

# Auslese und Verbreitung vitaler Honigbienen zur Absenkung von Völkerverlusten und Tierarzneimiteleinsetz in einem schadschwellenorientierten Bekämpfungskonzept

## Projektpartner:

Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen, Bieneninstitut Kirchhain

Länderinstitut für Bienenkunde Hohen Neuendorf e.V.

Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau

Institut für Bienenkunde Oberursel

Aktenzeichen: 514-06.01-2808UM003

Laufzeit: 01.12.2008 bis 30.04.2012 (Verlängerung bis 31.07.2012)

## Inhalt

1) Aufgabenstellung .....	2
a) <i>Vitalitätsauslese unbehandelter Prüfvölker</i> .....	3
b) <i>Datenauswertung, Zuchtwertschätzung und Zuchtplanung</i> .....	3
c) <i>Optimierung von Toleranzbelegstellen zur Verbreitung des         Zuchtfortschritts</i> .....	4
d) <i>Teilprojekt „Stabilisierung des Varroosis Parasit-Wirtssystems durch         naturnahe Breitenselektion“</i> .....	4
2) Planung und Ablauf der Arbeiten .....	6
a) <i>Vitalitätsauslese unbehandelter Prüfvölker</i> .....	6
b) <i>Datenauswertung, Zuchtwertschätzung und Zuchtplanung</i> .....	7
c) <i>Optimierung von Toleranzbelegstellen zur Verbreitung des         Zuchtfortschritts</i> .....	7
d) <i>Teilprojekt „Stabilisierung des Varroosis Parasit-Wirtssystems durch         naturnahe Breitenselektion“</i> .....	12
3) Ergebnisse .....	15
a) <i>Vitalitätsauslese unbehandelter Prüfvölker</i> .....	15
b) <i>Datenauswertung, Zuchtwertschätzung und Zuchtplanung</i> .....	23
c) <i>Optimierung von Toleranzbelegstellen zur Verbreitung des         Zuchtfortschritts</i> .....	42
d) <i>Teilprojekt „Stabilisierung des Varroosis Parasit-Wirtssystems durch         naturnahe Breitenselektion“</i> .....	52
4) Schlussfolgerungen (hinsichtlich der Übertragbarkeit in die Praxis).....	57
5) Übersicht über alle erfolgten und geplanten Veröffentlichungen und Veranstaltungen, bei denen das Vorhaben bzw. Ergebnisse daraus vorgestellt wurden .....	61
<i>Veröffentlichungen</i> .....	61
<i>Vorträge</i> .....	63
<i>Schulungsveranstaltungen</i> .....	69
6) Zusammenfassung .....	70

## 1) Aufgabenstellung

Honigbienen dienen etwa 80% der einheimischen Blütenpflanzen als Bestäuberinsekten und gewährleisten durch ihre Bestäubungsleistung erheblich Ertragssteigerungen blühender Obst-, Garten- und Feldbestände. Ebenso bedeutsam ist der Einfluss der Bestäubung durch die Honigbiene für viele entomophile Wildpflanzen und die daran geknüpften ökologischen Netzwerke. Die Auslese und Verbreitung vitaler, widerstandsfähiger Honigbienen ist daher von essentieller Bedeutung um nachhaltige und weitläufige ökologische Schäden durch eine weitere Dezimierung der Bienenpopulation abzuwenden. Zudem trägt die Verbreitung widerstandsfähiger Bienen zu einer Sicherung der Lebensmittelqualität bei, da der Einsatz von Tierarzneimitteln zur Bekämpfung von Bienenkrankheiten (z.B. Varroose) zu Rückstandsbelastung der Bienenprodukte führen kann.

Das Projekt „Auslese und Verbreitung vitaler Honigbienen zur Absenkung von Völkerverlusten und Tierarzneimittelsatz in einem schadschwellenorientierten Bekämpfungskonzept“ soll Grundlagen für eine nachhaltige züchterische Verbesserung der Krankheitstoleranz von Honigbienen in Deutschland schaffen und dadurch zur Absenkung von Völkerverlusten und Tierarzneimittelsatz beitragen. Dazu bedarf es einer Kombination geeigneter Selektions- und Vermehrungsmethoden mit der Anwendung eines schadschwellenorientierten Bekämpfungsansatzes. Im Einzelnen stellen sich folgende Aufgaben:

Züchter sollen in die Lage versetzt werden, unter Beachtung bestimmter Schadschwellen weitgehend auf den Einsatz von Behandlungsmitteln zu verzichten und die Winterfestigkeit unbehandelter Völker als wesentliches Selektionskriterium zu nutzen (Vitalitätstest).

Es müssen zusätzliche Krankheitsmerkmale in die Zuchtwertschätzung einbezogen und eine Justierung der Zuchtwerte auf Grundlage der Überlebensdaten unbehandelter Völker (siehe oben) vorgenommen werden.

Es sollen Hilfen zur Zuchtplanung angeboten werden, die unter Berücksichtigung aller imkerlich relevanten Eigenschaften dem innerhalb der Arbeitsgemeinschaft Toleranzzucht (AGT) favorisierten Merkmal „Krankheitsresistenz“ den optimalen Selektionserfolg sichern.

Um den züchterischen Fortschritt effektiv an die allgemeine Landeszucht weiterzugeben, müssen mehrere Toleranzbelegstellen mit Populationen unbehandelter Drohnenvölker eingerichtet werden.

Anhand der Ergebnisse wissenschaftlicher Untersuchungen zur Paarungssicherheit von Landbelegstellen sind Mindestanforderungen an die Größe und das Management regionaler Toleranzbelegstellen abzuleiten.

Vereinfachte Verfahren insbesondere im Hinblick auf Befallsdiagnose und Umweiselung müssen etabliert und ein Behandlungskonzept der Varroose mit einer Selektionswirkung auf erhöhte Varroatoleranz praxisnah erprobt werden.

Es soll ein Netzwerk regionaler Musterbetriebe mit zukunftsweisendem Krankheitsmanagement, das auf einer zuverlässigen Beobachtung des Befallsverlaufs und einer an Schadschwellen orientierten Behandlung und Selektion der Völker aufbaut, geschaffen werden.

### **a) Vitalitätsauslese unbehandelter Prüfvölker**

Ziel der Selektion auf Varroatoleranz sind Bienen, die unter gegebenen Umwelt- und Haltungsbedingungen einen normalen Milbenbefall aus eigener Kraft überleben können. In der routinemäßig durchgeführten Leistungsprüfung werden zwei Hilfsmerkmale, die Befallsentwicklung und das Bruthygieneverhalten, zu einer Abschätzung der Varroatoleranz berücksichtigt. Die endgültige Auswahl der Zuchtvölker kann jedoch noch zuverlässiger vorgenommen werden, wenn zusätzliche Beobachtungen zur Widerstandsfähigkeit der Völker einbezogen werden. Hierzu dient der Vitalitätstest, bei dem ausgesuchte Völker nach Abschluss der Leistungsprüfung ohne jegliche Varroabehandlung weiter beobachtet werden.

Durch den Wegfall von Behandlungsmaßnahmen werden Vitalitätsunterschiede zwischen den Völkern besonders deutlich und können insbesondere anhand der Winterfestigkeit der Bienen sicher beurteilt werden. Diese Information sollte durch das Projekt routinemäßig in die Zuchtauslese der AGT eingebunden werden. Dazu mussten die schon früher auf Institutsebene durchgeführten Vitalitätstests auf private Zuchtbetriebe ausgeweitet und in der Praxis erprobt werden. Während der Projektlaufzeit sollte die Beteiligung schrittweise auf bundesweit etwa 50 Stände mit 400 Testvölkern ausgebaut werden, wozu die kooperierenden Zuchtbetriebe in der Populationsschätzung von Bienenvölkern und der Varroa-Befallsbeurteilung von Bienenproben geschult und betreut werden mussten. Unter Berücksichtigung des unterschiedlichen Überwinterungsverlaufs sollten anhand der Vitalitätstestergebnisse wirtschaftliche Schadschwellen als Entscheidungsgrundlage für den Einsatz von Tierarzneimitteln im normalen Imkereibetrieb ermittelt werden. Basierend auf den Überlebensdaten der unbehandelten Prüfvölker erfolgte zudem eine Justierung der Zuchtwerte für Varroatoleranz.

### **b) Datenauswertung, Zuchtwertschätzung und Zuchtplanung**

Um eine effektive genetische Verbesserung der Varroatoleranz zu erreichen, soll ein Gesamtindex mit geeigneten Gewichtungsfaktoren der Einzelmerkmale (Honig, Sanftmut, Wabensitz, Schwarmneigung und Varroatoleranz) entwickelt werden. Dazu waren die genetischen Parameter eines 6-Mehrmerkmalsmodells zu bestimmen, einschließlich der genetischen Korrelationen zwischen den Leistungsmerkmalen.

Die Gewichtung der beiden Varroa-Zuchtwerte im Varroa-Index war auf der Grundlage von Überlebenstest an ausgewählten Völkern zu prüfen.

Für nur diskret (gesund/krank) vorliegende Krankheitsangaben zur Kalkbrut (*Ascosphaera apis*) sind genetischen Parameter zu bestimmen und die dazu erforderliche Software ist anzupassen. Die hierfür verwendeten Berechnungsalgorithmen sind deutlich komplexer als bei normalverteilten Merkmalen. Daher konnten diese Ansätze bei der Zuchtwertschätzung der Honigbiene bisher noch nicht zur Anwendung kommen.

Es sollen Empfehlungen zur Optimierung der Zuchtplanung (z. B. bezüglich der Prüfgruppengröße) erarbeitet werden unter Berücksichtigung des gewählten genetischen Modells.

Das Bienenportal „<http://www.beebreed.eu>“ ist hinsichtlich der erweiterten Eingabemöglichkeiten zur Erfassung von Varroatoleranzmerkmalen zu überarbeiten. Der

Datenabgleich mit der Belegstellendatenbank soll zu einer verbesserten Datenkonsistenz führen und eine vergleichende, web-basierte Zuchtplanung über alle Anpaarungsoptionen ermöglichen. Die Ausgabe von Gesamtzuchtwerten und Zuchtwerten für das Krankheitsmerkmal Kalkbrut ist zu integrieren.

### ***c) Optimierung von Toleranzbelegstellen zur Verbreitung des Zuchtfortschritts***

Die Paarungsbiologie von Honigbienen ist darauf ausgelegt, dass zehntausende Drohnen aus allen Völkern im weiteren Umfeld beim Hochzeitsflug der Königinnen in unmittelbarer Konkurrenz zueinander stehen. Der Paarungserfolg der Völker wird dabei wesentlich durch Unterschiede hinsichtlich ihrer Krankheitsanfälligkeit bestimmt, so dass unter natürlichen Verhältnissen über die Drohnenpopulation eine intensive Selektion der Honigbienen auf Vitalität und Krankheitstoleranz stattfindet. Toleranzbelegstellen nutzen diesen Selektionsdruck gezielt für eine systematische Auslese auf Varroatoleranz. Drohnenvölker, in denen die Milbenvermehrung schnell voranschreitet, werden ihre Gene kaum an die nächste Generation weitergeben können. Dagegen werden Völker, in denen die Milbenvermehrung bei gleicher Drohnenbrutfläche verhaltener verläuft, die größeren Paarungserfolge aufweisen. Die auf Toleranzbelegstellen aufgestellten Drohnenvölker werden daher einer ständigen Konfrontation mit dem Parasiten ausgesetzt, in dem sie nur selektiv im Bedarfsfall unter Beachtung bestimmter Befallsschadsschwellen gegen Varroamilben behandelt werden.

Toleranzbelegstellen ermöglichen nicht nur eine Auslese auf Vitalität und Varroatoleranz auf der väterlichen Seite im Rahmen der Zuchtarbeit, sondern dienen zudem einer schnellen und effizienten Übertragung von Zuchtfortschritten in die Landesbienenzucht. Um den Imkern und Züchtern einen leichten Zugang zu verschaffen, sollten im Rahmen des Projekts bundesweit etwa 10 Toleranzbelegstellen eingerichtet werden.

Für die Einrichtung von Toleranzbelegstellen in Gebieten mit hoher Bienendichte und geringer geografischer Isolation waren im Rahmen des Projektes umfangreiche Untersuchungen zur Paarungssicherheit in Abhängigkeit von Anzahl und Aufstellungsort der Drohnenvölker geplant. Anhand der Ergebnisse aus diesen Untersuchungen sollten allgemeine Empfehlungen für das Management von Belegstellen abgeleitet werden.

### ***d) Teilprojekt „Stabilisierung des Varroosis Parasit-Wirtssystems durch naturnahe Breitenselektion“***

In diesem Teilprojekt sollte ein Behandlungskonzept zur Bekämpfung der Varroose mit einer Selektionswirkung auf erhöhte Varroatoleranz in einer praxisnahen Umgebung umgesetzt und erprobt werden. Dies sollte einen Weg aufzeigen, den langfristig negativen Auswirkungen einer fortgesetzten medikamentösen Behandlung aller Bienenvölker in Richtung zunehmender Abhängigkeit von diesen Behandlungen entgegenzuwirken und stattdessen durch eine befallsabhängige Behandlung oder Nichtbehandlung in Kombination mit der Umweiselung der hochbefallenen Völker einen Selektionsdruck auf das Parasit-Wirtssystem in Richtung einer Minderung des Schadddruckes aufzubauen. Dieser Ansatz entspricht einer

Nachahmung natürlicher Selektion, wobei aber gegenüber der „live or die“ Methodik die Völker überleben und starke Milbentransfers durch Volkszusammenbrüche vermieden werden.

Vorrangiges Ziel dieses Projektteils war, dieses Behandlungskonzept zunächst beispielhaft zu etablieren und Erfahrungen zur Praktikabilität und Auswirkungen auf die Milbenpopulationen zu gewinnen. Hauptziel war hierbei die Etablierung vereinfachter Verfahren insbesondere im Hinblick auf eine Befallsdiagnose und auf die Umweiselung, die es ermöglichen sollten, das Konzept auch innerhalb einfacher Bienenhaltung in eine routinemäßige Sommerbehandlung zu integrieren. Weiter sollten Erfahrungen zu dem Befallsgrad gewonnen werden, unter dem Völker nicht behandelt werden müssen. Zudem sollte die längerfristige Auswirkung auf das Befallsniveau in einer Bienenpopulation ermittelt werden. Ein wesentlicher Bestandteil des Projekts war hierbei eine enge Einbindung der Imker und die Integration der Methode als festen Bestandteil ihrer Bienenhaltung, um Erfahrungen zur Akzeptanz der Methodik zu gewinnen. Als Standort der Untersuchung empfahl sich die Insel Marmara/Türkei, um in einer überschaubaren und abgegrenzten Population hinreichenden Umfangs (etwa 250 Völker) imkerliche Einflüsse durch Trachtwanderungen oder Zuwanderungen von Bienenvölkern zu minimieren. Die hier gewonnenen Erfahrungen sollten Grundlagen für eine spätere Fortführung des Projektes und für die Anwendung des Verfahrens auch anderen Orten legen.

## 2) Planung und Ablauf der Arbeiten

### a) *Vitalitätsauslese unbehandelter Prüfvölker*

Im Vitalitätstest werden ausgesuchte Völker nach Abschluss der Leistungsprüfung ohne jegliche Behandlung weiter beobachtet und überwintert. Entscheidendes Auswahlkriterium dafür, mit welchen Völkern dieser Test durchgeführt werden kann, ist der Milbenbefall im Juli, der zu diesem Zeitpunkt nicht über 2% (2 Milben je 10g Bienen) liegen sollte, um ein erfolgreiches Überwintern ohne Behandlung nicht zu gefährden. Im Verlauf des Vitalitätstests sind die Prüfvölker von Anfang August bis zur Winterruhe in dreiwöchigen Abständen sowie am Ende des Winters im Folgejahr zu kontrollieren und hinsichtlich Volksstärke, Brutstatus und Milbenbefall zu beurteilen. Daher wurden die kooperierenden Zuchtbetriebe in der Populationsschätzung von Bienenvölkern und der Varroa-Befallsbeurteilung von Bienenproben geschult und betreut. Zusätzlich zu den regelmäßigen Volkskontrollen durch die beteiligten Züchter erfolgte am Bieneninstitut in Kirchhain eine mikroskopische Untersuchung einer Bienenprobe je Volk auf das Vorhandensein von Nosema-Sporen. Dabei wurde eine Einstufung der Proben in vier Befallsklassen vorgenommen (ohne Befund, geringe, mittlere und hohe Sporenbelastung). Mittels PCR-Technik erfolgte zudem ein qualitativer Nachweis (Befall ja / nein) des Chronischen Bienen Paralyse Virus (CBPV), des Akuten Bienen Paralyse Virus (ABPV) und des Deformierte Flügel Virus (DWV). Anhand der Ergebnisse aus den Vitalitätstests, die während der Projektlaufzeit durchgeführt wurden, erfolgte eine Festlegung jahreszeitabhängiger Schadschwellen. Diese dienen im Imkereibetrieb als Entscheidungsgrundlage für den Einsatz von Tierarzneimitteln und stellen eine wesentliche Grundlage zur Verbesserung der Bekämpfungspraxis dar.

In enger Zusammenarbeit mit der AGT war für das erste Projektjahr 2009 eine Beteiligung von etwa 25 Zuchtbetrieben mit insgesamt 200 Prüfvölkern geplant. Der Vitalitätstest stieß bei den Züchtern auf großes Interesse und konnte daher im geplanten Umfang durchgeführt werden (18 Züchter mit insgesamt 199 Völkern). Im Rahmen mehrerer Veranstaltungen wurden die Teilnehmer in der Durchführung des Tests geschult und intensiv betreut. Im darauffolgenden Jahr sollten weitere Züchter für die Teilnahme am Vitalitätstest gewonnen und so die Völkerzahl auf etwa 300 erhöht werden. Die tatsächliche Beteiligung im zweiten Projektjahr blieb mit 8 Züchtern und insgesamt 138 Völkern jedoch deutlich unter den Erwartungen. Als Ursache hierfür konnten im Wesentlichen eine zu hohe Arbeitsbelastung und teilweise Völkerverluste im ersten Projektjahr ausgemacht werden. Um die Akzeptanz bei den Züchtern zu verbessern, wurde die Durchführung des Vitalitätstests daraufhin vereinfacht und so der Zeit- und Arbeitsaufwand merklich reduziert, ohne dadurch die Selektionsschärfe des Tests nennenswert zu beeinträchtigen. Bei den Kontrollen zur Ein- und Auswinterung wurde auf die Anwendung der Liebefelder Schätzmethode zur Beurteilung der Populationsentwicklung verzichtet, da diese sehr aufwändig ist. Die Beurteilung der Volksstärke sollte nunmehr zu allen Kontrollen lediglich anhand der Anzahl bienenbesetzter Waben erfolgen. Zur Vereinfachung der Befallskontrolle von Bienenproben stellt die sogenannte Puderzuckermethode eine gleichwertige Alternative zum herkömmlichen Auswaschen von Bienenproben dar. Zudem war es den Teilnehmern freigestellt, den Brutstatus der Testvölker zu beurteilen. Um Problemen mit der Milbenlast unbehandelter Vitalitätstestvölker im Folgejahr vorzubeugen, wurde es den Züchtern freigestellt, ab Ende

November eine einmalige Winterbehandlung der Völker vorzunehmen. Die Aufzucht der Winterbienen ist zu diesem Zeitpunkt bereits abgeschlossen, so dass keine nennenswerte Beeinflussung der Ergebnisse aus dem Vitalitätstest durch eine Varroabehandlung im Winter zu erwarten ist. Der vereinfachte Verfahrensablauf und die Bedeutung des Tests für eine effiziente Auslese auf Varroatoleranz wurden den Zuchtbetrieben im Frühjahr 2011 intensiv vermittelt und so für eine regere Teilnahme am Vitalitätstest geworben. Bis zum Projektende in 2012 sollte die jährliche Beteiligung am Test schrittweise auf bundesweit etwa 50 Zuchtbetriebe mit insgesamt 400 Testvölkern ausgebaut werden. Tatsächlich nahmen am letzten Vitalitätstest jedoch nur 14 Züchter mit insgesamt 156 Völkern teil.

### ***b) Datenauswertung, Zuchtwertschätzung und Zuchtplanung***

Die Bearbeitung der einzelnen Themenschwerpunkte erfolgte im Rahmen der im Projektantrag vorgesehen Vorgehensweise. Abweichungen im zeitlichen Verlauf ergaben sich aufgrund der Datenlage bei den Untersuchungen zur Kalkbrut.

Wesentlich aufwändiger als vorausgesehen war der zeitlich Aufwand zur Entwicklung und Testung der Software zur Zuchtplanung (Populationsstruktur, optimale Prüfgruppengröße). Dies war auch bedingt durch den unerwartet großen Rechenzeitbedarf für die Monte-Carlo Simulationen und die kombinatorische Vielfalt der zu rechnenden Szenarien.

Mit Abschluss der jährlichen Dateneingabe (Mitte Januar) wurde immer bis Mitte Februar die Zuchtwertschätzung bereitgestellt, einschließlich der Präsentation der Ergebnisse im Internet und für die AGT-Zuchtregistratur. Die Parameterschätzungen wurden jährlich an der veränderten Datenlage überprüft. Parallel dazu wurde das Portal „<http://www.beebreed.eu>“ kontinuierlich an neue Entwicklungen und Bedürfnisse angepasst, auch unter Berücksichtigung von Anforderungen aus der Praxis.

Die unmittelbare Unterstützung der Nutzer, speziell der Obleute in den Landesverbänden, war eine wesentliche Voraussetzung für die Konsistenz der eingegebene Daten und damit auch für die Akzeptanz der berechneten Zuchtwerte durch die Imkerschaft.

### ***c) Optimierung von Toleranzbelegstellen zur Verbreitung des Zuchtfortschritts***

Um bundesweit etwa 10 Toleranzbelegstellen einzurichten, mussten zunächst geeignete Einrichtungen gefunden werden, an denen sich das Konzept der Toleranzbelegstellen umsetzen ließ. Dazu wurde auf diversen Veranstaltungen über die bisherigen Erfahrungen mit diesem Konzept berichtet und Belegstellenbetreiber gezielt angesprochen. In Frage kommende Einrichtungen wurden auf ihre Eignung überprüft und genaue Bestandsaufnahmen aller privaten Völker im Schutzradius der jeweiligen Belegstellen vorgenommen. Für eine erfolgreiche Umsetzung des Konzepts war zudem eine intensive Betreuung zur Einarbeitung der betroffenen Belegstellenbetreuer und Imker erforderlich. Zusätzlich zu den 2009 bereits bestehenden Toleranzbelegstellen sollten bis zum Projektende 2012 jedes Jahr zwei weitere Einrichtungen den Betrieb aufnehmen.

Im ersten Jahr des Projektes wurden alle Vorbereitungen getroffen, um im Folgejahr die Untersuchungen zur Paarungssicherheit von Landbelegstellen durchführen zu können. Dazu wurden Drohnenvölker aufgebaut, genaue Bestandsaufnahmen aller Völker im Umfeld der beteiligten Belegstellen vorgenommen sowie sogenannte Drohnensammelplätze ausfindig gemacht und die Methodik zur molekulargenetischen Analyse von Arbeiterinnenbrut und Drohnen etabliert und optimiert.

Die eigentlichen Untersuchungen erfolgten 2010 parallel an den beiden Toleranzbelegstellen Gehlberg in Thüringen (siehe Abbildung 2.c.1) und Hassberge in Bayern (siehe Abbildung 2.c.2). Beide Einrichtungen unterscheiden sich deutlich hinsichtlich der umgebenden Bienendichte und der Anzahl an Drohnenvölkern. Auf der Belegstelle Gehlberg, in deren Umfeld (7 km Radius) sich keine privaten Bienenvölker befinden, kommen üblicherweise 30 bis 40 Drohnenvölker zur Aufstellung. Im Gegensatz dazu beläuft sich die Zahl der Völker an der Belegstelle Hassberge in der Regel auf 15 bis 20. Hier befinden sich im Umkreis von 7 km private Völker von mehreren Imkern. Im normalen Belegstellenbetrieb werden diese Völker regelmäßig auf das genetische Material der Belegstelle umgeweiselt. Im Rahmen der Versuche zur Paarungssicherheit wurde jedoch darauf verzichtet, um so den Einfluss fremder Völker auf das Paarungsgeschehen an der Belegstelle untersuchen zu können.

Während der gesamten Versuchsdauer von Ende Mai bis Anfang August waren auf Gehlberg 29 und in den Hassbergen 17 Drohnenvölker (alle gleicher Abstammung) auf zwei Standorte verteilt aufgestellt. Um experimentell zu prüfen, wie sich eine unterschiedliche Anzahl von Drohnenvölkern (niedrig - mittel - hoch) und deren Aufstellungsort sowohl auf die Drohndichte und die genetische Zusammensetzung der Drohnenpopulation im Umfeld der Belegstellen, als auch auf den Paarungserfolg der Versuchsdrohnen auswirkt, wurden zusätzlich weitere Völker der gleichen Abstammung im Wechsel an die beiden Versuchsbelegstellen gebracht und somit die Völkerzahl im Verlauf des Versuchs in drei Schritten variiert (siehe Tabelle 2.c.1).

*Tabelle 2.c.1: Anzahl der Drohnenvölker an den beiden Belegstellen Gehlberg und Hassberge zu den einzelnen Versuchsphasen 2010*

Kalenderwoche	Gehlberg	Hassberge
22	29 + 48 Völker	17 Völker
25	29 + 24 Völker	17 + 24 Völker
26	29 Völker	17 + 48 Völker
27	29 Völker	17 + 48 Völker
28	29 + 24 Völker	17 + 24 Völker
30	29 + 48 Völker	17 Völker

In jeder Versuchsphase wurden an jeweils drei Drohnensammelplätzen Fang-Wiederfang-Untersuchungen durchgeführt, um die Drohndichte im Umfeld der Belegstellen in Abhängigkeit von der Anzahl an Drohnenvölkern und deren Aufstellungsort zu bestimmen (siehe Abbildung 2.c.3). Mit Hilfe von verlinkten Mikrosatelliten wurde zudem untersucht, wie sich die Völkerzahl auf die genetische Zusammensetzung der Drohnenpopulation vor Ort und den Paarungserfolg der Versuchsdrohnen auswirkt. Dazu wurden Drohnen von allen Sammelplätzen, sowie die Nachkommen von 20 eigens an den Belegstellen dafür aufgestellten Königinnen, im Labor molekulargenetisch analysiert.

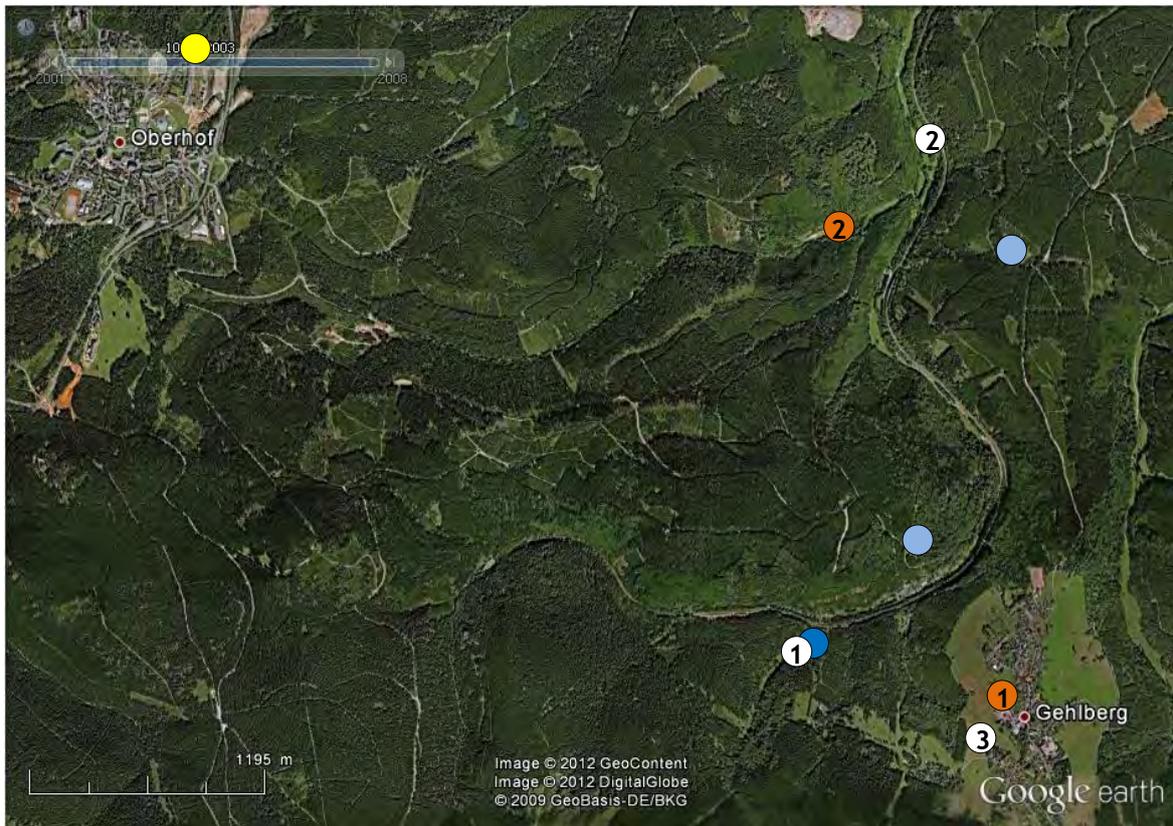


Abbildung 2.c.1: Belegstelle Gehlberg; dargestellt sind die Standorte der Königinnen (blau), der Belegstellenvölker (hellblau), der Drohnensammelplätze 1 bis 3 an denen Drohnen gefangen wurden (weiß) und der Anhänger 1 und 2 mit den zusätzlichen Drohnenvölkern (orange). Die benachbarte Belegstelle Oberhof ist gelb gekennzeichnet.

