

Schlussbericht



eingereicht bei der
BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG (BLE)

Deutsches Bienenmonitoring - DeBiMo

Projektzeitraum: 1.1.2017-31.12.2019

Vorgelegt von:

Universität Hohenheim

- **Landesanstalt für Bienenkunde**; FKZ 2816SE001
August-von-Hartmann-Str. 13, 70593 Stuttgart
PD Dr. Peter Rosenkranz

Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (LAVES)

- **Institut für Bienenkunde Celle**; FKZ 2816SE002
Herzogin-Eleonore-Allee 5, 29221 Celle
Prof. Dr. Werner von der Ohe

Friedrich-Loeffler-Institut - Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit

- **Nationales Referenzlabor für Bienenkrankheiten**; FKZ 2816SE003
Südufer 10, 17493 Greifswald – Insel Riems
Dr. Marc Schäfer

Länderinstitut für Bienenkunde Hohen Neuendorf e.V.; FKZ 2816SE004

Friedrich-Engels-Str. 32, 16540 Hohen Neuendorf
Prof. Dr. Elke Genersch

Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen, Bieneninstitut Kirchhain; FKZ 2816SE005

Erlenstraße 9, 35274 Kirchhain
Dr. Ralph Büchler

Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau,

- **Institut für Bienenkunde und Imkerei, Veitshöchheim**; FKZ 2816SE006
An der Steige 15, 97209 Veitshöchheim
Dr. Stefan Berg

Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Westerwald-Osteifel

- **Fachzentrum Bienen und Imkerei Mayen**; FKZ 2816SE007
Im Bannen 38 – 54, 56727 Mayen
Dr. Christoph Otten

In Zusammenarbeit mit der

Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalt (LUF) Speyer

Inhalt

1.	Ziele und Aufgabenstellung des Vorhabens	1
1.1.	Planung und Ablauf des Vorhabens	3
1.2.	Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde.....	6
2.	Material und Methoden	11
2.1.	Bonituren.....	11
2.1.1.	Beurteilung der Volksstärke und Erfassung der Überwinterungsverluste der Monitoringvölker.....	11
2.1.2.	Probenahme	11
2.2.	Krankheitsuntersuchungen	12
2.2.1.	Bestimmung des Varroabefalls	12
2.2.2.	Mikroskopischer Nachweis von <i>Nosema</i> spp. und Amöbenzysten.....	12
2.2.3.	Molekulare Differenzierung von <i>Nosema</i> spp.	13
2.2.4.	Mikroskopischer Nachweis von Tracheenmilben (<i>Acarapis woodi</i>)	14
2.2.5.	Molekularer Nachweis von Viren.....	14
2.2.6.	Nachweis des Erregers der Amerikanischen Faulbrut, <i>Paenibacillus larvae</i>	15
2.2.7.	Untersuchung auf Milbenbefall mit <i>Tropilaelaps</i> spp.	15
2.2.8.	Untersuchung auf Befall mit dem Kleinen Beutenkäfer, <i>Aethina tumida</i>	15
2.3.	Mikroskopische Pollenanalysen	16
2.4.	Rückstandsanalysen in Bienenbrot.....	16
3.	Ergebnisse	17
3.1.	Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse	17
3.1.1.	Honigerträge.....	17
3.1.2.	Mikroskopische Pollenanalyse von Honig.....	18
3.1.3.	Winterverluste.....	20
3.1.4.	Überwinterungsquotient	24
3.1.5.	Bienenkrankheiten.....	25
3.1.6.	Rückstandsanalysen in Bienenbrot.....	47
4.	Diskussion der Ergebnisse.....	62
4.1.	Überwinterungserfolg, Honigernten und Verlauf der Bienenjahre.....	63
4.2.	Einfluss der Varroa- und Viren-Belastung auf den Überwinterungserfolg.....	65
4.3.	Einfluss von <i>Nosema</i> -Infektionen auf den Überwinterungserfolg	74
4.4.	Einfluss anderer Bienenkrankheiten auf den Überwinterungserfolg	83
4.5.	Pflanzenschutzmittelrückstände im Bienenbrot und Überwinterungserfolg	83
4.6.	Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse	90
5.	Zusammenfassung	92
6.	Gegenüberstellung geplanter und tatsächlich erreichter Ziele	95
7.	Abkürzungsverzeichnis	108
8.	Literaturverzeichnis.....	109

1. Ziele und Aufgabenstellung des Vorhabens

Honigbienen gehören seit Jahrtausenden auch in Mittel- und Südeuropa zu den wichtigsten Bestäubern. Als ganzjährig staatenbildendes Insekt mit einer enormen Individuenzahl, dem Vorkommen in nahezu allen Habitaten und der Nutzung von nahezu 80% aller bei uns vorkommenden Blütenpflanzen als Pollen- und/oder Nektarquelle nimmt die Honigbiene nach wie vor eine Sonderstellung innerhalb der einheimischen Bestäubergilde ein. Geändert haben sich allerdings während der letzten 150 Jahre das Verhältnis von wildlebenden zu imkerlich gehaltenen Bienenvölkern sowie die imkerlichen Betriebsweisen. Beides hängt mit der veränderten Landnutzung und dabei insbesondere mit der Intensivierung in der Landwirtschaft zusammen. Der Lebensraum für wildlebende Bienenvölker, insbesondere eine ganzjährige Nahrungsversorgung und ausreichend Nisthöhlen für Schwärme, sind nur noch in wenigen Regionen verfügbar, so dass der imkerlichen Betreuung immer mehr Bedeutung zukommt. Gleichzeitig stieg der Bedarf an gezielter Bestäubung landwirtschaftlicher Kulturen. Dies führte auch in der imkerlichen Praxis zu Intensivierungen in Haltung, Zucht, Wanderungen und technischen Hilfsmitteln sowie internationalem Handel mit Bienenprodukten, Königinnen und Bienenvölkern.

Diese Veränderungen stellen besondere Herausforderungen für die Bienengesundheit dar. Bienenkrankheiten werden nicht mehr durch natürliche Selektion kontrolliert und Krankheitserreger und Parasiten werden global verbreitet. Gleichzeitig können eine unzureichende oder einseitige Versorgung mit Nektar und Pollen sowie der Kontakt mit Pflanzenschutzmitteln Bienen schwächen und anfälliger für Krankheiten machen. Die Arbeit der Imkerinnen und Imker – unabhängig ob es sich um Freizeit-, Nebenerwerbs- oder Berufsimker handelt – gewinnt damit für die Bienengesundheit eine immer größere Bedeutung. Die Wahl der Standorte sowie die Fütterung, Zucht und Krankheitsbekämpfung der Völker haben großen Einfluss auf das Überleben und die Leistung der Bienenvölker. Gleichzeitig können die bei Honigbienen erhobenen Daten – z.B. zu Nahrungsverfügbarkeit oder Einfluss von Pflanzenschutzmitteln – Hinweise auf Probleme für Wildbienen oder andere blütenbesuchende Insekten geben. Für eine solche Datenerhebung ist die Tatsache, dass vermutlich über 95% der Bienenvölker in Deutschland „in Imkerhand“ sind, ein Vorteil, da so auch über längere Zeiträume zuverlässige Informationen zu Völkerverlusten, Abnahme der Leistung und Prävalenzen von Pathogenen erhoben werden können. Fundierte Kenntnisse zur Situation der Bienengesundheit in Deutschland sind daher sowohl für die Bienenhalter

als auch für die Öffentlichkeit, Amtstierärzte und politische Entscheidungsträger von großer Bedeutung.

Vor diesem Hintergrund ist es ein Ziel des Deutschen Bienenmonitorings (DeBiMo), jährlich zunächst einmal einen aktuellen und umfassenden Überblick über die Situation der Bienenhaltung und den Zustand der Bienenvölker in Deutschland zu geben. Diese Zustandsbeschreibungen werden ergänzt durch eine kontinuierliche und mit modernsten Methoden durchgeführte Erfassung aller für die Bienengesundheit relevanten Parameter. Um dabei langfristig auch Ursachenanalysen durchführen zu können, war es von Beginn des Projektes an Konsens, dass das DeBiMo (i) langfristig angelegt ist, (ii) an einer möglichst gleichbleibenden Kohorte von Bienenvölkern und (iii) mit weitgehend gleichbleibenden Methoden die o.a. Parameter systematisch und deutschlandweit erfassen sollen, durchgeführt werden soll.

Dieser Ansatz bietet auch die Möglichkeit, auf der Basis langjähriger Daten Empfehlungen für die imkerliche Praxis zu formulieren sowie Prognosemodelle, z. B. für Völkerverluste, zu erstellen. Schließlich dienen die Monitoringvölker auch der Kontrolle der Einschleppung bzw. Verbreitung neuer invasiver Pathogene wie z. B. dem Kleinen Beutenkäfer, der vor 5 Jahren nach Südtalien eingeschleppt wurde.

Mit diesem Kooperationsprojekt sollen langfristig die folgenden Daten erhoben und durch die Aus- und Bewertung folgende Ziele erreicht werden:

1. Bienenvölkerverluste während der Überwinterung sollen systematisch erfasst und dokumentiert werden.
2. Anhand der Daten sollen für die derzeit relevanten Bienenkrankheiten, insbesondere für die Varroose, und für Infektionen mit *Nosema* spp. und die wichtigsten Bienenviren, die Notwendigkeit seuchenrechtlicher Maßnahmen beurteilt und entsprechend umgesetzt werden.
3. Anhand der Prävalenzen und Bienenschäden sollen differenzierte Schadschwellen für Pathogene abgeleitet werden, nach Möglichkeit verbunden mit zuverlässigen Diagnoseverfahren und Empfehlungen für die Imker zur Vermeidung von Schäden oder nachhaltiger Bekämpfung der Krankheiten.
4. Der Kontakt der Bienen mit verschiedenen Pflanzenschutzmitteln soll in Abhängigkeit von Standort, Jahreszeit und Untersuchungsjahr erfasst werden. Solche Daten sind für die aktuelle Diskussion zu einer bestäuberfreundlichen Landwirtschaft von großer Bedeutung und können zudem für die Wahl geeigneter Bienenstandorte

herangezogen werden wie auch Hinweise auf eine potentielle Gefährdung von Wildbienen geben.

5. Durch die Beratungstätigkeit der beteiligten Institute sollen die Ergebnisse direkt in die imkerliche Praxis einfließen.
6. Die Langzeitdatenlage zur Bienengesundheit und der relevanten Einflussfaktoren soll den politischen Verantwortlichen eine wissenschaftlich fundierte Basis für Entscheidungen im Bereich der Bienenhaltung und Fördermaßnahmen von Imkerei und Bienenwissenschaft an die Hand geben.

Um die langfristigen Ziele zu erreichen, müssen im Fall des Langzeitprojektes DeBiMo Zwischenziele festgelegt werden, die sich jeweils an den Laufzeiten der zeitlich befristeten Projektabschnitte orientieren. Diese Zwischenziele werden zum einen in den jährlichen Berichten erklärt und dokumentiert und dann im Abschlussbericht der meist 3 Jahre laufenden Projekte zusammengefasst. In dem hier vorliegenden Abschlussbericht werden zum einen die bisher unveröffentlichten Ergebnisse für das Projektjahr 2019 dargestellt und diese in Verbindung mit den Projektdaten 2017 – 2019 (siehe Zwischenberichte 2017 und 2018) diskutiert.

1.1. **Planung und Ablauf des Vorhabens**

Innerhalb des **Berichtszeitraums** sollten im Jahr 2019 die folgenden Ziele erreicht werden (vgl. Punkt 5. Zusammenfassung):

1. Um eine flächendeckende Datenlage zu erreichen, wurden im Jahr 2019 **Daten von 110 Imkereien** aus nahezu allen Bundesländern (Abbildung 1) erfasst. In den anderen Projektjahren waren es 111 (2018) bzw. 109 (2017).
2. Um alle gesundheitsrelevanten Parameter (s.o.) zu erfassen, sollten folgende **Arbeitsschritte** durchgeführt werden:
 - a. 3 Bonituren pro Bienenstand zur Probenahme und Datenerfassung:
 - Frühjahr: – Erfassung von Volksstärke und Zustand der Völker
– Probenahme von Bienen für Krankheitsuntersuchungen
 - Mai/ Juni: – Probenahme von Bienenbrot zur Rückstandsanalyse (optional)*
 - Sommer: – Erfassung von Volksstärke und Zustand der Völker
– Probenahme von Bienen für Krankheitsuntersuchungen
– Probenahme von Bienenbrot zur Rückstandsanalyse

- Herbst:
- Erfassung von Volksstärke und Zustand der Völker
 - Probenahme von Bienen für Krankheitsuntersuchungen
 - Entnahme und Untersuchung von Futter aus brutnestnahen Bereichen (Futterkranzproben) auf Erreger der Amerikanischen Faulbrut
- b. Krankheitsuntersuchungen:
- Varroabefall in der Bienenprobe von Sommer und Herbst, 2 x 10 Proben pro Monitoringbienenstand im Jahr
 - *Nosema*- und Amöbenbefall in den Bienenproben von Frühjahr, Sommer und Herbst, 3 x 10 Proben pro Monitoringbienenstand und Jahr
 - *Nosema*-Differenzierung mittels PCR von positiven Bienenproben, 3 Proben je Monitoringbienenstand im Jahr
 - Acarapioseuntersuchung der Bienenproben vom Frühjahr (Standuntersuchung)
 - Analyse auf Viren in der Bienenprobe vom Herbst, 5 Proben pro Monitoringbienenstand und Jahr
 - Untersuchung der Futterkranzproben vom Herbst auf Amerikanische Faulbrut, 2 Sammelproben pro Monitoringbienenstand
 - Sichtung der Völker auf Befall mit *Aethina tumida* (Kleiner Beutenkäfer) und *Tropilaelaps* spp. (Tropilaelaps-Milben) und auf unerklärliche Symptome von evtl. Vergiftungen oder Erkrankungen
 - Auf freiwilliger Basis werden zwischen der Sommer- und Herbstbonitur für einen Zeitraum von mind. 4 Wochen ölgefüllte Käferfallen in die Monitoringvölker eingesetzt und anschließend analysiert
- c. Mikroskopische Pollenanalysen zur Ermittlung des von den Völkern genutzten Nahrungsangebotes
- wenn vorhanden, von 2 Honigen unterschiedlicher Erntezeitpunkte pro Imkerei
 - von 1-2 Bienenbrotproben (Frühjahr, Sommer) pro Monitoringbienenstand
- d. Rückstandsanalysen von 1-2 Bienenbrotproben pro Monitoringbienenstand (wenn vorhanden)
- e. Datenerfassung der Imkereien:
- detailliert Art und Zeitpunkt der Varroabehandlung, einschließlich der Drohnenbrutentnahme

- Art des Winterfutters
- Gesamt-Völkerbestand bei Ein- und Auswinterung
- Honigertrag
- Wanderungen
- Besonderheiten

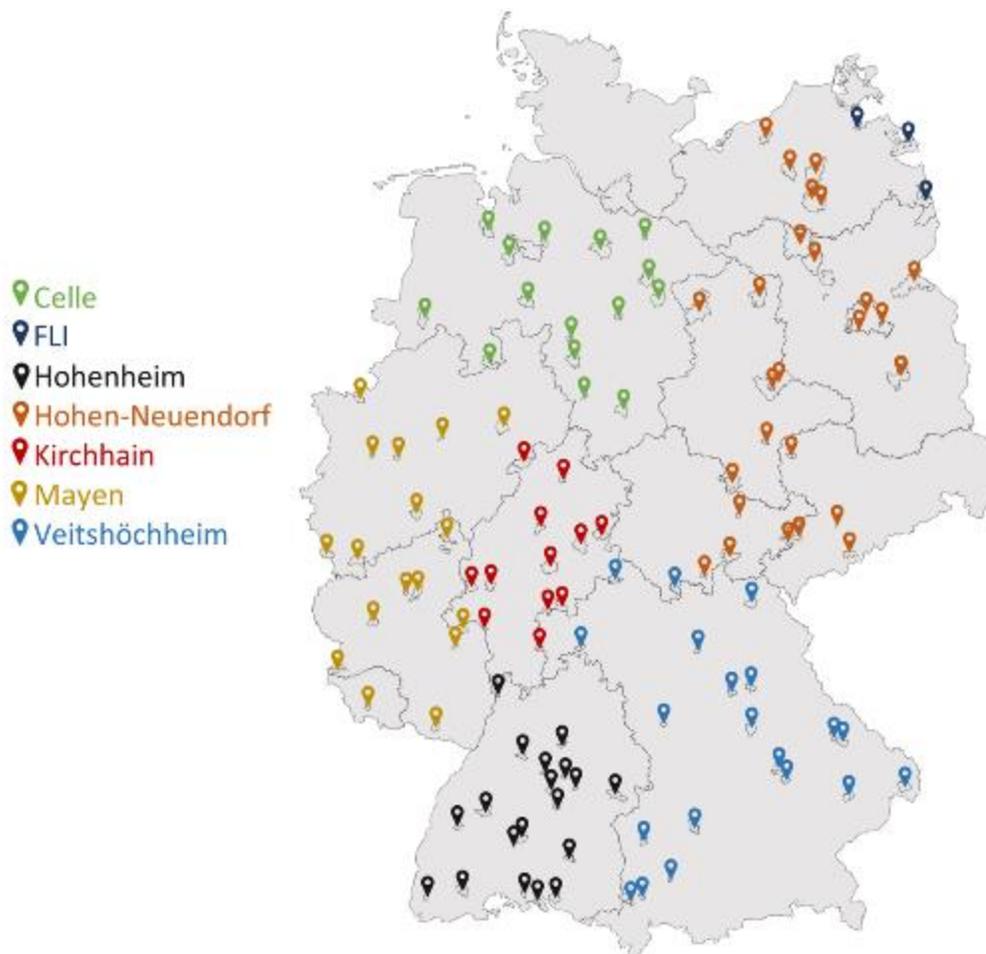


Abbildung 1: Standorte der Monitoringimkereien 2019.

3. Um die Auswertbarkeit aller über die Jahre erhobenen Daten und dadurch die Erreichung der langfristigen Ziele zu gewährleisten, erfolgen folgende **Eingaben in die DeBiMo-Datenbank:**

bis **1. Februar:**

- Ergebnisse der *Nosema*-Diagnose/Differenzierung des Vorjahres
- Ergebnisse der AFB-Diagnose aus Herbstbonitur des Vorjahres

bis **1. Mai:**

- Volksstärke aus Frühjahrsbonitur
- Gesamtanzahl ausgewinteter Völker

bis **1. November:**

- Volksstärke Herbstbonitur
- Varroabefall Herbstbonitur
- Gesamtanzahl eingewinterter Völker

bis **31. Dezember:**

- alle Restdaten aus abgeschlossenem Untersuchungsjahr einschl. Spätsommer- bzw. Herbstvarroabehandlung und Ergebnisse der Virusdiagnostik aus dem Vorjahr

4. Um den Informations- und Wissenstransfer in die Imkerschaft zu gewährleisten, erfolgen regelmäßige Schulungen und Beratungen der **Imker**
 - Jedes beteiligte Bieneninstitut führt jährlich mindestens 4 Schulungen im Rahmen von Imker-Fortbildungsveranstaltungen durch.

1.2. **Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde**

Das DeBiMo-Projekt baute auch in diesem Projektzeitraum auf den langjährigen Erfahrungen und Ergebnissen der Vorjahre auf, in denen über viele Jahre mit ähnlichen und die letzten Jahre sogar identischen Methoden gearbeitet wurde. Im Jahr 2004 wurde das Deutsche Bienenmonitoring gestartet. In den Folgejahren wurden die Details der Durchführung für die zentrale Fragestellung (Erfassung und Ursachenanalyse der Bienengesundheit) immer weiter optimiert und die Analysemethoden dabei an die technischen Entwicklungen (z. B. Virendiagnostik; Rückstandsanalysen) und der Bedeutung bestimmter Pathogene (z. B. *Nosema ceranae*; Bienenviren) angepasst.

Eine enorme Bedeutung hatte und hat das Netzwerk der angewandten forschenden deutschen Bieneninstitute, womit die Durchführung des DeBiMo mit Ausnahme des FLI ausschließlich durch bienenkundliche Ländereinrichtungen gewährleistet ist und dadurch Deutschland auch flächenmäßig weitgehend repräsentativ abgebildet ist. Daneben flossen in das DeBiMo auch die Expertisen anderer Fachkollegen z.B. aus Universitäten oder Veterinäreinrichtungen ein, da Projektergebnisse aus dem Monitoringprojekt regelmäßig auf Bienentagungen vorgestellt und diskutiert wurden.

Von genauso großer Bedeutung ist die enge Beziehung der beteiligten Bieneninstitute zu den Imkern in ihrem jeweiligen Zuständigkeitsgebiet. Im Jahr 2019 waren 110 Imker beteiligt – viele davon seit vielen Jahren – und die Zahl soll für die folgende Projektperiode noch moderat erhöht werden, wobei weiterhin darauf geachtet wird, dass hinsichtlich Betriebsgröße, Betriebsweise und Trachtnutzung das Spektrum der Imkerei in Deutschland

abgedeckt wird. Die gute Kooperation mit zuverlässigen Imkern ist eine weitere essentielle Voraussetzung für die erfolgreiche Durchführung dieses Langzeitprojektes. Die Betreuer sind zwar 3 Mal pro Jahr vor Ort am Bienenstand für Bonitierungen und Probennahmen, trotzdem sind wir im Projekt darauf angewiesen, dass die Imker korrekte Angaben machen und belastbare Daten liefern.

Eine funktionierende Datenbank, auf die alle Institute im Projekt Zugriff haben, ist eine weitere Voraussetzung für Speicherung, Verwaltung und natürlich die statistische Auswertung von nahezu einer Million Einzeldaten pro Jahr! Die Datenbank wurde bereits während der vorherigen Projektlaufzeiten kontinuierlich aktualisiert und an neue Anforderungen angepasst; im vorliegenden Projektzeitraum wurden aber nochmals substantielle Erweiterungen eingeführt, um Datensätze besser zu verlinken und so z. B. direkt über die Datenbank standortspezifische und multivariate Langzeitanalysen durchführen zu können (siehe auch Diskussion).

Für die Untersuchung von Pflanzenschutzmittelrückständen im Bienenbrot wurde an der LUFA in Speyer eine Messmethode etabliert, die inzwischen auch in zahlreichen anderen Projekten angewendet wurde und dabei kontinuierlich weiterentwickelt und um aktuelle Wirkstoffe ergänzt wird.

In den vergangenen Projektperioden hatte sich gezeigt und Jahr für Jahr bestätigt, dass für Winterverluste und Bienenvolkschäden der Komplex „Varroa & Viruserkrankungen“ eine entscheidende Rolle spielt. Die daraus resultierende Empfehlung, die Befallsdiagnose und Bekämpfung der Varroamilbe zu einem zentralen Beratungsthema in Theorie und Praxis zu machen, bleibt daher weiterhin bestehen bzw. muss weiterentwickelt werden (siehe Diskussion). Daneben wurden sowohl in der Imkerschaft als auch innerhalb der Bienenwissenschaft das Thema Pflanzenschutz und hier insbesondere subletale Effekte weiterhin kontrovers diskutiert. Dies hat letztendlich auch zum Verbot einiger Neonikotinoidhaltiger Präparate geführt. Daher machte und macht der Fokus auf diese Parameter, ergänzt von der Kontrolle auf neue invasive Pathogen, nach wie vor Sinn, und die grundlegenden Strukturen und Methoden des bisherigen DeBiMo wurden auch für den hier vorliegenden Projektzeitraum übernommen.

Stärker gewichtet werden sollen zukünftig Standortparameter in Verbindung mit den spezifischen Wetter- und Trachtbedingungen. Dies wurde im Rahmen von „Satellitenprojekten“ bereits begonnen, in denen viele Bienenstände mit Wetterstationen und

Stockwaagen ausgestattet wurden, die kontinuierlich über das ganze Jahr Daten liefern. Die Ausstattung weiterer Bienenstände im DeBiMo mit Stockwaagen und eine damit zusammenhängende Erweiterung der Labordiagnostik wurde bei der BLE als eigenes Projekt im Rahmen der „Bekanntmachung über die Förderung von Forschungsvorhaben zum Schutz von Bienen und weiteren Bestäuberinsekten in der Agrarlandschaft“ vom 18.07.2019 beantragt. Die Skizze liegt dem Projektträger vor.

Neben dem „Deutschen Bienenmonitoring“ gibt es inzwischen zahlreiche weitere Monitoringprojekte mit unterschiedlichen Zielrichtungen und Methoden. Als Ergänzung zum DeBiMo wird vom Bieneninstitut in Mayen jährlich eine anonyme Umfrage zu den Winterverlusten in Deutschland und angrenzenden Regionen durchgeführt. Nach wie vor werden dabei etwas höhere Verlustraten als im DeBiMo ermittelt, allerdings bei einem sehr ähnlichen periodischen Verlauf über die letzten 10 Jahre.

Inzwischen gibt es auch in anderen Ländern teilweise sehr ambitionierte langfristige Erhebungen zu Winterverlusten. Diese basieren, wie beispielsweise die Umfragen des COLOSS-Netzwerks (Brodschneider et al., 2018), jedoch ausschließlich auf Fragebogenaktionen, an denen die Imker freiwillig und anonym teilnehmen und bei denen es daher weder möglich ist, die Kontinuität der Teilnehmer zu erfassen noch die Richtigkeit der Daten zu überprüfen oder Mehrfacheingaben zu verhindern. In den USA laufen Erhebungen zu Winterverlusten seit 2006/2007 über das Projekt Bee Informed Partnership (vanEngelsdorp et al. 2010; Lee et al. 2015; Traynor et al. 2016) Die ermittelten Winterverlustraten lagen im Zeitraum 2018 – 2019 bei fast 40%, was eine 7%- Steigerung zum Vorjahr und die höchste jemals registrierte Winter-Verlustrate bedeutete (Abbildung 2).

Auch im Nachbarland Österreich wurden über mehrere Jahre – zuletzt im Rahmen des Projektes „Zukunft Biene“ - Erhebungen zu Winterverlusten durchgeführt, meist mit einer Mischung aus Umfragen und Laboranalysen (Brodschneider et al. 2019, Morawetz et al., 2019). Hier schwankten die Winterverluste über die Jahre zwischen 8,1% und mehr als 28,4%, wobei leider keine kontinuierliche Langzeitanalyse mit identischen Methoden durchgeführt wurde.

Total US managed honey bee colonies Loss Estimates

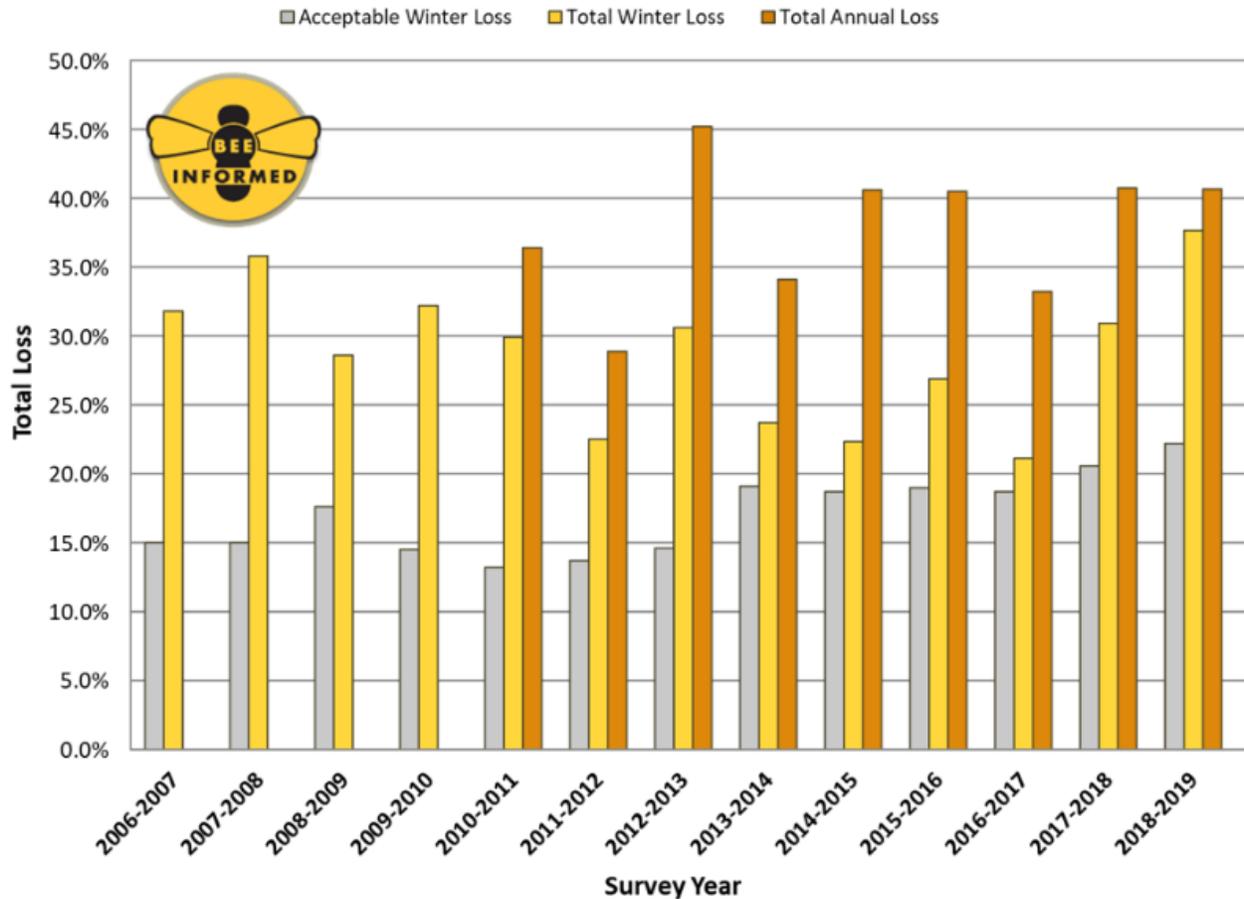
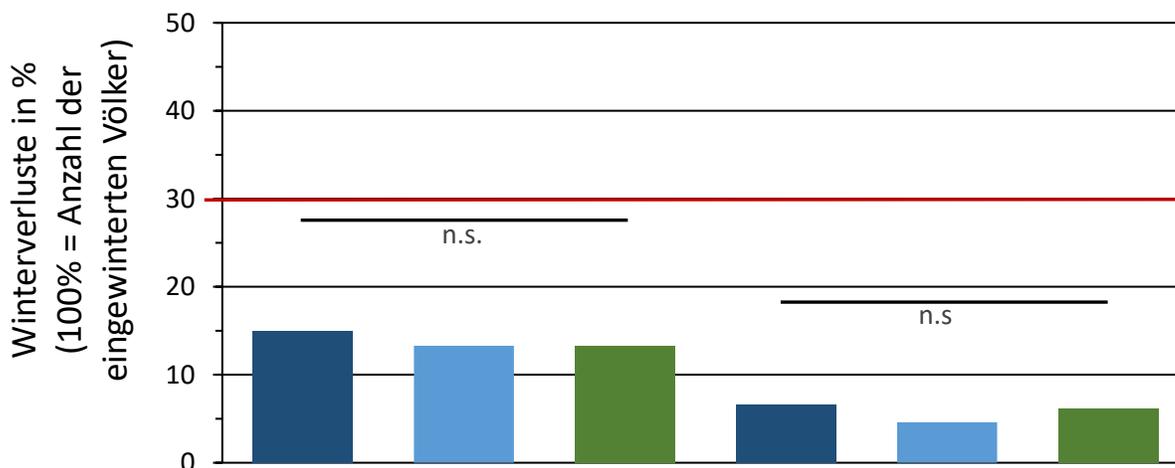


Abbildung 2: Über Online-Umfragen ermittelte Winter- (2006/07-2018/19) und Sommerverluste (2009-2019) in den USA (Abbildung von <https://beeinformed.org/>).

Vom Herbst 2012 bis Sommer 2014 wurde die vom EURL koordinierte „EPILOBEE-Studie“ zur europaweiten Überwachung von Verlusten bei Honigbienenvölkern durchgeführt, an der 17 Mitgliedstaaten teilnahmen. Im Gegensatz zum DeBiMo handelte es sich bei EPILOBEE nur um eine Kurzzeitstudie und die festgestellten Verluste und die beobachteten Krankheiten bilden daher nur eine Momentaufnahme und können nicht im zeitlichen Verlauf dargestellt werden. Deutschland integrierte für die zweijährige Projektdauer das DeBiMo in die Studie und verdoppelte dabei die Anzahl der teilnehmenden Imker auf 220. Die Ergebnisse zeigten, dass sich die Zahlen zu den Winterverlusten von DeBiMo und „EPILOBEE“ im entsprechenden Zeitraum kaum unterscheiden (Abbildung 3; Laurent et al. 2016). Dies ist ein starker Hinweis, dass Auswahl und Umfang der im DeBiMo-Imker tatsächlich weitgehend repräsentativ für Deutschland sein dürften. Auch liegen die Verluste deutlich unter den 30% (rote Linie), die im Winter 2002/2003 auftraten und zum Start des DeBiMo führten.



Winter	2012/2013		2013/2014	
Studie	DeBiMo	EPILOBEE	DeBiMo	EPILOBEE
Anzahl eingewinterteter Völker	6.359*	1.113**	6.342*	1.044**

Abbildung 3: Vergleich der im EPILOBEE und im DeBiMo ermittelten Winterverluste.

*alle Völker der DeBiMo-Imker, **Monitoringvölker

Leider fehlen im „EPILOBEE“ neben der Pestizidbelastung auch die wichtigen Auswertungen bezüglich der Belastungen mit *Varroa destructor*, Viren und anderer Pathogene völlig, da hierzu aus Kostengründen keine systematischen Laboruntersuchungen durchgeführt wurden, sondern lediglich über einen Fragebogen die Einschätzung und Vermutung der Imker bzw. Kontrolleure abgefragt wurde. Diese „gefühlten“ Daten können aber nie Labordiagnosen, wie sie im DeBiMo durchgeführt werden, ersetzen.

Im Gegensatz zum kurzfristigen „EPILOBEE“-Projekt liegt damit die Stärke des DeBiMo zum einen in der langen Laufzeit in Verbindung mit der methodischen Kontinuität und zum anderen in der Vielzahl der für die Bienengesundheit relevanten Parameter, die nach neuesten Methoden quantifiziert werden. Insofern ist das DeBiMo einmalig nicht nur in Bezug auf die Dauer der kontinuierlichen Datenerhebung, sondern auch in Bezug auf die Validität der erhobenen Daten.

2. Material und Methoden

Jeder Projektimker lieferte zunächst „Basisdaten“ bzgl. Entwicklung und Honigertrag von **je 10 zufällig ausgewählten Bienenvölkern** (= „Monitoringvölker“) und ermöglichte drei Standbesuche zur Bonitur der Völker. Zusätzlich zur Datenerfassung der Imkereien (siehe 1.1) wurden von den Mitarbeitern der Institute die Monitoringvölker bonitiert. Um für diese wichtigen Bonituren belastbare Daten (Populationsschätzung) und nachvollziehbare Probenahmen zu gewährleisten, wurden diese Arbeiten grundsätzlich im Rahmen der dreimaligen Standbesuche gemeinsam von Monitoringimkern und Mitarbeitern des betreuenden Institutes durchgeführt.

2.1. Bonituren

2.1.1. Beurteilung der Volksstärke und Erfassung der Überwinterungsverluste der Monitoringvölker

Jeweils im Frühjahr, Sommer und Herbst wurden die Imkereien besucht und die Volkstärken aller Monitoringvölker erfasst. Hierzu wurden die Waben einzeln gezogen und die Zahl besetzter Waben bestimmt. Nicht vollständig besetzte Waben wurden aufsummiert. Die Angaben erfolgten auf eine Dezimale genau. Aus den Volkstärken vor und nach der Überwinterung wird dann der Überwinterungsquotient (ÜQ) errechnet. Dieser wurde eingeführt, um neben dem Parameter „Völkerverluste“ eine zusätzliche Messgröße zu haben, die den Überwinterungserfolg der überlebenden Völker charakterisiert. Der Überwinterungsquotient ergibt sich aus dem Verhältnis der Volksstärke der Auswinterung im März/April zur Volksstärke der Einwinterung im Oktober. Der ÜQ dient somit als Maß für den Überwinterungsverlauf der Völker. Je niedriger der Wert, umso mehr Bienen hat das Volk während der Überwinterung verloren. Volksstärke und Boniturbedingungen sind u.a. auch vom Zeitpunkt der Bonitur und den jeweils vorherrschenden Witterungsbedingungen abhängig. Je später im Frühjahr die Bonitur erfolgt, desto größer ist im Normalfall der Quotient. Bedingt durch Kälteeinbrüche ist es allerdings nicht immer möglich, die Bonitur exakt zur selben Zeit durchzuführen. Deshalb wird zur besseren Vergleichbarkeit der Daten als spätester Termin für die Frühjahrsbonitur der phänologisch definierte Zeitpunkt *3 Wochen nach Beginn der Salweidenblüte* festgesetzt.

2.1.2. Probenahme

Die Probenahme im Frühjahr erfolgte spätestens 3 Wochen nach Beginn der Salweidenblüte, im Sommer zwischen dem 20. Juni und dem 20. Juli, bevorzugt jedoch in der 1. Julihälfte und

die Herbstbeprobung fand ab dem 1. Oktober statt. Die Art der genommenen Proben zu den verschiedenen Zeitpunkten ist in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Probenahmen bei Standbesuchen.

	Frühjahr	Ende Mai ¹	Sommer	Herbst
Bienen	x		x	x
Bienenbrot		x ¹	x ¹	
Futterkranz				x
Honig		x ¹	x ¹	x ¹

¹ wenn vorhanden, Probenahme durch Imker

Bienenprobe: Für die Bienenprobe wurden ca. 300 lebende Bienen aus der oberen besetzten Zarge von der ersten ausreichend besetzten Wabe (vom Rand) entnommen, eingefroren und bis zur weiteren Untersuchung (siehe 2.2) tiefgekühlt aufbewahrt.

Bienenbrot: Wabenstücke mit insgesamt 50 g Bienenbrot wurden aus mindestens 3 Völkern ausgeschnitten. Davon wurde eine Mischprobe von 15 g Bienenbrot erstellt und eingefroren. Ein kleiner Teil der Poolprobe wurde für die Pollenanalyse verwendet, der Rest gekühlt an die LUFA Speyer zur Untersuchung auf Rückstände eingeschickt.

Futterkranz: 2 Sammelproben von je 5 Völkern mit 50 – 100 g Futteranteil wurden für die Untersuchung auf Sporen der Amerikanischen Faulbrut entnommen.

2.2. Krankheitsuntersuchungen

2.2.1. Bestimmung des Varroabefalls

Von jedem Monitoringvolk wurden Sommer- und Herbst-Bienenproben untersucht. Zum Teil wurden auch Bienenproben aus dem Frühjahr auf den Varroabefall untersucht.

Die Anzahl der Varroamilben (berechnet auf Varroamilben pro 100 Bienen) wurde durch Auswaschen von ca. 200-300 Bienen oder bei kleiner Stichprobe durch makroskopische Suche nach Varroamilben an der Bauchseite der Bienen ermittelt.

2.2.2. Mikroskopischer Nachweis von *Nosema* spp. und Amöbenzysten

Von jedem Monitoringvolk wurde mindestens die Frühjahrs- und Sommer-Bienenprobe untersucht. Seit Herbst 2013 werden teilweise auch die Herbst-Bienenproben analysiert.

Zur Untersuchung der beiden Pathogene *Nosema* spp. und *Malpighamoeba mellificae* wurde eine Sammelprobe aus 20 Bienen erstellt. Die Hinterleiber bzw. die Därme dieser 20 Bienen wurden nach Zugabe von 1 ml Wasser zunächst zermörsert und anschließend 3 einzelne Tropfen der Suspension auf einen Objektträger gegeben. Der Sporen- bzw. Zystenbefall wurde dann bei 400-facher Vergrößerung lichtmikroskopisch untersucht. Die Einteilung der *Nosema*-Befallsstärke erfolgte nach der Anzahl der Sporenfunde in *kein*, *schwacher* (<20 Sporen), *mittlerer* (20-100 Sporen) und *starker* (>100 Sporen) Befall. Bezüglich der Amöbenzysten erfolgte eine Einteilung in *ja* oder *nein*.

2.2.3. Molekulare Differenzierung von *Nosema* spp.

Je Monitoringbienenstand wurden, sofern vorhanden, 2 *Nosema* spp.-positive Bienenproben vom Frühjahr oder Sommer analysiert. Seit 2013 wurden zusätzlich auch die Herbstproben für die Differenzierung herangezogen.

Die Differenzierung zwischen *N. ceranae* und *N. apis* erfolgte nach einer in der Literatur beschriebenen Methode (Klee et al. 2007; Gisder et al. 2010). Dabei werden zunächst Suspensionen aus Därmen von *Nosema*-positiven Bienen hergestellt, die dann zur DNA-Extraktion verwendet wurden. Die Extraktion der Gesamt-DNA erfolgte mit Hilfe des DNeasy Plant Mini Kits (Qiagen). Für die Differenzierung wurde dann ein konservierter Bereich des 16S rRNA-Gens mit Hilfe des Primer-Paars nos-16S-fw (5_-CGTAGACGCTATTCCCTAAGATT-3_; positions 422 to 444 in GenBank accession no. U97150) und nos-16S-rv (5_-CTCCCAACTATACAGTACACCTCATA-3_; positions 884 to 909 in GenBank accession no. U97150) mittels PCR unter Einsatz von je 5 µl der extrahierten DNA-Lösung amplifiziert; das korrekte Amplikon ist 486 bp lang. Die PCR-Bedingungen waren wie folgt: Initiale Denaturierung für 5 Minuten bei 95°C; 45 Zyklen von 1 Minute bei 95°C, 1 Minute bei 53°C und 1 Minute bei 72°C gefolgt von einer abschließenden Verlängerung bei 72°C für 4 Minuten. Die Amplikons (5 µl der RT-PCR-Reaktion) wurden in einem 1%-igen Agarosegel aufgetrennt und nach Färbung mit Ethidiumbromid unter UV-Licht evaluiert. Die Amplikons im restlichen Volumen der PCR-Reaktion wurden anschließend zwei Restriktionsverdau (37°C für 3 Stunden) unterzogen; ein Restriktionsverdau erfolgte mit den Enzymen *MspI* / *PacI* (Nachweis von *N. ceranae*), der andere mit den Enzymen *MspI* / *NdeI* (Nachweis von *N. apis*). Die Restriktionsfragmente des amplifizierten Abschnitts des 16S rRNA-Gens wurden in einem 3%-igen NuSieve-Agarosegel aufgetrennt und nach Färbung mit Ethidiumbromid unter UV-Licht evaluiert. Die Einteilung erfolgt dann über die Art-

spezifischen Fragmente. Bei *N. apis* entstehen u. a. zwei Fragmente von 131 bp und 91 bp; bei *N. ceranae* sind die entsprechenden Fragmente 118 bp und 97 bp lang.

2.2.4. Mikroskopischer Nachweis von Tracheenmilben (*Acarapis woodi*)

Von der Frühjahrs-Bienenprobe wurden mindestens 20 Bienen je Stand untersucht. Dazu wurden den Bienen mit einer Schere der Kopf abgeschnitten und mit einer Pinzette das erste Beinpaar entfernt. Die Bienen wurden dann auf den Rücken gelegt und die Tracheen unter dem Mikroskop untersucht. Bei Bedarf wurde etwas Wasser zugegeben, um die Tracheen frei zu spülen. Ein starker Befall mit Tracheenmilben kann bereits visuell mit dem bloßen Auge an den dunkel gefärbten Tracheen erkannt werden. Zum Nachweis der adulten Milben bzw. deren Nachkommen müssen die Präparate mikroskopisch bei 40- oder 100-facher Vergrößerung untersucht werden. Werden keine Milben oder deren Nachkommen gefunden lautet das Ergebnis *negativ*, andernfalls *positiv*.

2.2.5. Molekularer Nachweis von Viren

Von der Herbst-Bienenprobe wurden 5 Proben je Monitoringbienenstand untersucht. Jeweils 10 Bienen pro Probe wurden Köpfe und Thorax abgeschnitten und jeweils die Gesamt-RNA für den Viren-Nachweis extrahiert (QiaShredder, Qiagen RNeasy RNA Extraktions-Kit). Alle Proben wurden auf das Akute Bienenparalyse-Virus (ABPV), das Flügeldeformations-Virus (DWV =Deformed Wing Virus), das Sackbrut-Virus (SBV) und das Chronische Bienenparalyse-Virus (CBPV) untersucht. Bei Bedarf wurde zusätzlich auf das Schwarze Königinnenzellen-Virus (BQCV), das Kashmir-Bienen-Virus (KBV) und das Israelische Akute Bienenparalyse-Virus (IABPV) untersucht. Der Nachweis erfolgte jeweils in einzelnen Reaktionen mittels one-step-RT-PCR unter Verwendung etablierter, in der Literatur beschriebener Primer-Paare (ABPV siehe Bakonyi et al. 2002; DWV siehe Genersch 2005; SBV siehe Yue et al. 2006; CBPV siehe Blanchard et al. 2008). Die PCR-Bedingungen waren wie folgt: 30 Minuten bei 50°C, 15 Minuten bei 95°C, gefolgt von 35 Zyklen mit 30 Sekunden bei 94°C, 30 Sekunden bei der optimalen Anlagerungstemperatur der jeweiligen Primer-Paare (ABPV 49,5°C; DWV 52,0°C; SBV 52,0°C; CBPV 55,0°C), 30 Sekunden bei 72°C gefolgt von einer abschließenden Verlängerung von 10 Minuten bei 72°C. Anschließend wurden 5 µl der RT-PCR-Reaktion in einem 1%-igen Agarosegel aufgetrennt und nach Färbung mit Ethidiumbromid unter UV-Licht evaluiert. Eine Korrelation zwischen der elektrophoretischen Mobilität der Amplikons und deren erwarteter Größe gilt als spezifischer Nachweis; die Spezifität der Amplikons wurde außerdem immer wieder anhand der Sequenzierung (Eurofins MWG) zufällig ausgewählter Amplikons überprüft.

2.2.6. Nachweis des Erregers der Amerikanischen Faulbrut, *Paenibacillus larvae*

Von der Herbst-Futterkranzprobenziehung wurden 2 Proben aus in der Regel jeweils fünf Völkern je Monitoringbienenstand untersucht. Der Nachweis von Sporen des Erregers der Amerikanischen Faulbrut, *Paenibacillus larvae*, erfolgte im Wesentlichen nach den im OIE-Manual (Manual of diagnostic tests and vaccines for terrestrial animals) beschriebenen Methoden. Der Futterkranzhonig wurde 1:1 mit Wasser gemischt und unter Rühren homogenisiert. Durch anschließende Erhitzung im Wasserbad über 6 Minuten auf 90°C erfolgte die Aktivierung der *P. larvae*-Sporen und teilweise eine Inaktivierung störender Begleitkeime. Nach Abkühlen der Lösung wurden auf 3 Agarplatten (Columbia-Schafblutagar, Oxoid) jeweils 200 µl der Lösung ausplattiert. Das Auskeimen der Sporen und Wachsen der Bakterienkolonien erfolgte durch Inkubation der Platten bei 37°C für insgesamt 6 Tage. Wachsen zu viele Begleitkeime, wurde ein neuer 3-facher Ansatz mit einer 1:5 bzw. 1:10 und evtl. noch einer mit einer 1:50 verdünnten Probe angesetzt. Nach 6 Tagen wurden verdächtige Kolonien mit 3% H₂O₂ auf fehlende Katalase-Aktivität getestet. Zum Test auf die Entstehung von Geißelzöpfen bei der Sporulation wurden Schrägagar-Röhrchen mit Katalase-negativen Kolonien angeimpft und für bis zu 1 Woche bei 37°C inkubiert; die Kulturen/Kulturpellets wurden regelmäßig auf Geißelzöpfe überprüft. Aus verdächtigen Kolonien kann bei Bedarf die DNA extrahiert und mittels *P. larvae*-spezifischer PCR die Identität der Bakterien zweifelsfrei bestimmt werden (Kilwinski et al. 2004; Genersch et al. 2006).

