Zwischenbericht 2022
eingereicht bei der
BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG (BLE)

Deutsches Bienenmonitoring - „DeBiMo“

Projektlaufzeit: 1.1.2020–31.12.2023

Berichtszeitraum: 1.1.2022–31.12.2022

Vorgelegt von:
Universität Hohenheim,
Landesanstalt für Bienenkunde; FKZ 2819SE001
Erna-Hruschka-Weg 6, 70599 Stuttgart
Dr. Kirsten Traynor

Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (LAVES),
Institut für Bienenkunde Celle; FKZ 2819SE002
Herzogin-Eleonore-Allee 5, 29221 Celle
Dr. Martina Janke, Dr. Otto Boecking (kommissarische Institutsleitung)

Friedrich-Loeffler-Institut (FLI) - Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit,
Nationales Referenzlabor für Bienenkrankheiten; FKZ 2819SE003
Südufer 10, 17493 Greifswald – Insel Riems
Dr. Marc Schäfer

Länderinstitut für Bienenkunde Hohen Neuendorf e.V.; FKZ 2819SE004
Friedrich-Engels-Str. 32, 16540 Hohen Neuendorf
Prof. Dr. Elke Genersch

Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen, Bieneninstitut Kirchhain; FKZ 2819SE005
Erlenstraße 9, 35274 Kirchhain
Dr. Marina Meixner

Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau,
Institut für Bienenkunde und Imkerei, Veitshöchheim; FKZ 2819SE006
An der Steige 15, 97209 Veitshöchheim
Dr. Stefan Berg

Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Westerwald-Osteifel,
Fachzentrum Bienen und Imkerei Mayen; FKZ 2819SE007
Im Bannen 38 – 54, 56727 Mayen
Dr. Christoph Otten

In Zusammenarbeit mit der
Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalt (LUFA) Speyer

Inhaltsverzeichnis

1. Ziele und Aufgabenstellung des Vorhabens 4
1.1. Planung und Ablauf des Vorhabens 6
1.2. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde 8
2. Material und Methoden 13
2.1. Bonituren, Beurteilung der Volksstärke und Erfassung der Überwinterungsverluste der Monitoringvölker 14
2.2. Probennahme 14
2.3. Krankheitsuntersuchungen 15
2.3.1. Bestimmung des *Varroa*-Befalls 15
2.3.2. Mikroskopischer Nachweis von *Nosema* spp. und Amöbenzysten 15
2.3.3. Molekulare Differenzierung von *Nosema* spp. 16
2.3.4. Mikroskopischer Nachweis von Tracheenmilben (*Acarapis woodi*) 16
2.3.5. Molekularer Nachweis von Viren 17
2.3.6. Nachweis des Erregers der Amerikanischen Faulbrut *Paenibacillus larvae* 17
2.3.7. Untersuchung auf Milbenbefall mit *Tropilaelaps* spp. 18
2.3.8. Untersuchung auf Befall mit dem Kleinen Beutenkäfer *Aethina tumida* 18
2.3.9. Mikroskopische Pollenanalysen 18
2.3.10. Rückstandsanalysen in Bienenbrot 18
3. Ergebnisse 20
3.1. Honigerträge 20
3.2. Mikroskopische Pollenanalyse von Honig 21
3.3. Winterverluste 22
3.4. Überwinterungsquotient 28
3.5. Bienenkrankheiten 30
3.5.1. *Varroa*-Befall 30
3.5.2. *Nosema* spp. 40
3.5.3. Amöbenzysten 45
3.5.4. Tracheenmilben (*Acarapis woodi*) 45
3.5.5. Bienenviren 46
3.5.6. Amerikanische Faulbrut 56
3.5.7. Befall mit *Tropilaelaps* spp. 56
3.5.8. Befall mit dem Kleinen Beutenkäfer *Aethina tumida* 56
3.6. Rückstandsanalysen in Bienenbrot 57
3.6.1. Risiko für die Bienen durch Rückstände im Bienenbrot 63
4. Diskussion der Ergebnisse 68
4.1. Überwinterung 2021/2022 und Bienenjahr 2022 68
4.2. Einfluss von Bienenkrankheiten auf den Überwinterungserfolg 69