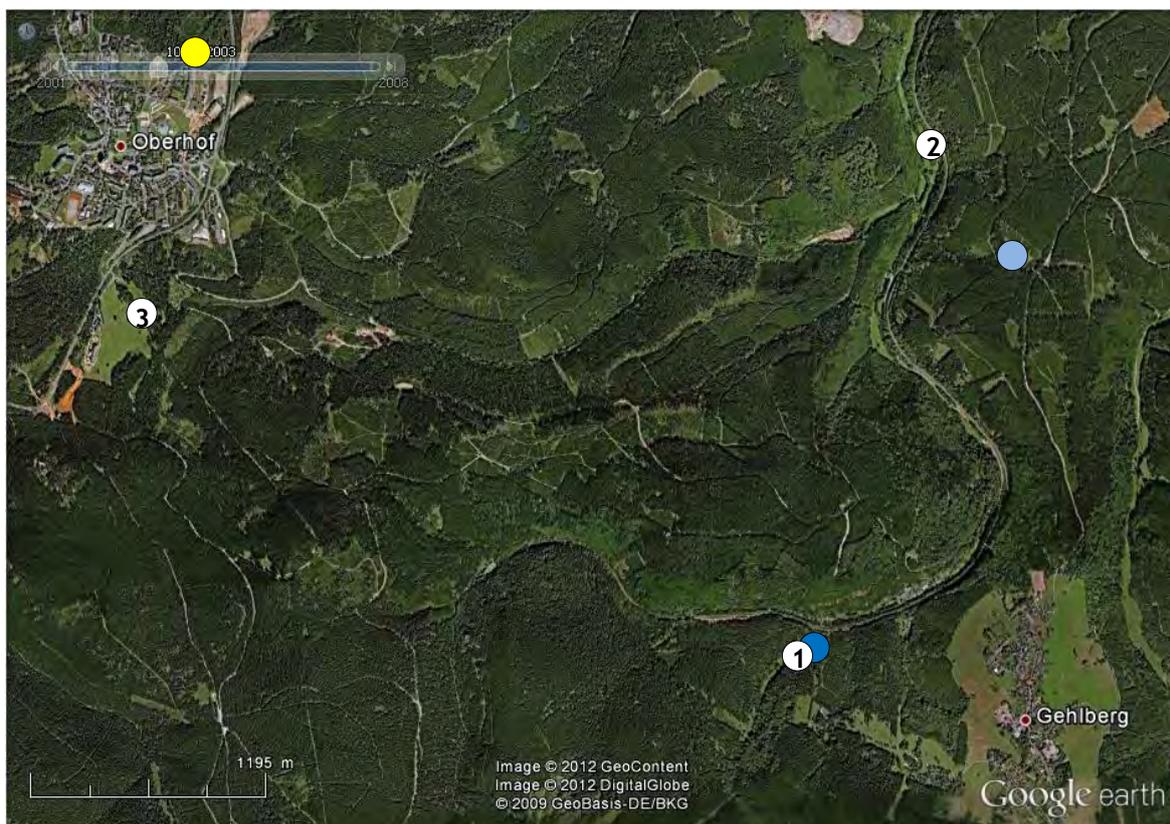


Abbildung 2.c.2: Belegstelle Hassberge; dargestellt sind die Standorte der Königinnen und der Hälfte der Belegstellenvölker (blau), der restlichen Belegstellenvölker (hellblau), der Drohnensammelplätze 1 bis 3 an denen Drohnen gefangen wurden (weiß) und der Anhänger 1 und 2 mit den zusätzlichen Drohnenvölkern (orange).



Abbildung 2.c.3: Drohnengang zur Bestimmung der Drohndichte im Umfeld der Belegstellen unter Verwendung von Pheromonfallen

Aufgrund der starken Abhängigkeit des Drohnenflugs und des Paarungsgeschehens von der Witterung und anderen nicht kontrollierbaren Umweltfaktoren sah die ursprüngliche Projektplanung für 2011 eine Wiederholung des Versuches zur Paarungssicherheit von Landbelegstellen vor. Aufgrund der überaus günstigen Witterungsverhältnisse in 2010 war es jedoch möglich, diese Wiederholung noch im selben Jahr durchzuführen. In Absprache mit dem Projektrat wurde daher basierend auf den Ergebnissen der Untersuchungen aus 2010 ein weiterführender Versuch durchgeführt, bei dem das Ausflugverhalten der Königinnen im Vordergrund stand. Untersucht wurde dabei, wie sich eine hohe Anzahl an Drohnenvölkern in unmittelbarer Nähe zu den Königinnen auf deren Ausflugsverhalten und die Dauer ihrer Paarungsflüge auswirkt. Durchgeführt wurde dieser Versuch an den Belegstellen Gehlberg und Oberhof in Thüringen (siehe Abbildung 2.c.4). Beide Einrichtungen liegen nur etwa 4,5 km voneinander entfernt und sind durch einen Schutzradius von 7 km, in dem sich keine privaten Bienenvölker befinden, gesetzlich geschützt. Während der gesamten Versuchsdauer von Anfang Juni bis Anfang August waren an einem Standplatz in der Nähe der Belegstelle Gehlberg 13 Drohnenvölker aufgestellt, die bereits für die Versuche im Vorjahr genutzt wurden. Direkt an der Belegstelle Oberhof standen 20 Völker einer zweiten Abstammung. Zusätzlich dazu, wurden in der 24 und 27 Kalenderwoche weitere Drohnenvölker einer dritten Abstammung direkt an die Belegstelle Gehlberg gebracht (siehe Tabelle 2.c.2).



*Abbildung 3.c.4: Lage der Belegstellen Gehlberg (blau) und Oberhof (gelb); dargestellt sind die Standorte der Königinnen (blau und gelb), der Belegstellenvölker (hellblau und gelb) und der Drohnensammelplätze 1 bis 3 an denen Drohnen gefangen wurden (weiß). Zusätzlich zu den Belegstellenvölkern von Gehlberg und Oberhof wurden zeitweilig (24. und 27. Kalenderwoche) weitere Drohnenvölker auf zwei Anhängern direkt an die Belegstelle Gehlberg gebracht.*

*Tabelle 2.c.2: Anzahl der Drohnenvölker an den beiden Belegstellen Gehlberg und Oberhof zu den einzelnen Versuchsphasen 2011*

Kalenderwoche	Gehlberg	Oberhof
22	13 Völker	20 Völker
24	13 + 47 Völker	20 Völker
26	13 Völker	20 Völker
27	13 + 47 Völker	20 Völker
31	13 Völker	20 Völker

In jeder Versuchsphase wurden an beiden Belegstellen jeweils 25 Königinnen zur Verpaarung aufgestellt. Bei 8 dieser Königinnen wurde auf deren Rücken ein RFID-Chip angebracht, um die Dauer ihrer Paarungsflüge in Abhängigkeit von der Drohnenvölkerzahl zu bestimmen. Diese RFID-Chips wurden von speziellen Lesegeräten vor den Eingängen der Begattungskästchen erfasst (siehe Abbildung 2.c.5), so dass ersichtlich wurde, wann eine bestimmte Königin auf Paarungsflug ging und wie lange der Flug jeweils dauerte. Um die genetische Zusammensetzung der Drohnenpopulation im Umfeld der Belegstellen zu bestimmen, wurden jeweils an drei Plätzen Drohnen gefangen und diese genetisch untersucht. Zudem wurden auch die Arbeiternachkommen der an den Belegstellen aufgestellten Königinnen genetisch untersucht, um so indirekt Rückschlüsse auf die während der Paarungsflüge zurückgelegten Distanzen ziehen zu können. Anhand der Ergebnisse aus diesen Untersuchungen wurden abschließend allgemeine Empfehlungen für das Management von Belegstellen abgeleitet.



*Abbildung 2.c.5: Begattungskästchen mit Lesegeräten, die vor den Eingängen angebracht wurden, um die Dauer der Paarungsflüge der Königinnen zu bestimmen*

#### **d) Teilprojekt „Stabilisierung des Varroosis Parasit-Wirtssystems durch naturnahe Breitenselektion“**

Die Arbeiten wurden nach Antragsgenehmigung Ende November 2009 begonnen, wobei zunächst 234 Völker aus ihren lokalen handhabungsaufwändigen Beuten in einheitliche neue

Beuten überführt wurden. Neben der praktischen Arbeitserleichterung diente dies zur Motivation der 5 beteiligten Imker und um ihre Mitarbeit über die kommenden Jahre zu gewährleisten. Alle Völker wurden zunächst mit Bayvarol® behandelt, um eine einheitliche Ausgangssituation zu schaffen. Gleichzeitig wurde die Volksstärke anhand der Anzahl bienenbesetzter Waben und Brutwaben erfasst. Diese Völkerkontrollen wurden dann in regelmäßiger Abfolge jeweils im Frühjahr, Sommer und Herbst bis zum Projektende im Sommer 2012 fortgesetzt. In den Sommern 2010, 2011 und 2012 wurde zur ortsüblichen Behandlungszeit eine befallsabhängige Varroabehandlung mit Umweiselung durchgeführt. Hierzu wurde zunächst der Befall der Völker anhand des Bienenbefalls beurteilt. Dann wurde auf Grundlage des Befalls entschieden, unter welcher Befallsschwelle die Völker unbehandelt belassen wurden. Alle hochbefallenen Völker ( $> 2,3 \%$ ) wurden nach der Behandlung umgeweiselt. Alle höher befallenen Völker ( $> 1,0 \%$   $< 2,3 \%$ ) wurden behandelt jedoch nicht umgeweiselt. Völker mit einem Befall von  $< 1,0 \%$  blieben unbehandelt. Von diesen Völkern wurde der Zuchtstoff zur Umweiselung der hochbefallenen Völker gewonnen. Die Zwischengruppe von Völkern, die zwar behandelt aber nicht umgeweiselt wurde, war im ursprünglichen Konzept nicht vorgesehen und ergab sich aus der Abwägung der anfangs noch schwer einschätzbaren Umweiselungsrisiken gegenüber dem geringen Selektionsbeitrag. Weiter enthielt diese Gruppe alle Völker die für eine Umweiselung ungeeignet waren, weil sie schwach waren oder gerade umgeweiselt hatten (z.B. gerade gebildete Ableger), und bei denen eine Umweiselung nicht nur diese Völker sondern auch die Kooperation mit den Imkern gefährdet hätte.

Die Befallsdiagnose durch Ausschütteln mit Puderzucker stellte in diesem Zusammenhang eine neue Methode dar. Diese kam erstmals im Frühjahr 2010 zum Einsatz und wurde im Sommer 2010 gegenüber der Standardmethode des Ausschüttelns mit Spülmittellösung validiert (Cakmak et al. 2011) Zusätzlich wurde ihre Eignung anderenorts bestätigt (Poker et al. 2011). Durch Ihre einfache Handhabung und das Überleben der Arbeiterinnen in den Bienenproben stellt sie einen wesentlichen Fortschritt dar. Demgegenüber stieß das Auswerten von klebrigen Bodeneinlagen, etwa nach Behandlung der Bienenvölker auf unerwartet anhaltende Schwierigkeiten durch Ameisen, welche die Milben von den Einlagen absammelten. Auch in anhaltenden Tests (Vaseline, Öl, Tangle-Trap) ließ sich dieses Problem nicht in einer für Anwender akzeptablen Weise lösen. Auf die Auswertung von Bodeneinlagen wurde daher ab Sommer 2010 verzichtet. Die Umweiselung der Bienenvölker erfolgte im Sommer 2010 durch Übertragen von Brutwaben oder Brutstücken aus den niedrigbefallenen unbehandelten Völkern in die hochbefallenen behandelten Völker. In 2011 und 2012 Erfolgte die Umweiselung auf Grund einfachere Handhabung durch die Übertragung von Weiselzellen.

In dem auf die Behandlung und Umweiselung folgenden Herbst und Frühjahr wurde die Volks- und Befallsentwicklung erfasst. Hierbei wurde etwa ein Drittel der Völker beprobt, darunter alle unbehandelt gelassenen Völker. Diese Kontrollen erlaubten eine Nachbehandlung von Völkern, hierdurch sollte das Risiko unerwarteter Völkerverluste gering gehalten werden.

Die Probennahmen und Behandlungen erfolgten in enger Zusammenarbeit mit den Imkern. Dennoch zeigte sich, dass das Eigeninteresse an der Umsetzung zunächst gering und die hauptsächlichen Interessen eher kurzfristig (Durchsicht und Management der Völker, Milbenbehandlung, Honigertrag) war. Dennoch gelang es zunehmend, ein gewisses Ausmaß an Verständnis für die längerfristigen Ziele zu erreichen.

Weitere Probleme zeigten sich in der Einschätzung der Inselformation an Bienen, die zunächst auf bis zu 350 Völker eingeschätzt worden war. Nach Projektbeginn zeigte sich aber, dass eine annähernd doppelt so hohe Anzahl von Völkern teils bei zuvor nicht bekannten Imkern, teils auf wenigen kurz zuvor auf neu eingerichteten Bienenständen gehalten wurden. Weiter ergaben Berichte, dass einzelne Imker Bienenwanderungen auf das Festland durchgeführt hatten, dies wurde für die Projektdauer von der Inselverwaltung untersagt. Generell sind damit die selektionsrelevanten Bedingungen von Isolation und Einbeziehung der Gesamtpopulation bislang nur eingeschränkt gegeben.

### 3) Ergebnisse

#### a) Vitalitätsauslese unbehandelter Prüfvölker

Trotz des großen Interesses der Züchter am Vitalitätstest und der Vereinfachung der Durchführung des Tests, blieb die Beteiligung im letzten Projektjahr (2011/12) unter dem ursprünglichen Ziel von etwa 50 Betrieben mit 400 Völkern. Im Rahmen des Projektes beteiligten sich insgesamt 24 Zuchtbetriebe mit insgesamt 450 Prüfvölkern an der Durchführung des Vitalitätstests. Dabei konnten über 50 % aller Völker ohne Varroa-Behandlung aus eigener Kraft erfolgreich überwintern (siehe Abbildung 3.a.1).

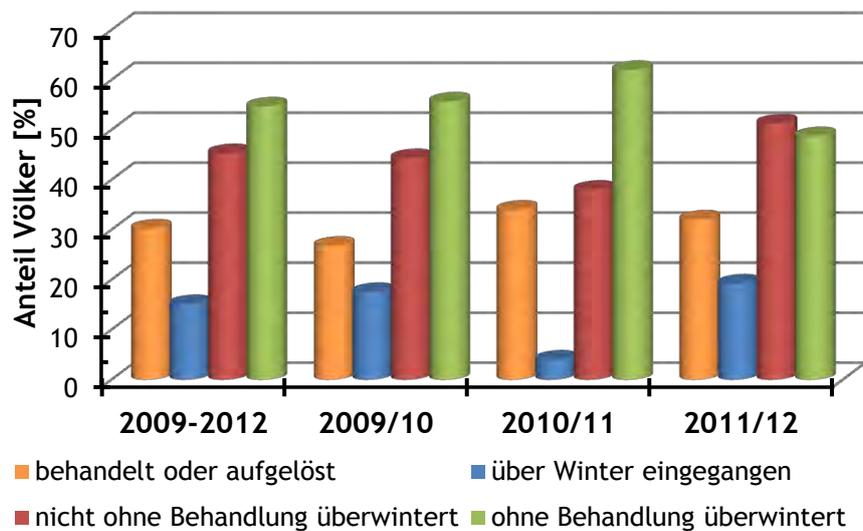


Abbildung 3.a.1: Anteil der Vitalitätstestvölker, die vor der Einwinterung aufgrund eines zu hohen Milbenbefalls behandelt oder aufgelöst werden mussten (orange), die über Winter eingegangen sind (blau) und die erfolgreich ohne Behandlung überwinterten (grün). Die rote Gruppe setzt sich aus den Völkern der ersten beiden Gruppen (orange und blau) zusammen.

Die Testvölker, die ohne Behandlung erfolgreich durch den Winter kamen, hatten zu allen Kontrollen einen signifikant geringeren Milbenbefall (U-Test:  $p < 0,01$ ; siehe Abbildung 3.a.2) und wiesen eine signifikant höhere Volksstärke zur Einwinterung auf, als die Völker, die den Test nicht bestanden haben (U-Test:  $p < 0,01$ ; siehe Abbildung 3.a.3). Beide Gruppen unterschieden sich zudem signifikant hinsichtlich des Befallsanstiegs (U-Test:  $p < 0,01$ ; siehe Abbildung 3.a.4).

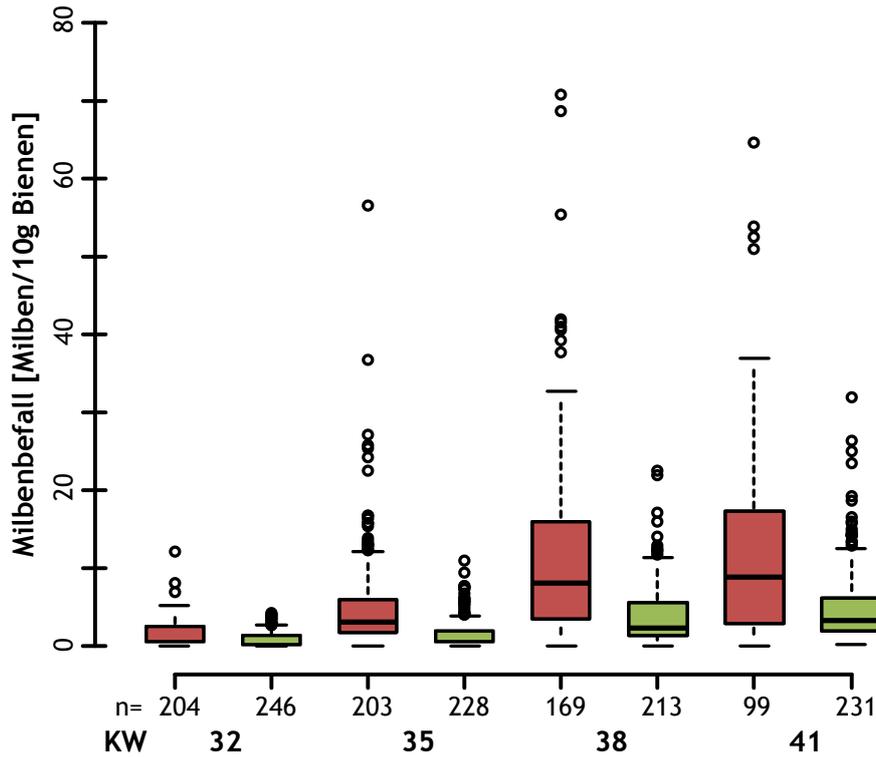


Abbildung 3.a.2: Milbenbefall der Vitalitätstestvölker zu den einzelnen Kontrollterminen in der 23., 35., 38. und 41. Kalenderwoche. Die erfolgreichen Völker sind in Grün, die Völker, die den Test nicht bestanden haben, in Rot dargestellt.

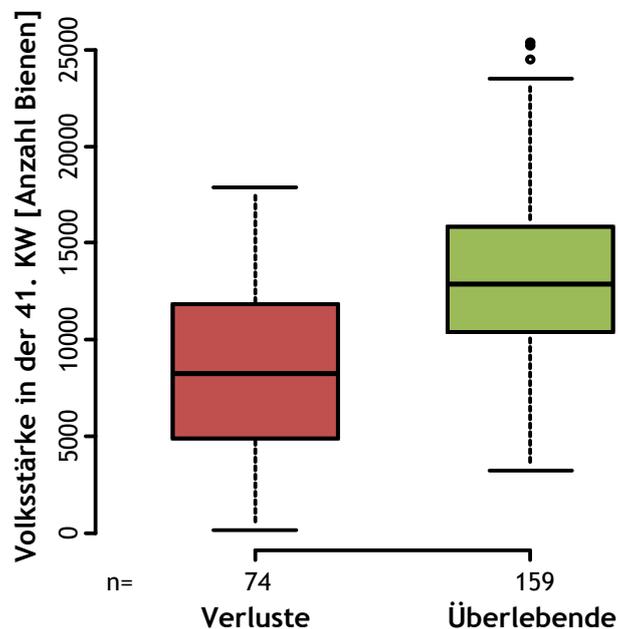


Abbildung 3.a.3: Volksstärke der Vitalitätstestvölker zur Einwinterung. Geschätzt wurde die Anzahl Bienen im Oktober in der 41. Kalenderwoche nach der Liebefelder-Schätzmethode. Da die Volksstärke im Vitalitätstest 2011/12 lediglich anhand der Anzahl belagerter Waben erfolgte, sind hier nur Daten aus den ersten beiden Projektjahren wiedergegeben. Die erfolgreichen Völker sind in Grün, die Völker, die den Test nicht bestanden haben, in Rot dargestellt.

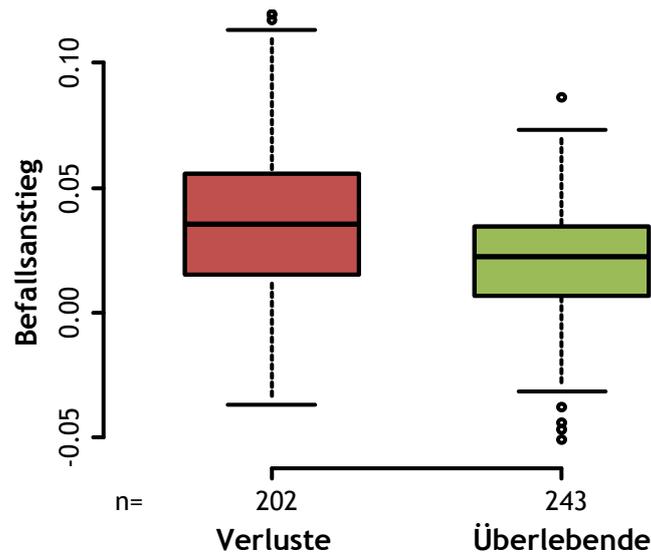


Abbildung 3.a.4: Befallsanstieg der Vitalitätstestvölker im Laufe des Tests. Die erfolgreichen Völker sind in Grün, die Völker, die den Test nicht bestanden haben, in Rot dargestellt.

Der Großteil der Völker, die ohne Behandlung erfolgreich überwinterten, hatte zur Kontrolle in der 41. Kalenderwoche eine Volksstärke von über 10000 Bienen und einen Milbenbefall von unter 10 Milben je 10 g Bienen (siehe Abbildung 3.a.5). Dies bestätigt die Grenzwerte, die aus den Daten früherer Tests abgeleitet wurden.

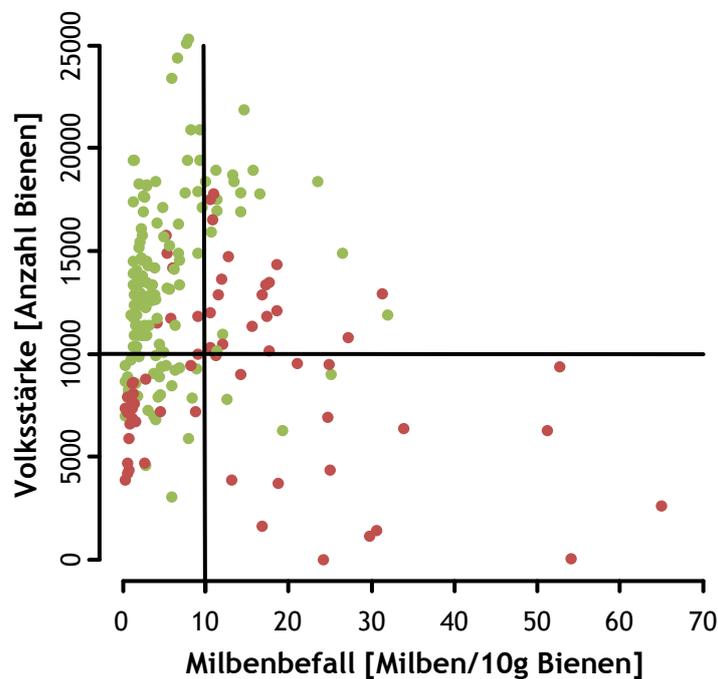


Abbildung 3.a.5: Volksstärke und Milbenbefall zur Einwinterung in der 41. Kalenderwoche der Völker, die ohne Behandlung durch den Winter gegangen sind (grün), und der Völker die den Test nicht bestanden haben (rot). Die schwarzen Linien markieren die Grenzwerte der Volksstärke und des Milbenbefall zur Einwinterung, die nicht unterschritten bzw. überschritten werden sollten, um ein erfolgreiches Überwintern der Prüfvölker nicht zu gefährden.

Wie in Abbildung 3.a.6 zu sehen ist, spielte die Nosemabelastung der Vitalitätstestvölker keine Rolle für deren Überwinterungsfähigkeit, da sich diesbezüglich beide Gruppen (Verluste und Überlebende) nur geringfügig unterschieden. Die Sporenenuntersuchung ergab allgemein einen sehr geringen Nosemabefall. Bei etwa 68 % der untersuchten Völker konnten keine Sporen gefunden werden, nur 1,8 % fielen in die Befallsklasse 3, was einem starken Befall entspricht.

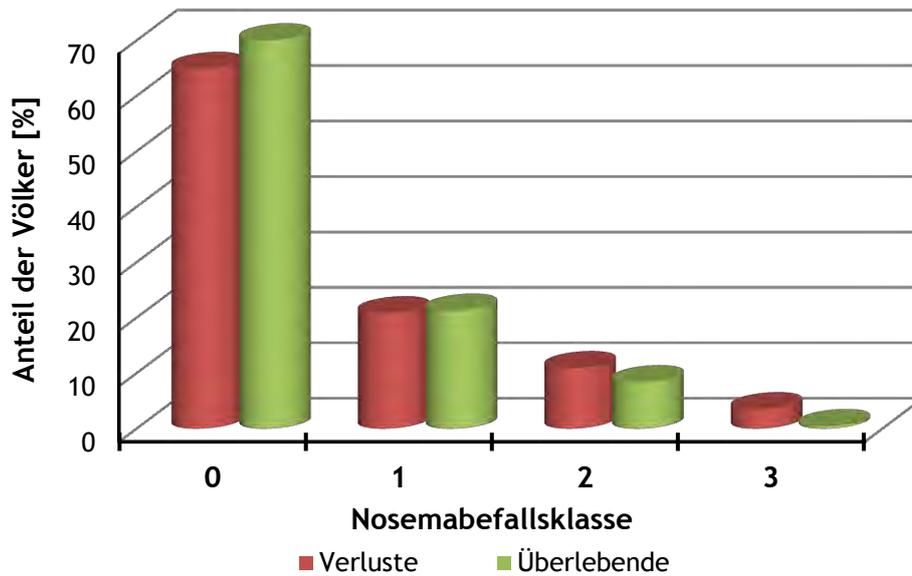


Abbildung 3.a.6: Nosemabefall der erfolgreichen Völkern, die ohne Behandlung überwintern konnten (grün), und der Völker, die den Test nicht bestanden haben (rot). Angegeben ist jeweils der Anteil der Völker in Prozent, in denen Nosemasporen nachgewiesen wurden. Bei den Völkern der Befallsklasse 0 konnten keine Sporen gefunden werden. Die Befallsklassen 1, 2 und 3 entsprechen jeweils einem geringen, mittleren und starken Nosemabefall.

Im Gegensatz dazu zeigte sich, dass Völker, die ohne Behandlung überwintert haben, signifikant weniger häufig mit dem Chronischen Bienen Paralyse Virus (CBPV) und dem Akuten Bienen Paralyse Virus (ABPV) belastet waren, als die Verlustvölker (x2-Test:  $p < 0,05$ ; siehe Abbildung 3.a.7). Der Anteil der Völker, in denen das Deformierte Flügel Virus (DWV) nachgewiesen wurde, unterscheidet sich jedoch nicht signifikant zwischen den beiden Gruppen (siehe Abbildung 3.a.7). Das Auftreten von CBPV ist im Gegensatz zu den beiden anderen untersuchten Viren unabhängig vom Varroa-Befallsgrad eines Bienenvolkes. Dieser Virus könnte daher ein zusätzlicher, vom Milbenbefall unabhängiger Faktor sein, der sich negativ auf die Überwinterungsfähigkeit der Völker auswirkt.

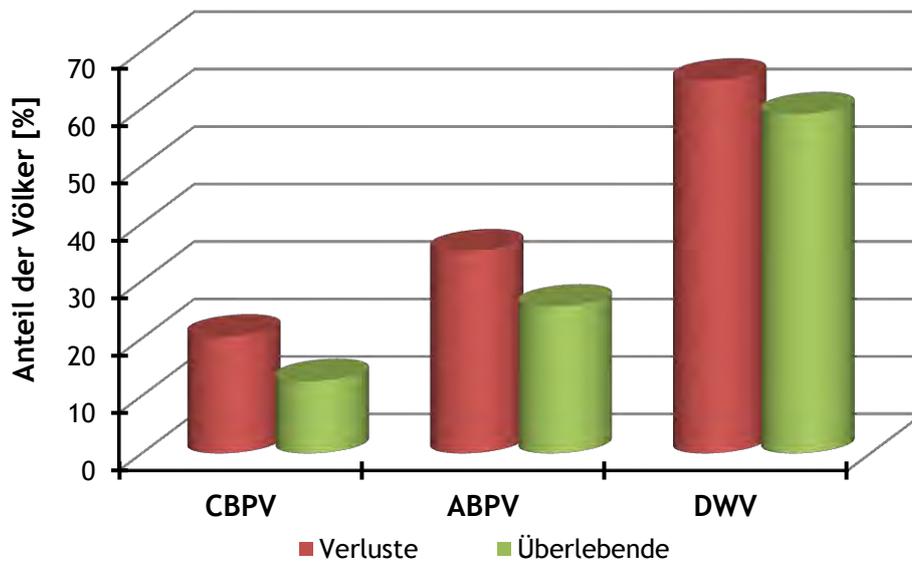


Abbildung 3.a.7: Qualitativer Nachweis der Viren CBPV, ABPV und DWV bei den erfolgreichen Völkern, die ohne Behandlung durch den Winter gegangen sind (grün), und bei Völkern, die den Test nicht bestanden haben (rot). Angegeben ist jeweils der Anteil der Völker beider Gruppen, in denen der jeweilige Virus nachweisbar war.

Der Anteil der überlebenden Testvölker, in denen keines der drei Viren nachgewiesen werden konnte, lag signifikant über dem der Verlustvölker. Letztere waren zudem signifikant häufiger mit zwei Viren belastet im Vergleich zur erfolgreichen Gruppe, die ohne Behandlung überwinterte (x2-Test:  $p < 0,05$ ; siehe Abbildung 3.a.8).

