse Völkerverluste verantwortlich.

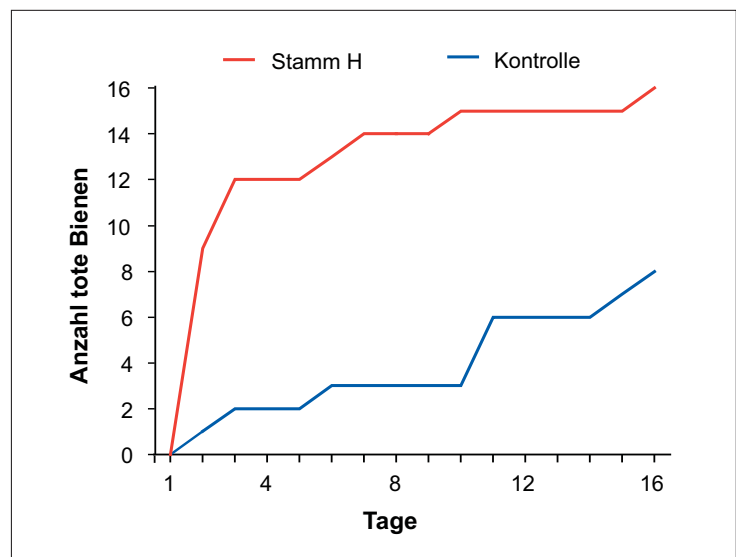


Abb. 27: Septikämiebakterien verkürzen die Lebensdauer.

Aus dem Blut von Bienen, die an einer Septikämie gestorben waren, wurde ein nicht identifiziertes Bakterium (Stamm H) gewonnen. Zwanzig gesunde Bienen wurden in eine Bakteriensuspension des Stamms H eingetaucht und anschliessend bis zu ihrem Tod in einem Liebefelderkästchen mit Zuckerwasser (1:1) gefüttert. Die Bienen der Kontrollgruppe wurden in sauberes Wasser eingetaucht. Bei der Gruppe, in der die Bienen in eine Bakteriensuspension eingetaucht wurden, starben in den ersten zwei Tagen 60% der Bienen im Vergleich zu nur 10% bei der Kontrollgruppe (Wille und Pinter, 1961). Septikämiebakterien können die Bienen durch die Tracheen infizieren und zu einem raschen Tod führen. Bei einem starken Befall kann dies zu einem raschen Rückgang der Bienenpopulation führen.



Lückenhaftes Brutnest, Sauerbrut

5.6 Mischinfektionen

Wille^{147;148} zeigte in verschiedenen Arbeiten, dass vor allem im Frühjahr in gesunden wie auch in geschwächten oder abgestorbenen Völkern verschiedene Erreger wie Nosema, Septikämie, Rickettsiosen, Milben und vermutlich auch Viren⁴⁸ gleichzeitig vorkommen. Er konnte im Rahmen einer Untersuchung mit 8 Völkern aufzeigen, dass bei Mischinfektionen im Frühjahr zwischen der mittleren Überlebensdauer der Bienen und dem Prozentsatz der erkrankten Bienen eine statistisch gesicherte Korrelation vorlag. Das heisst, Mischinfektionen sind in der Lage, die Lebensdauer der Bienen zu verkürzen, was wiederum je nach Situation im Frühjahr zu kritischen Phasen in der Volksentwicklung führen kann (Abb. 28). Wurde nur ein einzelner Erreger gefunden, so konnte keine Verkürzung der Lebensdauer nachgewiesen werden. Eine Untersuchung von geschwächten oder abgestorbenen Völkern sollte nicht auf einen einzelnen Erreger beschränkt werden. Wichtige Informationen zur Epidemiologie dieser Erreger, deren Zusammenspiel sowie zu den Abwehrmöglichkeiten der Bienen fehlen noch immer.

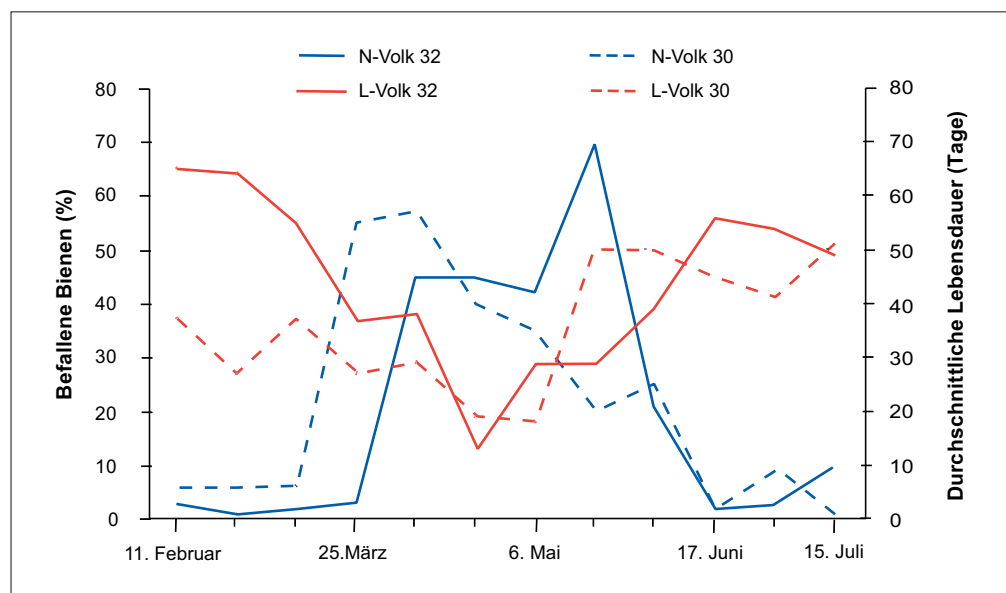


Abb. 28: Mischinfektionen und Verkürzung der Lebensdauer.

Im Frühjahr kann es vorkommen, dass die Bienenvölker nicht nur mit einem Krankheitserreger befallen sind, sondern von einer Mischinfektion aus unterschiedlichen Krankheitserregern wie Nosema, Tracheenmilben, Septikämie, Rickettsiosen und Viren. In regelmässigen Abständen wurden im Frühjahr 1969 den Völkern 30 und 32 Proben von lebenden Bienen entnommen. Die Hälfte wurde für die Untersuchung verwendet, bei der man nach den oben erwähnten Krankheitserregern suchte (mit Ausnahme der Viren). Bei den anderen Bienen wurde die durchschnittliche Überlebensdauer der Bienen in einem Liebefelderkästchen in einem Brutschrank ermittelt. Bei Mischinfektionen mit Nosema und anderen Krankheitserregern (N) verringerte sich die Überlebensdauer (L) (Wille, 1967; Wille, 1973). Unter diesen Bedingungen kann es zu Engpässen in der Brutpflege kommen. Dies wiederum kann bei den Völkern das Risiko für Brutkrankheiten erhöhen.

5.7 Bakterienbefall der Brut

Zum Einfluss von Brutkrankheiten auf die Volksentwicklung gibt es praktisch keine Informationen, da die europäische (Sauerbrut) wie die amerikanische Faulbrut melde- und bekämpfungspflichtige Krankheiten sind und die Völker sofort nach der Diagnose eliminiert werden. Mehrjährige Erfahrungen im Zusammenhang mit der epidemiologischen Forschung zur Sauerbrut haben aber gezeigt, dass die heute in der Schweiz vorkommende Sauerbrut die Brutaufzucht massiv stören kann. In vielen Fällen kann es dann mit der Zeit an Nachschub von Bienen so stark mangeln, dass die stark geschwächten Bienenvölker sich nicht mehr verteidigen können, ausgeraubt werden und eingehen. Es gibt aber auch Völker, bei denen eine Selbstheilung zu beobachten ist, ohne dass sich messbare Auswirkungen auf die Volksentwicklung zeigen. Die Früherkennung der Krankheit und deren rasche Bekämpfung sind aus epidemiologischer Sicht sehr wichtig. Nur so können eine grossflächige Ausbreitung der beiden Brutkrankheiten sowie – in den meisten Fällen – starke negative Einflüsse auf die Volksentwicklung, die allerdings oft erst im zweiten oder dritten Infektionsjahr auftreten, verhindert werden ^{6;41;44;47;55;127}.

Kurzübersicht Krankheiten

Krankheitserreger können das populationsdynamische Gleichgewicht eines Bienenvolkes stören oder im Extremfall Völker sogar auslöschen. Diese Notsituationen treten vor allem Ende Winter und im Frühjahr auf. Das Volk hat aber auch verschiedene Abwehrmechanismen, die einem solchen Zusammenbruch vorbeugen. Auch der Imker kann durch seine Betriebsweise viel beitragen. Voraussetzung sind gute Hygiene, effiziente sowie rechtzeitige Varroabekämpfung und ein bienenfreundlicher Standort. Ein gutes Hygieneverhalten der Bienen kann auch züchterisch gefördert werden.



Faulbrutschorf

6 Imkerliche Massnahmen

6.1 Ein- und Auswinterung

Nach dem Erreichen des Höhepunktes der Populationsentwicklung zwischen Mitte Juni und Anfang Juli geht die Volksstärke in unseren Breiten markant zurück. Die Bienenpopulation nimmt innert 3 Wochen um 30 bis 70 % ab^{154; 158}. Der enge Zusammenhang zwischen Brutaufzucht und Bienenpopulation, der bis zum Erreichen des Populationsmaximums zu verzeichnen war, ist nachher nicht mehr feststellbar¹¹¹. Die Langlebigkeit der Königin und der Winterbienen, die Futtervorräte in den Waben und die körpereigenen Reserven der Arbeiterinnen ermöglichen das Überwintern (siehe 2.1.2 „Ein Steuerungsmodell für Sommer- und Winterbienen“).

6.1.1 Volksentwicklung im Spätsommer

Je stärker ein Volk im Sommer war, desto mehr Bienen verliert es später prozentual. Die Volksstärke pendelt sich Ende September zwischen 8 000 und 15 000 Bienen ein. Bis zur Winterruhe im November erfolgt ein weiterer Rückgang von 2 000 bis 3 000 Bienen¹⁵⁴. Es sind mehrheitlich die letzten Sommerbienen, die das Volk verlassen. Während in Wirtschaftsvölkern die Bienenpopulation im August stark abnimmt, erreichen die Jungvölker kurz vor der Einwinterung ihr Populationsmaximum. Kleinere Völker und Völker mit Jungköniginnen pflegen im Herbst eher mehr Brut als grössere^{2; 43; 99} (vgl. Kapitel 6.7).

Das Schlüpfen der Winterbienen variiert von Jahr zu Jahr. Zum Teil kommen sie schon im Juli zur Welt, zum Teil erst im August, und mehrheitlich im September. Gegen den Herbst hin nimmt somit der Anteil der überwinternden Bienen ständig zu¹¹⁷. Die langlebigen Winterbienen stehen im Herbst auf den Waben herum, fressen Pollen und beteiligen sich kaum an der herbstlichen Brutpflege und der Sammeltätigkeit. Erst im Spätwinter übernehmen sie Brutpflegeaufgaben, gehen auf Sammelflüge und sterben im Frühling langsam ab¹⁵⁴ (vgl. Kapitel 2).

Verschiedene Forschungsarbeiten belegen eine starke Abhängigkeit zwischen der Einwinterungsstärke und der Auswinterungsstärke von Bienenvölkern^{43; 92}. Das heisst, je stärker ein Volk in den Winter geht, desto grösser ist die Wahrscheinlichkeit, dass es sich im Frühjahr zügig entwickelt (Abb. 29, 30 und 31). Schon vor dem Auffüttern sollte man deshalb entscheiden, welche Völker überwintert werden. Die minimale Volksstärke überwinterrfähiger Völker ist unter anderem abhängig vom Standort und liegt zwischen 5 000 und 8 000 Bienen⁹⁹. Schwächere, gesunde Völker können vereint oder durch einen Ableger verstärkt werden. Gesundheitlich angeschlagene Völker sollten vor der Einwinterung aufgelöst werden. Die Grösse des Brutnestes kann im Spätsommer nicht als Kennzeichen für eine grosse Winterbienenpopulation gewertet werden, denn ein bedeutender Teil der Bienen ist

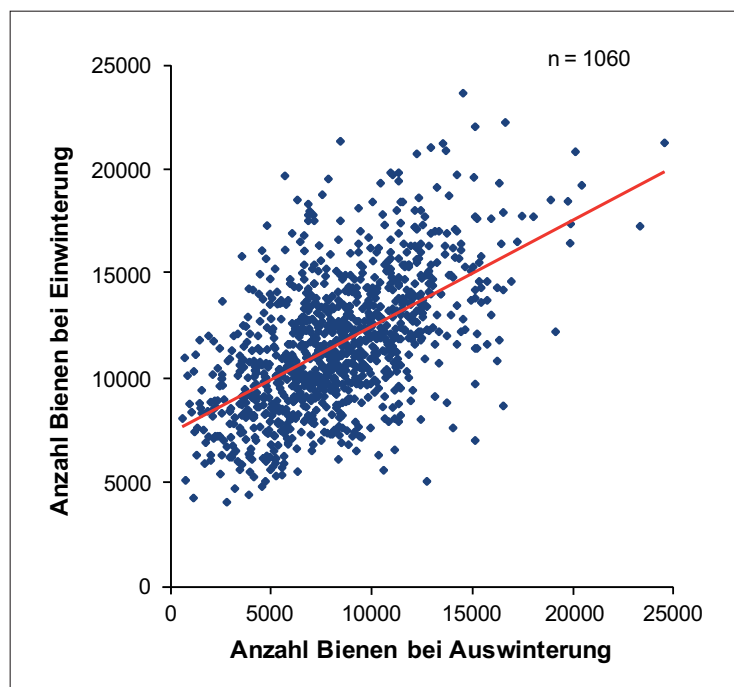


Abb. 29: Ein- und Auswinterung von Bienenvölkern – Einzelwerte.

Über den Zeitraum von 1979 bis 2006 wurde durch das Zentrum für Bienenforschung an 32 Standorten in der Schweiz die Ein- und Auswinterungspopulation von 1060 Völkern erhoben. Es besteht eine signifikante Abhängigkeit zwischen der Ein- und Auswinterung (Anfang Oktober / zweite Hälfte März). Daher gilt im Normalfall: Je stärker die Völker einwintern, desto besser überwintern sie auch aus ($P < 0.001$; $r^2 = 0.52$). Diese Regel kann allerdings durch Krankheiten oder schlechtes Futter ausser Kraft gesetzt werden. Starke Völker haben aber auch unter schlechten Bedingungen eine grössere Überlebenschance.

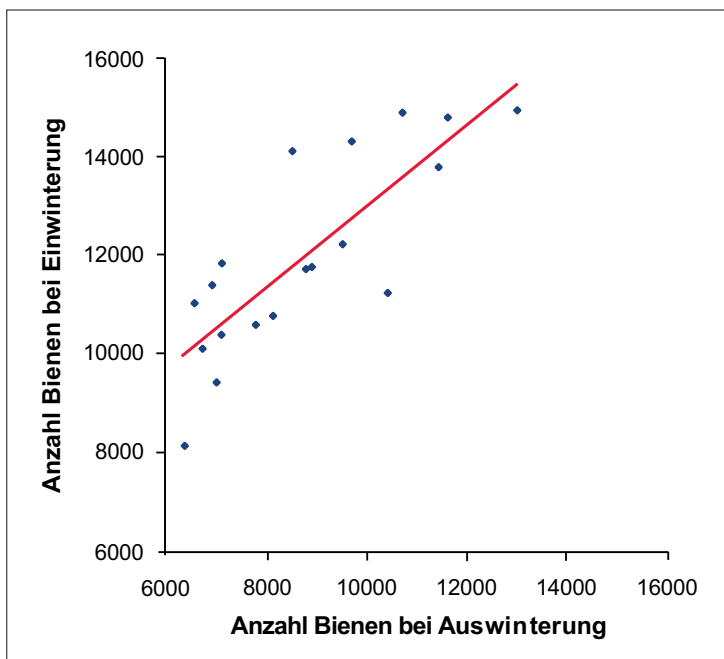


Abb. 30: Ein- und Auswinterung von Bienenvölkern – Jahresmittelwerte.

Werden die in Abbildung 28 dargestellten Werte pro Jahr gemittelt ($n = 7 - 186$), so ergibt sich ebenfalls eine starke Abhängigkeit zwischen der Ein- und Auswinterungspopulation ($P < 0.001$; $r^2 = 0.66$). Erstaunlich sind aber die grossen Unterschiede zwischen den Jahren, welche vermutlich Umwelteinflüssen zuzuschreiben sind.



Völker im Spätwinter

möglicherweise kurzlebig und wird nicht in den Winter gehen. Um eine problemlose Überwinterung und eine schnelle Frühjahrsentwicklung zu gewährleisten, ist eine Einwinterungsstärke von mindestens 10 000 Bienen oder mehr anzustreben. Sind die Völker wegen einer Spättracht generell schwach, sollten nur diejenigen Völker eingewintert werden, welche die notwendige Population von über 5 000 Bienen aufweisen. In solchen Situationen sollte man die Wirtschaftsvölker nicht mit Jungvölkern verstärken, sondern zuerst das Frühjahr abwarten.

6.1.2 Auswinterung

Nach der weitgehend brutfreien Periode der Winterruhe beginnen die Königinnen Ende Januar/Anfang Februar mit der Eiablage. Die Königinnen haben individuelle Legerhythmen, intensivere Phasen wechseln sich dabei mit weniger intensiven Perioden ab. Auslöser für die Eiablage scheinen weder bestimmte Witterungs- noch Trachtverhältnisse zu sein. Die Völker scheinen einerseits einer genetisch fixierten Entwicklung zu folgen, die aber andererseits von einer Vielzahl von äusserlichen Faktoren beeinflusst wird¹⁵⁸ (siehe Kapitel 2).

Ab März haben die verbliebenen Winterbienen gewaltige Aufbauarbeit zu leisten. Damit der Übergang zum Sommervolk möglichst reibungslos vor sich geht, müssen die Winterbienen in der Lage sein, genügend Brut aufzuziehen. Für schwächere Völker ist die Belastung besonders gross, da sie, um die nötigen Wachstumsraten zu erreichen, mehr Brut pro Biene aufziehen müssen als grössere Völker⁴³. In dieser Übergangsphase spielen verschiedene, zum Teil von einander abhängige Faktoren eine entscheidende Rolle für die Volksentwicklung, so zum Beispiel die Volksstärke, die Leistungsfähigkeit der Königin, die innere und äussere Nährstoffversorgung, Krankheiten und die Witterung.

Im Frühling erwartet der Imker, dass die Volksstärke stetig zunimmt. Ist die Frühjahrsentwicklung schleppend, werden sehr oft Krankheiten oder missliche Witterungsverhältnisse ins Feld geführt. Die Frage, ob die Winterbienenpopulation überhaupt in der Lage ist, den raschen Populationsanstieg zu gewährleisten, wird selten gestellt.

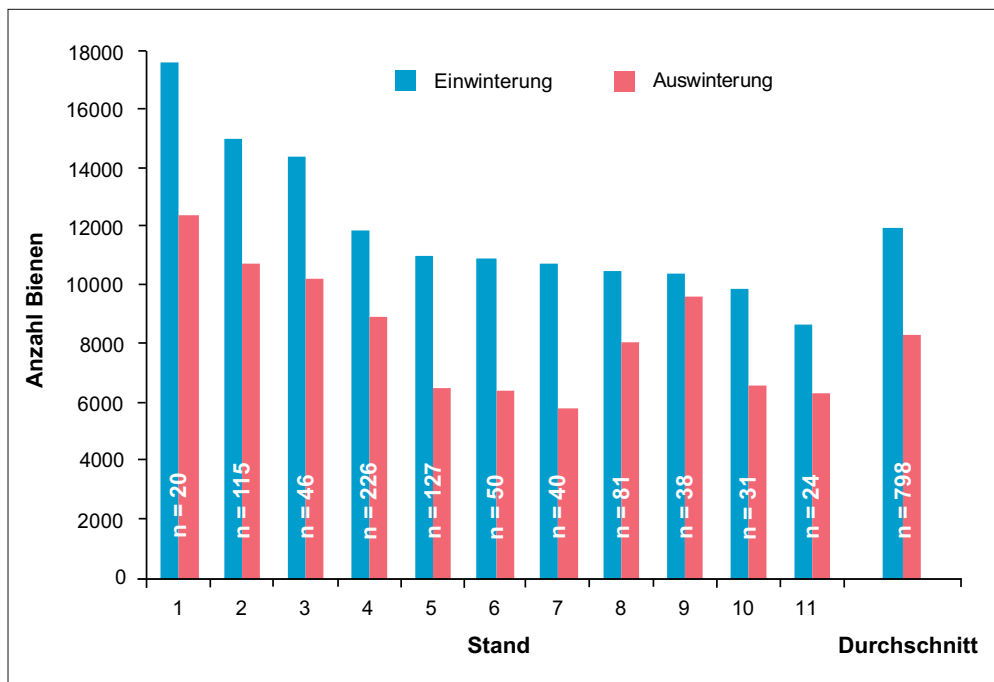


Abb. 31: Ein- und Auswinterung von Bienenvölkern – Standortunterschiede.

Die Unterschiede zwischen den durchschnittlichen Ein- und Auswinterungspopulationen von 11 Ständen, zum Teil ermittelt vom gleichen Stand, über mehrere Jahre ($n = 20$ bis 226) hinweg, sind signifikant ($p < 0.01$). Dies belegt den deutlichen Umwelteinfluss am jeweiligen Standort auf die Volksentwicklung.

Die Lebensdauer und der Verlauf des Abganges der Winterbienen spielen dabei eine entscheidende Rolle. Falls die mittlere Lebensdauer unter 30 Tage sinkt, resultiert allein schon daraus eine schleppende Entwicklung. Dies konnte anhand von Modellrechnungen gezeigt werden. Der Verlauf des Abgangs der Winterbienen ist entscheidend für das rasche Erstarken im Frühjahr. Das heisst, es müssen möglichst viele Winterbienen möglichst lange in den Frühling hinein überleben. Hinzu kommt, dass im Frühling die Schlüpftrate der Brut sehr oft nur zwischen 75 und 80 % liegt. Bei Pollenmangel infolge Schlechtwetterperioden kann dieser Prozentsatz noch bedeutend tiefer liegen (vgl. Abschnitt 2.1.8).

Um eine Frühtracht effizient nutzen zu können, sollten unter Schweizer Bedingungen Anfang Mai 20 000 Bienen vorhanden sein. Dies lässt sich aber nur erreichen, wenn bei der Auswinterung über 10 000 Winterbienen vorhanden sind. Dazu muss die Königin im März und Anfang April täglich durchschnittlich 500 bis 750 Eier legen. Zudem muss die Schlüpftrate über 60 % liegen. Um diese Brut zu pflegen, sind mindestens 12 000 Bienen nötig. Dazu muss die durchschnittliche

Lebensdauer der neuen Generation mindestens 30 Tage betragen. Um die erforderliche Brutmenge in kurzer Zeit aufziehen zu können, werden zusätzlich grosse Anforderungen an die Eiweissversorgung gestellt (körpereigene Reserven, Pollenvorräte und Tracht). Falls die Frühtracht nur als Aufbau-tracht genutzt werden soll und die Völker vorwiegend eine Waldtracht nutzen sollen, ist diese auch mit schwächeren Völkern von 8 000 bis 10 000 Winterbienen bei der Auswinterung möglich¹⁵⁰⁻¹⁵².

Als weiterer erschwerender Faktor belasten verschieden Krankheiten die Bienenvölker im Frühjahr. Sehr oft verkürzen bakterielle Mischinfektionen oder Infektionen durch Pilze die Lebensdauer der Winterbienen, wobei Nosema eine zentrale Rolle spielt.

Nach Wille¹⁵³ senkt eine Zunahme erkrankter Bienen von 3 bis 4 % die durchschnittliche Überlebensdauer der Bienen im März um 10 Tage. Im April und Mai sind zu einer solchen Reduktion bereits 10 % erkrankte Bienen nötig. Je höher der Anteil an Nosema bei an Mischinfektionen erkrankter Bienen liegt desto kürzer fällt die Überlebensdauer aus (Abb. 28). Verluste dieser Art treten vor

allem von Mitte April bis Mitte Mai auf. Der Mangel an Arbeiterinnen macht sich erst einige Wochen später bemerkbar, wenn es dem Volk nicht mehr gelingt, durch Brutaufzucht die in Folge verkürzter Lebensdauer entstehenden Lücken zu kompensieren.

6.2 Kohlenhydratversorgung

6.2.1 Auffütterung

Mit Hilfe des angelegten Futtervorrates sind die Bienenvölker in der Lage, die trachtlose Zeit mit den widrigen klimatischen Bedingungen zu überdauern. Der Futtervorrat ist einerseits wichtig für die Überwinterung, aber noch entscheidender für die Auswinterung und die Frühjahrsentwicklung, denn ein namhafter Teil des Winterfutters wird erst nach der Aufnahme der Brutaufzucht verbraucht. Während dieser Zeit kann Futtermangel das Brutgeschäft stören und die Volksentwicklung beeinträchtigen. Geht das Futter ganz zur Neige oder können die Bienen im Winter den Futtervorräten nicht folgen, so sterben die Völker innerhalb weniger Stunden oder Tage.

Nach der Auffütterung sollten einzargige Völker um Mitte September über 16 bis 18 kg, zweizargige Völker über 23 kg Winterfutter verfügen.



Auffüttern mit Deckelfuttergeschirr

Honigtau-, Kastanien- und Heidehonige eignen sich wegen ihres grossen Mineralstoffgehaltes nicht als Winterfutter und sollten vor dem Auffüttern entfernt werden. Auf Blütenhonigvorräten können Bienenvölker hingegen problemlos überwintert werden. Bezüglich der Eignung von Honigsorten wie Raps, Löwenzahn und Sonnenblume, die wegen ihres hohen Glukoseanteils leicht in der Wabe auskristallisieren, gehen die Meinungen auseinander⁶⁰.