4.3. Rückstände von Pflanzenschutzmittel im Bienenbrot und deren Einfluss auf den Überwinterungserfolg von Bienenvölkern 72

4.4. Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse 73

5. Zusammenfassung 75

6. Gegenüberstellung geplanter und tatsächlich erreichter Ziele 78

7. Literaturverzeichnis 87

Vorbemerkung: Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in diesem Bericht verallgemeinernd das generische Maskulinum verwendet. Diese Formulierungen umfassen gleichermaßen alle Geschlechter, die damit selbstverständlich gleichberechtigt angesprochen werden.

1. Ziele und Aufgabenstellung des Vorhabens

Mit einem Vorkommen in nahezu allen Habitaten und der Nutzung von ca. 80 % der in Deutschland vorkommenden Blütenpflanzen gehört die Honigbiene zu der Gruppe der wichtigsten Bestäuber. Die Bestäubung durch Tiere trägt zu 30 % der weltweiten Nahrungsmittelproduktion, und die von Bienen bestäubten Pflanzen tragen zu etwa einem Drittel der gesamten menschlichen Ernährung bei (Khalifa et al. 2021). Somit sind Honigbienen ein unverzichtbarer Bestandteil unserer Umwelt (Lautenbach et al. 2012). Fundierte Daten und Erkenntnisse zum Thema Honigbienen und Honigbienengesundheit in Deutschland kommen somit nicht nur der Imkerschaft zugute, sondern helfen unserer Gesellschaft und Umwelt. Neben bereits erfassten Bedrohungen, die weiterhin beobachtet werden müssen, ist es wichtig, neue potentielle Gefahren zu erkennen und zu erfassen. Gerade in den letzten Jahren muss dabei zwei neuen Bedrohungen der Bienenvölker besondere Aufmerksamkeit gelten: Die Asiatische Hornisse *Vespa velutina*, die sich als gebietsfremde, invasiv eingestufte Wespenart bereits in Deutschland in Bienenvölker ausbreitet und der aus Afrika stammende Kleine Beutenkäfer *Aethina tumida*, welcher seit 2014 in Süditalien gefunden wird. Durch klimatische Veränderungen und Globalisierung stehen Honigbienenvölker zunehmend vor besonderen Herausforderungen.

Vor diesem Hintergrund spielt die Arbeit der Imker an Honigbienenvölkern eine entscheidende Rolle. Die Eindämmung von Parasiten und Krankheitserregern, die ausreichenden Nahrungsversorgung der Honigbienen, die Vermeidung von Risikoeinflüssen durch Pflanzenschutzmittelanwendungen oder Umweltgiften und damit die geeignete Standortwahl sind hierbei wichtige, zu beachtende Faktoren.

Das Deutsche Bienenmonitoring (DeBiMo) unterstützt Imker deutschlandweit seit fast zwei Jahrzehnten, indem es ihnen essenzielle Informationen über den aktuellen Stand der Honigbienengesundheit bereitstellt. Das Projekt gibt einen jährlichen Überblick über die derzeitige Situation und erfasst gleichzeitig mit modernster Technik Parameter, die für die Beurteilung der Bienengesundheit unerlässlich sind. Dabei wird darauf geachtet, dass die Standorte der im Monitoring beobachteten Bienenvölker sowie die eingesetzten Methoden über die Jahre hinweg möglichst konstant bleiben, um die Vergleichbarkeit weitestmöglich zu gewährleisten. Durch diese stetig wachsende Datengrundlage können den Imkern Hinweise und Prognosemodelle geliefert werden. Diese wiederum fließen in die imkerliche Praxis und Beratung ein und helfen das Überleben möglichst vieler Honigbienenvölker sicherzustellen.