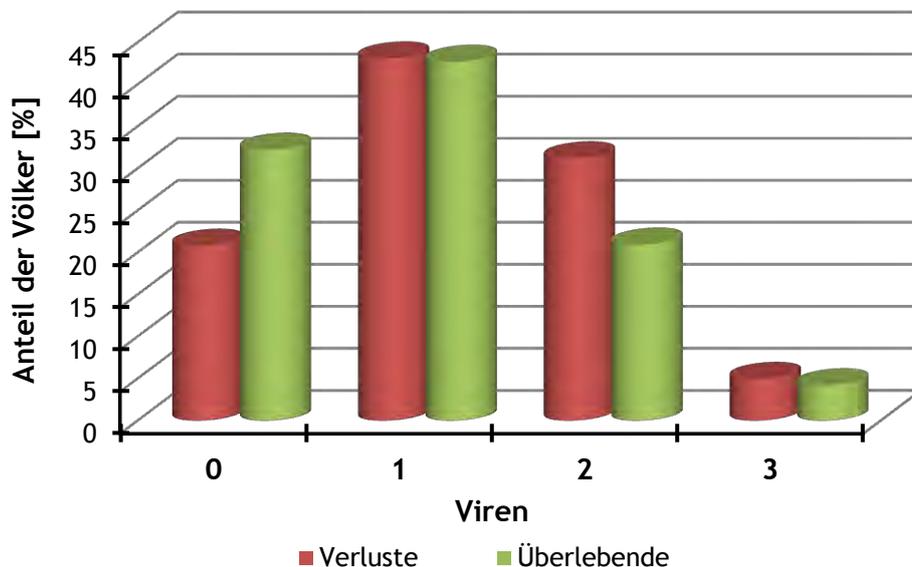


Abbildung 3.a.8: Virenbelastung der Vitalitätstestvölker. Die überlebenden Völker sind in Grün, die Verlustvölker in Rot dargestellt. Angegeben ist jeweils der Anteil der Völker beider Gruppen, in denen jeweils kein, ein, zwei oder alle drei Viren nachweisbar waren.

Beide Gruppen unterschieden sich jedoch nicht hinsichtlich der Häufigkeit der Infektion mit einer bestimmten Virenkombination (siehe Abbildung 3.a.9).

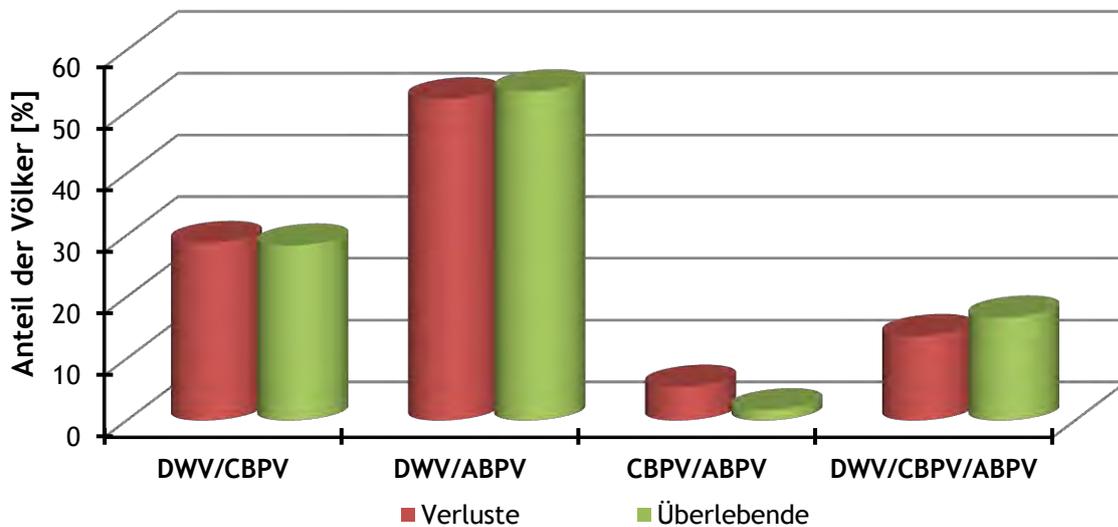


Abbildung 3.a.9: Mehrfachinfektion der Vitalitätstestvölker. Die überlebenden Völker sind in Grün, die Verlustvölker in Rot dargestellt. Angegeben ist jeweils der Anteil der Völker beider Gruppen, in denen die jeweilige Virenkombination nachweisbar war.

Zwischen den beteiligten Zuchtbetrieben sowie zwischen den drei Jahren, in denen der Vitalitätstest in der Praxis erprobt wurde, gab es signifikante Unterschiede hinsichtlich des mittleren Milbenbefalls der Prüfvölker zu den jeweiligen Kontrollen in der 32., 35., 38. und 41. Kalenderwoche (H-Test:  $p < 0,01$ ). Zudem gab es deutliche Unterschiede hinsichtlich des Befallsanstiegs und der Häufigkeit mit der die Viren CBPV, ABPV und DWV in den Völkern der einzelnen Teilnehmer nachgewiesen wurden ( $\chi^2$ -Test:  $p < 0,01$ ). Hinsichtlich der Nosemabelastung der Prüfvölker gab es jedoch keine signifikanten Unterschiede, weder zwischen den Jahren noch zwischen den Zuchtbetrieben. Ein Zusammenhang zwischen einer bestimmten Region und einem auffällig hohen oder niedrigen Befallsniveau konnte nicht festgestellt werden.

Bei den Vitalitätstestvölkern, die ohne Milbenbehandlung überwintern konnten, zeigten sich deutlich Unterschiede in der Winterfestigkeit (siehe Abbildung 3.a.10). Neben dem reinen Überleben ist es sinnvoll, auch die Winterfestigkeit in die Selektionsentscheidung miteinzubeziehen. Diese lässt sich leicht bewerten, wenn man den Quotienten aus der Volksstärke zur Ein- und Auswinterung berechnet (Überwinterungs-Index). Ausschlaggebend ist somit nicht die absolute Bienenzahl im Frühjahr, sondern die Höhe dieses Quotienten. Ein schwächeres Volk, das über Winter nur wenige Bienen verloren hat, ist positiver zu bewerten als ein stark ausgewintertes Volk, das einen größeren Bienenabgang hatte.

514-06.01-2808UM003

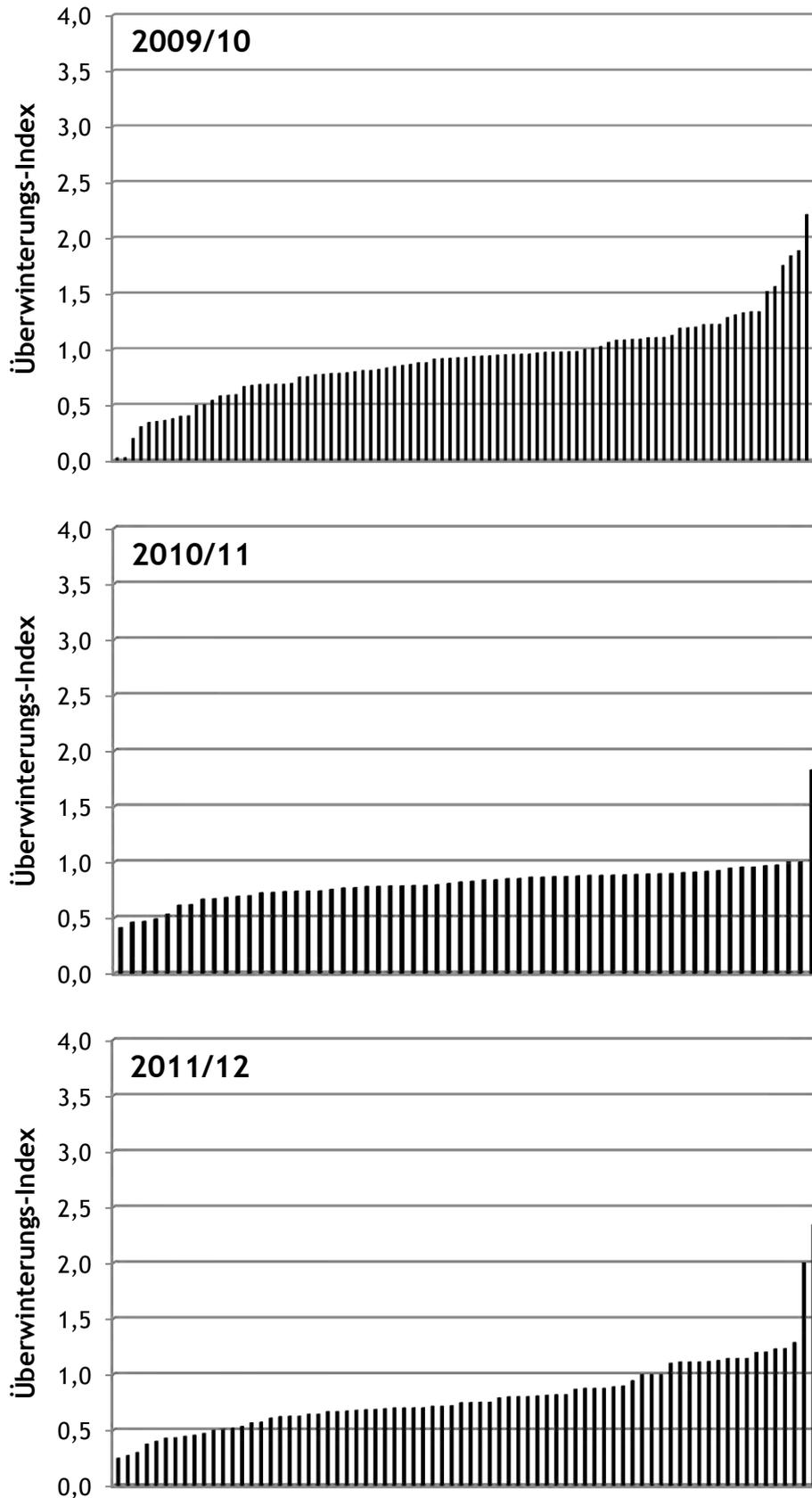


Abbildung 3.a.10: Quotient aus der Ein- Und Auswinterungsstärke (Überwinterungs-Index) der Vitalitätstestvölker in den einzelnen Jahren. Ein Wert von 1 bedeutet, dass ein Volk genauso stark auswinterterte, wie es eingewintert wurde.

Überlebende Völker, die mit ABPV und DWV infiziert waren, winternten etwas schlechter aus als negativ befundene Völker. Vitalitätstestvölker, bei denen CBPV nachgewiesen wurde, zeigten eine leicht höhere Winterfestigkeit als nicht infizierte Völker (siehe Abbildung 3.a.11). Diese Zusammenhänge sind jedoch nicht signifikant.

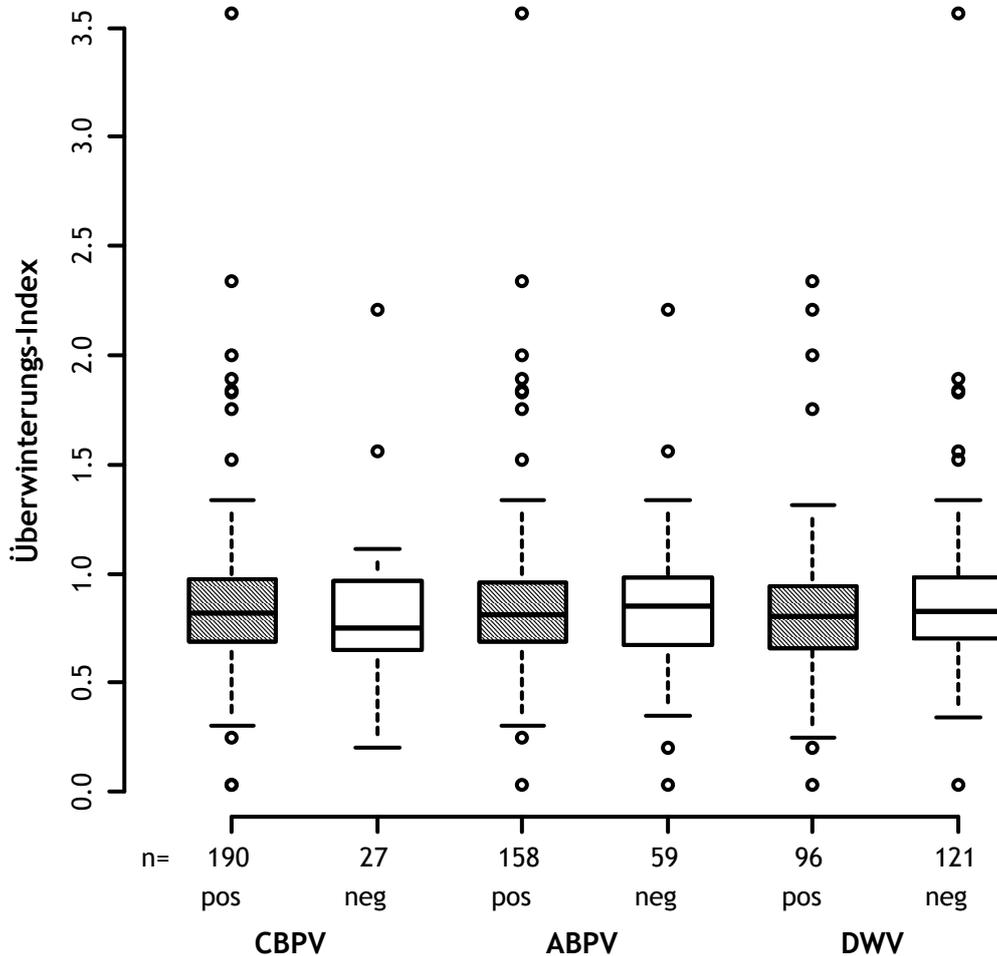


Abbildung 3.a.11: Winterfestigkeit der Vitalitätstestvölker in Abhängigkeit zu deren Virenbefall

Da die Teilnehmer in der Regel Prüfvölker mit Königinnen aus der eigenen Zucht zum Vitalitätstest anmeldeten, bleibt nach wie vor ungeklärt, welche Rolle die genetische Abstammung für die Überwinterungsfähigkeit der Völker spielt. Ob es Geschwistergruppen gibt, deren Völker einen auffällig hohen Milbenbefall aufweisen beziehungsweise auffällig häufig mit Nosema und Viren belastet waren, kann anhand des bislang vorliegenden Datenmaterials nicht abschließend geklärt werden, da sich der Einfluss des Standortes aufgrund der gegebenen Datenstruktur nur unzureichend von dem der genetischen Abstammung trennen lässt.

Anhand der Ergebnisse aus den Vitalitätstests erfolgte eine Festlegung jahreszeitabhängiger Schadschwellen, die Imkereibetrieben als Entscheidungsgrundlage für den Einsatz von Tierarzneimitteln dienen und eine wesentliche Grundlage zur Verbesserung der Bekämpfungspraxis darstellen können (siehe Schlussfolgerungen, Tabelle 4.a.1).

## b) Datenauswertung, Zuchtwertschätzung und Zuchtplanung

### 1) Stand der Datenerfassung für die Hilfsmerkmale Varroatoleranz

Da eine direkte Messung der Befallsentwicklung mit Varroa-Milben nicht möglich ist, wurde ein Bewertungsmaß eingeführt, das die Auswertung einer Bienenprobe (in der ersten Julidekade) ins Verhältnis setzt zur geschätzten Startparasitierung im Frühjahr (zur Salweidenblüte).

$$\frac{1 + \frac{\text{Milben (Bienenprobe)}}{10\text{g Bienen}}}{1 + \frac{\text{Milbenfall (Frühjahr)}}{5 \text{ Tage}}}$$

Die Addition einer Konstanten in Zähler und Nenner bewirkt, dass alle Messungen in die Auswertung einfließen können. Für die Zuchtwertschätzung wird dieser Quotient dann so transformiert, dass näherungsweise eine Normalverteilung vorliegt und Völker bei denen beide Milbenzahlen Null sind werden auf einen fiktiven Wert von 50 gesetzt, so dass sich deren Zuchtwerte für die Befallsentwicklung im Wesentlichen aus den Verwandtschaftsleistungen ergeben.

Tab. 3.b.1: Umfang der Datenerhebung für Varroa-Toleranzmerkmale

Geburtsjahr	Varroa-Befalls-entwicklung	Ausräumrate	Varroa-Index	Gesamt-zuchtwert
2005	1539	2156	2476	6128
2006	2207	2419	2983	7316
2007	2259	2141	2759	6668
2008	2803	2534	3387	7470
2009	2298	1976	2627	6220
2010	3166	3056	3591	6999
<b>Summe:</b>	<b>14272</b>	<b>14282</b>	<b>15823</b>	<b>40801</b>

Mit Abschluss der Dateneingabe für die Leistungsprüfung 2011 standen für die Geburtsjahre 2005-2010 insgesamt 14272 Messungen zur Bewertung der Varroa-Populationsentwicklung zur Verfügung, jeweils berechnet aus der Startbelastung im Frühjahr (Anzahl toter Milben pro Tag und dem Ergebnis der Bienenprobe Anfang Juli). Hinzu kamen 14282 Messungen zum Hygieneverhalten (Ausräumrate).

Zur Zuchtwertschätzung im Februar 2012 lagen damit gültige Daten aus sechs Leistungsjahren vor.

514-06.01-2808UM003

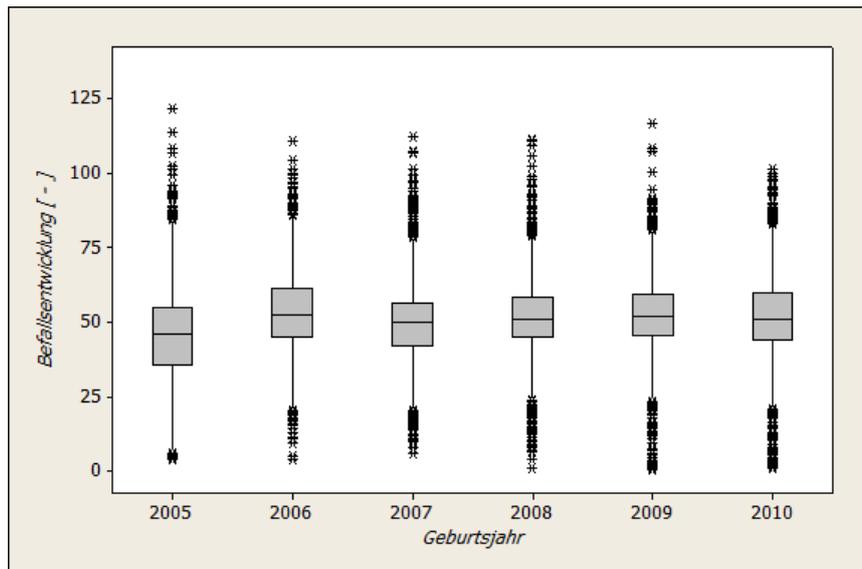


Abb. 3.b.1: Boxplot der transformierten Bewertungszahl Varroa-Befallsentwicklung für die Geburtsjahre 2005-2010

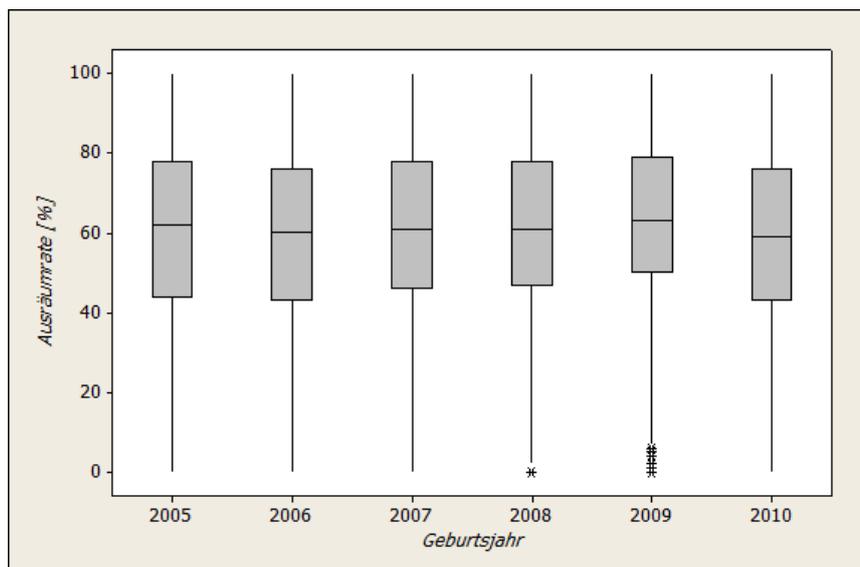


Abb. 3.b.2: Boxplot der gemessenen Ausräumraten für die Geburtsjahre 2005-2010

## 2) Genetische Parameter für ein 6-Merkmalsmodell mit direkten und maternalen Effekten

Es war zu prüfen, ob die aktuelle Datenlage eine solide Schätzung der genetischen Parameter für alle 6 Leistungsmerkmale der Rasse Carnica unter Berücksichtigung von direkten und maternalen Effekte gestattet, einschließlich der Korrelationen zwischen den Merkmalen für beide Effekte. Das sind insgesamt 99 zu bestimmende Parameter (78 genetische Varianzen bzw. Kovarianzen und 21 Residual-Varianzen und -Kovarianzen).

Nur die Berücksichtigung der genetischen Korrelationen zwischen den direkten und maternalen genetischen Effekten aller Merkmale gestattet die direkte Berechnung eines Gesamtzuchtwertes durch Summation der gewichteten Einzelzuchtwerte.

Im Berichtszeitraum wurde deshalb für unterschiedliche Modellansätze und auf mehreren Datensätzen REML-Schätzungen der genetischen Parameter für ein 6-Merkmalsmodell mit direkten (Arbeiterinnen) und maternalen (Königin) Effekten sowie einem fixen Standeffekt (Umwelteffekt) durchgeführt.

Dazu wurde aus der Datenbank ein Auszug aller Leistungs- und Abstammungsdaten, einschließlich Stand- und Inzuchtinformationen, in die Eingabestruktur der Programme REMLF90/AIREMLF90 transformiert. Ab Geburtsjahr 1992 wurden insgesamt 61263 Datensätze, verteilt auf 6685 Stände, ausgewählt. Das vollständige Pedigree, inklusive generierter Pseudoväter, enthält 168121 Einträge. Vergleichende Rechnungen wurden auf diversen Teildatensätzen ausgeführt, insbesondere zur Ermittlung guter Startwerte für die Parameterschätzung im Gesamtmodell.

Die Schätzung genetischer Parameter für komplexe Mehrmerkmals-BLUP-Tiermodelle ist softwaretechnisch anspruchsvoll und benötigt große Rechnerkapazitäten. Zur Lösung von Mehrmerkmalsmodellen wurde der Code auf ein 64-Bit-Linux Betriebssystem portiert.

Für die Berechnung eines 6-Merkmalsmodells war die am LIB vorhandene Rechentechnik nicht ausreichend. Das Weierstraß-Institut für Angewandte Analysis und Stochastik (Leibniz-Institut, „<http://www.wias-berlin.de>) stellte einen Account für die Langzeitrechnungen auf den Linux-Compute-Servern des Instituts zur Verfügung. Die speicherintensiven REMLF90- und AIREMLF90-Rechnungen dauern dort je nach Konvergenzverhalten und Güte der Startwerte 2-3 Wochen pro Lauf, wobei für jede Merkmalskombination mehrere Rechnungen mit unterschiedlichen Startwerten zur Absicherung der Güte der Lösung durchzuführen waren.

GIBBS2F90-Rechnungen, die zum Vergleich und zur Kontrolle dienten, benötigen wenig Speicher, aber bis zu 1 Woche pro 100000 Realisierungen, wobei z.T. mehr als 50000 Realisierungen bis zum Erreichen der burn-in-Phase erforderlich waren.

Nur durch Anwendung dieser Methode konnten Details des Konvergenzverhaltens untersucht werden, nicht nur für das 6-Merkmalsmodell, sondern auch für Teilmodelle zur besseren Absicherung der gewonnenen Parameter. Nur das REMLF90-Verfahren konvergierte stets zuverlässig, sowohl beim AIREMLF90 als auch GIBBS2F90-Verfahren gab es regelmäßig Konvergenzprobleme.

In der nachfolgend angegebenen Tabelle sind die ermittelten Heritabilitäten (siehe Diagonale) und die genetischen Korrelationen (kursiv) zwischen den direkten (W=worker) und den maternalen (Q=queen) Effekten sowie zwischen den Merkmalen zusammengestellt.

Auffallend sind die hohen positiven Korrelationen ( $>0.9$ ) zwischen Sanftmut und Wabensitz und zwar in beiden Effekten.

Tab. 3.b.2: Heritabilitäten (Diagonale) und genetische Korrelationen für die Leistungsmerkmale der Rasse Carnica

Genetische Parameter A.m.Carnica	Varroa-Befallsentw.		Ausräum-rate		Honig		Sanftmut		Wabensitz		Schwarm-neigung		
	W	Q	W	Q	W	Q	W	Q	W	Q	W	Q	
Varroa-Befallsentw.	W	<b>0.16</b>	-0.74	-0.36	-0.21	+0.09	+0.28	+0.06	-0.42	+0.15	-0.38	+0.16	-0.23
	Q		<b>0.11</b>	0.14	-0.03	-0.13	-0.35	+0.19	+0.22	+0.14	+0.12	-0.10	+0.22
Ausräum-rate	W			<b>0.71</b>	-0.15	+0.14	-0.19	+0.12	-0.10	+0.13	-0.19	-0.02	+0.05
	Q				<b>0.15</b>	-0.15	+0.28	-0.06	+0.24	-0.23	+0.40	-0.22	+0.13
Honig	W					<b>0.45</b>	-0.55	+0.00	-0.38	+0.00	-0.32	+0.16	+0.14
	Q						<b>0.42</b>	+0.01	+0.31	+0.02	+0.32	+0.04	-0.14
Sanftmut	W							<b>0.65</b>	-0.30	+0.98	-0.44	+0.26	-0.08
	Q								<b>0.21</b>	-0.51	+0.93	-0.20	+0.44
Wabensitz	W									<b>0.69</b>	-0.53	+0.28	-0.10
	Q										<b>0.36</b>	-0.08	+0.37
Schwarm-neigung	W											<b>0.52</b>	-0.21
	Q												<b>0.18</b>

Insgesamt erschien das Modell, bedingt durch die vielen zusätzlichen Kovarianzen, überparametrisiert, so dass auch vereinfachte Ansätze geprüft wurden, bei denen vorab einige Kovarianzen gleich Null gesetzt wurden. Hierbei gab es aber eine deutliche Verschlechterung des Konvergenzverhaltens, so dass auf weitere Modellvereinfachungen verzichtet wurde.

Bei den Parametern zu den Varroa-Merkmalen ergaben sich im Verlauf der Projektbearbeitung größere Veränderungen in Abhängigkeit vom verfügbaren Datenumfang. Im Vergleich zu den Teilmodellen ergeben sich im Gesamtmodell weitere Abweichungen, die sicherlich durch die zusätzlichen genetischen Korrelationen zu den restlichen vier Leistungsmerkmalen erklärt werden können. Die entsprechende Fehlerformel für Modelle mit direkten und maternalen Effekten war in der Literatur nicht verfügbar und wurde entwickelt. Für jedes Merkmal sind dazu aus der AI-Matrix (average information matrix) die zugehörigen Teilmatrixen zu extrahieren und zur Berechnung der Standardfehler für die direkten und für die maternalen Heritabilitäten heranzuziehen.

$$h_W^2 = \frac{\sigma_W^2}{\sigma_W^2 + \sigma_Q^2 + \sigma_{WQ}^2 + \sigma_R^2}; \quad h_Q^2 = \frac{\sigma_Q^2}{\sigma_W^2 + \sigma_Q^2 + \sigma_{WQ}^2 + \sigma_R^2}$$

$$\sigma = (\sigma_W^2, \sigma_Q^2, \sigma_{WQ}^2, \sigma_R^2)$$

$$SE(h_i^2) = \frac{\partial h_i^2}{\partial \sigma} \begin{pmatrix} v_{11} & v_{12} & v_{13} & v_{14} \\ v_{12} & v_{22} & v_{23} & v_{24} \\ v_{13} & v_{23} & v_{33} & v_{34} \\ v_{14} & v_{24} & v_{34} & v_{44} \end{pmatrix} \left( \frac{\partial h_i^2}{\partial \sigma} \right)^T, \quad i = W, Q$$

$$= \frac{h_i^2}{\sigma_i^2} \left( h_i^2 - 2h_i^2 \sum_{j=1}^4 v_{ij} + \sum_{i,j=1}^4 v_{ij} \right)$$

Das schlechte Konvergenzverhalten des AIREMLF90-Programmes ist nach Aussagen der Programmautoren (I. Mistal, S. Tsuruta, Univ. Georgia, Athens) ein häufiger Effekt, der ab 2-3 Mio. Gleichungen auch bei anderen Tierarten auftritt.

### 3) Entwicklung eines Gesamtzuchtwertes

Die Schätzung aller genetischen Parameter für das 6-Merkmalsmodell war die Voraussetzung für die Berechnung und Bereitstellung eines Gesamtzuchtwertes ab Februar 2011. In einem Gesamtzuchtwert werden alle Einzelzuchtwerte entsprechend ihrer züchterischen und wirtschaftlichen Bedeutung in einer Zahl zusammengefasst. Hierbei müssen die Erblichkeiten aller Einzelmerkmale, die genetischen Beziehungen zwischen diesen und die unterschiedliche Bedeutung der Einzelmerkmale für den Züchter berücksichtigt werden.

Zur Zuchtwertschätzung steht ein Gesamtmodell auf der Grundlage eines gemeinsamen BLUP-Tiermodells (direkte und maternale zufällige Effekte + Standeffekt) zur Verfügung. BLUP (=Best Linear Unbiased Prediction) ist ein in der Tierzucht etabliertes Verfahren zur Schätzung des genetischen Wertes eines Tieres.

Als Berechnungsverfahren wurde eine an die Bienengenetik angepasste Version der BLUPF90-Software entwickelt. Hier gehen alle Leistungen von z.Z. ca. 135.000 Völkern aus der Carnica-Datenbank in die Berechnung ein. Es entsteht ein Gleichungssystem mit mehr als 3.5 Millionen Gleichungen, das simultan zu lösen ist. Zugleich erlaubt diese simultane Berechnung aber auch für die Völker alle Einzelzuchtwerte und auch den Gesamtzuchtwert zu berechnen, bei denen nicht alle Merkmale in der Leistungsprüfung erfasst wurden. Diese Zuchtwerte werden aus den Leistungen aller verwandten Völker mit geschätzt.