2.2.7. Untersuchung auf Milbenbefall mit *Tropilaelaps* spp.

Von jedem Monitoringvolk wurden Sommer- und Herbst-Bienenproben auf Milben der Gattung *Tropilaelaps* untersucht. Die Untersuchung erfolgte zusammen mit der Varroauntersuchung durch Auswaschen der Bienenproben (vgl. 2.2.1). Durch Verwendung einer Grob-Feinsieb-Kombination können die Milben von den Bienen getrennt werden und ein Befall wäre so leicht erkennbar.

2.2.8. Untersuchung auf Befall mit dem Kleinen Beutenkäfer, *Aethina tumida*

Bei den Bonituren im Frühjahr, Sommer und Herbst (vgl. 2.1.1) wurde bei der Erfassung von Volksstärke und Zustand der Völker auf das Vorkommen adulter Käfer und auf Schadsuren eines möglichen Befalls mit *A. tumida* geachtet. Zusätzlich wurden zwischen der Sommer- und Herbstbonitur auf freiwilliger Basis für einen Zeitraum von mind. 4 Wochen ölgefüllte Käferfallen (*Better Beetle Blaster*TM, Abbildung 4) in die Monitoringvölker eingelegt und anschließend ausgewertet.



Abbildung 4 Better Beetle Blaster™ zur Kontrolle von *A. tumida*.

2.3. Mikroskopische Pollenanalysen

Die mikroskopische Pollenanalyse des Bienenbrots und der Honige wurde in den Instituten Celle, Hohenheim, Hohen Neuendorf, Mayen und Veitshöchheim nach DIN 10760 (Honig) resp. in Anlehnung an DIN 10760 (Bienenbrot) durchgeführt.

2.4. Rückstandsanalysen in Bienenbrot

Die Rückstandsanalysen wurden von der LUFA Speyer (akkreditiert nach ISO 17025, D-PL-14609-01-00) durchgeführt. Die Analytik basiert auf der offiziellen §64-Multimethode L00.00-115, der sogenannten QUECHERS-Methode, die allgemeiner Standard in der Lebensmittelanalytik ist. Dabei wird eine validierte, modulare Multimethode (LC-MS/MS, GC-MS) eingesetzt, mit der 455 Wirkstoffe resp. deren Metaboliten nachweisbar sind. Aufgrund der hohen Komplexität der Matrix Bienenbrot waren zusätzliche Reinigungsschritte notwendig. Nach der Extraktreinigung mittels C₁₈ und Aminopropyl/Graphit-SPE wurde die Analyse mit GC-MS und LC-MS/MS durchgeführt. Die Methode wurde validiert und regelmäßig überprüft. Es wurden dabei durchschnittliche Wiederfindungsraten von 85% und eine durchschnittliche Inter-Day-Precision von 12% erreicht. Die Bestimmungsgrenzen (LOQ = sicher quantifizierbare Mengen) liegen je nach Substanz bei 3 (193 Substanzen, darunter die Neonikotinoide), 5 (N=240), 10 (N=14), 15 (N=6) und 30 µg/kg (N=2), die Nachweisgrenzen (LOD = detektiert, aber nicht quantifizierbar) entsprechend niedriger (1, 2, 3, 5 resp. 10 µg/kg).

Die Bienenbrotproben kamen vorhomogenisiert in ca. 5 – 50 g Portionen bei der LUFA an. Die Proben wurden für die Entnahme einer repräsentativen Teilprobe von 5 g homogenisiert. 5 g Probe wurden in ein Zentrifugenglas eingewogen, interne Standards zugegeben, mit 15 ml Wasser und 15 ml Acetonitril versetzt und 20 min auf dem Horizontalschüttler intensiv geschüttelt. Es wurden 1,5 g NaCl, 6 g wasserfreies MgSO₄, 0,75 g Dinatriumhydrogencitrat

Sesquihydrat und 1,5 g Trinatriumcitrat Dihydrat zugegeben und nochmals 2 min intensiv geschüttelt. Danach wurde zentrifugiert und der Überstand dekantiert.

Zur organischen Phase wurden 0,5 g MgSO₄ zugegeben und nach 1 min intensiven Schüttelns wurde der Extrakt zentrifugiert. Ein Aliquot von 9,99 ml wurde einrotiert und in 3,33 ml Acetonitril aufgenommen. Es wurden 1 g C₁₈-modifiziertes Kieselgel, 200 mg MgSO₄, 350 mg PSA (Primär-Sekundäramin-modifiziertes Kieselgel) und 40 mg Graphit zugegeben, 1 min geschüttelt und anschließend zentrifugiert. Daraus wurde je ein Aliquot mit der GC/MS und LC-MS/MS analysiert. Die Konzentration der Probe in dem Extrakt beträgt damit 1 g/ml.

3. Ergebnisse

3.1. Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse des Untersuchungszeitraumes 2018/2019 dargestellt und mit den entsprechenden Ergebnissen des DeBiMo aus den Vorjahren verglichen.

3.1.1. Honigerträge

Das Frühjahr 2019 zeigte erhebliche Unterschiede gegenüber dem Vorjahr. Während der Frühling 2018 kalt begann und sich anschließend zum zweitwärmsten seit Beginn der Temperaturlaufzeichnung entwickelte, fielen die Temperaturkontraste 2019 geringer aus. Jedoch war der März in weiten Teilen des Landes von Stürmen geprägt, gefolgt von einer Trockenheit im April und erneut kühleren Temperaturen im Mai. Trachten wie der Raps konnten deshalb vielerorts nicht genutzt werden und bei mangelnden Futterkontrollen bestand sogar die Gefahr, dass Völker verhungerten. Die Trockenheit setzte sich im Sommer fort, begleitet von Hitzewellen und Temperaturrekorden. In einigen Bundesländern waren die Bodenfeuchten noch nie so niedrig seit dem Beginn der Messungen 1961. Infolgedessen fielen das Nektarangebot und damit auch die Blütenhonigernte vielerorts sehr gering aus. Dennoch konnten regional teils gute Honigerträge erzielt werden.

Tabelle 2: Honigerträge 2019 im Vergleich mit den Vorjahren in kg.

2019	Anzahl Imkereien	Durchschnittsertrag pro Volk	Streubreite
Celle	15	47,3	17-91
FLI-Riems	3	44,8	35-59
Hohenheim	19	14,9	3-35
Hohen Neuendorf	25	39,3	16-70
Kirchhain	12	37,3	15-75
Mayen	13	37,7	7-100
Veitshöchheim	20	33,7	9-82
gesamt 2019*	107	34,8	3-100
<i>2018*</i>	<i>106</i>	<i>40,9</i>	<i>5-98</i>
<i>2017*</i>	<i>106</i>	<i>42,1</i>	<i>8-105</i>
<i>2016*</i>	<i>106</i>	<i>37,8</i>	<i>4-128</i>
<i>2015*</i>	<i>102</i>	<i>42,5</i>	<i>13-125</i>
<i>2014*</i>	<i>107</i>	<i>33,6</i>	<i>0-155</i>
<i>2013*</i>	<i>101</i>	<i>38,8</i>	<i>2-101</i>
<i>2012*</i>	<i>110</i>	<i>32,3</i>	<i>0-114</i>
<i>2011*</i>	<i>105</i>	<i>52,6</i>	<i>10-145</i>
<i>2010*</i>	<i>98</i>	<i>47,5</i>	<i>0-112</i>

* errechnet aus Mittelwerten der Imkereien

Im Durchschnitt lagen die Honigerträge der teilnehmenden Imkereien im Jahr 2019 bei 34,8 kg pro Volk (Tabelle 2) – und damit geringer als in den beiden Vorjahren. Die Honigernten der einzelnen Imker reichten dabei von durchschnittlich 3 bis 100 kg pro Volk. Die niedrigsten Ernten gab es im Südwesten Deutschlands. So ernteten die von Hohenheim betreuten Imker mit 14,9 kg pro Volk am wenigsten Honig, wohingegen die Ernten im Norden bei den von Celle betreuten Imkern mit durchschnittlich 47,3 kg pro Volk am höchsten ausfielen.

3.1.2. Mikroskopische Pollenanalyse von Honig

Von den im Jahr 2019 geernteten Honigen wurden insgesamt 200 Honige einer Sortenbestimmung unterzogen. Davon konnten 192 in Sortenhonige unterteilt und deren Anteile an Raps-, Mais- und Sonnenblumenpollen bestimmt werden (Tabelle 3).

Der Anteil der Rapshonige lag mit 6,3% noch einmal niedriger als im Vorjahr und ist seit 2010 der bislang niedrigste Anteil an Rapshonigen. Der Rapspollenanteil aller Honige lag bei 39,5% und damit etwas höher als im Vorjahr. Die höchsten Rapspollenanteile zeigten erwartungsgemäß die Rapshonige mit 89,3%, den zweithöchsten Wert zeigten die Frühtrachthonige mit durchschnittlich 58,5%. Bezogen auf alle untersuchten Honige lagen die Anteile an Maispollen- und Sonnenblumenpollen jeweils bei durchschnittlich 0,07%.

Tabelle 3: Sorteneinteilung und Anteil der Raps-, Mais- und Sonnenblumenpollen der Honige 2019.

Sorten 2019	Honige [N]	Honige [%]	mittlerer Pollenanteil [%]		
			Raps	Mais	Sonnenblume
Blüte	43	22,4	37,4	0,00	0,01
Edelkastanie	1	0,5	0,00	0,00	0,00
Frühtracht	46	24,0	58,5	0,11	0,04
Honigtauhonig	5	2,6	19,5	0,00	0,00
Linde	4	2,1	13,3	0,00	0,00
Raps	12	6,3	89,3	0,02	0,00
Sonnenblume	2	1,0	9,6	0,00	0,00
Sommertracht	60	31,3	25,1	0,09	0,17
Wald- und Blüte	8	4,2	27,2	0,13	0,00
Waldhonig	11	5,7	29,8	0,09	0,00
2019	192	100	39,5	0,07	0,07
2018	212		39,3	0,06	0,03
2017	214		46,1	0,06	0,16
2016	223		44,1	0,49	0,02
2015	219		37,7	0,03	0,01
2014	190		45,3	0,05	0,24

Von den 192 Sortenhonigen lag die Zahl der reinen Nektarhonige bei 168 Honigen. Bezogen auf diese 168 Nektarhonige machten die Rapshonige ebenfalls nur einen geringen Anteil von 6,3 % aus (Tabelle 4). Dieser Wert ist seit 2010 der niedrigste. Ein Grund hierfür könnte der Witterungsverlauf im Frühjahr 2019 sein. Vielerorts war es während der Rapsblüte so kalt, dass die Völker den Raps nicht als Nahrungsquelle nutzen konnten und erst wieder Nektar sammelten, als die Rapsblüte bereits vorbei war.

Tabelle 4: Anteil der Rapshonige 2010-2019.

Jahr	Honige [N]	Anteil Rapshonige [%]	Nektarhonige [n]	Anteil Rapshonige [%]
2019	192	6,3	168	6,3
2018	212	8,5	132	13,6
2017	214	18,7	107	37,4
2016	223	13,5	128	23,4
2015	219	13,7	111	27,0
2014	190	21,1	122	32,8
2013	195	8,7	106	16,0
2012	181	16,6	126	23,8
2011	245	12,6	138	21,7
2010	233	15,0	129	27,1

3.1.3. Winterverluste

Insgesamt liegen für die Überwinterung 2018/2019 Datensätze von 1.112 Monitoringvölkern vor. Von diesen 1.112 im Herbst 2018 eingewinterten Völkern lebten im Frühjahr 2019 noch 984 Völker. Die Verlustrate liegt dabei mit 11,5% um 1,1 % niedriger als im Vorjahr (Tabelle 5).

Die durchschnittlichen Verlustraten der von den Instituten betreuten Imker waren sehr unterschiedlich und reichten von 1,7 % bei Kirchhain bis 18,1% bei Veitshöchheim. Bei den einzelnen Imkern reichten die Verlustraten teils bis 100 %, andere hatten wiederum keinerlei Verluste von Monitoringvölkern zu beklagen.

Im aktuellen Projektzeitraum 2017-2019 lag der prozentuale Winterverlust der drei Jahre im Durchschnitt bei 12,9% und ist somit, im Vergleich zum vorigen Projektzeitraum, um 4,4% gestiegen.

Tabelle 5: Winterverluste 2018/2019 bezogen auf die Monitoring-Völker im Vergleich mit den Vorjahren (N = 1.036 - 1.131).

2018/2019	Völker im Herbst	Völker im Frühjahr	Verlust [%]	Streubreite [%]
Celle	150	140	6,7	0 - 40
FLI-Riems	28	23	17,9	10 - 30
Hohenheim	190	176	7,4	0 - 50
Hohen Neuendorf	245	201	18,0	0 – 100
Kirchhain	120	118	1,7	0 - 10
Mayen	158	145	8,2	0 – 100
Veitshöchheim	221	181	18,1	0 – 100
gesamt 2018/2019*	1.112	984	11,5	0 - 100
<i>2017/2018*</i>	<i>1.052</i>	<i>919</i>	<i>12,6</i>	<i>0 - 100</i>
<i>2016/2017*</i>	<i>1.081</i>	<i>923</i>	<i>14,6</i>	<i>0 - 100</i>
<i>2015/2016*</i>	<i>1.044</i>	<i>981</i>	<i>6,0</i>	<i>0 - 100</i>
<i>2014/2015*</i>	<i>1.036</i>	<i>881</i>	<i>15,0</i>	<i>0 - 100</i>
<i>2013/2014*</i>	<i>1.044</i>	<i>996</i>	<i>4,6</i>	<i>0 - 85,7</i>
<i>2012/2013*</i>	<i>1.113</i>	<i>966</i>	<i>13,3</i>	<i>0 - 90,0</i>
<i>2011/2012*</i>	<i>1.106</i>	<i>959</i>	<i>13,3</i>	<i>0 - 90,0</i>
<i>2010/2011*</i>	<i>1.131</i>	<i>1019</i>	<i>9,9</i>	<i>0 - 100</i>
<i>2009/2010*</i>	<i>1.115</i>	<i>964</i>	<i>13,5</i>	<i>0 - 60,0</i>

* errechnet aus Völkerzahl

Tabelle 6: Winterverluste bezogen auf alle Völker der Monitoringimker 2018/2019 im Vergleich mit den Vorjahren (N = 4.999 - 6.753).

2017/2018	Völker im Herbst	Völker im Frühjahr	Verluste [%]	Streubreite [%]	Imkereien ohne Verluste [%]
Celle	609	549	9,9	0-44,8	33,3
FLI-Riems	66	59	10,6	5,3-16,7	0
Hohenheim	925	810	12,4	0-60,0	15,3
Hohen Neuendorf	838	736	12,2	0-86,7	16,7
Kirchhain	897	838	6,6	0-52,4	33,3
Mayen	634	557	12,1	0-92,9	35,7
Veitshöchheim	1046	827	20,9	2-62,0	10,0
gesamt 2018/2019	5.015	4.376	12,7	0 – 92,9	21,5
<i>2017/2018</i>	<i>4.999</i>	<i>4.166</i>	<i>16,7</i>	<i>0 - 77,2</i>	<i>22,4</i>
<i>2016/2017</i>	<i>5.671</i>	<i>4.740</i>	<i>16,4</i>	<i>0 - 100</i>	<i>16,2</i>
<i>2015/2016</i>	<i>5.454</i>	<i>5.061</i>	<i>7,2</i>	<i>0 - 47,8</i>	<i>29,5</i>
<i>2014/2015</i>	<i>5.753</i>	<i>4.911</i>	<i>14,6</i>	<i>0 - 100</i>	<i>11,9</i>
<i>2013/2014</i>	<i>6.342</i>	<i>5.924</i>	<i>6,6</i>	<i>0 - 60,0</i>	<i>31,5</i>
<i>2012/2013</i>	<i>6.359</i>	<i>5.407</i>	<i>15,0</i>	<i>0 – 93,3</i>	<i>15,5</i>
<i>2011/2012</i>	<i>6.173</i>	<i>5.405</i>	<i>12,4</i>	<i>0 – 90,0</i>	<i>18,9</i>
<i>2010/2011</i>	<i>6.753</i>	<i>6.038</i>	<i>10,6</i>	<i>0 - 100,0</i>	<i>24,1</i>
<i>2009/2010</i>	<i>6.315</i>	<i>5.504</i>	<i>12,8</i>	<i>0 - 100,0</i>	<i>24,5</i>

* errechnet aus Völkerzahl

Neben den Projektvölkern der Monitoringimker, wurde auch in diesem Jahr zusätzlich der Gesamtvölkerbestand erfasst. Insgesamt winternten die Monitoringimker 5.015 Bienenvölker im Herbst 2018 ein, von denen 4.376 den Winter überlebten (Tabelle 6). Die daraus berechnete Verlustrate von 12,7% lag damit um 4% niedriger als in den beiden Vorjahren und um 1% höher als die durchschnittliche Verlustrate der Monitoringvölker von 11,7%. Die Verlustraten einzelner Imkereien reichten dabei von 0 bis 92,9%. Der durchschnittliche prozentuale Anteil verlustfreier Imkereien lag bei 21,5% und ist negativ korreliert zur Höhe der Winterverluste (Abbildung 5).

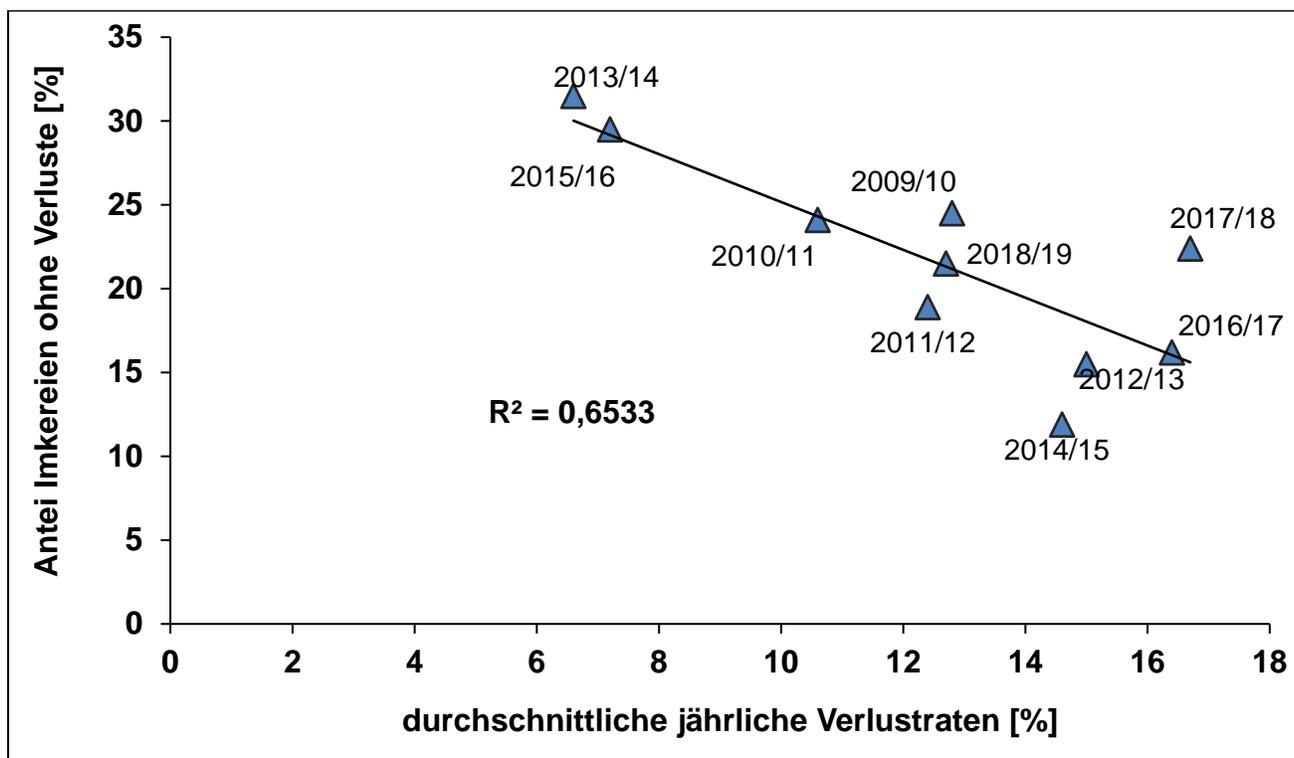


Abbildung 5: Anteil der Imkereien ohne Winterverluste im Verhältnis zu den durchschnittlichen Winterverlustraten aller Völker der Monitoringimkereien (N = 4.999 - 6.753).

Im Vergleich mit den vorherigen Winterverlustraten, bezogen auf alle Völker, die von den Monitoringimkern geführt werden, ist der Wert 2018/2019 geringer als in den ersten beiden Jahren des Projektzeitraums und ähnlich hoch wie zuletzt im Jahr 2011/2012. Jedoch liegt er weiterhin, wenn auch nur knapp, über dem Durchschnitt von 11,7% ($\pm 3,5\%$) (Tabelle 7).

Trotz allem sind die Verluste als moderat einzuschätzen und liegen auch weiterhin deutlich unter den 30%, die im Winter 2002/2003 auftraten und zum Start des DeBiMo führten (Abbildung 6). Der Trend zu einer zweijährigen Periodik von höheren bzw. niedrigeren Verlusten, die zwischen 2004 und 2011 und zwischen 2012 und 2017 sichtbar war, scheint nun durch die niedrigeren Verlustraten von 2018/2019 wieder aufgenommen zu werden. Die zunehmend stärkeren Differenzen zwischen den abwechselnd hohen und niedrigen Verlusten, die in den Jahren 2012 bis 2017 beobachtet werden konnten, haben sich dagegen wieder reduziert.

Tabelle 7: Übersicht der Winterverluste bezogen auf alle Völker der Monitoringimker 2004 – 2019

	Anzahl Völker im Herbst	Anzahl Völker im Frühjahr	Winterverluste [%]
2018/19	5.015	4.376	12,7
2017/18	4.999	4.166	16,7
2016/17	5.671	4.740	16,4
2015/16	5.454	5.061	7,2
2014/15	5.753	4.911	14,6
2013/14	6.342	5.924	6,6
2012/13	6.359	5.407	15,0
2011/12	6.173	5.405	12,4
2010/11	6.753	6.038	10,6
2009/10	6.315	5.504	12,8
2008/09	5.569	5.198	6,7
2007/08	7.187	6.267	12,8
2006/07	7.013	6.244	11,0
2005/06	7.168	6.226	13,1
2004/05	7.240	6.764	6,6
		Durchschnittswert*	11,7
		<i>Standardabweichung</i>	$\pm 3,5$

* errechnet aus den Mittelwerten

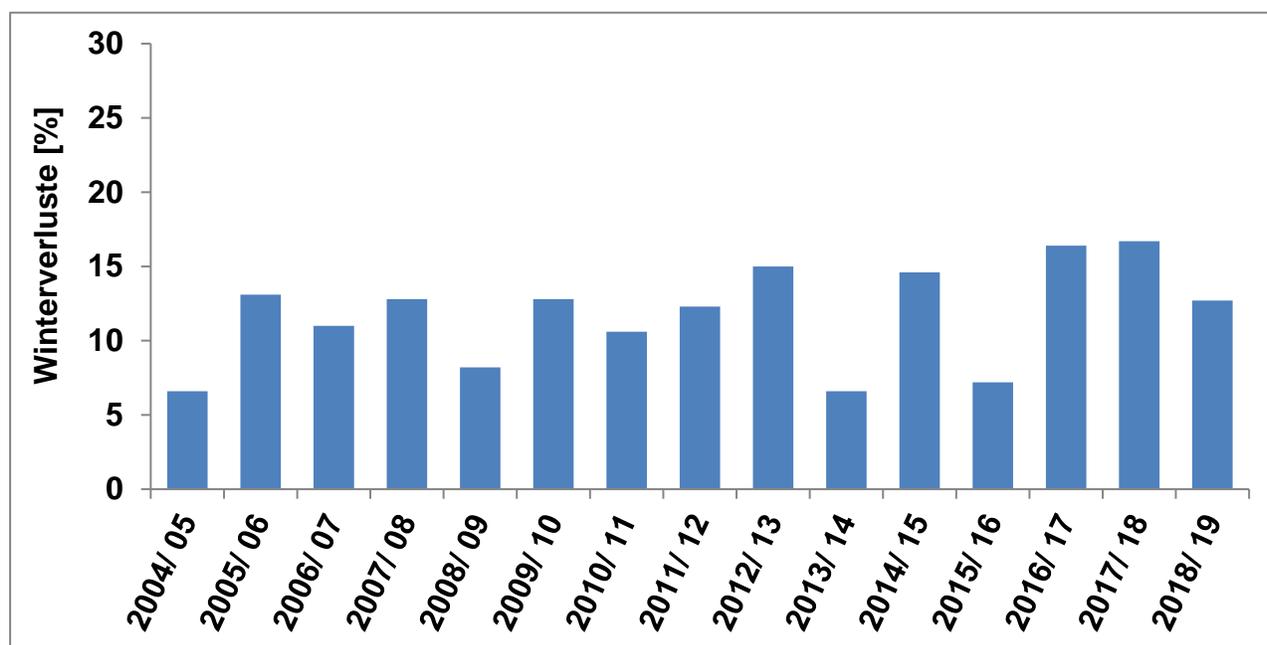


Abbildung 6: Winterverluste aller Völker (4.999-7.187) der Monitoring-Imkereien 2004-2019.

3.1.4. Überwinterungsquotient

Der aus Ein- und Auswinterungsstärke berechnete Überwinterungsquotient der 984 überlebenden Völkern lag 2018/2019 bei 0,92. Die Völker winternten somit im Frühjahr 2019 durchschnittlich etwas stärker aus als in den Jahren davor, obwohl im Vergleich zum Vorjahr die Volksstärken sogar im Mittel zwei Wochen früher erfasst wurden (Tabelle 8).

Anhand der Daten sind aber auch regionale Unterschiede zu beobachten. So winternten in Kalenderwoche 14,0 die Völker vom Friedrich-Loeffler-Institut mit einem Überwinterungsquotient von durchschnittlich 0,67 deutlich schwächer aus, als die Völker, die vom Institut in Mayen in derselben Woche bonitiert wurden. Diese hatten, ebenso wie die Völker aus Celle, sogar einen Überwinterungsquotient größer 1 und wiesen somit bereits ein Wachstum auf.

Tabelle 8: Überwinterungsquotient: Auswinterungsstärke / Einwinterungsstärke der überlebenden Monitoringvölker im Oktober.

2018/2019	Anzahl überlebender Völker	ÜQ* überlebender Völker	Winterverluste [%]	KW der Erfassung der Auswinterungsstärke (MW)
Celle	140	1,08	6,7	13,5
FLI-Riems	27	0,67	3,6	14,0
Hohenheim	176	0,96	7,4	12,7
Hohen Neuendorf	201	0,79	18,0	13,5
Kirchhain	118	0,93	1,7	12,7
Mayen	145	1,02	8,2	14,1
Veitshöchheim	181	0,85	18,1	14,0
gesamt 2018/2019	984	0,92	11,5	13,5
2017/2018	919	0,83	12,6	15,3
2016/2017	923	0,85	14,6	13,3
2015/2016	981	0,85	6,0	13,7
2014/2015	881	0,78	15,0	13,6
2013/2014	996	1,04	4,6	13,2
2012/2013	966	0,83	13,3	15,3
2011/2012	959	0,78	13,3	12,4
2010/2011	1.019	0,78	9,9	12,6
2009/2010	1.115	0,71	13,5	13,5

* errechnet aus Völkerzahl; KW = Kalenderwoche

Abbildung 7 zeigt den Zusammenhang des Überwinterungsquotienten überlebender Völker mit den durchschnittlichen Verlustraten: Im Schnitt winternten Völker in Jahren mit höheren Winterverlusten schwächer aus als in Jahren mit geringeren ($R^2=0,4336$). Dieser Zusammenhang bestätigt, dass es Winterhalbjahre gibt, in denen die Bienenvölker insgesamt

mehr Bienen verlieren. Das Jahr 2018/2019 liegt mit einer moderaten Winterverlustrate zwar im oberen Bereich, weicht jedoch mit dem verhältnismäßig hohen Überwinterungsquotienten stark von der Regressionskurve ab.

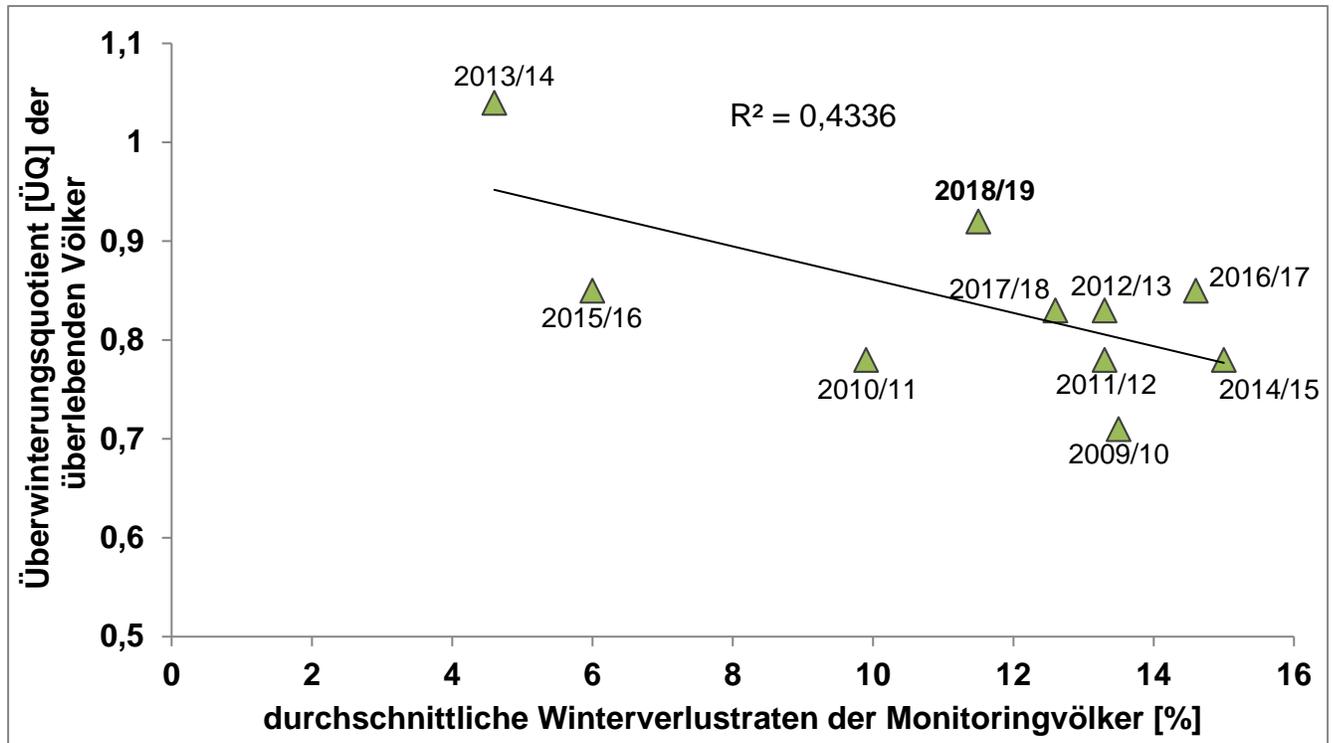


Abbildung 7: Überwinterungsquotient der überlebenden Völker im Verhältnis zu den durchschnittlichen Winterverlustraten aller Monitoringvölker.

3.1.5. Bienenkrankheiten

3.1.5.1. Varroabefall

Der Befall mit Varroamilben wurde anhand der genommenen Bienenproben bei den jeweiligen Standbesuchen ermittelt. Die Milben wurden dabei je nach Probengröße entweder direkt auf den Bienen gezählt oder aber nach Abwaschen von den Bienen. Da davon ausgegangen werden kann, dass Bienenvölker zu keinem Zeitpunkt im Jahr vollständig milbenfrei sind, bedeutet ein ermittelter Befall von „Null“ daher nicht, dass keine Varroamilben im Volk vorhanden sind, sondern lediglich, dass in der untersuchten Bienenprobe keine Milben gefunden wurden und der Befall mithin unterhalb der Nachweisgrenze der gewählten Methode lag.

In Tabelle 9 bis Tabelle 12 sind die Daten aller untersuchten Bienenproben im Herbst 2018 und 2019 dargestellt. Für die Betrachtung des Varroabefalls in Bezug auf den Überwinterungserfolg wurden jedoch nur diejenigen Herbstproben herangezogen, zu denen

auch Auswinterungsdaten zur Verfügung standen. Sind Imker beispielsweise über den Winter aus dem DeBiMo-Projekt ausgetreten und sind somit keine Frühjahrsdaten verfügbar, wurden die bereits erhobenen Herbstdaten nicht in die Kalkulation miteinbezogen. Die Völkerzahlen weisen daher je nach Kontext geringe Unterschiede in der Anzahl auf.

Herbst 2018

Die durchschnittliche Varroabelastung der 1.112 im Herbst 2018 gezogenen Proben betrug 3,9 Milben pro 100 Bienen (Tabelle 9). Damit war der mittlere Befall um 0,6 Milben höher als im Vorjahr. Die durchschnittliche Milbenbelastung war regional unterschiedlich: am geringsten war sie in Veitshöchheim mit 2,4 Milben pro 100 Bienen und reichte bis 5,9 Milben pro 100 Bienen in Hohen Neuendorf. Die Streubreite fiel mit einem Minimum von 0 bis maximal 124,7 Milben pro 100 Bienen wieder deutlich höher aus als im Vorjahr, wobei auch hier der höchste Wert von einem Imker aus Hohen Neuendorf stammt. Dieser Imker hatte im Herbst 2018 bei allen seinen bei der Herbstbonitur noch lebenden sieben Völkern einen erhöhten Varroabefall mit im Schnitt 66,3 Milben pro 100 Bienen, wodurch er diese sieben Völker auch über den Winter verlor.

Tabelle 9: Varroabefallsgrad im Herbst 2018 im Vergleich mit den Vorjahren.

2018	Anzahl Völker	Varroa /100 Bienen*	Streubreite
Celle	150	5,0	0 - 47,9
FLI-Riems	30	3,8	0 - 35,9
Hohenheim	190	3,0	0 - 43,0
Hohen Neuendorf	245	5,9	0 - 124,7
Kirchhain	120	5,3	0 - 57,6
Mayen	156	3,3	0 - 91,7
Veitshöchheim	221	2,4	0 - 46,3
gesamt 2018	1.112	3,9	0 - 124,7
<i>2017</i>	<i>1.071</i>	<i>3,3</i>	<i>0 - 56,1</i>
<i>2016</i>	<i>1.101</i>	<i>4,9</i>	<i>0 - 190,9</i>
<i>2015</i>	<i>1.066</i>	<i>2,6</i>	<i>0 - 48,2</i>
<i>2014</i>	<i>1.036</i>	<i>5,2</i>	<i>0 - 139,2</i>
<i>2013</i>	<i>1.043</i>	<i>3,6</i>	<i>0 - 80,0</i>
<i>2012</i>	<i>1.105</i>	<i>5,3</i>	<i>0 - 71,0</i>
<i>2011</i>	<i>1.088</i>	<i>5,1</i>	<i>0 - 94,9</i>
<i>2010</i>	<i>1.128</i>	<i>4,3</i>	<i>0 - 323</i>
<i>2009</i>	<i>1.039</i>	<i>5,1</i>	<i>0 - 114,0</i>

* errechnet aus Völkerzahl

Frühjahr 2019

Im Frühjahr 2019 lag der durchschnittliche Befallsgrad der insgesamt 1.082 genommenen Proben bei 0,2 Milben pro 100 Bienen und entspricht damit dem Wert aus dem letzten Jahr (Tabelle 10). Während die Streubreite im Frühjahr 2018 mit 0 bis 6,7 Milben pro 100 Bienen sehr gering war, gab es 2019 jedoch eine Probe, die bereits einen Befallsgrad von 63,9% aufwies.

Tabelle 10: Varroabefallsgrad im Frühjahr 2019.

2019	Anzahl Völker	Varroa /100 Bienen*	Streubreite
Celle	150	0,2	0 – 3,6
FLI-Riems	28	0,2	0 – 2,0
Hohenheim	183	0,2	0 – 12,0
Hohen Neuendorf	236	0,3	0 – 8,1
Kirchhain	118	0,2	0 - 4,2
Mayen	159	0,1	0 - 1,4
Veitshöchheim	208	0,4	0 - 63,9
gesamt 2019	1.082	0,2	0 - 63,9
<i>2018</i>	<i>907</i>	<i>0,2</i>	<i>0 - 6,7</i>
<i>2017</i>	<i>705</i>	<i>0,3</i>	<i>0-21,3</i>

* errechnet aus Völkerzahl

Tabelle 11: Varroabefallsgrad im Sommer 2019.

2019	Anzahl Völker	Varroa /100 Bienen*	Streubreite
Celle	150	1,2	0 – 10,1
FLI-Riems	30	2,2	0 – 10,2
Hohenheim	188	1,7	0 - 22,4
Hohen Neuendorf	250	0,6	0 - 12,7
Kirchhain	116	2,7	0 – 25,3
Mayen	159	0,8	0 – 11,0
Veitshöchheim	202	0,7	0 – 8,1
gesamt 2019	1.095	1,2	0 – 25,3
<i>2018</i>	<i>1.060</i>	<i>1,0</i>	<i>0 - 43,6</i>
<i>2017</i>	<i>1.051</i>	<i>0,8</i>	<i>0 - 63,1</i>
<i>2016</i>	<i>1.044</i>	<i>1,3</i>	<i>0 - 35,1</i>
<i>2015</i>	<i>1.045</i>	<i>0,6</i>	<i>0 - 17,7</i>
<i>2014</i>	<i>1.057</i>	<i>2,5</i>	<i>0 - 60,3</i>
<i>2013</i>	<i>955</i>	<i>0,8</i>	<i>0 - 32,3</i>
<i>2012</i>	<i>1.075</i>	<i>1,2</i>	<i>0 - 27,8</i>
<i>2011</i>	<i>1.008</i>	<i>1,7</i>	<i>0 - 105</i>
<i>2010</i>	<i>1.070</i>	<i>1,0</i>	<i>0 - 47,8</i>

* errechnet aus Völkerzahl

Sommer 2019

Im Sommer 2019 lag die durchschnittliche Varroabelastung der 1.095 Monitoringvölker mit 1,2 Milben pro 100 Bienen wieder höher als im Sommer 2018 und setzt somit den Anstieg der letzten zwei Jahre fort (Tabelle 11). Das Maximum der Sommerprobe mit 25,3 Milben pro 100 Bienen ist dagegen fast nur halb so hoch wie im Sommer 2018. Der von Kirchhain betreute Imker, dessen Sommerprobe dieses Maximum aufwies, hatte im Durchschnitt einen Varroabefall von 5,8% und das stark befallene Volk scheint eher ein Ausreißer zu sein.

Herbst 2019

Die durchschnittliche Varroabelastung im Herbst 2019 war mit 3,8 Milben pro 100 Bienen vergleichbar hoch wie im Vorjahr und auch wie im Herbst 2017 (Tabelle 12). Somit lagen die Befallsgrade des aktuellen Projektzeitraums sehr nah beieinander. Die Proben mancher Bienenstände wiesen im Herbst 2019 aber wieder sehr hohe Maxima auf. Zum Beispiel hatte ein von Celle betreuter Imker ein Volk mit 108,8 Milben pro 100 Bienen. Dieses Volk wies im Sommer einen mäßigen Varroabefall von 2,7 Milben pro 100 Bienen auf und trotz der dreimaligen Ameisensäurebehandlung wuchs die Milbenpopulation stark an. Hier kann es sein, dass ein sehr hoher Varroa-Invasionsdruck dazu geführt hat, dass die Milbenlast so stark anstieg.

Tabelle 12: Varroabefallsgrad im Herbst 2019 im Vergleich mit den Vorjahren.

2019	Anzahl Völker	Varroa /100 Bienen*	Streubreite
Celle	150	6,0	0 – 108,8
FLI-Riems	29	4,6	0 – 25,3
Hohenheim	188	2,6	0 – 38,7
Hohen Neuendorf	268	5,0	0 – 147,4
Kirchhain	120	2,7	0 – 35,7
Mayen	137	4,1	0 – 59,2
Veitshöchheim	209	2,2	0 – 19,5
gesamt 2019	1.101	3,8	0 – 147,4
2018	1.112	3,9	0 - 124,7
2017	1.071	3,3	0 - 56,1
2016	1.101	4,9	0 - 190,9
2015	1.066	2,6	0 - 48,2
2014	1.036	5,2	0 - 139,2
2013	1.043	3,6	0 - 80,0
2012	1.105	5,3	0 - 71,0
2011	1.088	5,1	0 - 94,9
2010	1.128	4,3	0 - 323
2009	1.039	5,1	0 - 114,0

* errechnet aus Völkerzahl

Ein ebenfalls hoher Befall der Herbstprobe wurde bei einem Imker aus Hohen-Neuendorf festgestellt. Hier war die Probe mit 147,7 Milben pro 100 Bienen belastet, der durchschnittliche Milbenbefall der Monitoringvölker dieses Imkers lag bei 26,4 Milben pro 100 Bienen. Die Völker wurden Ende August mit Ameisensäure behandelt und Mitte September mit Thymol. Da Thymolpräparate aufgrund der fehlenden Wirkung in die Brut mehr Zeit benötigen, um eine ausreichende Entmilbung zu bewirken, könnte ein zu später Behandlungsbeginn zum Anstieg des Varroabefalls geführt haben. Darüber hinaus war das stark von Varroa befallene Volk zusätzlich noch mit Kalkbrut infiziert und konnte deshalb den Winter nicht erfolgreich überwintern.

Für eine bessere Übersichtlichkeit der Befallsentwicklung über das Jahr, sind die Befallsgrade von Frühjahr, Sommer und Herbst 2019 in Tabelle 13 noch einmal nebeneinander dargestellt. Hier zeigt sich, dass der Befall vom Frühjahr bis zum Herbst ausnahmslos zunimmt. Der Varroabefall der Bienenprobe im Herbst ist im Vergleich zur Frühjahrsprobe mindestens 5-mal, in Einzelfällen sogar 30- bis 40-mal so hoch.

Tabelle 13: Varroabefallsgrad von Frühjahr, Sommer und Herbst 2019.

2019	Frühjahr		Sommer		Herbst	
	Anzahl Völker	Varroa / 100 Bienen*	Anzahl Völker	Varroa / 100 Bienen*	Anzahl Völker	Varroa / 100 Bienen*
Celle	150	0,2	150	1,2	150	6,0
FLI-Riems	28	0,2	30	2,2	29	4,6
Hohenheim	183	0,2	188	1,7	188	2,6
Hohen Neuendorf	236	0,3	250	0,6	268	5,0
Kirchhain	118	0,2	116	2,7	120	2,7
Mayen	159	0,1	159	0,8	137	4,1
Veitshöchheim	208	0,4	202	0,7	209	2,2
gesamt 2019	1.082	0,2	1.095	1,2	1.101	3,8

* errechnet aus Völkerzahl

3.1.5.1.a. Winterverluste und Varroabefall

Für die Betrachtung des Zusammenhangs von Varroabefall mit den Winterverlusten 2018/2019 sind in Tabelle 14 ausschließlich die Daten dargestellt, die jahresübergreifend aus einer Ein- und einer Auswinterungsprobe bestehen. Da zwei Völker zur Zeit der Herbstbonitur sehr schwach waren, wurden zu diesem Zeitpunkt keine Proben genommen. Daher ergeben sich leicht abweichende Völkerzahlen in Tabelle 14 im Vergleich zu Tabelle 9.

Tabelle 14: Varroabefallsgrad im Herbst und Verlustraten im jeweils darauffolgenden Winter.

Herbst	Anzahl Völker im Herbst	Anzahl gestorbene Völker	Varroa /100 Bienen* im Herbst	Winterverluste** [%]
2018	1.110	136	3,9	12,3
2017	1.051	132	3,4	12,6
2016	1.081	158	4,7	14,6
2015	1.043	62	2,5	5,9
2014	1.036	155	5,2	15,0
2013	1.043	47	3,6	4,5
2012	1.105	145	5,3	13,1
2011	1.088	139	5,1	12,8
2010	1.126	108	4,3	9,6
2009	1.037	133	5,1	12,8
2008	1.017	64	2,5	6,3
2007	1.048	128	4,4	12,2
2006	641	56	4,2	8,7
2005	479	55	3,7	11,5

* errechnet aus Völkerzahl, ** nur Völker mit Daten zur Überwinterung und Varroabefall

Anhand Tabelle 14 ist zu sehen, dass die Monitoringvölker, zu denen Ein- und Auswinterungsdaten vorliegen, einen durchschnittlichen Varroabefall von 3,9% mit einer Verlustrate von 12,3% haben. Damit ist die Winterverlustrate etwas niedriger als im Vorjahr, wengleich doch die Varroabelastung etwas höher ist. Auch im Jahr 2007 gab es eine ähnliche Winterverlustrate von 12,2%, hierbei lag der mittlere Befall der Herbstprobe mit 4,4 Milben pro 100 Bienen noch höher.

Abbildung 8 zeigt, dass die Völker, die den Winter 2018/2019 überlebten (N=974), einen durchschnittlichen Varroabefall von 2,6% im Herbst 2018 hatten. Völker, die über den Winter gestorben sind (N=136), hatten mehr als einen 5-mal so hohen Milbenbefall von 13,1% im Herbst und unterscheiden sich somit hoch signifikant von den überlebenden Völkern (Mann-Whitney-U-Test; **P<0,001). Im Durchschnitt war der Milbenbefall der Herbstproben aus den Jahren 2009 bis 2019 der gestorbenen Völker mit 13,6% mehr als 4-mal so hoch als der Befall der überlebenden Völker.