Zur Auffütterung haben sich flüssige Futtermittel am besten bewährt. Bei der Fütterung mit Futterteig sind neben der beträchtlich verlängerten Abnahme keine negativen Einflüsse festgestellt worden. Von der Fütterung mit Maischen (Vermengung von Kristallzucker mit Invertzuckerlösungen) ist abzuraten, da in Laborversuchen eine Verkürzung der Lebensdauer festgestellt wurde⁴⁹.

Zuckerwasser kann aus raffiniertem Kristallzucker (Saccharose) selbst angerührt werden. Ob im Verhältnis 1:1 oder 3:2, ist nebensächlich. Nicht raffinierter Zucker enthält zu viele Mineralstoffe, die für die Bienen während der Überwinterung nicht bekömmlich sind⁴.

Gebrauchsfertige Zuckersirupe verschiedenster Art können über den Fachhandel bezogen werden. Insbesondere aus Saccharose durch enzymatische Hydrolyse hergestellte sogenannte Invertzuckersirupe haben sich in der Praxis bewährt. Sie bestehen aus unterschiedlichen Anteilen Fruktose, Glukose und Saccharose. Damit ist ihre Zuckerzusammensetzung vergleichbar mit jenem von Nektar oder Honig.

Seit einigen Jahren wird vermehrt so genannter Maltosesirup (Stärkehydrolysat oder Sirup auf Stärkebasis) als Bienenfuttermittel angeboten. Er ist vor allem wegen des günstigeren Preises und der langen Haltbarkeit interessant. Wie der Name sagt, enthält dieser Sirup neben Fruktose, Glukose und verschiedenen Mehrfachzuckern vorwiegend Maltose und wird durch enzymatische Hydrolyse aus Mais- oder Weizenstärke gewonnen. Lange wurde befürchtet, dass die enthaltene Maltose, die aus zwei Glukose-Bausteinen besteht, bei der Verarbeitung des Winterfutters durch die Invertase in Glukose gespalten werden könnte, die zum Aus-

kristallisieren des Winterfutters führen könnte. Chemische Untersuchungen des Winterfutters haben aber gezeigt, dass nur ein Teil der enthaltenen Maltose in Glukose umgewandelt wird¹³⁹ (Abb. 32 und 33). Da der Glukoseanteil nicht besonders stark zunimmt, ist ein Auskristallisieren des Futters nicht zu erwarten. Zahlreiche praktische Erfahrungen zeigen, dass sich Maltosesirup ebenso gut wie Invertzuckerlösung als Winterfutter eignet und die Volksentwicklung nicht negativ beeinflusst^{96-98; 100}.

Zur Vermeidung des Auskristallisierens der Glukose im Winterfutter lassen sich leider keine eindeutigen Grenzwerte festlegen, da die Kristallisationsneigung von verschiedenen physikalischen Faktoren, die sich gegenseitig beeinflussen, abhängt. Vorsicht ist ab einer Konzentration von über 30 g/100 g Sirup oder bei einem Glukose/Wasser-Verhältnis von über 1,7 geboten^{58; 105}.

Abgesehen von Saccharose hat sich das Verfüttern von einzelnen Zuckerarten wie Fruktose oder Glukose in fester oder gelöster Form in Labor- und Feldversuchen als ungeeignet erwiesen, da es zu einer Verkürzung der Lebensdauer oder zum Auskristallisieren der Vorräte führte, was wiederum Völkerverluste im Winter bei vollen Waben verursachen kann^{49; 51}.

Da die Zusammensetzung der Bienenfutttermittel erheblich variiert, ist deren Eignung als Winterfutter jeweils individuell zu beurteilen. Folgenden Merkmalen sollte besondere Beachtung geschenkt werden:

- geringer Mehrfachzuckeranteil (Oligo- und Polysaccharide)
- keimfrei
- keine Gärung
- Mineralstoffgehalt (Aschegehalt) unter 0,1 g / 100 g
- HMF-Gehalt unter 30 mg/kg⁷⁶
- keine Verunreinigungen und Farbstoffe
- schwach sauer bis neutral (pH 4 – 7)

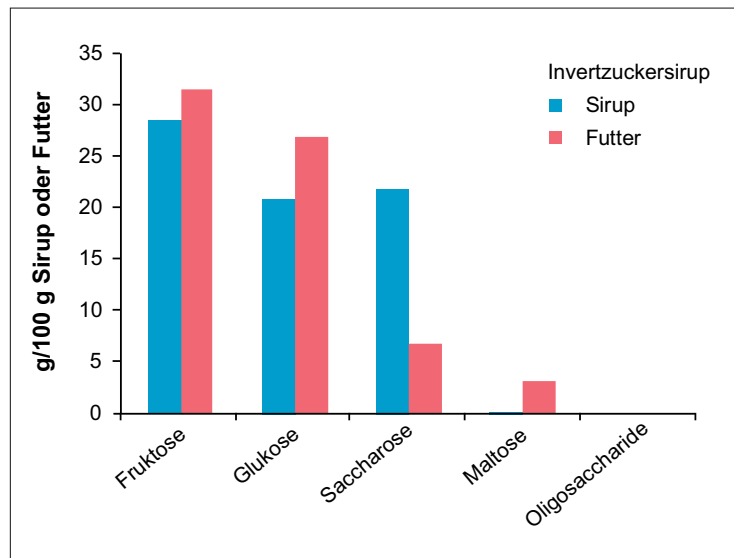


Abb. 32: Umwandlung von Invertzuckersirup in Winterfutter.

Die Zusammensetzung des Invertzuckersirups wird bei der Einlagerung als Winterfutter nur unwesentlich verändert. Einzig die Saccharose wird zu Fruktose und Glukose abgebaut. Die Zuckerzusammensetzung des Winterfutters gleicht der eines Blütenhonigs, was eine problemlose Überwinterung gewährleistet (von der Ohe und Schönberger, 2002). (Grafik modifiziert nach von der Ohe und Schönberger, 2002).

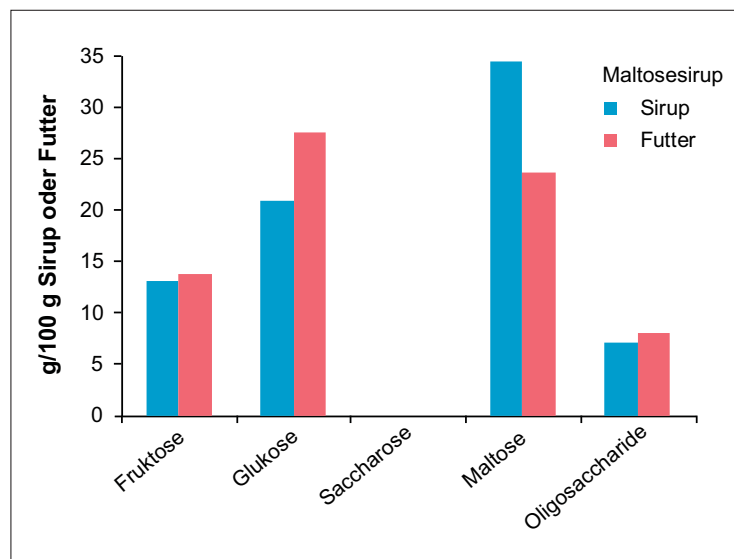


Abb. 33: Umwandlung von Maltosesirup in Winterfutter.

Maltosesirup enthält keine Saccharose, dafür aber je nach Produkt über 30 % Maltose. Versuche haben gezeigt, dass nur ein Teil der Maltose zu Glukose abgebaut wird und deren Gehalt im Winterfutter aber unterhalb der kritischen Sättigungskonzentration bleibt. Hohe Glukosegehalte können unter ungünstigen Bedingungen zum Auskristallisieren des Winterfutters führen. Erfahrungen haben gezeigt, dass die Völker auch auf Maltosesirup gut überwintern (Liebig, 2000; von der Ohe und Schönberger, 2002; Liebig, 2006). (Grafik modifiziert nach von der Ohe und Schönberger, 2002).

Einen interessanten Versuch zur Auffütterung und gleichzeitigen Wabenbauerneuerung hat Villumstad beschrieben¹³⁸. Wenn die Brut nach der Heidetracht ausgelaufen war (Ende September), wurden der einen Völkergruppe alle Brutwaben entnommen und durch Mittelwände ersetzt. Anschließend wurden diese mit Zuckerwasser aufgefüttert. Die Kontrollgruppe wurde auf den alten Brutwaben aufgefüttert und überwintert. Die Völker, die während der Auffütterung ihren Wabenbau erneuerten, überwinterten ebenso gut wie die Kontrollgruppe. Auch bezüglich der Frühjahrsentwicklung und dem Honigertrag konnte kein Unterschied festgestellt werden. Die Völker auf den neuen Waben zeigten aber einen geringeren Nosemabefall und verbrauchten weniger Winterfutter als diejenigen auf den alten Waben.



Aufritzen einer Futterwabe

6.2.2 Reizfütterung

In Zeiten mit einem spärlichen Nektarangebot empfehlen seit den Anfängen des letzten Jahrhunderts zahlreiche Fachbücher, das Bienenvolk regelmässig in kleinem Umfang zu füttern und dadurch eine natürliche Tracht zu simulieren. Durch diese Reizfütterung soll die Königin zu einer verstärkten Eiablage stimuliert werden. Die erhöhte Brutaktivität soll zu einer grösseren Bienenpopulation und damit

zur besseren Nutzung der Tracht oder Überwinterung führen. Es fragt sich allerdings, in welchem Mass die Bienenpopulation mit Pflegemassnahmen wie Reizfütterung beeinflusst werden kann. Seit den 40er-Jahren wurde diese im Rahmen von verschiedenen Forschungsarbeiten untersucht.

Frühjahrsreizfütterung mit Zuckerlösungen

Erste wissenschaftliche Versuche hat Butler 1946 durchgeführt, indem er Völkergruppen mit konzentriertem Zuckersirup, verdünntem Zuckersirup oder mit Pollenersatzteig und Zuckersirup fütterte²⁰. Gegenüber den nicht gefütterten Kontrollvölkern zeigten die gefütterten Völkergruppen weder eine erhöhte Brutaktivität noch eine schnellere Volksentwicklung. Die mit konzentriertem Sirup gefütterten Völker schienen sich sogar schlechter zu entwickeln als jene ohne jegliche Pflegemassnahmen. Butler erachtete deshalb die Frühjahrsreizfütterung als Futterschwendung.

Im Rahmen von Liebefelder Untersuchungen⁶⁵ in den frühen 80er-Jahren wurden handelsüblicher Fertizuckersirup, Zuckerwasser 1:1 und Zuckersirup mit einem Proteinzusatz zur Frühjahrsreizfütterung geprüft. Die handelsüblichen Sirupe und die Zuckerwasserlösung erwiesen sich bezüglich Bienenverträglichkeit als ebenbürtig. Mit der Fütterung konnte gegenüber den



Reizfütterung im Schweizerkasten

nicht gefütterten Kontrollvölkern keine Steigerung der Bruttätigkeit und der Arbeiterinnenpopulation erzielt werden (Abb. 34 und 35). Die Völker konnten weder zum vermehrten Pollensammeln angeregt werden, noch konnten mit den gefütterten Völkern

höhere Honigerträge eingebracht werden. Die Völker, welche mit Proteinzusatz versetztes Zuckerwasser erhielten, entwickelten sich deutlich schlechter als die anderen Versuchsgruppen, was unter Umständen auf das gärende Futter zurückzuführen ist.

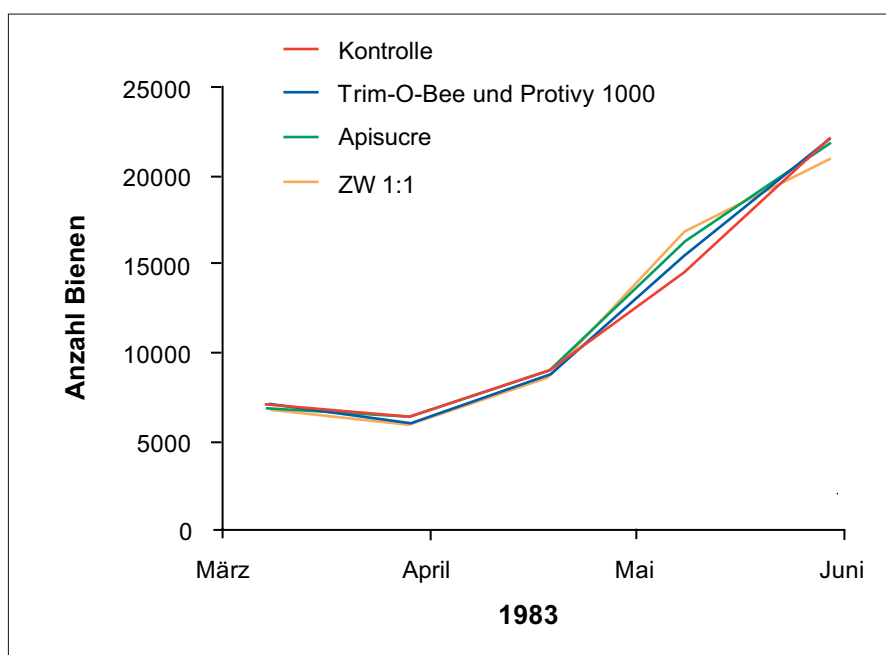
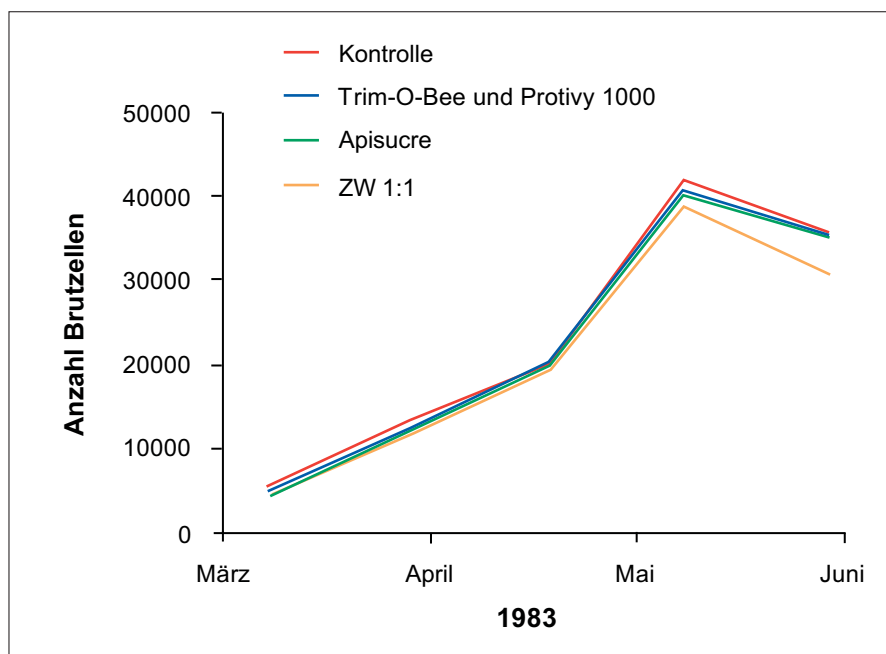


Abb. 34 und 35: Reizfütterung im Frühjahr und Volksentwicklung.

Im Frühjahr 1983 wurden 4 verschiedene Reizfütterungsverfahren bei Völkergruppen mit je 8 Völkern bezüglich ihres Einflusses auf die Volksentwicklung getestet:

- Kontrolle: ohne Fütterung; – Trim-o-Bee: 0,3l 75% Zuckerlösung und 3g Protiviy 1000;
- Apisucce: 0,3l 75% Zuckerlösung; – Zuckerwasserlösung: im Verhältnis 1:1, 0,5l

Gefüttert wurde zwei Mal pro Woche, vom 11. März bis 15. April während 5 Wochen. Es konnte kein Unterschied bezüglich der Brutentwicklung (Abb. 34) und der Anzahl Bienen (Abb. 35) zwischen der Kontrolle ohne Fütterung und den Fütterungsverfahren festgestellt werden. Eine Wiederholung des Versuches bestätigte diese Resultate (Imdorf et al., 1984a).

Frühjahrsreizfütterung durch Aufritzen des Futters

Neben der flüssigen Reizfütterung hat auch das Aufkratzen oder Zerdrücken von Vorratswaben eine lange Tradition im Rahmen von brutfördernden Massnahmen. Liebig⁹⁰ hat dessen Einfluss auf die Völkerentwicklung zum Zeitpunkt der Weidenblüte untersucht. Ein- oder mehrmaliges Aufritzen von Vorratswaben führte weder zu einem erhöhten Futterverbrauch noch zu einer rascheren Ausdehnung des Brutnestes noch zu einer besseren Volksentwicklung (Abb. 36). Im selben Versuch wurden auch die Reizfütterung mit einer Honigfuttersacktasche und die Reizung durch Drehen der zweiten Brutraumzarge um 180° geprüft. Auch diese Verfahren zeigten keinen Vorteil gegenüber der nicht behandelten Kontrolle.

Spätsommerreizfütterung

Liesse sich die Bienenpopulation über einfache Pflegemassnahmen wie die Reizfütterung durch den Imker steuern, könnten kritische Phasen des Bienenjahres entschärft werden. Schon im Rahmen einer Untersuchung von 1979 hatte Wille nachgewiesen, dass die Spätsommerreizfütterung die Anzahl überwinterrungsfähiger Bienen nicht erhöht. In den 1970er-Jahren kamen Forscher der Bayerischen Landesanstalt für Bienenzucht

in Erlangen zu ähnlichen Schlüssen¹⁴³. Gelegentlich erhöhte sich die Bruttätigkeit der gefütterten Völker gegenüber den Kontrollvölkern geringfügig, die Unterschiede waren jedoch nie statistisch signifikant. Durch die Reizfütterung konnte die Bienenpopulation weder vor der Einwinterung noch nach der Auswinterung beeinflusst werden. Auch bezüglich der Frühjahrsentwicklung liess sich kein Unterschied feststellen.

In einem gross angelegten Liebefelder Versuch in den Jahren 1980 – 82 wurde der Einfluss einer dreiwöchigen Zuckerwasser-Reizfütterung drei Wochen vor der Auffütterung untersucht⁷⁵. Auf einigen Ständen führte die Reizfütterung zu einer kurzfristigen Erhöhung der Brutfläche. Die gereizten Völker zogen etwas mehr Bienen auf, die aber so kurzlebig waren, dass über die Reizfütterung keine erhöhte Winterbienenpopulation hervorgebracht werden konnte. Die zu vergleichenden Völkergruppen wiesen bei der Einwinterung vergleichbare Populationen auf und entsprachen sich auch bezüglich der Winterverluste und der Volksstärke bei der Auswinterung (Abb. 37, 38 und 39).

Obwohl zwischen den zu untersuchenden Verfahren (Reizfütterung verbunden mit Auffütterung oder blosser Auffütterung) kein

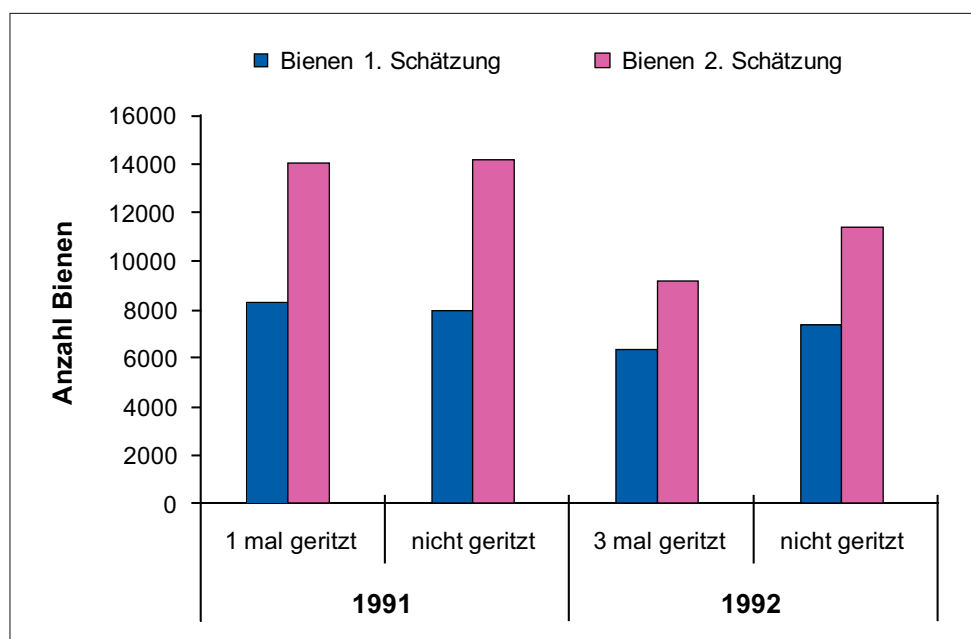


Abb. 36: Aufritzens des Futters und Volksentwicklung.

Untersuchungen von Liebig über zwei Jahre hinweg zeigten, dass ein einmaliges oder dreimaliges Aufritzen von Futterwaben im Verlauf des Frühjahrs die Volksentwicklung gegenüber einer unbehandelten Kontrolle nicht beschleunigt (Liebig, 1994b).

Unterschied festgestellt werden konnte, zeigten sich in der Volksentwicklung erhebliche Unterschiede auf den verschiedenen Ständen (Abb. 40). In Rapperswil (SG) lag die Bienenpopulation Ende Juli durchschnittlich bei fast 23 000 Bienen und ging anschliessend noch vor der Einwinterung rapide auf leicht über 16 000 Bienen zurück. Auch der Bienenabgang während des Winters war auf dem Rapperswiler Stand massiv, vermutlich bedingt durch eine Tracheenmilbeninfektion. Die Völker winternten mit nur 5 000 Bienen aus. Ein ähnlicher Verlauf der Bienenpopulation war in Grangeneuve (FR) zu verzeichnen. Unabhängig vom Fütterungsverfahren wurde auf den Ständen in Königsfelden (AG) und Oeschberg (BE) nach dem Abwärtstrend ab Mitte August eine leichte Zunahme festgestellt. Diese umfasste allerdings nur etwa 2 000 Bienen. In Königsfelden überwinterten die Völker mit sehr kleinen Winterverlusten und entwickelten sich im Frühjahr sehr zügig. In Oeschberg verloren die Völker im Winter fast die Hälfte der Bienen und entwickelten sich im Frühjahr entsprechend zögerlich. Dieses Beispiel zeigt einmal mehr, wie stark sich die Volksentwicklung auf Grund unbekannter Einflüsse auf verschiedenen Ständen unterscheiden kann.



Pollen, die Eiweissquelle der Bienen

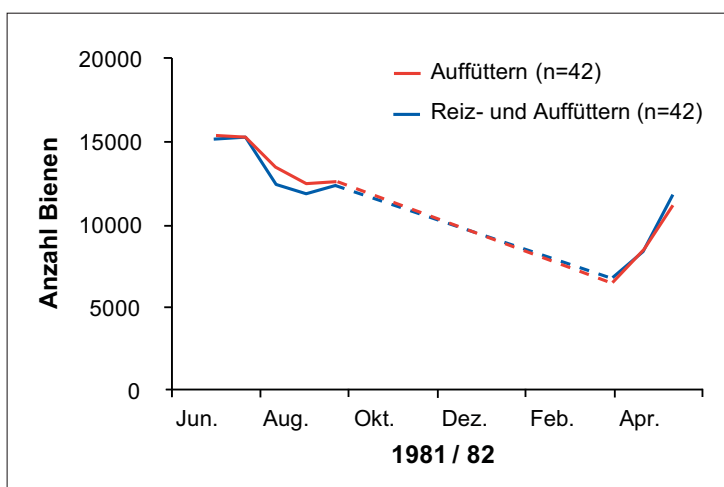
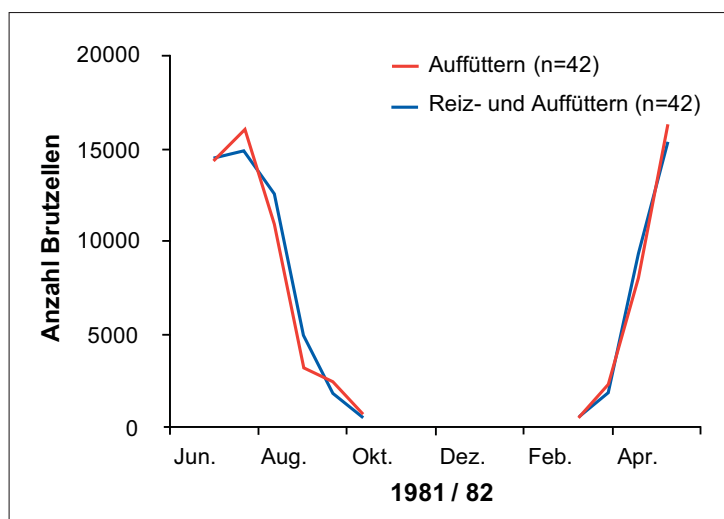


Abb. 37 und 38: Spätsommerreizfütterung und Überwinterung von Bienenvölkern.

An vier Standorten wurde die eine Hälfte der Völker nach der Honigernte zuerst während 21 Tagen reizgefüttert (1 resp. 0,5 l Zuckerwasser [1:1] in einem Intervall von 2 Tagen) und anschliessend aufgefütert. Die zweite Hälfte der Völker wurde sofort nach der Honigernte während 15 Tagen nur aufgefütert.

Es konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Fütterungsgruppen, weder bezüglich der Brut (Abb. 37) noch bezüglich der Entwicklung der Bienenpopulation (Abb. 38) im Herbst und im Frühjahr festgestellt werden (Imdorf et al., 1983).