Zu beachten ist auch, dass alle Einzelzuchtwerte als Relativzuchtwerte veröffentlicht werden. Königinnen mit einem Zuchtwert von 100% entsprechen genau dem Durchschnitt aller Zuchtwerte der letzten 5 Jahre. Um die Vergleichbarkeit von Zuchtwerten zu erreichen, wird die Streuung innerhalb eines Merkmals auf eine einheitliche Standardabweichung von 10 normiert. Diese Verfahrensweise wird auch beim neuen Gesamtzuchtwert beibehalten.

Aufwändig war die Umstellung und Testung der Programme zur Zuchtwertschätzung auf die neue Methodik. Hierzu waren alle Im- und Exportskripts zur Datenbank neu zu programmieren und automatisch die Eingabedateien für die einzelnen Programmpakete zu erzeugen. Die Berechnung der Sicherheiten aller Zuchtwerte auf der Grundlage dieses 6-Merkmalsmodells erforderte die direkte Invertierung der hochdimensionalen, schwach besetzten Koeffizientenmatrix der BLUP-Gleichungen und die korrekte Zuordnung ihrer Elemente.

Da für die Leistungsmerkmale, bis auf Honigertrag, keine ökonomischen Gewichte existieren, wurden als Faktoren für einen Gesamtzuchtwert relative Gewichtungsfaktoren vorgeschlagen, wobei, nach einem Vorschlag der AGT, die Varroatoleranz mit 40% eine besonders stark gewichtet wurde.

Zuchtwert	Gewicht
Varroa-Index	0.40
Honigertrag	0.15
Sanftmut	0.15
Schwarmneigung	0.15
Wabensitz	0.15

Auf der Züchtertagung des D.I.B. 2011 in Zwickau wurde diese Gewichtung für die gesamte Carnica Population in Deutschland beschlossen. Dies wird zwangsläufig zu einem deutlicheren Zuchtfortschritt bei der Varroatoleranz führen. Zusätzlich steht in „<http://www.beebreed.eu>“ eine individuelle Gewichtungsmöglichkeit für jeden Züchter zur Verfügung. Hier kann der Züchter oder Käufer von Königinnen nach seinem ganz persönlichen Geschmack Gewichtungen für die einzelnen Merkmale wählen.

#### 4) Auswertung von Vitalitätstest

Zur Erleichterung von Selektionsentscheidungen sollen die beiden Varroa-Teilzuchtwerte in einem Varroa-Index zusammengefasst werden.

Die Festlegung der Gewichtungsfaktoren für beide Teilzuchtwerte erfolgte zunächst für die Zuchtwertschätzung 2011 auf der Grundlage eines sehr kleine Datensatzes mit Ergebnissen von Überlebenstest für ausgewählte Völker mit Hilfe einer multiplen Regressionsanalyse der beiden Varroa-Toleranzdaten (Varroa-Befallsentwicklung und Ausräumrate).

Tab.3.b.3: Deskriptive Statistik der Varroa-Toleranzmerkmale, die zur Abschätzung von deren Bedeutung im Varroaindex mit der Überlebensdauer im Vitalitätstest in Verbindung gebracht wurden.

Merkmal	N	x	s
V1: Varroa-Befallsentwicklung	471	48,5	6,1
V2: Ausräumrate	552	55,9	20,3
V1a: alternative Messung der Varroa-Befallsentwicklung	383	0,74	1,04

Im Rahmen der Berechnungen wurden für die sehr unterschiedliche Ausgangsparasitierung der Völker vor dem Überlebenstest korrigiert und die beiden Varro-Toleranzmerkmale durch Transformation auf eine identische Größenordnung gebracht. Die Überlebensdauer wurde zudem noch mit dem Quotienten der Einwinterungsgröße zur Auswinterungsgröße gewichtet.

Tab. 3.b.4: Ableitung der Gewichtungsfaktoren der beiden bisher verwendeten Varroa-Toleranzmerkmale im Varroaindex

Merkmal	Regressions-Koeffizient ( $b_i$ )	F	p	Gewicht*
V1: Varroa-Befallsentwicklung	-0,00052	1,27	0,26	1%
V2: Ausräumrate	+0,032	0,00	0,99	99%
* Gewicht für V1 = $ b_1  / ( b_1  +  b_2 )$ , Gewicht für V2 = $ b_2  / ( b_1  +  b_2 )$				

Aufgrund der an den Ergebnissen des Vitalitätstests kalibrierten Gewichtungsfaktoren, zeigten sich bei den bisher verwendeten Varroa-Merkmal kombination (Varroa-Befallsentwicklung (V1), bewertet aufgrund des Varroa-Totenfalls im Frühjahr und einer Bienenprobe im Juli und der Ausräumrate (V2) gegenüber getöteter Brut) wie bei den vorherigen Auswertungen eine extrem geringe Bedeutung (1%, Tab. 3.b.4) der Befallsentwicklung (V1). Von ungleich größerer Bedeutung war die Ausräumrate (99%).

$$\text{Zuchtwertwert Varroatoleranz} = 0.01 \cdot \text{ZW}(V1) + 0.99 \cdot \text{ZW}(V2)$$

Bei Anwendung dieser Gewichtung spielt die Befallsentwicklung keine Rolle für die Zuchtwertschätzung und eine Erfassung erscheint überflüssig. Es ist aber zu berücksichtigen, dass die Erfassung dieses Parameters extrem von dem Niveau des Befalls abhängt. Auch aus der Praxis wurde berichtet, dass die Ergebnisse nicht präzise die Realität abbilden.

Tab. 3.b.5: Ableitung der Gewichtungsfaktoren für die Ausräumrate und ein alternatives Merkmal zur Beurteilung der Varroa-Befallsentwicklung

Merkmal	Regressions-Koeffizient ( $b_i$ )	F	p	Gewicht*
V1a: alternative Messung der Varroa-Befallsentwicklung	-0,0322	0,20	0,65	78%
V2: Ausräumrate	+0,0092	0,01	0,91	22%

\* Gewicht für V1 =  $|b_1| / (|b_1| + |b_2|)$ , Gewicht für V2 =  $|b_2| / (|b_1| + |b_2|)$

Daher wurden die im Rahmen der Vitalitätsauslese unbehandelter Prüfvölker zwischen der 32. und der 41. Kalenderwoche wiederholt erfassten Bienenproben ausgewertet (Tab. 3.b.5). Hierbei wurde der Regressionskoeffizient der Veränderung des Befalls in den Bienenproben pro Volk berechnet und dieser Regressionskoeffizient als Schätzwert für die Varroa-Befallsentwicklung genommen. Wie aus Tab. 3.b.5 zu ersehen, zeigt diese Bewertung der Befallsentwicklung eine deutlich stärkere Beziehung zu den Ergebnissen des Vitalitätstests, die sich in einer Gewichtung von 78% im Varroaindex äußern würde.

Mit der Neugestaltung der Erfassungsmaske wurde zwischenzeitlich die Möglichkeit gegeben, wiederholte Befallsmessungen einzugeben und die AGT hat zwischenzeitlich ihre Prüfeempfehlungen entsprechend erweitert. Sobald diesbezüglich ausreichendes Datenmaterial vorliegt, wird eine Überprüfung der neuen Bewertung der Befallsentwicklung und deren Gewichtung (bisher nur 383 Völker) notwendig sein. Dieses Merkmal hat aber das Potential die Befallsentwicklung in Völkern präziser zu beschreiben, als das bisher verwendete Bewertungskriterium.

#### 5) Genetischer Parameter für Krankheitsresistenz (Kalkbrut)

Für die Auswertung von Daten zur Krankheitsresistenz, die in der Datenbank nur in binärer Codierung (ja/nein) vorliegen, fehlten bisher sowohl genetische Parameter als auch angepasste Methoden zur Zuchtwertschätzung. Im Projekt war vorgesehen, die dazu erforderlichen Methoden exemplarisch für das Krankheitsmerkmal Kalkbrut zu entwickeln und hierfür Zuchtwerte zur Verfügung zu stellen. Die Kalkbrut, verursacht durch den Pilz *Ascosphaera apis*, ist eine Erkrankung die weltweit ein Problem für Bienenvölker darstellt und nach Angaben aus der Imkerschaft an Bedeutung zunimmt. Das Auftreten von Kalkbrut ist im hohen Maße umweltabhängig, aber eine genetische Komponente bei der Anfälligkeit wurde schon öfters beschrieben. Die Angabe „krank“ oder „gesund“ generiert eine diskrete Verteilung. Die hierfür verwendeten Berechnungs-Algorithmen sind deutlich komplexer als bei normalverteilten Merkmalen.

Zurzeit sind knapp 1300 Fälle von Kalkbrut in der Datenbank registriert. Da das Datenfeld Krankheiten ein Pflichtfeld ist, besteht somit eine eindeutige Zuordnung, abgesehen von den wenigen Fällen, wo mehrere Krankheiten angewählt wurden.

Hierzu wurde auf Züchterkonferenzen angeregt, diese Maske so zu gestalten, dass weitere Krankheitsbilder, z.B. Chronische-Paralyse Virus und Verkrüppelte-Flügel Virus, mit

eingegeben werden können und zugleich die bisherige Option „6-mehrere“ Krankheiten so gestaltet wird, dass das komplette Krankheitsbild nachvollziehbar abgespeichert wird, also auch Mehrfachnennungen möglich sind:

Krankheit\*

keine

oder (eine oder mehrere Krankheiten auswählen)

Kalkbrut

Nosema

Sackbrut

Europäische Faulbrut

Amerikanische Faulbrut

Verkrüppelte-Flügel Virus

Chronische-Paralyse Virus

Abb. 3.b.3: Neues Datenerfassungsmenü Krankheiten

Die Schätzung der genetischen Parameter für Kalkbrut erfolgte auf der Grundlage des gesamten Datenbestandes, der der Zuchtwertschätzung 2011 zugrunde lag. Nur so war gewährleistet, dass der vollständige Stammbaum der Gesamtpopulation berücksichtigt wird. Als Software wurde der international anerkannte thrgibbs1f90-Code von Tsuruta/Misztal (Gibbs sampler for mixed threshold-linear models) verwendet, siehe <http://nce.ads.uga.edu/html/projects/Readme.thrgibbs1>. Dazu war es erforderlich, tiefgehende Änderungen im Quellcode vorzunehmen, um das in der Bienenzucht verwendete Pseudovatermodell verwenden zu können. Gibbs Sampling Methoden erfordern oft Tausende von Realisierungen zur sicheren Schätzung der Parameter der zugrundeliegenden Wahrscheinlichkeitsverteilung. Für das diskrete Merkmal Kalkbrut konnten für ein Arbeiterinnen-Tiermodell (direkter Effekt) genetische Parameter geschätzt werden mit einer Heritabilität von 59 %. Diese Parameterschätzung ist noch sehr abhängig vom gewählten Datenumfang, so dass in den Folgejahren, begleitend zur Zuchtwertschätzung, die Modellgüte zu prüfen ist.

Da in der Regel nur 1-3% der Völker mit Kalkbrut betroffen sind, gibt es sehr viele Stände ohne Variabilität (alle krank oder alle gesund), so dass dieses Parameterschätzproblem zur Klasse ECP (extreme category problem) gehört. Durch die Zuchtwertschätzung Kalkbrut können zum ersten Mal die entsprechenden Daten der Imker sinnvoll bei der Selektion genutzt werden. Dies wird in Zukunft die Qualität der Erfassung positiv beeinflussen.

514-06.01-2808UM003

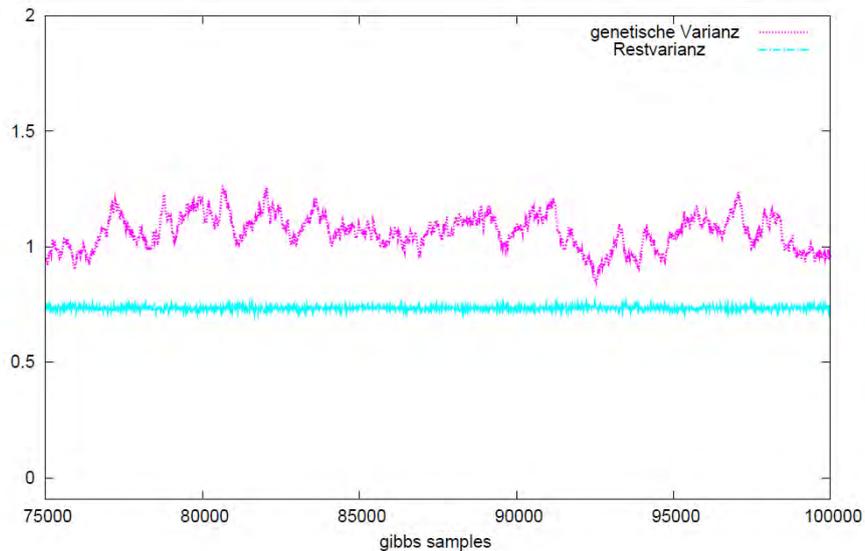


Abb. 3.b.4: Iterationsverlauf Gibbs sampling für das Krankheitsmerkmal Kalkbrut

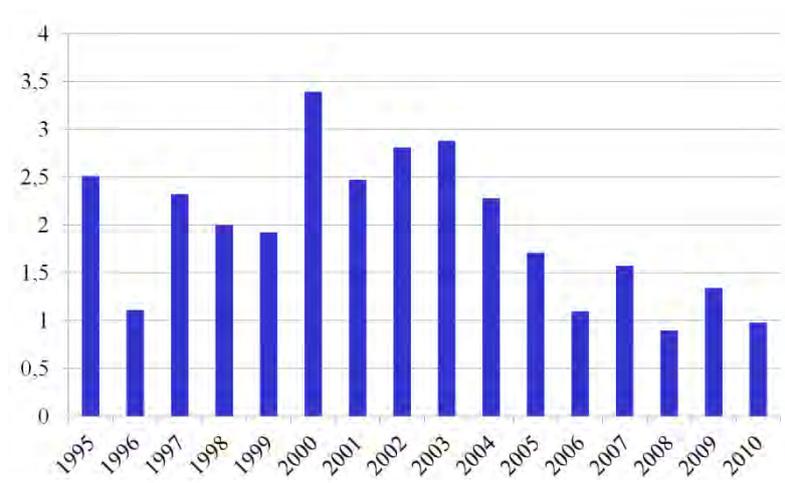


Abb. 3.b.5: Anteil mit Kalkbrut befallener Völker [%]

Neben Konvergenzproblemen, insbesondere im Falle von Modellverfeinerungen, ist die Verteilung der resultierenden Zuchtwerte oft sehr unsymmetrisch. Auch ist eine relativ starke Abhängigkeit der genetischen Parameter vom gewählten Datenumfang gegeben. Hier sind bis zur nächsten Zuchtwertschätzung 2013 noch weitere Untersuchungen zur Absicherung der Aussagekraft der Zuchtwerte vorgesehen.

## 6) Zuchtwertschätzung 2009 bis 2012

Während des Berichtszeitraumes (2008-2012) wurde jeweils im Februar die zentrale Zuchtwertschätzung für alle sechs Leistungsmerkmale (Varroa-Befallsentwicklung, Ausräumrate, Honigertrag, Sanftmut, Wabensitz und Schwarmneigung) gerechnet.

Die Zuchtwerte für die beiden Varroa-Merkmale wurden als gemeinsamer Varroa-Index publiziert. Seit Februar 2011 steht auch der Gesamtzuchtwert zur Verfügung.

Mit Stand vom 12.02.2012 sind diese Zuchtwerte für insgesamt 135224 Königinnen auf dem Webportal [www.beebreed.eu](http://www.beebreed.eu) abrufbar, davon insgesamt 15823 Königinnen ab Geburtsjahr 2005 mit einem Varroa-Index nach aktuellem Stand der Prüfbedingungen. Das sind 46 % der gesamten Prüfpopulation in diesem Zeitraum.

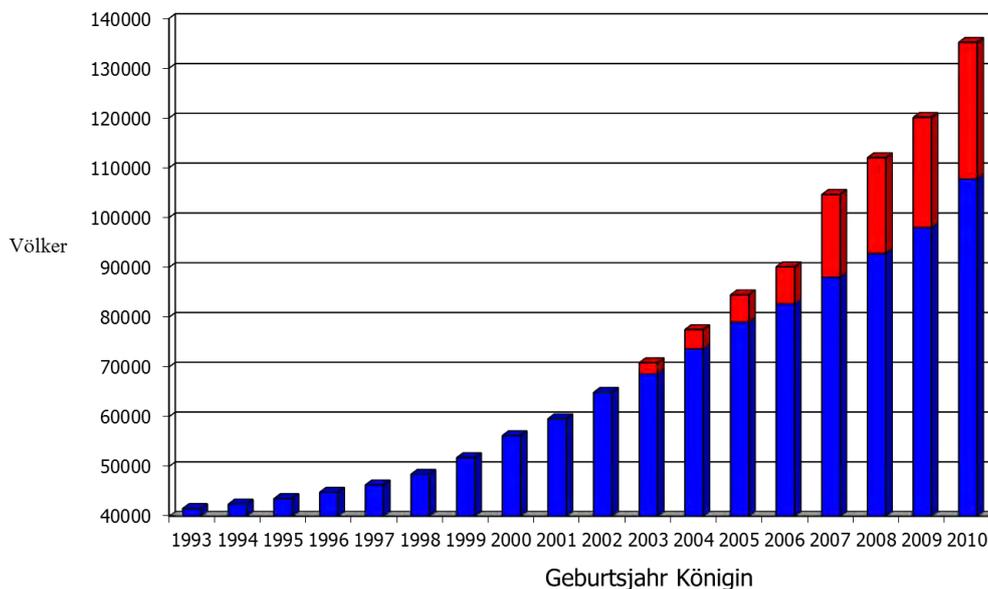


Abb. 3.b.6: Entwicklung der Zuchtwertschätzung für die Rasse Carnica am LIB (blau = Daten aus Deutschland, rot = Daten aus anderen Ländern)

Für die Landesverbände des D.I.B. ergibt sich ein Anteil von 50 %, bei denen mindestens ein Varroa-Prüfwert bestimmt wurde und damit ein Varroa-Index berechnet werden konnte. Aufgrund des verwendeten BLUP-Mehrmerkmalsmodells liegen aber für alle Völker diese Zuchtwerte intern vor, so dass für alle Zuchtköniginnen ein Gesamtzuchtwert berechnet werden konnte, vgl. Tab 3.b.1.

Es zeigt sich eine deutliche Steigerung des Varroa-Zuchtwertes (Varroa-Index), wobei für die historischen Daten vor dem Geburtsjahr 2005 nur die Ausräumrate zur Verfügung stand. Das damals noch gemessene Hilfsmerkmal „Anzahl toter Milben nach Behandlung“ wird nicht mehr berücksichtigt.

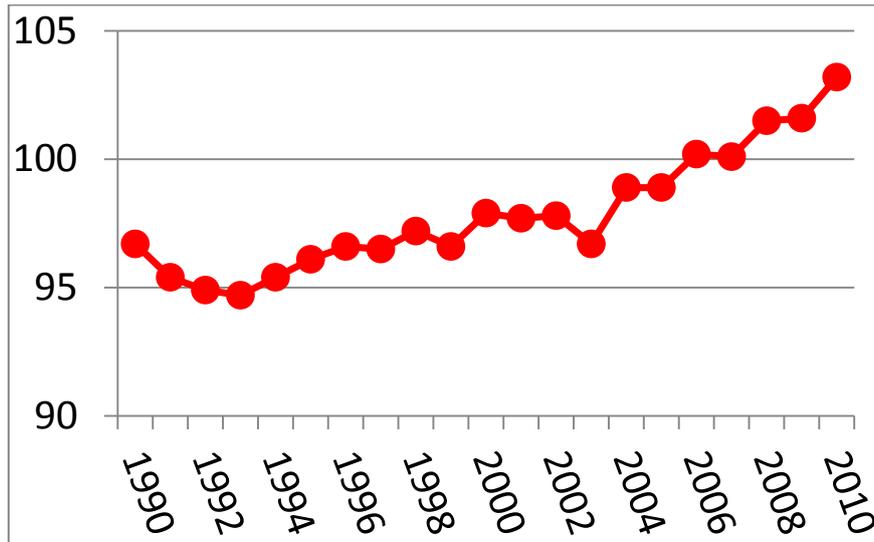


Abb. 3.b.7: Entwicklung des mittleren Varroa-Index

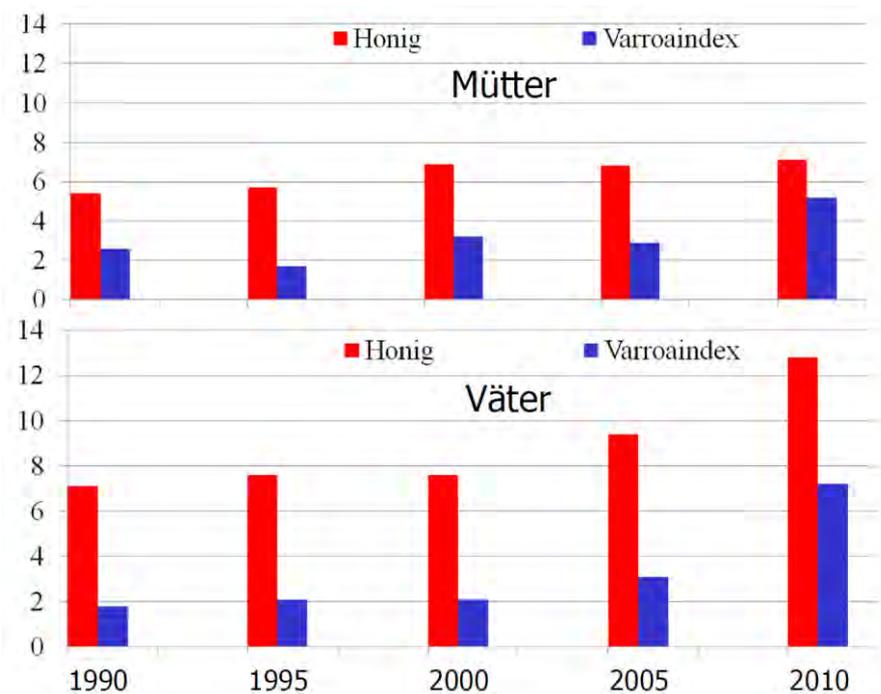


Abb. 3.b.8: Überlegenheit der selektierten Eltern (Mütter/Väter) bei den Selektionsmerkmalen Honig und Varroa-Resistenz

Wie aus Abb. 3.b.8 zu entnehmen ist, hat sich im Verlauf des Projektes eine sehr deutliche Veränderung bei der Selektion der Völker ergeben. Sowohl bei Vater- als auch bei Müttervölkern wird verstärkt auf überdurchschnittliche Zuchtwerte bezüglich Varroatoleranz geachtet. Dies ist für den zukünftigen Selektionserfolg von zentraler Bedeutung.

## 7) Zuchtplanung

Es wurde eine Software zur Generierung von Modellpedigrees entwickelt unter Berücksichtigung der in der Bienenzucht üblichen Selektionsentscheidungen. Ausgehend von einer unverwandten Startpopulation werden über mehrere Generationen definierte Familienstrukturen simuliert, die jedes Jahr nach jeweils fest vorgegeben Regeln und Parametern hinsichtlich Zahl der Prüfplätze, Anzahl Züchter, Anzahl Belegstellen, Struktur der Geschwistergruppen (Voll-, Halbgeschwister) strukturiert sind.

Die Parameter der Pedigreestruktur sind vom Nutzer vorzugeben. Die Software erzeugt dann jeweils zufällige Realisierungen solcher Populationsstrukturen.

In Abhängigkeit von der Länge der vorzugebenden maternalen und paternalen Generationsintervalle werden dann für jeden Jahrgang wahre Zuchtwerte  $y_i$  aus den Zuchtwerten der Eltern ( $s=sire$ ,  $d=dam$ ) und unter Berücksichtigung der Mendelschen Streuung  $m_i$  ermittelt,

$$y_i = \frac{1}{2} y_d + p y_s + \left(\frac{1}{2} - p\right) \bar{y}_s + m_i$$

wobei  $p = 0.367$  der in der Zuchtwertschätzung der Honigbiene verwendete paternale Pfadkoeffizient ist (sog. Pseudovatermodell) und  $\bar{y}_s$  der Durchschnitt der Vätergeneration. Diese wahren Zuchtwerte sind dann Grundlage der simulierten Leistungswerte, die die Summe aus dem wahren Zuchtwert und einer Zufallsgröße ist, die durch die Restvarianz und ggf. durch Standeffekte bestimmt ist. Für jeden Simulationslauf sind die genetischen Parameter vorzugeben.

Die Varianz  $\sigma_i^2$  der Mendelschen Streuung für einen Nachkommen  $i$  wird in Abhängigkeit von der genetischen Varianz  $\sigma_g^2$  und den aktuellen Inzuchtwerten berechnet

$$\sigma_i^2 = [1 - p^2(1 + F_s) - \frac{1}{4}(1 + F_d) + (1 - 2p)F_i] \cdot \sigma_g^2.$$

Für  $p = 0.5$  ergibt sich die üblicherweise in der Tierzucht verwendete Beziehung

$$\sigma_i^2 = [1 - \frac{1}{4}(1 + F_s) - \frac{1}{4}(1 + F_d)] \cdot \sigma_g^2.$$

Damit kann dann pro Jahrgang eine BLUP-Schätzung der realisierten Zuchtwerte erfolgen, die Grundlage für die Auswahl der besten Mütter und Väter einer neuen Generation ist in Abhängigkeit von den vorgegebenen Selektionsintensitäten.

Für eine vergleichende Interpretation der Ergebnisse ist die Wahl eines einheitlichen Zeithorizontes wichtig, da in der Regel nur die letzte BLUP-Schätzung zur Beurteilung der Zuchtszenarios abgespeichert wird. Die kombinatorische Vielfalt und die rechentechnische Komplexität der Einzelsimulationen führen zu einem hohen Zeitaufwand, zumal jedes Szenario mehrfach wiederholt werden muss, da nur Mittelwerte aus sehr vielen Realisierungen eine belastbare Aussage liefern. Die Rechenzeiten pro Einzellauf liegen bei praxisnahen Populationsgrößen von 2000 Völkern und Zeithorizonten von mehr als 20 Jahren im Bereich von 2-4 Stunden für eine Monte-Carlo Realisierung (Intel I7-2600 Prozessor).

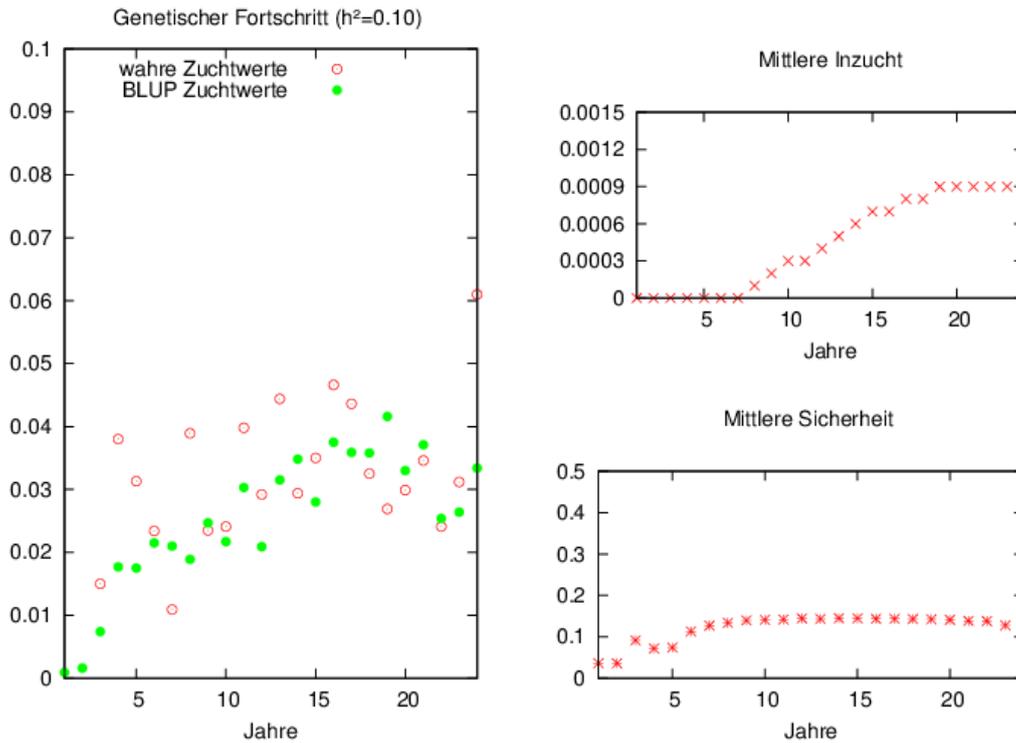


Abb. 3.b.9: Mittlere Sicherheiten, mittlere Inzucht und mittlere BLUP-Zuchtwerte für zufällig erzeugte Populationen (2000 neue Königinnen pro Jahr, Selektionsintensitäten: 12.5% Mütter, 5% Väter, Heritabilität = 10%, Generationsintervalle maternal = 2 Jahre, paternal = 3 Jahre)

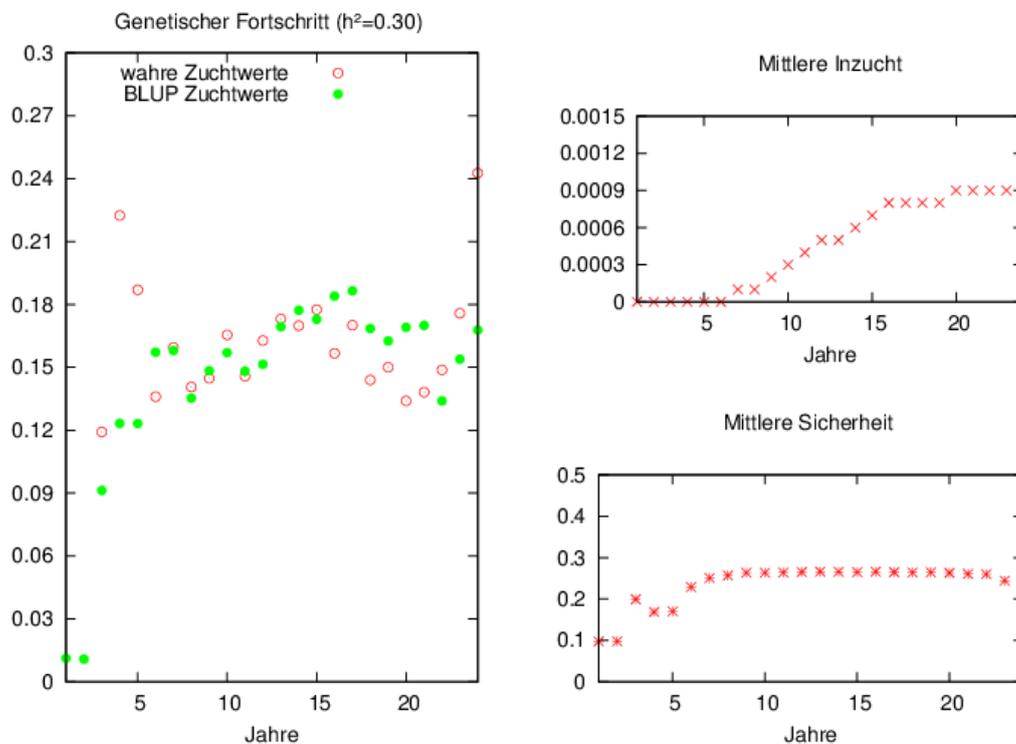


Abb. 3.b.10: Mittlere Sicherheiten, mittlere Inzucht und mittlere BLUP-Zuchtwerte für zufällig erzeugte Populationen (2000 neue Königinnen pro Jahr, Selektionsintensitäten: 12.5% Mütter, 5% Väter, Heritabilität = 30 %, Generationsintervalle maternal = 2 Jahre, paternal = 3 Jahre)

In den Abbildungen 3.b.9 und 3.b.10 ist beispielhaft das Ergebnis solcher Monte-Carlo-Simulationen für zwei verschiedene Heritabilitäten (10% und 30%) dargestellt, jeweils unter Verwendung der letzten berechneten BLUP-Schätzung nach 24 Jahren.