Das DeBiMo ist ein Kooperationsprojekt, an dem sieben bienenkundliche Einrichtungen aus ganz Deutschland und die Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt (LUFA) in Speyer beteiligt sind. Mit dem Projekt 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, für Infektionen mit *Nosema* spp. und die wichtigsten Bienenviren, die Notwendigkeit seuchenrechtlicher Maßnahmen beurteilt und entsprechend umgesetzt werden.
3. an der beobachteten Prävalenzen und auftretender Bienenschäden sollen differenzierte Schadschwellen für Pathogene abgeleitet werden. Nach Möglichkeit sollen zuverlässige Diagnoseverfahren und Empfehlungen für die nachhaltige Bekämpfung von Krankheiten helfen, Schäden zu vermeiden.
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.
5. durch die Beratungstätigkeit der beteiligten Institute sollen die Ergebnisse direkt in die imkerliche Praxis einfließen.
6. Schließlich soll 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 werden.

In dem vorliegenden Zwischenbericht wird dargelegt, welche der für das Jahr 2022 geplanten Aufgaben erfüllt und welche der gesetzten Ziele erreicht wurden.

1.1. Planung und Ablauf des Vorhabens

Innerhalb des **Berichtszeitraums** sollen kurzfristig die folgenden Ziele erreicht werden (vgl. Punkt Gegenüberstellung geplanter und tatsächlich erreichter Ziele):

1. um eine flächendeckende Datenlage zu erreichen, wurden im Jahr 2022 Daten von 105 Imkereien aus nahezu allen Bundesländern (siehe Abbildung 2) erfasst.
2. um alle gesundheitsrelevanten Parameter (s. o.) zu erfassen, werden jährlich folgende **Arbeitsschritte** durchgeführt:

   a. 3 Bonituren pro Bienenstand zur Probennahme und Datenerfassung

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

   Mai/ Juni:
   - Probennahme von Bienenbrot zur Rückstandsanalyse (optional)

   Sommer:
   - Erfassung von Volksstärke und Zustand der Völker
   - Probennahme von Bienen für Krankheitsuntersuchungen
   - Probennahme von Bienenbrot zur Rückstandsanalyse

   Herbst:
   - Erfassung von Volksstärke und Zustand der Völker
   - Probennahme von Bienen für Krankheitsuntersuchungen
   - Entnahme und Untersuchung von Futter aus brutnestnahen Bereichen (Futterkranzproben) auf den Erreger der Amerikanischen Faulbrut

   b. Krankheitsuntersuchungen

   - *Varroa*-Befall 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, 1 Probe je Monitoringbienenstand im Jahr
   - Analyse auf Viren in der Bienenprobe vom Herbst, 5 Proben pro Monitoringbienenstand und Jahr
   - Untersuchung der Futterkranzproben vom Herbst auf Amerikanische Faulbrut, 2 Sammelproben (5 Völker je Probe) pro Monitoringbienenstand und Jahr
   - Sichtung der Völker auf Befall mit *Aethina tumida* (Kleiner Beutenkäfer) und *Tropilaelaps* spp. (*Tropilaelaps*-Milben) und auf unerklärliche Symptome von evtl. Vergiftungen oder Erkrankungen

c. Mikroskopische Pollenanalysen

- von 2 Honigen unterschiedlicher Erntezeitpunkte pro Imkerei (wenn vorhanden)
- von 1-2 Bienenbrotproben (Frühjahr, Sommer) pro Monitoringbienenstand und Jahr (wenn vorhanden)

d. Rückstandsanalysen von 1-2 Bienenbrotproben pro Monitoringbienenstand

(wenn vorhanden)

e. Datenerfassung der Imkereien

- detailliert Art und Zeitpunkt der *Varroa*-Behandlung, einschließlich der Drohnenbrutentnahme
- Art des Winterfutters
- Gesamt-Völkerbestand bei Ein- und Auswinterung
- Honigertrag
- Wanderungen
- Besonderheiten

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 ausgewinterter Völker

bis **1. November:**

- Volksstärke Herbstbonitur
- *Varroa*-Befall Herbstbonitur
- Gesamtanzahl eingewinterter Völker

bis **31. Dezember:**

- alle Restdaten aus abgeschlossenem Untersuchungsjahr einschl. Spätsommer- bzw. Herbst-Behandlung gegen *Varroa*-Milben und Ergebnisse der Virusdiagnostik aus dem Vorjahr

3. 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 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 vergleichbaren und die letzten vierzehn Jahre sogar unveränderten Methoden gearbeitet wurde. Das Deutsche Bienenmonitoring startete im Jahr 2004. 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 die Bedeutung bestimmter Pathogene (z. B. *Nosema ceranae*, Bienenviren) angepasst.