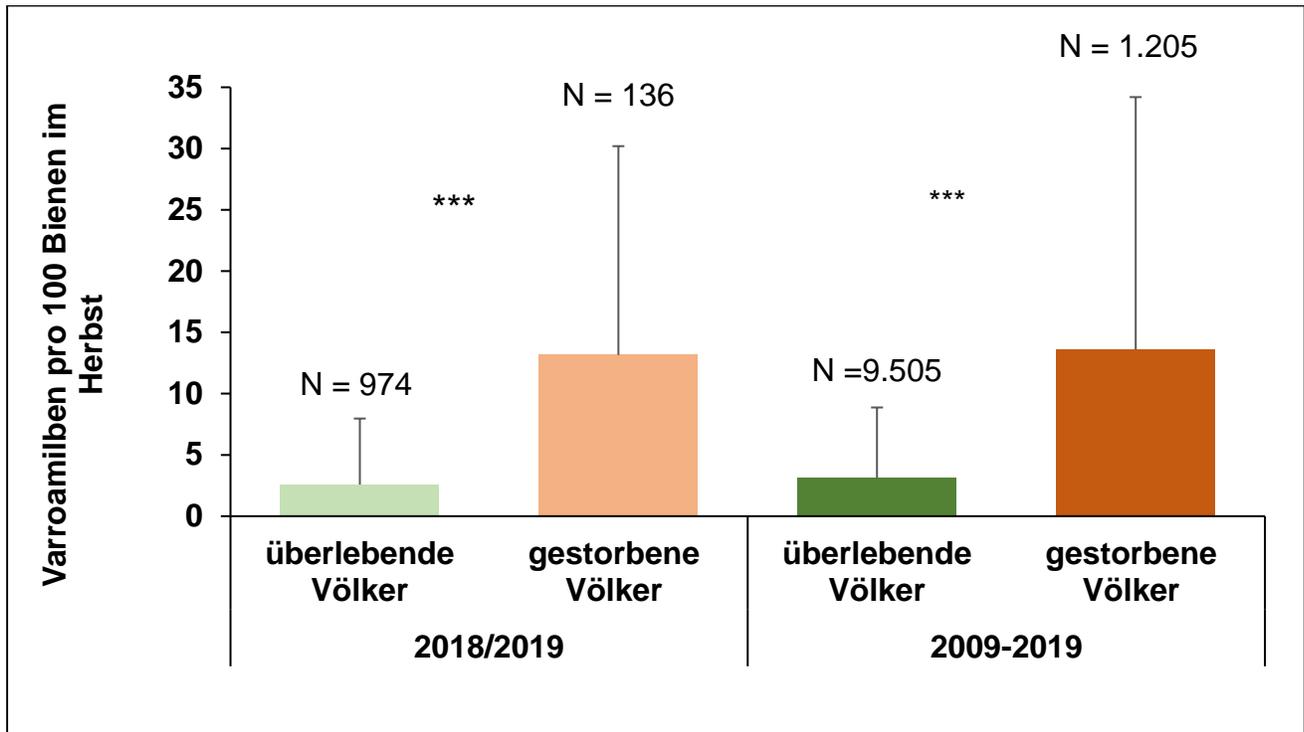


Abbildung 8: Anzahl Varroamilben pro 100 Bienen in den Herbstproben überlebender und gestorbener Völker für die Daten 2018/2019 und die Daten 2009-2019 zusammengefasst (U-Test; **P<0,001).

Abbildung 9 macht den starken Zusammenhang von Varroabefall und Winterverlusten noch einmal deutlich ($R^2 = 0,5495$): je höher der mittlere Varroabefall im Herbst, desto höher ist die Winterverlustrate. In der Grafik ist aber auch zu sehen, dass die Verluste über den Winter 2018/2019 etwas über der Trendlinie der vergangenen Jahre liegen und somit in Relation zum Varroabefall erhöht sind.

Auch anhand des Varroabefalls der Sommerproben lässt sich bereits ein Zusammenhang mit den Verlusten im darauffolgenden Winter erkennen ($R^2=0,4339$). Wie in Abbildung 10 zu sehen ist, ist dieser jedoch nicht ganz so deutlich wie der Zusammenhang zwischen dem Befall im Herbst und den Winterverlusten.

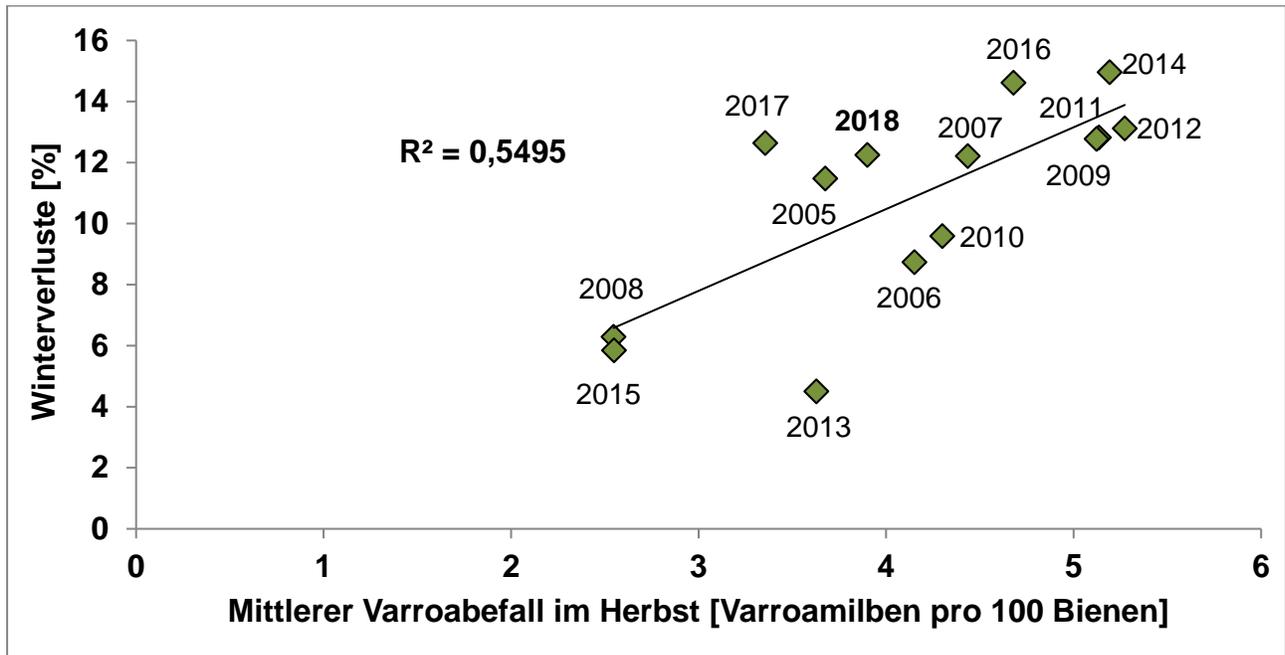


Abbildung 9: Zusammenhang von Varroabefallsraten im Herbst mit darauffolgenden Winterverlustraten.

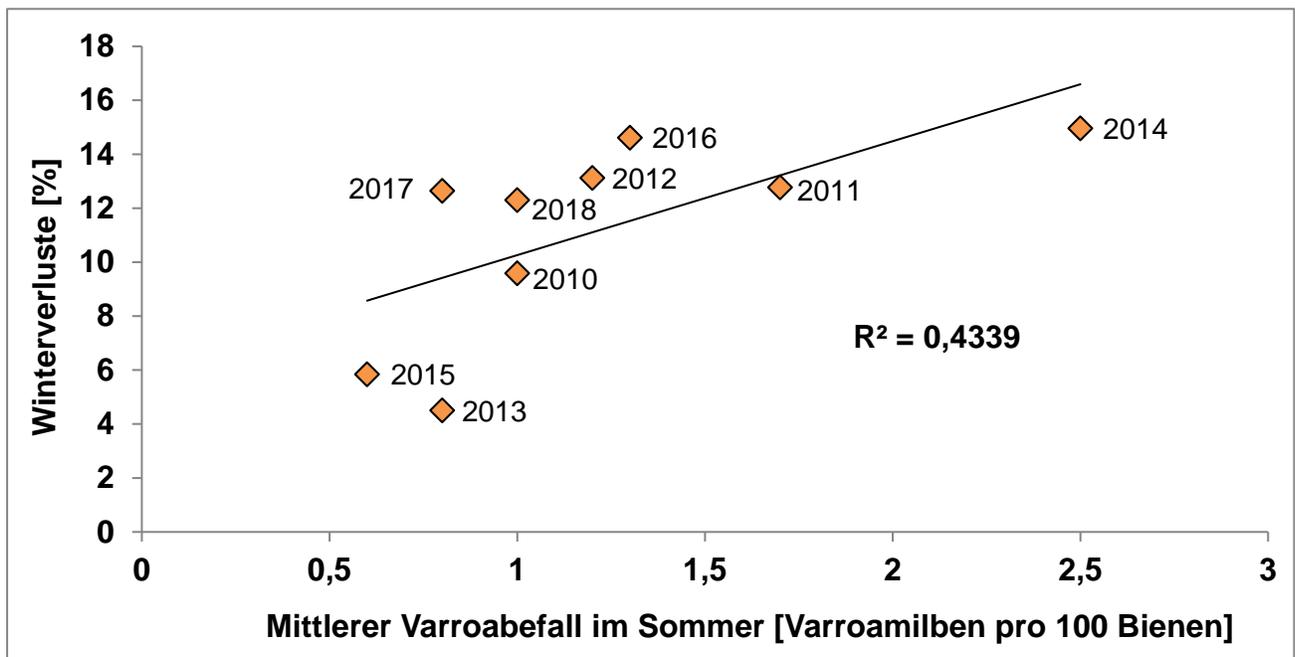


Abbildung 10: Zusammenhang von Varroabefallsraten im Sommer mit darauffolgenden Winterverlustraten.

Um das Risiko eines Bienenvolkes für einen Winterverlust zu beschreiben, können anhand der vorliegenden Datensätze das *Relative Risiko* und das *Absolute Risiko* berechnet werden. Das Relative Risiko drückt dabei aus, wie sich der Risikofaktor „Varroabefall“ auf das Eintreten eines Winterverlusts auswirkt. Dazu wird das Verhältnis der Wahrscheinlichkeiten

von Winterverlusten zwischen unbefallenen Bienenvölkern und Bienenvölkern mit bestimmten Varroaparasitierungsgraden berechnet. Das Risiko für einen Winterverlust wird bei einem „unbefallenen“ Bienenvolk (= keine Milben in der Bienenprobe) dabei gleich 1 gesetzt. Bereits bei einem Varroabefall von 3 Milben pro 100 Bienen in der Herbstprobe hat sich das Risiko für ein Bienenvolk, während des Winters zu sterben, mehr als verdoppelt. Ab 7 Milben pro 100 Bienen ist das relative Risiko zu sterben gegenüber Völkern ohne messbaren Varroabefall mehr als 4-mal so hoch und ab 10 Milben fast 7-mal höher. Völker ab 20 und mehr Milben pro 100 Bienen haben bzgl. eines Winterverlustes sogar ein 11,5- bis 17-fach höheres Risiko (Abbildung 11).

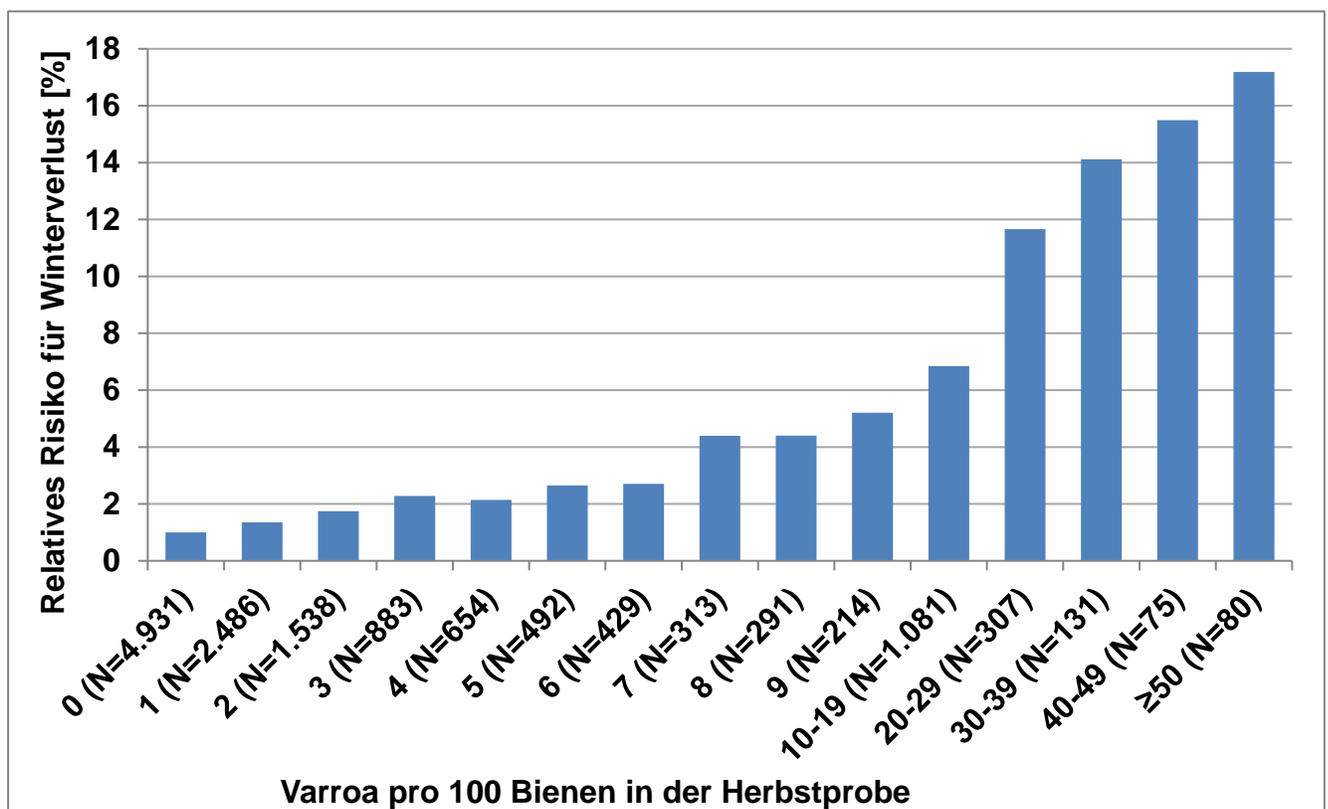


Abbildung 11: Relatives Risiko für Winterverlust bei steigender Varroabelastung der Herbstbienen (Daten aus 2005-2018 zusammengefasst).

Aber auch bei den insgesamt 4.931 Völkern ohne messbaren Varroabefall (= 0 Milben pro 100 Bienen) sind die Winterverluste größer als 0 und liegen mit 208 während des Winters gestorbenen Völkern bei 4,2%. Das **tatsächliche** Risiko für Winterverluste ist daher nicht identisch mit dem **relativen** Risiko, sondern liegt um das 4,2-fache darüber. Tatsächlich haben also Völker **ab 7 Milben pro 100 Bienen im Herbst** ein Risiko von 18,5% (4-faches Relatives Risiko mal 4,2) während des Winters zu sterben und ab 20 Milben pro 100 Bienen liegt das Risiko bei fast 50% (Abbildung 12).

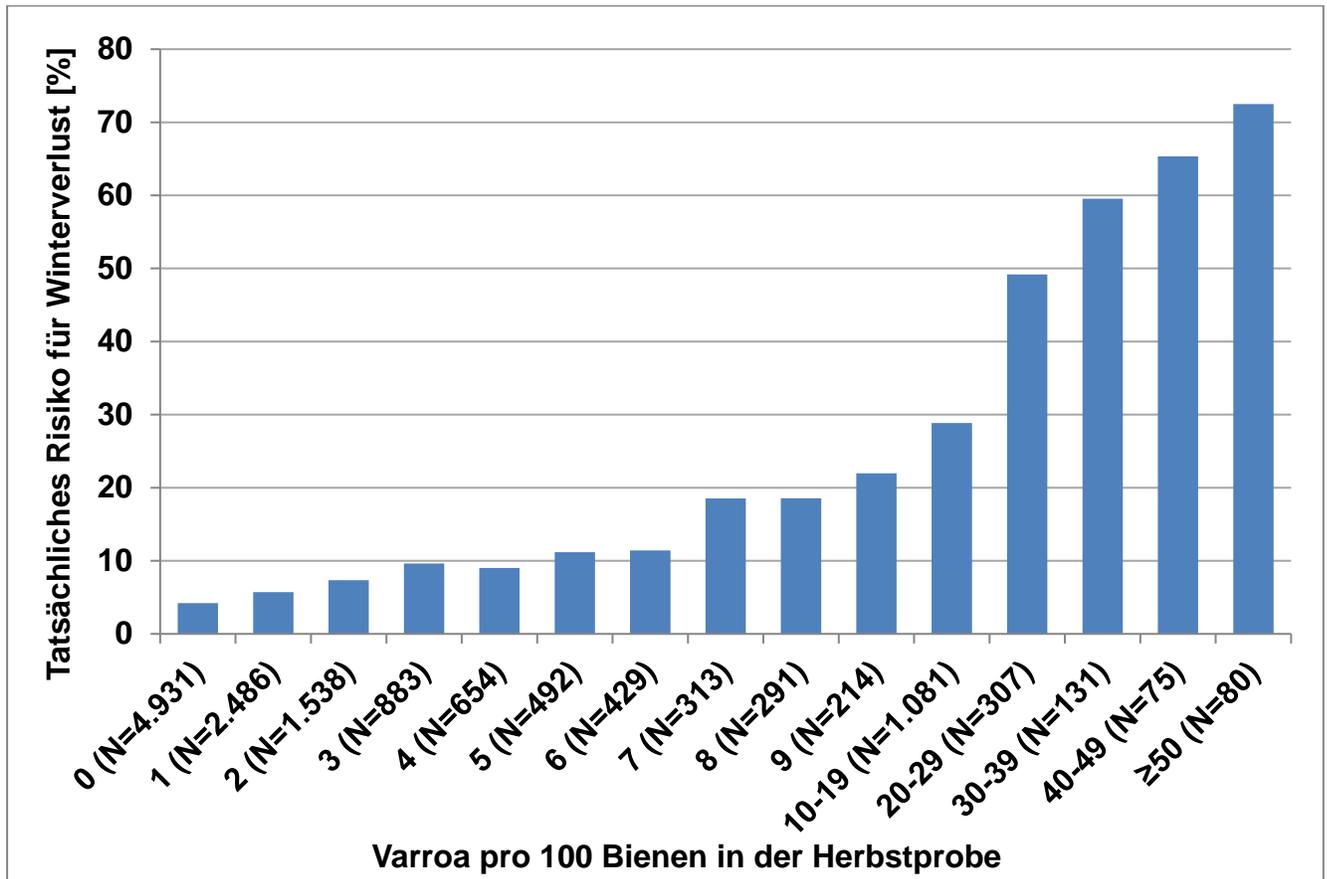


Abbildung 12: Tatsächliches Risiko für Winterverlust bei steigender Varroabelastung der Herbstbienen (Daten aus 2005-2018 zusammengefasst).

3.1.5.2. *Nosema* spp.

Die Bienenproben wurden neben dem Varroabefall auch auf Sporen des Darmparasiten *Nosema* spp. untersucht. Hierzu gingen sowohl die Proben von Frühjahr und Sommer als auch seit 2013 die Herbstproben mit in die Analysen ein. Die Ermittlung der *Nosema* spp.-Befallszahlen basiert auf der Untersuchung einer Sammelprobe von 20 erwachsenen Bienen pro Volk.

Im Frühjahr 2019 lag der Befallsgrad der positiv mit *Nosema* getesteten Völker bei 26,4% und war somit wieder deutlich niedriger als in den beiden Jahren zuvor (Tabelle 15). Von den positiven Proben wiesen 8,4% einen hohen Befall mit *Nosema*-Sporen auf. Bis hin zum Sommer hat sich die Belastung mit *Nosema* spp. noch etwas reduziert und auch die Anzahl der Sporen in positiven Proben hat sich verkleinert, sodass knapp die Hälfte der Proben einen nur niedrigen Befall hatten. Im Vergleich zu dem durchschnittlichen Sommerbefallsgrad von 25% der Jahre 2010 bis 2019, liegt er in diesem Jahr genau im Mittel.

Tabelle 15: *Nosema*-Befallsgrad im Frühjahr und Sommer 2019.

2019	Frühjahr [%]					Sommer [%]				
	N	kein	niedrig	mittel	hoch	N	kein	niedrig	mittel	hoch
Celle	150	81,3	1,3	11,3	6,0	150	78,0	8,0	6,0	8,0
FLI-Riems	29	75,9	10,3	6,9	6,9	30	76,7	13,3	0,0	10,0
Hohenheim	183	64,5	10,9	6,0	18,6	188	64,4	15,4	12,2	8,0
Hohen Neuendorf	247	66,8	6,9	17,8	8,5	250	86,8	9,2	2,8	1,2
Kirchhain	118	73,7	8,5	7,6	10,2	116	63,8	18,1	12,1	6,0
Mayen	159	84,9	3,8	9,4	1,9	159	79,2	6,3	7,5	6,9
Veitshöchheim	208	75,0	8,2	11,5	5,3	202	68,3	17,3	10,9	3,5
gesamt 2019*	1.094	73,6	6,9	11,2	8,4	1.095	74,5	12,2	7,9	5,3
2018*	1049	56,2	12,2	16,8	14,8	1060	78,7	10,4	6,9	4,1
2017*	1.023	58,1	10,9	15,1	15,9	1.051	72,9	13,6	8,3	5,2
2016*	1.048	76,6	6,0	6,7	10,7	1.044	70,3	11,2	11,6	6,9
2015*	1.024	80,3	7,2	6,0	6,5	1.056	78,1	7,6	8,7	5,6
2014*	1.068	75,3	8,1	6,8	9,8	1.048	77,1	11,1	7,7	4,1
2013*	1.026	73,8	6,9	9,1	10,2	965	69,5	13,1	10,5	6,9
2012*	1.080	68,3	9,5	9,9	12,2	1.077	75,1	10,6	10,1	4,2
2011*	1.052	69,7	19,1	1,6	9,6	1.005	78,3	16,0	4,3	1,4
2010*	1.094	64,9	21,8	0,0	13,3	1.010	71,6	21,1	0,0	7,3

* errechnet aus Völkerzahl

Bis zum Herbst 2019 nahm der Anteil der mit *Nosema spp.* belasteten Völker weiter ab und es zeigt sich ein ähnlicher Verlauf wie in den Jahren zuvor (Tabelle 16). Der Herbstbefallsgrad liegt mit knapp 13% etwas unter dem Mittel des Zeitraums 2013 - 2019 (15%).

Tabelle 16: *Nosema*-Befallsgrad im Herbst 2019.

2019	Herbst [%]				
	N	kein	niedrig	mittel	hoch
Celle	150	89,3	0,7	5,3	4,7
FLI-Riems	29	86,2	10,3	0,0	3,4
Hohenheim	188	80,3	4,3	6,4	9,0
Hohen Neuendorf	268	89,6	5,2	3,4	1,9
Kirchhain	120	85,8	6,7	7,5	0,0
Mayen	137	94,9	0,0	2,9	2,2
Veitshöchheim	209	80,4	5,7	10,5	3,3
gesamt 2019*	1.101	86,4	4,2	5,8	3,6
2018*	1110	90,9	2,2	4,4	2,5
2017*	1.071	80,5	7,7	5,9	5,9
2016*	1.101	77,4	7,1	8,2	7,4
2015*	1.067	89,1	2,8	4,3	3,7
2014*	1.094	84,9	5,9	5,5	3,7
2013*	926	84,9	7,3	5,1	2,7

* errechnet aus Völkerzahl

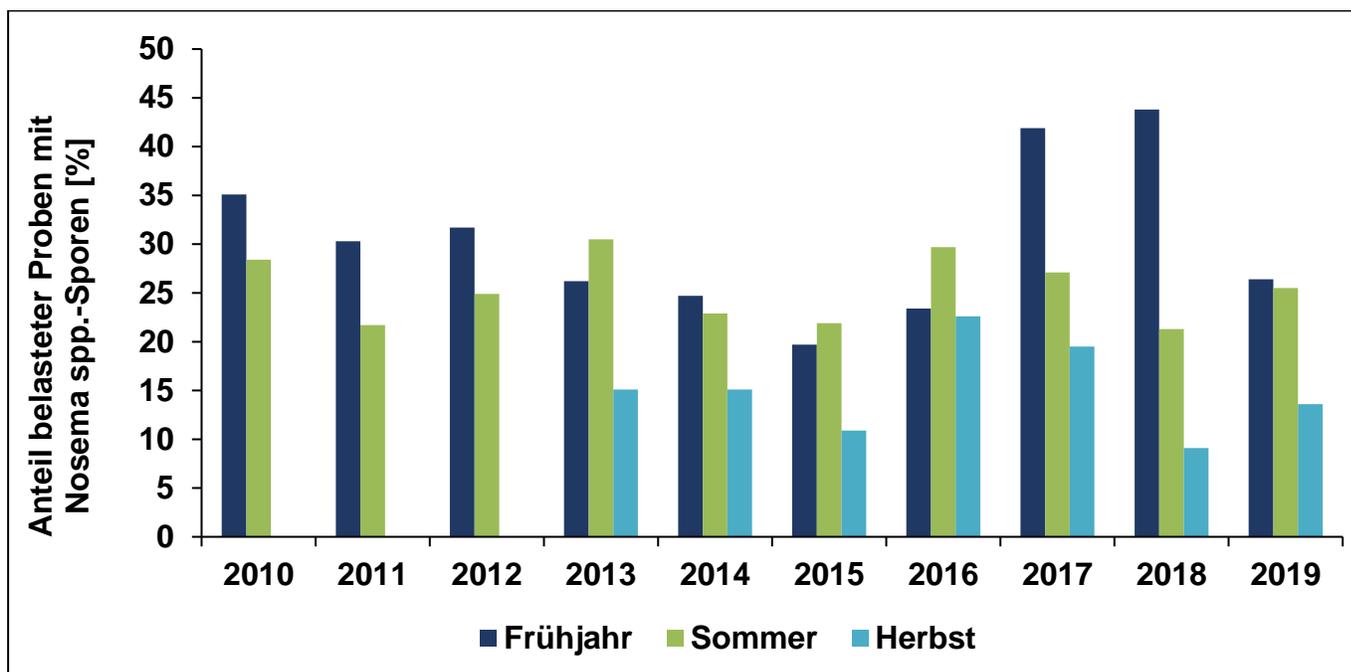


Abbildung 13: Anteil belasteter Bienenproben mit *Nosema* spp.-Sporen der Beprobungen im Frühjahr, Sommer und Herbst. Der *Nosema*-Befall im Herbst wird erst seit 2013 erfasst. Die Probenanzahl reicht jeweils von 926 bis 1.110 Proben.

Sieht man sich Abbildung 13 an, so wird der Verlauf des *Nosema*-Befalls über das Bienenjahr nochmals besonders deutlich. Es ist zu sehen, dass der Befallsgrad der beprobten Bienen im Herbst kontinuierlich niedriger war als im Frühjahr und im Sommer.

Die Differenzen im Befallsgrad zwischen Frühjahrs- und Sommerprobe sind dabei allerdings sehr unterschiedlich. Dabei stechen die vergangenen Jahre 2017 und 2018 heraus, bei denen die Frühjahrsprobe mit über 40% fast doppelt so stark mit *Nosema*-Sporen belastet war, wie die Sommerprobe. Dahingegen gab es im Jahr 2019 nur sehr geringe Unterschiede zwischen Frühjahr (26,2%) und Sommer (25,5%) und die Frühjahrsprobe 2019 hat damit auch den niedrigsten Befall im aktuellen Projektzeitraum. Die hohen Befallsgrade im Frühjahr führen aber nicht zwangsläufig zu klinischen Symptomen oder Verlusten der Völker. Bislang konnte anhand der Daten kein eindeutiger Zusammenhang zwischen der *Nosema*-Belastung im Herbst und Winterverlusten hergestellt werden.

Nosema-Differenzierung

Schon seit über 10 Jahren kann die invasive Art *Nosema ceranae* in den Monitoring-Völkern nachgewiesen werden, wobei die Prävalenz zunehmend steigt und der Anteil an *Nosema apis* Infektionen geringer wird. Da die Sporen der beiden *Nosema*-Arten *N. ceranae* und *N. apis* mikroskopisch jedoch nicht zu unterscheiden sind, wurden zur Identifikation molekulare

Analysen mittels PCR an *Nosema*-positiven Proben von jedem Bienenstand durchgeführt. Insgesamt wurden 112 Proben im Frühjahr, 111 vom Sommer und 82 Herbstproben im Jahr 2019 untersucht (Tabelle 17). Im Frühjahr betrug der Anteil an reiner *N. ceranae*-Infektion 91,1% und erhöhte sich zum Sommer auf 98,2% und im Herbst auf 95,1%. Mischinfektionen und reine *N. apis*-Infektionen waren dagegen rar und bei vielen Instituten überhaupt nicht nachweisbar. Im Sommer 2019 konnte sogar in keiner der 111 Proben *N. apis*-Sporen nachgewiesen werden. Die einzigen Proben, die im Frühjahr und Herbst *N. apis*-Sporen enthielten, kamen aus Hohen-Neuendorf.

Tabelle 17: *Nosema*-Differenzierung in infizierten Frühjahrs-, Sommer- und Herbstbienen.

2019	Frühjahr				Sommer				Herbst			
	N	<i>N. ceranae</i>	<i>N. apis</i>	Mischinfektion	N	<i>N. ceranae</i>	<i>N. apis</i>	Mischinfektion	N	<i>N. ceranae</i>	<i>N. apis</i>	Mischinfektion
	N	Anteil [%]			N	Anteil [%]			N	Anteil [%]		
Celle	8	100,0	0,0	0,0	17	100,0	0,0	0,0	10	100,0	0,0	0,0
FLI-Riems	6	100,0	0,0	0,0	0	100,0	0,0	0,0	1	100,0	0,0	0,0
Hohenheim	22	100,0	0,0	0,0	20	0,0	0,0	0,0	14	100,0	0,0	0,0
Hohen Neuendorf	35	74,3	14,3	11,4	25	92,0	0,0	8,0	25	88,0	8,0	4,0
Kirchhain	14	92,9	0,0	7,1	18	100,0	0,0	0,0	6	83,3	0,0	16,7
Mayen	7	100,0	0,0	0,0	11	100,0	0,0	0,0	6	100,0	0,0	0,0
Veitshöchheim	20	100,0	0,0	0,0	20	100,0	0,0	0,0	20	100,0	0,0	0,0
gesamt 2019*	112	91,1	4,5	4,5	111	98,2	0,0	1,8	82	95,1	2,4	2,4
2018*	158	96,2	2,5	1,3	111	96,4	0,9	2,7	55	87,3	5,5	7,3
2017*	134	93,3	2,2	4,5	111	94,6	4,5	0,9	70	84,3	7,1	8,6
2016*	109	88,1	10,1	1,8	152	92,8	2,6	4,6	101	92,1	7,9	0,0
2015*	111	79,3	14,4	6,3	134	91,8	3,7	4,5	31	83,9	16,1	0,0
2014*	114	81,6	14,0	4,4	142	91,6	1,4	7,0	36	86,1	13,9	0,0
2013*	123	87,8	5,7	6,5	84	60,7	11,9	27,4	74	70,3	23,0	6,8
2012*	155	77,4	12,3	10,3	105	82,9	12,4	4,8				
2011*	125	74,4	16,0	9,6	85	76,5	11,8	11,8				
2010*	181	55,3	28,7	16,0	73	69,9	24,7	5,5				

* errechnet aus Völkerzahl

Beim Vergleich der Differenzierungen aus Sommer, Frühjahr und Herbst ist bezüglich der unterschiedlichen Prävalenzen im Jahresverlauf kein eindeutiger Trend zu sehen. Was jedoch auffällt ist, dass der Anteil an Mischinfektionen und *N. apis*-Infektionen im Sommer einen nur sehr geringen Teil darstellt und dieser seit 2014 stets unter 10% lag. Zuvor schwankte er zwischen 20-40%. Bei der Interpretation muss allerdings berücksichtigt werden,

dass immer nur ein Teil der *Nosema spp.*-positiven Proben differenziert wird und sich das Bild dadurch verzerren kann. So zeigen Auswertungen von Langzeitstudien, bei denen alle *Nosema spp.*-positiven Proben differenziert wurden, ein anderes Bild (Gisder et al. 2017).

Ein synergistischer Effekt von einem Befall mit *N. ceranae* und der Infektion mit dem Flügeldeformations-Virus (DWV) ist aktuell nicht ausgeschlossen und wird aufgrund der Schädigung des Darmepithels durch *N. ceranae* und aufgrund von Immunsuppression diskutiert (Chaimanee et al. 2012; Martin et al. 2013). Deshalb ist es auch wichtig im Herbst neben der Varroabelastung den *Nosema*-Befall zu dokumentieren und zu analysieren. Die Auswertungen der Vorjahre zeigen, dass sowohl in Varroa-positiven als auch -negativen Proben *Nosema*-Sporen nachgewiesen werden konnten. Im Herbst 2019 waren 12% der Varroa-negativen Proben (N=257) positiv mit *Nosema spp.* belastet. Bei den Varroa-positiven Proben (N=844) war die Belastung mit *Nosema spp.* mit 14% etwas höher.

3.1.5.3. Amöbenzysten

2019 wurden insgesamt 3.279 Bienenproben, davon 1.094 im Frühjahr, 1.095 im Sommer und 1.101 Herbst, auf Zysten der Amöbe *Malpighamoeba mellificae* untersucht (Tabelle 18). Davon waren lediglich 11 Proben positiv mit Amöben befallen. Weiterhin sinkt der Anteil der positiven Proben von 0,7% im Frühjahr und 0,2% im Sommer auf gerade mal 0,1% im Herbst. Generell meldeten nur 4 Institute einen positiven Befall mit *M. mellificae*. Mit im Mittel 0,4% zeichnet weist der Projektzeitraum 2017-2019 dadurch einen sehr niedrigen Befall im Vergleich zu den Vorjahren mit 2,5% auf. Bislang konnte aufgrund der geringen Prävalenz kein Zusammenhang zu den Winterverlusten hergestellt werden.

Tabelle 18: Amöbenbefall im Frühjahr, Sommer und Herbst 2019

	Amöben Frühjahr			Amöben Sommer			Amöben Herbst		
	N	negativ	positiv	N	negativ	positiv	N	negativ	positiv
2019	150	150		150	149	1 (0,7%)	150	150	
Celle	150	150		150	149	1 (0,7%)	150	150	
FLI-Riems	29	28	1 (3,4%)	30	30		29	29	
Hohenheim	183	182	1 (0,5%)	188	187	1 (0,5%)	188	188	
Hohen Neuendorf	247	247		250	250		268	268	
Kirchhain	118	118		116	116		120	120	
Mayen	159	159		159	159		133	133	
Veitshöchheim	208	202	6 (2,9%)	202	202		209	208	1 (0,5%)
gesamt 2019*	1.094	1.086	8 (0,7%)	1095	1093	2 (0,2%)	1.101	1.100	1 (0,1%)
2018*	1.049	1.044	5 (0,5%)	1.060	1.059	1 (0,1%)	1.110	1.107	3 (0,3%)
2017*	1.023	1.014	9 (0,9%)	1.051	1.045	6 (0,6%)	1.071	1.067	4 (0,4%)
2016*	1.050	1016	34 (3,2%)	1.026	1.006	20 (1,9%)	1.101	1.088	13 (1,2%)
2015*	1.033	1014	19 (1,8%)	1.056	1.042	14 (1,3%)	1.068	1.034	34 (3,2%)
2014*	1.068	1034	34 (3,2%)	1.048	1.012	36 (3,4%)	975	943	32 (3,3%)
2013*	1.026	989	37 (3,6%)	965	947	18 (1,9%)	675	655	20 (0,3%)
2012*	1.080	1029	51 (4,7%)	1.077	1.055	21 (2,0%)			
2011*	1.051	1031	20 (1,9%)	1.007	981	26 (2,6%)			
2010*	1.094	1038	56 (5,1%)	1.010	991	19 (1,9%)			

* errechnet aus Völkerzahl

3.1.5.4. Tracheenmilben (*Acarapis woodi*)

Im Frühjahr 2019 wurden Bienenproben von insgesamt 111 Bienenständen genommen und auf die Tracheenmilbe *Acarapis woodi* untersucht. Wie in den Vorjahren konnte in keiner der analysierten Bienen der Parasit nachgewiesen werden.

3.1.5.5. Bienenviren

Da die Prävalenz des Flügeldeformations-Virus (DWV) der Herbstbienen unmittelbar Einfluss auf den Überwinterungserfolg hat (Genersch et al. 2010; McMahon et al. 2016; Grozinger und Flenniken 2019) wurden für die Beurteilung der Überwinterungsergebnisse 2018/2019 wie im Vorjahr die Virusanalysen der Bienenproben zur Einwinterung im Herbst 2018 berücksichtigt. Hierbei sollte beachtet werden, dass bei der von uns verwendeten Extraktionsmethode (Verwendung von RNA aus dem Kopf zum Nachweis von DWV) ein positiver Nachweis sehr wahrscheinlich auch mit klinischen Symptomen bei der betreffenden Biene einhergehen dürfte.

Tabelle 19: Virenuntersuchung im Herbst 2018.

2018	N	Prävalenz (%)			
		ABPV Akute Bienenparalyse- -Virus	DWV Flügeldeformations- -Virus	SBV Sackbrut- -Virus	CBPV Chronische Bienenparalyse- -Virus
Celle	0	-	-	-	-
FLI-Riems	30	3,3	23,3	0,0	0,0
Hohenheim	95	2,1	2,1	2,1	0,0
Hohen Neuendorf	126	3,2	11,1	0,0	0,8
Kirchhain	60	1,7	8,3	0,0	0,0
Mayen	80	6,3	20,0	1,3	0,0
Veitshöchheim	100	2,0	38,0	0,0	0,0
gesamt 2018*	491	3,1	16,7	0,6	0,2
2017*	548	7,7	17,5	1,1	1,5
2016*	565	10,4	41,1	2,3	0,9
2015*	547	2,2	14,1	1,8	3,3
2014*	575	6,4	27,8	1,4	20,7
2013*	494	10,3	13,4	1,2	35,8
2012*	557	5,4	25,1	3,6	2,7
2011*	565	29,2	35,6	1,4	8,9
2010*	564	13,1	29,0	3,2	0,2
2009*	585	12,5	41,4	6,0	2,2

* errechnet aus Völkerzahl

Die 491 auf Bienenviren untersuchten Herbstproben im Jahr 2018 zeigen alle eine reduzierte Prävalenz zu den letzten beiden Jahren und sind somit die kleinsten im aktuellen Projektzeitraum (Tabelle 19). Das ABPV (Akute Bienenparalyse-Virus) konnte mit 3,1% nur halb so oft nachgewiesen werden wie im Herbst zuvor. Auch die Untersuchungen auf das SBV (Sackbrutvirus) und CBPV (Chronisches Bienenparalyse-Virus) zeigen eine Reduktion der Prävalenz in den getesteten Proben. Das DWV (Flügeldeformations-Virus) liegt mit 16,7% etwas unter dem Wert des Vorjahres, ist jedoch im Herbst 2018 das am häufigsten nachgewiesene Virus. Ein Imker, der von Veitshöchheim betreut wurde, meldete im März 2018 CBPV-Symptome. Bei den untersuchten Proben konnte anschließend jedoch kein Virus nachgewiesen werden. Auch weitere Beobachtungen von symptomatischen Bienen (Schwarzsucht) aus Kirchhain hatten keinen positiven Viren-Nachweis zufolge. Bei den Bienenproben aus Celle gab es ein Problem bei der Probenzusammenstellung und die Kühlkette wurde unterbrochen. Die Proben konnten daher nicht analysiert werden.

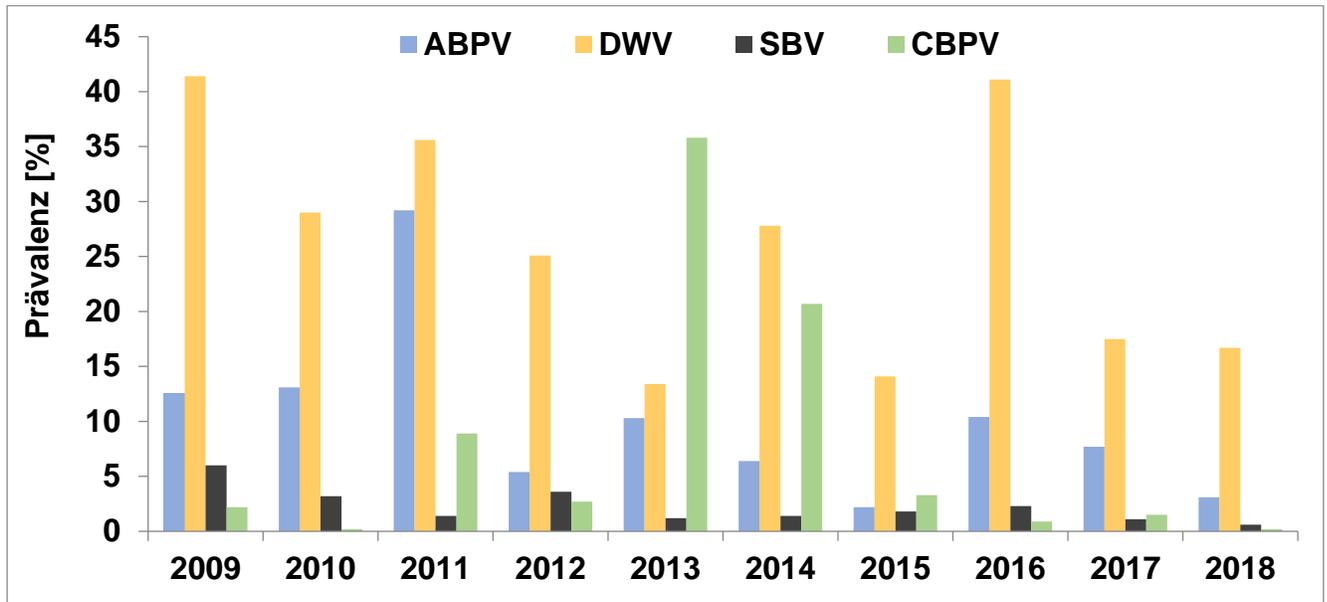


Abbildung 14: Prävalenz der 4 untersuchten Bienenviren in den Herbstbienen (2009-2018).

Abbildung 14 zeigt nochmal die Ergebnisse der Virusanalysen von Herbst 2009 bis Herbst 2018. Während in den Jahren 2013 und 2014 das CBPV eine sehr hohe Prävalenz zeigte, ist es im aktuellen Projektzeitraum kaum nachweisbar, wohingegen das DWV dominiert. Der Anteil an ABPV reduziert sich über den aktuellen Zeitraum auf ein Drittel und auch das SBV ist in nur geringen Anteilen vorhanden.

Zusätzlich zu den geplanten Virusproben wurde im Jahr 2019 nur eine Anlassprobe vom Institut Hohen-Neuendorf durchgeführt. Diese Probe wurde neben den bereits genannten Viren ABPV, DWV, SBV und CBPV auch noch auf das Schwarze Königinnenzellen-Virus (BQCV), das Kashmir-Bienen-Virus (KBV) und das Israelische Akute Bienenparalyse-Virus (IABPV) getestet. Hierbei konnten im Sommer jedoch keine der genannten Viren nachgewiesen werden. Das Volk wurde dennoch bis zur Herbstbonitur schwächer und am Besuchstermin konnten Kalkbrutmumien festgestellt werden. Die Kalkbrut wird dabei durch den Pilz *Ascophaera apis* hervorgerufen, dessen Sporen die Larven der Bienen infizieren. Die Larven sterben noch im Steckmaden-Stadium ab und es hinterbleiben mumifizierte weiß bis grau-schwarze Larven die steinhart vor dem Flugloch liegen können. Der Befall mit Kalkbrut führte bei diesem Volk zur starken Schwächung, wodurch es noch vor der Einwinterung starb.

3.1.5.5.a. Varroabefall und Bienenviren

Der Zusammenhang zwischen *V. destructor* und klinisch relevanten Virusinfektionen ist wissenschaftlich erwiesen und auch die Daten des DeBiMo belegen dies. Im Folgenden sind die Daten des Projektzeitraums 2018/2019 mit den bereits erhobenen Datensätzen zusammengeführt und die Zusammenhänge zwischen Varroamilben, Virusprävalenzen und Winterverlusten dargestellt.

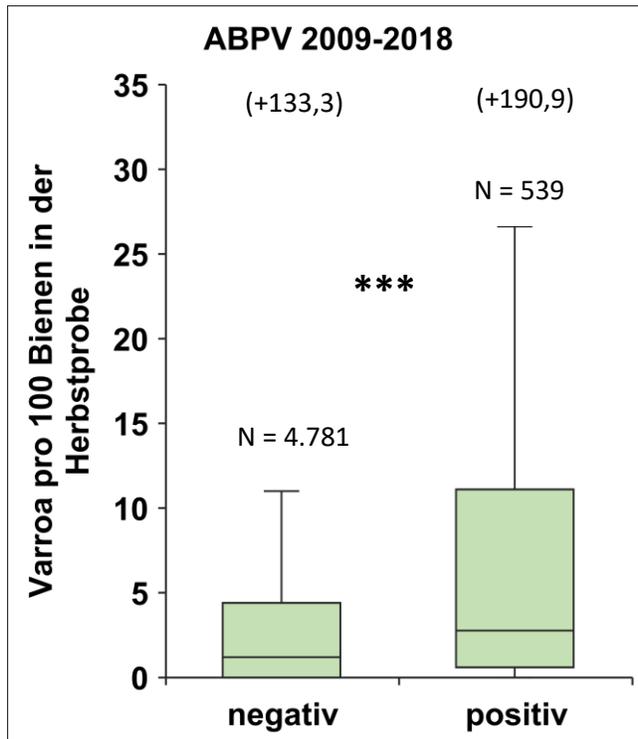


Abbildung 15: Durchschnittliche Varroabelastungen der Völker ohne und mit ABPV im Herbst 2009-2018 (U-Test; *P<0,001). Von den 539 positiven Proben waren 276 zusätzlich positiv auf das DWV.**

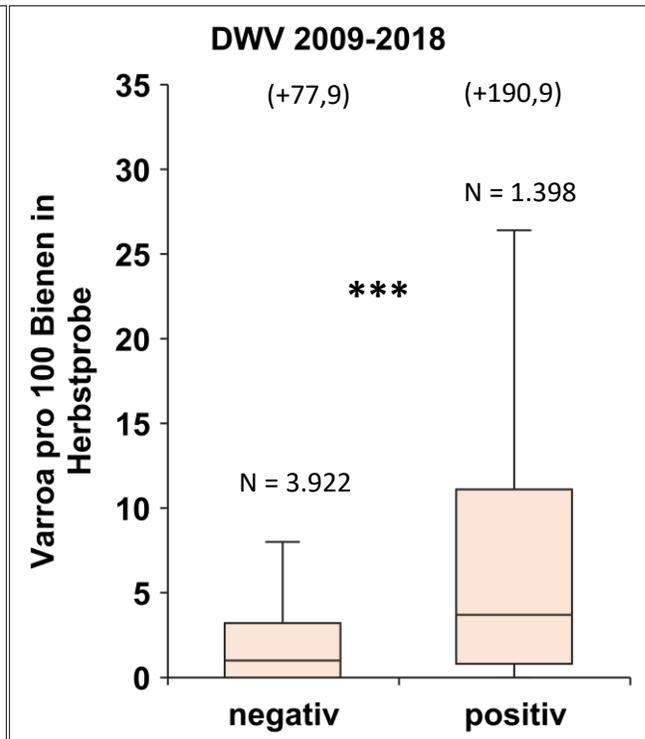


Abbildung 16: Durchschnittliche Varroabelastungen der Völker ohne und mit DWV im Herbst 2009-2018 (U-Test; *P<0,001). Von den 1.398 positiven Proben waren 276 zusätzlich positiv auf das ABPV.**

Abbildung 15 zeigt den Zusammenhang zwischen der Prävalenz von *V. destructor* und dem Auftreten einer ABPV-Infektion. Hierbei ist zu sehen, dass die 539 Proben (2009-2018) die positiv mit dem ABPV belastet waren, einen höchstsignifikant höheren Varroabefall aufweisen, als ABPV-negative Proben (Mann-Whitney-U-Test; ***P<0,001). ABPV-positiv getestete Völker weisen mit 8,8 Milben pro 100 Bienen eine etwa doppelt so hohe Varroabelastung auf wie ABPV-negative (4,1 Milben pro 100 Bienen). Auch bei den Infektionen mit dem DWV zeigt sich eine starke Korrelation zu dem Befallsgrad mit *V. destructor* (Abbildung 16). Positive Proben haben mit durchschnittlich ebenfalls 8,8 Milben pro 100 Bienen einen fast 3-mal so hohen Varroabefall wie DWV-negative Proben (3,1 Milben pro 100 Bienen) und unterscheiden sich somit hochsignifikant voneinander (Mann-Whitney-

U-Test; *** $P < 0,001$). Das DWV wurde von 2009-2018 in mehr als doppelt so vielen Völkern nachgewiesen als das ABPV.