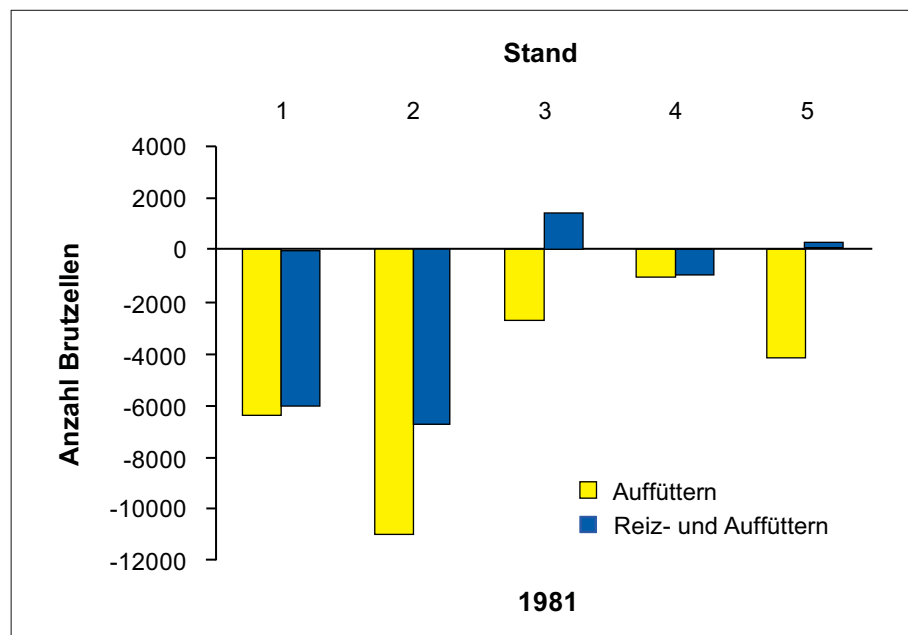


Abb. 39: Reizfütterung im Spätsommer und Brutentwicklung.

Nur auf 3 von 5 Standorten konnte während der dreiwöchigen Reizfütterung die normale Abnahme der Brut etwas hinausgezögert werden. Die dadurch erreichte Zunahme der aufgezogenen Bienen hatte aber keinen wesentlichen Einfluss auf die eingewinterte Volksstärke (Imdorf et al., 1983).

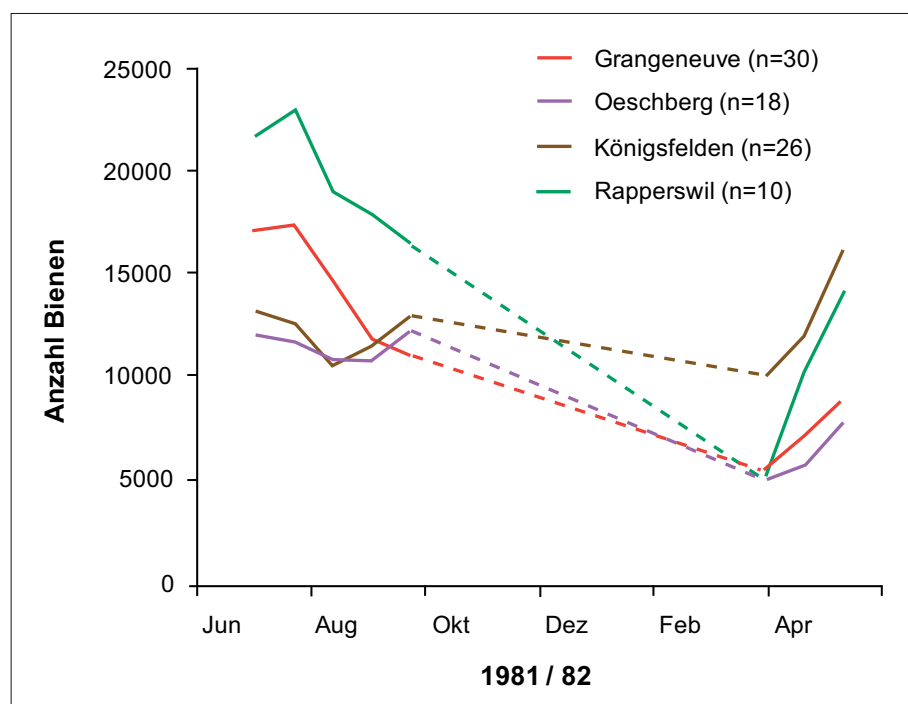


Abb. 40: Standorteinflüsse auf die Volksentwicklung.

Werden die Mittelwerte der Volksentwicklung pro Standort während des Fütterungsversuches auf den 4 Standorten verglichen, so zeigen sich signifikante Unterschiede. Dies deckt sich mit anderen Untersuchungen (Abb. 16), bei welchen der Einfluss des Standortes auf die Volksentwicklung bedeutend grösser war als die geprüften imkerlichen oder züchterischen Massnahmen (Imdorf et al., 1983).

6.3 Eiweissversorgung

6.3.1 Pollenversorgung und Brutaufzucht

Der Pollen ist die einzige Proteinquelle des Bienenvolkes und spielt eine entscheidende Rolle bei der Aufzucht der Brut sowie bei der Entwicklung der Arbeiterinnen. Damit hat er einen entscheidenden Einfluss auf die Volksentwicklung. Über den Pollen decken die Bienen ihren Bedarf an essentiellen Aminosäuren und Mineralstoffen. Die ausreichende Pollenversorgung ist für die Entwicklung der inneren Organe, insbesondere des Fettkörpers und der Futtersaftdrüsen entscheidend.

Der Protein- und der Mineralstoffgehalt des Pollens variiert je nach Pflanzenart. Der Pollen der windbestäubten Pflanzen, der vorwiegend im Frühjahr gesammelt wird, sowie auch der Maispollen, sind im Allgemeinen eher proteinarm. Unter Schweizer Bedingungen weisen die Pollen der im Mai blühenden Pflanzen mit rund 25 % den höchsten durchschnittlichen Eiweissgehalt im Sammelgut auf. Gegen den Herbst hin nimmt der Proteingehalt wieder leicht ab¹⁵⁶. Der Pollen wird mehrheitlich von Pflanzenarten gesammelt, die eine Massentracht bieten, wie zum Beispiel Raps, Weisklee, Mais usw. Im Allgemeinen wird aber unter schweizerischen Bedingungen immer ein Pollengemisch eingetragen. Es ist deshalb kaum anzunehmen, dass die Honigbienen unter der Verarmung der Artenvielfalt in den Anbaugebieten leiden. Verschiedene Forschungsarbeiten lassen vermuten, dass die Bienen nicht in der Lage sind, verschiedene Pollen bezüglich ihres Proteingehaltes zu unterscheiden. Aus diesem Grund geht man davon aus, dass Sie aufgrund des Eiweissgehaltes keine bestimmte Pflanzenart bevorzugen^{80;81}.

Seinen Nahrungsbedarf deckt das Bienenvolk während seiner aktiven Phase in erster Linie durch das Pollen- und Nektarangebot der Umgebung. Daneben werden für Zeiten, in denen das natürliche Angebot knapp ist, Vorräte angelegt. In den Waben werden Kohlenhydratreserven wie Honig und Rohprotein in Form von Bienenbrot angelegt. Im Fettkörper der Biene werden Protein- und Fettreserven gebildet. Beim Auswintern und

beim Überbrücken von Trachtpausen spielen die Pollenvorräte eine wichtige Rolle¹⁶⁵. In bestimmten Situationen werden auch Bienenlarven gefressen und als Proteinquelle genutzt. Insbesondere Drohnenbrut wird vielfach angelegt und vor dem Schlüpfen wieder ausgeräumt. Dabei wird jüngere Brut gegenüber älterer bevorzugt und bei Pollenmangel eher gefressen^{143;144}.

Die Brutaufzucht ist abhängig vom Pollenangebot. Stehen einem Bienenvolk weder Pollenvorräte in den Waben noch ein natürliches Angebot an pollenspendenden Pflanzen aus der Umgebung zur Verfügung, kann es keine Brut von nennenswertem Umfang aufziehen. Wenn das natürliche Pollenangebot zurückgeht oder es den Völkern unter Versuchsbedingungen verunmöglicht wird, Pollen zu sammeln, wird die Brutaufzucht eingestellt^{28;74}. Der Zusammenhang zwischen der Menge des eingetragenen Pollens und der angelegten Brutfläche ist jedoch nur lose¹⁶² (Abb. 41). Das heisst, dass Völker mit derselben Pollenmenge unterschiedlich viel Brut aufziehen können. Je grösser

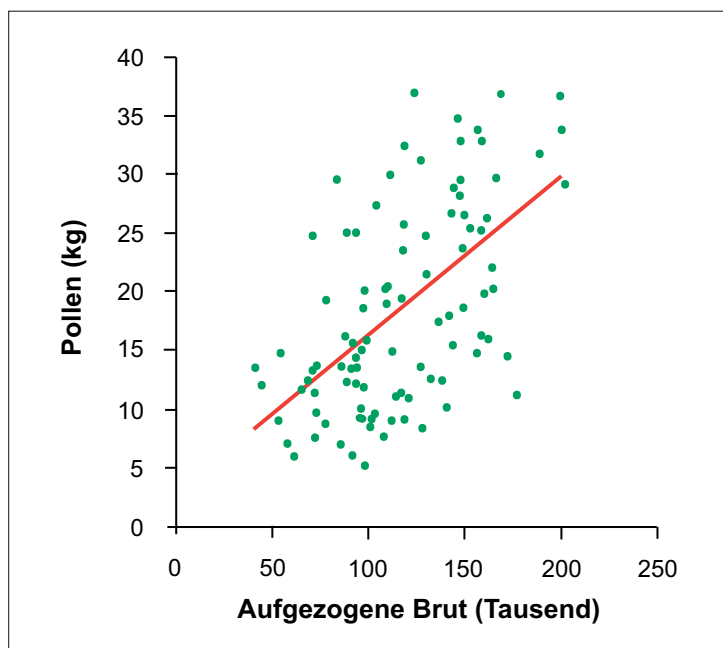


Abb. 41: Pollenversorgung und Brutaufzucht.

Bei 102 Völkern wurden während der ganzen Bienen Saison der Polleneintrag und die Brutaufzucht gemessen. Es konnte eine Abhängigkeit ($P < 0.001$; $r^2 = 0.34$) zwischen den beiden Merkmalen festgestellt werden, die aber sehr lose ist. Je mehr Pollen gesammelt wird, desto mehr Brut wird aufgezogen. So gibt es in dieser Untersuchung zwei Völker, die zirka 130000 Bienen aufgezogen haben. Dazu sammelte das eine Volk 13 kg und das andere 32 kg Pollen. Ein anders Beispiel: Das Volk 9 hat auf dem gleichen Stand und mit der gleichen Königin 1983 und 1984 22 kg resp. 32 kg Pollen gesammelt. Es hat aber 1983 mit weniger Pollen bedeutend mehr Brut aufgezogen (Wille et al., 1985).

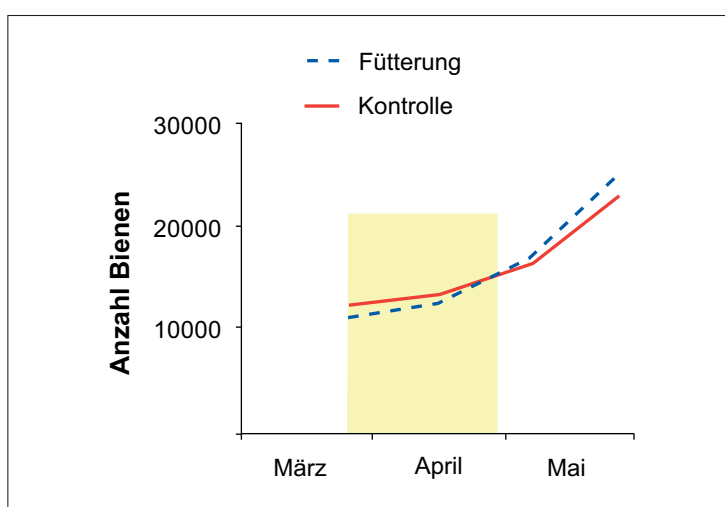
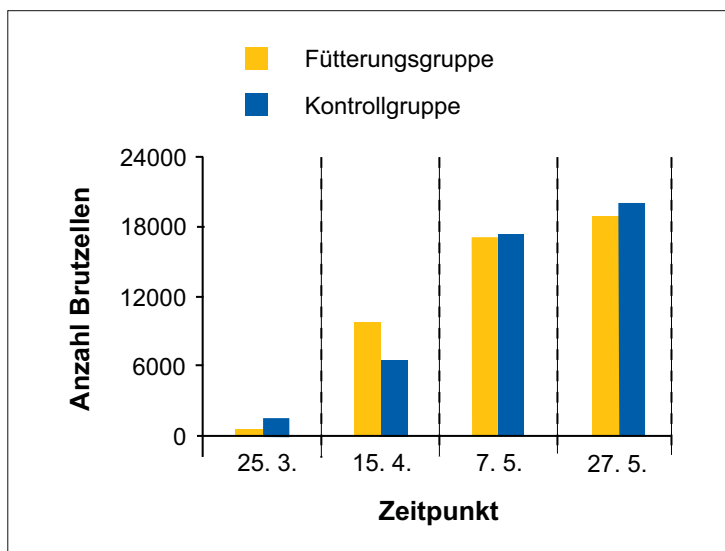


Abb. 42 und 43: Pollenfütterung im Frühjahr und Volksentwicklung.

Im Frühjahr 1986 und 1987 wurden je eine Völkergruppe zu je 5 resp. 8 Völkern während 5 Wochen von Ende März bis Anfang Mai wöchentlich mit 500 g Pollenpaste (300 g Pollen aus eigener Sammlung und 200 g Zuckerwasser 1:1) gefüttert. Von Ende März bis Ende Mai wurden in einem Intervall von drei Wochen Populationsmessungen (Brut und Bienen) durchgeführt. Zur Kontrolle wurden gleiche Völkergruppen ohne jegliche Fütterung beobachtet (Imdorf et al., 1988).

In beiden Jahren konnte anfangs April eine kleine Erhöhung der Brutaufzucht beobachtet werden (Abb. 42). Drei Wochen später konnte aber bezüglich der Brutproduktion kein Unterschied nachgewiesen werden. In Bezug auf die Entwicklung der Bienenpopulation konnte während und nach der Fütterung kein Unterschied zwischen den Gruppen festgestellt werden (Abb. 43).

die Brutleistung beziehungsweise der Polleneintrag wird, desto lockerer ist der Zusammenhang. Kleine Völker sammeln jedoch im Allgemeinen intensiver Pollen als grosse²⁸. Die Bienen sind in der Lage, gegen 80 % des Proteingehaltes im Pollen auszunützen⁶⁷, was bei Pollenknappheit von grosser Bedeutung für die Volksentwicklung ist.

Die Anwesenheit von Brut scheint das Pollensammeln zu stimulieren²⁷. Über Duftstoffe, die von den unverdeckelten Larven ausgeschieden werden, machen sich die Sammelbienen direkt ein Bild von der Anzahl der Larven und deren Pollenbedarf.

6.3.2 Pollenfütterung im Frühjahr

Im Hinblick auf eine optimale Ausnutzung der Frühtracht wünscht sich der Imker im Frühjahr eine zügige Volksentwicklung und möglichst starke Völker. Da im Frühjahr zeitweise Pollenmangel herrscht, befassten sich in den Jahren 1986/87 Untersuchungen mit der Frage, ob über Pollenfütterung die Volksentwicklung beschleunigt werden kann. Es zeigte sich, dass die Pollenfütterung nur eine vorübergehende erhöhte Brut-tätigkeit bewirkt, aber die Volksentwicklung nicht beeinflusst. Die festgestellten Unterschiede waren zudem zu keinem Zeitpunkt statistisch aussagekräftig (Abb. 42 und 43). Sobald das natürliche Pollenangebot einsetzte, holten die nicht gefütterten Völker mit der Brutaufzucht sehr schnell auf. Bis zur Frühtracht hatte sich die durchschnittliche Volksstärke der beiden Völkergruppen ausgeglichen⁷¹.

6.3.3 Pollenfütterung während Trachtpausen

Untersuchungen an hunderten von Bienen-völkern haben unter Schweizer Bedingungen gezeigt, dass das Populationsmaximum Ende Juni oder Anfang Juli erreicht wird und mit einer Zeit der knappen Pollenversorgung zusammenfällt. Während der anschliessenden Waldtracht ist ein rascher Rückgang der Arbeiterinnenpopulation zu beobachten.

In den Jahren 1981 und 1982 durchgeführte Untersuchungen gingen der Frage nach, ob der Populationsrückgang während der Trachtpause durch Zufütterung von Pollen- und Pollenersatzmitteln hinausgezögert

werden kann. Es zeigte sich, dass die Brut-tätigkeit und die Lebensdauer durch die Pol-lenfütterung nicht beeinflusst werden konnte (Abb. 44). Die Bruttätigkeit der gefütterten Völker nahm gegenüber jener der nicht gefüt-terten Kontrollvölker nicht zu. Ebenso wenig konnte eine verlängerte Lebensdauer be-obachtet werden. Die Fütterung veranlasste sogar verschiedene Völker, das natürliche Pollenangebot noch weniger zu nutzen. Als besonders negativ zu vermerken war der Aus-bruch der Kalkbrutinfektion in den mit Pollen gefütterten Völkern⁶⁶. Daher wird in Nord-amerika für die Frühjahrspollenfütterung nur bestrahlter Pollen verwendet.

Eine nordamerikanische Untersuchung, bei der die Pollenvorräte der Völker durch Zugabe von Pollenwaben künstlich erhöht wurden, zeigten eine kurzfristige Erhöhung der Brut-leistung, die aber bereits nach zwei Wochen wieder auf das Ausgangsniveau zurückfiel²⁸.

Die oben zitierten Untersuchungen zeigen, dass über die Zufütterung von Pollen das Brutgeschäft höchstens kurzfristig erhöht werden kann. Diese leicht erhöhte Brutakti-vität wirkt sich aber nicht nachhaltig auf die Volksentwicklung aus. Das bedeutet, dass die Bienenpopulation weder erhöht noch deut-lich länger erhalten werden konnte. Pollen-ersatzmittel können natürlichen Pollen nicht ersetzen. Die Fütterung kann sich sogar kon-traproduktiv auswirken, da sie die Sammelak-tivität beim Einsetzen der natürlichen Tracht mindert⁸⁴. Der Arbeits- und Kostenaufwand für die Pollenfütterung ist damit nicht gerecht-fertigt. Auch in Anbetracht des grossen Risikos zur Übertragung von verschiedenen Krankheiten (wie zum Beispiel Kalkbrut, Faulbrut oder Vi-ren) ist von einer Pollenfütterung abzuraten.

6.4 Wabenmass

6.4.1 Wabengrösse und Beute

Der Raumbedarf des Bienenvolkes geht ein-her mit der Volksentwicklung. Während der Winterruhe ist er am geringsten und erreicht im Hochsommer, wenn viel Brut und Vorräte vorliegen, sein Maximum. Die Anpassung des Beutenvolumens an die räumlichen Be-dürfnisse des Bienenvolkes ist eine der wich-tigsten imkerlichen Aufgaben während des Bienenjahres.

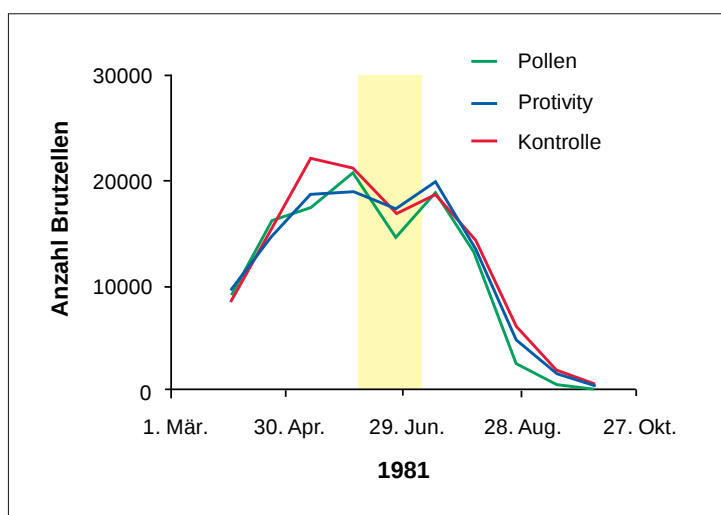


Abb. 44: Pollen und Pollenersatzfütterung in der Sommertrachtpause.

In den Sommertrachtpausen von 1981 wurde ein Fütterungsversuch mit Pollenpaste (700 g während 5 Wochen; Fütterung ein Mal pro Woche; n = 6) und Pollenersatzpaste Protivity (540 g; Protivity 50 160 g, Zucker wasser 1:1 360 g und Pollen 20g; n = 9) durchgeführt. Als Vergleich diente eine ungefütterte Kontrollgruppe (n = 12). Diese Eiweissfütterung hatte in beiden Versuchsjahren keinen Einfluss auf die Brut und die Bienenpo-pulation und konnte den Populationseinbruch während der Trachtpause im Jahr 1981 nicht verhindern (Imdorf et al., 1984b).

Europäische Bienenrassen haben ihre Le-bensweise höhlenartigen Behausungen an-gepasst. Einerseits bieten ihnen diese Schutz vor Witterung und Feinden, andererseits setzen die festen Raumverhältnisse der Ent-wicklung Grenzen. Natürlicherweise stre-ben die Bienen nach einer kugelförmigen Ausweitung des Brutnests. Falls diese Be-strebung räumlich eingeschränkt wird, sind sie kaum in der Lage, die Ausdehnung in einer anderen Richtung zu kompensieren, und reagieren darauf mit einer verstärkten Schwarmneigung.

In Höhlen erweitern die Bienen den Wa-benbau mit der Zunahme der Wintervorräte sukzessive nach unten, so dass am Schluss Hochwaben entstehen. Für den Imker sind solche Hochwaben sehr umständlich zu handhaben und lassen keine Trennung von Brut und Honig zu. Bezüglich Beutentyp und Wabengrösse ist folglich ein Kompro-miss zwischen den Bedürfnissen der Bienen und denen des bewirtschaftenden Imkers zu suchen.

6.4.2 Grosse vs. kleine Waben

Im Allgemeinen wird Völkern auf grossen Waben (z. B. Dadant) eine schnellere Entwicklung nachgesagt als auf kleineren. Begründet wird dies mit der Argumentation, dass das Wechseln von Wabenfläche zur nächsten über dazwischen liegende Rähmchenleisten und Zwischenräume für die Königin mühsam sei und sie bei der Eiablage hindern würde.

Liebig¹⁰³ untersuchte in verschiedenen Versuchen den Einfluss von unterschiedlich grossen Waben auf die Volksentwicklung. Berücksichtigt wurden Flachwaben (2/3 Zander, 40 x 16,3 cm), Normalwaben (Zander, 40 x 22,0 cm) und Grosswaben („Doppel-

Zander“, 40 x 44,7 cm). Die Flachwabenvölker wurden auf drei Zargen, die Zander- und Doppelzandervölker auf zwei Zargen geführt. Bei dieser Ausgangslage entsprach sich die zum Bebrüten angebotene Wabenfläche bei allen drei Versuchsgruppen weitgehend.

Da die Grosswabenvölker aus den stärksten Völkern gebildet wurden, wiesen diese im ersten Spätsommer eine wesentlich grössere Volksstärke auf als die beiden andern Vergleichsgruppen. Im nächsten Frühjahr wiesen die Versuchsgruppen eine ähnliche Ausgangslage auf. Die Grosswabenvölker entwickelten sich im Frühjahr etwas zügiger als die beiden anderen Gruppen, was aber auf die grössere Auswinterungsstärke zurückzuführen ist und nicht auf eine erhöhte Bruttätigkeit (Abb. 45). Bezüglich Brutleistung entwickelten sich alle Völkergruppen sehr ähnlich und zeigten keine Unterschiede (Abb. 46). Die Kleinwabenvölker legten im Frühjahr genauso viel Brut an wie die Völker auf grossen Wabenflächen. Die Kleinwabenvölker entwickelten sich im Verlauf des Sommers von der schwächsten zur stärksten Völkergruppe. Die Zwischenräume der Waben sind folglich kein Hindernis für Bienen und Königin.

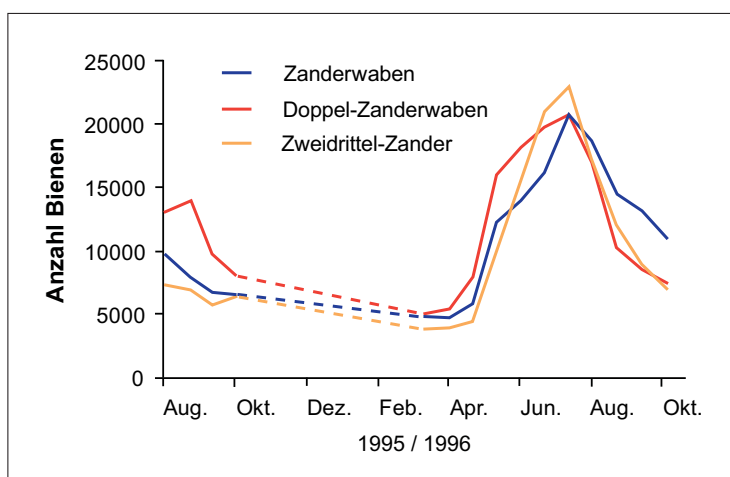
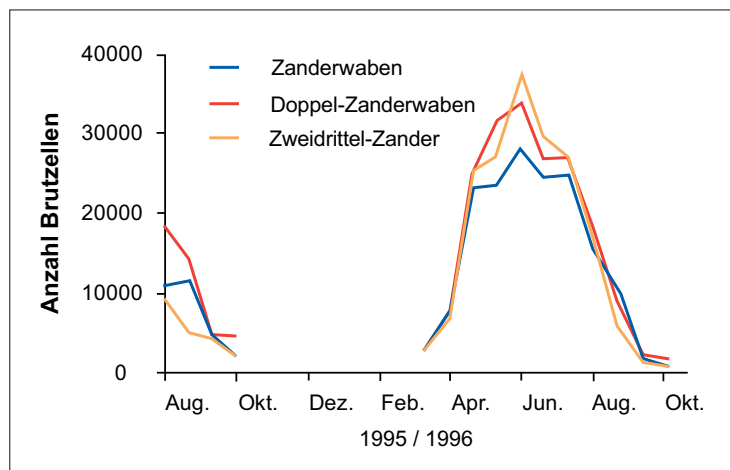


Abb. 45 und 46: Wabengrösse und Volksentwicklung.