Die Zusammenfassung für insgesamt 48 solcher Varianten ist in Abb. 3.b.11 dargestellt, wobei jeweils nur der nach 24 Jahre erreichte Endwert eingetragen ist.

Es zeigt sich, dass aufgrund der simulationsbedingten großen Streuung, Mittelwerte aus einer Vielzahl von Einzelläufen zu bilden sind, die die derzeit verfügbaren Rechenkapazitäten überschreiten.

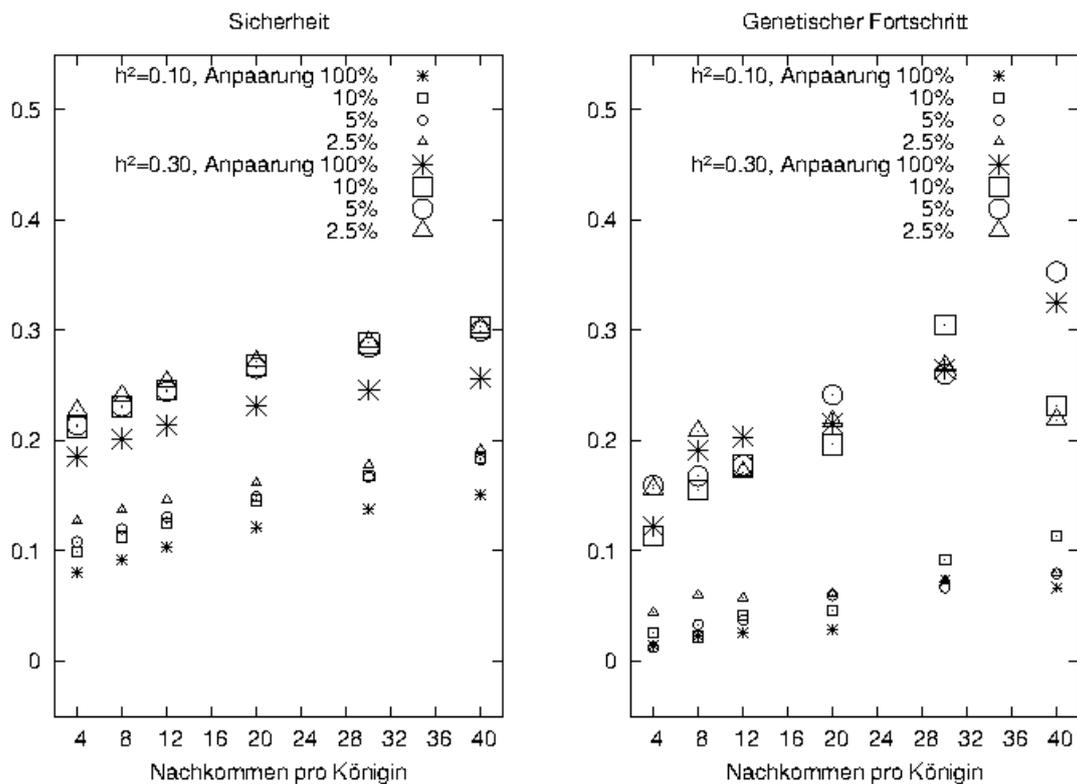


Abb. 3.b.11: Mittlere Sicherheiten und mittlerer Zuchtfortschritt für zufällig erzeugte Populationen, 2000 neue Königinnen pro Jahr und unterschiedliche Geschwistergruppengrößen. (Heritabilität = 10% und 30 %, Generationsintervalle maternal = 2 Jahre, paternal = 3 Jahre, Zeithorizont 24 Jahre)

Aus den in Abb. 3.b.11 dargestellten Ergebnissen lässt sich ein fast linearer Zusammenhang zwischen der Nachkommen-Gruppengröße und dem kumulierten Selektionserfolg nach 24 Jahren erkennen. Theoretische Überlegungen lassen aber nach einem Optimum einen Abfall des Selektionserfolges erwarten, wenn die Nachkommen-Gruppengröße noch weiter gesteigert wird. Dies ist hier nicht zu erkennen. Grund ist hier unter anderem der mit 24 Jahren und damit nur 7 Generationen (auf der Vaterseite) sehr kurze Beobachtungszeitraum. Bei einem längeren Beobachtungszeitraum wird sich der negative Einfluss größerer Nachkommen-Gruppengrößen auf den Anstieg der Inzucht und die Einschränkung der genetischen Variabilität sehr viel deutlich darstellen und sich eine andere Nachkommen-Gruppengrößen Konstellation als optimal erweisen. Dies haben Langzeitstudien über sehr

große Zeithorizonte gezeigt, die derzeit allerdings nur für sehr kleine Testpopulationen gerechnet werden konnten. Diese sind aber für nachhaltige Zuchtprogramme von zentraler Bedeutung. Nach Fertigstellung der Software war es uns aber nicht mehr möglich, solche Langzeitszenarien mit der geplanten Populationsgröße von 2000 Völkern zu simulieren.

Die von den Züchtern erwartete eindeutige Aussage zur optimalen Struktur der Gesamtpopulation kann z.Z. noch nicht abgeleitet werden. Die weiteren Arbeiten konzentrieren sich auf das Parallelisieren der zeitkritischen Codeanteile und die Berücksichtigung von Nebenbedingungen bei der Selektion der besten Mütter und Anpaarungspartner.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die entwickelte Simulationssoftware geeignet ist, eine Vielzahl von Szenarien zu rechnen, einschließlich der skriptgesteuerten grafischen Ausgabe der wichtigsten Ergebnisse.

#### 8) Überarbeitung des Bienenportals „http://www.beebreed.eu“

Parallel zu den wissenschaftlichen Projektschwerpunkten wurde das Webportal [www.beebreed.de](http://www.beebreed.de) zu einer umfassenden Informationsmöglichkeit für registrierte Züchter, aber auch für interessierte Imker ausgebaut.

Hinzu kamen umfangreiche Reorganisationen aller internen Tabellenstrukturen der Sybase-Datenbank und die Effektivität und Sicherheiten aller Datenbankzugriffe über das Web. Zugleich wurden Administrationsfunktionen zum sicheren Up- und Download großer Datenbestände implementiert und die Session-Verwaltung verbessert. Sortier- und Suchfunktionen nach dem Gesamtzuchtwert wurden programmiert.

Nachfolgend werden nur auszugsweise wesentliche Neuerungen dargestellt, viele Optionen sind nur für registrierte Züchter zugänglich, auch die erweiterten Prüfoptionen für Obleute bzw. Landesverbände können hier nur exemplarisch dargestellt werden.

Jeder in einem Landesverband anerkannte Züchter hat über seinen Obmann die Möglichkeit einen Account zu beantragen und sein Zuchtbuch online zu führen. Nach Abschluss der Leistungsprüfung sind alle Daten durch den Obmann oder beauftragten Datenadministrator des Landesverbandes zur Zuchtwertschätzung freizuschalten.

Im Bearbeitungszeitraum wurde die Datenerfassungsmaske neu gestaltet. Die o.g. Eingabemöglichkeit für Mehrfachnennungen von Krankheiten wurde implementiert.

Die standardmäßig in der ersten Julidekade vorgesehenen Auswertung einer Bienenprobe (Anzahl Milben pro Gramm Bienen) ist jetzt erweitert worden um die Eingabemöglichkeit für weitere Bienenproben zu späteren Zeitpunkten.

Krankheiten / Resistenz					
Milbenfall	<input type="text" value="3"/>	Milbenanzahl	<input type="text" value="15"/>	Ausräumrate	<input type="text" value="96"/>
Tage	<input type="text" value="21"/>	Gramm Bienen	<input type="text" value="30"/>		
Quotient	<input type="text" value="0,14"/>	Quotient	<input type="text" value="0,50"/>		
<input type="button" value="weitere Messungen"/>					

Datensätze, die im Vitalitätstest erhoben wurden, können intern markiert werden.

Die automatische Erzeugung von Körscheinen im PDF-Format mit Angabe des Gesamtzuchtwertes ist implementiert.

Im Berichtszeitraum wurden die Datenprüfung vertieft und ein Abgleich mit der Belegstellendatenbank implementiert. Dies vermeidet Eingabefehler und erleichtert die Dateneingabe. In einer speziellen Erfassungsmaske können die Daten für die von der AG Toleranzzucht betriebenen sogenannten Toleranzbelegstellen eingegeben werden.

Der Bereich Zuchtwerte ist ohne Account für jeden interessierten Imker zugänglich.

Hier können Zuchtwerte nach vorzuziehenden Kriterien ausgewählt werden,

- [Zuchtwaltergebnisse für ausgewählte Königinnen](#)
- [Zuchtwaltergebnisse für Geschwistergruppen](#)
- [Abstammungs-Schema, Inzuchtkoeffizient, Zuchtwerte einer bestimmten Königin](#)
- [Zuchtwerte eines bestimmten Prüfstandes](#)
- [Zuchtplanung](#)
- [Zuchtplanung für Beleg- und Besamungsstellen](#)

Die Auswahl kann auch eingeschränkt werden auf bestimmte Voll- oder Halbgeschwistergruppen, bzw. eines bestimmten Prüfstandes.

Abb. 3.b.12: Auswahlmöglichkeit von Zuchtköniginnen nach vorgegeben Kriterien

Aufzistung der Zuchtwertergebnisse (Stand 15.02.2012) für

Landesverband= / Züchter= / Zuchtbuch-Nr.= / Jahr= 2009

Anzahl der gefundenen Datensätze: 3348

mehr Infos	Codenummer der Königin				Inzuchtwerte (in %)		Zuchtwerte in % (Durchschnitt der letzten 5 Jahre = 100%)						Gesamt-Zuchtwert	Kalkbrut	Körung
	Landesverband	Züchter	Zuchtbuchnr.	Jahr	Königin	Arbeiterin	Honig	Sanftmut	Wabensitz	Schwarmneigung	Varroa-Index				
							15	15	15	15	40	--	--		
▶	14	118	48	2009	0	0	139	118	114	123	148*	<b>143</b>	98		
▶	7	165	44	2009	0	0.3	125	128	126	117	137	<b>138</b>	101		
▶	16	75	2111	2009	0.2	0.6	123	127	125	117	132	<b>134</b>	103		
▶	17	94	7	2009	10.3	0.4	123	121	118	120	134*	<b>134</b>	100		
▶	2	176	55	2009	0	7.8	128	127	127	115	128	<b>133</b>	100		
▶	99	120	71282	2009	0	0	127	125	126	125		<b>132</b>	101		
▶	2	196	490	2009	0	0	127	138	139	123		<b>131</b>	99		
▶	17	27	13	2009	1.6	1.4	123	125	124	114	129	<b>131</b>	108	A	
▶	18	26	4146	2009	0	0.5	126	118	117	119	129	<b>131</b>	108		
▶	99	120	71284	2009	0	0	119	128	128	124		<b>131</b>	100		
▶	2	195	191	2009	2.5	0	126	134	134	121		<b>130</b>	100	A	
▶	7	139	665	2009	0.1	1.3	128	122	122	113	126	<b>130</b>	103	J	
▶	11	1	22220	2009	0	0.3	124	119	119	114	130	<b>130</b>	103	A	
▶	17	27	17	2009	1.6	1.4	120	125	123	113	128	<b>130</b>	108	A	
▶	17	85	107	2009	1.5	0	117	119	118	114	133	<b>130</b>	98		
▶	99	120	71404	2009	0	0	135	131	133	127	110	<b>130</b>	100		
▶	2	128	73	2009	0.6	1.6	111	125	121	122	127	<b>129</b>	101	A	
▶	2	195	170	2009	2.5	0	125	134	134	121		<b>129</b>	100		
▶	2	208	12	2009	6.6	0.1	110	128	126	114	127	<b>129</b>	101	A	
▶	2	208	13	2009	6.6	0.1	111	129	126	114	127	<b>129</b>	101	A	
▶	4	251	107	2009	8.8	24.2	130	128	128	127		<b>129</b>	106	A	
▶	6	42	89	2009	9.1	8.6	128	125	124	117	121	<b>129</b>	99		

Abb.3.b.13: Eine Auswahl sehr guter Königinnen des Leistungsjahres 2010 (Geburtsjahr 2009) mit Zuchtwerten über 100 % sortiert nach Gesamtzuchtwert und mit Angabe der Zuchtwerte für Kalkbrut.

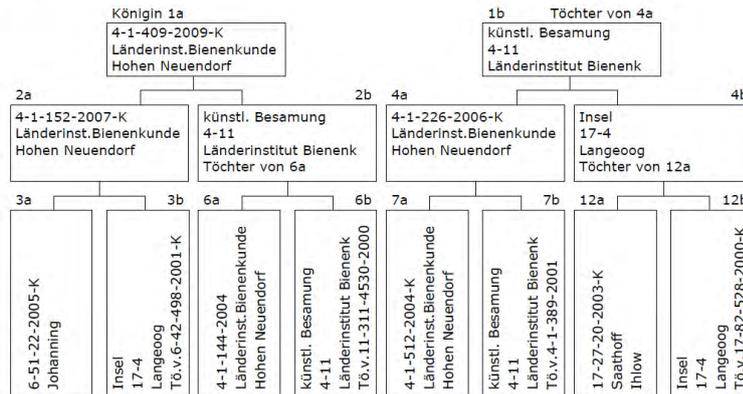


**Körschein**  
**4-1-409-2009-K**



Prüfbetrieb: Länderinst.Bienenkunde, LIB, 16540 Hohen Neuendorf, 4-1, Stand 1  
 Züchter der Königin: Länderinst.Bienenkunde, LIB, 16540 Hohen Neuendorf, 4-1  
 1a Zuchtbuch-Nr.: 4-1-409-2009  
 Rasse-Linie: C-33  
 Generationsfolge: Zeichnen: grün 9  
 Schlüpftag: 23.06.2009  
 Inzuchtkoeffizient  
 Königin: 0%  
 Arbeiterinnen: 0,6%

**A. Abstammung**



**B. Eigenleistung**

	Zuchtvolk Volk Nr.: 44			vergleichbare Völker am Stand	
	kg	%	Rang	Anzahl	Ertragsdurchschnitt kg
Prüfjahr 2010	74,4	136,8	1	20	54,4

	Punkte	Zuchtwerte (%)	Sicherheit		
			70%	100%	170%
Gesamtzuchtwert*	-	121	[Progress bar]		
Honigleistung	-	128	[Progress bar]		
Sanftmut	3,7	119	[Progress bar]		
Wabensitz	3,5	120	[Progress bar]		
Schwarmverhalten	4	118	[Progress bar]		
Varroaindex	-	109	[Progress bar]		
Winterfestigkeit	3		[Progress bar]		
Frühjahrsentwicklung	3		[Progress bar]		
Volksstärke	3,5		[Progress bar]		

\* Gemäß Beschluss der Züchtertagung vom 09.04.2011 werden für den Gesamtzuchtwert die Varroatoleranz mit 40% sowie Honigleistung, Sanftmut, Wabensitz und Schwarmverhalten mit je 15% gewichtet.

**C. Geschwisterleistung** s. Seite 2

**D. Körpermerkmale** siehe anliegende Merkmalsunterlagen

**E. Körbefund**  
**Klasse Av**  
 Uneingeschränkt nachzuchtwürdig und zur Verwendung als 4a-Volk auf stark frequentierten Belegstellen geeignet (2 Varroamerkmale, Varroaindex über 100%).

29.07.2011

Zuchtobmann des Landesverbandes

*Abb. 3.b.14: Körbefund der Klasse Av (2 Varroa-Prüfwerte bestimmt und Varroaindex > 100%)*

Die Zuchtplanungsmodule werden intensiv genutzt, auch zur Vorabberechnung des zu erwartenden Inzuchtgrades.

Die Zuchtplanungsmöglichkeiten wurden dahingehend erweitert, dass jetzt Züchter den Code einer zur Nachzucht vorgesehenen Mutter (2a) in eine Erfassungsmaske eingeben können und daraufhin eine automatische Suche über alle eingetragenen Belegstellen des aktuellen Jahres gestartet wird, um die beste Anpaarung entsprechend einer individuellen Wichtung der Selektionsmerkmale zu finden.

### **c) Optimierung von Toleranzbelegstellen zur Verbreitung des Zuchtfortschritts**

Zu Beginn des Projektes 2009 wurden die Einrichtungen Gehlberg (Thüringen), Hassberge (Bayern), Jasnitz (Mecklenburg-Vorpommern) und Norderney (Niedersachsen) bereits als Toleranzbelegstellen geführt. Im ersten Jahr der Projektlaufzeit wurde zudem die Belegstelle Hundeluft in Sachsen-Anhalt in Betrieb genommen, 2010 kam die Belegstelle Erbeskopf in Rheinland-Pfalz hinzu. Im folgenden Jahr waren es die Belegstellen Hoher Randen in Baden-Württemberg und St. Johann in Bayern, die auf das Konzept der Toleranzbelegstellen umgestellt wurden. Ab 2012 wird die Belegstelle Mönchgut auf Rügen ebenfalls als Toleranzbelegstelle geführt. Damit stehen den Imkern und Züchtern bundesweit nunmehr 9 Toleranzbelegstellen zur Verfügung (siehe Abbildung 3.c.1).



*Abbildung 3.c.1: Toleranzbelegstellen im Projekt. Die Einrichtungen, die bislang als Toleranzbelegstellen geführt werden sind durch gelbe Pins dargestellt. Der weiße Pin markiert die Belegstelle Saalburg in Hessen, bei der Planungen zur Umstellung auf das Konzept der Toleranzbelegstellen bestehen.*

Eine weitere Toleranzbelegstelle wurde 2009 auf der Kroatischen Insel Mali Drvenik eingerichtet. Auch nach Ende der Projektlaufzeit könnten weitere Einrichtungen wie zum Beispiel die Belegstelle Saalburg in Hessen folgen.

Tabelle 3.c.1 gibt einen Überblick über die Entwicklung der Toleranzbelegstellen hinsichtlich Anzahl aufgestellter Drohnenvölker und angelieferter Königinnen. Bei den meisten Einrichtungen ist diesbezüglich ein positiver Trend zu verzeichnen. Die Steigerung der Drohnenvölkerzahl mit Hinblick auf die Paarungssicherheit der Belegstellen ist vor allem auf die Ergebnisse der Untersuchungen zurückzuführen, die im Rahmen des Projektes durchgeführt wurden. Die Beschickungszahlen der Saison 2011 liegen mit insgesamt 6698 aufgestellten Königinnen unerwartet hoch und bestätigen eindrucksvoll die große Akzeptanz des Konzeptes der Toleranzbelegstellen in der breiten Imkerschaft. Insbesondere die neuen Toleranzbelegstellen, die im Rahmen des Projektes auf dieses Konzept umgestellt wurden, hatten nach der Umstellung einen Anstieg der Beschickungszahlen zu verzeichnen.

*Tabelle 3.c.1: Entwicklung der Toleranzbelegstellen hinsichtlich Anzahl aufgestellter Drohnenvölker und angelieferter Königinnen. Nicht aufgeführt sind die Einrichtungen Mönchgut auf Rügen (Betrieb erst seit 2012) und Mali Drvenik (Kroatien).*

Belegstelle	Toleranz- belegst. seit	Anzahl Drohnenvölker				Anzahl Königinnen		
		2009	2010	2011	2012	2009	2010	2011
Erbeskopf	2010	6	10	20	30	290	521	474
Gehlberg	2005	38	29	13	50	1279	1135	1578
Haßberge	2007	24	17	40	45	516	1150	640
Hoher Randen	2011	10	10	12	18	ca. 250		
Hundeluft	2009	50	50	50	50	250	200	236
Jasnitz	2007	50	50	45	50	ca. 600		
Norderney	2005	30	30	35	40	1783	2019	1670
St. Johann	2011	7	7	30	32	350	400	800

Im zweiten Projektjahr (2010) wurden an den Toleranzbelegstellen Gehlberg und Hassberge Untersuchungen zur Paarungssicherheit von Landbelegstellen durchgeführt. Die hierbei durchgeführten Fang-Wiederfang-Versuche zeigten, dass die Anzahl der Drohnenvölker einen tendenziell positiven Einfluss auf die Drohnenzahl und damit die Drohnenichte an den Drohnensammelplätzen in der näheren Umgebung der Belegstellen hatte (siehe Tabelle 3.c.2).

Die genetische Untersuchung der Drohnen, die an den Drohnensammelplätzen der Belegstellen gefangen wurden, ergab eine deutliche Abnahme des Anteils fremder Drohnen mit zunehmender Anzahl an aufgestellten Drohnenvölkern (siehe Abbildung 3.c.2). Dabei fällt auf, dass das Entfernen von Anhänger 1 nach der 22. Kalenderwoche keinen Einfluss auf die genetische Zusammensetzung der Drohnenpopulation an den Sammelplätzen G1 und G2 in Gehlberg hatte, wohingegen an Sammelplatz G3 daraufhin fremde Drohnen gefangen wurden. Zudem wirkte sich das Entfernen des zweiten Anhängers nach der 25. Kalenderwoche vor allem auf Sammelplatz G2 aus, der in der Nähe des Stellplatzes von Anhänger 2 lag (siehe Abbildung 2.c.1). Dies zeigt, dass Drohnenvölker in erster Linie das Paarungsgeschehen in ihrem näheren Umfeld (ca. 2 km) beeinflussen.

*Tabelle 3.c.2: Anzahl der Drohnen an den Drohnensammelplätzen (DSP) der Belegstellen Gehlberg und Hassberge in Abhängigkeit von der Anzahl aufgestellter Drohnenvölker. Die Berechnung erfolgte anhand der Fangzahlen der jeweiligen Fang-Wiederfang-Untersuchungen. Da nicht alle Fangplätze zu allen Terminen beprobt werden konnten, sind zusätzlich zu den Gesamtzahlen (ges.) auch die Mittelwerte (MW) angegeben. (DV = Drohnenvölker)*

<u>Gehlberg</u>						
Drohnenvölker	Datum	DSP1	DSP2	DSP3	ges.	MW
29	03.07.10	36427	504	2424	39355	13118
53	27.06.10	---	62995	8971	71966	35983
77	08.06.10	29755	32836	28629	91220	30407

<u>Hassberge</u>						
Drohnenvölker	Datum	DSP1	DSP2	DSP3	ges.	MW
17	08.06.10	16553	---	---	16553	16553
41	24.06.10	22167	29709	---	51875	25938
65	02.07.10	23346	---	14740	38086	19043

Der Anteil fremder Nachkommen der Königinnen, die zur Verpaarung an den Belegstellen aufgestellt wurden, nahm ebenfalls mit steigender Völkerzahl ab (siehe Abbildung 3.c.3), wenn auch nicht in dem Maße, wie man es aufgrund der genetischen Zusammensetzungen der Drohnenpopulation im Belegstellenumfeld erwarten würde (siehe Tabelle 3.c.3). Besonders deutlich wird dies anhand der Ergebnisse für die Belegstelle Hassberge. Obwohl der Gesamtanteil fremder Drohnen in der 22. Kalenderwoche fast bei 90 % lag, stammten weniger als 60 % der Nachkommen der Königinnen von Fremddrohnen ab. Durch das Aufstellen zusätzlicher Drohnenvölker, konnte hier der Anteil fremder Drohnen in der 26. und 27. Kalenderwoche auf unter 10 % gesenkt werden, und dennoch lag der Anteil fremder Nachkommen bei knapp 30 - 40 %. Dies spricht für eine über den Bereich der hier untersuchten Drohnensammelplätze hinausgehende Flugaktivität der Königinnen.

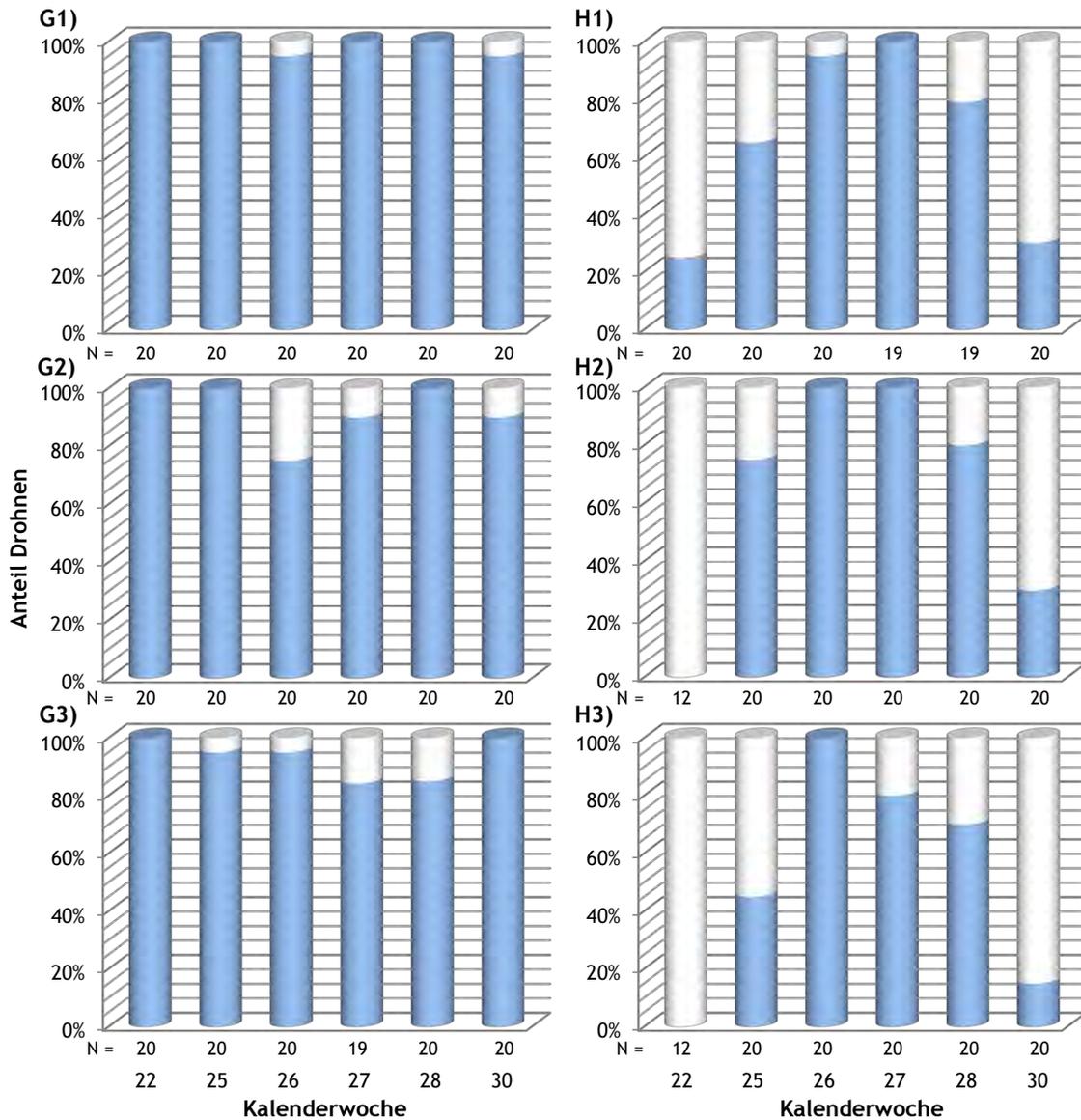


Abbildung 3.c.2: Genetische Zusammensetzung der Dronenpopulation an den Dronensammelplätzen im Umfeld der Belegstellen Gehlberg (G1, G2 und G3) und Hassberge (H1, H2 und H3). Dronen aus den Versuchsvölkern sind hellblau, fremde Dronen weiß dargestellt.