Völker, die weder mit dem DWV noch mit dem ABPV infiziert waren ($N=3.659$), hatten mit durchschnittlich 3,0 Varroamilben pro 100 Bienen in der Herbstprobe eine signifikant geringere Varroabelastung als Völker die entweder eines der beiden Viren ($N=1.385$, mittlere Varroabelastung 7,1 Varroamilben pro 100 Bienen) aufwiesen oder mit beiden Viren ($N=276$, mittlere Varroabelastung 13,1 Varroamilben pro 100 Bienen) infiziert waren (Kruskal-Wallis-Test; $P < 0,001$; Abbildung 17).

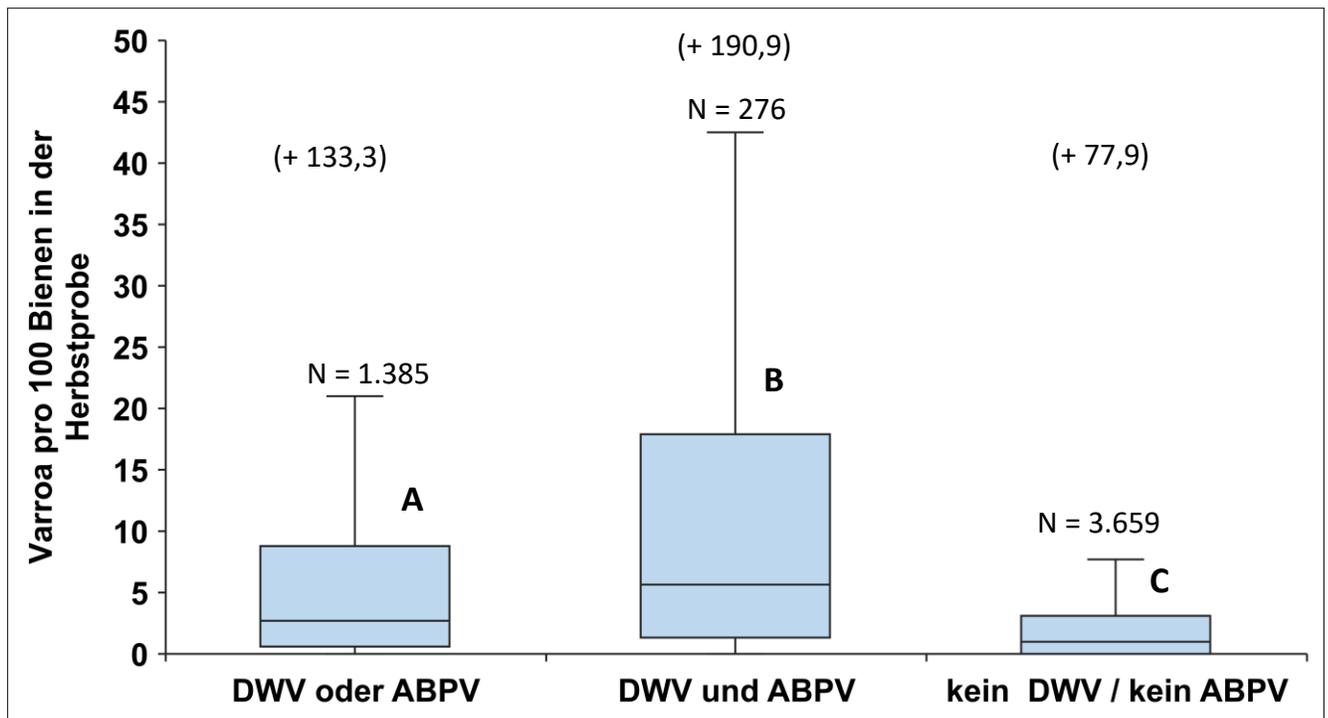


Abbildung 17: Mittlere Varroabelastung der mit ABPV und/ oder DWV belasteten Völker 2009-2018 im Vergleich zu unbelasteten Völkern; Gruppen mit unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant (Kruskal-Wallis-Test; $P < 0,001$).

Aufgrund des Zusammenhangs von Varroa- und Virusbefall ist es naheliegend, dass auch der Befall mit bestimmten **Bienenviren** Auswirkungen auf Winterverluste hat. Dies wird inzwischen durch eine Vielzahl von Studien (Genersch und Aubert 2010; McMenamin und Genersch 2015 und darin enthaltene Referenzen), aber auch durch die hier erarbeiteten Daten belegt.

Betrachtet man Abbildung 18, so lässt sich der Zusammenhang von DWV-positiven Völkern und einer erhöhten Winterverlustrate erkennen. Völker, die von 2009 bis 2019 mit dem DWV infiziert waren ($N=1.373$), zeigten eine hoch signifikant höhere Winterverlustrate von 23% im

Vergleich zu unbelasteten Völkern (N=3.904) mit einer Verlustrate von nur 10% (Chi-Quadrat; $P < 0,001$). Auch die Verlustraten von ABPV-positiven Völkern (N= 531) liegen mit 20% höher als bei ABPV-negativen Völkern (N= 4.746) mit einer Verlustrate von 13% (Abbildung 19). Auch diese Werte unterscheiden sich hoch signifikant voneinander (Chi-Quadrat; $P < 0,01$). Darüber hinaus scheint das DWV jedoch einen größeren Einfluss auf die Überwinterung zu haben.

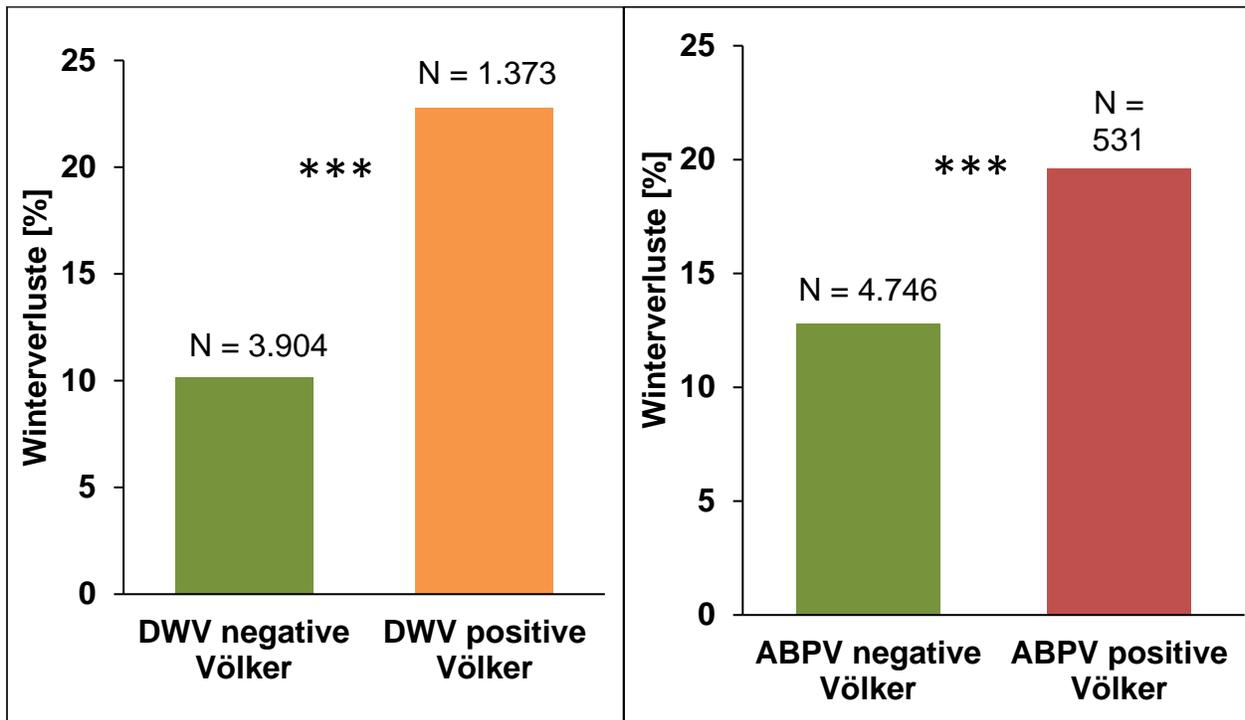


Abbildung 18: Verlustraten der mit DWV belasteten Völker 2009-2019 im Vergleich zu unbelasteten Völkern (*)** (χ^2 ; $P < 0,001$).

Abbildung 19: Verlustraten der mit ABPV belasteten Völker 2009-2019 im Vergleich zu unbelasteten Völkern ()** (χ^2 ; $P < 0,01$).

Abbildung 20 zeigt zusammengefasst die Prävalenzen des Akute Bienenparalyse-Virus (ABPV) und des Flügeldeformations-Virus (DWV) und die darauffolgenden Winterverlusten seit 2009. Dabei fällt auf, dass das DWV stets häufiger nachgewiesen werden kann, als das ABPV, und dass es einen deutlichen Zusammenhang zwischen Virenprävalenz und Winterverlusten gibt. In Jahren, in denen die Prävalenz der Viren gering ist, wie zum Beispiel 2013 und 2015, ist auch die Winterverlustrate geringer. Die Grafik zeigt aber auch, dass in den letzten beiden Jahren die Winterverluste ähnlich hoch waren wie in den Jahren 2011 und 2012, die Virusprävalenz jedoch deutlich geringer ausfiel. In diesen Jahren scheinen andere Gründe wie z.B. ein wetterbedingter früherer Brutbeginn, der wiederum den Varroabefall beeinflusst (siehe 4.1), zu den höheren Winterverlusten beigetragen zu haben.

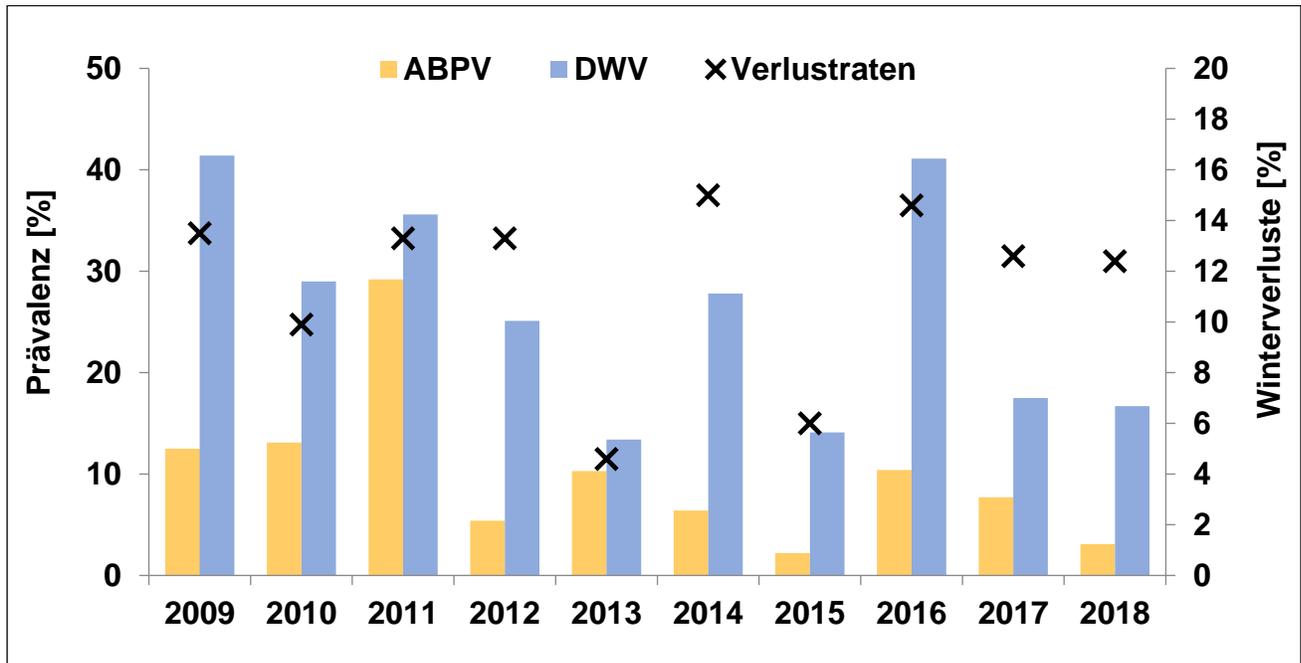


Abbildung 20: Prävalenz von ABPV und DWV in den Herbstbienen (2009-2018) und Winterverlustraten.

Abbildung 21 zeigt die Verlustraten der Völker, die weder DWV noch ABPV (N=3.646, Verlustrate 10,2%), entweder eines der beiden Viren (N=1.362, Verlustrate 18,6%) oder beide Viren (N=271, Verlustrate 29,9%) aufwiesen. Die drei Gruppen unterscheiden sich signifikant voneinander (Chi-Quadrat; $P < 0,001$) und es wird deutlich, dass sich im Vergleich zu virenfreien Völkern die Verluste verdoppeln, wenn eines der beiden Viren vorhanden ist und sogar verdreifachen, wenn beide Viren nachweisbar sind.

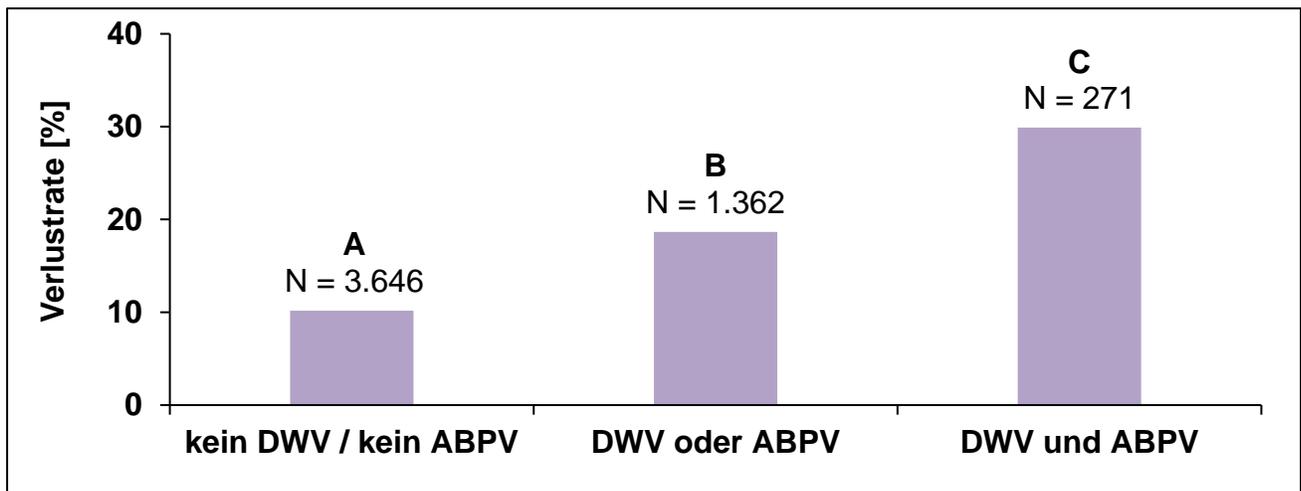


Abbildung 21: Verlustraten der mit ABPV und/ oder DWV belasteten Völker 2009-2019 im Vergleich zu unbelasteten Völkern; Gruppen mit unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich hochsignifikant (Chi-Quadrat; $P < 0,001$).

3.1.5.6. Amerikanische Faulbrut

Im Herbst 2019 wurden insgesamt 236 Futterkranzproben auf *Paenibacillus larvae* untersucht, dem Erreger der Amerikanischen Faulbrut. Von den untersuchten Proben waren 98,7% negativ und es konnten zum ersten Mal seit 2010 in keiner Probe Sporen von *P. larvae* nachgewiesen werden (Tabelle 20). Auch die Anzahl der nicht auswertbaren Proben war, mit drei Proben aus Celle, sehr gering. In den letzten Jahren gab es einen Bienenstand aus Veitshöchheim, der besonders stark mit Faulbrut-Sporen belastet war. Zur Auswinterung 2018 wurden fünf der 13 genommenen Zusatzproben positiv auf *P. larvae* getestet. Im darauffolgenden Herbst konnte der Befall reduziert werden und die Faulbrut-Sporen waren nur noch in einer Probe vorhanden. Diesen Herbst 2019 scheint sich die Lage wieder normalisiert zu haben, da keine Erreger mehr nachweisbar waren.

Da 2019 keine Faulbrut-Sporen gefunden wurden, können auch keine Aussagen über den Zusammenhang zwischen der Amerikanischen Faulbrut und den Winterverlusten getroffen werden. Insgesamt scheint es aber innerhalb des DeBiMo keinen Zusammenhang zu erhöhten Winterverlusten zu geben.

Tabelle 20: AFB-Standuntersuchung im Herbst 2019 im Vergleich mit den Vorjahren.

2019	N	negativ	positiv	nicht auswertbar
Celle	31	28		3
FLI-Riems	6	6		
Hohenheim	38	38		
Hohen Neuendorf	53	53		
Kirchhain	24	24		
Mayen	28	28		
Veitshöchheim	56	56		
gesamt 2019*	236	233 (98,7%)	0	3 (1,3%)
2018*	238	226 (95,0%)	4 (1,7%)	8 (3,4%)
2017*	220	212 (96,4%)	1 (0,4%)	7 (3,2%)
2016*	215	203 (94,4%)	1 (0,5%)	11 (5,1%)
2015*	217	204 (94,0%)	2 (0,9%)	11 (5,1%)
2014*	218	208 (95,4%)	2 (0,9%)	8 (3,7%)
2013*	214	205 (95,8%)	8 (3,7%)	1 (0,5%)
2012*	288	268 (93,1%)	15 (5,2%)	5 (1,7%)
2011*	233	208 (89,3%)	16 (6,8%)	9 (3,9%)
2010*	214	205 (95,8%)	8 (3,7%)	1 (0,5%)

* errechnet aus Völkerzahl

3.1.5.7. Befall mit *Tropilaelaps* spp.

Im gesamten Projekt-Zeitraum konnte weder in den Bienenproben noch bei den Standbesuchen ein Befall mit Milben der Gattung *Tropilaelaps* spp. festgestellt werden.

3.1.5.8. Befall mit dem Kleinen Beutenkäfer, *Aethina tumida*

Adulte Tiere des Kleinen Beutenkäfers *Aethina tumida* konnten weder bei den durchgeführten Bonituren noch bei Kontrollen der verwendeten Käferfallen gefunden werden. Larvenstadien oder auch Schadsuren, die auf einen Befall mit dem Kleinen Beutenkäfer hinweisen könnten, wurden ebenfalls nicht beobachtet.

3.1.6. Rückstandsanalysen in Bienenbrot

Im Berichtszeitraum 2019 wurden insgesamt 129 Bienenbrotproben auf Pflanzenschutzmittelrückstände untersucht und ihre botanische Herkunft mithilfe einer Pollenanalyse geprüft.

Im Vergleich zum Vorjahr wurden 4 weitere Substanzen in das Analyseprogramm aufgenommen, so dass die Bienenbrotproben mit der validierten Multimethode auf Rückstände von insgesamt 455 verschiedenen Substanzen getestet wurden.

Von diesen 455 Substanzen wurden 90 Wirkstoffe in den Bienenbrotproben detektiert, 67 davon mindestens einmal oberhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze (Abbildung 22). In 124 der 129 untersuchten Proben konnten Pflanzenschutzmittelrückstände nachgewiesen werden (96,1%). In 101 Proben (78,3%) war mindestens ein Pflanzenschutzmittelwirkstoff oberhalb der Bestimmungsgrenze als Rückstand messbar. Die einzelnen Wirkstoffe konnten in den 129 Proben 1- bis 61-mal nachgewiesen werden. Am häufigsten wurde das Fungizid Boscalid in 48,1% der Proben nachgewiesen, gefolgt von dem Herbizid Terbutylazin mit 42,6%, dem Insektizid Thiacloprid mit 41,9% und den Fungiziden Azoxystrobin und Tebuconazol mit jeweils 38,8 % (Tabelle 21). Die vor allem während der Rapsblüte eingesetzten Wirkstoffe Boscalid, Thiacloprid und Azoxystrobin, gehörten auch in den Vorjahren zu den häufigsten Funden. Aus der Gruppe der Herbizide war erneut das Terbutylazin mit Anwendung u.a. in den Kulturen Mais, Wein- und Apfelanbau, mit unter den häufigsten Wirkstoffen.

Das Insektizid Thiacloprid konnte in den belasteten Bienenbrotproben von 2019 durchschnittlich mit 17 µg/kg und maximal 75 µg/kg nachgewiesen werden. Die gemessene Höchstkonzentration hat sich im Vergleich zu den Vorjahren damit zwar halbiert, im

Durchschnitt lag die Belastung mit Thiacloprid jedoch in einem ähnlichen Bereich wie in den Jahren 2017 und 2018. Das Neonikotinoid Acetamiprid, das ebenfalls während der Rapsblüte eingesetzt werden kann und während der befristeten Aussetzung der Thiaclopridanwendung in Obst- und Rapsblüte im Frühjahr 2016 vermehrt eingesetzt wurde, konnte 2019 mit einer maximalen Konzentration von 51,4 µg/kg in 6 der 129 Proben detektiert werden (Vorjahre 2017 und 2018: 12 bzw. 2 Nachweise).

Tabelle 21: Übersicht Bienenbrot-Rückstandsuntersuchungen 2005-2019.

Untersuchungsjahr	2005/2006	2007	2009	2010	2011
detektierbare Wirkstoffe	258	258	298	368	395
untersuchte Proben	105	110	88	209	216
Zeitpunkt Probenahme	Frühjahr	Frühjahr	Sommer + Frühjahr	Frühjahr + Sommer	Frühjahr + Sommer
nachgewiesene Wirkstoffe	42	42	48	90	75
größte Häufigkeit	Coumaphos 43,8%	Boscalid 60,9%	Boscalid 72,7%	Boscalid 59,3%	Boscalid 61,6%
% belastete Proben	76,0%	70,9%	88,6%	90,4%	87,5%
dominierende Wirkstoffgruppe	Fungizide	Fungizide	Fungizide	Fungizide	Fungizide
Wirkstoffgruppe mit den höchsten Werten	Fungizide	Fungizide	Fungizide	Fungizide	Fungizide
davon höchster Wert	Azoxystrobin 1.776 µg/kg	Boscalid 928 µg/kg	Fludioxonil 2.800 µg/kg	Iprodion 12.800 µg/kg	Iprodion 1.877 µg/kg
häufigstes Insektizid	Thiacloprid	Thiacloprid	Thiacloprid	Thiacloprid	Thiacloprid
davon höchster Wert	199 µg/kg	277 µg/kg	150 µg/kg	236 µg/kg	130 µg/kg
davon % Häufigkeit	8,5%	56,4%	53,4%	56,9%	51,3%
Insektizid höchster Wert	Thiacloprid 199 µg/kg	Thiacloprid 277 µg/kg	Thiacloprid 150 µg/kg	Chlorpyrifos 450 µg/kg	Coumaphos 360 µg/kg
Untersuchungsjahr	2012	2013	2014	2015	2016
detektierbare Wirkstoffe	391	400	401	402	407
untersuchte Proben	218	170	182	193	203
Zeitpunkt Probenahme	Frühjahr + Sommer	Frühjahr + Sommer	Frühjahr + Sommer	Frühjahr + Sommer	Frühjahr + Sommer
nachgewiesene Wirkstoffe	72	73	76	83	97
größte Häufigkeit	Thiacloprid 60,6%	Thiacloprid 55,9%	Thiacloprid 61,0%	Thiacloprid 51,8%	Boscalid 61,6%
% belastete Proben	90,4%	86,5%	89,0%	88,1%	96,1%
dominierende Wirkstoffgruppe	Fungizide	Fungizide	Fungizide	Fungizide	Fungizide
Wirkstoffgruppe mit den höchsten Werten	Fungizide	Fungizide	Fungizide	Fungizide	Fungizide
davon höchster Wert	Boscalid 2.683 µg/kg	Fludioxonil 865 µg/kg Boscalid 846 µg/kg	Iprodion 1.903 µg/kg Boscalid 722 µg/kg	Azoxystrobin 1.194 µg/kg Boscalid 234 µg/kg	Iprodion 2.194 µg/kg Boscalid 503 µg/kg
häufigstes Insektizid	Thiacloprid	Thiacloprid	Thiacloprid	Thiacloprid	Thiacloprid
davon höchster Wert	498 µg/kg	240 µg/kg	224 µg/kg	129 µg/kg	267 µg/kg
davon % Häufigkeit	60,6%	55,9%	61,0%	51,8%	31,5%
Insektizid höchster Wert	Amitraz 573 µg/kg	DEET 458 µg/kg	Cypermethrin 520 µg/kg	Thiacloprid 129 µg/kg	Fenoxycarb 373 µg/kg

Untersuchungsjahr	2017	2018	2019
detektierbare Wirkstoffe	439	451	455
untersuchte Proben	152	130	129
Zeitpunkt Probenahme	Frühjahr + Sommer	Frühjahr + Sommer	Frühjahr + Sommer
nachgewiesene Wirkstoffe	85	90	90
größte Häufigkeit	Thiacloprid 61,8%	Thiacloprid 48,5%	Boscalid 48,1%
% belastete Proben	96,7%	92,3%	96,9%
dominierende Wirkstoffgruppe	Fungizide	Fungizide	Fungizide
Wirkstoffgruppe mit den höchsten Werten	Fungizide	Fungizide	Fungizide
davon höchster Wert	Captan + Metabolit 3.077 µg/kg Boscalid 736 µg/kg	Iprodion 3.880 µg/kg Captan + Metabolite 6.010 µg/kg	Captan + Metabolite 3.646 µg/kg Fludioxonil 840 µg/kg
häufigstes Insektizid	Thiacloprid	Thiacloprid	Thiacloprid
davon höchster Wert	198 µg/kg	156 µg/ kg	75 µg/kg
davon % Häufigkeit	61,8%	48,5%	41,9 %
Insektizid höchster Wert	Tau-Fluvalinat 274 µg/kg	Thiacloprid 156 µg/kg	Thiacloprid 75 µg/kg

Die 124 belasteten Bienenbrotproben wiesen durchschnittlich 6,5 Wirkstoffe auf (Abbildung 23). In einer einzelnen Probe wurden dabei bis zu 25 verschiedene Wirkstoffe nachgewiesen. Insgesamt ergaben die Untersuchungen 808 Nachweise von Wirkstoffen, davon 416 (51,5%) oberhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze und 392 (48,5%) Nachweise unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze. Die Sommerproben waren durchschnittlich mit einer Wirkstoffkonzentration von 125,6 µg/kg und 5,8 unterschiedlichen Wirkstoffen belastet, die Frühjahrsproben hingegen mit durchschnittlich 276,5 µg/kg und 8,4 Wirkstoffen. Die durchschnittlich höhere Wirkstoffbelastung der Frühjahrsproben ist vor allem auf die hohe Belastung einzelner Proben mit den Fungiziden Boscalid, Azoxystrobin, Dimoxystrobin, Fludioxonil, Fenhexamid, Cyprodonil sowie Captan und seine Metabolite Tetrahydrophthalimid und Chlorthalonil zurückzuführen.

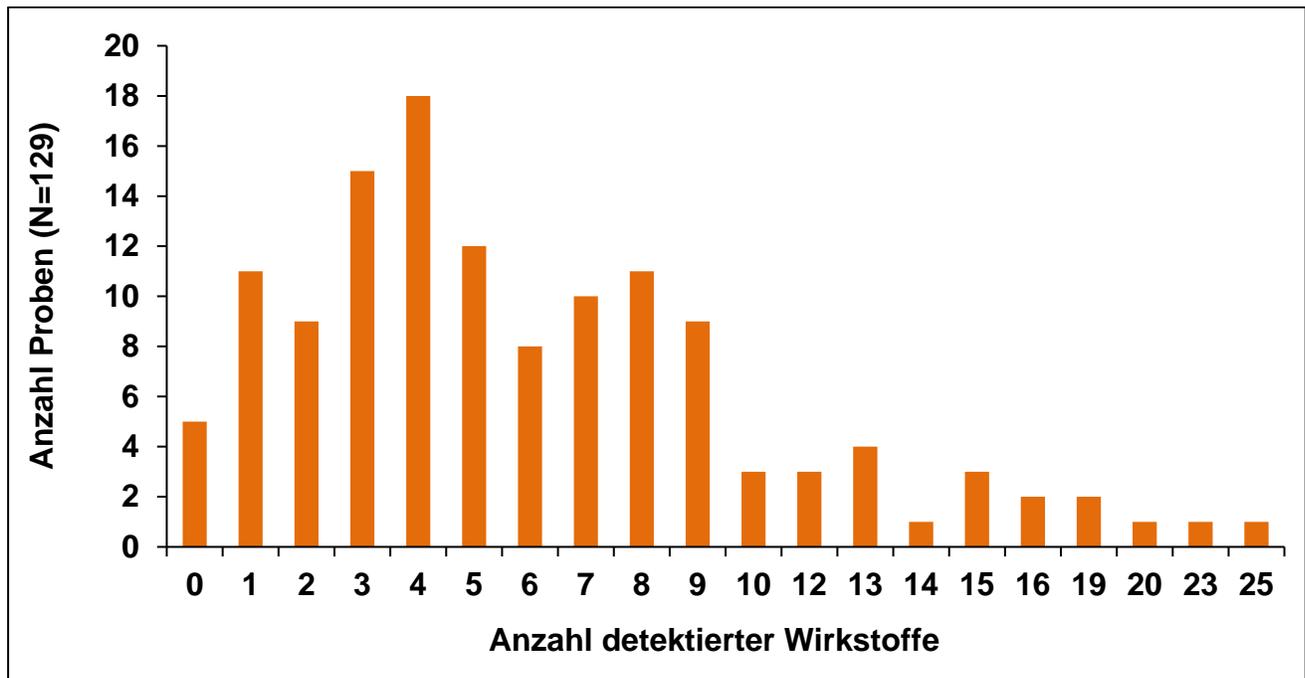


Abbildung 23: Häufigkeiten der Belastungen der Bienenbrotproben 2019 (N=129) mit verschiedenen Wirkstoffen.

In den 129 Bienenbrotproben konnten insgesamt 40 Fungizide (Auflage B4 = nicht bienengefährlich; davon 34 oberhalb der Bestimmungsgrenze LOQ), 23 Herbizide (B4, 15 oberhalb der Bestimmungsgrenze), 19 Insektizide bzw. Akarizide (14 oberhalb der LOQ, davon 10 allein bzw. in Kombination mit anderen Wirkstoffen als bienengefährlich eingestuft), 3 Varroazide (Amitraz, Brompropylat, Coumaphos), 1 Insekten-Repellent (DEET), 1 Vogel-

Repellent (Anthrachinon) sowie 1 Wirkverstärker (Piperonylbutoxid) und 2 Konservierungsstoffe/ Biozide (Triclosan, ortho-Phenylphenol) festgestellt werden.

Bei den Fungiziden waren 2 bereits zu Beginn des Projektjahres ohne Zulassung (Carbendazim, n=3, max. 72 µg/kg; Diphenylamin, n=8, max. 24 µg/kg), bei 2 weiteren Fungiziden (Fenpropimorph, n=2, max. 9 µg/kg; Triadimenol n=2; max. 27 µg/kg) wurde die Zulassung in der zweiten Jahreshälfte 2019 widerrufen. Aufgrund des Zeitpunkts des Widerrufs sind die Rückstände aber plausibel zu erklären.

Bei den Herbiziden betraf die fehlende Zulassung fünf Wirkstoffe (Bromacil, n=3, 7 µg/kg; Metolachlor, n= 5, max. 5 µg/kg; Chloridazon, n=2, max. 3 µg/kg; Tralkoxydim, n=4, max. 2 µg/kg; Triasulfuron, n=2, max. 4 µg/kg) und bei den Insektiziden/Akariziden vier Wirkstoffe (Chlorpyrifos, n=1, 3 µg/kg; Fenoxycarb, n=1; 4 µg/kg; Lindan, n=2, max. 3 µg/kg; Pyridalyl, n=1, 12 µg/kg). Erneut bestand jedoch eine Notfallzulassung für Fenoxycarb zwischen dem 15.05.2019 und 11.09.2019 für die Anwendung in bestimmten Kulturen, so dass der Nachweis auch hier plausibel erklärt werden kann. Für das Insektizid Methiocarb wurde die EU-Genehmigung als Pflanzenschutzmittel nicht erneuert. Die Aufbrauchfrist gebeizten Saatguts besteht bis zum 3. April 2020. Des Weiteren besteht seit dem 31. Juli 2019 auch keine Zulassung mehr für Dimethoat, die Aufbrauchfrist endet am 30. Juni 2020.

Bei den Insektiziden/Akariziden wurde Thiacloprid in 54 Proben mit der größten Häufigkeit (davon in 39 Proben über der Bestimmungsgrenze; MW=17 µg/kg; max. 75 µg/kg; Abbildung 24) nachgewiesen. Ebenfalls oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen wurden die Insektizide tau-Fluvalinat (n=5; max. 14 µg/kg), lambda-Cyhalothrin (n=2, max. 14 µg/kg, Chlorantraniliprole (n=3; max. 30 µg/kg), Dimethoat (n=1; 11g/kg), Indoxacarb (n=2; max. 30 µg/kg), Acetamiprid (n=4; max. 51 µg/kg), Etofenprox (n= 2; max. 14 µg/kg), Fenoxycarb (n=1; 4 µg/kg), Tebufenozid (n=1; 3 µg/kg), Spirodiclofen (n=2; max. 37 µg/kg) und Pirimicarb (n=1; 7 µg/kg). Folgende Insektizide wurden unterhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen: Chlorpyrifos (n=1), Hexythiazox (n=1), Imiprothrin (n=1), Lindan (n=2), Methiocarb (n=5) und Pyridalyl (n=1).

Von den Varroaziden wurde Amitraz insgesamt in 3 Proben, davon 1-mal oberhalb der Bestimmungsgrenze (7 µg/kg), Coumaphos in 28 Proben, davon 10-mal oberhalb der Bestimmungsgrenze (max. 25 µg/kg) und Brompropylat in 5 Proben, davon 1-mal oberhalb der Bestimmungsgrenze (5 µg/kg) nachgewiesen.

Das Insekten-Repellent DEET wurde in 7 Proben unterhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen. Zusätzlich konnte das Vogel-Repellent Anthrachinon in 4 Proben unterhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen werden.

Bei den Fungiziden wurde der Wirkstoff Boscalid mit 61 Befunden (davon in 40 Proben oberhalb der Bestimmungsgrenze LOQ, max. 339 µg/kg) am häufigsten gefunden, gefolgt von Azoxystrobin (n=50, 32-mal > LOQ, max. 482 µg/kg) und Tebuconazol (n=50, 19-mal > LOQ, max. 105 µg/kg). Ebenfalls häufig gefunden wurden die Wirkstoffe Fluopyram (n=42, 27-mal > LOQ, max. 100 µg/kg), Dimoxystrobin (n=33, 18-mal > LOQ, max. 269 µg/kg) und Prothioconazol (n=25, 15-mal > LOQ, max. 16 µg/kg). Zusammen mit den Ergebnissen der Pollenanalysen wird hier ein Zusammenhang mit der Rapsblütenspritzung deutlich.

Neben den bereits genannten Fungiziden wurden folgende Wirkstoffe häufig bzw. in höheren Konzentrationen detektiert: Das im Obstbau eingesetzte Captan (n=5, 4-mal > LOQ, max. 69 µg/kg) und seine Metabolite Tetrahydrophthalimid (n = 9; 5-mal >LOQ; max. 240 µg/kg) und Chlorthalonil (n = 4; 2-mal >LOQ; max. 3.336 µg/kg), sowie das aus dem Weinbau stammende Folpet (n = 16; 13-mal >LOQ; max. 825 µg/kg) und sein Metabolit Phthalimid (n = 21; 13-mal >LOQ; max. 644 µg/kg) (Abbildung 24). Die Pollenuntersuchungen sowie die Betrachtung der Landschaftsnutzung im Flugradius der Bienenstände bestätigten den Zusammenhang der Belastungen mit dem Obst- bzw. Weinbau.

Weiter wurden folgende Fungizide häufig und/oder in höheren Gehalten gefunden: Fludioxonil (n = 16; 12-mal > LOQ; max. 840 µg/kg), Fenhexamid (n = 6; 5-mal >LOQ; max. 706 µg/kg), Cyprodinil (n=12, 10-mal > LOQ, max. 376 µg/kg) und Trifloxystrobin (n = 6; 5-mal >LOQ; max. 136 µg/kg). Auch hier ist der Ursprung in der Applikation im Obst- und Getreideanbau zu suchen. Dies bestätigen auch die Pollenanalysen des Bienenbrots.

Unter den Herbiziden wurde Terbutylazin am häufigsten gefunden (n=55, 22-mal > LOQ, max. 17 µg/kg), gefolgt von Prosulfocarb (n=30, 13-mal >LOQ; max. 106 µg/kg), Pendimethalin (n=8, 5-mal >LOQ; max. 54 µg/kg) und Aclonifen (n=7, 1-mal >LOQ, max. 7 µg/kg). Weniger häufig, dafür aber in höheren Konzentrationen wurden außerdem Clomazon (n=2, 2-mal > LOQ, max. 44 µg/kg) und Flufenacet (n=6, 2-mal >LOQ, max. 29 µg/kg) gefunden. Die übrigen Wirkstoffe waren nur in einzelnen Proben und/oder in geringen Konzentrationen vorzufinden. Ursache der Herbizidrückstände sind mit großer Wahrscheinlichkeit die Behandlung von Beikräutern auf Ackerflächen, sowie Abdrift auf Randstreifen.

Summiert man die Wirkstoffgehalte der einzelnen Proben und kategorisiert anschließend diese Summengehalte, ergibt sich folgendes Bild: 25,6% der Proben sind unter 10 µg/kg belastet, 51,9% bis 100 µg/kg, 15,5% bis 500 µg/kg, 3,9% bis 1.000 µg/kg und 3,1 % über 1.000 µg/kg (max. 4.388 µg/kg). Relativ viele Proben sind belastet, allerdings liegen die Werte in den meisten Fällen im niedrigen Bereich und weitab einer akut toxischen Wirkung.

Das Neonikotinoid Clothianidin, das zuletzt im Bienenbrot 2017 in einer Probe nachgewiesen wurde (1 µg/kg), konnte in den Bienenbrotproben 2019 erneut nicht nachgewiesen werden (Tabelle 22), ebenso wenig wie Imidacloprid und Thiamethoxam.

Seit 2016 wird zur Bestimmung der Neonikotinoid-Gehalte auf die Spezialmethode mit der niedrigeren Bestimmungsgrenze (0,3 µg/kg; Nachweisgrenzen 0,1 µg/kg) verzichtet, da die Beizung von Raps-, Mais-, Sonnenblumen- und Getreidesaatgut mit den 3 oben genannten Wirkstoffen derzeit nicht zulässig ist und seit dem Untersuchungsjahr 2015 ein Rückgang der Belastungen mit diesen Wirkstoffen zu beobachten war.

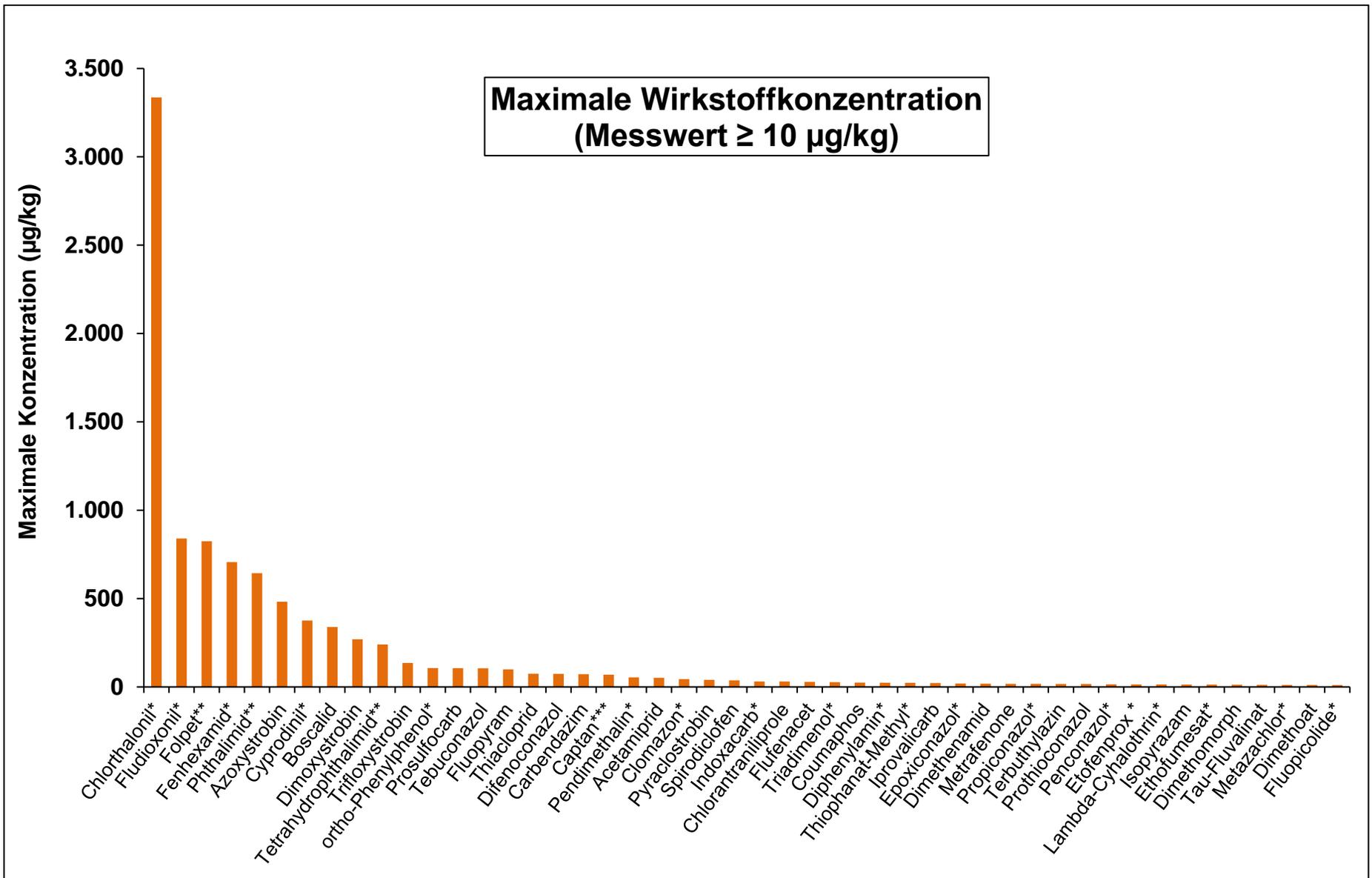


Abbildung 24: Maximale Konzentrationen der 2019 gefundenen Wirkstoffe, Bestimmungsgrenzen: 3, 5*,10** und 15*** $\mu\text{g/kg}$ (Tetrahydrophthalimid und Chlorthalonil sind Metaboliten von Captan, Phthalimid von Folpet).

Tabelle 22: Übersicht Neonikotinoide 2005-2019.

Jahr	Neonikotinoide
2005/2006	9 x Thiacloprid <3 bis 199 µg/kg, kein Imidacloprid
2007	62 x Thiacloprid <3 bis 277 µg/kg, 1 x Imidacloprid 3 µg/kg
2009	50 x Thiacloprid <3 bis 150 µg/kg, 1 x Clothianidin < 1 µg/kg
2010	119 x Thiacloprid <3 bis 236 µg/kg, 8 x Acetamiprid 2 bis 41 µg/kg 2 x Clothianidin < 2 µg/kg
2011	111 x Thiacloprid <3 bis 130 µg/kg, 14 x Acetamiprid 1 bis 20 µg/kg 2 x Clothianidin < 3 µg/kg
2012	132 x Thiacloprid <3 bis 498 µg/kg, 9 x Acetamiprid 1 bis 11 µg/kg 3 x Clothianidin < 3 µg/kg, 1 x Imidacloprid < 3 µg/kg
2013	95 x Thiacloprid <3 bis 240 µg/kg, 9 x Acetamiprid 1 bis 42 µg/kg <i>*(20 x Clothianidin <0,3 bis 1,1 µg/kg / 1 x Imidacloprid <0,3 µg/kg)</i>
2014	111 x Thiacloprid <3 bis 224 µg/kg, 9 x Acetamiprid 1 bis 74 µg/kg <i>*(41 x Clothianidin <0,3 bis 1,1 µg/kg / 5 x Imidacloprid <0,3 bis 0,4 µg/kg / 3 x Thiamethoxam 0,1 bis 0,2 µg/kg)</i>
2015	100 x Thiacloprid <3 bis 129 µg/kg, 8 x Acetamiprid max. 10 µg/kg 1 x Clothianidin 1 µg/kg / <i>*(2 x Clothianidin max. 1,4 µg/kg)</i> 1 x Imidacloprid 2 µg/kg / <i>*(1 x Imidacloprid max. 0,2 µg/kg)</i>
2016	64 x Thiacloprid <3 bis 267 µg/kg, 21 x Acetamiprid max. 71 µg/kg 1 x Clothianidin 1 µg/kg, kein Imidacloprid, Thiamethoxam
2017	94 x Thiacloprid <3 bis 198 µg/kg, 12 x Acetamiprid max. 52 µg/kg 1 x Clothianidin 1 µg/kg, kein Imidacloprid, Thiamethoxam
2018	63 x Thiacloprid <3 bis 156 µg/kg, 2 x Acetamiprid max. 7 µg/kg kein Clothianidin, Imidacloprid, Thiamethoxam
2019	54 x Thiacloprid <3 bis 75 µg/kg, 6 x Acetamiprid max. 51 µg/kg kein Clothianidin, Imidacloprid, Thiamethoxam

** Nachweise mit Spezialmethode für Neonikotinoide*

Der Anteil mit Thiacloprid belasteter Proben sank von 49% im Jahr 2018 auf 42%, und liegt mit Ausnahme von Jahr 2016, als die Anwendung von Thiacloprid in blühenden Obst- und Rapskulturen nicht zulässig war, niedriger als in den übrigen Jahren (Abbildung 25). Da das Verbot seit 2017 wieder aufgehoben ist, sind seitdem erwartungsgemäß wieder viele der Proben mit Thiacloprid belastet.