Liebig (1997) verglich die Entwicklung der Bienenvölker, welche auf drei unterschiedlichen Wabenmassen gehalten wurden (Zander, 40 x 22 cm; Doppelzander, 40 x 44,7 cm; Zweidrittel Zander, 40 x 16,3 cm). Dabei zeigte sich, dass die Wabengrösse keinen Einfluss auf die Bruttätigkeit hatte (Abb. 45). Auch bei der Entwicklung der Bienenpopulation (Abb. 46) gab es keine signifikanten Unterschiede, welche auf die Wabengrösse zurückzuführen gewesen wären.

6.5 Naturbau

In einer auf Naturbau ausgerichteten Betriebsweise werden den Völkern bei der Erweiterung oder Wabenbauerneuerung keine Mittelwände gegeben. Die Bienen bauen ihre Waben frei. Als Vorgabe dient ihnen lediglich ein schmaler Wachsstreifen, der an den Rähmchenoberträger angelötet wird. Nach Dettli²⁶ strebt die Naturbau-Betriebsweise eine naturnahe Bienenhaltung und die Förderung des bieneneigenen Bauverhaltens an.

In verschiedenen Studien wurde der Einfluss der Naturbaubetriebsweise auf die Volksentwicklung untersucht. Dabei wurden den Naturbauvölkern mit Mittelwänden erweiterte Völker als Kontrollgruppe gegenüber gestellt. Im ersten Jahr wurden beide Völkergruppen durch Kunstschwärme erstellt.

Der Drohnenbauanteil der erstellten Wabenfläche ist zeitpunktabhängig. Am meisten Drohnenbau wird zwischen April und Juni



Naturbau

erstellt, worauf der Anteil sehr stark zurückgeht^{26;42}. Da Kunstschwärme sehr oft erst im Juni oder noch später gebildet werden, bauen diese im Jahr ihrer Bildung auch ohne Mittelwandvorgabe praktisch ausschliesslich Arbeiterinnenbrutwaben^{12;106} (Abb. 47).

Gegenüber dem Ausbau von Mittelwänden wird der Ausbau von Naturwaben aber langsamer vollzogen. Interessanterweise wird dadurch die Bruttätigkeit kaum eingeschränkt, und die Völker entwickeln sich ähnlich wie die Kontrollvölker auf Mittelwänden^{12;26;93}. Auch was den Honigertrag pro Volk anbelangt, unterscheiden sich die beiden Gruppen ebenfalls nicht signifikant^{12;26}.

Werden Standvölker nach der Überwinterung mit Leerrähmchen erweitert, so erstellen diese 20 – 30 % der Wabenfläche in Drohnenbau, was einem Mehrfachen gegenüber den mit Mittelwänden erweiterten Völkern entspricht. Die verfügbaren Drohnenzellen werden in den meisten Fällen vollständig zur Drohnenaufzucht genutzt^{12;26;93}. Durch die angelegte Drohnenbrut ist die Anzahl gepflegter Brutzellen in den Naturbauvölkern deutlich höher als in den Kontrollvölkern. Nach Büchler und Liebig^{12;93} weisen die Naturbauvölker im Spätsommer wegen

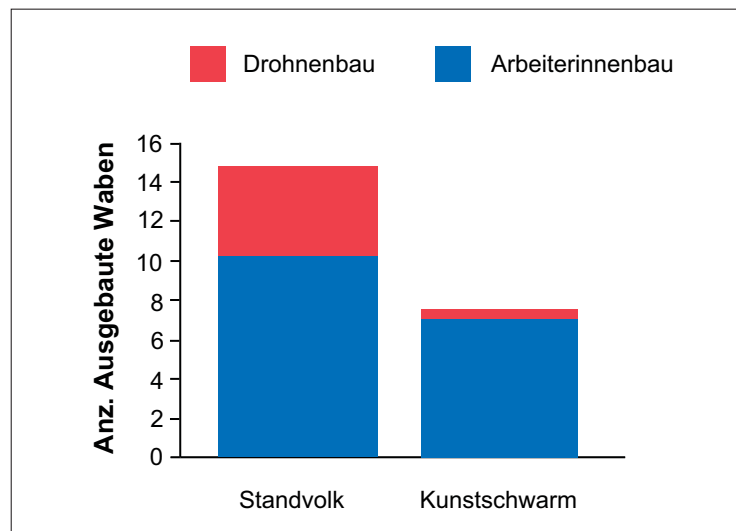


Abb. 47: Drohnenbauanteil bei Naturbau-Standvölkern und Naturbau-Kunstschwärmen.

Elf einräumige Naturbauvölker wurden ausschliesslich mit Leerrähmchen mit einem Wachsleitstreifen erweitert. Zum Vergleich wurden zehn Kunstschwärme von je 2 kg Bienen in einräumige Magazinbeuten mit Leerrähmchen einlogiert. Die Standvölker erstellten 31 % der neuen Waben in Drohnenbau. Die Kunstschwärme hingegen legten nur 9.1 % der Waben in Drohnenbau an (Büchler, 1996).

der erhöhten Pflegeleistung eine geringere Arbeiterinnenpopulation auf und winter schwächer ein (Abb. 48). Dettli²⁶ konnte bei seinen Untersuchungen bezüglich Volksstärke jedoch keinen Unterschied feststellen. Die Untersuchungsergebnisse der verschiedenen Autoren gehen auch hinsichtlich der

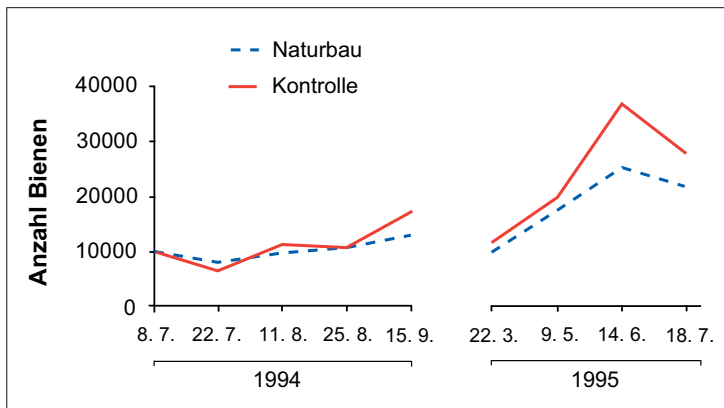


Abb. 48: Volkentwicklung von Kunstschwärmen auf Naturbau und Mittelwänden.

Acht Kunstschwärme von je 2 kg wurden auf leeren Baurahmen mit einem Leitwachsstreifen in einem Zandermagazin einlogiert. Zum Vergleich wurden acht Kunstschwärme auf Mittelwände eingeschlagen. Im ersten Versuchsjahr verlief die Entwicklung bis im Spätsommer sehr ähnlich. Ein Unterschied war erst bei der Einwinterung feststellbar, wobei die durchschnittliche Einwinterungspopulation bei der Naturbaugruppe signifikant kleiner war. In der zweiten Saison vermochten die Naturbauvölker im Vergleich zu den Mittelwandvölkern wegen dem grösseren Brutpflegeaufwand (mehr Drohnen) nur eine deutlich kleinere Bienenpopulation aufzubauen (Büchler, 1996).

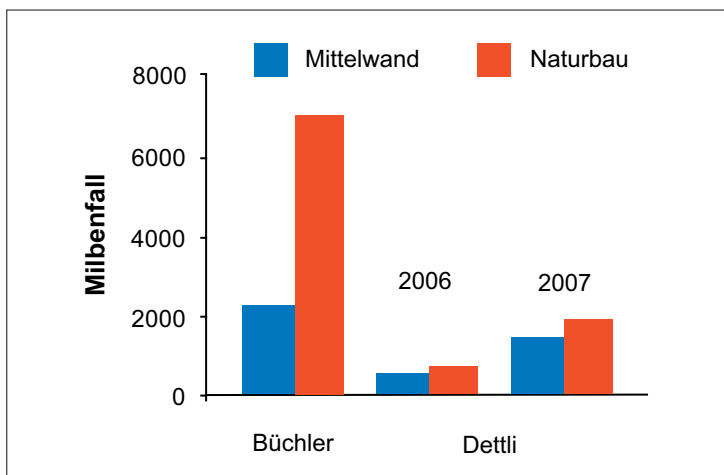


Abb. 49: Naturbau und Entwicklung der Milbenpopulation.

In dem unter Abb. 48 erwähnten Versuch von Büchler lag der Ameisensäure-Behandlungsmilbenfall in den Naturbauvölkern zirka dreimal höher als in den Mittelwandvölkern. Der grosse Unterschied wurde vermutlich durch die vermehrte Drohnenbrutaufzucht verursacht (Büchler, 1996).

In einer vergleichbaren Untersuchung konnte Dettli diese Ergebnisse nicht bestätigen und stellte nur einen geringen Anstieg der Milbenpopulation in den Naturbau-Völkern fest (Dettli, 2007).

Entwicklung der Varroapopulation auseinander. Büchler konnte in seinen Versuchen mit durchschnittlich 2219 Milben in den Mittelwandvölkern gegenüber 7023 Milben in den Naturbauvölkern einen äusserst signifikanten Unterschied im Behandlungsmilbenfall aufzeigen. In Dettlis Untersuchungen lag der Behandlungsmilbenfall sowohl in der Naturbaugruppe als auch in der Kontrollgruppe in einem ähnlichen Rahmen. Dies bedeutet, dass sich die beiden Versuchsgruppen diesbezüglich nicht unterschieden (Abb. 49). Ein weiteres interessantes Resultat aus Dettlis Untersuchungen ist die Entwicklung der Drohnenpopulation. Obwohl die Naturbauvölker gegenüber den Kontrollvölkern doppelt soviel Drohnenbrut pflegten, verlief die Populationsentwicklung der Drohnen in beiden Gruppen sehr ähnlich und erreichte in beiden Gruppen ein Maximum von 2000 Tieren. Der vorzeitige Abgang der Drohnen aus der Naturbaugruppe kann vorläufig nicht erklärt werden.

Inwiefern die erhöhte Drohnenaufzucht einen Einfluss auf die Volkentwicklung und die Varroapopulation in den Naturbauvölkern hat, kann noch nicht abschliessend beurteilt werden. Die beschriebenen Untersuchungen zeigen aber, dass bei einer Umstellung auf rückstandsfreien Wabenbau eine Sanierung mit Hilfe von Kunstschwärmen und Leerwaben empfohlen werden kann.

6.6 Einfluss des Absperrgitters

Das Absperrgitter vereinfacht die Völkerführung, die Honigernte, den Wachsreislauf und die Wabenhygiene, da mit dessen Hilfe Brut- und Vorratsbereich strikt voneinander getrennt werden können. Da es von der Königin und den Drohnen nicht passiert werden kann und auch die Arbeiterinnen in ihrer freien Beweglichkeit leicht behindert, stellt sich die Frage, wie weit es die Volkentwicklung beeinflusst und den Honig- oder Pollenertrag schmälert.

Gemäss Untersuchungen¹⁰² ist bei Verwendung eines Absperrgitters eine auf Mai und Juni befristete Einschränkung des Brutumfanges tendenziell feststellbar. Durchschnittlich erbrachten ohne Absperrgitter geführte Völker sowohl in der Früh- als auch in der

Spättracht gegenüber den Völkern mit Absperrgitter einen geringfügig erhöhten Honigertrag. Die natürliche Streuung der Honigleistung zwischen den Völkern eines Standes ist allerdings erheblich grösser als die Auswirkungen des Absperrgitters.

Mit Absperrgittern geführte Völker zeigen schwächer besetzte Honigräume und dadurch tiefere Honigraumtemperaturen als solche ohne, was die Honigreifung verzögern kann⁸. Die Vorteile des Absperrgitters überwiegen sicherlich gegenüber den oben genannten geringfügigen Einflüssen.

6.7 Jungvolkbildung

Die Jungvolkbildung ist ein wichtiges Instrument zur Schwarmverhinderung, zur Vermehrung und Verjüngung des Völkerbestandes, zur Varroabekämpfung und als Ersatz von Ausfällen. Jungvölker können über Ableger oder Kunstschwärme gebildet werden. Da bei der Jungvolkbildung über Ableger keine Königinnenzucht betrieben werden muss, eignet sich dieses Verfahren besser für kleinere Betriebe. Es ist von Vorteil, wenn pro Jahr die Anzahl der gebildeten Jungvölker 30 % bis 50 % der gepflegten Wirtschaftsvölker beträgt. Dies ermöglicht eine rigorose Auslese bei den Wirtschaftsvölkern und erlaubt es, Ausfälle zu kompensieren. Ideal ist, wenn ein Jungvolkstand an einem Standort mit guter Pollen- und Nektartracht betrieben wird. Standorte mit ausgeprägter Waldtracht sollten wenn möglich gemieden werden.

6.7.1 Ableger

In einem Versuch⁶⁹ wurden drei Brutwaben mit mehrheitlich gedeckelter Brut und darauf sitzenden Bienen entnommen. Die Ableger wiesen durchschnittlich 7 500 Bienen und 10 000 Brutzellen auf. Sie erhielten eine gedeckelte Weiselzelle und wurden nach der Bildung 5 km verstellt. Auf drei Ständen erhielten sich die Muttervölker noch vor der Waldtracht innerhalb von 4 bis 6 Wochen und erreichten mindestens die Volksstärke, die sie vor der Ablegerbildung aufwiesen (Abb. 50). Auf dem Stand Grangeneuve waren die Völker bei der Ablegerbildung bereits in derart starker Schwarmstimmung, dass sie trotz der Entnahme von starken



Absperrgitter

Ablegern schwärmten. Diese Völker konnten bis zur Waldtracht nicht mehr genügend zulegen. Auf dem Stand Schwand erreichten die Völker ebenfalls nicht mehr die Populationsgrösse, die sie vor der Ablegerbildung hatten, da das Nektarangebot während längerer Zeit sehr spärlich war. Durchschnittlich zeigten die Ableger auf den Ständen sehr ähnliche Entwicklungen. In vielen Ablegern ging die Bienenzahl während der ersten drei bis sechs Wochen leicht zurück und stieg dann im Juli und August leicht an, bevor sie sich im September wieder auf einem etwas tieferen Niveau einpendelte. Die Anzahl Brutzellen nahm natürlich in den ersten drei Wochen sehr stark ab, stieg dann aber mit dem Legen der jungen Königinnen Anfang Juli wieder mindestens auf das Niveau wie bei der Ablegerbildung an. Im Vergleich zu den Muttervölkern brüteten die Ableger im August und im September stärker.

Bei der Betrachtung der einzelnen Ableger lassen sich zwei Hauptgruppen unterscheiden. Bei der einen Gruppe nahm die Bienenpopulation nach der Ablegerbildung bis zum Erreichen des Populationsmaximums um Ende Juli ständig zu, um danach wieder auf die Einwinterungsstärke von rund 10 000 Bienen abzunehmen (Abb. 51). Bei dieser Gruppe wurde die Weiselzelle im Allgemeinen sofort angenommen, und die Königin ging bereits im Laufe der ersten drei Wochen in Eilage.

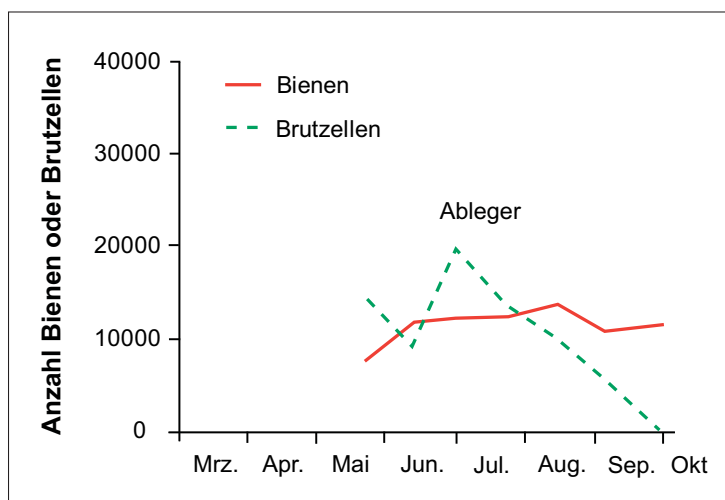
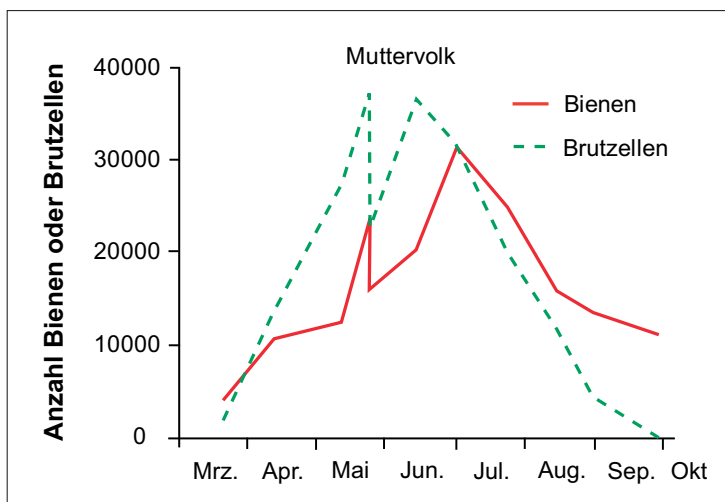


Abb. 50 und 51: Entwicklung eines Ablegers und seines Muttervolks.

Werden einem Muttervolk Mitte/Ende Mai zirka 6000 bis 8000 Bienen und 25 dm² Brut entnommen, erholt sich das Muttervolk in den kommenden 4 bis 6 Wochen wieder und ist bereit für ein Waldtracht (Abb. 50). Der Ableger legt, wenn die Königinnen schnell nachgezogen oder sofort abgenommen werden, schnell an Bienen zu und wintert normalerweise mit über 10000 Bienen ein (Abb. 51). Dies sind gute Voraussetzungen für eine zügige Volksentwicklung im kommenden Frühjahr (Imdorf und Kilchenmann, 1985).

Bei der anderen Hauptgruppe der beobachteten Ableger ging die Bienenpopulation während den ersten drei bis sechs Wochen mehr oder weniger stark zurück. Ein Teil der Ableger verlor mehr als die Hälfte der Bienen. Erst im Anschluss daran erstarkten die Völker wieder und erreichten um Mitte August ihren Höhepunkt. In den meisten Fällen wurde die erste Weiselzelle nicht angenommen, was zu einer verzögerten Volksentwicklung führte.

Die obige Untersuchung zeigt, dass für eine reibungslose Entwicklung der Ableger die Annahme der Weiselzellen oder der Königin entscheidend ist. Wobei allerdings anzumerken ist, dass alle Ableger trotz ihrer sehr unterschiedlichen Entwicklung bis zur Einwinterung eine genügende Population von rund 10000 Bienen aufbauen konnten.

Ob sich die Muttervölker nach der Ablegerbildung bis zur Waldtracht wieder erholen, hängt offenbar von Standortfaktoren ab. Falls das Nektarangebot fehlt, kann die Volksentwicklung Einbussen erleiden. Hat das Schwarmfieber bereits vor der Ablegerbildung eingesetzt, muss trotzdem mit den Schwärmen gerechnet werden. Unter diesen Bedingungen drängt sich eine Ablegerbildung mit der alten Königin auf.

Auf Ständen mit guter Tracht können, bevor das Brutmaximum erreicht und der Schwarmtrieb erwacht ist, Ableger gebildet werden, ohne nennenswerte Einbussen bei der Honigleistung hinnehmen zu müssen. Durch die Ablegerbildung kann sich das Brut- und Bienenmaximum, wie bereits erwähnt, um 4 bis 6 Wochen hinaus schieben. Somit wird das Populationsmaximum zu Beginn der nachfolgenden Waldtracht Ende Juni/Anfang Juli erreicht und garantiert eine optimale Trachtausnutzung.

Über die Bildung von Ablegern kann auch die Entwicklung der Varroapopulation im Muttervolk beeinflusst werden. Mit den entnommenen Brutwaben wird die Varroapopulation des Muttervolkes um etwa ein Drittel reduziert, was einen starken Anstieg der Population vor der Sommerbehandlung verhindert⁶¹.

Verfahren nach Liebig

Liebig hat ein Verfahren zur Ablegerbildung mit einer Brutwabe entwickelt, das die erhöhte Brutpflegeleistung von kleinsten Völkern besonders effizient zu Nutze macht, praktisch keinen Einfluss auf die Honigleistung der Wirtschaftsvölker hat und das Aufkommen des Schwarmtriebes mindert. Damit diese Kleinstableger bis zur Einwinterung genügend stark werden, müssen diese bereits im April oder spätestens Anfang Mai gebildet werden. Da zu diesem Zeitpunkt kaum Königinnen verfügbar sind, wird die Ablegerbildung mit der Königinnenzucht verbunden⁹⁴.

Das Verfahren lässt sich in Kürze wie folgt beschreiben: Jedem Volk wird eine verdeckelte Brutwabe mit Bienen entnommen und mit zusätzlichen Bienen von der Drohnenwabe verstärkt. Mit den Brutwaben wird ein Sammelbrutableger erstellt, der als Pflegevolk zur Aufzucht von Königinnen dient. Neun Tage nach der Ablegerbildung werden alle Weiselzellen ausgebrochen, und es wird ein Zuchtrahmen mit 30 bis 40 belarvten Weiselbechern eingehängt. Die geschlüpften Jungköniginnen werden kleinen Begattungsvölklein zugesetzt, die aus den Bienen des Pflegevolks gebildet und in normale Zargen eingeschlagen werden. Die Begattungsvölklein werden ausserhalb des Flugbereichs des Pflegevolks aufgestellt und mit Futtertaschen gefüttert.

Im Rahmen einer Untersuchung beobachtete Liebig⁹⁴ die Volksentwicklung von zwei Gruppen von Begattungsvölklein, die Anfang Mai mit einer (rund 1 300 Bienen) oder zwei (rund 5 000) bienenbesetzten Waben gebildet wurden. Dazu wurde eine Futterwabe eingehängt sowie bei den kleineren Völklein eine Leerwabe. Der verbleibende Platz wurde mit gedrahteten Rähmchen bestückt. Während des Sommers wurden die Völklein im Abstand von drei Wochen jeweils nur mit gedrahteten Rähmchen ohne Mittelwand erweitert. Bis Ende Juni waren die mit ursprünglich 5 000 Bienen (Abb. 52) gebildeten Begattungsvölklein soweit erstarkt, dass diese mit einer Zarge erweitert werden mussten und mit Flüssigfutter gefüttert wurden. Die mit 1 300 Bienen gebildeten Begattungsvölklein verblieben weiterhin auf einer Zarge. Anfang Juni, kurz vor dem Schlüpfen der ersten Brut, waren die stärker gebildeten Begattungsvölklein hinsichtlich Brut und Bienen rund drei Mal so stark wie die kleineren Einheiten. Das grosse Brutnest liess die Bienenpopulation weiterhin stark anwachsen, und so verzeichneten die grösseren Begattungseinheiten Ende Juni mit rund 12 000 Bienen etwa die vierfache Bienenpopulation gegenüber der anderen Gruppe. Damit hatten sie ihr Populationsmaximum erreicht, der Brutumfang und die Bienenzahl nahmen anschliessend kontinuierlich ab. Im Gegensatz dazu nahm die Bienenpopulation in der anderen Gruppe bis Ende August kontinuierlich zu. Bis im Oktober pendelte sich die Volksstärke beider Versuchsgruppen bei rund 7 000 – 8 000 Bienen ein. Während des

Sommers bauten beide Völkergruppen fünf bis sechs Naturbauwaben mit reinem Arbeiterinnenbau aus. Zur Fütterung mussten zusammen mit der Herbstauffütterung 25 bis 30 kg Zucker aufgewendet werden⁹⁴. Dieser Versuch zeigt eindrücklich, zu welchen Brutpflegeleistungen selbst kleinste Bienenvölker in der Lage sind und wie stark Bienenvölker vermehrt werden können. Die kleinen Begattungsvölklein haben allerdings bei der Aufzucht der ersten Brut bezüglich der Pflegebelastung eine sehr heikle Phase zu überwinden. Deshalb ist es sehr wichtig, dass sie



Ableger erstellen

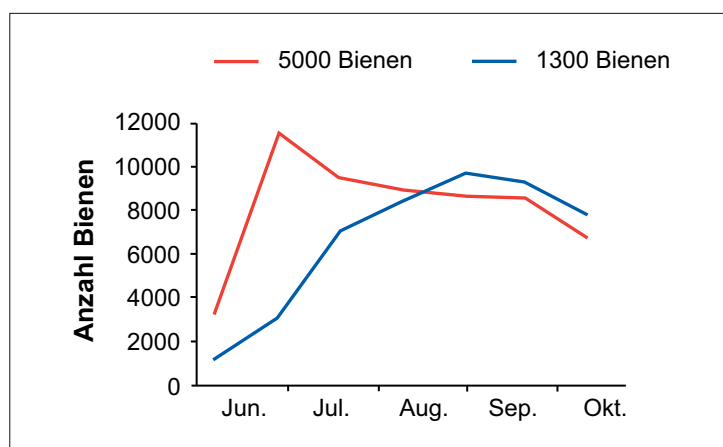


Abb. 52: Volksentwicklung von kleinen und grossen Ablegern.