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

Von genauso großer Bedeutung ist die enge Beziehung der beteiligten Bieneninstitute zu den Imkern in ihrem jeweiligen Zuständigkeitsbereich. Im Jahr 2022 beteiligten sich 105 Imker, wobei viele davon kontinuierlich seit vielen Jahren teilnahmen. Die Zahl der Teilnehmer hat sich also in dieser Projektperiode im Vergleich zu 2021 leicht reduziert (123 Imker im vorhergehenden Jahr), da einige Imker ausgeschieden sind. Für die folgende Projektperiode soll die Teilnehmerzahl jedoch wieder moderat erhöht werden, um einige nicht erfasste Regionen besser abzudecken. Dabei wird weiterhin darauf geachtet, dass hinsichtlich Betriebsgröße, verschiedener Betriebsweisen und Trachtnutzung das gesamte Spektrum der Imkerei in Deutschland abgedeckt wird. Die gute Kooperation mit zuverlässigen Imkern ist eine weitere, essenzielle Voraussetzung für die erfolgreiche Durchführung dieses Langzeitprojektes. Die Betreuer und Betreuerinnen aus bienenkundlichen Einrichtungen sind für Bonituren und Probennahmen zwar drei Mal pro Jahr vor Ort an jedem Bienenstand, 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 Datenspeicherung, Verwaltung und natürlich für 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.

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 hat sich gezeigt, dass für Winterverluste und Bienenvolkschäden der Komplex „*Varroa* & Viruserkrankungen“ eine entscheidende Rolle spielt. Dieser Befund bestätigt sich von Jahr zu Jahr. Die daraus resultierende Empfehlung, die Befallsdiagnose und Bekämpfung der *Varroa*-Milbe zu einem zentralen Beratungsthema in Theorie und Praxis zu machen, bleibt daher weiterhin bestehen bzw. muss weiterentwickelt werden (siehe Diskussion).

Daneben wird sowohl in der Imkerschaft als auch innerhalb der Bienenwissenschaft das Thema Pflanzenschutz weiterhin kontrovers diskutiert. Hier spielen insbesondere subletale Effekte eine Rolle (Desneux et al. 2007; Traynor et al. 2021). Dies hat letztendlich auch zum Verbot einiger Neonicotinoid-haltiger Präparate geführt. Daher war und ist der Fokus auf diese Parameter nach wie vor sinnvoll. Ergänzt werden diese Untersuchungen mit der Kontrolle auf neue invasive Schädlinge. Die grundlegenden Strukturen und Methoden des bisherigen DeBiMo wurden auch für den hier vorliegenden Projektzeitraum übernommen.

Neben dem „Deutschen Bienenmonitoring“ gibt es inzwischen zahlreiche weitere Monitoringprojekte im Bienensektor 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, die unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Ansätze (vor Ort erhobene Daten versus anonymisierter Fragebogenaktion) vergleichbare Daten zur Wintersterblichkeit liefert.

Nur in wenigen Ländern gibt es ähnlich langfristige Erhebungen zu Winterverlusten. Diese basieren, wie beispielsweise die Umfragen des COLOSS-Netzwerks, jedoch ausschließlich auf Fragebogenaktionen, an denen die Imker freiwillig und anonym teilnehmen. Daher ist es weder möglich, die Kontinuität der Teilnehmer zu erfassen noch Mehrfacheingaben zu verhindern. Auch kann die Korrektheit der angegebenen Daten, z. B. zum *Varroa*-Befall und zu den Völkerverlusten, nicht überprüft werden. In den USA laufen Erhebungen zu Winterverlusten seit 2006/2007 über das Projekt Bee Informed Partnership (https://beeinformed.org/), und in Kanada werden Winterverluste über Statisitcs Canada (statcan) (https://capabees.com) erfasst.