Tabelle 3.c.3: Anteil fremder Dronen und Nachkommen zu den einzelnen Versuchsphasen an den Belegstellen Gehlberg und Hassberge

Kalenderwoche	Gehlberg		Hassberge	
	Dronen	Nachkommen	Dronen	Nachkommen
22	0.0 %	1.00 %	89.58 %	58.79 %
25	1.67 %	8.50 %	38.33 %	30.65 %
26	11.67 %	21.56 %	1.67 %	38.50 %
27	8.47 %	26.11 %	6.78 %	30.77 %
28	5.00 %	22.69 %	23.73 %	55.62 %
30	5.00 %	11.24 %	75.00 %	62.63 %

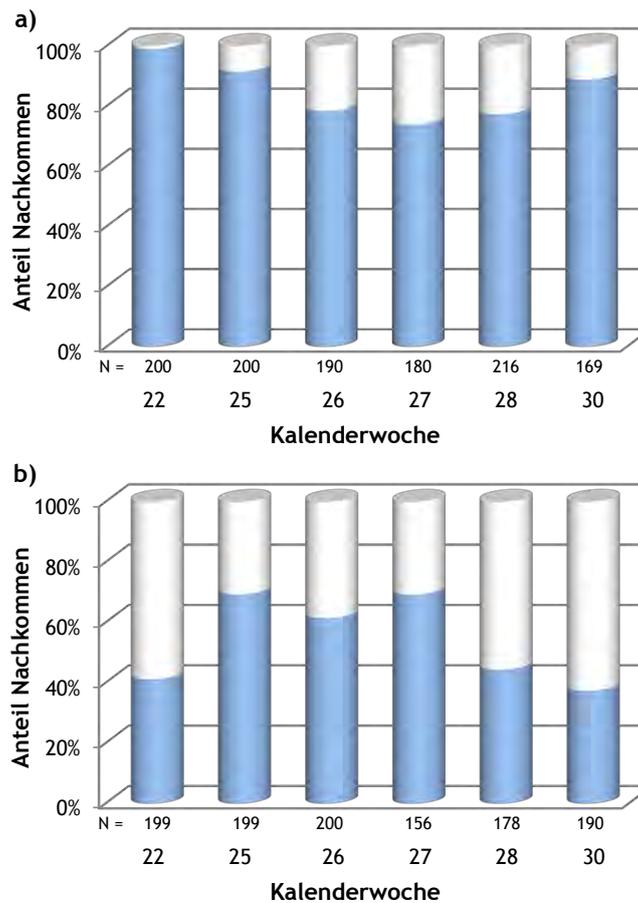


Abbildung 3.c.3: Genetische Zusammensetzung der Arbeiternachkommen der Königinnen, die an den Belegstellen a) Gehlberg und b) Hassberge zur Verpaarung aufgestellt wurden. Nachkommen der Drohnen aus den Versuchsvölkern sind hellblau dargestellt. Nachkommen fremder Drohnen sind weiß dargestellt.

Hinsichtlich des Fremddrohnenanteils zeigte sich generell ein deutlicher Unterschied zwischen den beiden Belegstellen. Gerade in den Phasen, in denen keine zusätzlichen Drohnenvölker an den Belegstellen standen, war der Anteil fremder Drohnen an den Sammelpätzen und in der Nachkommenschaft der Königinnen im Fall von Gehlberg deutlich geringer im Vergleich zu den Hassbergen. Dies macht klar, welchen negativen Einfluss private Völker im näheren Umfeld einer Belegstelle auf deren Paarungssicherheit haben, wenn diese nicht regelmäßig auf das genetische Material der Belegstelle umgewandelt werden.

Basierend auf den Ergebnissen der Untersuchungen von 2010 wurde im Folgejahr ein weiterer Versuch an den Belegstellen Gehlberg und Oberhof durchgeführt, um den Einfluss der Drohnenvölkerzahl auf die Dauer der Paarungsflüge der Königinnen, als Indiz für die dabei zurückgelegten Distanzen zu untersuchen. Die meisten Paarungsflüge dauerten zwischen 10 - 20 Minuten, was Flugdistanzen von ca. 2 - km erwarten lässt. Wie in Abbildung 3.c.4 zu sehen ist, waren die Flüge der Königinnen tendenziell kürzer, wenn zusätzliche Drohnenvölker an die Belegstelle Gehlberg gebracht wurden. Dies spricht dafür, dass die Königinnen bei einer hohen Drohndichte eher kürzere Strecken auf ihren Paarungsflügen zurücklegten und so der unerwünschte Einfluss belegstellenferner Drohnen verringert wird.

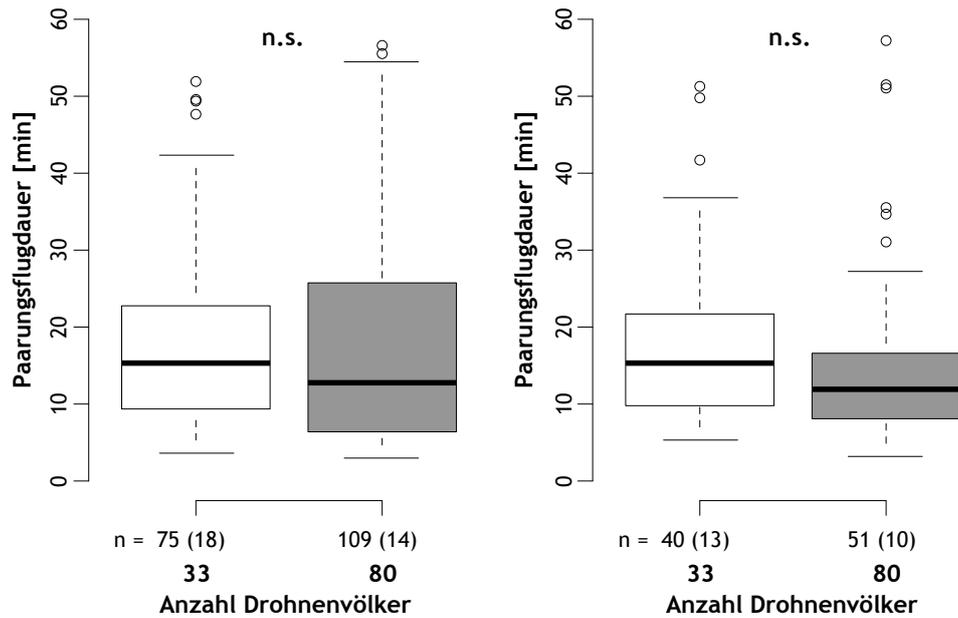


Abbildung 3.c.4: Mittlere Dauer der Paarungsflüge der Königinnen an den Belegstellen Oberhof (links) und Gehlberg (rechts) in Abhängigkeit zur Drohnenvölkerzahl. In Klammern angegeben ist die Anzahl der Königinnen, von denen die Dauer ihrer Paarungsflüge bestimmt wurde.

Zudem deutete sich für die Königinnen an der Belegstelle Gehlberg ein Trend hin zu kürzeren Paarungsflügen im fortschreitenden Versuchsverlauf an (siehe Abbildung 3.c.5 und Tabelle 3.c.4).

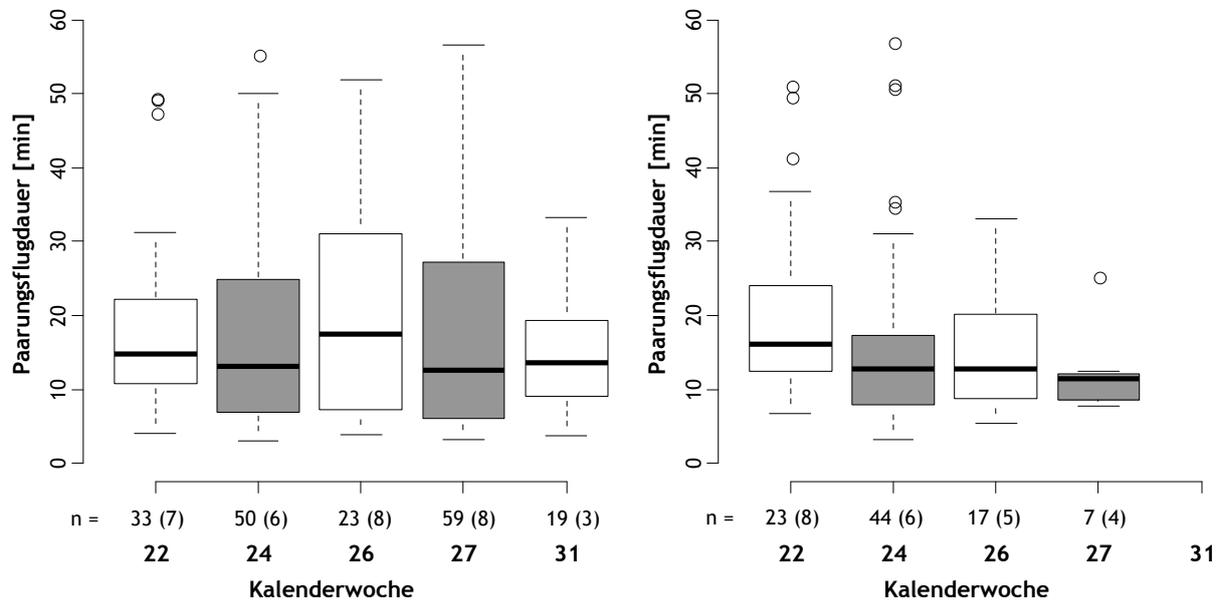


Abbildung 3.c.5: Mittlere Dauer der Paarungsflüge der Königinnen an den Belegstellen Oberhof (links) und Gehlberg (rechts). In der 31. Kalenderwoche konnten in Gehlberg keine Daten aufgezeichnet werden. In grau dargestellt sind die Zeiträume, in denen zusätzliche Drohnenvölkern nach Gehlberg gebracht wurden. Die übrigen Zeiträume sind weiß. In Klammern angegeben ist die Anzahl der Königinnen, von denen die Paarungsflugdauer bestimmt wurde.

Die statistische Auswertung ergab keinen signifikanten Effekt der Anzahl an Drohnenvölkern auf die Paarungsflugdauer der Königinnen (siehe Tabelle 3.c.4). Deutlicher ausgeprägt ist der Einfluss der Faktoren Temperatur und Untersuchungszeitpunkt. Die Lufttemperatur hatte einen positiven Effekt auf die Flugdauer der Königinnen an beiden Belegstellen. Zudem verkürzten sich die Flüge der Königinnen in Gehlberg im fortschreitenden Versuchsverlauf.

*Tabelle 3.c.4: Effekt von Drohnenvölkerzahl, Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Untersuchungszeitpunkt auf die Dauer der Paarungsflüge der Königinnen an den Belegstellen*

<u>Gehlberg</u>				
Faktor	Schätzer (b)	Standardfehler	F-Wert	p-Wert
Anzahl Drohnenvölker	0.090	0.091	0.994	0.114
Temperatur	1.658	0.837	3.928	0.054
Luftfeuchtigkeit	0.204	0.186	1.205	0.278
Kalenderwoche	-2.941	1.355	4.712	0.051
<u>Hassberge</u>				
Faktor	Schätzer (b)	Standardfehler	F-Wert	p-Wert
Anzahl Drohnenvölker	0.025	0.051	0.236	0.633
Temperatur	0.995	0.526	3.575	0.061
Luftfeuchtigkeit	0.129	0.124	1.091	0.299
Kalenderwoche	-0.339	0.511	0.442	0.514

Abbildung 3.c.6 zeigt die genetische Zusammensetzung der Drohnenpopulation im Umfeld der beiden Belegstellen. Wie zu erwarten, wurde Drohnensammelplatz 3, der in der Nähe der Belegstelle Oberhof gelegen ist, zu allen Fangterminen von den Drohnen aus den Belegstellenvölkern von Oberhof dominiert. An den Fangplätzen 1 und 2 war der Anteil der Drohnen aus Oberhof weit geringer.

In der 24. und 27. Kalenderwoche wurden jeweils zusätzliche Völker direkt an die Belegstelle Gehlberg gebracht, was sich entsprechend in der veränderten Zusammensetzung der Drohnenpopulation an den Sammelplätzen 1 und 2 widerspiegelt. In diesen Phasen wurde Sammelplatz 1 von den Drohnen aus den zusätzlichen Völkern dominiert. Aber auch an Sammelplatz 2 nahm der Anteil dieser Drohnengruppe deutlich zu. Auffälligerweise konnten an Sammelplatz 3 bei Oberhof immer nur dann Drohnen aus den Völkern von Gehlberg gefangen werden, wenn die zusätzlichen Völker auf den beiden Hängern an der Belegstelle Gehlberg standen. Dies deutet auf einen Verdrängungseffekt hin, den die zusätzlich an die Belegstelle gebrachten Drohnen auf die bereits an den Sammelplätzen bestehende Drohnenpopulation ausübten, so dass ein Teil dieser Drohnen auf andere Plätze auswich.

Die genetische Zusammensetzung der Arbeiternachkommen der Königinnen (siehe Abbildung 3.c.7), die an den beiden Belegstellen zur Verpaarung aufgestellt wurden, ist der genetischen Zusammensetzung der Drohnenpopulation an den beiden Drohnensammelplätzen 1 und 3, die jeweils in direkter Nähe zu den Königinnen lagen (siehe

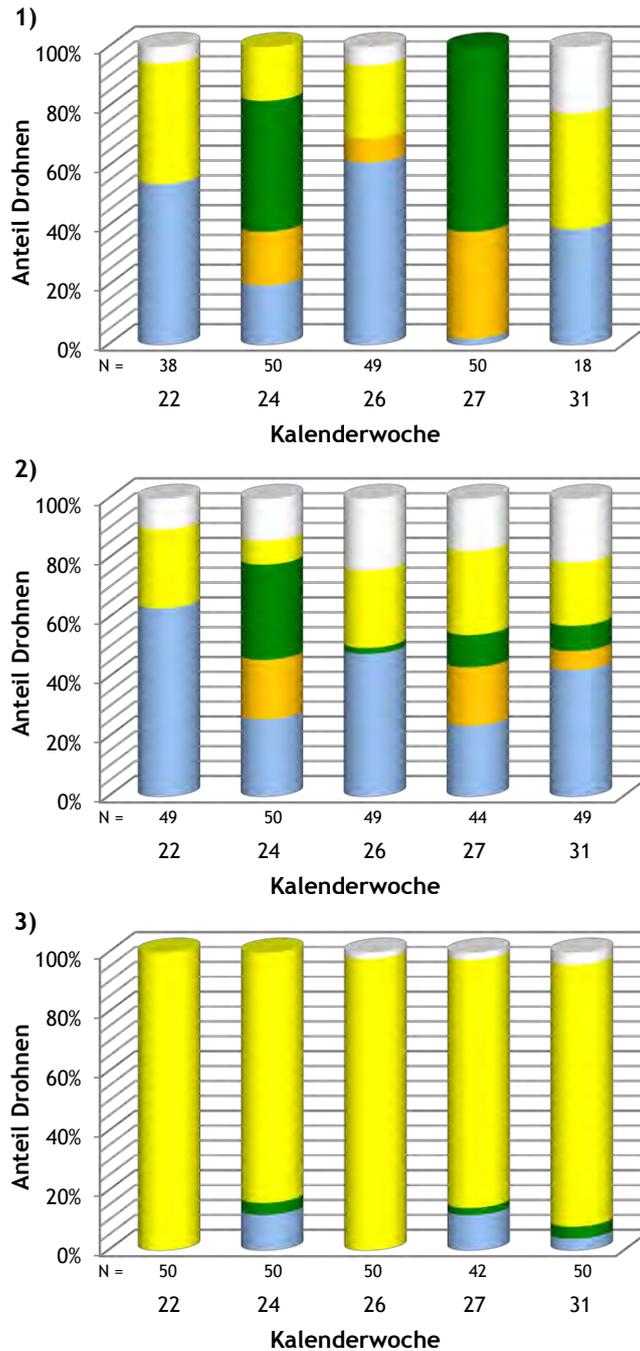


Abbildung 3.c.6: Genetische Zusammensetzung der Drohnenpopulation 2011 an den Drohnensammelplätzen 1), 2) und 3) im Umfeld der Belegstellen Gehlberg und Oberhof. Drohnen aus den Völkern der Belegstelle Gehlberg sind hellblau, die der Belegstelle Oberhof gelb dargestellt. Die grüne Gruppe sind Drohnen aus den zusätzlichen Drohnenvölkern, die zeitweilig (24. und 27. Kalenderwoche) auf zwei Anhängern direkt an die Belegstelle Gehlberg gebracht wurden. Die orange markierten stammen aus den Gehlberg- oder Anhängervölkern, sind aber nicht eindeutig zuzuordnen. Fremde Drohnen sind weiß dargestellt.

Abbildung 3.c.6), sehr ähnlich. Wie bereits bei den Untersuchungen im Jahr 2010, deutet sich allerdings auch hier an, dass sich die Flugaktivität einiger Königinnen über den Bereich der Sammelplätze hinaus erstreckt haben muss. So stammten zum Beispiel 12 % der Nachkommen der Königinnen, die in der 26. Kalenderwoche an der Belegstelle Oberhof aufgestellt wurden, von Drohnen aus den Völkern von Gehlberg ab, obgleich in dieser

Versuchsphase an Sammelplatz 3 direkt bei Oberhof keine Drohnen aus Gehlberg gefangen werden konnten.

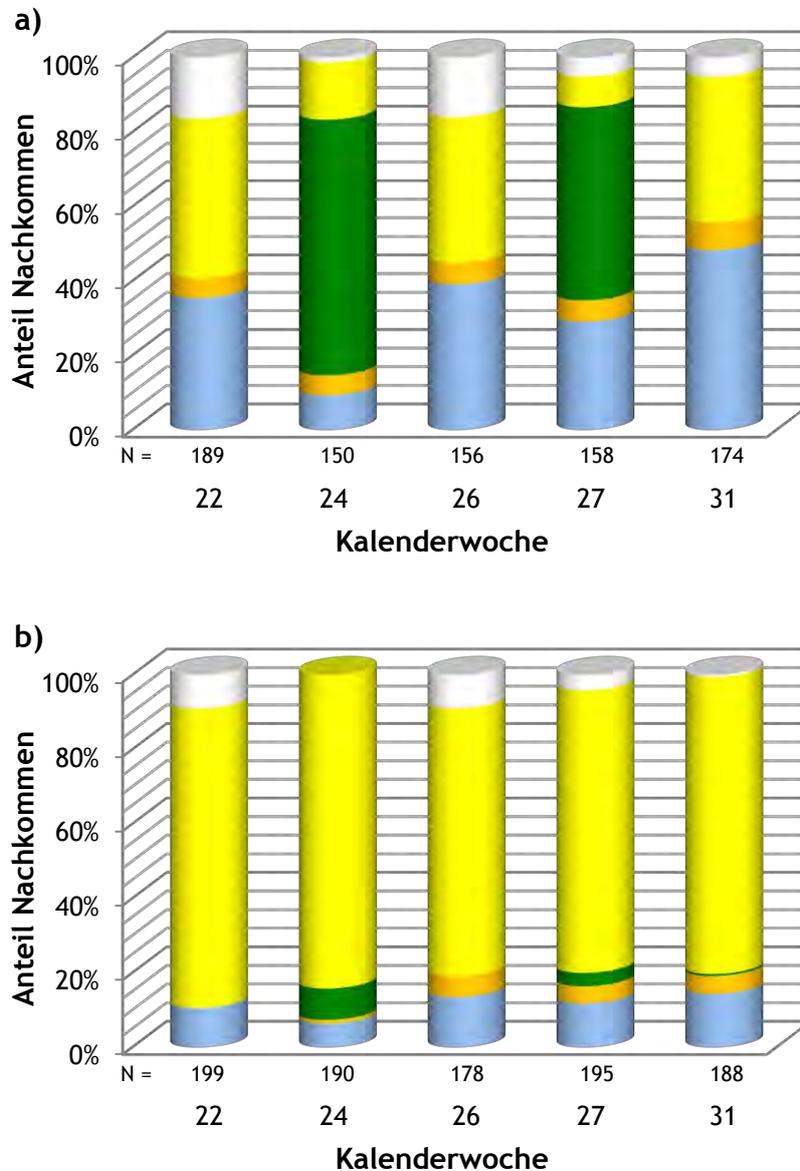


Abbildung 3.c.7: Genetische Zusammensetzung der Arbeiternachkommen der Königinnen, die an den Belegstellen a) Gehlberg und b) Oberhof zur Verpaarung aufgestellt wurden. Nachkommen der Drohnen aus den Völkern der Belegstelle Gehlberg sind hellblau, die der Drohnen der Belegstelle Oberhof gelb dargestellt. Die grüne Gruppe sind Nachkommen von Drohnen aus den zusätzlichen Drohnenvölkern, die zeitweilig (24. und 27. Kalenderwoche) auf zwei Anhängern direkt an die Belegstelle Gehlberg gebracht wurden. Die orange markierten stammen von Drohnen aus den Gehlberg- oder Anhängervölkern ab, sind aber nicht eindeutig zuzuordnen. Nachkommen fremder Drohnen sind weiß dargestellt.

In ihrer Zusammenfassung zeigen die Ergebnisse, dass auf Landbelegstellen hohe Paarungssicherheiten (> 80 % ausgewählte Drohnen) erzielt werden können, sofern gewisse

Voraussetzungen gegeben sind. Hierzu zählt vor allem die Größe des Schutzgebietes und die Zahl, Qualität und Verteilung der Drohnenvölker im Belegstellenbereich. Bei einem Schutzradius von 7 km oder mehr, wie im Falle der Belegstellen Gehlberg und Oberhof, hat sich ein Besatz mit 30-50 im Umkreis von ca. 2 km um die Belegstelle verteilt aufgestellten Drohnenvölkern als ausreichend erwiesen. In Hassberge hingegen, wo sich bereits in ca. 3 km Distanz von der Belegstelle private, im Rahmen des Versuchs bewusst nicht umgeweiselte Völker befanden, lag der Fremddrohnenteil selbst bei 65 ausgewählten Drohnenvölkern nicht unter 30 %. Gleichwohl führen zusätzliche Drohnenvölker nicht nur zu einer relativen Verdünnung möglicher Fremddrohnen sondern üben offenbar einen Verdrängungseffekt aus. Deshalb ist auf Landbelegstellen generell eine möglichst hohe Zahl an Drohnenvölkern zu empfehlen.

Auch wenn die Versuche wichtige Hinweise auf eine Beeinflussung des Verhaltens von Königinnen durch die Verteilung der Drohnenpopulation und Witterungsfaktoren geben, bleiben in diesem Bereich viele offene Fragen. Es bedarf weiterführender Versuche und zusätzlicher methodischer Anstrengungen, um den Ablauf von Königinnen-Paarungsflügen genauer zu analysieren und entsprechend beeinflussen zu können.

## d) Teilprojekt „Stabilisierung des Varroosis Parasit-Wirtssystems durch naturnahe Breitenselektion“

### Diagnose, Gruppeneinteilung, Umweisung

Die Verteilung des mittels der Puderzuckerdiagnose ermittelten Arbeiterinnenbefalls im Sommer 2010 ist in Abbildung 3.d.1 beispielhaft dargestellt. Das Befallsmittel der 227 diagnostizierten Völker betrug  $2,2 \pm 2,3 \%$ , 50,0 % der Völker waren mit weniger als 1,3 Milbe pro 100 Bienen befallen. Einige Völker hatten dagegen einen sehr hohen Befall (max. 13,0 %). Diese linksschiefe Verteilung ist typisch in fast allen Befallsuntersuchungen. Um die Risiken für die unbehandelte Gruppe gering zu halten, wurden Völker mit einem Befall  $< 1,0 \%$  unbehandelt gelassen, diese niedrige Behandlungsschwelle erschien insbesondere auch auf Grund des mediterranen Klimas geboten (Schnittlinie a). Völker mit einem Befall  $> 2,3 \%$  (Schnittlinie b) wurden umgeweiselt.

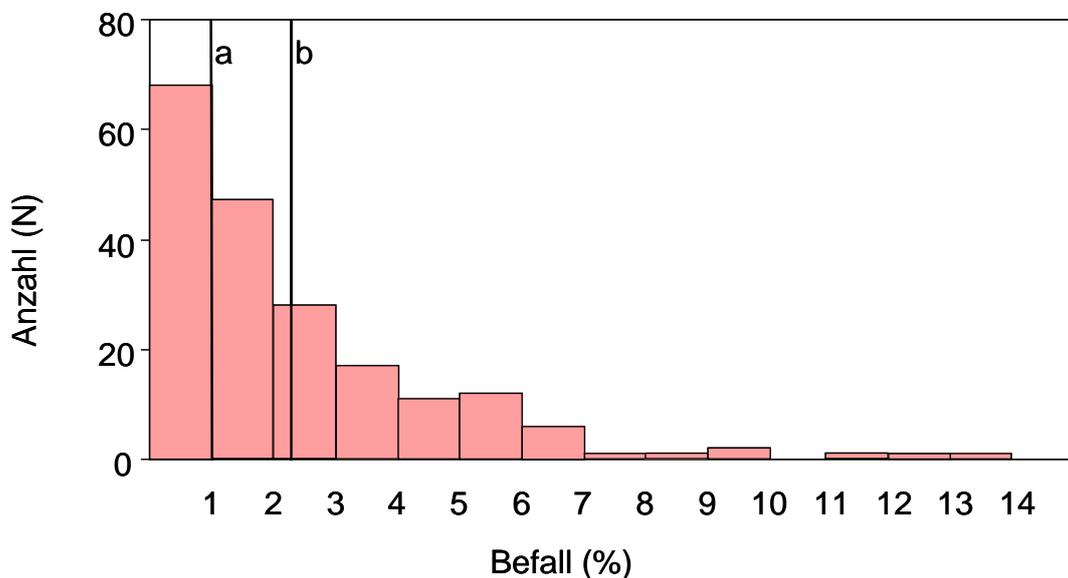


Abbildung 3.d.1: Histogramm des Befalls von Bienenproben (300 Arbeiterinnen) im Sommer 2010 nach der Diagnose durch Ausschütteln mit Puderzucker. Die Schnittlinien a und b geben die Teilungen in die Probengruppen an (unbehandelt:  $< 1,0 \%$ , behandelt:  $> 1,0 \%$   $< 2,3 \%$ , behandelt und umgeweiselt:  $> 2,3 \%$ ).

Die Befallsverteilungen und Gruppeneinteilungen (siehe Tabelle 3.d.1) waren in den folgenden Behandlungssommern im Prinzip ähnlich, bei einem insbesondere im dritten Jahr stark verringerten Anteil von Völkern in der mittleren Gruppe. Insbesondere wurde die Behandlungsschwelle ab  $1,00 \%$  Befall auch auf Grund der guten Erfahrungen in den Folgesommern beibehalten. Die Behandlungen erfolgten mit Varostop® (2010, 2011) bzw. CheckMite® (2012).

Tabelle 3.d.1: Einteilung der Völker in Behandlungsgruppen

Jahr	nicht behandelt	behandelt	behandelt + umgeweiselt
2010	48 (21,0 %)	117 (52,0 %)	62 (27,0 %)
2011	76 (26,0 %)	110 (37,0 %)	109 (37,0 %)
2012	178 (69,0 %)	25 (10,0 %)	56 (21,0 %)

Der Erfolg der Umweiselungen betrug nach den Aufzeichnungen der Imker > 85,0 % (2010) und > 83,0 % (2011). Da hierbei nicht alle Völker gelistet waren (26,0 % in 2010, 48,0 % in 2011), wurden für die restlichen die Verluste bis zur Herbstkontrolle zugrunde gelegt, die Angaben sind daher „worst-case“ - Schätzungen und das Umweiselungsrisiko ist eher niedriger.

### Zeitverlauf der Anzahl Völker, der Volksstärke und des Befalls

Die Anzahlen der Völker über die insgesamt 9 Erfassungstermine (Herbst 2009 bis Sommer 2012) betragen im Mittel 226 Völker, einen signifikanten Entwicklungstrend gab es nicht. Dem üblichen und entsprechend der mediterranen extensiven Bienenhaltung recht ausgeprägten Jahreszyklus entsprechend waren die Völkerzahlen im Sommer (nach Völkerteilungen und Schwarmfängen) am höchsten (max. 295 im Sommer 2011) und nahmen bis zum folgenden Frühjahr ab (min. 168 im Frühjahr 2011). Die Volksstärken folgten ebenfalls einer jahreszeitlichen Abhängigkeit, ohne einen versuchsbedingten Trend über die Versuchsdauer erkennen zu lassen (siehe Abbildung 3.d.2).

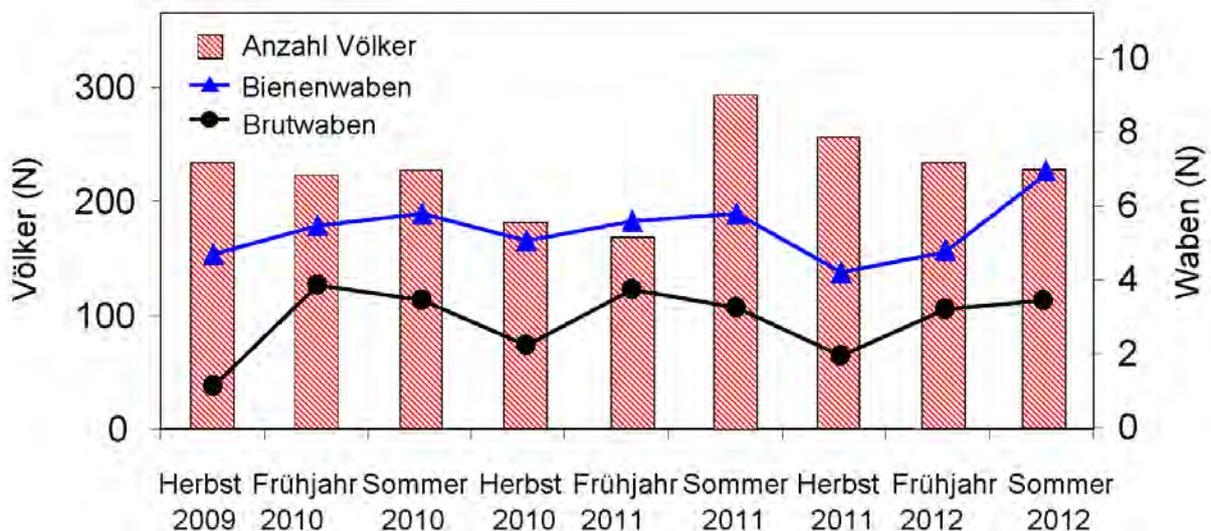


Abbildung 3.d.2: Anzahl der Völker, mittlere Anzahl besetzter Bienenwaben und Brutwaben über die Projektdauer

Die Völkerverluste vom Sommer 2010 und 2011 bis zum jeweils folgenden Sommer betragen 29,7 % bzw. 30,5 %. Diese an sich recht hohen Werte sind weitgehend auf die Haltung von nach hiesigen Maßstäben sehr kleinen Völkern zurückzuführen (Mittel über alle Messungen 5,8 mit Bienen besetzte Waben). Die Untersuchungsgruppen unterschieden sich trotz der unterschiedlichen Behandlungen (oder wegen der unterschiedlichen Behandlungen) nicht

klar. In der ersten Untersuchungssaison (Sommer 2010 bis Frühjahr 2011) überlebte die mittleren Gruppe signifikant schlechter als die der beiden anderen Gruppen, die sich nicht unterschieden ( $p < 0.005$ ,  $\chi^2$  Test). In der Folgesaison gab es keine signifikanten Unterschiede und die Verluste der mittleren nur behandelten Gruppe waren eher niedriger als in den beiden anderen Gruppen. Die Verluste der unbehandelten waren in der ersten Saison tendenziell am geringsten, in der zweiten gleich mit den anderen Gruppen, es gab daher keine Anhaltspunkte dass die Nichtbehandlung der niedrig befallenen Völker zu erhöhten Verlusten in dieser Gruppe geführt hätte.