Liebig (1998) verglich die Volksentwicklung von Ablegern, die gleichzeitig mit 1300 oder 5000 Bienen starteten. Die in Zanderzargen einlogierten 5000 Bienenableger entwickelten sich zuerst bedeutend schneller und hatten Ende Juni mit 12 000 Bienen ungefähr die vierfache Bienenpopulation im Vergleich zu den 1300 Bienenablegern. Erstaunlicherweise winternten die beiden Volksgruppen durchschnittlich gleich stark ein.

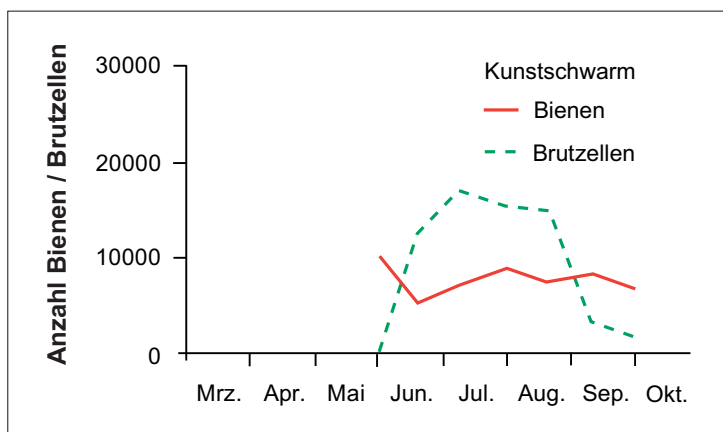
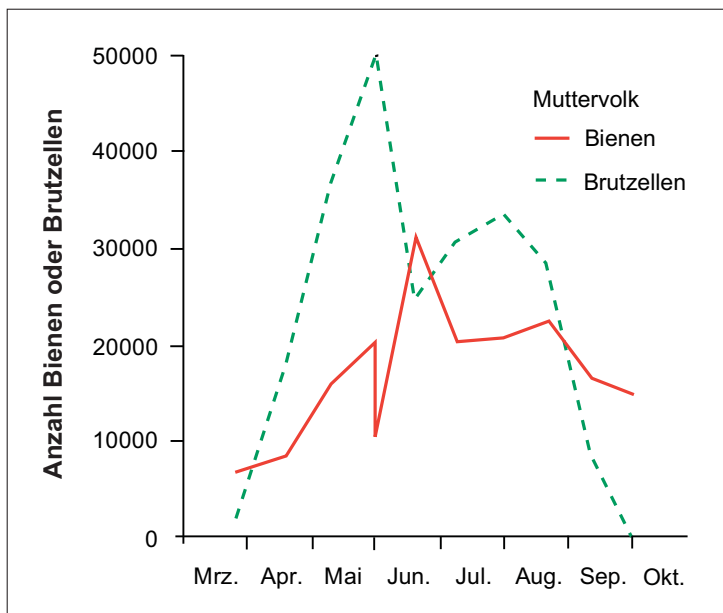


Abb. 53 und 54: Entwicklung eines Kunstschwarms und seines Muttervolks.

Werden einem Muttervolk Mitte/Ende Mai zirka 10 000 Bienen (1.3 bis 1.5kg) entfernt, so hat es bereits innerhalb von 3 Wochen diesen Bienenverlust wieder mehr als kompensiert. Dies erlaubt eine Nutzung der Blattracht, die oft kurz nach der Frühtracht beginnt. Im Vergleich zu den Ablegern winter die Kunstschwärme im Allgemeinen schwächer ein. Das Überwinterungsrisiko ist somit gegenüber dem Ableger erhöht (Imdorf und Kilchenmann, 1987).

an hervorragenden Standorten mit guter Pollenversorgung aufgestellt und dauernd gefüttert werden.

6.7.2 Kunstschwärme

Jungvolkbildung kann auch über Kunstschwärme erfolgen. Da aber im Unterschied zum Ableger keine Brut entnommen wird, kann bereits im Sommer, bevor die erste Brut verdeckelt wird, eine sehr wirkungsvolle Varroabekämpfung durchgeführt werden, ohne Honig und Wachs zu kontaminieren. Für

Imker, die keine Königinnenzucht betreiben, ist die Jungvolkbildung über Kunstschwärme allerdings wenig geeignet, da die Königinnen zukaufen müssen und diese meistens erst spät zur Verfügung stehen.

Um im Rahmen eines Versuches die Volksentwicklung bei Kunstschwärmen und Muttervölkern zu studieren, wurden Ende Mai/Anfang Juni entsprechend der Stärke des Muttervolkes Kunstschwärme mit 5 700 bis 11 400 Bienen gebildet⁷⁰. Den Schwärmen wurden begattete oder unbegattete Jungköniginnen zugesetzt. Um die Volksentwicklung verfolgen zu können, wurden bei den Kunstschwärmen und Muttervölkern zwischen Mai und Oktober sowie nach der Überwinterung zwischen Mitte März und Mitte Mai Populationsmessungen durchgeführt.

Jene Muttervölker, die bei der Kunstschwarmbildung ihren Entwicklungshöhepunkt noch nicht erreicht hatten, erholten sich innerhalb von drei Wochen (Abb. 53) oder wiesen vielfach eine noch höhere Bienenpopulation auf als vor der Kunstschwarmenentnahme. Deshalb ist in Gebieten, in denen kurz nach der Frühlingstracht die Blattracht einsetzt, die Entnahme eines Kunstschwarms die ideale Form der Jungvolkbildung für eine optimale Nutzung der Tracht durch die Muttervölker.

Bei denjenigen Muttervölkern, die bei der Kunstschwarmenentnahme den Höhepunkt der Volksentwicklung bereits überschritten hatten, lag die Bienenzahl nach drei Wochen meist unter jener, die bei der Entnahme des Kunstschwarms festgestellt wurde. Diese Völker erreichten diesen Höchststand auch während der folgenden Monate nicht mehr.

Es zeigte sich, dass Schwarmverhinderung durch Kunstschwärme nur dann sinnvoll ist, wenn die Kunstschwärme gebildet werden, bevor der Schwarmtrieb erwacht, denn ein schwarmtriebige Volk schwärmte trotz der Schröpfung um einen Drittel. In solchen Fällen müsste der Kunstschwarm mit der alten Königin gebildet werden.

Die Kunstschwärme verloren in den ersten drei bis sechs Wochen durchschnittlich die Hälfte der Bienen. Ab Mitte Juli nahm die Volksstärke der Kunstschwärme bis Mitte September stetig zu. Anschliessend nahm

die Bienenpopulation leicht ab und pendelte sich auf den meisten Ständen bei einer ähnlichen Einwinterungsstärke von 6 000 bis 8 000 Bienen ein (Abb. 54).

Die Resultate zeigen, dass sich nach der Frühlingstracht die Entnahme von 10 000 Bienen nicht negativ auf die Entwicklung der Muttervölker auswirkt. Gesunde Bienen und die reibungslose Annahme der zugesetzten Jungkönigin, die am besten schon in Eilage ist, sind für eine befriedigende Entwicklung des Kunstschwarms entscheidend. Damit sich die Jungvölker möglichst gut entwickeln können, sollten sie auf einem vorteilhaften Standort aufgestellt werden. Ab Anfang Juli sollte die Brutaktivität nicht durch mangelndes oder ungenügend ausgebautes Wabenmaterial eingeschränkt werden. Während des Sommers sind die Jungvölker mit Futter zu versorgen. Die Einwinterungsstärke sollte mindestens 8 000 Bienen betragen.

6.7.3 Ertragseinbusse durch Schwärmen

Da grosse Völker mehr Honig produzieren, ist jeder Imker bei Trachtbeginn daran interessiert, möglichst starke Völker zu haben. Bei den starken Völkern macht sich aber auch der natürliche Vermehrungstrieb, das Schwärmen, eher bemerkbar. Entgegen der gängigen Meinung stammen die Schwärmbienen selten nur aus einem Muttervolk. Sehr oft erhalten die Schwärme Zuflug aus anderen Völkern des Standes. Der Anteil der zugeflogenen Bienen kann über einen Drittel betragen⁵².

Da das Schwärmen mit Ertragseinbussen verbunden ist, versucht der Imker im Mai und Juni das Schwärmen durch Jungvolkbildung oder Zucht auf Schwarmträgheit zu verhindern. Anhand eines realen Beispiels wollen wir im Folgenden betrachten, wie sich Muttervolk und Schwarm nach dem Schwarmakt entwickeln und wie gross der Verlust beim Honigertrag ausfällt.

Auf einem Stand von Liebig⁹⁵ in Baden-Württemberg, auf dem Populations-schätzungen durchgeführt wurden, schwärmte das stärkste Volk am 19. Mai. Der Schwarm wurde eingefangen und auf demselben Stand auf neun Mittelwänden



Schwarm im Kieferngeäst

einlogiert. Um die Volksentwicklung weiterhin verfolgen zu können, wurden Muttervolk und Schwarm im Abstand von 21 Tagen geschätzt.

Der Schwarm war bei seinem Auszug rund 13 000 Bienen stark (ca. 2kg). Durch das Schwärmen wurde das Muttervolk auf rund 6 500 Bienen reduziert. Es lag damit am 20. Mai rund 4 000 Bienen unter dem Standesdurchschnitt von etwa 10 500 Bienen (Abb. 55). Drei Wochen später war das Muttervolk bereits wieder auf 17 000 Bienen angewachsen, was in etwa dem Standesdurchschnitt entsprach. Während die andern Völker des Standes bis Anfang Juli auf durchschnittlich 19 000 Bienen erstarkten, brach die Population des abgeschwärmten Volkes wegen des Brutstopps zusammen und ging auf rund 13 000 zurück. Bis am 20. Juli legte es leicht an Bienen zu und nahm dann aber in den folgenden drei Wochen wieder auf unter 13 000 Bienen ab. Erst im August und

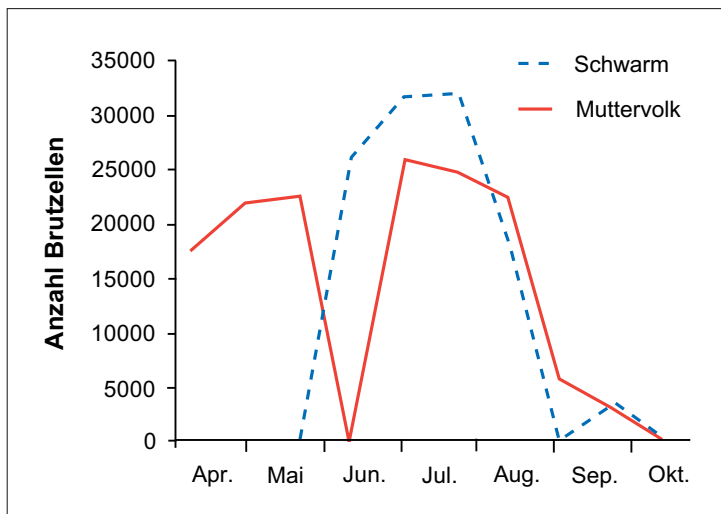
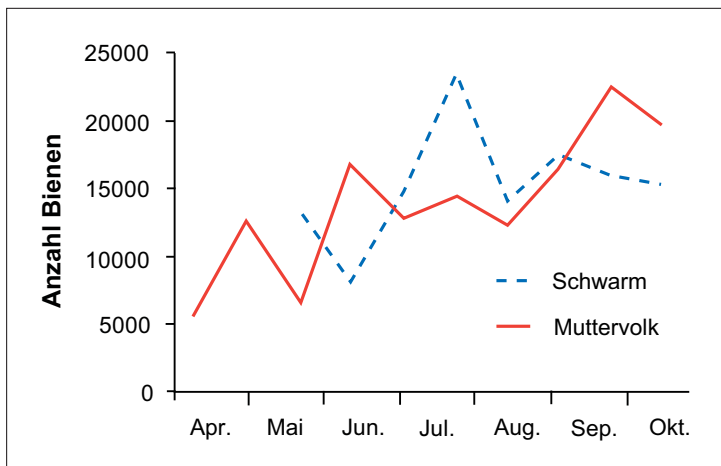


Abb. 55 und 56: Entwicklung eines Schwarms und seines Muttersvolks.

Das Muttersvolk schwärmte am 19. Mai, wobei dessen Volksstärke vermutlich rund 20 000 Bienen betrug. Der Schwarm hatte ca. 13 000 Bienen (2 kg). (Abb. 55). Der Schwarm zog in Kürze mehr Brut auf als das Muttersvolk, da bei diesem das Schwärmen zu einem kurzen Brutstopp führte (Abb. 56). Der Schwarm hatte folglich bald mehr Bienen als das Muttersvolk. Erst im Herbst holte das Muttersvolk wieder auf und überwinterte mit einer hohen Anzahl Bienen ein (Liebig, 1999). Diese Untersuchung zeigt deutlich, dass ein abgehender Schwarm die Volksentwicklung des Muttervolkes bedeutend stärker behindert, als wenn der Schwarm mit der Bildung eines Jungvolkes vorweggenommen wird.

September verzeichnete das Muttersvolk im Gegensatz zu den anderen Völkern des Standes ein starkes Wachstum.

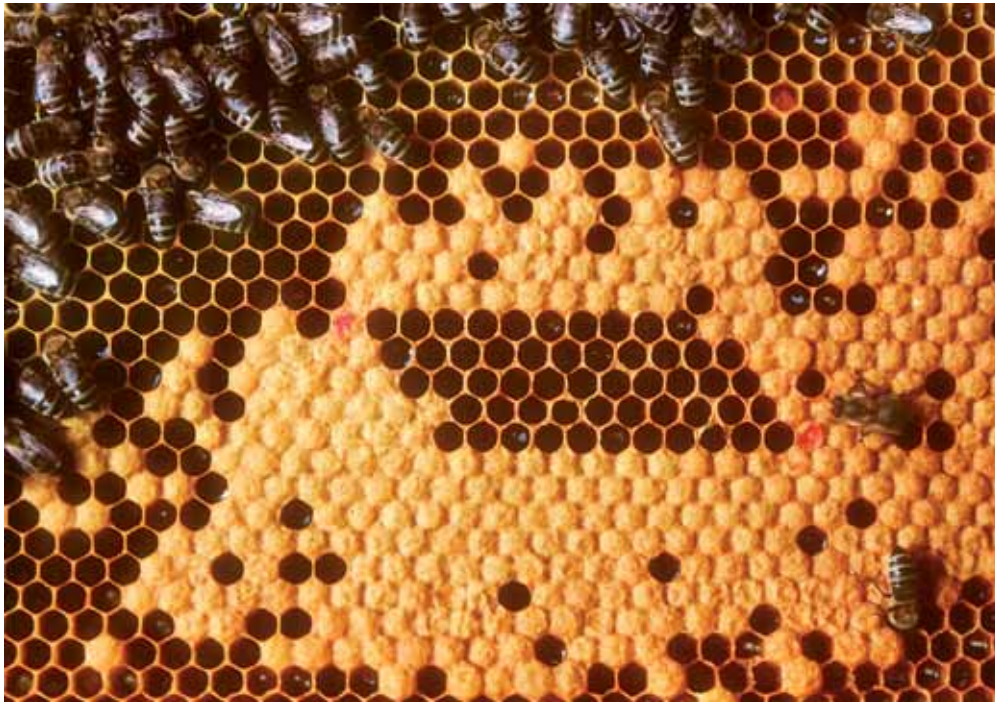
In den ersten drei Wochen verlor der Schwarm fast die Hälfte seiner Bienen. Während dieser Zeit wurden aber auch 26 000 Brutzellen angelegt (Abb. 56). Bis am 20. Juli erstarkte der Schwarm durch die intensive Eiablage der Königin bis auf 23 000 Bienen, ging darauf wieder auf etwa

14 000 Bienen zurück und pendelte sich vor der Einwinterung im Bereich des Standortmittels von 15 000 Bienen ein. Der Schwarm und das Muttervolk überwand den Brutstopp sehr rasch und erreichten eine dem Standarddurchschnitt entsprechende Volksstärke. Der Schwarm war im Juli sogar das stärkste Volk des Standes, konnte aber seinen Sammeleifer nicht mehr beweisen, da die Waldtracht ausfiel. Mit dreiwöchiger Verspätung gegenüber dem Schwarm zog das Muttervolk mit 17 000 Bienen ebenfalls 26 000 Brutzellen auf. Der Schwarm hingegen baute daneben 19 Mittelwände aus, legte Vorräte an und erbrachte diese Leistung mit etwa der Hälfte der Bienen.

Die Honigleistung während der Frühtracht steht in einem engen Zusammenhang mit der Volksstärke. Wenn man bedenkt, dass das Muttervolk nach dem Schwarmakt nur noch 6 500 Bienen zählte, hat es mit 23 kg im Vergleich zu andern Völkern des Standes überdurchschnittlich stark an Gewicht zugelegt. Wenn man aber die 20 000 Bienen vor dem Schwärmen einsetzt und anhand der Regressionsgeraden abliest, welcher Honigertrag in diesem Fall zu erwarten gewesen wäre, so wären dies mehr als 40 kg gewesen. Demzufolge hat der Schwarmakt den Imker rund 20 kg Honig gekostet (Abb. 57).

Ertragseinbussen durch Schwärmen werden am effizientesten über die rechtzeitige Jungvolkbildung verhindert. Für eine erfolgreiche Betriebsweise ist es deshalb wichtig, den Schwarmakt vorwegzunehmen. Als Massnahme zur Schwarmverhinderung ist auch der regelmässige Austausch von Königinnen zu empfehlen, denn Völker mit einjährigen Königinnen tendieren weniger stark zum Schwärmen und ziehen weniger Schwarmzellen als zwei- oder mehrjährige Königinnen auf¹³¹.

Der Zusammenhang zwischen einer rasanten Volksentwicklung und dem Erwachen des Schwarmtriebes ist allerdings nicht besonders eng⁷³. Das heisst, bezüglich Auftreten des Schwarmtriebes gibt es grosse jährliche Schwankungen, die vorläufig nicht erklärt werden können. Kann der Auszug eines Schwarmes nicht verhindert werden, sollten alle ausser einer Weiselzellen ausgebrochen werden, da sich Nachschwärme auf die Volksentwicklung des Muttervolkes meist verheerend auswirken.



Ausgeräumte Brut nach Nadeltest zur Untersuchung des Hygieneverhaltens

6.8 Vorbeugen von Krankheiten

Da Krankheiten einen grossen Einfluss auf die Volkentwicklung haben können, muss auf deren Vorbeugung und Früherkennung grossen Wert gelegt werden. Entscheidend ist dabei ein regelmässiges und sorgfältiges Beobachten der Brut während der Durchführung von anderen Pflegemassnahmen. Je früher Krankheiten erkannt und behandelt werden, desto geringer fällt ihr Einfluss auf die Volkentwicklung aus. Um krankheitsbedingte Völkerverluste auffangen zu können, ist es wichtig, Jungvölker zu bilden. Um diese vor Infektionen zu schützen, sollten sie nicht mit den Wirtschaftsvölkern auf denselben Ständen gepflegt werden. In kritischen Phasen der Volkentwicklung, wie im Frühjahr, ist es wichtig, zusätzliche krankheitsbedingte Belastungen zu vermeiden. In dieser Zeit können schwächere, aber gesunde Völker mit Ablegern vereint werden, damit mehr Bienen zur Brutpflege zur Verfügung stehen.

Ganz allgemein sind Pflegemassnahmen, die den Befallsdruck von Krankheitserregern reduzieren, für die Vorbeugung und Heilung von Bienenkrankheiten förderlich. Da altes, vielfach bebrütetes Wabenmaterial stärker mit Krankheitserregern belastet ist, sollte

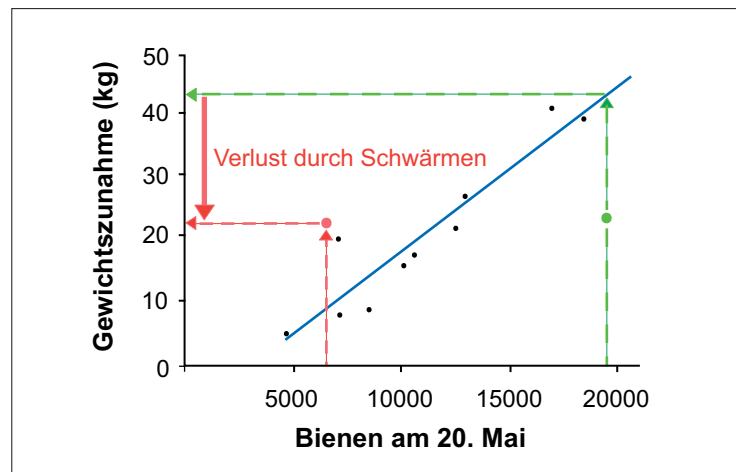


Abb. 57: Honigverluste durch Schwärmen.

Liebig konnte aufzeigen, dass bei Muttervölkern, die schwärmen, mit einer starken Einbusse des Honigertrags gerechnet werden muss. Bei diesem Beispiel eines abgeschwärmten Muttervolks lag die effektive Gewichtszunahme während der Tracht zirka 20 kg tiefer als diejenige, welche ohne Schwarmabgabe zu erwarten gewesen wäre (Liebig, 1999).

zur Vorbeugung von Krankheiten auf eine regelmässige Wabenbauerneuerung geachtet werden. Mindestens ein Drittel der bebrüteten Waben sollte jährlich im Frühjahr erneuert werden.

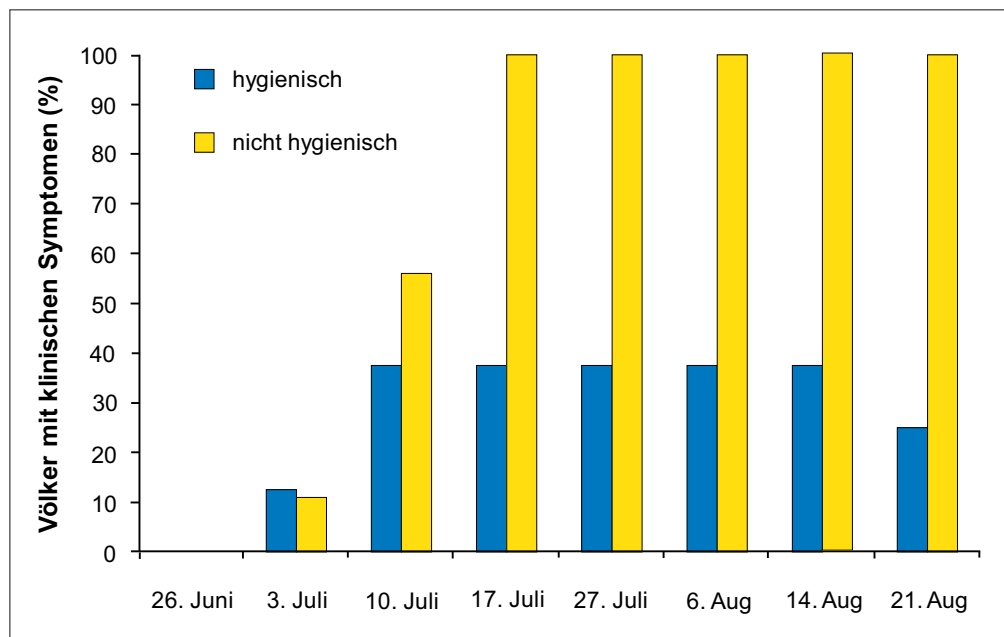


Abb. 58: Hygieneverhalten und Faulbrutvermehrung.

Verglichen wurde eine hygienische Zuchtlinie, die ein Stück eingefrorene Brut zu 95 bis 100% innerhalb von 2 Tagen ausräumte ($n = 8$), mit einer unhygienischen Zuchtlinie, welche für die gleiche Putzleistung 6 Tage benötigte ($n = 9$). Alle Völker wurden mit einem kleinen Stück faulbrütiger Brut infiziert. Am Ende des Versuchs hatten nur noch 2 von 8 Völkern der hygienischen Linie Faulbrut, während bei der unhygienischen Linie alle Völker befallen waren (Spivak und Reuter, 2001).

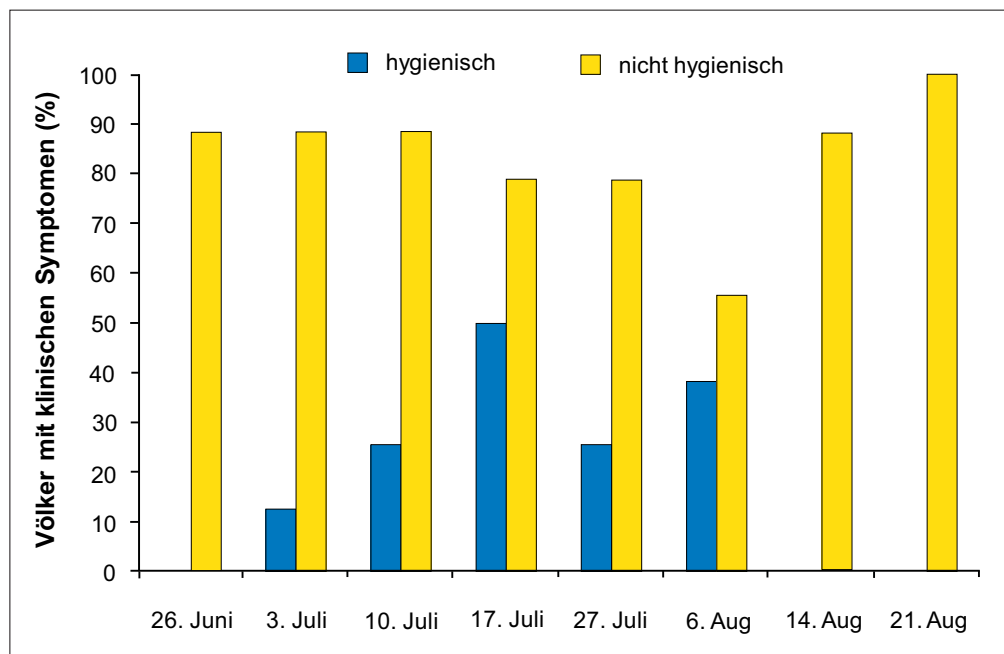


Abb. 59 Hygieneverhalten und Kalkbrutbefall.