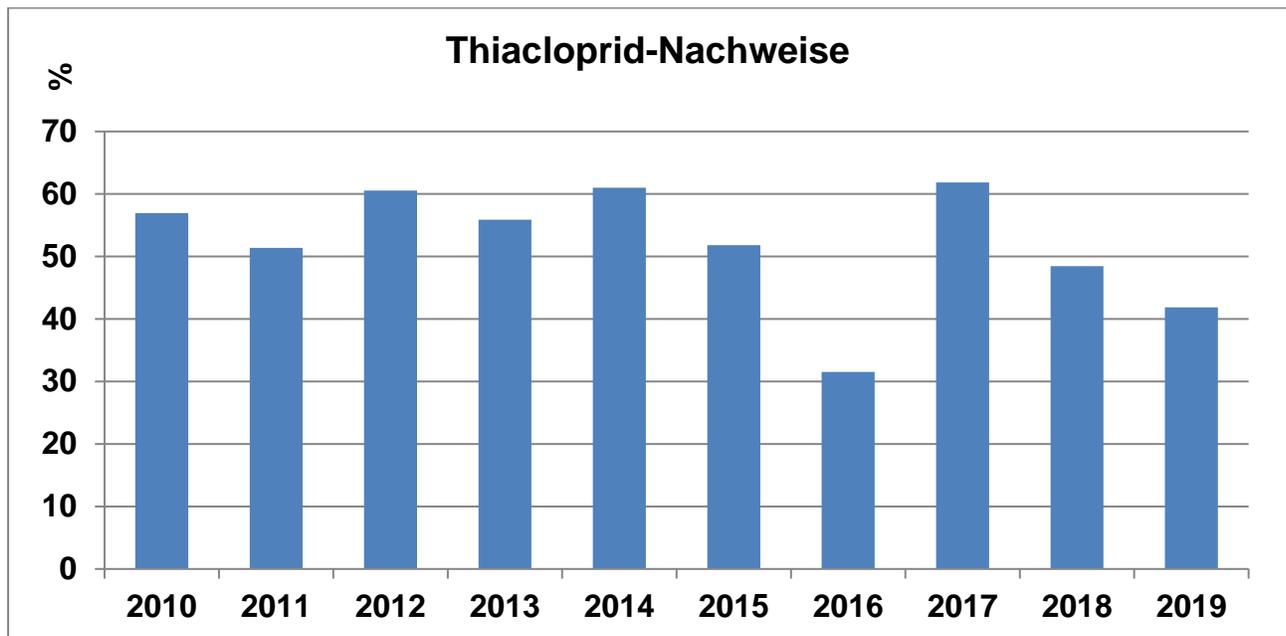


Abbildung 25: Prozentualer Anteil der mit Thiacloprid belasteten Proben 2010-2019.

Abbildung 26 zeigt die in den Jahren 2010-2019 am häufigsten gefundenen Insektizide in den Bienenbrotproben. Tau-Fluvalinat wurde dabei mit einer Häufigkeit von 14,7 % mit Abstand am häufigsten detektiert – sowohl in Bezug auf die übrigen Insektizide in den Proben von 2019, aber auch bezogen auf die Häufigkeit von tau-Fluvalinat in den vorherigen Jahren. Jedoch betrug die maximal gemessene Konzentration von tau-Fluvalinat im Jahr 2019 12 µg/kg und ist damit deutlich geringer als beispielsweise 2017 (274 µg/kg in 2017). Die Häufigkeiten von Methiocarb und Indoxacarb nahmen im Vergleich zum Vorjahr ab, die Konzentrationen waren mit dem Vorjahr vergleichbar (Methiocarb: 2 µg/kg in 2019, Vorjahr 7 µg/kg; Indoxacarb 30 µg/kg in 2019, Vorjahr 22 µg/kg). Acetamiprid wurde im Vergleich zum Vorjahr wieder häufiger gefunden. Die Häufigkeiten von Tebufenoxid und Fenoxycarb blieben auf demselben Niveau. Das seit dem 31. Dezember 2015 nicht mehr zugelassene Methoxyfenozid wurde 2017 das letzte Mal nachgewiesen, seit 2018 nicht mehr.

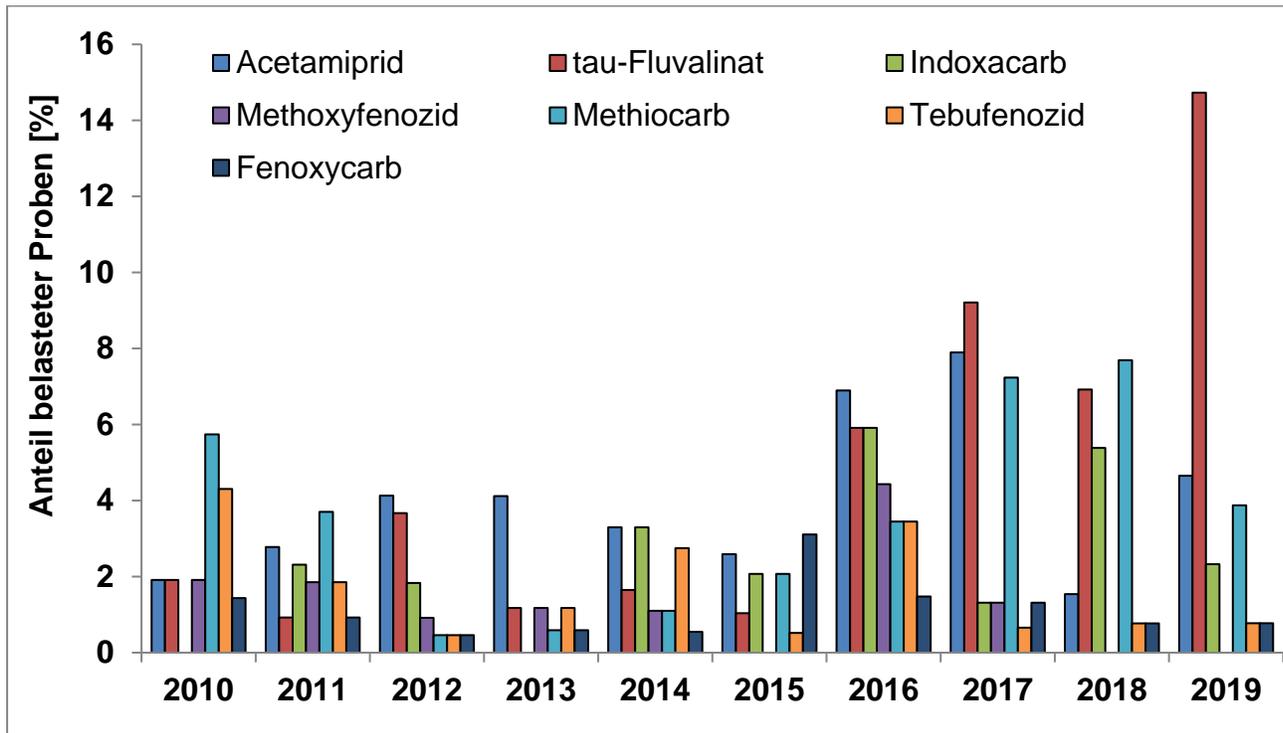


Abbildung 26: Prozentualer Anteil der neben Thiacloprid am häufigsten mit hohen Konzentrationen gefundenen Insektizide 2010-2019.

Die Varroazide Bromprolyat und Amitraz konnten erneut nur in sehr wenigen Proben und jeweils nur einmal oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen werden. Coumaphos hingegen wurde im Vergleich zum Vorjahr mit einer Häufigkeit von 22% wieder häufiger und in höherer Konzentration (max. 25 µg/kg) im Bienenbrot gefunden.

Abbildung 27 stellt noch einmal den Verlauf der detektierbaren und nachweisbaren Wirkstoffe in den seit 2005 untersuchten Proben dar, sowie die Anzahl der belasteten Proben. Zwar werden viele der Wirkstoffe nur im Spurenbereich gemessen, dennoch lag die Anzahl belasteter Proben konstant über 70%, seit 2016 sogar über 90%. Die Zahl der gefundenen Wirkstoffe liegt seit 2010 bei über 70 verschiedenen Substanzen, das Maximum lag bisher bei 97 verschiedenen Wirkstoffen im Jahr 2016.

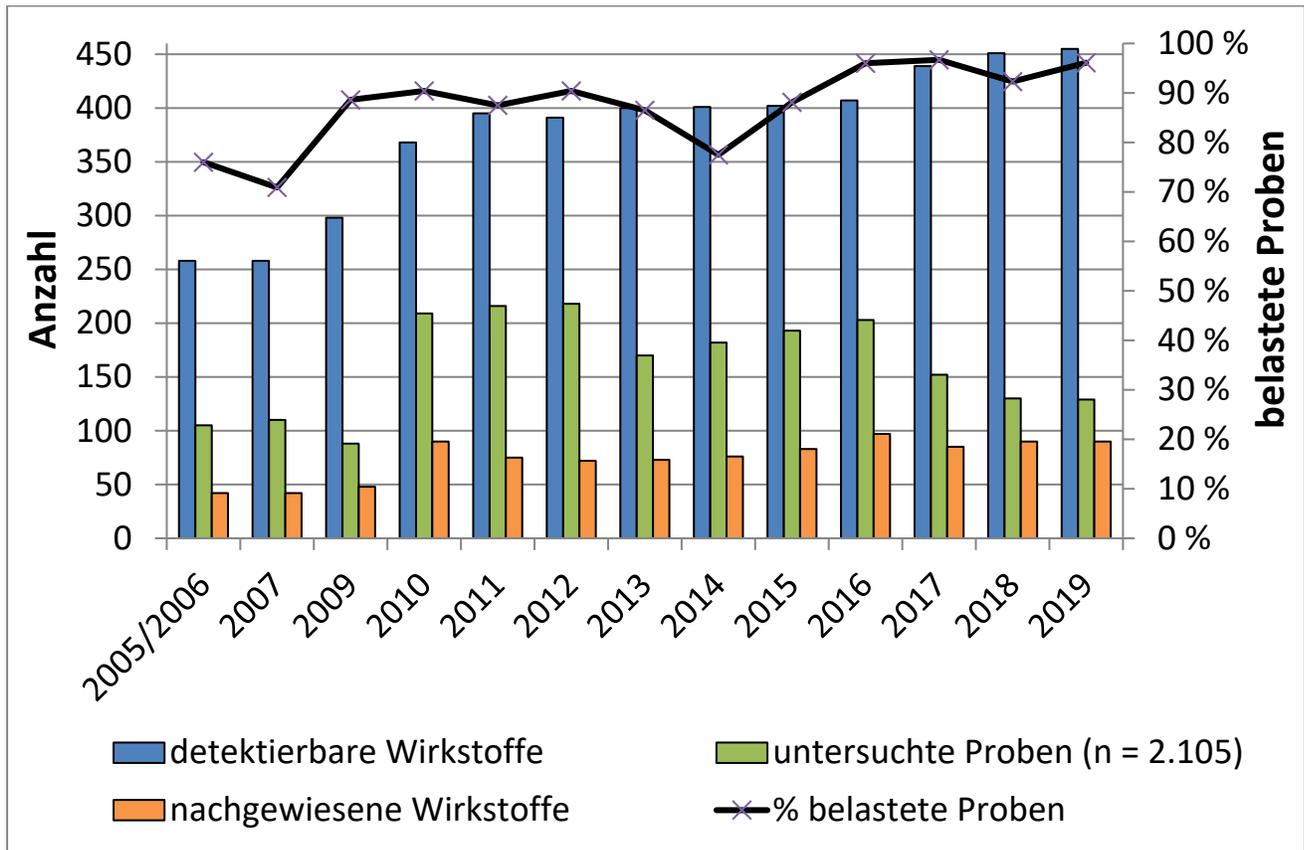


Abbildung 27: Zusammenfassende Darstellung der Rückstandsanalysen 2005-2019. 71-97% der Proben sind mit Rückständen belastet.

Bei Einteilung der Einzelnachweise von 2005 bis 2019 (Abbildung 28) in die Wirkstoffgruppen wird die wesentlich höhere Belastung der Pollen mit Fungiziden deutlich, wohingegen Herbizide und Insektizide weit weniger häufig gefunden werden. Noch seltener, aber dennoch beständig, sind die Belastungen mit Varroaziden und Insekten-Repellentien. Sonstige Substanzen, wie Holzschutzmittel, Vogelrepellentien, Biozide und Konservierungsstoffe werden hingegen nur vereinzelt gefunden.

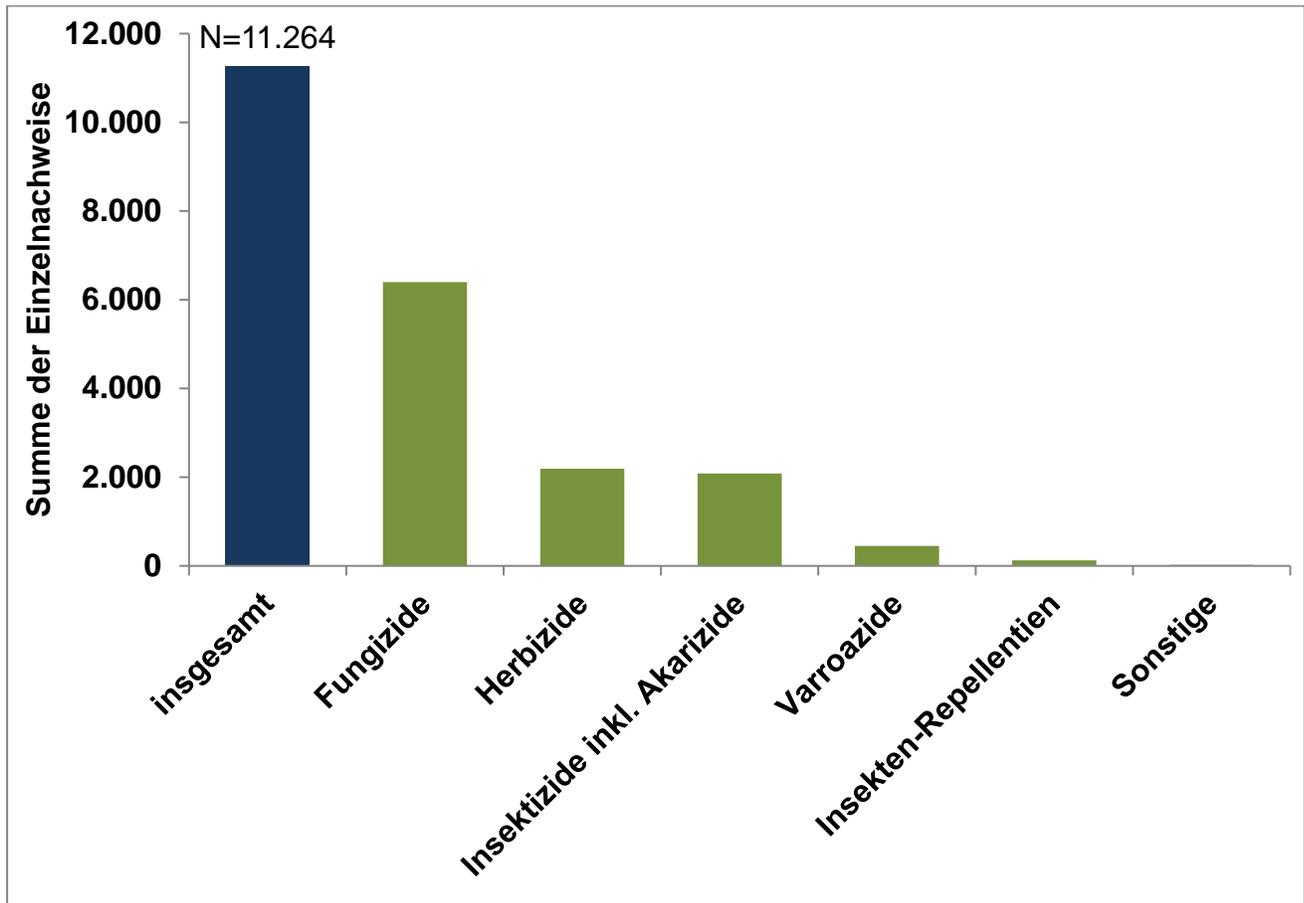


Abbildung 28: Summe der Einzelnachweise von 2005 bis 2019 differenziert nach Wirkstoffgruppen. Unter „Sonstige“ fallen Holzschutzmittel, Biozide, Konservierungsstoffe und Vogel-Repellentien.

4. Diskussion der Ergebnisse

Für diesen Abschlussbericht des Projektzeitraumes 2017 – 2019 werden die Daten des Untersuchungsjahres 2019 (die in diesem Bericht erstmals vorgestellt werden) in Bezug auf die beiden vorangegangenen Untersuchungsjahre im Projektzeitraum (die Daten sind in den jeweiligen Zwischenberichten sowie im Ergebnisteil dieses Berichtes aufgeführt) interpretiert und diskutiert. Wichtiger als diese 3-Jahres-Betrachtung sind aber Vergleiche mit den entsprechenden Daten der Vorjahre und die daraus resultierenden langfristigen Trends und Ursachenanalysen für Winterverluste und Bienenschäden. Im Folgenden wird daher nicht nur der o. a. Projektzeitraum betrachtet, sondern **erstmalig auch Langzeit-Analysen der für die Bienengesundheit wichtigsten Pathogene vorgestellt**. Solche Analysen sind die Voraussetzung für die Erforschung der Ursachen von Bienenschäden und Völkerverlusten und waren von Anfang an das klare Ziel dieses Langzeitprojektes. Diese sind nur möglich aufgrund der einzigartigen Struktur des DeBiMo: Es ist weltweit das einzige Monitoringprojekt, in dem über 15 Jahre (davon die letzten 10 Jahre durch das BMEL gefördert) mit weitgehend einheitlichen und wissenschaftlich fundierten Methoden die o. a. Parameter bei Bienenvölkern flächendeckend erfasst wurden und werden. Es ist aber weltweit vor allem das einzige Monitoringprojekt, das demnächst einen Zeitraum von annähernd 20 Jahren abbilden können. Der unschätzbare Wert derartig langfristiger Studien mit gesicherten Daten wird gerade wieder bei der Diskussion um den Rückgang der Insektenpopulationen deutlich. Da es keine validen, über einen längeren Zeitraum regelmäßig erhobene Daten zum Artenreichtum und zur Biomasse bei Insekten gibt, schwanken die Zahlen zum „Insektensterben“ zwischen 80% (Hallmann et al., 2017) und knapp 30% Rückgang (van Klink et al., 2020) über die letzten 30 Jahre und die Diskussion der Ursachen ist vor allem durch Spekulationen geprägt. Dadurch werden zielgerichtete Maßnahmen zur Rettung der Insektenwelt erschwert. Es ist das Verdienst des DeBiMo, dass zur Situation der Honigbienen in Deutschland inzwischen sehr gute Langzeitdaten zu den jährlichen Völkerverlusten, zur Größe und Leistung der Völker, zur Pestizid- und zur Pathogenbelastung vorliegen, aus denen sowohl die Dimension der Probleme als auch die verursachenden Faktoren solide abgeleitet werden können.

4.1. Überwinterungserfolg, Honigernten und Verlauf der Bienenjahre

Die **Überwinterungsverluste** der Monitoringvölker nahmen in den 3 Projektjahren leicht ab und zwar von 14,6% (2017) über 12,6% (2018) zu 11,5% (2019). Insgesamt bewegten sich die Verluste der letzten 3 Projektjahre damit im oberen Bereich der seit 2009 dokumentierten Verluste (Min.: 4,4%; Max.: 15,0%).

Allerdings stellen weder die geringfügige Abnahme der 3 Projektjahre noch die vergleichsweise höheren Verlustraten einen generellen Trend dar, wie die statistische Analyse der Winterverluste über alle Projektjahre zeigt (siehe 4.2). Dies ist bemerkenswert, da offensichtlich weder Veränderungen bei den Umweltfaktoren (Wetter, Trachtbedingungen), bei den landwirtschaftlichen Praktiken (unterschiedliche Kulturen, Fördermaßnahmen, Zulassung/ Verbote von Pflanzenschutzmitteln) noch bei den wichtigsten Pathogenen (*Varroa*, Bienenviren, *Nosema*) einen signifikanten Einfluss auf einen Trend bei den jährlichen Winterverlusten haben. Dieser Befund wird unter 4.2 bis 4.4 im Zusammenhang mit den möglichen Ursachen für Völkerverluste im Detail diskutiert.

Wir gehen davon aus, dass der fehlende langfristige Trend bei den Winterverlusten der Monitoringvölker repräsentativ für die Imkerei in Deutschland ist. Die parallel zum DeBiMo durchgeführten jährlichen anonymen Umfragen des Bieneninstitutes in Mayen (Otten C., *Biene & Natur* 3/2020) ergeben bei zuletzt ca. 10.000 Einzelmeldungen zwar durchweg höhere Verlustraten, allerdings mit nahezu identischen periodischen Schwankungen, so dass auch hier kein Trend vorliegen dürfte. Die niedrigeren Verlustraten der Monitoringimker lassen sich dadurch erklären, dass für eine belastbare und langfristige Datenerhebung eine gewisse Selektion der Projektimker hinsichtlich Größe der Imkerei (> 10 Völker), Zuverlässigkeit und Erfahrung eine zwingende Voraussetzung ist.

Schließlich muss noch hervorgehoben werden, dass sich die Völkerverluste nicht gleichmäßig auf die beteiligten Projektimker verteilen, sondern wie in den Vorjahren die Spanne von 0% (keine Verluste) bis zu 100% (Totalverluste) reicht. Der Anteil der Imker ohne Verluste schwankte im Projektzeitraum zwischen 16% (2017) und ca. 22% (2018 und 2019).

Um die hier diskutierten Verlustraten besser einzuordnen, muss darauf hingewiesen werden, dass diese nach wie vor weit entfernt sind von den Winterverlusten in der Größenordnung von 30%, die nach dem Winter 2002/ 2003 letztendlich zur Etablierung dieses Monitoringprojektes geführt haben. Obwohl die hier beschriebenen Verlustraten von knapp 15% bedeuten, dass derzeit deutschlandweit fast 150.000 Bienenvölker über den Winter

sterben, liegt dieser Wert noch innerhalb der von den Imkern gemeinhin als „akzeptabel“ angesehene Winterverlustrate von 10 – 15%. In den USA liegt diese akzeptable Winterverlustrate sogar bei 20% – 25% (Abbildung 2), da dort aufgrund der teilweise extrem hohen Völkerzahlen in Verbindung mit einer industriellen Bienenhaltung die Ansprüche einer „guten imkerlichen Praxis“ kaum umzusetzen sind. Eine weitere Senkung der im Vergleich zu den USA moderaten Verlustraten in Deutschland würde noch mehr Konsequenz bei der Varroabekämpfung erfordern (siehe 4.2) und darüber hinaus mehr Qualifizierungen beim imkerlichen Management (ausreichend Winterfütterung; kein Einwintern schwächerer Völker; Ersetzen leistungsschwacher Königinnen etc.).

Der zusätzlich zu den Winterverlusten erfasste **Überwinterungsquotient** ist bei einem R^2 von 0,43 zwar signifikant mit den Winterverlusten korreliert, doch kann dieser Parameter nicht in allen Jahren und an jedem Standort optimal erfasst werden. Häufig können zum erwünschten Untersuchungszeitpunkt im Frühjahr („Beginn der Salweidenblüte“) aufgrund von Kaltwetterperioden (Schnee, Frost, Regen) die Bienenvölker noch nicht bonitiert werden. Bereits eine Verzögerung von 2 Wochen kann aber bedeuten, dass ein erster Brutsatz von Sommerbienen bereits geschlüpft ist und dadurch das Ergebnis verfälscht wird. Hier erhoffen wir uns durch die zunehmende Nutzung nicht-invasiver Methoden (z. B. Stockwaagen) kontinuierliche und wetterunabhängige Daten, z.B. zu Gewichtsveränderungen des Bienenvolkes, Temperatur im Volk und Flugaktivitäten. Eine entsprechende Projektskizze wurde bei der BLE als Reaktion auf die „Bekanntmachung über die Förderung von Forschungsvorhaben zum Schutz von Bienen und weiteren Bestäuberinsekten in der Agrarlandschaft“ vom 18.07.2019 eingereicht (s. 1.2).

Das **Bienenjahr 2019** war gekennzeichnet durch sehr unterschiedliche Trachtbedingungen. Trachtbeginn (definiert als tiefster Punkt der kumulierten und gemittelten Tagesdifferenzen des „TrachtNets“; www.bienenkunde.rlp.de [TrachtNet]), war der 20. März. Ab diesem Tag trugen die Bienen mehr Nahrung ein als sie verbrauchten. Ab der zweiten Maiwoche begann hauptsächlich im Süden und Südwesten, eine etwa dreiwöchige, witterungsbedingte Trachtpause, die insbesondere in Teilen Baden-Württembergs und Bayerns zum Ausfall der Frühtrachternte führte. Gute bis sehr gute Sommertrachtbedingungen herrschten später in der Mitte Deutschlands vom Rheinland bis nach Sachsen, während wiederum hauptsächlich in Teilen Baden-Württembergs nur in geringem Umfang ein Nektar- und Honigtaueintrag zu verzeichnen war.

Grundsätzlich stellen auch die Imker fest, dass sich Klimaveränderungen auf die Entwicklung der Bienenvölker und der Honigernten auswirken. Phänologische Veränderungen (früherer Blühbeginn der Haupttrachtpflanzen wie Salweide, Raps und Obst) werden seit längerem dokumentiert. Durch warme Phasen und frühen Blühbeginn, oft schon Ende Februar/ Anfang März, starten zwar auch die Bienenvölker immer früher mit ihrer Entwicklung, zumindest in den warmen Regionen Deutschlands haben die Bienenvölker aber zum Zeitpunkt der ersten Haupttrachten (Obst, Raps) noch nicht die optimale Stärke für größere Honigernten erreicht. Zudem scheinen Wetterrückschläge im zeitigen Frühjahr (Regen, Kälte, Trockenheit) zumindest regional häufiger aufzutreten und damit die Blütenhonigernte weniger verlässlich zu werden.

Ein wetterbedingter früherer Trachtbeginn führt auch zu einem früheren Brutbeginn der Bienenvölker und dadurch – ggf. zusätzlich gefördert durch wärmere Perioden im Herbst und Winter – in der Jahresbilanz zu mehr aufgezogenen Brutzellen. Dies wiederum hat Auswirkungen auf die saisonale Zunahme der Varroa-Population im Bienenvolk und den zeitlichen Verlauf bei der Winterbienenaufzucht. Beide Faktoren beeinflussen die Vitalität der Bienenvölker zu Beginn des Winters und damit auch die Winterverluste.

Betrachtet man im Berichtszeitraum 2017 bis 2019 die Monatstemperaturen im Jahresverlauf, so zeigen sich im Trend Einflüsse sowohl der Februartemperaturen ($3,3^{\circ}\text{C}$, $2,9^{\circ}\text{C}$ und $-1,9^{\circ}\text{C}$) als auch der Dezembertemperaturen auf die Wintersterblichkeit ($2,2^{\circ}\text{C}$, $2,7^{\circ}\text{C}$ und $3,9^{\circ}\text{C}$). Je höher die Februartemperaturen sind, umso höher fallen Monate später die Winterverluste aus. Umgekehrt wirken sich milde Dezembertemperaturen positiv auf die Überwinterung der Bienenvölker aus (Otten C., Biene & Natur 3/ 2020). Dieser Trend wird durch Daten früherer Jahre untermauert und steht im Einklang mit dem im „TrachtNet“ definierten Trachtbeginn. Letzterer ergibt sich durch die Temperaturen im Februar und der davon beeinflussten phänologischen Entwicklung. Die Durchschnittstemperaturen anderer Monate scheinen nach derzeitiger Betrachtung kaum oder keinen Einfluss auf die Bienenvölker zu haben.

4.2. Einfluss der Varroa- und Viren-Belastung auf den Überwinterungserfolg

Zu Beginn des DeBiMo wurde nicht nur in der Wissenschaft, sondern vor allem auch in der Presse und der Öffentlichkeit diskutiert, inwiefern die in der Landwirtschaft benötigten Pflanzenschutzmittel verantwortlich sind für die vor allem im Winter beobachteten Verluste von Bienenvölkern. Dabei wurde speziell darauf hingewiesen, dass mit der zunehmenden

Anwendung von Insektiziden auch die Winterverluste bei den Bienenvölkern stetig zunehmen würden. Den Befund, dass die Winterverluste in der Bienenhaltung stetig zunehmen, können wir anhand unserer Langzeitdaten entkräften: Wir haben 93.011 Datensätze (6201 ± 770 Völker pro Bienensaison), die seit dem Winter 2004/2005 bis zum Winter 2018/2019 zu den Völkerverlusten erhoben wurden, einer detaillierten statistischen Analyse mittels GAM (Generalized Additive Model with integrated smoothness estimation; RStudio, version 0.99.489, basierend auf R, Version 3.2.5) unterzogen und finden keine signifikante Änderung ($p=0,15$) der Verlustraten über den Beobachtungszeitraum (Abbildung 29). D.h., es gab weder eine Zu- noch eine Abnahme der Winterverluste seit 2004/2005. Zu beobachten ist vielmehr, dass in den meisten Wintern Verlustraten zwischen 10% und 15% auftreten, dass es aber auch Winter mit deutlich niedrigeren Verlustraten von 5%-10% gibt. Obwohl der Beobachtungszeitraum des DeBiMo bis zum jetzigen Zeitpunkt bereits 15 Winter abdeckt, ist in keinem dieser Winter bisher eine Verlustrate von 30% oder mehr aufgetreten. Eine derart katastrophal hohe Verlustrate gab es damit das letzte Mal im Winter 2002/2003, wobei diese Daten auf Umfragen in der Imkerschaft basierten. Dieses „Katastrophenjahr“ war auch die Initialzündung für den Beginn des DeBiMo.

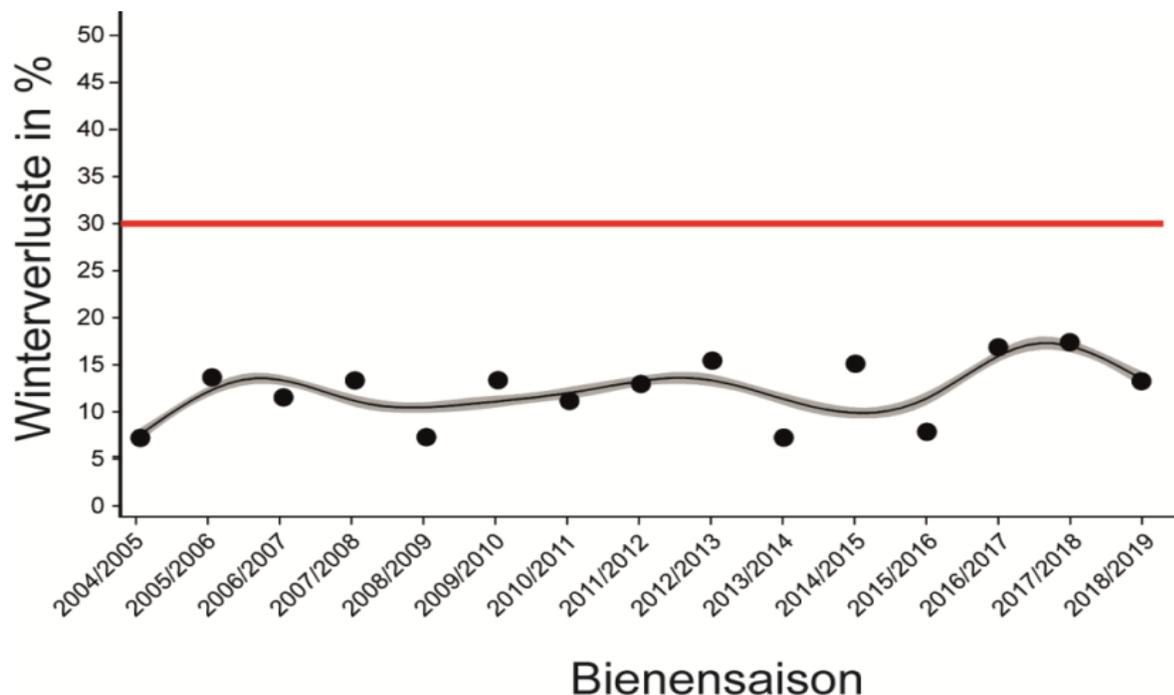


Abbildung 29: Generalized additive model with integrated smoothness estimation zur Analyse der Winterverluste. Es wurden von 2004/2005 bis 2018/2019 insgesamt 93.011 Datensätze von 6.201 ± 770 Völkern pro Saison ausgewertet und statistisch analysiert. Es gibt keinen signifikanten Anstieg der Winterverluste über den Beobachtungszeitraum ($p=0,15$; grau unterlegt: 95% Konfidenzintervall)

Bereits in den ersten Jahren des DeBiMo zeichnete sich ab, dass in normalen Wintern die Hauptursache für Völkerverluste die Parasitierung dieser Völker mit der ektoparasitischen Milbe *Varroa destructor* ist (Genersch et al., 2010). Da in den letzten 15 Jahren keine Änderung der Winterverlusten festgestellt worden sind (Abbildung 29), wurde als nächstes untersucht, ob es eine Änderung des Grads der Varroaparasitierung der Völker über den Beobachtungszeitraum gegeben hat. Es ist wichtig, die Frage zu beantworten, ob sich der Grad der Varroaparasitierung der DeBiMo-Völker über die Zeit geändert hat, da in Diskussionen immer wieder die Vermutung geäußert wird, dass die DeBiMo-Imker durch die z.T. langjährige Teilnahme am Monitoring inzwischen besonders geschult sind und daher über die Zeit erfolgreicher in der Bekämpfung der Varroamilbe geworden sind als „normale“ Imker. Damit verbunden ist immer wieder auch die Behauptung, dass die im DeBiMo ermittelten Winterverluste nicht der Realität entsprechen bzw. nicht repräsentativ sind. Die Frage der Repräsentanz der Ergebnisse ist bereits durch die Untersuchungen zum Vergleich der im DeBiMo und im EPILOBEE ermittelten Winterverluste beantwortet worden (siehe oben Abbildung 3 sowie Abschlussbericht 2013 – 2016, Tabelle 8).

Um einen eventuellen Schulungseffekt während der Projektlaufzeit in Bezug auf die Varroabekämpfung bei den DeBiMo-Imkern zu untersuchen, sind die Daten zur Varroaparasitierung (insgesamt 13.907 Datensätze aus den Oktoberproben aus 14 Jahren) mittels logistischer Regression (mixed-effect binary logistic regression model; RStudio, Version 0.99.489, basierend auf R, Version 3.2.5) analysiert worden. Dabei ist zunächst untersucht worden, ob sich der Anteil der im Oktober als varroaparasitiert diagnostizierten Völker (unabhängig vom festgestellten Varroaparasitierungsgrad) oder der Anteil der Völker, bei denen in der Oktoberprobe mehr als 5, mehr als 10 oder mehr als 50 Milben pro 100 Bienen gezählt wurden, zwischen 2005/2006 und 2018/2019 geändert hat. Es konnte für keinen der untersuchten Fälle eine signifikante Änderung der Häufigkeit varroaparasitierter Völker (Abbildung 30) oder der Häufigkeit bestimmter Parasitierungsgrade (Abbildung 31; Abbildung 32; Abbildung 33) gezeigt werden.

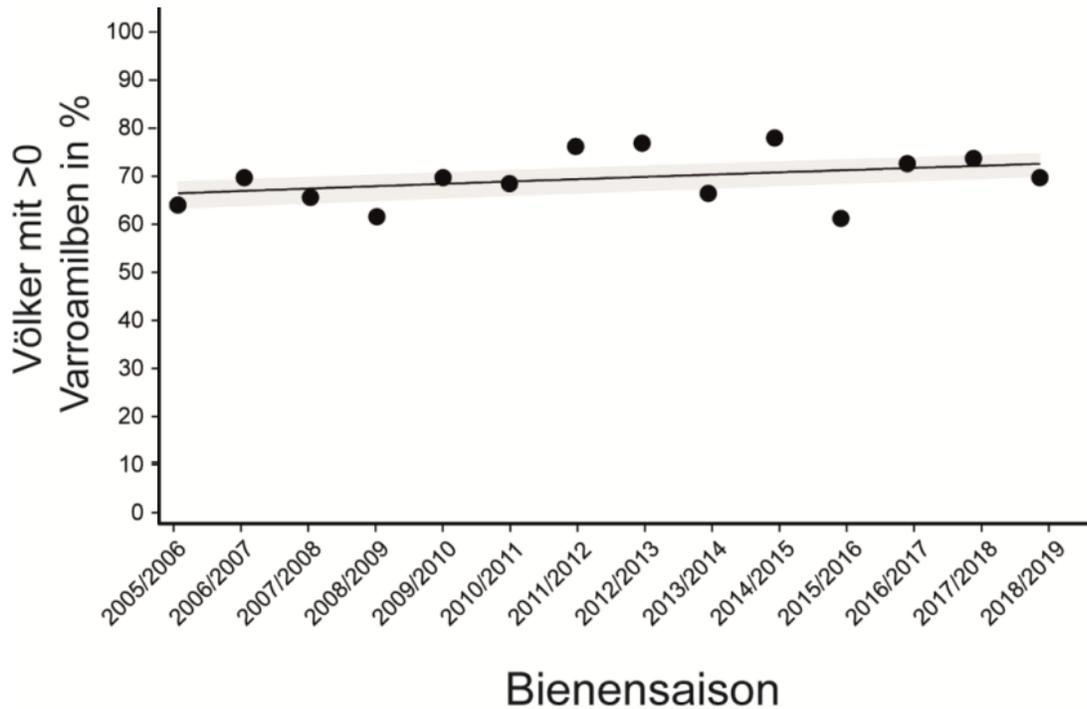


Abbildung 30: Mixed-effect binary logistic regression model zur Analyse der Häufigkeit der Völker, bei denen in der Oktoberprobe Milben (≥ 1 Milbe) gefunden wurden. Es gingen insgesamt 13.907 Datensätze in die Berechnung ein ($p=0,15$; grau unterlegt: 95% Konfidenzintervall).

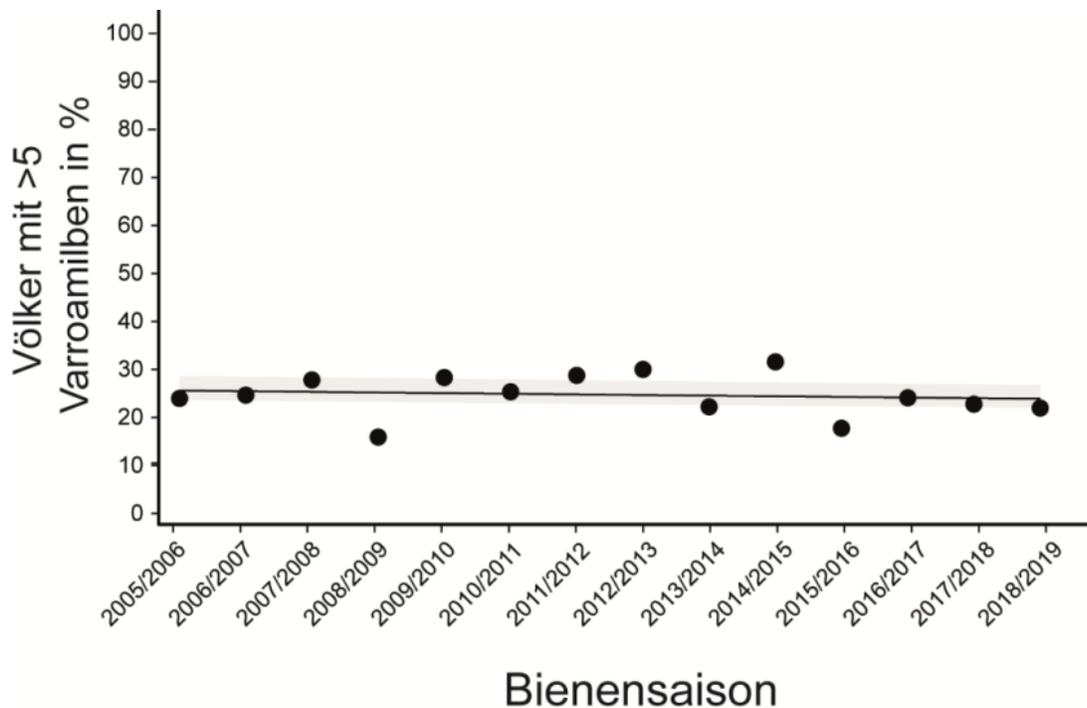


Abbildung 31: Mixed-effect binary logistic regression model zur Analyse der Häufigkeit der Völker, bei denen in der Oktoberprobe mehr als 5 Milben pro 100 Bienen (> 5 Milben) gefunden wurden. Es gingen insgesamt 13.907 Datensätze in die Berechnung ein ($p=0,67$; grau unterlegt: 95% Konfidenzintervall).

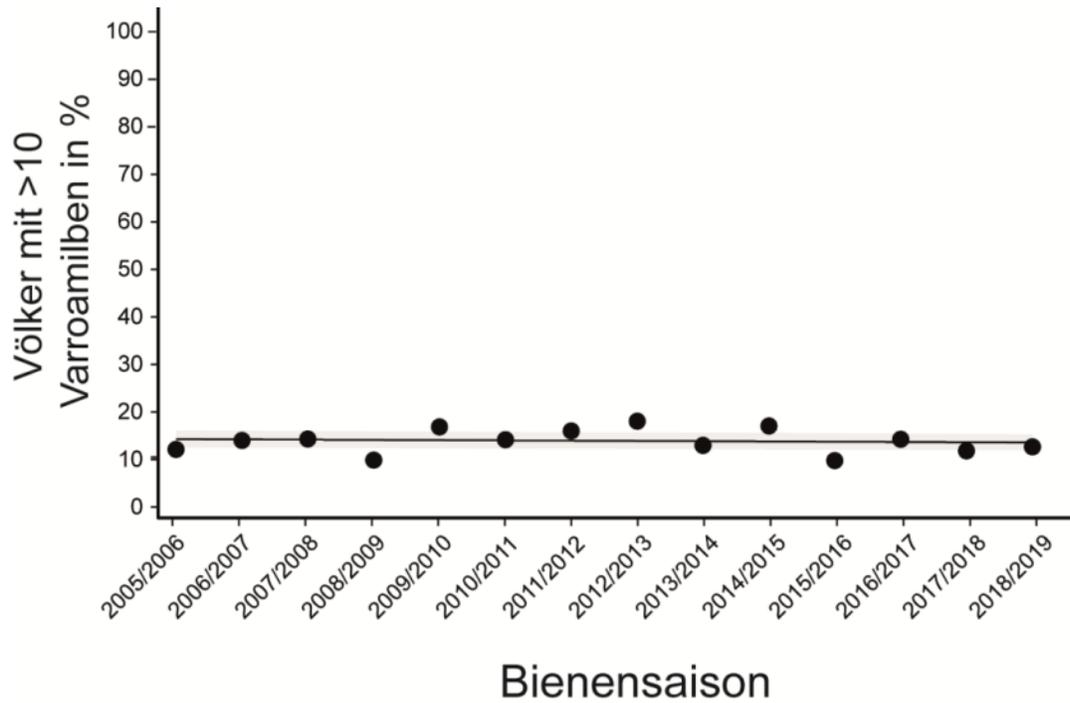


Abbildung 32: Mixed-effect binary logistic regression model zur Analyse der Häufigkeit der Völker, bei denen in der Oktoberprobe mehr als 10 Milben pro 100 Bienen (> 10 Milben) gefunden wurden. Es gingen insgesamt 13.907 Datensätze in die Berechnung ein ($p=0,76$; grau unterlegt: 95% Konfidenzintervall).

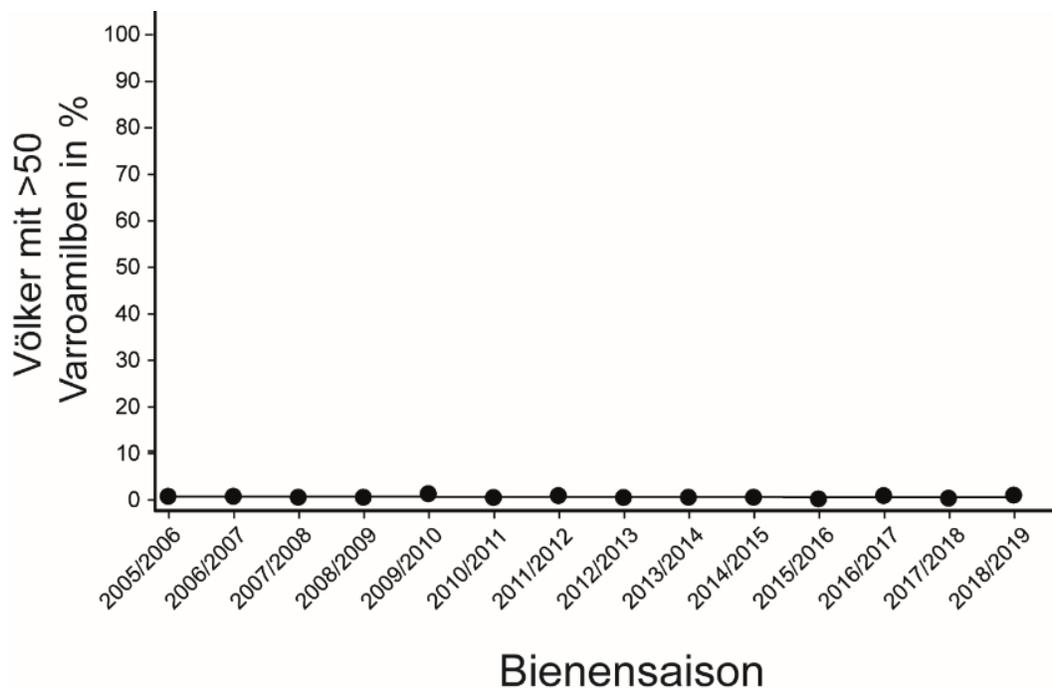


Abbildung 33: Mixed-effect binary logistic regression model zur Analyse der Häufigkeit der Völker, bei denen in der Oktoberprobe mehr als 50 Milben pro 100 Bienen (> 50 Milben) gefunden wurden. Es gingen insgesamt 13.907 Datensätze in die Berechnung ein ($p=0,64$; grau unterlegt: 95% Konfidenzintervall).

Diese statistischen Analysen lassen daher eher vermuten, dass die am DeBiMo teilnehmenden Imker über die letzten 15 Jahre keinen „Lernerfolg“ in Bezug auf eine erfolgreichere Bekämpfung der Varroamilbe erzielt haben. Positiv an dieser Situation ist, dass die bei den DeBiMo-Imkern beobachtete, eher mittelmäßig gute Bekämpfung der Varroamilbe und die damit einhergehenden Winterverluste sehr gut die Situation in der Bienenhaltung in Deutschland abbilden und das DeBiMo mithin „echte“ und nicht etwa geschönte Daten zum Zustand der Bienenvölker liefert. Der fehlende Lernerfolg bei den Imkern zeigt zudem, dass die mit den Bonituren befassten Bienenberater/Imker/Wissenschaftler tatsächlich nur beobachten (Monitoring) und nicht helfend und dadurch verfälschend eingreifen, genauso wie es in der Aufgabenstellung des DeBiMo genannt ist.

Eine weitere Erklärung dafür, dass sich die Wirksamkeit zumindest der Spätsommerbehandlung über die Jahre nicht erhöht hat, könnte auch in einigen der seit Jahrzehnten unveränderten Rahmenbedingungen für die Varroabekämpfung liegen. So hat sich bei der Neuzulassung von Bekämpfungsmitteln erst in den letzten zwei bis drei Jahren etwas getan (z.B. Varromed[®], Apivar[®]), ansonsten haben die Imker seit fast 30 Jahren keine neuen Wirkstoffe zur Verfügung gehabt. Darüber hinaus beinhalten die Empfehlungen der Bieneninstitute weitere Einschränkungen, um (a) Rückstände in Bienenprodukten und (b) das Auftreten von resistenten Varroamilben zu verhindern. So soll z.B. nicht während der Tracht behandelt werden und es sollen bevorzugt keine „harten“ synthetischen Bekämpfungsmittel verwendet werden. Diese Empfehlungen sind nach wie vor sinnvoll und nachvollziehbar, insbesondere unter dem Gesichtspunkt eines sehr sensiblen Marktes für naturbelassene Bienenprodukte. Sie stellen aber z. B. bzgl. der Diagnose von Schadschwellen oder der Anwendung organischer Säuren höhere Anforderungen an die Imker.