*Tabelle 3.d.2: Völkerverluste von der Sommerbehandlung bis zum folgenden Frühjahr*

Zeitraum	insgesamt	nicht behandelt	behandelt	behandelt + umgeweiselt
Sommer 2010 N=227	66 (29,1 %)	8 (16,7 %)	49 (38,5 %)	13 (20,1 %)
Sommer 2011 N=295	90 (30,5 %)	18 (30,0 %)	40 (31,8 %)	32 (29,4 %)

Die Verluste an Bienenvölkern wurden vom Frühling bis zum nächsten Sommer durch Ablegerbildung und durch einige Schwärme ausgeglichen oder es wurde sogar ein Zuwachs an Völkern erzielt, sodass von einer beträchtlichen jährlichen Völkererneuerungsrate ausgegangen werden kann.

Der Befallsverlauf über die Projektdauer anhand der Bienenproben ist in Abbildung 3.d.3 dargestellt. Nach der anfänglichen Behandlung aller Völker im Herbst 2009 mit Bayvarol® wurden im Frühjahr 2010 in den Proben von 148 Völkern keine Milben gefunden (Auswaschung mit Spülmittel). Bis August 2011 hatte der mittlere Befall ein Niveau von  $2,2 \pm 2,3$  % erreicht (hier und danach Ausschütteln mit Puderzucker). Aufgrund der Sommerbehandlung von 79,0 % der Völker sank der mittlere Befall bis zum Herbst auf  $0,8 \pm 1,6$  %. Von dort stieg er bis zum Frühjahr 2011 auf  $1,0 \pm 1,4$  % und bis zum Sommer 2011 auf  $4,5 \pm 8,2$  % an. Im Sommer 2011 wurden 74,0 % der Völker behandelt und der mittlere Befall sank auf  $2,4 \pm 5,3$  % im Herbst. Dieser im Mittel als riskant hoch angesehene Wert wurde durch die Behandlung weiterer 16 hoch befallener Völker ( $> 6,0$  %) aus der Gruppe der unbehandelten Völker auf  $0,7 \pm 1,3$  % gesenkt, er entsprach dann dem mittleren Befall des vorigen Herbstes 2010. Von hier fiel der mittlere Befall auf  $0,3 \pm 0,5$  % im nächsten Frühjahr 2012 und stieg dann nur leicht auf  $0,9 \pm 1,8$  % im Sommer 2012 an, in dem dann aufgrund des niedrigen Befalls nur noch 31,0 % der Völker behandelt wurden. Der Befallsverlauf war damit in den beiden Versuchsabschnitten sehr unterschiedlich. Während der Befall von Herbst 2010 bis Sommer 2011 um den Faktor 6,0 anstieg, betrug dieser Anstiegsfaktor von Herbst 2011 bis Sommer 2012 nur 1,2. Dies war wesentlich auf die Abnahme des Befalls von Herbst bis Frühjahr zurückzuführen, die Befallsanstiege von Frühjahr bis Sommer waren in beiden Abschnitten ähnlich (4,8 bzw. 3,3).

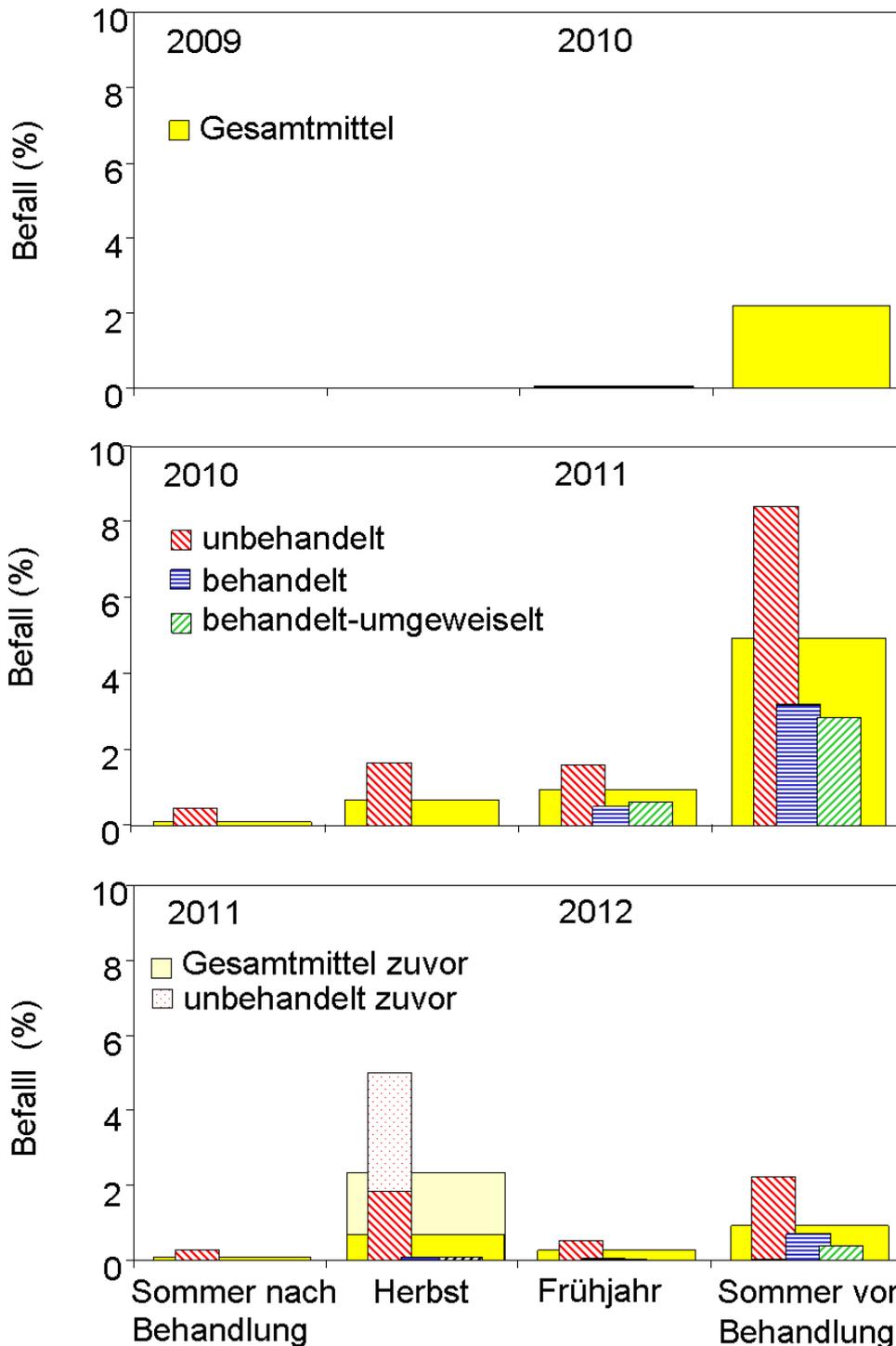


Abbildung 3.d.3: Verlauf des Bienenbefalls (% Varroa/100 Arbeiterinnen) aus der Diagnose durch Auswaschung (Frühjahr 2010) oder Ausschütteln mit Puderzucker (alle anderen Werte), hier als Gesamtmittel und für die drei Behandlungsgruppen (unbehandelt, behandelt, behandelt und umgeweiselt). Im Herbst 2011 wurden 16 Völker der im Sommer unbehandelten Gruppe auf Grund hohen Befalls nachbehandelt.

Der Befallsverlauf unterschied sich zwischen den in den jeweiligen Sommerbehandlungen gebildeten Gruppen. Insbesondere war er in der unbehandelten Gruppe deutlich höher als in den behandelten oder behandelt und umgeweiselten Gruppen. In der unbehandelten Gruppe erreichte der mittlere Befall im Herbst 2010  $1,7 \pm 2,2$  %, im folgenden Frühjahr  $1,6 \pm 1,5$  % und stieg bis zum folgenden Sommer auf  $8,5 \pm 8,9$  % an. Trotz des bei einzelnen Völkern sehr hohen Befalls waren bis dahin noch keine auffälligen Volkszusammenbrüche registriert worden. Einzelne der unbehandelte Völker behielten bis zum folgenden Sommer einen niedrigen oder moderaten Befall ( $4 < 1,0$  %,  $10 < 2,0$  %,  $14 < 3,0$  %,  $20 < 5,0$  %, von 40 durchgehend registrierten Völkern). Nach einer neuen Gruppenbildung im Sommer 2011 betrug der Befall der unbehandelten Gruppe im Herbst  $5,0 \pm 6,9$  %. Dieser recht hohe Wert beruhte auf einer geringen Anzahl sehr hoch befallener Völker. Nach einer Nachbehandlung von 16 Völkern dieser Gruppe sank der mittlere Befall der unbehandelten Völker auf  $1,8 \pm 1,6$  %, betrug im folgenden Frühjahr 2012  $0,7 \pm 0,6$  % und stieg dann bis zum Sommer 2012 auf  $2,2 \pm 2,9$  % an. Wieder hatten einzelne der im Sommer 2011 unbehandelten Völker auch im Sommer 2012 geringe Befallswerte ( $11 = 0,0$  %,  $21 < 1,0$  %, von 42 Völkern).

Es war damit möglich, auch unter mediterranen Verhältnissen Völker mit geringem Sommerbefall ( $< 1,0$  %) bis zum nächsten Sommer ohne auffällige Verluste unbehandelt zu lassen. Allerdings war eine zusätzliche Befallskontrolle und eventuelle Nachbehandlung einiger Völker im Herbst notwendig. In den behandelten Gruppen war der Befall in Herbst und Frühjahr sehr niedrig (Herbst:  $0,0$  % in 2010 und  $0,1$  % in 2011, Frühjahr  $< 1,0$  % in 2011 und  $< 0,1$  % in 2012). Bis zum Sommer stieg der Befall auch in den unbehandelten Gruppen an ( $4,0$  % in 2011 und  $0,6$  % in 2012).

In dem verhältnismäßig kurzen Projektzeitraum konnte eine deutliche Veränderung der Varroatoleranz nicht Projektziel sein. In der zweiten Versuchsperiode waren die Milbenpopulation und damit auch die Anzahl von zu behandelnden Völkern deutlich geringer. Dies ist kompatibel mit einer wie auch immer zustande gekommenen erhöhten Toleranz, kann aber auch viele andere Ursachen haben wie eine generelle Verringerung der Milbenpopulation durch erfolgreiche Behandlungen und eine verringerte Reinvasion durch verbesserte Mitbehandlung von Völkern in der Umgebung. Auffällig ist aber, dass die geringeren Milbenzahlen insbesondere durch Befallsminderung über den Winter zustande kamen. Ein weiterer auffälliger Unterschied bestand in dem Vergleich des Befalls der behandelten und der behandelt und umgeweiselten Völker. Dieser lag im Sommer 2011 bei den umgeweiselten etwas niedriger als bei den behandelten ( $3,0 \pm 4,3$  %,  $N = 49$  und  $4,0 \pm 5,6$  %  $N = 72$ ). Der Unterschied war allerdings statistisch nicht signifikant. Im Sommer 2012 war dieser Unterschied noch deutlicher ( $0,3 \pm 0,6$  %  $N = 77$  und  $0,6 \pm 1,2$  %  $N = 86$ ) und statistisch signifikant  $p = 0,036$ , t-Test. Dies ist kompatibel mit verbesserten genetischen Eigenschaften der Königinnennachzuchten, allerdings gibt es auch hier andere mögliche Erklärungen (Brutpause durch Umweiselung, Änderungen der Volksparemeter durch junge Königinnen). Wiewohl ermutigend lässt sich ein klares Bild erst über längere Zeit gewinnen, ein kritischer Test muss dann unselektierte Vergleichsköniginnen heranziehen.

## **4) Schlussfolgerungen (hinsichtlich der Übertragbarkeit in die Praxis)**

### **a) Vitalitätsauslese von Prüfvölkern**

Die Versuche und Erhebungen zum Vitalitätstest und die dabei gewonnenen Ergebnisse

- führten zu einer erheblichen Vereinfachungen des Arbeitsablauf, der zwischenzeitlich in einer entsprechend modifizierten Arbeitsanleitung im Methodenhandbuch der AGT dargelegt ist;
- verbesserten die Akzeptanz und Beteiligung privater Zuchtbetriebe;
- zeigen die wesentliche Bedeutung einer möglichst langfristigen Beobachtung der Varroa-Befallsentwicklung bis zum Erreichen kritischer Schadschwellen zur Identifikation widerstandsfähiger Zuchtvölker auf;
- bestätigen die signifikante Relevanz des gut etablierten Nadeltests als Auswahlkriterium für die Auslese vitaler Bienenvölker;
- drängen zu einer Verbesserung der routinemäßig im Rahmen der Leistungsprüfung beurteilten Varroa-Befallsentwicklung, insbesondere der Erfassung und Dateneingabe wiederholter Befallsmessungen (s.a. Abschnitt 3b);
- belegen generell die Praxistauglichkeit eines schadschwellenorientierten Bekämpfungskonzepts.

Daraus ergeben sich folgende Handlungsempfehlungen:

- private Zuchtbetriebe sollten weiterhin zur Durchführung des Vitalitätstest ermutigt und unterstützt werden. Dabei kommt neben der Fachberatung durch die Bieneninstitute der Kooperation innerhalb der Zuchtverbände (AGT und ggf. weitere) besondere Bedeutung zu.
- Anstelle einer einmaligen Befallskontrolle Anfang Juli sollten im Rahmen der Leistungsprüfung generell 2-3 Kontrollen im Abstand mehrerer Wochen erfolgen und in die Zuchtwertschätzung einbezogen werden. Entsprechende Empfehlungen wurden zwischenzeitlich in das Methodenhandbuch der AGT aufgenommen. Die Anwendung in der Praxis bedarf weiterer Beratungsaktivitäten und die Berücksichtigung in der Zuchtwertschätzung setzt Anpassungen der Datenverarbeitung voraus. Hilfreich wären zudem weitere technische Vereinfachungen der Befallsermittlung.

### **b) Datenauswertung, Zuchtwertschätzung und Zuchtplanung**

Eine nachhaltige Verbesserung der Varroatoleranz ist auf eine systematische Datenerhebung und zentrale -auswertung angewiesen. Dabei ist die Ermittlung genetischer Parameter eine wesentliche Grundlage der Zuchtwertschätzung, der wiederum entscheidende Bedeutung für die Selektion gesunder und leistungsfähiger Nachkommen zukommt. Im Rahmen des Projektes wurden hierzu folgende Ergebnisse und Fortschritte erzielt:

- Anhand von Daten aus der Vitalitätsauslese unbehandelter Prüfvölker wurde die Schätzung des Varroaindex auf der Grundlage routinemäßig erhobener Prüfdaten

optimiert und die Möglichkeit zur Erfassung wiederholter Befallsmessungen geschaffen.

- Es wurde ein Gesamtzuchtwert etabliert, in den neben vier weiteren Selektionskriterien zwei varroaspezifische Prüfmerkmale eingehen. Aufgrund einer entsprechenden Gewichtung und der Berücksichtigung aller genetischen Korrelationen führt dies zu einer deutlich größeren Gewichtung des Merkmals „Varroatoleranz“ bei der Auswahl von Elterntieren und wird so den Selektionserfolg in dieser Hinsicht nachhaltig positiv beeinflussen.
- Mit dem Merkmal „Kalkbrutbefall“ kann erstmals ein qualitativ erfasstes Krankheitsbild in die Zuchtwertschätzung einbezogen werden, wodurch die Aufmerksamkeit der Züchter für Krankheitsmerkmale generell erhöht und die Selektion krankheitsresistenter Bienen verbessert wird.
- Umfangreiche Erweiterungen der Webseite „<http://www.beebreed.eu>“ und die Einrichtung diverser Zuchtplanungsmodule ermöglichen eine effektivere Auslese bei geringerer Inzucht, dem Erhalt der genetischen Vielfalt und einer nachhaltigen Verbesserung der Gesamtpopulation.
- Es wurde eine Simulationssoftware erstellt, mit deren Hilfe zukünftig fundierte Empfehlungen zur weiteren Optimierung der Populationsstruktur gegeben werden können.

### **c) Optimierung des Belegstellenbetriebs zur Verbreitung guten Zuchtmaterials**

Toleranzbelegstellen fördern die natürliche Auslese der Drohnenpopulation auf Vitalität und Varroatoleranz und ermöglichen, Zuchtfortschritte schnell und effizient an die breite Imkerschaft weiterzugeben. Die Projektaktivitäten haben in diesem Zusammenhang wesentliche Fortschritte bewirkt:

- Die Zahl und die Beschickung der Toleranzbelegstellen hat erheblich und stetig zugenommen. Das Konzept wird von Imkerschaft sehr gut akzeptiert und die zumeist über den Vitalitätstest ausgewählten Drohnenherkünfte sind sehr gefragt.
- Die Untersuchungen zur Paarungssicherheit belegen, dass unter entsprechenden Voraussetzungen auch auf Landbelegstellen hohe Paarungssicherheiten (> 80 % ausgewählter Drohnen) erzielt werden können. Dies rechtfertigt bei entsprechenden Beschickungszahlen den hohen Aufwand einer ordnungsgemäßen Belegstellenführung.
- Die Größe des Schutzradius ist für die Paarungssicherheit von ausschlaggebender Bedeutung. Für Toleranzbelegstellen mit 30-50 Drohnenvölkern erscheint ein Schutzradius von ca. 7 Kilometern angemessen. Entsprechende rechtliche Absicherungen sind zu empfehlen und sollten in allen Bundesländern ermöglicht werden.
- Mit der Zahl und Verteilung der Drohnenvölker kann die Drohnenpopulation im Schutzbereich der Belegstelle unmittelbar beeinflusst werden. Aus den Versuchen wurden folgende Empfehlungen abgeleitet, die zwischenzeitlich in das Methodenhandbuch der AGT aufgenommen wurden: „ Damit trotz der Parasitierung

der Drohnenvölker gute Paarungsergebnisse zustande kommen, sollen auf Toleranzbelegstellen mindestens 30, bei Landbelegstellen mit möglichen Fremdeinflüssen besser 50-80 Drohnenvölker aufgestellt werden. Die Drohnenvölker sollen im näheren Umfeld (bis ca. 2 km) der Belegstelle, je nach Tracht- und Aufstellungsmöglichkeiten auf kleinere Stände verteilt werden.“

- Nach den Versuchsergebnissen ist das Paarungsverhalten von Königinnen komplexer als das der Drohnen und entsprechend schwieriger systematisch zu berücksichtigen. Hier bedarf es in jedem Fall weitergehender Untersuchungen, um die relevanten Einflussfaktoren besser zu verstehen und im praktischen Belegstellenbetrieb berücksichtigen zu können.

#### **d) Breitenselektion durch eine befallsdifferenzierte Behandlung von Bienenvölkern**

Aus den Projektaktivitäten auf der Insel Marmara in Verbindung mit den Erfahrungen regelmäßiger Befallskontrollen und einer schadschwellenorientierten Behandlung im Vitalitätstest hiesiger Zuchtbetriebe sind folgende Erkenntnisse festzuhalten:

- Die Befallsbestimmung kleiner Bienenproben nach der neuentwickelten Puderzuckermethode ermöglicht eine hinreichend zuverlässige, einfach und schnell direkt am Bienenstand vorzunehmende Beurteilung des Behandlungsbedarfs.
- Eine selektive Behandlung höher befallener Völker unter Beachtung standortangepasster Schadschwellen gewährleistet eine weitgehende Verhinderung varroabedingter Völkerverluste.
- Während sich auf Marmara eine Schadschwelle von 1 Milbe/10g Bienen im Sommer bewährt hat, können für Vitalitätstests in Deutschland zeitlich differenzierte Empfehlungen entsprechend der nachfolgenden Tabelle gegeben werden. Für die Übertragung in die allgemeine Imkerpraxis empfiehlt sich nach unseren Erfahrungen eine Halbierung dieser Grenzwerte, um das Verlustrisiko auch unter schlechter kontrollierten Verhältnissen gering zu halten.

*Tab. 4.d.1: Behandlungsempfehlung für Vitalitätstestvölker nach Befallsgrad (Milben je 10 g Bienen) für den Zeitraum von Anfang August (Kalenderwoche 32) bis Mitte Oktober (KW 41)*

Handlungsempfehlung	ca. 10.08. (KW 32)	ca. 31.08. (KW 35)	ca. 21.09. (KW 38)	ca. 12.10. (KW 41)
Volk (vorerst) nicht gefährdet	< 2	< 3	< 4	< 5
Volk kritisch beobachten	2 - 4	3 - 6	4 - 8	5 - 10
Behandeln oder Auflösen	> 4	> 6	> 8	> 10

- Das schadschwellenbasierte Behandlungskonzept hat sich trotz abgesenkten Bekämpfungsaufwand unter den einfachen imkerlichen Verhältnissen auf Marmara

hinsichtlich Völkerzahl, Volksstärke und der Gesamtbefallssituation als ein nachhaltig stabiles System erwiesen.

- Die auf Marmara praktizierte Umweiselung höher befallener Völker durch Weiselzellen oder Brutstücke aus gering befallenen Völkern zeigt einen einfachen und praktikablen Weg der Breitenselektion auf Varroatoleranz auf. Inwieweit die deutlich verminderte Milbenpopulation im zweiten Jahr bereits als Auswirkungen einer erfolgreichen Selektion gewertet werden kann, wird sich allerdings erst im Zuge einer mehrjährigen Weiterführung des Projektes beurteilen lassen.

Als unmittelbare Handlungsempfehlungen resultieren daraus:

- Imker müssen flächendeckend mit der Befallsdiagnose und einer differenzierten Bekämpfung vertraut gemacht werden, als wesentliche Grundlage zur Senkung von Völkerverlusten und Akarizideinsatz. Dies verlangt v.a. nach verstärkten Schulungs- und Beratungsaktivitäten der Verbände und Fachinstitutionen.
- Das Projekt auf Marmara sollte fortgeführt werden, um beispielhaft den nachhaltigen Selektionsfortschritt der selektiven Umweiselungsstrategie zu bemessen. Hierzu müssten allerdings die bisherigen Voraussetzungen verbessert werden, indem einmal die bislang projektfernen Imker einbezogen werden. Hier haben sich bislang die Kontakte stetig verbessert und die Skepsis gegenüber dem Versuch hat durch den offensichtlichen Erfolg deutlich nachgelassen. Weiter müsste die Isolation durch Regulierung von Bientransporten sichergestellt werden. Beides setzt eine positive Zusammenarbeit mit den Imkern voraus, für die in dieser Lernphase kurzfristige Anreize, etwa durch eine jährliche Völkerprämie, geschaffen werden müssten.
- Zur weiteren wissenschaftlichen Erprobung und Praxisdemonstration sollten in Deutschland und Europa mehrere Regionen geschaffen werden, in denen die Imker für eine integrierte, schadschwellenorientierte Bekämpfungsstrategie mit gezielter Umweiselung stärker befallener Völker gewonnen werden. Dabei kann die genetische Überlegenheit besonders vitaler Zuchtvölker effizient genutzt und einer nachhaltigen Breitenselektion unterworfen werden.

## 5) Übersicht über alle erfolgten und geplanten Veröffentlichungen und Veranstaltungen, bei denen das Vorhaben bzw. Ergebnisse daraus vorgestellt wurden

### *Veröffentlichungen*

- Beckedorf, S. (2011) Varroa adieu? Deutsches Bienen Journal 19(8), 356-358
- Berg, S. (2011) Wie weit ist die Zucht auf Varroatoleranz? Badische Bauernzeitung 49, 35
- Bienefeld, K. (2009) Zucht mitverantwortlich für Winterverluste? Deutsches Bienen Journal 17(9), 388-389
- Bienefeld, K. (2010) Does breeding in the honeybee result in higher winter losses? American Bee Journal 150(4), 385-387
- Bienefeld, K. (2010) Zuchtziel Varroatoleranz. Die Biene 146(9), 10
- Bienefeld, K. (2010) Ist die Anfälligkeit gegenüber Kalkbrut erblich? Schweizer Bienenzeitung 133(9), 20-22; Bienen aktuell 4(10), 34-37; Deutsches Bienen Journal 18(11), 488-490
- Bienefeld, K., Ehrhardt K. (2011) Milestone in Bee Breeding - A Total Breeding value simplifies the Selection Decision. The Scottish Beekeeper 88(3), 78-79
- Bienefeld, K. (2012) Using genetic evaluation to preserve genetic variability within Apis mellifera carnica. Proc. ApiSlovenia. 35th Beekeeping Days, 19-21
- Büchler, R. (2010) Komplette Brutentnahme. Deutsches Bienen Journal 18(7), 302-303
- Büchler, R. (2010) Auf der Suche nach der varrotoleranten Biene. ADIZ/db/IF 146(9), 7-9
- Büchler, R., Berg, S., Le Conte, Y. (2010) Breeding for resistance to Varroa destructor in Europe. Apidologie 41, 393-408
- Büchler, R. (2012) A German breeding program for increasing disease resistance and productivity of Carniolan bees. Abstract Apimondia Symposium on queen breeding, selection and honey bee health, 16.-18-11.2012 in Quebec, Kanada
- Büchler, R., Andonov, S., Bienefeld, K., Costa, C., Hatjina, F., Kezic, N., Kryger, P., Spivak, M., Uzunov, A., Wilde, J. (2012) Queen rearing and selection. In COLOSS BEEBOOK - standard methodologies in Apis mellifera research, edited by Dietemann, V., Ellis J.D. & Neumann, P., in preparation
- Cakmak, I., Cakmak, S.S., Fuchs, S., Yeninar, H. (2011) Comparison of Powdered sugar and detergent methods to determine Varroa infestation level in honey bee colonies. Uludag Bee Journal 11(2), 63-68
- Cakmak, I., Fuchs, S. (2012) Exploring a „good strategy“ approach in Varroosis treatment on Marmara/Turkey. Journal of Apicultural Research, in preparation
- Ehrhardt K. (2010) Heritabilities of and genetic correlations between two Varroa resistance traits both influenced by direct and maternal effects. Poster zur 57. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft der Institute für Bienenforschung in Herne, 23.-25.03.2010
- Ehrhardt, K. Büchler, R., Bienefeld, K. (2010) Genetic parameters of new traits to improve the tolerance of honeybees to Varroa mites. Reviewed Proc. 9th World Congress on

Genetics Applied to Livestock Production, ID 565, Leipzig 2010, ISBN 978-3-00-031608-1

- Ehrhardt, K., Bienefeld K. (2011) Meilenstein in der Bienenzucht - Ein Gesamtzuchtwert vereinfacht die Selektionsentscheidung. *Die Biene* 147(1), 14-15; *Bienenpflege* 1, 25-26; *Die Neue Bienenzucht* 38(2), 37-38
- Ehrhardt, K., Bienefeld K. (2011) Selektion nach einem Gesamtzuchtwert bei der Honigbiene. Poster auf der 53. Jahrestagung der AG der Bieneninstitute in Berlin, 29.-31.03.2011
- Fuchs, S., Cakmak, I., Grünewald, B. (2011) Exploring 'Good Strategy' for Varroosis treatment on Marmara. Abstracts of the Association of Institutes for Bee Research. *Apidologie* 42, 790
- Heidinger I. (2009) Neues BLE-Projekt zur Varroa-Toleranzzucht. *Die Biene* 145(12), 20; *Deutsches Bienen Journal* 17(12), XIX-XX; *Die neue Bienenzucht* 36(12), 405
- Heidinger, I. (2010) Erste Ergebnisse des Vitalitätstests 2009/10. *Die Biene* 146(3), 19; *Deutsches Bienen Journal* 18(3), XIV; *Die neue Bienenzucht* 37(3), 72
- Heidinger, I. (2010) Bienenvölker auf dem Prüfstand: Der Vitalitätstest als Bewährungsprobe unter Befallsdruck. *ADIZ/db/IF* 146(6), 7-8
- Heidinger, I. (2010) Neue Toleranzbelegstellen 2010. *Die Biene* 146(6), 19; *Deutsches Bienen Journal* 18(6), XXII; *Die neue Bienenzucht* 37(6), 197
- Heidinger, I. (2010) Vitalitätstest 2009/2010 erfolgreich abgeschlossen. *Die Biene* 146(7), 18; *Deutsches Bienen Journal* 18(7), XX; *Die neue Bienenzucht* 37(7), 227
- Heidinger, I. (2010) Survival of untreated honeybee colonies under high infestation with *Varroa destructor*. Poster auf der 4th European Conference of Apidology in Ankara, 07.-09.09.2010
- Heidinger, I. (2011) Reliability of inland mating stations. Poster auf der 53. Jahrestagung der AG der Bieneninstitute in Berlin, 29.-31.03.2011
- Heidinger, I. (2011) Vitalitätstest, wichtiges Werkzeug der Zucht. *ADIZ/db/IF* 147(7), 14
- Heidinger, I. (2011) AGT / Züchter sind gefragt: Vitalitätstest dient als wichtiges Werkzeug. *Bienenpflege* 7/8, 269
- Heidinger, I. (2011) Der Vitalitätstest als wichtiges Werkzeug für die Zuchtarbeit. *Deutsches Bienen Journal* 19(7), XVI; *Die neue Bienenzucht* 38(7), 243
- Heidinger, I. (2012) Vitalitätstest - Ergebnisse aus dem BLE Projekt, *die Biene* 163(9), 22
- Meixner; M., Costa, C., Kryger, P., Hatjina, F., Bouga, M., Ivanova, E., Büchler, R. (2010) Conserving diversity and vitality for honey bee breeding. *Journal of Apicultural Research* 49(1), 85-92
- Poker, V., Brunnemann-Stubbe, G., Büchler, R. (2011) Bienenprobe mit Puderzucker - Die neue bienenschonende Varroa-Befallsmessung. *ADIZ/db/IF* 162(8), 7-9
- Poker, V., Brunnemann-Stubbe, G., Büchler, R. (2011) Milben zählen mit Puderzucker, *Deutsches Bienen Journal* 19(8), 358