Die Versuchsvölker der Faulbrutuntersuchung (Abb. 57) wurden während der ganzen Versuchsperiode auf klinische Symptome der Kalkbrut untersucht, ohne dass sie künstlich infiziert wurden. Der Befallsunterschied zwischen der hygienischen und der unhygienischen Gruppe ist offensichtlich und zeigt deutlich, dass ein gutes Hygieneverhalten massgeblich zur Reduktion einer Kalkbrutinfektion beiträgt (Spivak und Reuter, 2001).

6.8.1 Varroabekämpfung

Bekämpfungsmassnahmen sind zum jetzigen Zeitpunkt, wo sich das Verhältnis zwischen der Varroamilbe und ihrem Wirt noch nicht stabilisiert hat, unerlässlich. Das Populationsmaximum der Varroamilbe wird im Spätsommer zu einem Zeitpunkt erreicht, in dem die Sommerbienenpopulation stark zurückgeht und die Winterbienenpopulation erbrütet wird. Das Zusammenfallen des höchsten Varroabefalls und der Entstehung der Winterbienen ist sehr ungünstig, weil von Milben parasitierte Winterbienen eine deutlich verkürzte Lebensdauer erreichen, was insbesondere bei einem starken Befall den Überwinterungserfolg schmälert. Deshalb sollten im August/September mit geeigneten Bekämpfungsmassnahmen mindestens 80 % der Milben abgetötet werden, damit die Winterbienenbrut möglichst wenig parasitiert wird. Eine weitere Behandlung sollte im Winter während der brutfreien Zeit erfolgen, um die Anzahl der verbliebenen Milben auf unter 50 Milben pro Volk zu senken. Während des Sommers kann die

Varroapopulation mit pflegerischen Massnahmen wie Jungvolkbildung und dem Ausschneiden von Drohnenbrut im Mai und Juni tief gehalten werden. Durch die laufende Überwachung des natürlichen Milbenfalles können der Befallsgrad verfolgt und rechtzeitig geeignete Bekämpfungsmassnahmen ergriffen werden⁶⁸.

6.8.2 Königinnenzucht im Hinblick auf gutes Hygieneverhalten

Indem Bienen mittleren Alters erkrankte Larven erkennen, deren Zellen aufreissen und die erkrankte Brut ausräumen, tragen sie mit ihrem Verhalten zur Verminderung des Infektionsdruckes bei. Völker mit einem stark ausgeprägten Ausräumverhalten sind oft widerstandsfähiger gegen Faul-, Kalk- und Sauerbrut. Mit entsprechenden Tests kann diese Eigenschaft in den Völkern erfasst und züchterisch innerhalb von wenigen Generationen recht erfolgreich bearbeitet werden (Abb. 58 und 59)^{133-135; 137}.

Kurzübersicht Imkerliche Massnahmen

Imkerliche Massnahmen im Bezug auf die Volksentwicklung sind nur sinnvoll, wenn sie zur Vitalität der Bienen beitragen. Grundsätzlich gilt: Je stärker die Völker einwintern, desto besser wintern sie aus. Dieses Grundprinzip kann allerdings durch eine ungenügende Gesundheitsvorsorge, zum Beispiel ungenügende Varroabekämpfung oder einen schlechten Standort mit ungenügender Tracht, verhindert werden.

Reizfütterungen und Zwischen-trachtfütterungen mit Zuckerwasserlösungen, Pollen und Pollenersatzprodukten, vermögen unter schweizerischen Bedingungen die Volksentwicklung nicht zu fördern. Da sie nur Arbeit und unnötige Kosten verursachen, sollten sie unterlassen werden. Eine gänzlich andere Situation tritt ein, falls die Völker Hunger leiden. Dann ist eine unverzügliche Fütterung vorzunehmen, um schwere Störungen in der Volksentwicklung oder sogar Völkerverluste zu verhindern.

Die in der Praxis oft hitzig geführten Diskussionen über Rähmchengrössen und Beutentyp sollten nicht überbewertet werden. Die Bienen kommen mit allen gebräuchlichen Beuten und den unterschiedlichen Wabengrössen gut zurecht. Ein wesentlicher Einfluss auf die Volksentwicklung ist nicht auszumachen. Bei der Wahl der Beute sind deshalb in erster Linie die Betriebsweise, arbeitstechnische

Aspekte, die Trachtverhältnisse und die Varroabekämpfung von Bedeutung.

Die Schwarmverhinderung über die Jungvolkbildung ist für die Volksentwicklung und eine optimale Ausnützung der Trachten von zentraler Bedeutung. Am leichtesten gelingt sie über Ableger, da dazu keine Königinnenzucht nötig ist. Im Vergleich mit Kunstschwärmen ist bei Ablegern mit weniger Ausfällen zu rechnen.

Bei Wirtschaftsvölkern garantiert der Entwicklungshöhepunkt während der Trachtperioden bei einem ergiebigen Angebot hohe Ernten. Der Entwicklungshöhepunkt kann über die Ablegerbildung hinausgezögert werden. Jungvölker sollten auf einem separaten Stand geführt werden, damit die Ausfälle von Wirtschaftsvölkern durch Krankheiten oder andere Gründe im folgenden Frühjahr kompensiert werden können.

Das gefährliche Ansteigen der Varroapopulation ist durch pflegerische Massnahmen wie Ausschneiden der Drohenbrut oder Jungvolkbildung und im Anschluss an die Tracht, durch eine frühzeitige und effiziente Bekämpfung zu verhindern. Nur so sind gesunde Winterbienen und eine erfolgreiche Überwinterung garantiert.

Ein gutes Hygieneverhalten der Bienen ist vor allem wichtig, um den Brutkrankheiten vorzubeugen. Eine züchterische Bearbeitung dieser Eigenschaft ist deshalb dringend notwendig.

7 Zusammenfassung

Die Volksentwicklung wird durch verschiedene Faktoren beeinflusst. Der grundlegende Steuerungsmechanismus, der während der Bienenaison für den eindrucklichen Zuwachs und die anschließende Abnahme der Population sowie für die Übergänge zwischen Sommer- und Winterbienen verantwortlich ist, ist genetisch fixiert und wird physiologisch gesteuert. Reize aus der Umwelt beeinflussen das genetische Programm und sind massgebend für die von Jahr zu Jahr unterschiedliche Ausprägung. Dabei gibt es solche, die dominierend und wichtig sind, wie zum Beispiel ein Standort mit guter Pollen- und Nektarversorgung während der ganzen Bienenaison, die Jungvolkbildung, um das Schwärmen zu verhindern, die Futterversorgung für die Überwinterung sowie die frühzeitige Diagnose und Bekämpfung von Parasitenbefall und Krankheiten. Andere Einflüsse wie die Lebensdauer der Bienen und das Hygieneverhalten (Krankheitsresistenz) können über die Zucht beeinflusst werden.

Auch die unterschiedlichen klimatischen Bedingungen führen Jahr für Jahr zu einer unterschiedlichen Volksentwicklung. Besonders grossen Einfluss hat die Witterung im Frühjahr. Während die übrigen Faktoren durch die Imkerinnen und Imker mehrheitlich beeinflusst werden können, ist dies beim Klima nicht möglich.

Verschiedene imkerliche Massnahmen zur Förderung der Volksentwicklung, die in vielen Lehrbüchern noch immer empfohlen

werden, wie zum Beispiel Reizfütterung, Zwischentrachtfütterung oder Pollenfütterung, sind wirkungslos und verursachen nur Arbeit und Kosten. Auch die Wahl des Beutentyps oder des Wabenmasses sind unwichtig im Bezug auf die Volksentwicklung, haben aber sehr wohl im Zusammenhang mit der Betriebsweise ihre Bedeutung.

Wie bereits in der Einführung erwähnt, gibt es keine erfolgreiche Imkerei ohne vitale Bienenvölker. Dabei ist nicht die maximale Volksstärke von Bedeutung, sondern vielmehr gesunde, vitale Völker mit einer starken Bienenpopulation über das ganze Jahr hinweg. Dazu ist die Ein- und Auswinterungspopulation ein wichtiger Gradmesser.

Das hier zusammengefasste Grundwissen über die Volksentwicklung soll mithelfen, die eigene Betriebsweise auf Schwächen im Bezug auf eine optimale Volksentwicklung hin zu hinterfragen, damit die notwendigen Korrekturmassnahmen eingeleitet werden können.

Mit der „Liebefelder Schätzmethode“ lassen sich die Abläufe im Massenwechsel eines Bienenvolkes gut erfassen. Sie dient auch dazu, imkerliche Massnahmen oder die Auswirkung von Pestiziden auf die Volksentwicklung zu überprüfen. Wie dies gemacht werden muss und welche Informationen aus den ermittelten Rohdaten der Volksentwicklung gewonnen werden können, ist in Kapitel 8 beschrieben.

8 Erfassen der Volksstärke



Schätzen mittels elektronischer Datenerfassung

8.1 Entwicklung der Methodik

Bereits 1850 ermittelte Berlepsch⁷ die Eilegerate von Königinnen zu unterschiedlichen Zeiten und ging davon aus, dass in einem guten Volk im Frühjahr und Sommer pro Tag zirka 1 200 Eier gelegt werden. Pfarrer Gerstung⁵⁴ hat 1890 eine Broschüre mit dem Titel «Das Grundgesetz der Brut- und Volksentwicklung der Bienen» geschrieben und erwähnt, dass nur anhand dieser Kenntnisse eine rationelle und nutzbringende Bienenzucht betrieben werden kann. In den 1920er-Jahren ermittelte Brännich¹⁰ bei 16 Völkern über mehrere Jahre hinweg die Brutaufzucht während der ganzen Bienensaison. Die Anzahl der aufgezogenen Bienen schwankte zwischen 66 000 und 149 000. Die ersten umfangreichere Messungen über die Brutentwicklung von Bienenvölkern führte der Amerikaner Nolan¹¹⁹ durch. Dabei kam er auf etwas kleinere durchschnittliche tägliche Eilegeraten als Berlepsch. Ende Mai 1920 resp. 1921 hatten die 5 resp. 12 untersuchten Völker im Durchschnitt 58 dm² resp. 31 dm² gedeckelte Brut. Bis zu diesem Zeitpunkt wurde immer nur die aufgezogene Brut erfasst und angenommen, dass diese Brut vollständig in Bienen umgesetzt

wird. Farrar³¹ wollte es betreffend der adulten Bienenpopulation genauer wissen und erfasste diese zum Zeitpunkt der Honigernte, indem er bei 131 Völkern die Bienen abwischte und deren Gewicht bestimmte. Über das durchschnittliche Gewicht einer Biene konnte er die Volksstärke sehr genau erfassen. Diese Methode war allerdings mit einem relativ grossen Aufwand verbunden. Es ergaben sich Volksstärken zwischen 10 000 und 60 000 Bienen. Jeffree⁷⁷ entwickelte eine Schätzmethode für die adulte Bienenpopulation, indem er die Waben fotografierte und die geschätzte Anzahl Bienen mit denjenigen verglich, die über das Gewicht bestimmt wurden. Dabei kam er auf einen Schätzfehler von weniger als 10 %. Nach seinen Schätzungen liegt die maximale Stärke der guten Völker zur Erntezeit im Bezirk Aberdeen (Schottland) zwischen 30 000 und 40 000 Bienen⁷⁸. Die gleiche maximale Volksstärke und eine durchschnittliche Einwinterungsstärke von 13 000 Bienen ermittelte Mc Lellan¹¹¹ 1978 in Schottland. Gerig und Wille⁵⁰ entwickelten am Zentrum für Bienenforschung in Liebfeld in den 70er-Jahren die sogenannte „Liebfelder Schätzmethode“ zum raschen Erfassen der Volksentwicklung über längere Zeitperioden hinweg. Diese Methode ist heute ein essentielles Hilfsmittel innerhalb der angewandten

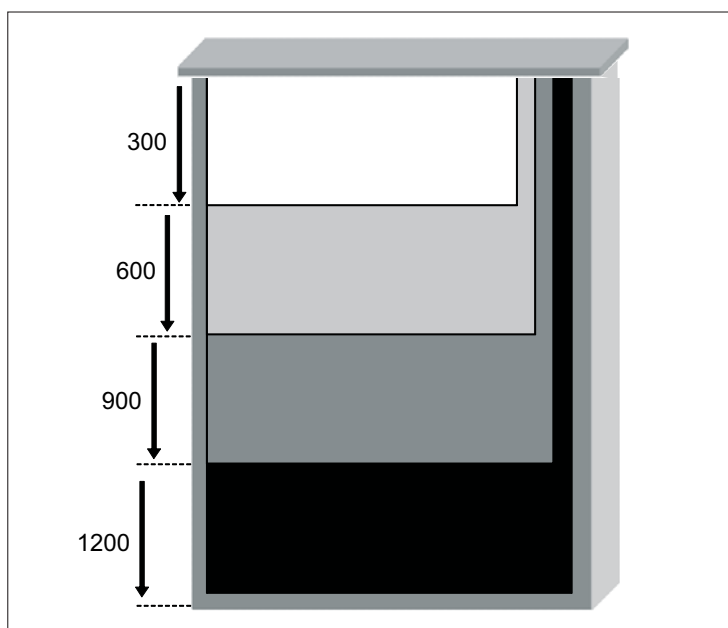


Abb. 60: Schätzen der Anzahl Bienen.

Beim Schätzen der Anzahl Bienen wird die Grösse der mit Bienen bedeckten Wabenfläche ermittelt. Ein Anfänger muss seine Schätzung kalibrieren, indem er die Bienen eines Volkes in eine Schwarmkiste abwischt. Nachdem Bestimmen des Nettogewicht der Bienen, kann mit Hilfe des durchschnittlichen Gewichts einer Einzelbiene die genaue Anzahl bestimmt werden.

Tab. 4: Richtwerte zum Schätzen von Bienen auf verschiedenen Wabentypen.

Wabentyp	Fläche (dm ²) pro Brutwabenseite	Anzahl Bienen pro besetzte Brutwabenseite
Schweizer	9	1200
Dadant	11	1400
Deutsch Normalmass	7	900
Langstroth	8	1100
Zander	8	1000

Bienenforschung und hilft Antworten auf Fragen aus folgenden Themenbereichen zu finden.

Wie viele Bienen hat es nun wirklich im Kasten? Hat ein Volk auf dem Höhepunkt seiner Entwicklung 30 000 oder 60 000 Bienen? Wie viele Bienen hat ein starkes Volk bei der Ein- und Auswinterung? Wann hat das Volk am meisten Brut? Wie viele Arbeiterinnen und Drohnen werden während der ganzen Bienen Saison von einem Volk aufgezogen? Welche Auswirkung haben die Eingriffe der Imkerin oder des Imkers auf die

Volksentwicklung? Sind bestimmte Pestizide bienentoxisch? Um diese Fragen zuverlässig beantworten zu können, so müssen die Anzahl Bienen, die offene und die gedeckelte Brut möglichst genau erfasst werden. Will man die Volksentwicklung während der ganzen Saison überwachen, so sind diese Messungen alle 3 Wochen (Entwicklungsdauer der Arbeiterinnen) zu wiederholen. Wie die Methode angewendet wird und was mit den erfassten Rohdaten berechnet werden kann, ist nachfolgend beschrieben.

8.2 Liebefelder Schätzmethode

Bei dieser Methode werden die Anzahl Bienen und die offene sowie die gedeckelte Brutfläche auf jeder Wabenseite geschätzt. Will man die genaue Volksstärke ermitteln, so muss die Schätzung am frühen Morgen vor Flugbeginn durchgeführt werden. Bei umfangreichen Untersuchungen ist dies oft nicht möglich. In solchen Fällen werden vor allem die Gruppenmittelwerte der Testgruppen verglichen. Nicht die absolute Zahl, sondern der relative Vergleich ist entscheidend. Wichtig ist aber, dass durchwegs die gleichen Flugbedingungen vorherrschen. Um den Einfluss von Schwankungen in der Flugaktivität auszugleichen, sollten abwechselungsweise Völker aus den verschiedenen Versuchsgruppen geschätzt werden. Idealerweise wird die Schätzung von zwei Personen durchgeführt, einem Schätzer und einem Schreiber. Die Daten werden entweder auf Papier oder direkt mit dem Computer erfasst.

8.2.1 Schätzen der Anzahl Bienen

Eine einschichtig dicht mit Bienen besetzte Wabe im Schweizermass weist pro Seite und Wabenschenkel rund 1200 Bienen und im Dadant-Blatt-Mass rund 1400 Bienen auf (für weitere Wabentypen siehe Tab. 4). Ist der Besatz schwächer oder sind weniger Bienen auf der ganzen Wabe verteilt, werden diese Bienen gedanklich im Querformat der Wabe zusammengedrückt. Dann überlegt man sich, welchen Anteil der Wabenseite dieser Streifen voller Bienen gemäss dem Schema in Abbildung 60 einnehmen würde. Nach diesem Schema kann anhand der den Flächen zugeordneten Zahlen die Anzahl der tatsächlich auf den Waben vorhandenen Bienen

geschätzt werden. Auf einem dm^2 besetzter Wabenfläche befinden sich durchschnittlich ca. 130 Bienen. Wenn aber alle Bienen den Kopf in die Zellen stecken, können es gegen 400 sein. Dies ist bei der Schätzung zu berücksichtigen. An den Kastenwänden verharren je nach Jahreszeit und Volk 500 bis 3000 Bienen. Hier schätzt man am besten die Anzahl besetzter Flächen in der Grösse einer Wabe. Ein mittlerer Bienenbart von $12 \times 6 \times 3 \text{ cm}$ Grösse enthält rund 750 Bienen. Damit in möglichst kurzer Zeit exakte und reproduzierbare Schätzungen durchgeführt werden können, empfiehlt es sich, die Schätzergebnisse mit einer Messung über das Gewicht zu vergleichen. Dazu werden sofort nach dem Schätzen die Bienen abgewischt. 100 Bienen werden ausgezählt und gewogen. Das Gewicht aller Bienen dividiert durch das Gewicht der 100 Bienen multipliziert mit 100 ergibt die Anzahl aller Bienen. Diese Kalibrierung ist für einen Anfänger absolut notwendig.

8.2.2 Schätzen der Brutfläche

Nach dem Schätzen der Bienen wird auf der gleichen Wabe zuerst die gedeckelte und anschliessend die offene Brutfläche geschätzt (Abb. 61). Als Hilfsmittel kann ein mit Nylonsehnüren in Quadratdezimeter unterteilter Rahmen (Abb. 62) oder ein Rollmeter dienen, mit dem die beiden Typen von Brutflächen ermittelt werden. Mit dem Rahmen können die Rasterfelder der entsprechenden Grösse so über die abzuschätzenden Brutbezirke gehalten werden, dass sie innerhalb der Rastergrenzen liegen und diese möglichst vollständig ausfüllen. Unter Umständen müssen einzelne kleinere, zerstreut angelegte Brutbereiche gedanklich vereint werden. Ist die Brutfläche mit leeren Zellen durchsetzt, schätzt man den prozentualen Anteil der intakten Zellen je Rasterfläche und korrigiert damit die Endzahl. Mit viel Übung kann auf diese Hilfsmittel verzichtet werden. Der Schätzer muss sich als Anfänger auch hier kalibrieren, indem er die Flächen von einigen Völkern auf eine Folie aufträgt, berechnet und anschliessend mit den Schätzwerten vergleicht.

8.2.3 Ablauf der Schätzung

Das Volk wird, von einem Rauchstoss begleitet, geöffnet, und die Bienen werden vom Fenster und/oder Deckbrett in den Kasten abgeklopft. Im Hinterbehandlungskasten

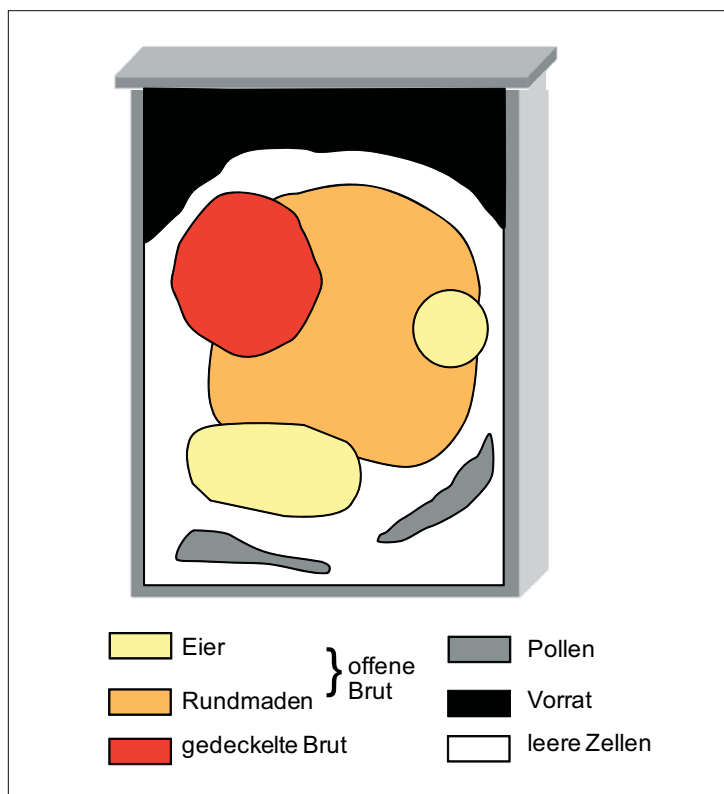


Abb. 61: Schätzen der Brutfläche.

Beim Schätzen der Brutfläche wird der Anteil an offener und gedeckelter Brut separat ermittelt.

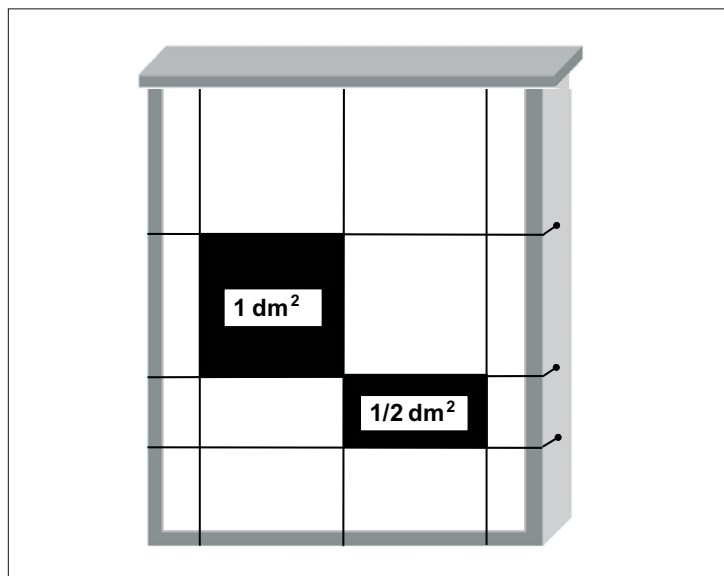


Abb. 62: Hilfsmittel zum Schätzen der Brutfläche.

Die Brutfläche kann mit Hilfe eines Wabenrahmens bestimmt werden. Dabei wird die Wabenfläche in dm^2 grosse Flächen unterteilt. Eine Alternative zu diesem Rahmen bildet der Rollmeter.

schätzt man Wabe um Wabe und hängt diese der Reihe nach in den Wabenknecht. Bevor die Waben wieder in den Kasten gehängt werden, müssen die Bienen auf den Kastenwänden geschätzt werden. Sind im Oberbehandlungskasten alle Waben besetzt, so schätzt man zuerst die Anzahl Bienen und die Brutfläche auf der ersten Randwabe. Danach wird diese Wabe neben den Kasten gestellt. Die folgenden Waben hängt man nach der Schätzung, um eine Position nach links verschoben, in das Magazin zurück.

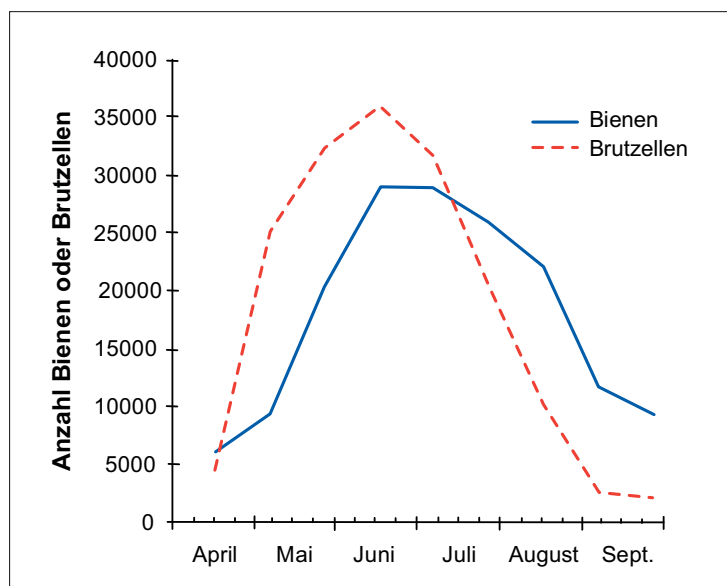


Abb. 63: Grafische Darstellung der Schätzdaten.