Die Varroabekämpfung ist nach wie vor nur mittelmäßig erfolgreich. Daher dürfen die Bieneninstitute nicht nachlassen, den Imkern die vorhandenen Methoden für eine erfolgreiche Varroabekämpfung zu vermitteln. Die Bieneninstitute und Imker haben es bisher geschafft, das Varroaproblem auf einem akzeptablen, mittleren Niveau mit daraus resultierenden Winterverlusten von in der Regel nicht mehr als 15% zu stabilisieren. Das nächste Ziel muss sein, den Anteil der varroaparasitierten Völker im Oktober und vor allem den Anteil der Völker mit mehr als 7 Milben pro 100 Bienen in der Oktoberprobe zu senken, damit langfristig die Winterverluste gesenkt werden können. Dies kann am ehesten über gezielte Imkerschulungen erfolgen. So hatte die Auswertung der beim EPILOBEE erhobenen Daten zur Qualifikation der Imker eindrücklich gezeigt, dass geschulte Imker, die in der Lage waren,

Krankheitssymptome zu erkennen und angemessene Maßnahmen zur Bekämpfung der Krankheiten einzuleiten, signifikant geringere Völkerverluste hatten als nicht oder schlecht geschulte Imker (Jacques et al., 2017). Derartige Schulungen werden bereits im Rahmen des DeBiMo von allen beteiligten Instituten durchgeführt, zeigen aber natürlich keine kurzfristigen Erfolge. Trotzdem kann das DeBiMo entscheidend auf dem Weg zu einer weiteren Senkung der Winterverluste beitragen, indem es die Daten zur Bienengesundheit liefert und erst dadurch eine Überprüfung der langfristigen Erfolge der ergriffenen Maßnahmen möglich macht.

Die Auswertung der erhobenen Daten zur Virusbelastung der Bienenvölker im Oktober und zu den Völkerverlusten im darauffolgenden Winter (siehe Abbildung 18 und 19) zeigt, dass es auch hier einen hochsignifikanten Zusammenhang gibt: Völker, bei denen im Oktober klinisch relevante Infektionen mit ABPV und/oder DWV diagnostiziert werden, haben höhere Verluste im Winter als Völker, die keine derartige Infektion aufweisen. Hinzu kommt noch, dass die klinisch relevanten ABPV- und DWV-Infektionen vom Varroaparasitierungsgrad abhängen: Je mehr Varroamilben im Oktober in den Völkern gefunden werden, desto eher leiden diese auch an einer klinisch relevanten Infektion mit ABPV und/oder DWV (siehe Abbildung 15 und Abbildung 16). Diese Daten des DeBiMo belegen den komplexen Zusammenhang zwischen Varroaparasitierung, ABPV-/DWV-Infektionen und Winterverlusten. Letztere werden eben nicht allein durch die Varroamilbe verursacht, sondern vor allem auch durch die von der Milbe übertragenen Virusinfektionen. Dies ist nicht überraschend, da bereits in den 1980er Jahren beschrieben wurde, dass *V. destructor* als Virusvektor agiert (Ball, 1983; Ball, 1989) und nachfolgende Studien immer wieder bestätigten, dass die Varroamilbe verschiedene bienenpathogene Viren von Puppe/Biene zu Puppe/Biene übertragen kann (Campbell et al., 2016; de Miranda et al., 2010; de Miranda and Genersch, 2010; Genersch and Aubert, 2010; McMenamin and Genersch, 2015).

Etliche Studien diskutieren einen generellen Zusammenhang zwischen Virusinfektionen und Völkerverlusten (Bacandritsos et al., 2010; Baker and Schroeder, 2008; Berenyi et al., 2006; Cornman et al., 2012; Cox-Foster et al., 2007; Gauthier et al., 2007; Granberg et al., 2013; Li et al., 2014; Nielsen et al., 2008; Soroker et al., 2011; Tentcheva et al., 2004; vanEngelsdorp et al., 2009). Hier zeigen die Daten des DeBiMo eindeutig, dass die mit den Virusinfektionen assoziierte Varroaparasitierung entscheidend für Winterverluste ist, aber auch, dass nicht alle Viren gleichermaßen mit der Varroaparasitierungsrate und den Winterverlusten korreliert sind. Diese 3er-Korrelation gilt nur für ABPV und stärker noch für DWV, nicht aber für die

anderen untersuchten Viren (SBV, BQCV, CBPV), wie wir bereits im Jahr 2010 bei der Auswertung der ersten fünf Jahre des DeBiMo gefunden hatten (Genersch et al., 2010) und in allen nachfolgenden Jahren sowie in den Gesamtauswertungen aller Jahre und bei der Analyse von Anlassproben immer wieder bestätigt haben. Insbesondere der Zusammenhang zwischen *V. destructor*, symptomatischen (klinischen) DWV-Infektionen und Winterverlusten wurde auch in nachfolgenden europäischen und internationalen Studien immer wieder bewiesen (Dainat et al., 2012a; Dainat et al., 2012b; Dainat and Neumann, 2013; McMahon et al., 2016; Natsopoulou et al., 2017).

Bereits im Jahr 2005 hatten wir postuliert (Yue and Genersch, 2005), dass es unterschiedliche Varianten von DWV geben muss, die sich in zwei kritischen Punkten unterscheiden: (i) Virulenz für Puppen und Bienen und (ii) Infektiosität für Milben. Die eine Variante ist unabhängig von der Varroamilbe in der Bienenpopulation verbreitet (Bailey et al., 1981; Yue and Genersch, 2005). Sie wird während der Parasitierung der Bienen(puppen) von den Milben aufgenommen und von diesen als mechanischer Virusvektor auch wieder an Bienen(puppen) weitergegeben. Diese Variante konnte nicht in Zusammenhang gebracht werden mit den Flügelverkrüppelungen oder Infektionen des Gehirns, sondern wird lediglich im Thorax und Abdomen infizierter Bienen nachgewiesen (Genersch, 2005; Gisder et al., 2009; Yue and Genersch, 2005). Eine andere Variante von DWV ist in der Lage, auch die Milben zu infizieren, repliziert also in den Milben und nutzt *V. destructor* als biologischen Vektor (Campbell et al., 2016; Gisder et al., 2009; Ongus et al., 2004; Yue and Genersch, 2005). Diese Variante verursacht, wenn sie von einer infizierten Milbe auf eine Puppe übertragen wird, das, was wir „klinisch relevante“ DWV-Infektion (im Englischen *overt infection*) nennen (Gisder et al., 2018; Möckel et al., 2011; Schöning et al., 2012). Eine klinisch relevante Infektion endet im schlimmsten Fall bereits im Puppenstadium tödlich; ein nicht direkt tödlicher Verlauf führt zum Schlupf nicht lebensfähiger Bienen, die Verkrüppelungen der Flügel und eine DWV-Infektion des Gehirns aufweisen; bei leichten Verläufen tritt lediglich eine Infektion des Gehirns auf, die dann aber mit Beeinträchtigungen der kognitiven Fähigkeiten der erkrankten Bienen einhergehen (Gisder et al., 2018; Möckel et al., 2011). Nach diesen Ergebnissen ist die Variante, welche die Milben als biologischen Vektor nutzt, deutlich virulenter als die klassische Variante, die von den Milben lediglich „mechanisch“ übertragen wird.

Da es bislang keinen eindeutigen molekularen Marker für die Virulenzunterschiede der verschiedenen DWV-Varianten gab und gibt, sind die beiden DWV-Varianten beim DeBiMo

anhand deren unterschiedliche Pathologie und Krankheitsverläufe differenziert worden. Da DWV-Infektionen des Gehirns bei ansonsten unauffälligen Bienen auf eine vektorielle Übertragung der virulenteren DWV-Variante auf Puppen durch DWV-infizierte Milben hinweisen (Genersch, 2005; Gisder et al., 2009; Möckel et al., 2011; Yue and Genersch, 2005), wurden die DWV-Analysen im DeBiMo auf den Kopf der Bienen beschränkt. Nur dadurch ist es im DeBiMo gelungen, die Korrelation zwischen „klinisch relevanten“, durch die vektorielle Übertragung der virulenteren DWV-Variante verursachten DWV-Infektionen, dem Varrooparasitierungsgrad und den Winterverlusten zu erkennen (Genersch et al., 2010). In dieselbe Richtung gehen Studien, die einen Zusammenhang zwischen Winterverlusten, Varrooparasitierung und dem Auftreten von Bienen mit verkrüppelten Flügeln herstellen konnten (Dainat et al., 2012a; Dainat et al., 2012b; Dainat and Neumann, 2013), da diese verkrüppelten Flügel nur ein weiteres Symptom einer „klinisch relevanten“ DWV-Infektion sind, für die wir gezeigt hatten, dass sie mit Infektionen des Gehirns einhergehen und durch vektorielle Übertragung der virulenteren DWV-Variante auf Puppen entstehen (Genersch, 2005; Gisder et al., 2009; Möckel et al., 2011; Yue and Genersch, 2005). Im Gegensatz dazu wurden in anderen europäischen Studien, die auf RT-PCR-Nachweisen von Bienenviren anhand von Homogenaten aus ganzen Bienen basieren, mehr als 90% der Völker DWV-positiv getestet, wodurch es unmöglich war, einen Unterschied zwischen gesunden und kollabierenden Völkern zu finden (Berenyi et al., 2006; Tentcheva et al., 2004). Dies lag nicht daran, dass es keine Unterschiede gab, sondern daran, dass die hierfür angewandte Untersuchungsmethode ungeeignet war.

Die Existenz verschiedener DWV-Varianten ist inzwischen auch in der internationalen Literatur angekommen. Die „klassische“ Variante von DWV (Lanzi et al., 2006) hat nun die Bezeichnung DWV-A bekommen (Martin et al., 2012) und das ursprünglich aus *Varroa destructor* isolierte Virus VDV-1 (Ongus et al., 2004), von dem bekannt war, dass es nicht nur Milben infiziert sondern auch in Bienen und dort vor allem im Gehirn nachweisbar ist (Zioni et al., 2011), wird nun DWV-B genannt (Martin et al., 2012). Die Diskussion, welche der beiden Varianten virulenter ist und mit Völkerverlusten in Zusammenhang gebracht werden kann, wird vehement geführt und resultiert teilweise sogar in widersprüchlichen Aussagen aus derselben Arbeitsgruppe (McMahon et al., 2016; Natsopoulou et al., 2017; Tehel et al., 2019). Unabhängig von diesen Kontroversen sind die Virusanalysen aus dem DeBiMo eine weitere klare Bestätigung dafür, dass DWV-B tatsächlich die virulentere der beiden Varianten ist (McMahon et al., 2016; Natsopoulou et al., 2017), da die Analysen im DeBiMo sich auf die

Detektion der klinisch relevanten Infektionen beschränken und dadurch die virulente Variante DWV-B nachweisen (siehe Argumentation oben).

In einer kürzlich veröffentlichten, experimentellen Studie (Gisder et al., 2018) wurde gezeigt, dass DWV-B für Puppen tödlich ist, in adulten Bienen einen ausgeprägten Neurotropismus hat und bei einer Infektion des Gehirns zu eingeschränkten Lern- und Gedächtnisleistungen führt. Eine attenuierte Form dieses Virus, die eine geringere Letalität, einen verminderten Neurotropismus und keinen negativen Einfluss auf die kognitiven Fähigkeiten adulter Bienen hatte und phylogenetisch der Variante DWV-A ähnelte, wurde bereits nach einer Passage in Puppen erhalten (Gisder et al., 2018). Diese Ergebnisse sind von hoher praktischer Relevanz, da sie nahelegen, dass mit einer erfolgreichen Varroabehandlung die Gefährdung der Völker durch das virulente DWV-B in zweifacher Weise zurückgedrängt werden kann. Zum einen entfällt in Abwesenheit der Varroamilbe der evolutionäre Flaschenhals „Milbe“, durch den die virulente Variante DWV-B (ehemals VDV-1) überhaupt erst entstanden ist und immer wieder neu entsteht; zum anderen kann sich die Mutantenwolke DWV in Abwesenheit der Milbe von der virulenten Variante DWV-B wieder zurück zur weniger virulenten, klassischen Variante DWV-A bewegen (Gisder et al., 2018).

Diese Ergebnisse zusammen mit den sich aus dem DeBiMo ergebenden Interpretationen der Virusanalysen unterstreichen erneut, wie wichtig eine konsequente und wirksame Behandlung der Varroamilbe für eine Verminderung der Winterverluste ist. Es zeigt sich darüber hinaus auch, dass der Stellenwert des DeBiMo als Lieferant von praxisnahen Felddaten, welche die Ergebnisse experimenteller Studien unterstützen können, nicht hoch genug eingeschätzt werden kann. Umgekehrt müssen jedoch die aus den DeBiMo-Daten abgeleiteten Interpretationen, die wegen der Natur des Projekts DeBiMo nur auf statistischen Korrelationen beruhen können, unbedingt mit weiteren experimentellen Ansätzen ergänzt werden, um kausale Zusammenhänge belegen zu können.

4.3. Einfluss von *Nosema*-Infektionen auf den Überwinterungserfolg

Mikrosporidien sind einzellige, obligat intrazellulär lebende Parasiten, die taxonomisch zu den Pilzen gezählt werden, obwohl sie vom Lebensstil her eher vergleichbar mit Viren sind, da sie zu ihrer Vermehrung zwingend darauf angewiesen sind, in das Innere einer Zelle einzudringen, um sich von dieser Zelle vermehren zu lassen. Außerhalb von Zellen liegen Mikrosporidien dagegen nur als stoffwechsel-inaktive, bewegungsunfähige Sporen vor, welche die einzig infektiöse Form dieses Pathogens sind. Zwei Arten von Mikrosporidien sind

als Krankheitserreger bei der Westlichen Honigbiene beschrieben, *N. apis* und *N. ceranae*. *N. apis* ist seit mehr als 100 Jahren bekannt und gut erforscht als Pathogen, das sich im Mitteldarmepithel adulter Bienen vermehrt und bei Ausbruch der Krankheit Nosemose Durchfallerscheinungen hervorruft. Im Gegensatz dazu wurde *N. ceranae* ursprünglich als Pathogen der Östlichen Honigbiene (*A. cerana*) beschrieben, hat aber offensichtlich bereits vor Jahrzehnten das Wirtsspektrum um *A. mellifera* erweitert und verursacht seitdem auch bei unseren Honigbienen die als Nosemose bekannte Durchfallerkrankung. Drei Punkte zur Biologie und Pathologie von *N. ceranae* wurden, seitdem diese Spezies als Pathogen von *A. mellifera* erstmalig beschrieben wurde, kontrovers diskutiert: (i) die Saisonalität der Infektionsraten, (ii) die klinische Symptomatik „Durchfall“ und (iii) ein Zusammenhang mit Völkerverlusten. Zu den ersten beiden Punkten geben die Daten aus dem DeBiMo bereits belastbare Antworten, zum dritten Punkt müssen die statistischen Analysen noch abgeschlossen werden.

Saisonalität der *Nosema* spp.-Infektionsraten. Für die auch im DeBiMo angewendete Standardmethode zum Nachweis einer Nosema-Infektion wird eine Adultbienenprobe von 20 Bienen untersucht. Diese Probengröße erlaubt die sichere Feststellung einer Infektion im Volk, falls mindestens 14% (mit 95%-iger Wahrscheinlichkeit) bzw. mindestens 20% (mit 99%-iger Wahrscheinlichkeit) der Bienen infiziert sind (Fries et al., 2013; Fries et al., 1984; Pirk et al., 2013). Völker, bei denen deutlich weniger als 15% der erwachsenen Bienen infiziert sind, werden mit der gewählten Methode und Probengröße nicht mehr sicher als mit *Nosema* spp. infiziert erkannt. Dies beeinflusst die Relevanz der Ergebnisse aber nicht, da lediglich eine Infektionsrate von mehr als 15-20% als biologisch relevant gilt (Higes et al., 2008).

Für die Nosemose und für die Infektionsraten von Völkern mit *N. apis* ist eine klare Saisonalität beschrieben: Ausbrüche einer Nosema-Infektion, d.h. Nosema-bedingte Durchfallerscheinungen (Nosemose), treten vor allem dann auf, wenn sich durch vermehrten Kontakt zwischen infizierten und nicht-infizierten Adultbienen eine im Volk vorhandene Infektion unkontrolliert ausbreitet und die Zahl der infizierten Bienen und die Sporenlast im Volk dadurch ansteigen. Dies ist vor allem nach der Winterpause, also im Frühjahr der Fall (Bailey, 1967; Bailey and Ball, 1991), kann vereinzelt aber auch nach Schlechtwetterperioden, wenn die Bienen nicht ausfliegen konnten, im Sommer auftreten (Retschnig et al., 2017). Nosemose-Ausbrüche im Herbst sind äußerst selten (Bailey, 1967). Gleiches ist für die Infektionsraten mit *N. apis* beschrieben (Bailey, 1967; Bailey and Ball,

1991): Es werden im Frühjahr regelmäßig mehr *N. apis*-infizierte Völker detektiert als im Herbst. Dies liegt daran, dass die Altbienen die vorrangigen Sporenträger sind und diese im Frühjahr in den Völkern dominieren, bzw. deutlich mehr als die für einen positiven Nachweis notwendigen 15%-20% der Bienen ausmachen. Ein zahlenmäßiger Anstieg der positiv auf *N. apis* getesteten Völker kann auch im Sommer im Anschluss an Schlechtwetterperioden vorkommen, wenn die Zahl der infizierten Bienen durch die Infektionsausbreitung im Volk auf über 15%-20% ansteigt. Für die Infektionsraten mit *N. ceranae* war mehrfach berichtet worden, dass diese Saisonalität nicht gilt, sondern die Infektionsraten über das ganze Jahr gleichbleibend (hoch) sind (Higes et al., 2010b; Higes et al., 2006).

Im Rahmen des DeBiMo werden von allen Bienenvölkern im Frühjahr und Sommer, seit 2013 auch im Herbst, Adultbienenproben mikroskopisch auf *Nosema* spp.-Sporen untersucht. Die in der Abbildung (siehe Abbildung 13) gezeigten Daten bestätigen die erwartete Saisonalität der *Nosema* spp.-Infektionen mit Infektionsraten, die im Frühjahr regelmäßig höher waren als im Herbst und auch im Sommer meistens schon unter den Raten aus dem Frühjahr lagen.

Da für die *Nosema*-Diagnostik im Herbst erstmals seit 2013 Probennahmen durchgeführt wurden, können die Herbstdaten auch erst ab diesem Zeitpunkt für die Auswertungen der DeBiMo-weiten Analyse mitberücksichtigt werden. Dagegen lagen aus einem *Nosema* spp.-Langzeitmonitoring, welches am LIB parallel zum DeBiMo seit 2004/2005 durchgeführt wird, Daten zu den Infektionsraten im Frühjahr, Sommer und Herbst aus den Jahren 2010 bis 2019 vor, welche die DeBiMo-Daten 2013-2019 bestätigen und die in der Literatur beschriebene Saisonalität der *Nosema*-Infektionen zeigen (Abbildung 34).

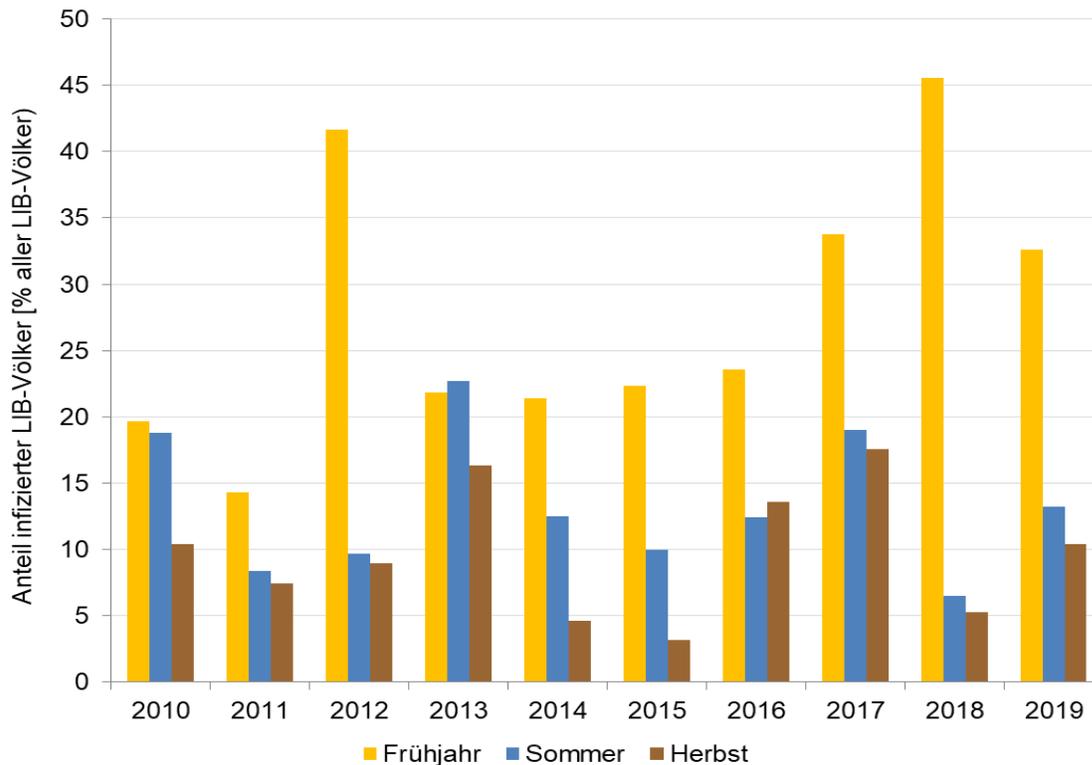


Abbildung 34: Anteil *Nosema* spp.-infizierter Völker im Frühjahr, Sommer und Herbst aus den Jahren 2010 bis 2019. Datengrundlage sind alle DeBiMo-Völker, die im Beobachtungs-zeitraum vom Projektpartner LIB beprobt wurden.

Saisonalität der *N. ceranae*-Infektionsraten. Da im Rahmen des DeBiMo nur bei einem Teil der *Nosema* spp.-positiven Völker eine molekulare Speziesdifferenzierung vorgenommen wird, eignen sich diese Daten nur bedingt für eine belastbare Aussage zur Saisonalität der *N. ceranae*-Infektionen. Allerdings können auch hier die Daten aus dem parallel laufenden *Nosema* spp.-Langzeitmonitoring am LIB aus den Jahren 2005 bis 2019 herangezogen werden, da in diesem Satellitenprojekt alle *Nosema* spp.-positiven Proben einer Speziesdifferenzierung unterzogen werden. Allerdings werden im Frühjahr nicht die lebenden Bienen beprobt, sondern es wird der Wintertotenfall untersucht, um auch alle im Winter gestorbenen Völker untersuchen zu können (Gisder et al., 2010; Gisder et al., 2017). Die so erhaltenen Daten zu den Infektionsraten der Völker mit *N. ceranae* (Abbildung 35) belegen eindeutig, dass *N. ceranae*-Infektionen der gleichen Saisonalität folgen, wie sie auch für *N. apis* beschrieben ist (Gisder et al., 2010; Gisder et al., 2017). Damit ist zumindest für den Nordosten Deutschlands die angeblich fehlende Saisonalität der *N. ceranae*-Infektionsraten, wie sie von spanischen Kollegen angenommen wird, widerlegt.

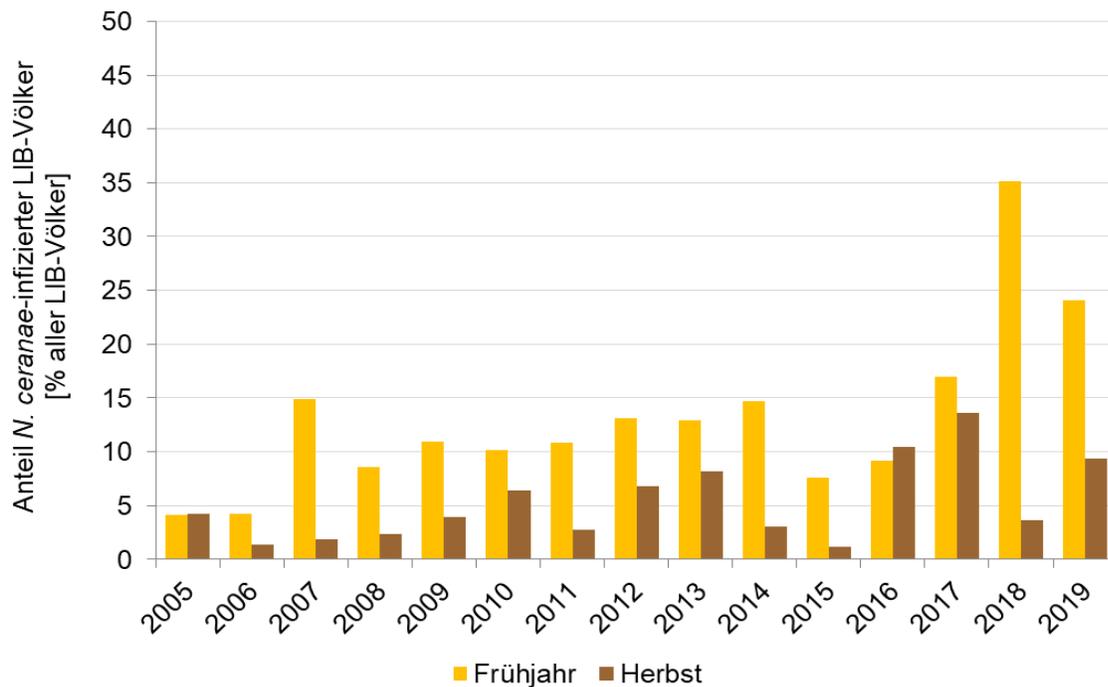


Abbildung 35: Anteil *N. ceranae*-infizierter Völker im Frühjahr und Herbst aus den Jahren 2005 bis 2019. Datengrundlage sind alle DeBiMo-Völker, die im Beobachtungszeitraum vom Projektpartner LIB im Rahmen eines Satellitenprojekts beprobt wurden.

Eine detaillierte statistische Analyse der Daten aus dem am LIB laufenden *Nosema* spp.-Langzeitmonitoring für die Jahre 2005 bis 2016 (Gisder et al., 2017) ergab darüber hinaus, dass zumindest im Nordosten Deutschlands die Häufigkeit von *N. ceranae*-Infektionen sowohl im Frühjahr als auch im Herbst kontinuierlich und signifikant angestiegen ist. Die Zunahme betrug ca. 5% im Jahr für die Frühjahrswerte und sogar ca. 15% pro Jahr für die Herbstwerte. Gleichzeitig nahmen die Infektionsraten für *N. apis* im Frühjahr nicht ab, wodurch sich die für diesen Zeitpunkt signifikante Zunahme der *Nosema* spp.-Infektionen erklären lässt. Im Herbst sah die Situation anders aus, da hier die Zunahme der *N. ceranae*-Infektionen von einer signifikanten Abnahme (ca. 11% pro Jahr) der *N. apis*-Infektionshäufigkeit begleitet war. In der Gesamtschau lassen die Daten die Interpretation zu, dass wir im Nordosten Deutschlands momentan die Verdrängung von *N. apis* durch *N. ceranae* beobachten können, die sich in anderen Teilen Deutschlands bereits vollzogen hat, wie der fast ausschließliche Nachweis von *N. ceranae* in den Proben der DeBiMo-Bienenvölker der anderen teilnehmenden Institute zeigt (siehe Tabelle 17). Auch aus anderen Regionen der Welt wurde bereits berichtet, dass eine mögliche Verdrängung von *N. apis* durch *N. ceranae* stattgefunden hat (Chen et al., 2012; Martin-Hernandez et al., 2012;

Natsopoulou et al., 2015), allerdings sind die Daten aus dem Satellitenprojekt des DeBiMo weltweit die Einzigen, welche die Verdrängung einer Pathogenspezies in einer Wirtspopulation durch eine verwandte Spezies quasi in Echtzeit beschreiben.

Das Problem bei der epidemiologischen Interpretation der DeBiMo-Daten in Bezug auf *Nosema* spp.-Infektionen ist jedoch weiterhin, dass die *Nosema*-Differenzierung aus Kostengründen nicht in allen nach mikroskopischer Diagnose infizierten Völkern und nicht durchgehend im Frühjahr, Sommer und Herbst erfolgen kann. Die *Nosema*-Differenzierungen sollten aber unbedingt erweitert werden, um Aussagen zum Einfluss von *N. ceranae* auf Völkerverluste in der Saison oder im Winter für ganz Deutschland machen zu können.

Klinische Symptomatik „Durchfall“. Die von *N. ceranae* verursachte Pathologie und Symptomatik wird nach wie vor sehr kontrovers diskutiert. Insbesondere wurde wiederholt von spanischen Kollegen beschrieben, dass *N. ceranae* keine Durchfallsymptome verursacht (Higes et al., 2008; Higes et al., 2009; Higes et al., 2010b; Higes et al., 2006). Es wurde sogar postuliert, dass das herausragende Kennzeichen der durch *N. ceranae* verursachten „Nosemose Typ C“ das Fehlen jeglicher Durchfallsymptomatik sei (Higes et al., 2010b). Im Umkehrschluss sollte dann gelten, dass eine Durchfallsymptomatik immer auf eine Infektion mit *N. apis* hinweist (Horchler et al. 2019). Im Rahmen des DeBiMo wurden zwar nur sehr vereinzelt Nosemose-Ausbrüche dokumentiert, aber nachfolgende Untersuchungen von Bienenproben erkrankter Völker ergaben durchaus, dass einige dieser Völker mit *N. ceranae* - ohne weitere Beteiligung von *N. apis* - infiziert waren. Auch in der alltäglichen Praxis kamen Fälle von an Durchfall erkrankten Bienenvölkern, die mit *N. ceranae* infiziert waren, immer wieder vor. Diesen Befund hatten wir bereits 2016 veröffentlicht (Poppinga et al., 2016), aber in einem DeBiMo-Satellitenprojekt auch systematisch untersucht (Horchler et al., 2019). Zumindest für Deutschland ist damit der Befund, dass klinische Ausbrüche von *N. ceranae*-Infektionen immer ohne Durchfall verlaufen widerlegt. Die Daten aus dem DeBiMo zeigen, dass *Nosema* spp.-Infektionen vor allem im Frühjahr sehr häufig vorkommen und dass tatsächlich die meisten dieser Infektionen keine klinisch auffälligen Symptome verursachen. Wenn solche Völker zusammenbrechen und kein offensichtlicher Verursacher gefunden wird, kann es durchaus zu der Fehleinschätzung kommen, dass die vorhandene, symptomlose *N. ceranae*-Infektion ursächlich war, zumal die Virulenz der invasiven Art *N. ceranae*, die nun seit bald 20 Jahren in Völkern der Europäischen Honigbiene *Apis mellifera* nachgewiesen werden kann (Higes et al., 2006; Huang et al., 2007; Klee et al., 2007), nach wie vor umstritten ist.

Zusammenhang mit Völkerverlusten. Studien aus Spanien berichten über erhebliche Verluste in Zusammenhang mit den oben erwähnten symptomlosen *N. ceranae*-Infektionen (Higes et al., 2007; Higes et al., 2008; Higes et al., 2009; Higes et al., 2010a; Higes et al., 2010b; Higes et al., 2006). Andere Veröffentlichungen aus Spanien und weiteren Ländern können diesen Zusammenhang entweder nicht bestätigen (Fernández et al., 2012) oder zeigen, dass der Zusammenhang zwischen *N. ceranae* und Völkerverlusten nicht monokausal ist (Guzman-Novoa et al., 2011; Huang et al., 2015; Invernizzi et al., 2009; Williams et al., 2010) und unter anderem von klimatischen Bedingungen abhängen könnte (Fenoy et al., 2009; Fries, 2010; Gisder et al., 2010; Martin-Hernandez et al., 2009). So zeigt *N. ceranae* in Zellkulturversuchen beispielsweise bei wärmeren Temperaturen höhere Proliferationsraten als *N. apis*, obwohl sich dieser Effekt in Infektionsversuchen mit gekäfigten Bienen nicht bestätigen ließ (Gisder et al., 2017). Eine höhere Proliferationsrate bei höheren Temperaturen könnte theoretisch zu höheren *N. ceranae*-Prävalenzen in warmen Sommern führen und dann auch die regional berichtete, höhere Virulenz von *N. ceranae* in Spanien erklären. Ob klimatische Veränderungen in Folge der globalen Erwärmung auch die Virulenz von *N. ceranae* in Deutschland beeinflussen werden, kann nicht ausgeschlossen werden. Die bereits begonnene Auswertung der *N. ceranae*-Daten aus dem DeBiMo in Verbindung mit ortsgenauen Klimadaten wird demnächst eine bessere Einschätzung ermöglichen, inwiefern der Klimawandel eine neue Gefährdung der heimischen Bienenpopulation durch *N. ceranae* mit sich bringt.

Im Zusammenhang mit Völkerverlusten wurden auch synergistische Effekte zwischen *Nosema*-Infektionen und bestimmten Insektiziden (insbesondere Neonikotinoide) mehrfach diskutiert (Alaux et al., 2010; Doublet et al., 2015; Pettis et al., 2012; Vidau et al., 2011). Die entsprechenden Ergebnisse stammen allerdings zumeist aus Käfigtests unter Laborbedingungen und konnten durch Freiland-Studien sowohl von Arbeitsgruppen, die am DeBiMo teilnehmen (Odemer et al., 2018; Retschnig et al., 2015), als auch durch weitere Studien (Rolke et al., 2016) nicht bestätigt werden. Die DeBiMo-Daten zeigen bisher weder für die *Nosema*-Infektionen noch für die Rückstände von Pflanzenschutzmitteln (s. u.) einen Einfluss auf die Überwinterung. Zumindest in Bezug auf die Winterverluste sind bei den DeBiMo-Völkern bisher keine synergistischen Effekte nachweisbar.

In Zusammenhang mit Völkerverlusten wird weiterhin ein synergistischer Effekt von *N. ceranae* und dem Flügeldeformations-Virus (DWV) diskutiert (Martin et al., 2013; Zheng et al., 2015). Dies scheint naheliegend, da *N. ceranae* die Immunantwort der Bienen supprimiert

(Chaimanee et al., 2012) und dadurch eine Ausbreitung des Virus im Organismus begünstigen könnte. Aus diesem Grund werden zusätzlich zur Virusanalyse im Herbst auch *Nosema*-Differenzierungen durchgeführt. Im Rahmen des DeBiMos konnte bislang jedoch nicht gezeigt werden, dass Völker mit einer hohen *N. ceranae*-Last häufiger positiv auf das Flügeldeformations-Virus waren als Völker, die keinen oder nur einen geringen Befall mit *Nosema*-Sporen aufwiesen. Ein synergistischer Effekt geht aus den vorliegenden Daten des DeBiMo daher nicht hervor. Dies deckt sich auch mit Ergebnissen anderer Untersuchungen (Martin et al., 2013).

Fasst man das Thema „Völkerverluste durch *N. ceranae*“ etwas weiter und beschränkt es nicht nur auf Honigbienen (*Apis mellifera*), so waren in den letzten Jahren Berichte, dass *N. ceranae* einen weiteren Wirtswechsel vollzogen hat und nun auch als tödliches Pathogen bei Hummeln (*Bombus* spp.) und anderen Wildbienen vorkommt, alarmierend (Arbulo et al., 2015; Fürst et al., 2014; Graystock et al., 2013; Jabal-Uriel et al., 2017; Li et al., 2012; Plischuk et al., 2009; Ravoet et al., 2014; Sinpoo et al., 2019). Diese Publikationen, die teilweise in hochrangigen Zeitschriften wie Nature veröffentlicht worden waren (Fürst et al., 2014), führten dazu, dass in den Medien Honigbienenstöcke aufgrund ihrer hohen Belastung mit Pathogenen teilweise als Gefahr („Typhoid Mary“) für Wildbienen dargestellt wurden (<https://www.sciencemag.org/news/2014/02/deadly-virus-widespread-british-bumblebees>). Als Reaktion darauf sind innerhalb des DeBiMos Überlegungen angestellt worden, zunächst im Rahmen von Satellitenprojekten das Ausmaß der Bedrohung von Hummeln und anderen Wildbienen durch *N. ceranae* experimentell zu ermitteln. Dazu wurden am LIB Hohen-Neuendorf Versuche mit gekäfigten Hummeln (*Bombus terrestris*) durchgeführt, die mit verschiedenen Konzentrationen (6.500 bis 5.550.000 Sporen pro Biene) von infektiösen *N. ceranae*-Sporen oral infiziert worden sind. Die Infektion von gekäfigten Honigbienen diente als Positivkontrolle, und nicht-infizierte Bienen und Hummeln waren jeweils die Negativkontrollen. Zum Nachweis einer *N. ceranae*-Infektion in Bienen und Hummeln haben wir verschiedene Methoden angewendet: Quetschpräparate zur mikroskopischen Detektion der Sporen im Darm, PCR-basierte Methoden zum Nachweis der *N. ceranae*-DNA, Giemsa-Färbung und Fluoreszenz-*in situ*-Hybridisierung (FISH) von Gewebeschnitten zur Identifizierung infizierter Zellen und Gewebe. Wir haben in keiner einzigen Hummel eine erfolgreiche Infektion mit *N. ceranae* nachweisen können und dies, obwohl die Kontrollversuche mit Honigbienen die Infektiosität der Sporen eindeutig belegten. Bei ein paar der inokulierten Hummeln war nur der PCR-Nachweis der *N. ceranae*-DNA positiv (Gisder et

al., 2020). Dieses Ergebnis war sehr überraschend. Bei genauer Lektüre der bisherigen Studien zeigte sich allerdings deren Schwachpunkt: In allen bisher veröffentlichte Studien war der Nachweis der *N. ceranae*-„Infektion“ von Wildbienen nahezu ausschließlich über PCR-basierte Methoden, also über den Nachweis der DNA des Pathogens, geführt worden. Diese Methodik ist aber ungeeignet, um zwischen Kontamination und Infektion zu unterscheiden. Selbst eine Hummel, die nicht infiziert, sondern nur kontaminiert ist, da sich in ihrem Magen-Darm-Trakt nur zufällig aufgenommene, aber nicht auskeimende *N. ceranae*-Sporen befinden, wird mittels PCR-Methoden als „*N. ceranae*-positiv“ klassifiziert werden. Den Autoren der bisherigen Studien zur Infektion von Wildbienen mit *N. ceranae* scheint der klassische Fehler unterlaufen zu sein, dass sie PCR-Nachweise von *N. ceranae*-DNA fälschlicherweise als Nachweis einer *N. ceranae*-Infektion überinterpretiert haben. In diesem Zusammenhang ist es wichtig zu erwähnen, dass der *Nosema* spp.-Nachweis im Rahmen des DeBiMos gerade nicht alleine auf PCR-basierten Methoden beruht, sondern vor jeder PCR-basierten Speziesdifferenzierung zunächst eine klassische, mikroskopische Diagnose der Infektion erfolgt, die es sogar ermöglicht, den Infektionsgrad über eine Quantifizierung der Sporen im Darmhomogenat zu bestimmen. Dieses Vorgehen ist zwar sehr zeitintensiv und scheint im Zeitalter der molekularen Methoden manchmal etwas überholt, es hat aber seine Berechtigung, wenn man belastbare Daten zu Infektionsraten haben will.

Da die experimentellen Daten eine Infektion von Hummeln mit *N. ceranae* nicht belegen (Gisder et al., 2020), sollten auch die mittels PCR-Methoden erhaltenen Ergebnisse zur Infektion anderer Wildbienenspezies mit *N. ceranae* mit Skepsis gesehen werden. Wir nehmen daher Abstand von einer Erweiterung des DeBiMo um Satellitenprojekte zur *N. ceranae*-Infektion von Wildbienen in Abhängigkeit von der *N. ceranae*-Belastung von in der Nähe stehenden Bienenvölkern.

Anders sieht es dagegen bei Infektionen von Hummel- und anderen Wildbienenspezies mit solchen Viren aus, die ursprünglich für Honigbienen-spezifisch gehalten wurden. Hier ist die Datenlage sehr eindeutig, vor allem in Bezug auf DWV (Gisder & Genersch, 2017). Es bestehen daher Überlegungen, im Rahmen des DeBiMo oder von DeBiMo-Satellitenprojekten die Beprobungen an vereinzelt Monitoringständen auf in der Umgebung der Bienenvölker fliegende Hummeln auszuweiten. Eine Virusuntersuchung lokal korrelierter Hummeln und Honigbienen würde es ermöglichen zu beurteilen, ob und inwieweit Wildbienen in Deutschland durch Virus-infizierte Bienenvölker gefährdet sind.

4.4. Einfluss anderer Bienenkrankheiten auf den Überwinterungserfolg

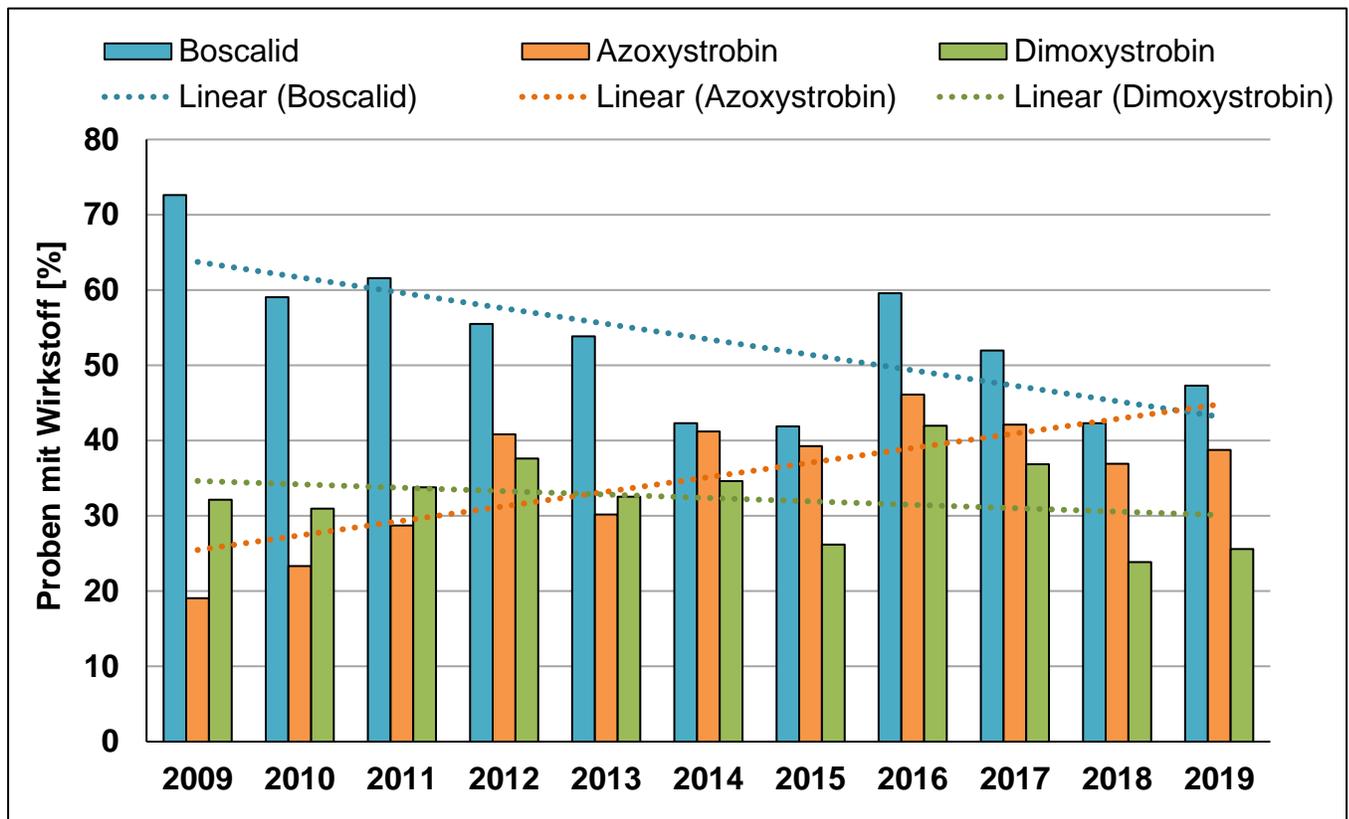
Im Rahmen des Monitorings konnte kein Befall mit den beiden exotischen Parasiten, der Milbe *Tropilaelaps* spp. und dem Kleinen Beutenkäfer (*A. tumida*), festgestellt werden. Beide Parasiten wurden auch außerhalb des Monitorings in Deutschland bislang noch nicht nachgewiesen. Der Kleine Beutenkäfer ist allerdings bereits seit 2014 in Kalabrien, Süditalien, verbreitet und somit näher an Deutschland herangerückt. Als der erste Fund des Kleinen Beutenkäfers in Italien im September 2014 offiziell gemeldet wurde, waren bereits viele Bienenstände in Kalabrien befallen (Granato et al., 2017) und auch die direkt in Kraft tretenden Ausrottungsmaßnahmen seitens der italienischen Behörden (Mutinelli et al. 2014) konnten nicht verhindern, dass *A. tumida* bis heute in der Region verbreitet ist. Somit ist eine frühzeitige Erkennung einer Einschleppung unbedingt notwendig, um eine erfolgreiche Bekämpfung zu gewährleisten und eine weitere Ausbreitung zu verhindern oder zumindest einzudämmen (Schäfer et al. 2019). Beide Parasiten können die Imkerei unter bestimmten Bedingungen massiv schädigen (*Tropilaelaps* spp.: Burgett et al. 1983; Anderson und Morgan 2007; Dainat et al. 2009; *A. tumida*: Elzen et al. 1999; Ellis et al. 2004c; Hood 2004). Sporen des Erregers der hochansteckenden **Amerikanischen Faulbrut**, *Paenibacillus larvae*, werden zwar selten, aber immer wieder im Rahmen des DeBiMo in den Futterkranzproben entdeckt. Während in den Jahren 2017 und 2018 bei 0,4% bzw. 1,7% der Proben vereinzelt Sporen gefunden wurden, gab es im Untersuchungsjahr 2019 erstmalig seit dem Jahr 2010 keinen positiven AFB-Sporennachweis. Damit bestätigt sich die Aussage aus den letzten Berichten, dass kein Zusammenhang zwischen der Amerikanischen Faulbrut und den Winterverlusten vorhanden ist.

4.5. Pflanzenschutzmittelrückstände im Bienenbrot und Überwinterungserfolg

Im Berichtszeitraum 2017-2019 wurden 152 (2017), 130 (2018) und 129 (2019) Bienenbrotproben (=eingelagerter Pollenvorrat) auf Rückstände von Pflanzenschutzmitteln untersucht. Mittels Pollenanalysen wurde auch die botanische Herkunft ermittelt. Im Jahr 2019 waren die am häufigsten nachgewiesenen Wirkstoffe in absteigender Reihenfolge: Boscalid, Terbutylazin, Thiacloprid, Azoxystrobin, Tebuconazol. Vier dieser fünf Wirkstoffe waren in 10 von 11 Monitoringjahren unter den 5 häufigsten Wirkstoffen. Nur in einem der 11 Monitoringjahre waren es 3 der o.g. Wirkstoffe.