## **Vorträge**

- Berg S.; Vortrag auf der Züchtertagung des LV Bayerischer Imker, 07.03.2009
- Berg S.; Vortrag zur Züchterschulung in Schwarzenau, 28.04.2009
- Berg S.; Vortrag zur Züchterschulung in Acheleschweig, 04.05.2009
- Berg S.; Vortrag zur Züchterschulung in Kringel, 05.05.2009
- Berg S.; Vortrag zum Veitshöchheimer Imkertag, 28.06.2009
- Berg S.; Vortrag im Kreisimkerverein Regensburg über Varroatoleranzbelegstellen, 04.02.2011
- Berg S.; Vortrag zum Zuchtseminar in Veitshöchheim über die Zucht vitaler Honigbienen, 17.05.2011
- Berg S.; Vortrag im Bezirksverein Kleinostheim in Aschaffenburg über die Varroabekämpfung und die Zucht auf Widerstandsfähigkeit von Honigbienen, 08.07.2011
- Berg S.; Vortrag im Varroakurs in Landsberg über die Varroatoleranzzucht, 23.07.2011
- Berg S.; Vortrag im Imkerverein Gräfelfing über Aktuelles zur Bienengesundheit, 30.09.2011
- Berg, S.; Neues aus dem Fachzentrum Bienen. Vortrag zum Veitshöchheimer Imkerforum in Veitshöchheim, 04.02.2012
- Berg S.; Auslese und Verbreitung vitaler Bienen. Züchterttag des LV Bayerischer Imker, 03.03.2012
- Berg S.; Aktuelles zur Bienengesundheit. KIV Ostallgäu, 04.03.2012
- Berg S.; Züchten wir vitale Bienen? Vortrag auf dem Unterfränkischen Imkertag, 18.03.2012
- Bienefeld K.; Inheritance of Varroa resistance traits and their use in honeybee breeding. Annual Meeting of the Italian Beebreeder Organisation in Bologna (Italien), 17.02.2009
- Bienefeld K.; Genetic evaluation in the honey bee and its use in preserving indigenous races. 6th International Arabic Apicultural Conference in Abha (Saudi Arabien), 17.-19.03.2009
- Bienefeld K.; Aktuelles zur Zuchtwertschätzung bei der Honigbiene. Züchtertagung des Deutschen Imkerbundes in Neustadt an der Weinstraße, 28.03.2009
- Bienefeld K.; Zuchtwertschätzung und Zucht bei der Honigbiene. Tagung des Arbeitskreises der Bienenzuchberater/Fachberater für Bienenhaltung und -zucht in Hohen Neuendorf, 13.10.2009
- Bienefeld K.; Geplante Untersuchungen zur Genetik der Kalkbrutresistenz. Vortrag auf der Züchtertagung des Landesverbandes Brandenburger Imker e.V. in Hohen Neuendorf, 10.02.2010
- Bienefeld K.; Veränderungen bei der Zuchtwertschätzung der Honigbiene. Vortrag auf der Züchtertagung des Deutschen Imkerbundes in Güstrow, 19.03.2010
- Bienefeld K.; Erste Auswertungsergebnisse zur Entwicklung der Zuchtwertschätzung für Kalkbrutresistenz. Vortrag auf der Züchtertagung des Deutschen Imkerbundes in Güstrow, 19.03.2010
- Bienefeld K.; Genetic evaluation in the honeybee using a BLUP approach. Vortrag auf der Swedish Beekeeping Conference (Svensk Biavel AB) in Uppsala (Schweden), 24.04.2010

514-06.01-2808UM003

- Bienefeld K.; Zuchtprogramm Varroatoleranz im DIB. Vortrag zum 2. Deutsch - Polnisches imkerliches Begegnungstreffen in Hohen Neuendorf, 24.09.2010
- Bienefeld K.; Use of genetic evaluation in preserving indigenous races in the honeybee. Vortrag zur 1ST International Animal Health Science Conference - New Advantages and Challenges in the Beekeeping World in Bucharest (Rumänien), 05.10.2010
- Bienefeld, K. ; Genetic evaluation in the honeybee. Vortrag auf der Finnish Bee breeding Conference in Tampere (Finnland), 29.01.2011
- Bienefeld, K. ; Neue Möglichkeiten in der Bienenzucht: - Selektion nach einem Gesamtzuchtwert. Vortrag auf der Züchtertagung des Landesverbandes Brandenburger Imker e.V. in Hohen Neuendorf, 28.02.2011
- Bienefeld, K. ; Die neuen Zuchtwerte und der Gesamtzuchtwert. Vortrag auf der Züchtertagung 2011 des Deutschen Imkerbundes in Zwickau, 08.04.2011
- Bienefeld, K. ; Möglichkeiten der Genomischen Selektion bei der Honigbiene. Vortrag auf der Züchtertagung 2011 des Deutschen Imkerbundes in Zwickau, 09.04.2011
- Bienefeld, K. ; Neue Methoden der Krankheitsresistenzzüchtung bei der Honigbiene. Vortrag auf Tagung des Imkervereins Hohen Neuendorf in Hohen Neuendorf, 13.05.2011
- Bienefeld, K. ; Neue Methoden der Krankheitsresistenzzüchtung bei der Honigbiene. Vortrag zur Imkerweiterbildung auf der Gartenschau in Oschatz, 24.06.2011
- Bienefeld, K. ; Beebreed-Datenbank und Zuchtwertschätzung. Vortrag zur Festveranstaltung anlässlich des 100jährigen Bestehens der Belegstelle Gehlberg und des 10jährigen Bestehens der Arbeitsgemeinschaft Toleranzzucht in Gehlberg, 02.07.2011
- Bienefeld, K. ; Zuchtwertschätzung bei der Honigbiene und ihre Bedeutung für den Zuchterfolg. Vortrag auf der 18. Züchtertagung der Austrian Carnica Association (ACA) in Graz (Österreich), 09.07.2011
- Bienefeld, K.; Neue Möglichkeiten bei der Zucht auf Varroatoleranz. Vortrag zur Festveranstaltung anlässlich des 125jährigen Bestehens des Imkervereins Beetzendorf und Umgebung in Rohrberg, 08.10.2011
- Bienefeld, K.; Genetischer Fortschritt bei den Varroatoleranzmerkmalen. Vortrag auf der Öffentlichen Mitgliederversammlung der Arbeitsgemeinschaft Toleranzzucht (AGT) in Schechen, 13.11.2011
- Bienefeld, K. ; Die Gewichtung der Varroatoleranzmerkmale bei der Zuchtwertschätzung. Vortrag auf der Öffentlichen Mitgliederversammlung der Arbeitsgemeinschaft Toleranzzucht (AGT) in Schechen, 13.11.2011
- Bienefeld, K. ; New methods for breeding Varroa-resistant honeybees. Vortrag auf der 12 th INFOINVENT Exhibition of Inventions of Moldavia in Chisinau (Moldawien), 22.11.2011
- Bienefeld, K.; Aktueller Stand und Zukunftsperspektiven bei der Zucht der Honigbiene. Vortrag auf der Niedersächsischen Züchtertagung in Celle, 26.02.2012
- Bienefeld, K.; Using genetic evaluation to preserve genetic variability within Apis mellifera carnica. Vortrag in Celje (Slowenien), 16.03.2012
- Bienefeld, K.; Bedeutung der beiden Varroatoleranzmerkmale im Varroaindex. Vortrag auf der DIB-Züchtertagung in Bodenwerder, 23.03.2012
- Bienefeld, K.; Erbllichkeit und Zuchtwertschätzung der Kalkbrutanfälligkeit. Vortrag auf der DIB-Züchtertagung in Bodenwerder, 24.03.2012

514-06.01-2808UM003

- Bienefeld, K.; New approaches in honey bee breeding Palestine. Vortrag auf dem German B2B meeting in Ramallah (Palestina), 30.04.2012
- Bienefeld, K.; New approaches in honey bee breeding. Vortrag auf der Informationsveranstaltung für Berufsimker und Mitarbeiter des israelischen Landwirtschaftsministeriums in Kfar Ruth (Israel), 01.05.2012
- Bienefeld, K.; Strategien für den Erhalt der Biodiversität bei der Honigbiene. Vortrag auf der Auftaktveranstaltung für das Projekt Carnica-Land Kärnten in Klagenfurt (Österreich), 01.06.2012
- Büchler R.; Auslese auf Vitalität und Winterfestigkeit. Vortrag auf der Züchtertagung in Celle, 22.02.2009
- Büchler R.; Vorstellung des BLE-Projektes „Auslese vitaler Honigbienen“. Vortrag auf der Züchtertagung der Gemeinschaft der europäischen Buckfastimker in Neuenstein-Aua, 01.03.2009
- Büchler R.; Vorstellung des BLE-Projektes „Auslese vitaler Honigbienen“. Vortrag auf der DIB Züchtertagung in Neustadt, 27.-28.03.2009
- Büchler R.; Auslese und Verbreitung vitaler Honigbienen. Vortrag auf der Züchtertagung des LV Württemberg in Denkendorf, 04.04.2009
- Büchler R.; Auslese und Verbreitung vitaler Honigbienen. Vortrag auf AGT Regional Treffen Baden in Heitersheim, 04.04.2009
- Büchler R.; Auslese und Verbreitung vitaler Honigbienen. Vortrag auf der Züchtertagung Rhein-Saar-Lux in Mayen, 24.04.2009
- Büchler R.; European test on genotype-environment interaction. Vortrag auf der COLOSS-Tagung in Montpellier, 14.-15.09.2009
- Büchler R.; Natural selection on disease resistance implemented in a selective breeding program. Vortrag auf 41. Apimondia in Montpellier, 16.-19.09.2009
- Büchler R.; Welche Rolle spielt die genetische Variabilität innerhalb des Volkes. Vortrag auf der DIB-Arbeitstagung in Kirchhain, 14.11.2009
- Büchler, R.; Breeding on Varroa resistance, Vortrag auf der Tagung italienischer Bienenzüchter in Bologna, 10.02.2010
- Büchler, R.; Auf dem Wege zu einer varroatoleranten Biene. Vortrag auf dem Badischen Imkertag in Müllheim, 21.03.2010
- Büchler, R.; Die Rolle der Drohnen für die Auslese vitaler Völker. Vortrag zum 32. Gaildorfer Imkertag in Gaildorf-Unterrot, 30.05.2010
- Büchler, R.; Wie können wir die Gesundheit der Bienenvölker verbessern. Vortrag auf dem Imkertag in Mecklenburg-Vorpommern, 31.10.2010
- Büchler, R.; Breeding on Varroa resistance. Vortrag zur Imkertagung in Utrecht, 29.01.2011
- Büchler, R.; Varroatoeranzucht - erfolgreich oder Irrweg, Vortrag zum Thüringer Imkertag in Arnstadt, 19.03.2011
- Büchler, R.; Hängen die Überlebensfähigkeit, Krankheitstoleranz und Leistung von Honigbienen von einer spezifischen Umweltanpassung ab? Vortrag zur Tagung der Institute für Bienenforschung in Berlin, 29.-31.03.2011
- Büchler, R.; Vitalitätstest. Vortrag zur DIB-Züchtertagung in Zwickau, 09.04.2011
- Büchler, R.; Untersuchungen zur Paarungssicherheit von Toleranzbelegstellen. Vortrag zur DIB-Züchtertagung in Zwickau, 09.04.2011

514-06.01-2808UM003

- Büchler, R.; Varroatoleranzzucht - wo stehen wir. Vortrag zur Tagung des Oberösterreichischen Imkerbundes in Guns Kirchhhen, 18.06.2011
- Büchler, R.; Welche Rolle spielen Belegstellen für die Auslese vitaler Bienen? Vortrag an der Belegstellentag Erbeskopf, 24.06.2011
- Büchler, R.; Die Bedeutung von Toleranzbelegstellen für die Auslese vitaler, varroatoleranter Honigbienen, Vortrag auf dem AGT Projekttag in Gehlberg, 02.07.2011
- Büchler, R.; Vitality test. Vortrag zum International Coloss workshop in Pulawy, 26.-28.07.2011
- Büchler, R.; Varroatoleranzzucht - wo stehen wir. Vortrag zur Imkertagung in Homburg, 13.08.2011
- Büchler, R.; Gesunde und vitale Bienenvölker als Grundlage einer erfolgreichen Imkerei, Vortrag zur Imkertagung in Leinburg, 17.09.2011
- Büchler, R.; Erfahrungen mit Toleranzbelegstellen, Vortrag auf dem DIB Zuchtseminar in Schechen, 12.11.2011
- Büchler, R.; The mean of local adaptation for the survival, disease tolerance and performance of honey bees. Vortrag zur Tagung des Finnischen Imkerbundes in Jyväskylä (Finnland), 28.01.2012
- Büchler, R.; Zukünftige Handhabung der Befallsentwicklungsmessung. Vortrag auf dem AGT Koordinatorentreffen in Kirchhain, 04.02.2012
- Büchler, R.; Anerkennung und Qualitätssicherung von AGT Belegstellen. Vortrag auf dem AGT Koordinatorentreffen in Kirchhain, 04.02.2012
- Büchler, R.; Zucht krankheitstoleranter Bienen als Baustein für die ökologische Imkerei. Vortrag auf dem Bioland Imkerseminar in Würzburg, 13.02.2012
- Büchler, R.; Auslese auf Varroatoleranz. Züchtertagung des Imkerlandesverband Sachsen in Frankenberg, 25.02.2012
- Büchler, R.; Die richtige Auslese ist wichtig. Vortrag auf der Vortragsveranstaltung des Bieneninstituts in Kirchhain, 04.03.2012
- Büchler, R.; Welche Rolle spielen Vitalität und Varroatoleranz für die Zucht? Vortrag auf dem Nordhannoveranischer Imkertag in Tostedt, 18.03.2012
- Büchler, R.; Die Weiterentwicklung der Varroa-Befallsmessung von Prüfvölkern. Vortrag auf der DIB-Züchtertagung in Bodenwerder, 23.03.2012
- Büchler, R.; Breeding on Varroa tolerance design of the AGT project. Vortrag auf dem Züchterseminar des dänischen Imkerbundes in Flakkebjerg (Dänemark), 02.06.2012
- Cakmak, I., Fuchs, S Practical evaluation of a treatment concept to stabilize the varroosis parasite host system on Marmara Island/Turkey. Vortrag auf der EurBee in Halle, 07.09.2012
- Ehrhardt K.; Projektvorstellung und Arbeitsschwerpunkte. AGT Mitglieder-versammlung in Kirchhain, 13.02.2009
- Ehrhardt K., Büchler R., Garrido C., Bienefeld K.; Schätzung genetischer Parameter für Varroatoleranz unter Berücksichtigung von direkten und maternalen Effekten. Poster auf der 56. Tagung der Arbeitsgemeinschaft der Bieneninstitute in Schwerin, 24.-26.03.2009

514-06.01-2808UM003

- Ehrhardt K.; Internetgestützte Dateneingabe, Datenverwaltung und Zuchtplanung für Züchter und Zuchtobleute. Vortrag zum Thüringer Züchterttag in Weimar, 04.04.2009
- Ehrhardt K.; Stand der Datenerfassung für Varroatoleranz-Merkmale und Neuerungen in „<http://www.beebreed.eu>“. Vortrag auf der Züchterttagung des Landesverbandes Brandenburger Imker e.V. in Hohen Neuendorf, 10.02.2010
- Fuchs S.; Varroose Zuchtauslese in der praktischen Bienenhaltung? Erprobung einer Strategie. Vortrag auf der Züchterttagung im Landesverband Württembergischer Imker e.V. in Denkendorf, 19.02.2011
- Fuchs S., Cakmak I., Cakmak S.; Enhancing Varroosis tolerance by mimicking natural selection in beekeeping practice. Vortrag auf der International Conference on Bees for peace and sustainable development in Jordan, 29.11.2011
- Heidinger I.; Toleranzbelegstellen: Bewährung von Bienenvölkern unter Befallsdruck. Vortrag zum Belegstellenfest der Belegstelle „Erbeskopf“ bei Thranenweiher, 24.06.2009
- Heidinger I.; Auslese und Verbreitung vitaler Honigbienen: aktueller Status. Vortrag am AGT Praxistag in Triesdorf, 01.08.2009
- Heidinger I.; Neues BLE-Projekt zur Auslese und Verbreitung vitaler Honigbienen. Vortrag auf der Ausbildertagung in Kirchhain, 12.11.2009
- Heidinger I.; Auslese und Verbreitung vitaler Honigbienen. Vortrag auf der Züchterttagung des LV Westfalen-Lippe in Bad Sassendorf, 14.11.2009
- Heidinger I.; Auslese und Verbreitung vitaler Honigbienen: erste Ergebnisse. Vortrag auf dem AGT Regional Treffen Baden in Heitersheim, 25.11.2009
- Heidinger I.; BLE-Projekt zur Auslese und Verbreitung vitaler Honigbienen: Bewährung unter Befallsdruck. Vortrag auf der Bayerischen Züchterttagung in Langensendelbach, 27.02.2010
- Heidinger I.; BLE-Projekt zur Auslese und Verbreitung vitaler Honigbienen: Bewährung unter Befallsdruck. Vortrag auf der Züchterttagung der Niedersächsischen Züchter in Celle, 28.02.2010
- Heidinger I.; Aktueller Stand des BLE-Projektes. Vortrag auf der Imkerberatertagung in Kirchhain, 09., 10. und 12.03.2010
- Heidinger I.; Aktueller Stand des BLE-Projektes. Vortrag auf dem AGT Regionaltreffen in Kirchhain, 27.03.2010
- Heidinger I.; Aktuelle Ergebnisse aus dem BLE-Projekt. Vortrag auf der Züchterschulung auf dem Prüfhof Scharzenau, 26.04.2010
- Heidinger I.; Aktuelle Ergebnisse aus dem BLE-Projekt. Vortrag auf der Züchterschulung auf dem Prüfhof Acheleschwaig, 03.05.2010
- Heidinger I.; Aktuelle Ergebnisse aus dem BLE-Projekt. Vortrag auf der Züchterschulung auf dem Prüfhof Kringell, 04.05.2010
- Heidinger I.; Aktueller Stand des BLE-Projektes. Vortrag auf dem AGT Regionaltreffen in Kirchhain, 28.09.2010
- Heidinger I.; Aktuelle Ergebnisse aus dem BLE-Projekt. Vortrag auf der Imkerberatertagung in Kirchhain, 10. und 12.11.2010

514-06.01-2808UM003

- Heidinger I.; Auf dem Weg zu einer varroatoleranten Honigbiene: ein Statusbericht. Vortrag auf der Schulungsveranstaltung für die Imkerberater Baden-Württembergs in Reichenbach, 13.11.2010
- Heidinger I.; Auslese und Verbreitung vitaler Honigbienen: aktueller Stand des Projektes. Vortrag auf dem AGT Regionaltreffen Gruppe Nord in Bremen, 20.11.2010
- Heidinger I.; Erste Ergebnisse des Versuchs zur Paarungssicherheit von Landbelegstellen. Vortrag auf dem AGT Regionaltreffen Baden in Heitersheim, 02.12.2010
- Heidinger I.; Aktuelle Ergebnisse aus dem BLE-Projekt. Vortrag auf der Züchtertagung der Niedersächsischen Züchter in Celle, 27.02.2011
- Heidinger I.; Auf dem Weg zu einer varroatoleranten Honigbiene: ein Statusbericht. Vortrag auf der Züchtertagung des LV Brandenburg in Hohen Neuendorf, 28.02.2011
- Heidinger I.; Paarungssicherheit von Landbelegstellen. Vortrag zum Tag der offenen Tür in Kirchhain, 17.04.2011
- Heidinger I.; Aktuelle Ergebnisse aus dem BLE-Projekt. Vortrag auf der Züchtertagung in Mayen, 29.04.2011
- Heidinger I.; Aktuelle Ergebnisse aus dem BLE-Projekt. Vortrag auf der Regionalen Informationsveranstaltung der AGT in Oberentersbach, 28.05.2011
- Heidinger I.; Paarungssicherheit von Landbelegstellen. Vortrag zum AGT-Projekttag in Gehlberg, 02.07.2011
- Heidinger I.; Paarungssicherheit von Landbelegstellen II. Vortrag auf dem DIB Zuchtseminar in Schechen, 12.11.2011
- Heidinger I.; Paarungssicherheit von Landbelegstellen II. Vortrag auf dem Arbeitstreffen der AGT Gruppe Nord in Bremen, 26.11.2011
- Heidinger I.; Paarungssicherheit von Landbelegstellen. Vortrag auf dem Besamungslehrgang in Kirchhain, 05.03.2012
- Heidinger I.; Aktuelle Ergebnisse aus dem BLE-Projekt. Vortrag auf der Imkerberatertagung in Kirchhain, 09., 10., 14. und 15.03.2012
- Heidinger I.; Paarungssicherheit von Landbelegstellen. Vortrag auf der DIB-Züchtertagung in Bodenwerder, 24.03.2012
- Heidinger I.; Paarungssicherheit von Landbelegstellen. Vortrag auf der 54. Jahrestagung der AG der Bieneninstitute in Bonn, 27.-29.03.2012
- Heidinger I.; Erfahrungen mit dem Konzept der AGT-Toleranzstellen. Vortrag auf dem AGT-Züchtertreffen in Altendiez, 31.03.2012
- Heidinger I.; Paarungssicherheit von Landbelegstellen. Vortrag auf dem AGT-Züchtertreffen in Altendiez, 31.03.2012
- Meixner M.; Bericht über das BLE-Projekt auf der Züchtertagung des Deutschen Imkerbundes in Güstrow, 19.03.2010
- Meixner M.; Bericht über das BLE-Projekt zur LHI Vereinsvorsitzendenschulung in Grünberg, 16.10.2010

## **Schulungsveranstaltungen**

- Schulung zur Führung einer Toleranzbelegstelle, Projekttag auf „Norderney“, 16.07.2009
- Schulungen zur Anwendung der Liebefelder Schätzmethode in Kirchhain, 26.09.2009
- Schulungen zur Anwendung der Liebefelder Schätzmethode in Schwanevede, 30.09.2009
- Schulungen zur Anwendung der Liebefelder Schätzmethode in Mayen, 02.10.2009
- Schulungen zur Anwendung der Liebefelder Schätzmethode in Thiessen, 05.10.2009
- Züchtertagung der Niedersächsischen Züchter in Celle, 27.02.2010
- Schulung zur Beurteilung des Milbenbefalls und der Bruthygiene von Prüfvölkern im Rahmen der Leistungsprüfung zur Auslese von Honigbienen auf Varroatoleranz in Heidelberg, 26.06.2010
- Arbeitstreffen der AGT Gruppe Nord am 19.11.2010 in Bremen
- Arbeitstreffen der AGT Gruppe Nord am 01.12.2010 in Heitersheim
- Züchtertagung der Niedersächsischen Züchter in Celle, 27.02.2011
- AGT-Imkertagung im Bieneninstitut in Kirchhain, 12.03.2011
- Züchtertreffen der Landesverbände RLP, NRW und RSL in Mayen, 11.04.2011
- Regionale Schulungsveranstaltung für AGT-Prüfbetriebe in Büdesheim, 29.04.2011
- Regionale Schulungsveranstaltung für AGT-Prüfbetriebe in Kirchhain, 14.05.2011
- Regionale Informationsveranstaltung und Praxistag der AGT in der Imkerschule in Oberentersbach, 28.05.2011
- Informationsveranstaltung zum Betriebsablauf auf der Toleranzbelegstelle Erbeskopf, 23.06.2011
- AGT-Projekttag an der Toleranzbelegstelle Gehlberg, 02.07.2011
- AGT-Imkertagung im Bieneninstitut in Kirchhain, 27.09.2011
- Zuchtseminar des Deutschen Imkerbundes und der Arbeitsgemeinschaft Toleranzzucht zur Paarungsbiologie und dem Belegstellenbetrieb in Schechen, 12.11.2011
- Arbeitstreffen der AGT Gruppe Nord am 26.11.2011 in Bremen
- Züchtertagung der Niedersächsischen Züchter in Celle, 26.02.2012
- Standbesichtigung der AGT Regionalgruppe Hessen in Hilders, 26.05.2012
- AGT-Projekttag auf der Inselbelegstelle Norderney, 14.07.2012

## 6) Zusammenfassung

Während der Projektlaufzeit von Dezember 2008 bis Juli 2012 wurden insgesamt 493 Prüfvölker in 26 Betrieben längerfristig unbehandelt auf ihre Volks- und Krankheitsentwicklung geprüft. Die Beteiligung der Praxisbetriebe blieb damit deutlich unter den ursprünglichen Erwartungen. Im Laufe des Projektes ist es durch methodische Vereinfachungen und die Etablierung zuverlässiger Befallsgrenzwerte jedoch gelungen, einige grundlegende Vorbehalte der privaten Zuchtbetriebe auszuräumen. Die Testmethode gilt zwischenzeitlich als ausgereift und stößt auch international auf großes Interesse. Die im Projekt gesammelten Erfahrungen liefern darüber hinaus wichtige Grundlagen für die Etablierung eines integrierten, schadschwellenbasierten Bekämpfungskonzepts in der allgemeinen imkerlichen Praxis.

Die aus der wiederholten Beurteilung unbehandelter Völker gewonnenen Daten tragen erheblich zur sicheren Identifikation widerstandsfähiger Zuchtvölker bei. Züchter sollten daher weiterhin zur entsprechenden Prüfung ihrer Völker ermutigt werden. Die im Zuge des Projektes gewonnenen Daten führten zu einer veränderten Gewichtung der routinemäßig zur Zuchtwertschätzung auf Varroatoleranz genutzten Prüfkriterien sowie Empfehlungen zur Verbesserungen der Befallsmessung, was sich nachhaltig positiv auf den Zuchtfortschritt auswirken wird.

Wesentliche Verbesserungen des Selektionserfolges sind auch von der erfolgreichen Entwicklung eines Gesamtzuchtwertes mit einer geeigneten Gewichtung der Einzelmerkmale Honig, Sanftmut, Wabensitz, Schwarmneigung und Varroatoleranz zu erwarten. Dazu wurden mit einer an die Besonderheiten der Bienengenetik angepassten Version der Software REMLF90/AIREMLF90 die genetischen Parameter eines Mehrmerkmalsmodells mit direkten und maternalen Effekten bestimmt, einschließlich der genetischen Korrelationen zwischen den Leistungsmerkmalen.

Ergänzend dazu wurden für nur diskret (gesund/krank) vorliegende Angaben zum Auftreten von Kalkbrut (*Ascosphaera apis*), genetische Parameter bestimmt und die zur Berechnung erforderliche Software angepasst. Die hierfür verwendeten Berechnungsalgorithmen sind deutlich komplexer als bei normalverteilten Merkmalen und können zukünftig für weitere diskrete Krankheitsdaten genutzt werden.

Es wurde eine Software zur Monte-Carlo Simulation von Zuchtplanungsszenarien entwickelt, um für vorgegebene genetische Modelle eine optimale Struktur der Prüfpopulation ableiten zu können (z. B. bezüglich der Prüfgruppengröße). Mit ihrer Hilfe können zukünftig fundierte Empfehlungen zur weiteren Optimierung der Populationsstruktur gegeben werden.

Umfangreiche Erweiterungen des Bienenportals „<http://www.beebreed.eu>“ hinsichtlich der Dateneingabe und Datensicherheit sowie die Einrichtung diverser Zuchtplanungsmodule erleichtern und verbessern die Selektionsentscheidungen der privaten Züchter. Dies trägt zu geringerer Inzucht, dem Erhalt der genetischen Vielfalt und einer nachhaltigen Verbesserung der Gesamtpopulation bei.

Im Zuge des Projektes wurde der Bestand an Toleranzbelegstellen erheblich ausgebaut. Diese werden von der Imkerschaft sehr gut angenommen, was sich vor allem an stetig und deutlich steigenden Beschickungszahlen zeigt.

Aufwändige paarungsbiologische Versuche unter Einbeziehung mehrerer Belegstellen ermöglichten die Ausarbeitungen von Empfehlungen, die der Gewährleistung einer hohen Paarungssicherheit auf Landbelegstellen dienen. Für Toleranzbelegstellen erscheinen Schutzradien von ca. 7 Kilometern und ein Besatz mit möglichst vielen, jedoch mindestens 30 Drohnenvölkern sinnvoll.

Auf der Insel Marmara/Türkei wurde an einer Bienenpopulation von ca. 250 Völkern eine neue Strategie von befallsabhängiger Behandlung kombiniert mit Völkerumweisung erprobt. Hierzu wurden einfache, praxistaugliche Verfahren der Befallsdiagnose und Umweisung erarbeitet und Schadschwellen definiert, die eine längerfristig stabile Befalls- und Populationsentwicklung ermöglichen. Aufgrund der selektiven Umweisung höher befallener Völker ist eine nachhaltige Breitenselektion auf Krankheitstoleranz zu erwarten.

Die Ergebnisse aus Marmara und den Vitalitätstests unbehandelter Prüfvölker zeigen den Weg zu einer innovativen, schadschwellenorientierten Behandlungsstrategie auf, durch die Varroa-bedingte Verluste und zugleich der Einsatz von Medikamenten reduziert werden können. Eine selektive Behandlung der Völker und gezielte Umweisungen sind als eine generelle Voraussetzung für die nachhaltige Verbreitung varroatoleranter Bienen anzusehen.

Die Ergebnisse des Projektes wurden in 34 Veröffentlichungen, 118 Fachvorträgen und 23 Schulungsveranstaltungen Imkern und Bienenexperten vorgestellt. Durch die enge Zusammenarbeit mit Imkereiverbänden, insbesondere der Arbeitsgemeinschaft Toleranzzucht, hat das Projekt außerordentlich breite Beachtung gefunden und die Weiterentwicklung der Imkerei in Deutschland stark beeinflusst.