Grafische Umsetzung der Rohdaten von den 9 Schätzungen in Intervallen von 3 Wochen von Anfang April bis Ende September 1984. Die Schätzungen wurden jeweils am Morgen früh vor Flugbeginn durchgeführt. Die Grafik zeigt den Aufbau und Rückgang der Volksstärke (Brut- und Bienenverlauf).



Brutwabe im Dadantmass

Am Ende wird die erste Randwabe in die leere Position eingeschoben. Bei Völkern mit mehreren Zargen werden die oberen Zargen abgehoben. Zuerst wird die unterste Zarge geschätzt, und anschliessend wird die nächste Zarge darauf gesetzt und weiter geschätzt. Auch hier müssen zusätzlich die Bienen auf der Kastenwänden und dem Gitterboden geschätzt werden.

8.2.4 Genauigkeit der Liebefelder Schätzmethode

Die Genauigkeit dieser Methode wurde 1984, während der ganzen Bienen Saison, an zwei Völkern überprüft. Dabei wurden die Völker jeweils in einem Intervall von drei Wochen am Morgen früh vor Flugbeginn zuerst geschätzt. Anschliessend wurden die Bienen gewogen und die Brutflächen planimetrisch ausgemessen. Die Schätzergebnisse korrelieren sehr gut mit den Messergebnissen für die Anzahl Bienen ($r^2 = 0.967$, $n = 18$) und für die gedeckelte Brut ($r^2 = 0.987$). Die Schätzung der offenen Brut korreliert weniger gut mit den Messungen ($r^2 = 0.654$). Das Total der pro Volk während der ganzen Versuchsperiode geschätzten Brutfläche war um 1.6 % resp. 5.4 % zu hoch. Die Anzahl Bienen wurde bei dieser Überprüfung regelmässig unterschätzt. Dies wurde anschliessend korrigiert, indem der Referenzwert für die Anzahl Bienen pro dm^2 von 120 auf 130 erhöht wurde⁶⁴.

Immer wieder wird vermutet, dass sich die Eingriffe im Rahmen der Schätzungen vor allem im Frühjahr bei Temperaturen von 10 bis 15°C negativ auf die Volksentwicklung auswirken. Imdorf und Maquelin⁷² untersuchten diese Frage, indem sie die Volksentwicklung verschiedener Gruppen verglichen, die entweder ab Ende März alle 3 Wochen geschätzt wurden oder deren erste Schätzung erst im Mai erfolgte. Es zeigten sich keine Unterschiede in der Frühjahrsentwicklung der Völker zwischen den Gruppen. Somit können die Störungen bei Schätzungen als gering und ohne Auswirkung auf die Volksentwicklung eingestuft werden.

8.2.5 Nicht nur für den Wissenschaftler wertvoll!

Mit dem Schätzen von zwei oder drei Völkern im Intervall von drei Wochen während einer ganzen Bienen Saison kann sich auch der Anfänger ein Wissen über die Volksentwicklung aneignen, das ihm kein Buch vermitteln kann. Diese Erfahrungen bilden die Grundlage eine angepasste Völkerführung und einer erfolgreiche Betriebsweise.

8.2.6 Schätzübung

Ohne Übung ist noch kein Meister vom Himmel gefallen. Dieses Sprichwort trifft auch für das Schätzen von Bienenvölkern zu. Das Auge muss geschult werden. Eine Möglichkeit zum Üben findet sich auf der Homepage des Zentrums für Bienenforschung www.apis.admin.ch unter „Biologie“, „Volksentwicklung“ und „Schätzübung online“.

8.2.7 Jahresübersicht der Volksentwicklung

Die ermittelten Rohdaten von Bienen und Brut während der Bienen Saison in Intervallen von drei Wochen können grafisch dargestellt werden. Die Anzahl Bienen und die der besetzten Zellen der offenen und der gedeckelten Brut vermitteln den Zustand des Volkes am jeweiligen Schätztag. Werden diese Messungen über die Zeitachse miteinander verbunden, so wird der Verlauf der Volksentwicklung während der ganzen Bienen Saison sichtbar gemacht (Abb. 63).

8.3 Berechnete populationsdynamische Indikatoren

In den Rohdaten stecken weitere, nicht auf den ersten Blick erkennbare Vorgänge der Volksentwicklung, die zum Teil mit einfachen Berechnungen und Grafiken sichtbar gemacht werden können^{17;18}. Die wichtigsten Kennzahlen zur Volksentwicklung in Zentral-europa sind in Tab. 5 zusammengestellt.

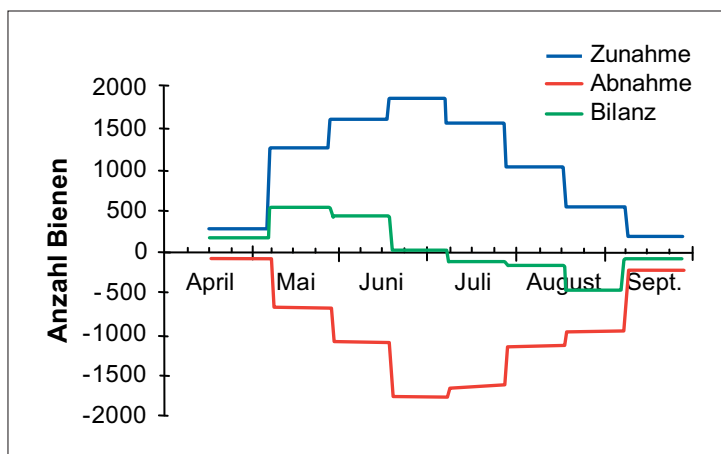


Abb. 64: Berechnete Bienenzuwachs- und Abgangsraten.

Mit dem täglichen Zuwachs, dem täglichen Abgang und der daraus sich ergebenden Bilanz wird die Veränderung der Volksstärke pro Tag beschrieben. Die Abbildung zeigt, dass in Volk 4 während der Bienen Saison mehrere hundert oder sogar über 1'000 Bienen täglich schlüpfen oder sterben. Der Massenwechsel stellt somit einen höchst dynamischen Vorgang dar.

8.3.1 Zuwachs und Abgang

Jeden Tag wachsen die Völker um eine bestimmte Zahl Arbeiterinnen. Gleichzeitig verendet eine bestimmte Anzahl von Bienen. Aus der am Schätzungstag bestimmten Brutzellen- und Bienenzahl können für die dreiwöchige Periode zwischen den Schätzungen die mittlere Tageszuwachsrate (Anzahl der Brutzellen, geteilt durch die Anzahl Tage bis zum nächsten Schätzungstermin) oder die Abgangsrate (Anzahl Brut des ersten Messtages minus Bilanz zwischen der Bienenzahl am Ende und zu Beginn des Intervalls) berechnet und dargestellt werden (Abb. 64). Ist der Zuwachs grösser als der Abgang, so ist die Bilanz positiv, und die Volksgrösse nimmt zu, im anderen Fall nimmt sie ab. Der Massenwechsel eines Volkes stellt somit einen höchst dynamischen Vorgang dar.

8.3.2 Pflegeleistung der Arbeiterinnen

Die kritische Pflegebelastung der Arbeiterinnen entsteht oft im Frühjahr, wenn mit relativ wenig Bienen viel neue Brut aufgezogen wird. Dies kann im Extremfall zu einer ungenügenden Brutpflege und zur Ausbreitung von Brutkrankheiten wie Kalk- oder

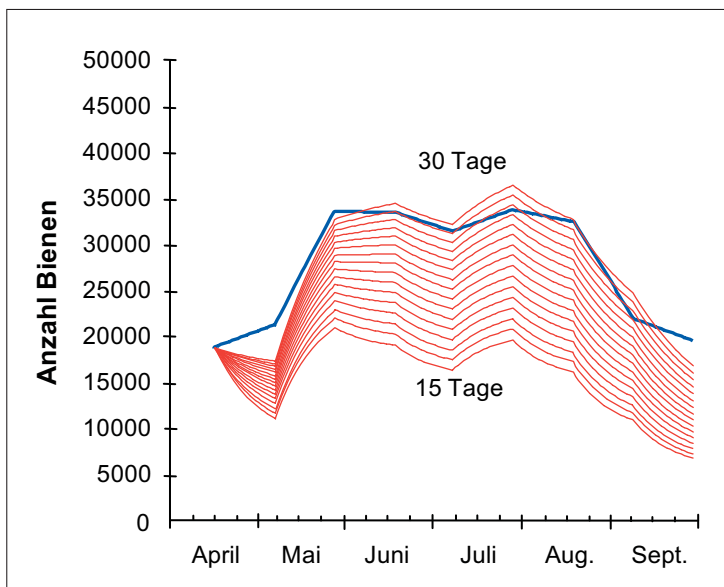
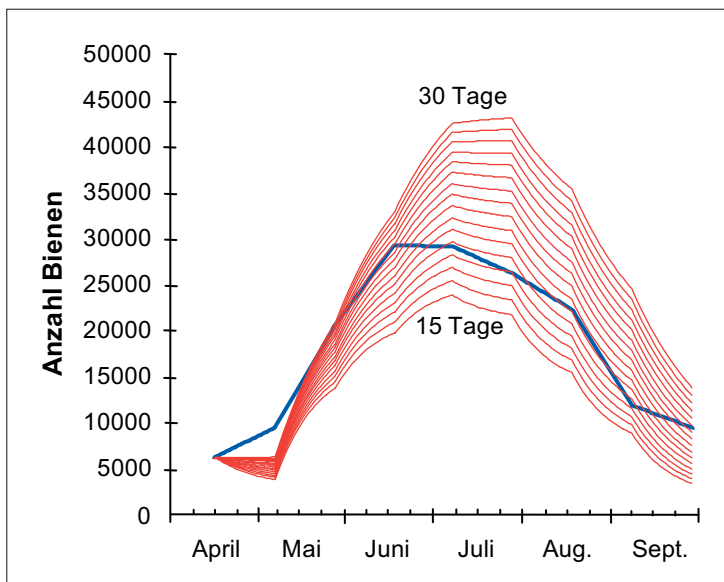


Abb. 65 und 66: Lebensdauer und Volksentwicklung.

Die Völker 4 (Abb. 65) und 8 (Abb.66) zeigten eine ganz unterschiedliche Volksentwicklung (fette blaue Linie), obwohl sie mit 160 000 Brutzellen gleichviel Bienen aufzogen. Die feinen roten Linien zeigen die berechnete Volksentwicklung mit einer unterschiedlichen durchschnittlichen Lebensdauer zwischen 15 bis 30 Tagen. Der Grund für die unterschiedliche Lebensdauer der Bienen ist nicht bekannt. Da sie aber auf dem gleichen Stand waren, kann ein dominierender Effekt der Umwelt ausgeschlossen werden.

Sauerbrut führen. Diese Pflegebelastung kann für jeden Schätzungstag berechnet werden, indem man die offenen Brutzellen pro 100 Bienen ermittelt. Die kritische Phase für die Brutpflege liegt meist zwischen Mitte April und Mitte Mai. Hier übersteigt der in Prozent ausgedrückte Indikator oft 100 %, das heisst, dass im Durchschnitt pro Biene mehr als eine Zelle mit offener Brut gepflegt werden muss. Wenn man bedenkt, dass nicht alle vorhandenen Bienen in der Brutpflege tätig sind, kann das zu diesem Zeitpunkt für die Pflegerinnen eine sehr grosse Belastung bedeuten. Eine gute Überwinterung der Völker, das heisst eine grosse Auswinterungspopulation, ist deshalb sehr wichtig. Dies könnte für die Zucht von vitalen Völkern auch ein Selektionskriterium sein (Auswerten einer grösseren Völkerzahl).

Eine weitere Information über die Pflegeleistung eines Volkes ist die jährliche Brutproduktion. Sie entspricht der Summe aller geschätzten Brutmengen, vorausgesetzt die Schätzungen wurden in regelmässigen Abständen von 21 Tagen durchgeführt. Bei normaler Volksentwicklung ohne Brutunterbruch liegen die Werte zwischen 130 000 und 200 000 aufgezogene Bienen. Mehr Brut bedeutet aber nicht immer mehr Bienen, da die Volksstärke auch von der Lebensdauer der Bienen abhängt.

8.3.3 Lebenserwartung

Die durchschnittliche Lebenserwartung besagt, dass die Hälfte der zum Zeitpunkt der Untersuchung schlüpfende Bienen mindestens so viele Tage leben wird. Diese Zahl wird nach einem mathematischen Modell berechnet¹⁸. Am Beispiel der Völker 4 und 8, welche je zirka 160 000 Bienen aufgezogen haben, wurde aus der Anzahl Bienen bei der Auswinterung und dem Zuwachs eine theoretische Volksentwicklung ermittelt, indem für jede rote Linie eine mittlere

Lebenserwartung von 15 bis 30 Tagen unterlegt wurde (Abb. 65 und 66). Darüber wurde dann die effektiv geschätzte Volksentwicklung mit einer blauen Linie gezeichnet. Im Volk 4 hatten die Bienen im Sommer eine mittlere Lebenserwartung von zirka 20 Tagen und im Volk 8 eine von zirka 30 Tagen.

8.3.4 Leistungspotenzial eines Bienenvolkes

Die Bientage sind ein Mass für das Leistungs- oder Arbeitspotential eines Bienenvolkes und sind vergleichbar dem Arbeitspotential einer Firma in Arbeitstagen pro Baustelle. Die Zahl ergibt sich rechnerisch aus dem Mittelwert der Bienenzahl vom ersten und letzten Tag eines Schätzintervalls, multipliziert mit der Anzahl Tage des Intervalls. Wird die Anzahl Bientage für jedes Schätzintervall zusammengezählt, so ergibt sich das Jahresleistungspotential eines Bienenvolkes. Vergleichen wir die beiden Bienenvölker 4 und 8 (Abb. 65 und 66), so war das Leistungspotential von Volk 4 mit 3.2 Millionen Bientagen um einen Drittel geringer als dasjenige von Volk 8 mit 4.6

Tab. 5: Kennzahlen zur Volksentwicklung in Zentraleuropa

Kennzahl	Anzahl Bienen
Einwinterungspopulation	8000 – 15000
Normaler Winterverlust	2000 – 3000
Auswinterungspopulation	5000 – 13000
Populationsspitze im Sommer	25000 – 40000
Aufgezogene Jungbienen pro Saison	130000 – 200000

Millionen. Bei einem guten Trachtangebot könnte sich dies auf den Honigertrag auswirken³¹ (Abb. 21).

8.3.5 Jahrblatt

Im Jahrblatt werden die Rohdaten der Volksentwicklung, welche durch die Populations-schätzungen erhoben wurden, sowie alle berechneten Werte zur Volksentwicklung dargestellt (siehe Beispiele Tab. 6 und 7). Wie die berechneten populationsdynamischen Werte ermittelt wurden, hat Bühlmann 1997 in einer Mitteilung des Zentrums für Bienenforschung zusammengestellt¹⁸.

Tab. 6: Jahrbuch zur Volksentwicklung von Volk 4 für das Jahr 1984

Jahrbblatt 1984, Liebefeld, Volk 4

[illegible]

Tab. 7: Jahrblatt zur Volksentwicklung von Volk 8 für das Jahr 1984

Jahrblatt 1984, Liebfeld, Volk 8

Datum	17. April	8. Mai	29. Mai	19. Juni	9. Juli	30. Juli	20. August	10. September	1. Oktober.	22. Oktober
Bienen	17480	20029	32897	32777	30610	33078	31745	20722	18172	
Brutzellen	10568	34476	25812	20068	29160	20532	11484	5472	1228	
Offene Brut	6100	18188	6076	9172	11296	5420	3716	2500	792	
Gedeckelte Brut	4468	16288	19736	10896	17864	15112	7768	2972	436	
Offene Brut/Brut total (%)	58	53	24	46	39	26	32	46	64	
Offene Brut/Biene (%)	35	91	18	28	37	16	12	12	4	
Lebenserwartung	31	20	28	30	25	32				
Intervall		21	21	21	20	21	21	21	21	21
Bienentage		393845	555723	689577	633870	668724	680642	550904	408387	
Bienentage/Zuwachs		37	16	27	33	23	33	48	75	
Zuwachs		10568	34476	25812	19112	29160	20532	11484	5472	1228
pro Tag		504	1642	1229	956	1389	978	574	261	58
Abgang		-8019	-21608	-25932	-21279	-26692	-21865	-22507	-8022	
pro Tag		-382	-1029	-1235	-1064	-1271	-1041	-1072	-382	
Bilanz		2549	12868	-120	-2167	2468	-1333	-11023	-2550	
pro Tag		121	613	-6	-108	118	-63	-525	-121	
% Brut	7	28	45	57	76	89	96	99	100	
Brut Total	27. März – 1. Oktober 1984									
Intervall	17. April – 1. Oktober 1984									
Volksstärke	17. April – 1. Oktober 1984									
Bienentage/Zuwachs	17. April – 1. Oktober 1984									
Bruttozuwachs	17. April – 1. Oktober 1984									
Bruttoabgang	17. April – 1. Oktober 1984									
Bilanz	17. April – 1. Oktober 1984									
Bemerkungen	„gemessen“									

Imker				Stand			Datum	
Bemerkungen							Volk	
	Brutraum			Honigraum				
	Bienen	ged. Brut	offene Brut	Bienen	ged. Brut	offene Brut	Drohnen- brut	Bemerkungen
Wabe 1 a								
1 b								
2 a								
2 b								
3 a								
3 b								
4 a								
4 b								
5 a								
5 b								
6 a								
6 b								
7 a								
7 b								
8 a								
8 b								
9 a								
9 b								
10 a								
10 b								
11 a								
11 b								
12 a								
12 b								
13 a								
13 b								
Kasten								
Total				<	<	<		

9 Quellen

9.1 Literaturhinweise

1. Aegerter, C. (1988) Das Trachtangebot verändert die Volksentwicklung, Schweiz. Bienenztg. 111(5): 249-254.
2. Avitabile, A. (1978) Brood rearing in honeybee colonies from late autumn to early spring, J. Apic. Res. 17(2): 69-73.
3. Bailey, L. (1961) The natural incidence of *Acarapis woodi* (Rennie) and the winter mortality of honeybee colonies, Bee World 42(4): 96-100.
4. Bailey, L. (1966) The effect of acid-hydrolysed sucrose on honeybees, J. Apic. Res. 5(3): 127-136.
5. Bailey, L.; Lee, D.C. (1959) The effect of infestation with *Acarapis woodi* (Rennie) on the mortality of honey bees, J. Insect Pathol. 1(1): 15-24.
6. Belloy, L.; Imdorf, A.; Fries, I.; Forsgren, E.; Berthoud, H.; Kuhn, R.; Charrière, J.D. (2007) Spatial distribution of *Melissococcus plutonius* in adult honey bees collected from apiaries and colonies with and without symptoms of European foulbrood, Apidologie 38(2): 136-140.
7. Berlepsch, A. (1873) Die Biene und ihre Zucht mit beweglichen Waben in Gegenden ohne Spätsommertracht. Schneider, Mannheim.
8. Bretschko, J. (1985) Naturgemässe Bienenzucht. Entscheidungshilfen für eine erfolgreiche, erwerbsorientierte Imkerei (in verschiedenen Magazinstocksystemen). Leopold Stocker Verlag, Graz.
9. Brückner, D. (1979) Effects of inbreeding on worker honeybees, Bee World 60(3): 137-140.
10. Brünlich, K. (1922) Graphische Darstellung der Legetätigkeit einer Bienenkönigin, Arch. Bienenk. 4(4): 137-147.
11. Büchler, R. (1992) Population dynamics of honeybee colonies with regard to *Varroa jacobsoni* infestation level, Apidologie 23(4): 377-379.
12. Büchler, R. (1996) Erzeugung von Naturbau und mögliche Auswirkungen auf die Volksentwicklung, ADIZ 30(2): 20-23.
13. Büchler, R. (1997) Der Einsatz von Ameisensäure - Applikatoren in Holz-Magazinbeuten, Die Biene 133(2): 9-12.
14. Büchler, R. (1997) Ergebnisse zur Selektion auf Varroatoleranz, D. Bienen J. 5(8): 325-328.
15. Büchler, R. (1998) Vergleichende Untersuchung von Volksentwicklung, Flugaktivität und Pollensammelverhalten verschiedener *Apis mellifera carnica*- und *Apis mellifera mellifera* - Herkünfte, Apidologie 29(5): 465-467.
16. Bühler, A.; Lanzrein, B. and Wille, H. (1983) Influence of temperature and carbon dioxide concentration on juvenile hormone titre and dependent parameters of adult worker honeybees, *Apis mellifera* L., J. Insect Physiol. 29(12): 885-893.
17. Bühlmann, G. (1992) Visualization of honey bee colony development based on brood area and adult bee numbers. In: J. Billen (Ed.), Biology and Evolution of Social Insects, Leuven (Belgium), pp. 75-80.
18. Bühlmann, G. (1997) Jahrbuch - Standardtabelle und Berechnungen zum Entwicklungsverlauf von Bienenvölkern; Version dBASE IV, Mitt. Schweiz. Zentrum Bienenforsch. (22):1 - 46.
19. Burnside, C. E. (1928) A septicemic condition of adult bees, J. Econ. Entomol. 21(2): 379-386.
20. Butler, C. G. (1946) The provision of supplementary food to hive bees, Ann. Appl. Biol. 33(3): 307-309.

21. Calderone, N. W.; Fondrk, M. K. (1991) Selection for high and low, colony weight gain in the honey bee, *Apis mellifera*, using selected queens and random males, *Apidologie* 22(1): 49-60.
22. Chen, Y. P.; Siede, R. (2007) Honey bee viruses, *Advances Virus Res.* 70: 33-80.
23. Cherednikov, A. V. (1967) Photoperiodism in the honeybee, *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae), *Entom. Review* 46: 33-37.
24. Cutler, G. C.; Scott-Dupree, C. D. (2007) Exposure to clothianidin seed-treated canola has no long-term impact on honey bees, *J. Econ. Entomol.* 100(3): 765-772.
25. de Jong, D.; Soares, A. E. E. (1997) An isolated population of Italian bees that has survived *Varroa jacobsoni* infestation without treatment for over 12 years., *Am. Bee J.* 137(10): 742-745.
26. Dettli, M. (2007) Bienenhaltung ohne Varroabehandlung, Vergleich Naturbau – Mittelwand; Zwischenbericht 2006, (<http://www.summ-summ.ch>): 19-24.
27. Dreller, C.; Page, R. E. and Fondrk, M. K. (1999) Regulation of pollen foraging in honeybee colonies: effects of young brood, stored pollen, and empty space, *Behav. Ecol. Sociobiol.* 45(3-4): 227-233.
28. Eckert, C. D.; Winston, M. L.; Ydenberg, R. C. (1994) The relationship between population size, amount of brood, and individual foraging behaviour in the honey bee, *Apis mellifera* L, *Oecologia* 97(2): 248-255.
29. Eischen, F. A.; Rothenbühler, W. C.; Kulincevic, J. M. (1984) Some effects of nursing on nurse bees, *J. Apic. Res.* 23(2): 90-93.
30. El-Deeb, A. L. A. (1952) Longevity of some races of the honeybee (*Apis mellifera* L.). *Am. Bee J.* 92(12): 517.
31. Farrar, C. L. (1937) The influence of colony populations on honey production, *J. Agric. Res.* 54(12): 945-954.
32. Fehrenbach, K. (1994) Carnica und Buckfast im Vergleich, *Imkerfreund* (6): 11-14.
33. Fluri, P. (1986) Die soziale Organisation des Bienenvolkes und ihre Regulation durch das Juvenilhormon, *Schweiz. Bienenztg.* 109(5, 6): 191-197.
34. Fluri, P. (1993) Die Regulation der Lebensdauer, *Schweiz. Bienenztg.* 116(11): 624-629.
35. Fluri, P.; Bogdanov, S. (1987) Age Dependence of Fat Body Protein in Summer and Winter Bees (*Apis mellifera*), In: *Chemistry and biology of social insects*, Ed. Eder, J. and Rembold H., Verlag J. Peperny, München: 170-171.
36. Fluri, P.; Bogdanov, S. (1987) Effects of artificial shortening of the photoperiod on honeybee (*Apis mellifera*) polyethism, *J. Apic. Res.* 26(2): 83-89.
37. Fluri, P.; Frick, R.; Jaun, A. (2000) Bienenverluste beim Mähen mit Rotationsmähdwerken, *Mitt. Schweiz. Zentrum Bienenforsch.* (39): 1-22.
38. Fluri, P.; Herrmann, M.; Imdorf, A.; Bühlmann, G. (1998) Bienengesundheit und -krankheiten. *Grundwissen, Mitt. Schweiz. Zentrum Bienenforsch.* (32): 1-29.
39. Fluri, P.; Imdorf, A. (1989) Brutstopp im August/September - Auswirkungen auf die Ein- und Auswinterung der Völker, *Schweiz. Bienenztg.* 112(8): 452-455.
40. Fluri, P.; Lüscher, M.; Wille, H.; Gerig, L. (1982) Changes in weight of the pharyngeal gland and haemolymph titres of juvenile hormone, protein and vitellogenin in worker honeybees, *J. Insect Physiol.* 28(1): 61-68.