Wie bereits in anderen Untersuchungsjahren sind **Fungizide** bzgl. Häufigkeit und Menge besonders auffällig. In allen Untersuchungsjahren sind ca. 55% der Einzelnachweise

Wirkstoffe aus der Gruppe der Fungizide. Die über die Jahre häufigsten Fungizide sind Boscalid, Azoxystrobin, Tebuconazol und Dimoxystrobin. Während die Belastungsmengen bei dem über die Jahre am häufigsten nachgewiesenen Boscalid etwas rückläufig sind, steigen sie tendenziell beim Azoxystrobin an (Abbildung 36). Weniger häufig, aber mit hohen Rückstandskonzentrationen wurden die Fungizide Captan und Folpet gefunden, die vor allem im Obstbau und Weinbau angewendet werden. Gerade bei der vermuteten Anwendung im Weinbau waren Pollen in den belasteten Proben (insbesondere Phacelia), die eine Abdrift während der Applikation vermuten lassen. In einzelnen Proben mit hohen Rückständen der Metaboliten von Captan wurden relativ hohe Anteile Spargelpollen gefunden. Captan ist allerdings nicht für Spargel zugelassen. Größere Anteile Pollen, die auf eine Abdrift bei einer Obstbaumbehandlung schließen lassen, waren nicht vorhanden.



**Abbildung 36: Häufigkeitsentwicklung der drei häufigsten Fungizide 2009 -2019.
Tendenziell nimmt die Häufigkeit von Boscalid ab und die von Azoxystrobin zu.**

Herbizide sind seit Jahren mit ca. 20 % bei den Nachweisen insgesamt vertreten. Wie in allen Vorjahren ist das häufigste Herbizid der Wirkstoff Terbutylazin. Hier bleibt es bei der Vermutung, dass durch Spritzung des Herbizides in auflaufenden Kulturen die blühende Begleitflora auf der Ackerfläche getroffen wurde bzw. Abdrift auf Randstreifen vorgelegen hat und von diesen Wildpflanzen belasteter Pollen eingetragen wurde. Da mittels der

Multimethode Glyphosat nicht detektiert werden kann und für diesen Wirkstoff auch eine hydrophile Matrix wie Honig besser geeignet ist als der lipophile Pollen, wurde im aktuellen Berichtszeitraum auf diese aufwändigen Untersuchungen verzichtet (Methodenbeschreibung im Bericht 2014 – 2016). Die im Projektzeitraum 2014-2016 an DeBiMo-Honigproben erzielten Ergebnisse zeigen darüber hinaus, dass es insbesondere durch Sikkatierung blühender Bestände zu Glyphosat-Rückständen kommen kann, diese aber weniger für die Bienengesundheit als vielmehr für die Vermarktungsfähigkeit entsprechender Honige ein Problem darstellen.

Insektizide sind gleichauf mit Herbiziden seit Jahren mit ca. 20% bei den Nachweisen vertreten. Die Rückstandsgehalte von Insektiziden sind gegenüber früheren Jahren niedriger. Auch in diesem Projektzeitraum von 2017-2019 ist diese Tendenz erkennbar. Hier könnte unter anderem der Rückgang des Rapsanbaus in Deutschland eine Rolle gespielt haben. Zudem hat die besondere Witterung der vergangenen Jahre vor allem in Süddeutschland den Schädlingsdruck im Raps und damit die Notwendigkeit der Anwendung von Insektiziden reduziert. Nicht auszuschließen ist aber auch, dass die öffentliche Diskussion über den Verlust an Insekten sowie die Empfehlung auf den Beipackzetteln der Produkte, Insektizide zum Schutz der Bestäuber möglichst außerhalb der Flugzeiten der Insekten zu applizieren, zu diesen vorliegenden Ergebnissen mit beigetragen haben. Ob mehr Spritzmittelapplikationen z. B. mit tau-Fluvalinat im Zusammenhang mit der nicht mehr zulässigen Neonikotinoid-Beizung von Rapssaatgut stehen, kann aus den Rückstandsdaten nicht abgelesen werden. Die Häufigkeit an tau-Fluvalinat schwankt über das Jahrzehnt erheblich.

Da **Neonikotinoid**-Beizungen seit Jahren für Mais, Sonnenblume, Getreide und Raps nicht mehr zugelassen sind, wurde im Berichtszeitraum auf die empfindlichere Spezialmethode für Neonikotinoide verzichtet. Die bisherigen mit der Spezialmethode gefundenen Gehalte (in den Jahren 2013 – 2015) liegen unterhalb bzw. im Bereich der Nachweisgrenze der verwendeten Multimethode sowie im Bereich veröffentlichter Rückstandsdaten und unterhalb des NOEC für chronische Effekte (EFSA Journal, 2013 (11)1, 3066).

Rückstände, bedingt durch Anwendungen in der Imkerei, sind wie in den Vorjahren eher Singularitäten. Das Insektenrepellent (DEET) wurde nur in einigen Proben und in geringen Mengen nachgewiesen. Auch die Nachweise von Varroaziden sind wegen der geringen Anzahl und vor allem der geringen Menge nicht beunruhigend. Im Gegenteil zeigen sie

vielmehr, dass die Fortbildungen der Bieneninstitute zur „richtigen Anwendung von Tierarzneimitteln“ sowie deren dringende Empfehlungen, auf Bienen-Repellentien zu verzichten, zu dieser Abnahme beigetragen haben. In der Fortbildung für Imker sollte daher auch weiterhin der Fokus auf die konsequente und möglichst rückstandsfreie Varroabekämpfung gelegt werden. Es wird daher dringend empfohlen, dass auf Biozide sowie die oben diskutierten Bienen-Repellentien grundsätzlich verzichtet werden sollte.

Ein Großteil der Befunde lag wie in den Vorjahren im Spurenbereich, wobei wie in allen bisherigen Untersuchungsjahren vor allem fungizide Wirkstoffe auch in hohen Konzentrationen gemessen wurden. Diese resultieren allerdings nicht nur aus dem Raps-, Wein- und Obstanbau, sondern auch aus Applikationen u.a. in Spargel, Gemüsebau, Getreide sowie deren Begleitflora.

Es sei betont, dass ein direkter Zusammenhang zwischen der Schwächung bzw. dem Verlust von Bienenvölkern durch den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln aufgrund der aktuellen Praxis der Probennahme (Sammelprobe aus mehreren Bienenvölkern; ein- bis zwei Proben pro Jahr) kaum belegt werden kann. Gleichwohl haben wir einen sehr guten Überblick über die Rückstandssituation an den einzelnen Standorten. Dabei sind weder im vergangenen Jahr noch in 2017 und 2018 Auffälligkeiten oder Verdachtsfälle auf Bienenvergiftungen aufgetreten. Auch gab es keine auffälligen Entwicklungen bei den Monitoringvölkern, die eine zeitnahe Probenziehung für zusätzliche Rückstandsuntersuchungen notwendig gemacht hätten. Nur in Mayen wurden bei einem Monitoringbienenstand außergewöhnlich hohe Belastungen festgestellt, vermutlich aufgrund der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung mit vielen Sonderkulturen (Obst, Wein) in der Umgebung des Bienenstandes. Hier wurden über den Kooperationspartner FZ Mayen zusätzliche Proben gezogen und analysiert, um den Immissionsweg aufzudecken. Die Daten liegen inzwischen in Berichtsform dem zuständigen Ministerium vor.

Die Populationsschätzungen und Beurteilungen der Bienenvölker bei den Audits, die Rückmeldungen und Einschätzungen der Projektimker sowie die Auswertung aller Laborergebnisse in Zusammenhang mit den Volkstärken der Monitoringvölker lassen die nachfolgenden Schlüsse zu:

- Bei den Monitoringbienenständen, deren Bienenbrotproben mit Insektiziden sowie insgesamt besonders hohen und/oder vielen Rückständen belastet waren, wurden keine

auf die Pflanzenschutzmittel zurückzuführenden Auffälligkeiten in der Entwicklung der dazugehörigen Bienenvölker beobachtet.

- Auch ein Zusammenhang zwischen hohem Varroabefall und Rückständen ist nicht erkennbar.

Es lässt sich daher ableiten, dass die Rückstände der Pflanzenschutzmittel keinen erkennbaren Einfluss auf die Winterverluste haben. Allerdings ist dabei zu beachten, dass es sich bei den untersuchten Bienenbrotproben jeweils um eine homogenisierte Stichprobe aus mindestens 3 der 10 Monitoringvölker eines Monitoringbienenstands handelte, weshalb kein direkter Bezug auf das einzelne Monitoringvolk erfolgen kann. Mögliche Effekte von Pflanzenschutzmitteln auf die Überwinterungsfähigkeit von Bienenvölkern sind mit der aktuellen Methodik schwer nachzuweisen. Wünschenswert und zielführender wäre hier die Analyse von Einzelproben aus allen Völkern. Ebenso können keine genauen Aussagen über die Verteilung der detektierten Wirkstoffe im Volk, am Bienenstand und über den Monitoringzeitraum gemacht werden. Auch sind die tatsächlichen Wirkstoffmengen, mit denen ggf. Einzelbienen oder Larven in Kontakt geraten sein können, nicht bekannt. Gleichwohl sind die Rückstandsdaten seit nunmehr über 15 Jahren relativ gleichmäßig bzgl. nachgewiesener Wirkstoffe, deren Gehalte, deren Zuordnung zu Kulturen und Trachtpflanzen über die Pollenanalyse und die Plausibilität der Daten zur landwirtschaftlichen Praxis.

Die Nachweismethode wurde über die vergangenen 15 Jahre DeBiMo beständig optimiert, so dass immer mehr Wirkstoffe nachgewiesen werden können. Am lipophilen Pollen haften Pflanzenschutzmittel stärker als am hydrophilen Nektar. Bienenbrot ist daher für die Fragestellung des Eintrages von Pflanzenschutzmitteln wesentlich besser geeignet als Honig. Im DeBiMo ist vorgesehen, zwei Bienenbrotproben je Monitoringbienenstand und Jahr zu entnehmen. Die erste Probe soll im Frühjahr (nach der Rapsblüte) und die Zweite im Sommer (möglichst zum Ende der Maisblüte) gezogen werden. Trotz Einhaltung dieser Vorgaben für Probenahme und Matrix ergibt sich eine systemimmanente Heterogenität. Der eingetragene Pollen wird von den Bienen nicht sortiert, sondern zufällig verteilt abgelegt. Bedingt hierdurch können auch in Frühjahrsproben Pollen aus dem Sommer/Herbst des Vorjahres enthalten sein und in Sommerproben Pollen aus dem Frühjahr. Grundsätzlich ist das Pollenangebot im Vergleich zu Nektar eher geringer und der Mangel kann nicht durch Fütterungen ersetzt werden. Die Bienen konsumieren den eingetragenen Pollen relativ schnell, so dass im Gegensatz zu Honigvorräten der Anteil an Pollenvorräten (Bienenbrot) deutlich geringer ist. Es ist evident, dass der Landschaftstyp und dessen

Pflanzengesellschaften sowie der Witterungsverlauf das Nahrungsangebot für Bienenvölker prägen. Der Witterungsverlauf ist eine der Hauptursachen für Schwankungen des Nahrungsangebotes im Jahresvergleich. Im Jahr 2017 haben regenreiche Tage und in den beiden Folgejahren vor allem extreme Trockenheit zu einem geringeren Polleneintrag bei den Bienenvölkern geführt. Die Anzahl der Rückstandsanalysen ist grundsätzlich durch die zugewiesenen Finanzmittel limitiert, wenn auch in den vergangenen 3 Versuchsjahren die Verfügbarkeit von Bienenbrot in den Monitoringvölkern ein weiterer limitierender Faktor war.

Der Vergleich über die Jahre von 2005 bis 2019 zeigt allerdings ein relativ einheitliches Bild (s.o.). Trotz beständiger Steigerung bzgl. der Anzahl nachweisbarer Wirkstoffe bleibt die Anzahl nachgewiesener Wirkstoff mit ca. 90 in den vergangenen 10 Jahren auf einem relativ stabilen Niveau. Beständig hoch ist der Anteil der belasteten Proben (ca. 90%) sowie die Mehrfachbelastung (im Mittel ca. 5 Wirkstoffe/ Probe). Während die meisten Proben eine mittlere Mehrfachbelastung mit jeweils eher geringen Rückstandsgehalten aufweisen, gibt es wenige Proben mit keiner Belastung (u.a. BY) sowie einige mit extrem vielen Wirkstoffen und sehr hohen Gehalten (u.a. RP Weinbau, NI Raps und Obst). Die gefundenen Wirkstoffe im Vergleich mit der botanischen Herkunft des Pollens korrespondieren i.d.R. mit der zugelassenen Wirkstoffanwendung für bestimmte Kulturen (u.a. Raps, Obst, Wein, Spargel). Dies gilt vor allem für die Wirkstoffe mit der größten Häufigkeit.

Einige Belastungen mit nicht bienengefährlichen Pflanzenschutzmitteln (B4) und Pollen von Wildpflanzen ist vermutlich auf nicht zu vermeidenden Behandlungen von Beikräutern in der Fläche und/ oder nicht erlaubter Abdrift auf Randstreifen zurückzuführen. Handelt es sich jedoch um bienengefährliche Pflanzenschutzmittel (B1), muss auf jeden Fall von einer unsachgemäßen und widerrechtlichen Anwendung ausgegangen werden. Hierbei muss der Blick auch auf mögliche Fehlanwendungen im Kleingartenbereich, Zierpflanzenbau sowie die Verwendung als Biozid gerichtet werden. Bei Kombinationen von Wirkstoffen im Bienenbrot, die als Tankmischung auf nicht von Bienen beflogene Bestände oder wenn doch, dann nur nach 23 Uhr hätten ausgebracht werden dürfen (B2 Zulassung), könnte ein Verstoß gegen die Bienenschutzverordnung vorliegen. Gleichwohl muss hier diskutiert werden, ob der Polleneintrag mit der B2-Wirkstoffkombination evtl. erst am nächsten Flugtag erfolgt ist oder die Wirkstoffe sogar erst innerhalb des Volkes bei der Polleneinlagerung kombiniert wurden.

Zahlreiche nachgewiesene Wirkstoffe wurden nur in einzelnen Proben aus wenigen Jahren und insgesamt mit sehr geringer Häufigkeit nachgewiesen und stellen Singularitäten dar.

Auch Veränderungen bei der Zulassung spiegeln sich in der Abnahme über die Zeit wider. Selbst temporäre Aussetzungen einer Zulassung und dafür eingesetzte Ersatzprodukte sind an den vorliegenden Rückstandsdaten ablesbar. Nachweise von nicht mehr zugelassenen Wirkstoffen in einer Zeit nach der Aufbrauchsfrist lagen häufig in sehr geringen Konzentrationen vor. Hier kann eine widerrechtliche Anwendung nicht ausgeschlossen werden, gleichwohl muss ebenso die Möglichkeit einer Kontamination durch Rückstände im Boden diskutiert werden.

Im Vergleich des Projektabschnitts 2017-2019 mit allen vorherigen Jahren zeigen diese bis auf wenige Ausnahmen relativ homogene Daten, dass die Heterogenität bzgl. Probennahme wie Zeitpunkt, Größe sowie Anzahl Völker pro Sammelprobe, zeitliche und räumliche Distanz zu Pflanzenschutzmittelanwendungen etc. trotzdem zu einem relativ einheitlichen und plausiblen Bild führen. Die Probennahme kann damit als repräsentativ angesehen werden. Die Rückstandsuntersuchung auf Pflanzenschutzmittelwirkstoffe in Bienenbrotproben ist somit ein unverzichtbares Element im Monitoring.

Auch wenn gegenüber den vorherigen Jahren eher eine abnehmende Tendenz bei den Rückständen zu beobachten und generell kein Einfluss der nachgewiesenen Rückstände auf die Verlustrate während der Überwinterung erkennbar ist, stellt weiterhin die hohe Anzahl der gefundenen Wirkstoffe ein Problem für das Image der Bienenprodukte dar. Wenn auch die Einzelfunde eher niedrig sind, so summieren sich die Einzelfunde in einer Probe doch zu höheren Gehalten. Auch wenn hierbei die Fungizide und B4-Insektizide den Hauptanteil stellen, können unterschwellige Effekte von Pflanzenschutzmittelrückständen, die insbesondere aufgrund von Versuchen an individuellen Bienen nach wie vor diskutiert werden, nicht vollständig ausgeschlossen werden. So sollten mögliche subletale, additive und synergistische Effekte weiter diskutiert und ggf. an Adultbienen und Larven untersucht werden. Aus mehreren Beobachtungen und Untersuchungen ist beispielsweise bekannt, dass auch nicht bienengefährliche Insektizide zu Verlusten von Flugbienen führen können (Tison et al. 2016), gleichwohl sich dieser Verlust durch die Kompensationskräfte des Bienenvolkes nicht merklich negativ auf die Volksentwicklung auswirkt. Die aktuelle Diskussion um den Einfluss von Pflanzenschutzmitteln auf das Mikrobiom von Bienen (Rouzé et al., 2019) und die Rückstandsbelastungen von Bienenbrot geben Anlass, sich diesem Thema in Laborversuchen anzunehmen. Das Monitoring betrachtet in der Analyse aber nur Bienenvölkerverluste, also die Ebene des Bienenvolkes. Auf dieser Ebene sind aufgrund der (a) insgesamt relativ geringen Anzahl an Winterverlusten pro Jahr, (b) der

Rückstandsanalysen von Sammelproben mehrerer Völker und (c) der großen Anzahl an Wirkstoffen je Probe mögliche Effekte nicht auf der Basis eines Untersuchungsjahres statistisch zu analysieren.

Die mehr als 10-jährige Datenbasis an Rückständen insbesondere von den immer wieder nachgewiesenen Wirkstoffen sollte im Zusammenhang mit den Krankheitsdaten und den Landschaftsdaten mittels multivariater Statistik ausgewertet werden. Dabei könnte es sinnvoll sein, mit Kollegen aus der Landschaftsökologie zusammenzuarbeiten. Hierfür gibt es eine Anfrage der Universität Würzburg (Prof. Steffan Dewenter) bzgl. einer Kooperation.

4.6. Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

Im vorliegenden Berichtszeitraum wurde die bestehende Datenbasis des Deutschen Bienenmonitorings noch einmal deutlich erweitert. Über 3 Jahre wurden von jeweils ca. 1.100 Bienenvölkern wie in den Vorjahren die Winterverluste sowie eine enorme Anzahl an Daten teilweise mehrmals pro Jahr erfasst und in einer Datenbank gespeichert. Hierzu zählen standortspezifischen Faktoren (Trachtbedingungen, Eintrag von Pflanzenschutzmitteln, Honigertrag), bienenvolkspezifische Parameter (Volksstärken, Prävalenzen der 10 wichtigsten Bienenpathogene) und imkerliche Maßnahmen (Wanderungen, Varroabekämpfung). Über nunmehr 10 (vom BMEL finanzierter Zeitraum) bzw. 15 Jahre (Gesamtlaufzeit des DeBiMo) wurde so mit gleichbleibenden Methoden, die lediglich hinsichtlich Spezifität oder Empfindlichkeit dem wissenschaftlichen Fortschritt angepasst wurden, ein weltweit einzigartiger Datenpool geschaffen, der mittlerweile unverzichtbar geworden ist, um Fragen zur Bienengesundheit wissenschaftlich fundiert zu analysieren. Diese Daten sind incl. der Daten aus früheren Projektperioden inzwischen so in einer Datenbank strukturiert, dass Langzeitanalysen mit multivariaten statistischen Modellen möglich sind. Dies wurde in diesem Bericht am Beispiel logistischer Regressionsanalysen zu Trends bei den Völkerverlusten und des Varroabefalls bzw. erstmals für die gesamte Projektlaufzeit demonstriert und darüber hinaus nochmals die Bedeutung der Virusinfektionen (fast immer im Zusammenhang mit Varroabefall) herausgestellt. Darüber hinaus kann aber auch mit immer größerer Sicherheit belegt werden, welche Faktoren keine oder eine untergeordnete Rolle für die Überwinterung von Bienenvölkern spielen. Diese sind die übrigen im Projekt erfassten Pathogene oder Bienenkrankheiten (*Nosema spec.*, Amerikanische Faulbrut, Amöbeninfektionen, Tracheenmilbe) oder die Spurenbelastung des Pollens mit Wirkstoffen aus dem Pflanzenschutz.

Diese der Bienenwissenschaft in Deutschland zur Verfügung stehende Datenbank mit den inzwischen Millionen Einzeldaten rechtfertigt allein den Aufwand für das DeBiMo, weil erst dadurch die Diskussion um Bienenvolkverluste auf einer wissenschaftlich fundierten Basis stattfinden kann und damit auch versachlicht wird (Bsp. Landwirtschaft und Imkerei; Einfluss von Pflanzenschutz). So hat sich nicht zuletzt durch unsere im DeBiMo durchgeführten Langzeitanalysen die Erkenntnis durchgesetzt, dass Varroabefall & Virusinfektionen für mehr als die Hälfte der jährlich erfassten Winterverluste verantwortlich sind. Dies hat dazu geführt, dass Schulungen und Beratung zur Varroabekämpfung zu zentralen Inhalten bei Neuimkerschulungen und Fortbildungen geworden sind. Nicht zuletzt mag dies auch dazu beigetragen haben, dass in den letzten Jahren einige neue Präparate zur Varroabekämpfung zugelassen wurden, die den Imkern mehr Flexibilität in ihrem Bekämpfungskonzept ermöglicht.

Unsere Langzeitanalysen zeigen aber auch, dass es keine signifikanten Entwicklungen hin zu weniger Winterverlusten oder geringeren Varroa-Befallszahlen gibt. Dies sollte weiterhin Ansporn sein, (a) die Beratung und Schulung weiter zu intensivieren und zu optimieren und (b) in der Forschung nach neuen Bekämpfungsverfahren bzw. der Selektion varroaresistenter Bienen noch zu verstärken. Die Imker haben sich zwar größtenteils mit dem „Status quo“ der meist moderaten Winterverluste arrangiert, doch sollte dies nicht der Anspruch der Bienenwissenschaft und staatlichen Imkerberatung sein.

Die im DeBiMo deutschlandweit durchgeführten Untersuchungen auf die beiden **exotischen Parasiten**, der Milbe *Tropilaelaps* spp. und dem Kleinen Beutenkäfer (*A. tumida*), stellen zusätzlich zu regionalen Monitoring-Programmen (z. B. "Bee Warned" in Bayern) eine sehr wichtige Schutzmaßnahme dar, da beide Parasiten nur dann erfolgreich bekämpft werden können, wenn eine Erst-Einschleppung sehr früh erkannt wird. Aufgrund von Anzahl und Verteilung der im DeBiMo überwachten Bienenstände, kann der frühzeitige Nachweis dieser Parasiten für das gesamte Bundesgebiet allein durch das DeBiMo momentan jedoch nicht geleistet werden. Um den Vorgaben der Veterinärbescheinigung für innergemeinschaftlichen Handel der EU zu entsprechen wäre es ausreichend, bundesweit 165 Bienenstände zu untersuchen, damit ein Befall anhand der jährlich durchgeführten Untersuchungen mit einer Wahrscheinlichkeit von > 90% sicher angezeigt wird. Demnach würden im DeBiMo nur ca. 50 Bienenstände fehlen, um mit einem Konfidenzniveau von 95% einen Befall von 2% der Bienenstände feststellen zu können.

Auch wenn die Rückstände aus Pflanzenschutzmitteln von Einzelfällen abgesehen keine signifikante Rolle als Auslöser von Winterverlusten spielt, haben die **Rückstandsuntersuchungen** aus dem DeBiMo auch eine gesamtgesellschaftliche Relevanz. So werden die Ergebnisse seit Jahren nicht nur in Imkerkreisen, sondern auch bei Beratungen und Informationsveranstaltungen für Landwirte und Landwirtschaftsberater präsentiert und auch im Rahmen der aktuellen Debatte um die Verbesserung der Biodiversität diskutiert. In der Diskussion wird offensichtlich, dass man die Belastung des Pollens in dieser Größenordnung nicht erwartet hat. Die Reaktionen sind durchaus positiv in Richtung Reduktion oder zumindest Optimierung des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln zwecks Minimierung der Belastungen. Weiterhin geben die Daten eine deutliche Orientierung, mit welchen Wirkstoffen und Wirkstoffkombination die zukünftige Durchführung weitergehender Laboruntersuchungen zu subletalen und synergistischen Wirkungen auf Imagos und Larven der Honigbiene anzuraten ist. Und nicht zuletzt geben die Daten auch realistische Orientierungswerte für eine mögliche Belastung der wildlebenden Bestäuberinsekten durch Pflanzenschutzmittel.

5. Zusammenfassung

Im Projektzeitraum 2017 bis 2019 wurden jährlich von ca. 110 Imkern (106 – 111) jeweils 10 Monitoringvölker beprobt. Erfasst wurden zunächst während der Saison die Honigernten und Honigsorten. Die **Honigerträge** lagen bei durchschnittlich 35 kg/ Volk (2019) bzw. bei sehr guten 42 kg (2017) und 41 kg (2018). Der Anteil der Rapshonige lag 2018 und 2019 mit deutlich unter 10% auf dem niedrigsten Niveau seit 10 Jahren.

Die **Winterverluste** der Monitoringvölker lagen mit knapp 12% bis fast 15% im oberen Bereich der langjährigen Verlustraten und zeigten wie in den Vorjahren erhebliche Schwankungen zwischen den einzelnen Imkern von „keine Völkerverluste“ bis hin zu „Totalverlusten“. Der Anteil der Imker ohne Verluste lag zwischen 16% (2017) und ca. 22% (2018 und 2019).

Der durchschnittliche **Varroabefallsgrad** im Herbst lag zwischen 3,3 und 3,9%; allerdings ist weniger dieser Durchschnittswert als der Anteil der Imker mit einem erhöhten Varroabefall von > 7 Milben pro 100 Bienen entscheidend für die Winterverlustrate. Der Anteil von Völkern mit diesem erhöhten Befallsgrad lag bei fast 15%!

Um die Prävalenz der wichtigsten **Bienenviren** im Herbst zu erfassen, wurden die Hälfte der Monitoringvölker auf das Akute Bienenparalyse-Virus (ABPV), das Flügeldeformations-Virus (DWV =Deformed Wing Virus), das Sackbrut-Virus (SBV) und das Chronische Bienenparalyse-Virus (CBPV) hin untersucht. Für die DWV-Analysen wurden im DeBiMo lediglich der Bienenkopf verwendet, da ein positiver Befund auf Infektionen des Gehirns hinweist und dann fast immer auch „klinisch relevant“ ist. Nach außergewöhnlich hohen Prävalenzen im Herbst 2016 der für Völkerverluste relevanten DWV (41%) und ABPV (10,5%) nahmen diese in den folgenden beiden Jahren ab auf Werte zwischen 3% und 8% (ABPV) bzw. 17% (DWV). SBV und CBPV spielen hinsichtlich der Prävalenzen und der Bedeutung für Winterverluste eine untergeordnete Rolle, wobei CBPV immer wieder vereinzelt während der Saison mit Schwarzsuchtsymptomen bzw. „Zitterbienen“ auftritt und zu lokalen Schäden führt.

In 25 bis 50% der Völker wurde ein **Nosemabefall** festgestellt, wobei der Befall im Sommer und Herbst meist niedriger war als im Frühjahr. Hohe Befallsraten im Sommer bzw. Herbst wurden lediglich bei ca. 3% bis 5% der Völker nachgewiesen. Die molekulare Differenzierung zwischen *Nosema apis* und *N. ceranae* bestätigt erneut, dass der Anteil an *N. apis*-Infektionen gegenüber *N. ceranae* abnimmt und im Jahr 2019 bei deutlich unter 5% lag.

Ein positives Ergebnis ist, dass weder die Tracheenmilbe *Acarapis woodi* noch *Malpighamoeba mellificae* mit einer Prävalenz von 0% bzw. 0,2% für die Bienengesundheit eine Rolle spielen.

Um einen eventuellen Einfluss von **Rückständen** im Pollenvorrat der Bienenvölker zu erfassen, wurden in den drei Projektjahren zwischen 129 und 152 Bienenbrotproben pro Jahr auf ca. 450 Wirkstoffe, überwiegend aus dem Pflanzenschutz, untersucht. In ca. 95% der Proben wurde zumindest ein Wirkstoff gefunden, wobei über 80% der Proben mehrere Wirkstoffe enthielten (Durchschnitt 6-7 Wirkstoffe pro Probe). In den 3 Untersuchungsjahren wurden jeweils ca. 90 verschiedene Wirkstoffe im Bienenbrot detektiert, wobei die meisten Wirkstoffe lediglich im Spurenbereich nahe der Nachweisgrenze detektiert wurden. Wie in den Vorjahren waren Fungizide und Wirkstoffe aus der Blütenbehandlung am häufigsten und teilweise in höheren Konzentrationen zu finden, wobei Frühjahrsproben stärker belastet waren als Sommerproben. Die Rückstandsdaten sind im Zusammenhang mit der landwirtschaftlichen Praxis plausibel zu erklären und zeigen keine akut toxischen Konzentrationen, die Schäden an Bienenvölkern oder gar Winterverluste erklären könnten.

Allerdings addieren sich bei immerhin 20% der Proben die Wirkstoffmengen auf mehr als 100 µg (siehe Tab. 21 und Abb. 24), wodurch v.a. die Bienenbrut während der Larvenaufzucht kontinuierlich mit einem umfangreichen Wirkstoffcocktail in Kontakt kommt. Damit stellt das fast flächendeckende Auftreten von mehreren Wirkstoffen im Pollen, sowohl marktpolitisch (z. B. Vermarktung von Pollen, Pollengehalte im Honig) als auch wegen möglicher synergistischer Effekte aus Imkersicht durchaus ein Problem dar.

Bei der **Ursachenanalyse** für die Winterverluste zeigte sich auch im vorliegenden Berichtszeitraum ein höchstsignifikanter Zusammenhang mit dem Varroabefall der Bienenvölker im Oktober. Zu diesem Zeitpunkt sollte nach den zuvor durchgeführten Spätsommerbehandlungen eigentlich kein kritischer Befall mehr vorliegen. Eine hohe Parasitierung weist darauf hin, dass die Bekämpfung nicht ausreichend effektiv war und/ oder es durch Eintrag aus Nachbarvölkern zu einer „Reinvasion“ kam. In jedem Fall bedeutet dies eine Schädigung der Winterbienen, die während der Wintermonate nicht kompensiert werden kann. Unter Berücksichtigung aller Monitoringjahre mit insgesamt mehr als 16.000 „Überwinterungserfassungen“ können wir inzwischen das durch die Varroaparasitierung verursachte Risiko für die Überwinterung sehr genau quantifizieren: Bereits ab 3 Milben pro 100 Bienen im Oktober verdoppelt sich das Risiko für einen Winterverlust, ab 7 Milben ist es sogar um das 4-fache erhöht (jeweils im Vergleich zu unbefallenen Völkern). Einen etwas schwächeren aber immer noch hochsignifikanten Zusammenhang gibt es sogar zwischen dem Varroabefall im Sommer (vor der Behandlung) und den darauffolgenden Winterverlusten. Eine weitere Analyse bestätigt eindrucksvoll den dramatischen Einfluss des Varroabefalls auf die Überwinterung: Unterteilt man die 10.710 Monitoringvölker der vergangenen drei Projektperioden in während der Überwinterung „überlebende“ und „gestorbene“ Völker, so hatte die erste Gruppe im Oktober im Durchschnitt 3,1 Milben pro 100 Bienen, während die „gestorbenen“ Völker mit 13,6 Milben einen 4,5 mal höheren Befall aufwiesen.

Neben dem Varroabefall konnten auch im vergangenen Projektzeitraum wiederum ein hochsignifikanter Einfluss der Bienenviren DWV und ABPV nachgewiesen werden. Völker, bei denen im Oktober klinisch relevante Infektionen mit ABPV und/oder DWV diagnostiziert wurden, hatten eindeutig höhere Verlustraten im Winter als Völker ohne entsprechende Virenbelastung. Die Prävalenz beider Bienenviren ist darüber hinaus hochsignifikant mit dem Varroaparasitierungsgrad korreliert. Dies unterstreicht erneut die Bedeutung der

Varroabekämpfung für die Gesundheit und eine erfolgreiche Überwinterung der Bienenvölker.

Mit der weltweit einmaligen Datenbank des DeBiMo, deren umfangreiche Daten über nunmehr 15 Jahre mit weitgehend einheitlichen Methoden gewonnen wurden, können nun auch langfristige Trends zur Bienengesundheit statistisch analysiert werden. Dies wird im vorliegenden Bericht erstmals für die Entwicklung der Winterverluste und dem durchschnittlichen Varroa-Befallsgrad der Bienenvölker im Herbst vorgestellt und diskutiert. Es zeigt sich, dass es derzeit weder einen langfristigen Trend zu geringeren Befallszahlen noch zu geringeren Winterverlusten gibt. Dies bedeutet unter anderem, dass trotz intensiver Schulungen bei der Diagnose und Bekämpfung der Varroose keine Entspannung in Sicht ist. Mögliche Konsequenzen für die Bienenforschung und die Imkereiberatung werden diskutiert.

6. Gegenüberstellung geplanter und tatsächlich erreichter Ziele

Im Folgenden werden zunächst die **kurzfristigen Ziele** für das Projektjahr 2019 den erreichten Ergebnissen gegenübergestellt:

1. Es sollten im Jahr 2019 **Daten von 110 Imkereien** erfasst werden.

Tabelle 23: Anzahl bonitierter Imkereien 2019

2019	Anzahl Imkereien geplant	Anzahl Imkereien im Projekt	Differenz
Celle	15	15	-
FLI-Riems	3	3	-
Hohenheim	19	19	-
Hohen Neuendorf	25	25	-
Kirchhain	12	12	-
Mayen	17	16	-1
Veitshöchheim	20	20	-
gesamt 2019*	111	110	-1

Aufgrund eines Ausstiegs aus dem Projekt lag die Zahl der besuchten Imkereien beim Institut in Mayen um eine Imkerei niedriger als ursprünglich geplant.

Folgende **Arbeitsschritte** werden durchgeführt:

a. 3 Bonituren pro Bienenstand zur Probenahme und Datenerfassung:

- Frühjahr: – Erfassung von Volksstärke und Zustand der Völker
– Probenahme von Bienen für Krankheitsuntersuchungen

- Mai/ Juni: – *Probenahme von Bienenbrot zur Rückstandsanalyse (optional)*

- Sommer:
- Erfassung von Volksstärke und Zustand der Völker
 - Probenahme von Bienen für Krankheitsuntersuchungen
 - Probenahme von Bienenbrot zur Rückstandsanalyse
- Herbst:
- Erfassung von Volksstärke und Zustand der Völker
 - Probenahme von Bienen für Krankheitsuntersuchungen
 - Entnahme und Untersuchung von Futter aus brutnestnahen Bereichen (Futterkranzproben) auf Erreger der Amerikanischen Faulbrut

Alle im Arbeitsprogramm vorgesehenen Bonituren bei den beteiligten Projektimkern wurden planmäßig durchgeführt. In der Anzahl der beteiligten Imker und beprobten Bienenvölker gab es auch während des Berichtszeitraums 2019 geringfügige Schwankungen aufgrund des krankheits- oder altersbedingten Ausscheidens eines Imkers und saisonaler Völkerverluste.

b. Krankheitsuntersuchungen:

- **Varroabefall** in der Bienenprobe von Sommer und Herbst, 2 x 10 Proben pro Monitoringbienenstand im Jahr
 - *Es wurden folgende Varroaanalysen geplant und durchgeführt:*

Tabelle 24: Anzahl Varroaanalysen Sommer 2019

Sommer 2019	geplant	durchgeführt	Differenz
Celle	150	150	-
FLI-Riems	30	30	-
Hohenheim	190	188	-2
Hohen Neuendorf	250	250	-
Kirchhain	120	116	-4
Mayen	170	159	-11
Veitshöchheim	200	202	+2
gesamt	1.110	1.095	-15

Aufgrund von Völkerverlusten und imkerlicher Betriebsweise konnte bei den Instituten Hohenheim, Kirchhain und Mayen im Sommer 2019 nicht die komplette geplante Anzahl an Bienenvölkern beprobt werden. Hingegen wurden von Veitshöchheim zwei zusätzliche Analysen durchgeführt.

Tabelle 25: Anzahl Varroaanalysen Herbst 2019

Herbst 2019	geplant	durchgeführt	Differenz
Celle	150	150	-
FLI-Riems	30	29	-1

Hohenheim	190	188	-2
Hohen Neuendorf	250	268	+18
Kirchhain	120	120	-
Mayen	170	137	-33
Veitshöchheim	200	209	+9
gesamt	1.110	1.101	-9

Aufgrund von Völkerausfällen konnte im Herbst 2018 nicht bei allen Imkern die komplette geplante Anzahl Bienenvölker beprobt werden. Zusätzlich stiegen in Mayen zwei Imker vor der Herbstbonitur aus dem Projekt aus. In Hohen Neuendorf und Veitshöchheim wurden hingegen mehr Analysen als geplant durchgeführt.

Ergänzend zur ursprünglichen Planung wurde in einigen Instituten der Varroabefall zur Auswinterung bzw. zum Start in die Saison ermittelt. Die drei Messpunkte Frühjahr, Sommer und Herbst erlauben einen genaueren Überblick über die Varroabefallsentwicklung im Lauf der Bienen-saison. Folgende Varroaanalysen im Frühjahr wurden durchgeführt:

Tabelle 26: Anzahl Varroaanalysen Frühjahr 2019

Frühjahr 2019	durchgeführt
Celle	150
FLI-Riems	28
Hohenheim	183
Hohen Neuendorf	236
Kirchhain	118
Mayen	159
Veitshöchheim	208
gesamt	1.082

- **Nosema- und Amöbenbefall** in den Bienenproben von Frühjahr, Sommer und Herbst, 3 x 10 Proben pro Monitoringbienenstand und Jahr
 - *Es wurden folgende Nosema-Analysen geplant und durchgeführt:*

Tabelle 27: Anzahl Analysen auf Nosema- und Amöbenzystenbefall 2019

	geplant	Frühjahr		Sommer		Herbst	
		durchgeführt	Differenz	durchgeführt	Differenz	durchgeführt	Differenz
Celle	150	150	-	150	-	150	-
FLI-Riems	30	29	-1	30	-	29	-1

Hohenheim	190	183	-7	188	-2	188	-2
Hohen Neuendorf	250	247	-3	250	-	268	+18
Kirchhain	120	118	-2	116	-4	120	-
Mayen	170	159	-11	159	-11	137	-33
Veitshöchheim	200	208	+8	202	+2	209	+9
gesamt	1.110	1.094	-16	1.095	-15	1.101	-9

Aufgrund von Völkerverlusten und Projektaustritten konnten nicht alle Proben wie geplant genommen werden. Von den Instituten Hohen Neuendorf und Veitshöchheim wurden hingegen mehr Analysen durchgeführt als geplant.

- **Nosema-Differenzierung** mittels PCR von positiven Bienenproben, 3 Proben je Monitoringbienenstand im Jahr
 - *Es wurden folgende Nosema-Differenzierungen geplant und durchgeführt:*

Tabelle 28: Anzahl Nosema-Differenzierungen 2019

	geplant	durchgeführt	Differenz
Celle	45	35	-10
FLI-Riems	9	7	-2
Hohenheim	57	56	-1
Hohen Neuendorf	75	85	+10
Kirchhain	36	38	+2
Mayen	51	25	-26
Veitshöchheim	60	60	0
gesamt	333	305	-27

Aufgrund von Projektaustritten und einer hohen Anzahl Nosema-negativer Proben, konnten an manchen Instituten nicht alle geplanten Analysen durchgeführt werden. Von Hohen Neuendorf wurden zusätzliche Analysen durchgeführt.

- **Acarapioseuntersuchung** der Bienenproben vom Frühjahr (Standuntersuchung)
 - *Alle Standorte wurden auf Acarapiose untersucht.*
- Analyse auf **Viren** in der Bienenprobe vom Herbst 2018, 5 Proben pro Monitoringbienenstand und Jahr
 - *Es wurden folgende Virenuntersuchungen geplant und durchgeführt:*

Tabelle 29: Anzahl Virusanalysen 2019

	geplant	durchgeführt	Differenz
Celle	75	0	-75
FLI-Riems	15	30*	+15
Hohenheim	95	95	-
Hohen Neuendorf	125	126	+1
Kirchhain	60	60	-
Mayen	85	80	-5
Veitshöchheim	100	100	-
gesamt	555	491	-64

* alle Völker der 3 Stände

Die Virusproben von Celle konnten leider nicht untersucht werden, da die Proben aufgrund von Versandproblemen ungekühlt im Analyseinstitut ankamen und nicht ausgewertet werden konnten. Zusätzliche Virusuntersuchungen ergaben sich durch die Untersuchung einer Anlassprobe. Außerdem wurden am FLI-Riems alle vom Herbst gezogenen Bienenproben auf Viren untersucht.

- Untersuchung der Futterkranzproben vom Herbst auf **Amerikanische Faulbrut**, 2 Sammelproben pro Monitoringbienenstand
 - *Es wurden folgende Analysen auf Amerikanische Faulbrut geplant und durchgeführt:*

Tabelle 30: Anzahl Untersuchungen auf Amerikanische Faulbrut 2019

	geplant	durchgeführt	Differenz
Celle	30	31	+1
FLI-Riems	6	6	0
Hohenheim	38	38	0
Hohen Neuendorf	50	53	+3
Kirchhain	24	24	0
Mayen	34	28	-6
Veitshöchheim	40	56	+16
gesamt	222	236	+14

Durch Projektaustritte wurden von Mayen weniger Faulbrut-Analysen durchgeführt, andere Institute führten aufgrund von Größe oder Aufteilung der Bienenstände zusätzliche Analysen durch. Bienenstände mit zuvor positiven Befunden wurden außerdem erneut getestet.

- Sichtung der Völker auf Befall mit ***Aethina tumida*** (Kleiner Beutenkäfer) und ***Tropilaelaps spp.*** (Tropilaelaps-Milben) und auf unerklärliche Symptome von evtl. Vergiftungen oder Erkrankungen
 - Alle Monitoringvölker wurden auf den Befall untersucht.

c. Mikroskopische Pollenanalysen

- wenn vorhanden, von 2 Honigen unterschiedlicher Erntezeitpunkte pro Imkerei
- von 1-2 Bienenbrotproben (Frühjahr, Sommer) pro Monitoringbienenstand
 - *Es wurden folgende Anzahl Honige pollenanalytisch analysiert:*

Tabelle 31: Anzahl Pollenanalysen im Honig 2019

Celle	30
FLI-Riems	6
Hohenheim	23
Hohen Neuendorf	52
Kirchhain	24
Mayen	26
Veitshöchheim	39
gesamt	200

d. Rückstandsanalysen von 1-2 Bienenbrotproben pro Monitoringbienenstand (wenn vorhanden)

- *Es wurden folgende Anzahl Bienenbrotproben pollenanalytisch analysiert und auf Rückstände geprüft:*

Tabelle 32: Anzahl Bienenbrotanalysen 2019

Celle	17
FLI-Riems	3
Hohenheim	23
Hohen Neuendorf	25
Kirchhain	12
Mayen	20
Veitshöchheim	29
gesamt	129

e. Datenerfassung der Imkereien:

- detailliert Art und Zeitpunkt der Varroabehandlung, einschließlich der Drohnenbrutentnahme
- Art des Winterfutters
- Gesamt-Völkerbestand bei Ein- und Auswinterung
- Honigertrag
- Wanderungen
- Besonderheiten
- *Die Aufzeichnung und Dokumentation der Daten verliefen planmäßig und fachgerecht.*

2. Datenbankeingaben:

bis **1. Februar**

- Nosema PCR des Vorjahres
- AFB aus Herbstbonitur des Vorjahres

bis **1. Mai:**

- Volksstärke aus Frühjahrsbonitur
- Gesamt-Anzahl ausgewinteter Völker

bis **1. November:**

- Volksstärke Herbstbonitur
- Varroabefall Herbstbonitur
- Gesamt-Anzahl eingewinteter Völker

bis **31. Dezember**

- alle Restdaten aus abgeschlossenem Untersuchungsjahr einschl. Spätsommer- bzw. Herbstvarroabehandlung
- *Alle Daten wurden termingerecht in die Datenbank eingetragen. Die Bienenvölkerverluste aller Projektimker wurden erfasst und in die Datenbank eingegeben. Dadurch besteht nun eine weltweit einmalige lückenlose Erfassung von Winterverlusten über 15 Jahre.*

3. Imkerberatungen

Folgende Schulungen wurden 2019 durchgeführt:

- **LAVES Celle:**
 - 03.03.2019 Landesverband Thüringen
 - 16.03.2019 Kreisimkerverein Essen
 - 25.04.2019 Oberösterreichischer Imkerverband
 - 11.06.2019 Imkerverein Oldenburg
 - 20.08.2019 Workshop für Amtstierärzte in NI und angrenzende BL
 - 06.09.2019 Tierseuchensymposium Oldenburg
 - 18.12.2019 Landwirtschaftskammer Niedersachsen
 - sowie integriert in zahlreiche Fortbildungen von Freizeitimkern und Landwirten
- **LAB Hohenheim:**
 - 19.01.2019 Imkerverein Gerstetten e.V.
 - 24.02.2019 Bienenzuchtverein Edelsfeld e.V.
 - 26.02.2019 Imkerverein Münsingen
 - 19.03.2019 Bezirksimkerverein Esslingen e.V.
 - 02.04.2019 Imkerverein Achern e.V.
 - 04.04.2019 Bezirksverein Nürtingen e.V. 13.04
 - 06.05.2019 Imkerverein Ehingen e.V.
 - 29.05.2019 Imkerverein Backnang e.V.
 - 05.06.2019 Imkerverein Miltenberg e.v.
 - 12.10.2019 Kreisverband Mittlere Enz
 - 16.10.2019 Imkerverein Aalen e.V.
 - 03.12.2019 Imkerverein Bad Mergentheim e.V.
 - 04.12.2019 Runder Tisch DBV, Berlin
- **LIB Hohen Neuendorf:**
 - 12.02.2019 Schulung IV Falkensee
 - 06.08.2019 Schulung am LIB
 - 03.09.2019 Schulung IV Tempelhof
 - 26.09.2019 Lehrgang zu Bienenkrankheiten am LIB

- 28.09.2019 Schulung Biolmker Berlin
- 28.10.2019 Schulung in Fulda
- 10.11.2019 Schulung LV Württembergischer Imker
- 16.11.2019 Schulung zum 14. Tag der Bienengesundheit Sachsen-Anhalt
- **LLH Kirchhain:**
 - 01.02.2019 Bienenimporte & Wanderung, Empfehlung zur gesunden Völker – und Königinbeschaffung, Grünberg
 - 13.02.2019 Gute fachliche Praxis: „gutes imkern“ – „schlechtes imkern“, Hadamar
 - 20.02.2019 Völkervermehrung, Biebergemünd
 - 07.03.2019 Vortrag: Bienenhaltung in verschiedenen Systemen, Wetzlar
 - 05.04.2019 Erfolgreiche Varroabekämpfung, Lauterbach
 - 21.06.2019 Varroabehandlung und Mittel, Haiger
 - 04.09.2019 Lehrgang Bienenkrankheiten, Bieneninstitut Kirchhain
 - 05.09.2019 Lehrgang Bienenkrankheiten, Bieneninstitut Kirchhain
 - 24.08.2019 Lehrbeauftragtenschulung Landesverband Hessischer Imker, Kirchhain
 - 10. 10. 2019 Bienenkrankheiten verstehen und vermeiden, Bad Soden
 - 12. und 13.10.2019 Informations- und Schulungsveranstaltung für Vereinsvorsitzende des LHI, Friedrichsdorf
 - 12., 13, 15. und 16.11.2019 Schulungsveranstaltung für Imkerberater, Kirchhain
- **DLR Mayen:**
 - 29.03.2019 Ausbildung Bienenseuchensachverständige, Duisburg
 - 04.04.2019 Ausbildung Bienenseuchensachverständige, Mayen
 - 11.04.2019 Bienentagung TH Bingen, Bingen
 - 26.04.2019 Vertreterversammlung Tierseuchenkasse Rheinland- Pfalz, Bad Kreuznach
 - 16.05.2019 Imkergrundkurs, Mayen
 - 21.05.2019 Landw. Ministerium RLP und Imkerverbände RLP, Mainz
 - 06.06.2019 DIB-Geschäftsstellenteam, Fortbildung, Mayen
 - 28.08.2019 Lehrerfortbildung, Mayen
 - 12. und 13.10.2019 Deutscher Imkertag, Konstanz
 - 13.04.2019 Badischer Imkertag, Konstanz
 - 17.10.2019 Bauern- und Winzerverbände RLP, Mainz
 - 08.11.2019 Fachgespräch Kreis-Imkerverein Ingelheim-Bingen e.V., Ingelheim
 - 09.11.2019 31. Mayener Vortragsreihe, Mayen
 - 10.11.2019 Luxemburger Imkertag, Vianden
 - 13.11.2019 Bundesausbildertagung Tierwirte/Fachrichtung Imkerei, Mayen
 - 04.12.2019 Runder Tisch DBV, Berlin

- **BLWG Veitshöchheim:**
 - 15.-17.01.2019 Krankheitskurs I, LWG Veitshöchheim
 - 02.02.2019 Veitshöchheimer Imkerforum
 - 05.-07.02.2019 Krankheitskurs II, LWG Veitshöchheim
 - 13.07.2019 Veitshöchheimer Imkertag
 - 22.-24.10.2019 Krankheitskurs III, LWG Veitshöchheim
 - 09.11.2019 Schulung von Fachwarten und BSV, Veitshöchheim
 - 10.11.2019 Schulung von Fachwarten und BSV, Aschach
 - 16.11.2019 Schulung von Fachwarten und BSV, Isarmünd
 - 17.11.2019 Schulung von Fachwarten und BSV, Landsberg
 - 26.-28.11.2019 Krankheitskurs IV, LWG Veitshöchheim

Gegenüberstellung der **langfristigen Ziele** mit den erreichten Ergebnissen für den gesamten Projektzeitraum 2017 – 2019

1. Bienenvölkerverluste während der Überwinterung sollen systematisch erfasst und dokumentiert werden.

Während der 3-jährigen Projektphase wurden jedes Jahr von ca. 110 Imkern bei den jeweils 10 Monitoringvölkern die Anzahl und Stärke der eingewinterten und ausgewinterten Völker systematisch erfasst und aus diesen Daten die Wintermortalität und der Überwinterungsquotient der Monitoringvölker errechnet und dokumentiert. Bei den Monitoringvölkern werden auch systematisch Daten zur Leistung der Völker, zu Pathogenen und Krankheiten sowie zur Belastung mit Pestiziden erhoben. Diese Daten werden mit den Völkerverlusten in Beziehung gesetzt und erlauben so eine Aussage zu den möglichen „inneren“ Ursachen für Bienenvölkerverluste. Es wird aber auch bei jedem Monitoringimker die Anzahl der insgesamt ein- und ausgewinterten Völker erfragt und daraus die Winterverlustrate für die jeweilige Imkerei errechnet. Auch diese imkereibezogenen Daten zu Bienenvölkerverlusten werden systematisch erfasst und dokumentiert und können in Bezug gesetzt werden zu Klimadaten, Landnutzungsdaten und phänologischen Daten, um eine Aussage zu den möglichen „äußeren“ Ursachen für Bienenvölkerverluste zu treffen.