41. Forsgren, E.; Lundhagen, A. C.; Imdorf, A.; Fries, I. (2005) Distribution of *Melissococcus plutonius* in honeybee colonies with and without symptoms of European foulbrood, Microb. Ecol. 50(3): 369-374.
42. Free, J. B. (1967) The production of drone comb by honeybee colonies, J. Apic. Res. 6(1): 29-36.
43. Free, J. B.; Racey, P. A. (1968) The effect of the size of honeybee colonies on food consumption, brood rearing and the longevity of the bees during winter, Entomol. Exp. Appl. (11): 241-249.
44. Fries, I.; Camazine, S. (2001) Implications of horizontal and vertical pathogen transmission for honey bee epidemiology, Apidologie 32(3): 199-214.
45. Fries, I.; Imdorf, A.; Rosenkranz, P. (2006) Survival of mite infested (*Varroa destructor*) honey bee (*Apis mellifera*) colonies in a Nordic climate, Apidologie 37(5): 564-570.
46. Fries, I.; Imdorf, A.; Rosenkranz, P. (2007) Varroa und Bienen - ein Fall für Dauerbehandlung? Schweiz. Bienenztg. 130(5): 6-8.
47. Fries, I.; Lindström, A. and Korpela, S. (2006) Vertical transmission of American foulbrood (*Paenibacillus larvae*) in honey bees (*Apis mellifera*), Vet. Microbiol. 114(3-4): 269-274.
48. Gauthier, L.; Tentcheva, D.; Cousserans, F.; Colin, M. E.; Bergoin, M. (2004) Etude des populations virales dans les ruchers français, Abeilles & Cie (101): 10-15.
49. Gerig, L. (1976) Prüfung von Zuckerersatzstoffen und Zuckermaischen zur Fütterung der Bienen, Schweiz. Bienenztg. 99(6): 308-326.
50. Gerig, L. (1983) Lehrgang zur Erfassung der Volksstärke, Schweiz. Bienenztg. 106(4): 199-204.
51. Gerig, L. (1983) Über die Fütterung der Bienen, Schweiz. Bienenztg. 106(2): 55-60.
52. Gerig, L. (1984) Entwicklung der Bienenpopulation von zwei Schwarmvölkern und deren Schwärme, Schweiz. Bienenztg. (6): 309-313.
53. Gerig, L.; Wille, H. (1975) Periodizität in der Eiablage der Bienenköniginnen (*Apis mellifica* L.), Mitt. Schweiz. Entom. Ges. 48(1-2): 91-97.
54. Gerstung, F. (1890) Das Grundgesetz der Brut- und Volksentwicklung der Bienen., Druck und Verlag von Mar Rössler, Bremen: 3-50.
55. Goodwin, M. (2005) American foulbrood control: the New Zealand approach, Bee World 86(2): 44-45.
56. Greenberg, B.; Bindokas, V. P.; Frazier, M. J.; Gauger, J. R. (1981) Response of honey bees, *Apis mellifera* L. to high-voltage transmission lines, Environ. Entomol. 10(5): 600-610.
57. Grissa, K. L. (2000) Biologische Entwicklung und Anpassung der tunesischen Biene *Apis mellifera intermissa* an die lokalen Naturbedingungen, Apiacta 35(3): 126-137.
58. Hadorn, H.; Zürcher, K. (1974) Zuckerspektrum und Kristallisationstendenz von Honigen, Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. 65): 407-420.
59. Harbo, J. R. (1986) Effect of population size on brood production, worker survival and honey gain in colonies of honeybees, J. Apic. Res. 25(1): 22-29.
60. Horn, H. (1994) Die Eignung von Rapshonig als Winterfutter für Bienen, ADIZ 9: 29-36.
61. Imdorf, A. (1988) Integrierte Varroabekämpfung: Jungvolkbildung, Schweiz. Bienenztg. 111(5): 237-240.
62. Imdorf, A.; Bogdanov, S.; Kilchenmann, V. (1985) „Zementhonig“ im Honig- und Brutraum - was dann? 1. Teil: Wie überwintern Bienenvölker auf Zementhonig? Schweiz. Bienenztg. 108(10): 534-544.

63. Imdorf, A.; Bogdanov, S.; Kilchenmann, V.; Wille, H. (1985) „Zementhonig“ im Honig- und Brutraum - was dann? 2. Teil: Wirkt „Zementhonig“ als Winterfutter toxisch? Schweiz. Bienenztg. 108(11): 581-590.
64. Imdorf, A.; Bühlmann, G.; Gerig, L.; Kilchenmann, V.; Wille, H. (1987) Überprüfung der Schätzmethode zur Ermittlung der Brutfläche und der Anzahl Arbeiterinnen in freifliegenden Bienenvölkern, Apidologie 18(2): 137-146.
65. Imdorf, A.; Bühlmann, G.; Gerig, L.; Maquelin, C.; Wille, H. (1984) Was bewirkt die flüssige Frühjahrsreizfütterung? Schweiz. Bienenztg. 107(2): 46-59.
66. Imdorf, A.; Bühlmann, G.; Gerig, L.; Wille, H. (1984) Pollen- oder Pollenersatzfütterung - eine Notwendigkeit? Schweiz. Bienenztg. 107(6): 296-308.
67. Imdorf, A.; Bühlmann, G.; Wille, H.; Kilchenmann, V. (1987) The nitrogen balance of free flying *Apis mellifera* colonies, In: Chemistry and Biology of Social Insects, Ed. Eder, J. and Rembold, H. Verlag J. Peperny, München: 169.
68. Imdorf, A.; Charrière, J. D.; Kilchenmann, V.; Bogdanov, S.; Fluri, P. (2003) Alternative strategy in central Europe for the control of *Varroa destructor* in honey bee colonies, Apiacta 38: 258-278.
69. Imdorf, A.; Kilchenmann, V. (1985) Entwicklung von Ablegern und Muttervölkern, Schweiz. Bienenztg. 108(5): 212-225.
70. Imdorf, A.; Kilchenmann, V. (1987) Entwicklung von Kunstschwärmen und Muttervölkern, Schweiz. Bienenztg. 110(5): 189-202.
71. Imdorf, A.; Kilchenmann, V. and Maquelin, C. (1988) Welchen Einfluss hat die Pollenfütterung im Frühjahr auf die Volksentwicklung? Schweiz. Bienenztg. 111(4): 109-115.
72. Imdorf, A.; Maquelin, C. (1993) Volksschätzung im zeitigen Frühjahr, Schweiz. Bienenztg. 116(7): 392-395.
73. Imdorf, A.; Rickli, M.; Fluri, P. (1996) Massenwechsel des Bienenvolkes, FAM Publikation Sektion Bienen: 1-48.
74. Imdorf, A.; Rickli, M.; Kilchenmann, V.; Bogdanov, S.; Wille, H. (1998) Nitrogen and mineral constituents of honey bee worker brood during pollen shortage, Apidologie 29(4): 315-325.
75. Imdorf, A.; Wille, H.; Bühlmann, G. (1983) Pflege der Völker nach der Ernte: Lohnt sich eine Nachsommerreizfütterung? Schweiz. Bienenztg. 106(7): 402-416.
76. Jachimowicz, T.; El Sherbiny G. (1975) Zur Problematik der Verwendung von Invertzucker für die Bienenfütterung, Apidologie 6(2): 121-143.
77. Jeffree, E. P. (1951) A photographic presentation of estimated numbers of honeybees (*Apis mellifera* L.) on combs in 14 * 8 1/2 inch frames, Bee World 32(12): 89-91.
78. Jeffree, E. P. (1955) Observations on the decline and growth of honey bee colonies, J. Econ. Entomol. 48(6): 723-726.
79. Jordan, R. (1963) Ueber die abermalige Entfaltung - Regeneration - der Futter-saftdrüsen bei Flugbienen, Bienenvater 84(1): 4-9.
80. Keller, I.; Fluri, P.; Imdorf, A. (2005) Pollen nutrition and colony development in honey bees - part I, Bee World 86(1): 3-10.
81. Keller, I.; Fluri, P.; Imdorf, A. (2005) Pollen nutrition and colony development in honey bees - Part II, Bee World 86(2): 27-34.
82. Kepena, L. (1977) The length of bee life in dependence on various degree of inbreeding, Polnohospodarstvo 23(2): 196-201.

83. Kratky, E. (1931) Morphologie und Physiologie der Drüsen in Kopf und Thorax der Honigbiene (*Apis mellifera* L.), Zeitschr. f. wiss. Zool. 139: 120-200.
84. Kulincevic, J. M.; Rothenbühler, W. C. Rinderer, T. E. (1983) Diappearing disease – II. Effects of certain protein sources on brood rearing and length of life in the honey bee under laboratory conditions, Am. Bee J. 123: 50-53.85.
86. Le Conte, Y.; de Vaublanc, G.; Crauser, D.; Jeanne, F.; Rousselle, J. C.; Bécard, J. M. (2007) Honey bee colonies that have survived *Varroa destructor*, Apidologie 38(6): 566-572.
87. Liebig, G. (1993) Volksentwicklung auf der Schwäbischen Alb, Bienenpflege (1): 4-11.
88. Liebig, G. (1993) Volksstärke und Honigleistung, D. Bienen J. (1): 14-15.
89. Liebig, G. (1994) Die Zehrung im Winterhalbjahr (1989-1993) - Einfluss von Standort, Witterung und Volksstärke geprüft, ADIZ 28(1): 8-10.
90. Liebig, G. (1994) Entwicklung von Bienenvölkern - Ergebnisse des Forschungsprogrammes „Volksentwicklung“. Gesellschaft der Freunde der Landesanstalt für Bienenkunde der Universität Hohenheim, Festschrift Hohenheim aktuell.
91. Liebig, G. (1995) Hohenheim aktuell – Entwicklung von Bienenvölkern. Gesellschaft der Freunde der Landesanstalt für Bienenkunde der Universität Hohenheim.
92. Liebig, G. (1997) Bienenvölker sicher überwintern - aber wie?, Deutsches Bienen Journal 5(7): 11-14.
93. Liebig, G. (1997) Volksentwicklung auf Naturwabenbau, Deutsches Bienen Journal 5(5/6): 12-13/16.
94. Liebig, G. (1998) Mehr bringt nicht unbedingt mehr. Zur Bildung und Entwicklung von Jungvölkern, D. Bienen J. 6(1): 4-7.
95. Liebig, G. (1999) Wenn aus eins zwei werden. Der Vermehrungsakt und seine Folgen, Bienenpflege (6): 189-191.
96. Liebig, G. (2000) Maisstärkesirup, ein geeignetes Winterfutter? Ein Vergleich von Butiforce mit Zuckerwasser, ADIZ 34(7): 23-25.
97. Liebig, G. (2002) Maisstärkesirupe im Test – bisher ohne Tadel, D. Bienen J. 10(8): 15.
98. Liebig, G. (2005) Maltosesirup. Schädlich oder unschädlich? Untersuchungen zur Eignung als Bienen-Winterfutter, ADIZ 39(8): 8-9.
99. Liebig, G. (2005) Winterverluste müssen nicht sein! D. Bienen J. 13(9): 11-13.
100. Liebig, G. (2006) Aus Stärke echt stark, D. Bienen J. 14(7): 6.
101. Liebig, G.; Gerlich, R.; Maier, M. (1993) Entwicklungs- und Leistungsvergleich zweier Carnica-Herkünfte im Bienenjahr 1991/92, Bienenpflege 7(8): 215-220.
102. Liebig, G.; Gerlich, R.; Sanzenbacher, R. (1996) Einfluss des Absperrgitters auf Volksentwicklung und Honigleistung, Bienenpflege (1): 5-11.
103. Liebig, G.; Gerlich, R.; Sanzenbacher, R. (1997) Die Entwicklung von Bienenvölkern auf verschiedenen grossen Waben, D. Bienen J. 5(1): 18-19.
104. Lodesani, M.; Nanetti, A.; Carpana, E. (1987) A study on variability of length of life in free-flying colonies of *Apis mellifera ligustica*, Apicoltura 3: 49-61.
105. Manikis, I.; Thrasyvoulou, A. (2001) The relation of physico-chemical characteristics of honey and the crystallization sensitive parameters, Apiacta 36(3): 106-112.
106. Maul, V. (1994) Studies of comb production by bee colonies without foundation, Apidologie 25(5): 488-489.

107. Maurizio, A. (1946) Beobachtungen über die Lebensdauer und den Futterverbrauch gefangen gehaltener Bienen, Beih. Schweiz. Bienenztg. 2(13): 1-48.
108. Maurizio, A. (1950) Untersuchungen über den Einfluss der Pollennahrung und Brutpflege auf die Lebensdauer und den physiologischen Zustand der Bienen, Schweiz. Bienenztg. 73(2): 58-64.
109. Maurizio, A. (1954) Pollenernährung und Lebensvorgänge bei der Honigbiene (*Apis mellifica* L.), Sonderdruck Landw. Jahrbuch Schweiz 68(2): 115-182.
110. Maurizio, A. (1961) Lebensdauer und Altern bei der Honigbiene (*Apis mellifica* L.), Gerontologia 5: 110-128.
111. McLellan, A. R. (1978) Growth and decline of honeybee colonies and inter-relationships of adult bees, brood, honey and pollen, J. Appl. Ecol. 15(1): 155-161.
112. Merz, R.; Gerig, L.; Wille, H.; Leuthold, R. (1979) Das Problem der Kurz- und Langlebigkeit bei der Ein- und Auswinterung im Bienenvolk (*Apis mellifica* L.): eine Verhaltensstudie, Rev. Suisse Zool. 86(3): 663-671.
113. Milne, C. P., Jr. (1980) Laboratory measurement of honey production in the honeybee. 2. Longevity or length of life of caged workers, J. Apic. Res. 19(3): 172-175.
114. Milojevic, B. D. (1939) Eine neue Auffassung vom Gesellschaftsleben der Honigbiene, Schweiz. Bienenztg. 62(12): 689-695.
115. Moosbeckhofer, R. (1993) Versuche mit „Api-Life-VAR“ zur Bekämpfung der Varroamilbe, Bienenwelt 35(7): 161-166.
116. Moosbeckhofer, R.; Bretschko, J. (1996) Naturgemässe Bienenzucht. Leopold Stocker Verlag, Graz.
117. Muszynska, J. (1987) The relationship between the biological structure of honeybee colonies and their wintering success, Pszczelnicze Zeszyty Naukowe (31): 41-53.
118. Nachtigall, G. (2008) Analysen des Julius Kühn-Instituts zu Bienenschäden durch Clothianidin, <http://www.jki.bund.de>
119. Nolan, W. J. (1925) The brood-rearing cycle of the honeybee, Bull. United States Dept. of Agric. (1349): 1-56.
120. Pettis, J. S.; Collins, A. M.; Wilbanks, R.; Feldlaufer, M. (2006) Survival and function of queens reared in beeswax containing Coumaphos, Am. Bee J. 146(4): 341-344.
121. Pettis, J. S.; Collins, A. M.; Wilbanks, R. and Feldlaufer, M. (2004) Effects of coumaphos on queen rearing in the honey bee, *Apis mellifera*, Apidologie 35(6): 605-610.
122. Porrini, C.; Sabatini, A. G.; Girotti, S.; Fini, F.; Monaco, L.; Celli, G.; Bortolotti, L.; Ghini, S. (2003) The death of honey bees and environmental pollution by pesticides: the honey bees as biological indicators, Bull. Insectology 56(1): 147-152.
123. Rinderer, T. E.; Sylvester, H. A. (1978) Variation in response to *Nosema apis*, longevity, and hoarding behavior in a free-mating population of the honey bee, Ann. Entomol. Soc. Am. 71(3): 372-374.
124. Robinson, G. E. (1986) Hormonal regulation of age polyethism in the honey bee, *Apis mellifera*, Behav. Ecol. Sociobiol. 20(5): 329-338.
125. Robinson, G. E. (1991) Hormonal and genetic control of honeybee division of labour: The behaviour and physiology of bees. In: L. J. Goodman and R. C. Fisher (Eds.), C.A.B International, Wallingford UK, pp. 14-27.

126. Robinson, G. E.; Strambi, C.; Strambi, A.; Feldlaufer, M. F. (1991) Comparison of juvenile hormone and ecdysteroid haemolymph titres in adult worker and queen honey bees (*Apis mellifera*), J. Insect Physiol. 37(12): 929-935.
127. Roetschi, A.; Berthoud, H.; Kuhn, R.; Imdorf, A. (2008) Infection rate based on quantitative real-time PCR of *Melissococcus plutonius*, the causal agent of European foulbrood, in honeybee colonies before and after apiary sanitation, Apidologie 39(3): 362-371.
128. Ruttner, F.; Ruttner, H. (1976) Die Spätsommerbrut bei Völkern verschiedener Abstammung und ihre Abhängigkeit von Umweltbedingungen, ADIZ 10: 417-421.
129. Rutz, W.; Gerig, L.; Wille, H.; Lüscher, M. (1976) The function of juvenile hormone in adult worker honey bees, *Apis mellifera*, J. Insect Physiol. 22: 1485-1491.
130. Schmickl, T.; Crailsheim, K. (2001) Cannibalism and early capping: strategy of honeybee colonies in times of experimental pollen shortages, Journal of Comparative Physiology 187(7): 541-547.
131. Simpson, J. (1960) The age of queen honeybees and the tendency of their colonies to swarm, J. Agricult. Sci. 54(2): 1.
132. Soudek, S. (1927) The pharyngeal glands of the honeybee (*Apis mellifica* L.), Bull. de l'école supérieure d'agronomie Brno (10): 52-61.
133. Spivak, M.; Downey, D. L. (1998) Field assays for hygienic behavior in honey bees (Hymenoptera: Apidae), J. Econ. Entomol. 91(1): 64-70.
134. Spivak, M.; Gilliam, M. (1998) Hygienic behaviour of honey bees and its application for control of brood diseases and varroa. Part I: Hygienic behaviour and resistance to American foulbrood, Bee World 79(3): 124-134.
135. Spivak, M.; Gilliam, M. (1998) Hygienic behaviour of honey bees and its application for control of brood diseases and varroa - Part II. Studies on hygienic behaviour since the Rothenbuhler era, Bee World 79(4): 169-186.
136. Spivak, M.; Reuter, G. S. (1998) Honey bee hygienic behavior, Am. Bee J. 138(4): 283-286.
137. Spivak, M.; Reuter, G. S. (2001) Resistance to American foulbrood disease by honey bee colonies *Apis mellifera* bred for hygienic behavior, Apidologie 32(6): 555-565.
138. Villumstad, E. (1969) Ueberwinterung und Frühjahrsentwicklung der Bienenvölker auf Waben, die während der Herbstfütterung neu gebaut wurden, 22. Intern. Bienenz. Kongr. München, Apimondia Verlag, Bukarest, pp. 605-608.
139. von der Ohe, W.; Schönberger, H. (2002) Bienenernährung: Futtersirup im Vergleich, Bienenrevue 123(9): 11-15.
140. Warnke, U. (1976) Die Wirkung von Hochspannungswechselfeldern auf das Verhalten von Bienensozietäten, Z. angew. Entom. 82(1): 88.
141. Warnke, U. (1976) Effects of electric charges on honeybees, Bee World 57(2): 51-56.
142. Warnke, U.; Paul, R. (1975) Verhalten von Bienen. Bienen unter Hochspannung. Sozialverhalten, Bienenstaat, Hochspannungsleitungen, elektrische und magnetische Felder, Umschau 75(13): 416.
143. Weiss, K. (1984) Regulierung des Proteinhaushaltes im Bienenvolk (*A. mellifica* L.) durch Brutkannibalismus, Apidologie 15(3): 339-354.
144. Weiss, K. (1985) Zum Brutfrass der Bienen, Imkerfreund 1: 6-7.

145. Westerhoff, A.; Bächler, R. (1994) Zusammenhänge zwischen Volksstärke, Brutpflege, Lebenserwartung und Honigleistung, ADIZ (10): 30-34.
146. Wille, H. (1967) Einfluss der Umgebungstemperatur auf die Entwicklung der Völker im Frühjahr, Schweiz. Bienenztg. 90(10): 455-457.
147. Wille, H. (1967) Mischinfektionen in der Honigbiene (*Apis mellifica* L.) nach Ermittlungen in schweizerischem Material der Jahre 1965/1966, Z. Bienenforsch. 9 (4): 150-171.
148. Wille, H. (1973) Beziehungen zwischen der Überlebensdauer, Krankheitsbefunden und dem Blutbild erwachsener Bienen (*Apis mellifica* L.), Schweiz. Landw. Forsch. 12 (4): 269-289.
149. Wille, H. (1974) Massenwechsel des Bienenvolkes, Sonderdruck Schweiz. Bienenztg. (7, 8, 9): 1-24.
150. Wille, H. (1974) Massenwechsel des Bienenvolkes. I. Der Übergang von den Winterbienen zu den Sommerbienen im Frühjahr, Schweiz. Bienenztg. 97(7): 304-316.
151. Wille, H. (1974) Massenwechsel des Bienenvolkes. II. Wie viele Winterbienen sind erforderlich, damit im Frühjahr die Völker rasch erstarken? Schweiz. Bienenztg. 97(8): 369-374.
152. Wille, H. (1974) Massenwechsel des Bienenvolkes. III. Erzeugung der Winterbienenengeneration, Schweiz. Bienenztg. 97(9): 420-425.
153. Wille, H. (1976) Beziehungen zwischen der durchschnittlichen Überlebensdauer erwachsener Bienen (*Apis mellifica* L.) und dem Krankheitsbefund, insbesondere der Nosema in den Frühjahrswochen, Sonderdruck der EDMZ: 1-25.
154. Wille, H. (1981) Ein- und Auswinterung, Gereimtes und Ungereimtes, Nordwestdt. Imkerztg. 33(7, 8): 186-190.
155. Wille, H. (1984) Einfluss von Krankheitselementen auf den Massenwechsel von Bienenvölkern, Schweiz. Bienenztg. 107(4, 5): 161-172.
156. Wille, H. (1984) In welchem Mass beeinflusst die Pollenversorgung den Massenwechsel der Völker? Schweiz. Bienenztg. 107(2, 3): 64-80.
157. Wille, H. (1985) In welchem Mass beeinflusst Rassen-„Reinheit“ den Brutrhythmus der Bienenvölker? Schweiz. Bienenztg. 108(8): 379-395.
158. Wille, H. (1985) Überlebensstrategien des Bienenvolkes, Bienenwelt 27: 169-182.
159. Wille, H. (1985) Weitere Ergebnisse über den Brutrhythmus von Bienenvölkern, Schweiz. Bienenztg. 108(7): 327-343.
160. Wille, H. (1987) Einfluss der Milbe *Acarapis woodi* auf den Massenwechsel von Bienenvölkern, Schweiz. Bienenztg. (8): 346-348.
161. Wille, H.; Geiger, A.; Muff, A. (1987) Einfluss der Milbe *Acarapis woodi* auf den Massenwechsel von Bienenvölkern, Mitt. Schweiz. Zentrum Bienenforsch. (1): 1-61.
162. Wille, H.; Imdorf, A.; Bühlmann, G.; Kilchenmann, V.; Wille, M. (1985) Beziehung zwischen Polleneintrag, Brutaufzucht und mittlerer Lebenserwartung der Arbeiterinnen in Bienenvölkern (*Apis mellifica* L.), Mitt. Schweiz. Entom. Ges. 58(1-2): 205-214.
163. Wille, H.; Pintér, L. (1961) Recherches sur les sépticémies bactériennes de l'abeille adulte en Suisse, Bull. apic. 4(2): 162-180.
164. Wille, H.; Vecchi, M. A. (1985) Der Brutrhythmus von Ligustica - Bienenvölkern, Schweiz. Bienenztg. 108(10): 477-487.
165. Wille, H.; Wille, M.; Kilchenmann, V. and Imdorf, A. (1987) Die Pollernahrung des überwinternden und auswinternden Bienenvolkes, Mitt. Schweiz. Zentrum Bienenforsch. (2): 1-11.

166. Woyke, J. (1977) Cannibalism and brood-rearing efficiency in the honey-bee, *J. Apic. Res.* 16(1): 84-94.
167. Yue, C.; Genersch, E. (2005) RT-PCR analysis of Deformed wing virus in honeybees (*Apis mellifera*) and mites (*Varroa destructor*), *J. Gen. Virology* 86: 3419-3424.

9.2 Bildnachweise

Dettli, Martin: Seite 53

Ruoff, Kaspar: Umschlag, Seiten 5, 18, 24, 26, 27, 37, 40, 44 unten, 47 und 61.

Zentrum für Bienenforschung / ALP: Seiten 9, 10, 15, 25, 28, 29, 31, 36, 42, 44 oben, 55, 57, 59, 67 und 70.

Dank

Wir danken allen Autoren, die Mosaiksteine des Wissens über die Volksentwicklung veröffentlicht oder sie uns auf Anfrage hin zur Verfügung gestellt haben.

Ein herzlicher Dank geht an Jean-Daniel Charrière, Benjamin Dainat, Martin Dettli, Vincent Dietemann, Peter Gallman, Luzzio Gerig, Verena Kilchenmann, Jochen Pflugfelder und Hansueli Thomas für die kritische Durchsicht des Manuskripts und die wertvollen Fachdiskussionen.

Dem Verein deutschschweizerischer und rätoromanischer Bienenfreunde sei an dieser Stelle herzlich für die finanzielle Unterstützung gedankt.

Herausgeberin: Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP; Zentrum für Bienenforschung ZBF, Schwarzenburgstrasse 161, CH-3003 Bern, Tel. +41 (0)31 323 84 18, Fax +41 (0)31 323 82 27, www.alp.admin.ch, E-Mail: info@alp.admin.ch. Autoren: Anton Imdorf, Kaspar Ruoff, Peter Fluri. Kontakt Rückfragen: Peter Gallmann, Tel. +41 (0)31 323 81 91, E-Mail: peter.gallmann@alp.admin.ch. Grafik und Layout: faos fotografie, Kaspar Ruoff. Copyright: Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, 2008. Nachdruck bei Quellenangabe und Zustellung eines Belegexemplares an die Herausgeberin gestattet. ISSN 1661-0814