2. Anhand der Daten sollen für die derzeit relevanten Bienenkrankheiten, insbesondere für die Varroose, und für Infektionen mit *Nosema* spp. und die wichtigsten Bienenviren, die Notwendigkeit seuchenrechtlicher Maßnahmen beurteilt und entsprechend umgesetzt werden.

*Für alle aktuell relevanten Bienenpathogene (Varroa, Nosema spec., Amöbencysten, Tracheenmilbe, 4 unterschiedliche Bienenviren, Amerikanische Faulbrut) wurden die Prävalenzen (ein- bis mehrere Male pro Untersuchungsjahr) erfasst und in Beziehung zur Überwinterung gesetzt. Dabei zeigten sich jährliche und regionale Unterschiede, insbesondere bei den Bienenviren. Es bestätigte sich erneut, dass der Varroabefall (a) mit dem Befall bestimmter Viren korreliert und (b) der Befall im Herbst maßgeblich die Wintermortalität der Bienenvölker beeinflusst. Die Auswertung der bisherigen Daten des DeBiMo unterstreicht die Notwendigkeit von effektiven Maßnahmen zur Bekämpfung der Varroamilbe. Die Umsetzung dieser Maßnahmen, d.h. die Bekämpfung der Varroose bleibt damit weiterhin die zentrale Herausforderung für jeden Imker*in. Hier setzen die Schulungsmaßnahmen der am DeBiMo beteiligten Institute an [siehe Punkt 6 „3. Imkerberatungen“], die bisher hauptsächlich auf die direkte Schulung von Imkern ausgerichtet waren, in Zukunft aber die Schulung der imkerlichen Fachberater und der Veterinärbehörden noch mehr berücksichtigen soll. Die zunehmende Heterogenität in der Bienenhaltung verlangt neben den Fortbildungsveranstaltungen auch, dass durch andere Medien u.a. Infobriefe regelmäßig auf anstehende Varroabekämpfungsmaßnahmen hingewiesen wird. So ist es auch erstrebenswert, dass die Veterinärämter die bei ihnen registrierten Imker*innen gemäß §15 Bienenseuchenverordnung auf die Behandlungspflicht des Bienenhalters hinweisen und ggf. kontrollieren.*

Für den Befall mit Nosema spec. konnten wir bisher weder einen direkten Zusammenhang mit Winterverlusten von Bienenvölkern nachweisen, noch synergistische Effekte mit Virusinfektionen oder Pflanzenschutzmitteln feststellen. Hier besteht daher momentan keine Notwendigkeit, spezielle Maßnahmen umzusetzen. Das Infektionsgeschehen wird aber weiterhin aufmerksam und systematisch im Rahmen des DeBiMo und der parallel laufenden Satellitenprojekte verfolgt werden, um eine Änderung der Situation frühzeitig zu erfassen und notwendige Maßnahmen umzusetzen.

Die übrigen Pathogene spielten im Projektzeitraum keine erkennbare Rolle für Bienenschädigungen und die „exotischen“ Parasiten „Kleiner Beutenkäfer“ und „Tropilaelapsmilbe“ wurden in Monitoringvölkern nicht gefunden.

3. Anhand der Prävalenzen und Bienenschäden sollen differenzierte Schadschwellen für Pathogene abgeleitet werden, nach Möglichkeit verbunden mit zuverlässigen

Diagnoseverfahren und Empfehlungen für die Imker zur Vermeidung von Schäden oder nachhaltiger Bekämpfung der Krankheiten.

Die Bedeutung eines durch erfolgreiche Bekämpfung reduzierten Varroabefalls für eine erfolgreiche Überwinterung wurde im Projektzeitraum erneut eindrucksvoll dokumentiert und bestätigt die Ergebnisse der vorangegangenen Projektperioden. Es konnte klar gezeigt werden, dass der Varroabefall im Herbst einen höchstsignifikanten Einfluss auf die Wintermortalität hat. Auch die hierfür relevanten Schadschwellen (~ 7 Milben pro 100 Bienen im Oktober) wurden bestätigt und sind inzwischen mit einer weltweit einmaligen Datenbasis von mehr als 15.000 analysierten Einzelvölkern über einen Zeitraum von 15 Jahren untermauert.

Ebenfalls einen hochsignifikanten Einfluss auf die Überwinterung hat die Virusbelastung der Bienenvölker im Oktober, insbesondere mit ABPV und/oder DWV. Klinisch relevante ABPV- und DWV-Infektionen hängen aber wiederum signifikant vom Varroa-Parasitierungsgrad ab, wodurch der Kontrolle dieses Parasiten eine noch größere Bedeutung zukommt. Da es durchaus wirksame Bekämpfungsstrategien gegen die Varroamilbe gibt, gehört eine entsprechende Schulung der Imker, der Fachberater und der Veterinäre zu den dringend notwendigen Maßnahmen. Die Umsetzung dieser Maßnahmen, d.h. die regelmäßigen Schulungen zur Varroabekämpfung werden im Rahmen des DeBiMo bereits durch die beteiligten Institute durchgeführt [siehe Punkt 6 „3. Imkerberatungen“].

4. Der Kontakt der Bienen mit verschiedenen Pflanzenschutzmitteln soll in Abhängigkeit von Standort, Jahreszeit und Untersuchungsjahr erfasst werden. Solche Daten sind für die aktuelle Diskussion zu einer bestäuberfreundlichen Landwirtschaft von großer Bedeutung und können zudem auch Hinweise auf eine potentielle Gefährdung von Wildbienen geben.

Es wurden wiederum in jedem Projektjahr zwischen 129 und 152 Bienenbrot-Proben (Frühjahr- und Sommerproben gemischt) auf jeweils ca. 450 Wirkstoffe aus dem Pflanzenschutz, der Varroabekämpfung und der Biozidanwendung untersucht. Dabei wurden zwischen 85 und 90 Wirkstoffe nachgewiesen, zumeist im Spurenbereich und mit dem Schwerpunkt bei Fungiziden und Insektiziden, die eine Zulassung für die Blütenapplikation haben.

In den meisten Völkern wurden mehrere Wirkstoffe gleichzeitig detektiert, nur sehr wenige (je nach Untersuchungsjahr < 5% bzw. 10%) waren frei von messbaren Rückständen. Es

gab vereinzelt sehr hohe Belastungen mit Fungiziden oder Herbiziden. Ein Zusammenhang von Pestizidbelastung und Winterverlusten war allerdings in keinem Untersuchungsjahr erkennbar.

5. Durch die Beratungstätigkeit der beteiligten Institute sollen die Ergebnisse direkt in die imkerliche Praxis einfließen.

Dies geschieht seit Beginn des DeBiMo regelmäßig über Imkertage, imkerliche Fortbildungen, Vorträge, Veröffentlichungen in Imkerzeitungen und auf den Webseiten der Institute, gemeinsame bundesweite per mail-Verteiler verschickte Infobriefe und direkte Beratungen über Telefon oder E-mail. Diese Aktivitäten gehören letztendlich auch zu den Dienstaufgaben der beteiligten Bieneninstitute (siehe Auflistung oben).

6. Die Langzeitdatenlage zur Bienengesundheit und der relevanten Einflussfaktoren soll den politischen Verantwortlichen eine wissenschaftlich fundierte Basis an die Hand geben für Entscheidungen im Bereich der Bienenhaltung und Fördermaßnahmen von Imkerei und Bienenwissenschaft.

Inzwischen sind auf der Basis von 15 DeBiMo-Jahren belastbare Langzeitanalysen möglich, die im vorliegenden Bericht ausführlich in der Diskussion dargestellt sind und mit generalisierten statistischen Modellen und logistischen Regressionsanalysen untermauert werden. Letztendlich zeigt sich, dass sich die Winterverlustrate und der Varroabefall über die letzten 15 Jahre nicht signifikant geändert haben und kein Trend erkennbar ist. Diese wissenschaftlich fundierten Daten und Analysen geben den politisch Verantwortlichen die benötigten Informationen sowohl zum aktuellen und langfristigen Stand zur Bienengesundheit als auch zu den relevanten Einflussfaktoren an die Hand, auf deren Grundlage fundierte Entscheidungen im Bereich Bienenhaltung und Bienenförderung getroffen werden können. Die DeBiMo-Daten identifizieren eindeutig die Varroose als eines der Hauptprobleme für die Bienengesundheit. Daher müssen vor allem in der Bienenforschung noch stärkere Anstrengungen unternommen werden, um die Varroabekämpfung effektiver als bisher zu gestalten. Eine weitergehende Standardisierung zu einer modularen Behandlungsstrategie erscheint notwendig, um offensichtliche Verunsicherungen bei den Bienenhaltern aufzulösen. Die sich daraus ergebenden neuen Erkenntnisse und Behandlungsstrategien müssen zusammen mit dem bisherigen Wissen in verstärkt durchzuführenden Schulungen kommuniziert bzw. eingeübt werden.

7. Abkürzungsverzeichnis

° C	Grad Celsius
µg	Mikrogramm
µl	Mikroliter
ABPV	Akutes Bienenparalyse-Virus
AFB	Amerikanische Faulbrut
CBPV	Chronisches Bienenparalyse-Virus
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
bp	Basenpaare
DeBiMo	Deutsches Bienenmonitoring
DEET	Diethyltoluamid
DNA	Desoxyribonukleinsäure
DWV	Deformed Wing Virus/ Flügeldeformations-Virus
et al.	et alii / und andere
EURL	European Union Reference Laboratory
FLI	Friedrich-Loeffler-Institut
g	Gramm
GC-MS	Gaschromatographie mit Massenspektrometrie-Kopplung
IABPV	Israelisches Akutes Bienenparalyse-Virus
KBV	Kashmir-Bienen-Virus
kg	Kilogramm
LC-MS	Flüssigchromatographie mit Massenspektrometrie-Kopplung
LOD	Level of quantification / Nachweisgrenze
LOQ	Level of detection / Bestimmungsgrenze
LUFA	Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt
MgSO ₄	Magnesiumsulfat
mg	Milligramm
min	Minute(n)
ml	Milliliter
MW	Mittelwert
N	Probenanzahl
NaCl	Natriumchlorid
NOEC	No observed effect concentration
PCR	Polymerase-Kettenreaktion
PSA	Primär-Sekundäramin-modifiziertes Kieselgel
R ²	Bestimmtheitsmaß
rRNA	Ribosomale Ribonukleinsäure
RT-PCR	Reverse Transkriptase- Polymerase-Kettenreaktion
SBV	Sackbrut-Virus
SPE	Solid phase extraction / Festphasenextraktion
spp.	Spezies
ÜQ	Überwinterungsquotient

8. Literaturverzeichnis

- ALAUX C., BRUNET J.-L., DUSSAUBAT C., MONDET F., TCHAMITCHAN S., COUSIN M., BRILLARD J., BALDY A., BELZUNCES L.P., LE CONTE Y. (2010) Interactions between *Nosema* microspores and a neonicotinoid weaken honey bees (*Apis mellifera*). *Environ. Microbiol.* 12, 774–782. <https://doi.org/10.1111/j.1462-2920.2009.02123.x>
- ANDERSON D.L, MORGAN, M. J. (2007) Genetic and morphological variation of bee-parasitic *Tropilaelaps* mites (Acari: Laelapidae): new and re-defined species. *Exp. Appl. Acarol.* 43, 1-24.
- ARBULO N., ANTÚNEZ K., SALVARREY S., SANTOS E., BRANCHICCELA B., MARTÍN-HERNÁNDEZ R., HIGES M., INVERNIZZI C. (2015). High prevalence and infection levels of *Nosema ceranae* in bumblebees *Bombus atratus* and *Bombus bellicosus* from Uruguay. *Journal of invertebrate pathology*, 130, 165-168.
- BACANDRITSOS N., GRANATO A., BUDGE G., PAPANASTASIOU I., ROINIOTI E., CALDON M., FALCARO C., GALLINA A., MUTINELLI F. (2010) Sudden deaths and colony population decline in Greek honey bee colonies. *J. Invertebr. Pathol.* 105, 335-340.
- BAILEY L. (1967) *Nosema apis* and dysentery of the honey bee. *J. Apicult. Res.* 6, 121-125.
- BAILEY L, BALL B V, PERRY JN. (1981) The prevalence of viruses of honey bees in Britain. *Ann Applied Biology*; 97:109–118
- BAILEY L., BALL B.V. (1991) *Honey Bee Pathology*. Academic Press, New York, London.
- BAKER A., SCHROEDER D. (2008) Occurrence and genetic analysis of picorna-like viruses infecting worker bees of *Apis mellifera* L. populations in Devon, South West England. *J. Invertebr. Pathol.* 98, 239–242.
- BAKONYI T., FARKAS R., SZENDRŐI A., DOBOS-KOVÁCS M., RUSVAI M. (2002) Detection of acute bee paralysis virus by RT-PCR in honey bee and *Varroa destructor* samples: Rapid screening of representative Hungarian apiaries. *Apidologie* 33, 29-40.
- BLANCHARD P., OLIVIER V., ISCACHE A.L., CELLE O., SCHURR F., LALLEMAND P., RIBIÈRE M. (2008) Improvement of RT-PCR detection of chronic bee paralysis virus (CBPV) required by the description of genomic variability in French CBPV isolates. *J. Invertebr. Pathol.* 97, 182-185.
- BRODSCHNEIDER R., GRAY A., ADJLANE N., BALLIS A., BRUSBARDIS V., CHARRIÈRE J.D., CHLEBO R., COFFEY M.F., DAHLE B., DE GRAAF D.C., DRAŽIĆ M.M., EVANS G., FEDORIAK M., FORSYTHE I., GREGORC A., GRZĘDA U., HETZRONI A., KAUKO L., KRISTIANSEN P., MARTIKKALA M., MARTÍN-HERNÁNDEZ R., MEDINA-FLORES C.A., MUTINELLI F., RAUDMETS A., RYZHIKOV V., SIMON-DELSON N., STEVANOVIC J., UZUNOV A., VEJSNÆS F., WÖHL S., ZAMMIT-MANGION M., DANIHLÍK J. (2018) Multi-country loss rates of honey bee colonies during winter 2016/2017 from the COLOSS survey. *J. Apicult. Res* 57(3), 452–457.
- BRODSCHNEIDER, R., BRUS, J., & DANIHLÍK, J. (2019). Comparison of apiculture and winter mortality of honey bee colonies (*Apis mellifera*) in Austria and Czechia. *Agriculture, ecosystems & environment*, 274, 24-32.
- BURGETT M.D; AKRATANAKUL P., MORSE R.A. (1983) *Tropilaelaps clarae*: a parasite of honey bees in South-East Asia, *Bee World* 64,25-28.

- CAMPBELL E. M., BUDGE G. E., WATKINS M. & BOWMAN, A. S. (2016). Transcriptome analysis of the synganglion from the honey bee mite, *Varroa destructor* and RNAi knockdown of neural peptide targets. *Insect biochemistry and molecular biology*, 70, 116-126.
- CHAIMANEE V., CHANTAWANNAKUL P., CHEN Y., EVANS J.D., PETTIS J.S. (2012) Differential expression of immune genes of adult honey bee (*Apis mellifera*) after inoculated by *Nosema ceranae*. *J. Insect. Physiol.* 58, 1090-1095.
- CHEN Y.W., CHUNG W.P., WANG C.H., SOLTER L.F., HUANG W.F. (2012) *Nosema ceranae* infection intensity highly correlates with temperature. *J. Invertebr. Pathol.* 111(3), 264-7. doi: 10.1016/j.jip.2012.08.014.
- CORNMAN R.S., TARPY D.R., CHEN Y., JEFFREYS L., LOPEZ D., PETTIS J.S., VANENGELSDORP, D., EVANS, J. D. (2012) Pathogen webs in collapsing honey bee colonies. *PLoS one.* 7, e43562.
- COX-FOSTER D.L., CONLAN S., HOLMES E.C., PALACIO, G., EVANS J. D., MORAN N.A., QUAN P.-L., BRIES, S., HORNIG M., GEISER D.M., MARTINSON V., VANENGELSDOR, D., KALKSEITN A.L., DRYSDALE L., HUI J., ZHAI J., CUI L., HUTCHISON S., SIMONS J.F., EGHOLM M., PETTIS J.S., LIPKIN W.I. (2007) A metagenomic survey of microbes in honey bee colony collapse disorder. *Science.* 318, 283-287.
- DAINAT B., EVANS J.D., CHEN Y., GAUTHIER L., NEUMANN P. (2012a) Dead or alive: Deformed wing virus and *Varroa destructor* reduce the life span of winter honeybees. *Appl. Environ. Microbiol.* 78, 981-987.
- DAINAT B., EVANS J.D., CHEN Y., GAUTHIER L., NEUMANN P. (2012b) Predictive markers of honey bee colony collapse. *PLoS one.* 7, e32151.
- DAINAT B., KEN T., BERTHOUD H, NEUMANN P (2009) The ectoparasitic mite *Tropilaelaps mercedesae* (Acari, Laelapidae) as a vector of honey bee viruses. *Ins.Soc.* 56, 40-43.
- DAINAT B., NEUMANN P. (2013) Clinical signs of deformed wing virus infection are predictive markers for honey bee colony losses. *J. Invertebr. Pathol.* 112, 278-280.
- DE MIRANDA J.R., GENERSCH E. (2010) Deformed wing virus. *J. Invertebr. Pathol.* 103, S48-S61.
- DOUBLET V., LABARUSSIAS M., DE MIRANDA J.R., MORITZ R.F.A., PAXTON R.J. (2015) Bees under stress: sublethal doses of a neonicotinoid pesticide and pathogens interact to elevate honey bee mortality across the life cycle. *Environ. Microbiol.* 17, 969–983. doi.org/10.1111/1462-2920.12426
- ELLIS J.D., HEPBURN H.R., LUCKMANN B., ELZEN, P.J. (2004c) The effects of soil type, moisture, and density on pupation success of *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae). *Environ. Entomol.* 33(4), 794-798. <http://dx.doi.org/10.1603/0046-225X-33.4.794>
- ELZEN P.J., BAXTER J.R., WESTERVELT D., RANDALL C., DELAPLANE K., SCUTTS L., WILSON W.T. (1999) Field control and biology studies of a new pest species, *Aethina tumida* Murray (Coleoptera: Nitidulidae), attacking European honey bees in the Western Hemisphere. *Apidologie* 30, 361-366. <http://dx.doi.org/10.1051/apido:19990501>
- EURL (2011) Guidelines for a European project on honeybee colony losses, p. 34. European Union, Brussels.
- FENOY S., RUEDA C., HIGES M., MARTÍN-HERNANDEZ R., DEL AGUILA C. (2009) High-level resistance of *Nosema ceranae*, a parasite of the honeybee, to temperature and desiccation. *Appl. Environ. Microbiol.* 75, 6886–6889.

- FERNÁNDEZ J.M., PUERTA F., COUSINOU M., DIOS-PALOMARES R., CAMPANO F., REDONDO L. (2012) Asymptomatic presence of *Nosema* spp. in Spanish commercial apiaries. *J Invertebr Pathol.* 111, 106–110.
- FRIES I. (2010) *Nosema ceranae* in European honey bees (*Apis mellifera*). *J. Invertebr. Pathol.* 103, S73-S79.
- FRIES I., EKBOHM G., VILLUMSTAD E. (1984) *Nosema apis*, sampling techniques and honey yield. *J Apicult Res* 23: 102-105.
- FRIES I., CHAUZAT M.-P., CHEN Y.-P., DOUBLET V., GENERSCH E., GISDER S., HIGES M., MCMAHON D.P., MARTÍN-HERNÁNDEZ R., NATSOPOULOU M., PAXTON R.J., TANNER G., WEBSTER T.C. AND WILLIAMS G.R. (2013) Standard methods for *Nosema* research. *J Apicult Res* 52; <http://dx.doi.org/10.3896/IBRA.3891.3852.3891.3814>.
- FÜRST M. A., MCMAHON D. P., OSBORNE J. L., PAXTON R. J. & BROWN M. J. F. (2014). Disease associations between honeybees and bumblebees as a threat to wild pollinators. *Nature*, 506(7488), 364-366.
- GAUTHIER L., TENTCHEVA D., TOURNAIRE M., DAINAT B., COUSSERANS F., COLIN M.E., BERGOIN M. (2007) Viral load estimation in asymptomatic honey bee colonies using the quantitative RT-PCR technique. *Apidologie* 38, 426-435.
- GENERSCH E. (2005) Development of a rapid and sensitive RT-PCR method for the detection of deformed wing virus, a pathogen of the honeybee (*Apis mellifera*). *Vet. J.* 169, 121-123.
- GENERSCH E., FORSGREN E., PENTIKÄINEN J., ASHIRALIEVA A., RAUCH S., KILWINSKI J., FRIES I. (2006) Reclassification of *Paenibacillus larvae* subsp. *pulvifaciens* and *Paenibacillus larvae* subsp. *larvae* as *Paenibacillus larvae* without subspecies differentiation. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 56, 501-511.
- GENERSCH E. (2010) Honey bee pathology: Current threats to honey bees and beekeeping. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 87, 87-97.
- GENERSCH E., AUBERT M. (2010) Emerging and re-emerging viruses of the honey bee (*Apis mellifera*). *Vet. Res.* 41:54.
- GENERSCH E., VON DER OHE W., KAATZ H., SCHROEDER A., OTTEN C., BUÉCHLER R., BERG S., RITTER W., MUEHLEN W., GISDER S., MEIXNER M., LIEBIG G., ROSENKRANZ P. (2010) The German bee monitoring project: a long-term study to understand periodically high winter losses of honey bee colonies. *Apidologie* 41, 332-352.
- GISDER S., AUMEIER P., GENERSCH E. (2009) Deformed wing virus (DWV): viral load and replication in mites (*Varroa destructor*). *J. Gen. Virol.* 90, 463-467.
- GISDER S., HEDTKE K., MÖCKEL N., FRIELITZ M.-C., LINDE A., GENERSCH E. (2010) Five-Year Cohort Study of *Nosema* spp. in Germany: Does climate shape virulence and assertiveness of *Nosema ceranae*? *Appl. Environ. Microbiol.* 76, 3032-3038.
- GISDER S., SCHÜLER V., HORCHLER L., GROTH D., LINDE A., GENERSCH E. (2017) Long-Term Temporal Trends of *Nosema* spp. Infection Prevalence in Northeast Germany: Continuous Spread of *Nosema ceranae*, an Emerging Pathogen of Honey Bees (*Apis mellifera*), but No General Replacement of *Nosema apis*. *Front. Cell. Infect. Microbiol.* 7, 301.

- GISDER S., MÖCKEL N., EISENHARDT D. & GENERSCH, E. (2018). In vivo evolution of viral virulence: switching of deformed wing virus between hosts results in virulence changes and sequence shifts. *Environmental microbiology*, 20(12), 4612-4628.
- GISDER S., HORCHLER L., PIEPER F., SCHÜLER V., ŠIMA P. & GENERSCH E. (2020). Rapid gastrointestinal passage may protect *Bombus terrestris* from becoming a true host for *Nosema ceranae*. *Applied and Environmental Microbiology*. doi:10.1128/AEM.00629-20.
- GRANATO A., ZECCHIN B., BARATTO C., DUQUESNE V., NEGRISOLO E., CHAUZAT M. P., RIBIÈRE-CHABERT M., CATTOLI G., MUTINELLI F. (2017). Introduction of *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae) in the regions of Calabria and Sicily (southern Italy). *Apidologie*, 48(2), 194-203.
- GRANBERG F., VICENTE-RUBIANO M., RUBIO-GUERR, C., KARLSSON O.E., KUKIELKA D., BELÁK S., SÁNCHEZ-VIZCAÍNO J.M. (2013) Metagenomic detection of viral pathogens in Spanish honeybees: Co-infection by Aphid lethal paralysis, Israel acute paralysis and Lake Sinai viruses. *PLoS ONE* 8, e57459.
- GRAYSTOCK P., YATES K., DARVILL B., GOULSON D. & HUGHES W. O. (2013). Emerging dangers: deadly effects of an emergent parasite in a new pollinator host. *Journal of invertebrate pathology*, 114(2), 114-119.
- GROZINGER C.M., FLENNIKEN M.L. (2019) Bee Viruses: Ecology, Pathogenicity, and Impacts. *Ann. Rev. Entomol.* 64, 205-26.
- GUZMÁN-NOVOA E., ECCLES L., CALVETE Y., MCGOWAN J., KELLY P.G., CORREA-BENÍTEZ A. (2010) *Varroa destructor* is the main culprit for the death and reduced populations of overwintered honey bee (*Apis mellifera*) colonies in Ontario, Canada. *Apidologie*. 41, 443-450.
- GUZMÁN-NOVOA E., HAMIDUZZAMAN M.M., ARECHAVALETA-VELASCO M. E., KOLEOGLU G., VALIZADEH P., CORREA-BENITEZ A. (2011) *Nosema ceranae* has parasitized Africanized honey bees in Mexico since at least 2004. *J. Apicult. Res.* 50, 167-169.
- HALLMANN CA, SORG M, JONGEJANS E, SIEPEL H, HOF LAND N, SCHWAN H, STENMANS W, MÜLLER A, SUMSER H, HÖRREN T, GOULSON D, DE KROON H. 2017. More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS ONE* 12:e0185809.
- HIGES M., MARTÍN R., MEANA A. (2006) *Nosema ceranae*, a new microsporidian parasite in honeybees in Europe. *J. Invertebr. Pathol.* 92, 81–83.
- HIGES M., GARCIA-PALENCIA P., MARTIN-HERNANDEZ R., MEANA A. (2007) Experimental infection of *Apis mellifera* honeybees with *Nosema ceranae* (Microsporidia). *J. Invertebr. Pathol.* 94, 211-217.
- HIGES M., MARTÍN-HERNÁNDEZ R., BOTÍAS C., GARRIDO BAILÓN E., GONZÁLEZ-PORTO A.V., BARRIOS L., DEL NOZAL M.J., BERNAL JL., JIMÉNEZ J.J., GARCÍA PALENCI, P., MEANA, A. (2008) How natural infection by *Nosema ceranae* causes honeybee colony collapse. *Environ. Microbiol.* 10, 2659-2669.
- HIGES M., MARTÍN-HERNÁNDEZ R., GARRIDO-BAILÓN E., GONZÁLEZ-PORTO A.V., GARCÍA-PALENCIA P., MEANA A., DEL NOZAL M.J., MAYO R., BERNAL J. L. (2009) Honeybee colony collapse due to *Nosema ceranae* in professional apiaries. *Environ. Microbiol. Rep.* 1, 110-113.

- HIGES M., MARTIN-HERNANDEZ R., MARTINEZ-SALVADOR A., GARRIDO-BAILON E., GONZALEZ-PORTO A.V., MEANA A., BERNAL J.L., DEL NOZAL M.J., BERNAL J. (2010a) A preliminary study of the epidemiological factors related to honey bee colony loss in Spain. *Environ. Microbiol. Rep.* 2, 243-250.
- HIGES M., MARTÍN-HERNÁNDEZ R., MEANA A. (2010b) *Nosema ceranae* in Europe: an emergent type C nosemosis. *Apidologie* 41, 375-392.
- HOOD W.M. (2004) The small hive beetle, *Aethina tumida*: a review. *Bee World* 85, 51–59.
- HORCHLER L., GISDER S., BOECKING O., GENERSCH E. (2019) Diagnostic value of faecal spots on and in honey bee (*Apis mellifera*) hives. *Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschr.* 132, 41-48.
- HUANG W. F., JIANG J. H., CHEN Y. W. & WANG C. H. (2007). A *Nosema ceranae* isolate from the honeybee *Apis mellifera*. *Apidologie*, 38(1), 30-37.
- HUANG W.-F., SOLTER L., ARONSTEIN K., HUANG Z. (2015) Infectivity and virulence of *Nosema ceranae* and *Nosema apis* in commercially available North American honey bees. *J. Invertebr. Pathol.* 124, 107-113.
- INVERNIZZI C., ABUD C., TOMASCO I.H., HARRIET J., RAMALLO G., CAMPÁ J., KATZ H., GARDIOL G., MENDOZA Y. (2009) Presence of *Nosema ceranae* in honeybees (*Apis mellifera*) in Uruguay. *J. Invertebr. Pathol.* 101, 150-153.
- JABAL URIEL C., MARTÍN-HERNÁNDEZ R., ORNOSA GALLEGO C., HIGES M., BERRIATUA E. & RÚA P. D. L. (2017). First data on the prevalence and distribution of pathogens in bumblebees (*Bombus terrestris* and *Bombus pascuorum*) from Spain. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 15(1), 1-6.
- JACQUES A., LAURENT M., EPILOBEE CONSORTIUM, RIBIÈRE-CHABERT M., SAUSSAC M., BOUGEARD S. ET AL. (2017) A pan-European epidemiological study reveals honey bee colony survival depends on beekeeper education and disease control. *PLoS ONE* 12(3): e0172591. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0172591>
- KILWINSKI J., PETERS M., ASHIRALIEVA A., GENERSCH E. (2004) Proposal to reclassify *Paenibacillus larvae* subsp. *pulvifaciens* DSM 3615 (ATCC 49843) as *Paenibacillus larvae* subsp. *larvae*. Results of a comparative biochemical and genetic study. *Vet. Microbiol.* 104, 31–42.
- KLEE J., BESANA A.M., GENERSCH E., GISDER S., NANETTI A., TAM D.Q., CHINH T.X., PUERTA F., RUZ J.M., KRYGER P., MESSAGE D., HATJINA F., KORPELA S., FRIES I., PAXTON R.J. (2007) Widespread dispersal of the microsporidian *Nosema ceranae*, an emergent pathogen of the western honey bee, *Apis mellifera*. *J. Invertebr. Pathol.* 96, 1-10.
- LANZI G., DE MIRANDA J. R., BONIOTTI M. B., CAMERON C. E., LAVAZZA A., CAPUCCI L., CAMAZINE S. M., ROSSI C. (2006). Molecular and biological characterization of deformed wing virus of honeybees (*Apis mellifera* L.). *Journal of virology*, 80(10), 4998-5009.
- LEE K.V., STEINHAEUER N., RENNICH K, WILSON M.E., TARPY D.R., CARON D.M., ROSE R., DELAPLANE K.S., BAYLIS K., LINGERICH E.J., PETTIS J., SKINNER J.A., WILKES J.T., SAGILI R., VANENGELSDORP D. (2015) A national survey of managed honey bee 2013–2014 annual colony losses in the USA. *Apidologie* 46, 292–305.
- LI, J., CHEN, W., WU J., PENG W., AN J., SCHMID-HEMPEL P. & SCHMID-HEMPEL R. (2012). Diversity of *Nosema* associated with bumblebees (*Bombus* spp.) from China. *International journal for parasitology*, 42(1), 49-61.

- MARTIN S. J., HIGHFIELD, A. C., BRETTELL, L., VILLALOBOS, E. M., BUDGE, G. E., POWELL, M., NIKAIIDO, S., SCHROEDER, D. C. (2012). Global honey bee viral landscape altered by a parasitic mite. *Science*, 336(6086), 1304-1306.
- MARTIN S.J., HARDY J., VILLALOBOS E., MARTÍN-HERNÁNDEZ R., NIKAIIDO S., HIGES M. (2013) Do the honeybee pathogens *Nosema ceranae* and deformed wing virus act synergistically? *Environ. Microbiol. Rep.* 5(4), 506–510.
- MARTÍN-HERNÁNDEZ R., MEANA A., GARCIA-PALENCIA P., MARIN P., BOTÍAS C., GARRIDO-BAILÓN E., BARRIOS L., HIGES M. (2009) Effect of Temperature on the Biotic Potential of Honeybee Microsporidia. *Appl. Environ. Microbiol.* 75, 2554-2557.
- MARTÍN-HERNÁNDEZ R., BOTÍAS C., GARRIDO-BAILÓN E., MARTÍNEZ-SALVADOR A., PRIETO L., MEANA A., HIGES M. (2012) Microsporidia infecting *Apis mellifera*: coexistence or competition. Is *Nosema ceranae* replacing *Nosema apis*? *Environ. Biol.* 14(8), 2127-2138.
- MCMAHON D.P., NATSOPOULOU M.E., DOUBLET V., FÜRST M., WEGING S., BROWN M.J.F., GOGOL-DORING A., PAXTON R.J. (2016) Elevated virulence of an emerging viral genotype as a driver of honeybee loss. *Proc. R. Soc. B* 283; <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2016.0811>
- MCMENAMIN A. J., GENERSCH E. (2015) Honey bee colony losses and associated viruses. *Curr. Opin. Insect Sci.* 8, 121-129.
- MÖCKEL N., GISDER S. & GENERSCH E. (2011). Horizontal transmission of deformed wing virus: pathological consequences in adult bees (*Apis mellifera*) depend on the transmission route. *Journal of General Virology*, 92(2), 370-377.
- MORAWETZ L, KÖGLBERGER H, GRIESBACHER A, DERAKHSHIFAR I, CRAILSHEIM K, BRODSCHNEIDER R, ET AL. (2019) Health status of honey bee colonies (*Apis mellifera*) and disease-related risk factors for colony losses in Austria. *PLoS ONE* 14(7): e0219293. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219293>
- MUTINELLI F., MONTARSI F., FEDERICO G., GRANATO A., PONTI A. M., GRANDINETTI G., FERRÈ N., FRANCO S., DUQUESNE V., RIVIÈRE M., THIÉRY R., HENRIKX P., RIBIÈRE-CHABERT M., CHAUZAT M. (2014). Detection of *Aethina tumida* Murray (Coleoptera: Nitidulidae.) in Italy: outbreaks and early reaction measures. *Journal of Apicultural Research*, 53(5), 569-575.
- NATSOPOULOU M.E., MCMAHON D.P., DOUBLET V., BRYDEN J., PAXTON R.J. (2015) Interspecific competition in honey bee intracellular gut parasites is asymmetric and favours the spread of an emerging infectious disease. *Proc. R. Soc. B* [doi:10.1098/rspb.2014.1896](https://doi.org/10.1098/rspb.2014.1896).
- NATSOPOULOU M.E., MCMAHON D.P., DOUBLET V., FREY E., ROSENKRANZ P., PAXTON R.J. (2017) The virulent, emerging genotype B of *Deformed wing virus* is closely linked to overwinter honeybee worker loss. *Sci. Rep.* 7:5242 [doi:10.1038/s41598-017-05596-3](https://doi.org/10.1038/s41598-017-05596-3).
- NEUMANN P., CARRECK N.L. (2010) Honey bee colony losses. *J. Apicult. Res.* 49, 1–6.
- NIELSEN S.L., NICOLAISEN M., KRYGER P. (2008) Incidence of acute bee paralysis virus, black queen cell virus, chronic bee paralysis virus, deformed wing virus, Kashmir bee virus and sacbrood virus in honey bees (*Apis mellifera*) in Denmark. *Apidologie.* 39, 310-314.

- ODEMER R., NILLES L., LINDER N., ROSENKRANZ P. (2018) Sublethal effects of clothianidin and *Nosema* spp. on the longevity and foraging activity of free flying honey bees. *Ecotoxicology* 27(5), 527-538. DOI:10.1007/s10646-018-1925-5.
- ONGUS J. R., PETERS D., BONMATIN J. M., BENGSCH E., VLAK J. M., & VAN OER, M. M. (2004). Complete sequence of a picorna-like virus of the genus Iflavirus replicating in the mite *Varroa destructor*. *Journal of General Virology*, 85(12), 3747-3755.
- PETTIS J.S., LICHTENBERG E.M., ANDREE M., STITZINGER J., ROSE R., VANENGELSDORP D. (2013) Crop pollination exposes honey bees to pesticides which alters their susceptibility to the gut pathogen *Nosema ceranae*. *PLoS One*. doi.org/10.1371/journal.pone.0070182.
- PIRK, C. W., DE MIRANDA, J. R., KRAMER, M., MURRAY, T. E., NAZZI, F., SHUTLER, D., VAN DER STEEN, J. J. M., VAN DOOREMALEN, C. (2013). Statistical guidelines for *Apis mellifera* research. *Journal of Apicultural Research*, 52(4), 1-24.
- PLISCHUK S., MARTÍN-HERNÁNDEZ R., PRIETO L., LUCÍA M., BOTÍAS C., MEANA A., ABRAHAMOVICH, A. H., HIGES, M. (2009). South American native bumblebees (Hymenoptera: Apidae) infected by *Nosema ceranae* (Microsporidia), an emerging pathogen of honeybees (*Apis mellifera*). *Environmental Microbiology Reports*, 1(2), 131-135.
- POPPINGA L., GENERSCH E., (2015) Molecular pathogenesis of American Foulbrood: How *Paenibacillus* larvae kills honey bee larvae. *Current Opinion in Insect Science* 56. DOI: 10.1016/j.cois.2015.04.013
- RAVOET J., DE SMET L., MEEUS I., SMAGGHE G., WENSELEERS T., & DE GRAAF D. C. (2014). Widespread occurrence of honey bee pathogens in solitary bees. *Journal of Invertebrate Pathology*, 122, 55-58.
- RETSCHNIG G., WILLIAMS G.R., ODEMER R., BOLTIN J., DI POTO C., MEHMANN M.M., RETSCHNIG P., WINIGER P., ROSENKRANZ P., NEUMANN P. (2015) Effects, but no interactions, of ubiquitous pesticide and parasite stressors on honey bee (*Apis mellifera*) lifespan and behavior in a colony environment. *Environ. Microbiol.* 17, 4322–4331. doi.org/10.1111/1462-2920.12825.
- RETSCHNIG G., WILLIAM, G. R., SCHNEEBERGER A., & NEUMANN P. (2017). Cold ambient temperature promotes *Nosema* spp. intensity in honey bees (*Apis mellifera*). *Insects*, 8(1), 20.
- ROLKE D., FUCHS S., GRÜNEWALD B., GAO Z., BLENAU W. (2016) Large-scale monitoring of effects of clothianidin-dressed oilseed rape seeds on pollinating insects in Northern Germany: effects on honey bees (*Apis mellifera*). *Ecotoxicology* 25, 1648–1665. doi.org/10.1007/s10646-016-1725-8
- ROUZÉ R, MONÉ A, DELBAC F, BELZUNCES L, BLOT N. (2019) The Honeybee Gut Microbiota Is Altered after Chronic Exposure to Different Families of Insecticides and Infection by *Nosema ceranae*. *Microbes Environ.* 34(3), 226–233. doi:10.1264/jsme2.ME18169
- SCHÖNING C., GISDER S., GEISELHARDT S., KRETSCHMANN I., BIENEFELD K., HILKER M., & GENERSCH E. (2012). Evidence for damage-dependent hygienic behaviour towards *Varroa destructor*-parasitised brood in the western honey bee, *Apis mellifera*. *Journal of Experimental Biology*, 215(2), 264-271.

- SINPOO C., DISAYATHANOOWAT T., WILLIAMS P. H., & CHANTAWANNAKUL P. (2019). Prevalence of infection by the microsporidian *Nosema* spp. in native bumblebees (*Bombus* spp.) in northern Thailand. *PloS one*, 14(3).
- SOROKER V., HETZRONI A., YAKOBSON B., DAVID D., DAVID A., VOET H., SLABEZKI Y., EFRAT H., LEVSKI S., KAMER Y., KLINBERG E., ZIONIN., INBAR S., CHEJANOVSKY N. (2011) Evaluation of colony losses in Israel in relation to the incidence of pathogens and pests. *Apidologie* 42, 192-199.
- TEHEL A., VU Q., BIGOT D., GOGOL-DÖRING A., KOCH P., JENKINS C., DOUBLET V., THEODOROU P., PAXTON R. (2019). The two prevalent genotypes of an emerging infectious disease, Deformed wing virus, cause equally low pupal mortality and equally high wing deformities in host honey bees. *Viruses*, 11(2), 114.
- TENTCHEVA D., GAUTHIER L., ZAPPULLA N., DAINAT B., COUSSERANS F., COLIN M.E., BERGOIN M. (2004) Prevalence and seasonal variations of six bee viruses in *Apis mellifera* L. and *Varroa destructor* mite populations in France. *Appl. Environ. Microbiol.* 70, 7185-7191.
- TISON L., HAHN M.L., HOLTZ S., RÖBNER A., GREGGERS U., BISCHOFF G., MENZEL R. (2016) Honey Bees' Behavior Is Impaired by Chronic Exposure to the Neonicotinoid Thiacloprid in the Field. *Environmental Science & Technology* 50 (13), 7218-7227.
- TRAYNOR K.S, RENNICH K., FORSGREN E., ROSE R., PETTIS J., KUNKEL G., MADELLA S., EVANS J., LOPEZ D., VANENGELSDORP D. (2016) Multiyear survey targeting disease incidence in US honey bees. *Apidologie* 47, 325–347.
- VANENGELSDORP D., EVANS, J D., SAEGERMAN C., MULLIN C., HAUBRUG, E., NGUYEN B.K., FRAZIER M., FRAZIER J., COX-FOSTER D., CHEN Y., UNDERWOOD R., TARPY D.R., PETTIS J. S. (2009) Colony collapse disorder: a descriptive study. *PLoS One*. 4(8), e6481.
- VANENGELSDORP D., HAYES JR. J., UNDERWOOD R M., PETTIS J. (2008) A survey of honey bee colony losses in the U.S., fall 2007 to spring 2008. *PLoS ONE*. 3, e4071.
- VANENGELSDORP D., HAYES JR. J., UNDERWOOD R.M., PETTIS J.S. (2010) A survey of honey bee colony losses in the United States, fall 2008 to spring 2009. *J. Apic. Res.* 49, 7-14.
- VANENGELSDORP D., UNDERWOOD R., CARO, D., HAYES J. (2007) An estimate of managed colony losses in the winter of 2006-2007: A report commissioned by the apiary inspectors of America. *Am. Bee J.* 147, 599-603.
- VAN KLINK R, BOWLER DE, GONGALSKY KB, SWENGEL AB, GENTILE A, CHASE JM. 2020. Meta-analysis reveals declines in terrestrial but increases in freshwater insect abundances. *Science* 368:417-420.
- VIDAU C., DIOGON M., AUFAUVRE J., FONTBONNE R., VIGUÈS B., BRUNET J.L., TEXIER C., BIRON D.G., BLOT N., ALAOUI H., BELZUNCES L.P., DELBAC F. (2011) Exposure to sublethal doses of fipronil and thiacloprid highly increases mortality of honey bees previously infected by *Nosema ceranae*. *PLoS One* 6:e21550. doi.org/10.1371/journal.pone.0021550
- WILLIAMS G.R., SHUTLER D., ROGERS R.E.L. (2010) Effects at Nearctic north-temperate latitudes of indoor versus outdoor overwintering on the microsporidium *Nosema ceranae* and western honey bees (*Apis mellifera*). *J. Invertebr. Pathol.* 104, 4-7.

- YUE C., SCHRÖDER M., BIENEFELD K., GENERSCH E. (2006) Detection of viral sequences in semen of honey bees (*Apis mellifera*): Evidence for vertical transmission of viruses through drones. *J. Invertebr. Pathol.* 92, 93–96.
- YUE C., GENERSCH E. (2005) RT-PCR analysis of Deformed wing virus in honeybees (*Apis mellifera*) and mites (*Varroa destructor*). *J. Gen. Virol.* 86, 3419-3424.
- ZHENG H.Q., GONG H.R., HUANG S.K., SOHR A., HU F.L., CHEN Y.P. (2015) Evidence of the synergistic interaction of honey bee pathogens *Nosema ceranae* and Deformed wing virus. *Vet. Microbiol.* 177, 1-6.
- ZIONI N., SOROKER V., & CHEJANOVSKY N. (2011). Replication of *Varroa destructor* virus 1 (VDV-1) and a *Varroa destructor* virus 1–deformed wing virus recombinant (VDV-1–DWV) in the head of the honey bee. *Virology*, 417(1), 106-112.