Die in Kanada ermittelten Winterverlustraten lagen im Zeitraum 2006/2007 bis 2021/2022 zwischen 15,3 % und 45,5 % und damit generell und regelmäßig wesentlich höher als in Deutschland. Im Winter 2021/22 lagen die durchschnittlichen Verluste bei 45,5 % und erreichten damit ein dramatisches Hoch (Abbildung 1; Annual Colony Loss Reports – CAPA 2023). In Deutschland und Europa werden solche Winterverluste nicht im gleichen Ausmaß und gleicher Häufigkeit beobachtet.

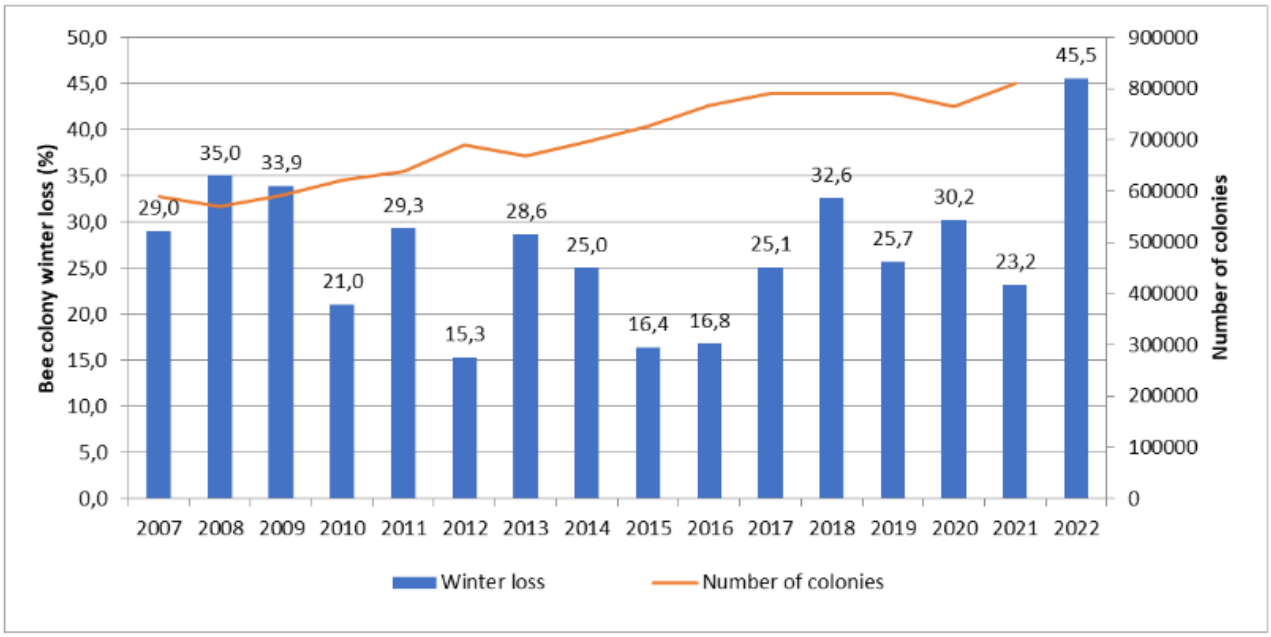

Abbildung 1: Die von Statistics Canada erfassten Bienenvölker-Winterverlustraten in Kanada (von 2007-2022) https://capabees.com/, Zugriff 12.04.23)

In der von Herbst 2012 bis Sommer 2014 durchgeführten EPILOBEE Studie zur europaweiten Erfassung von Sommer- und Winterverlusten bei Honigbienenvölkern wurden Auswirkungen verschiedenster Parameter auf das Überleben von Honigbienenvölkern untersucht (https://ec.europa.eu/food/animals/live_animals/bees/ study_on_mortality).

Mittels multivariaten Poisson-Regressionsmodellen konnte gezeigt werden, dass geschulte und erfahrene Imker, die Krankheiten erkennen und bekämpfen können, erheblich geringere Völkerverluste hatten als Imker mit kleinen Bienenständen und wenig Erfahrung (Jacques et al. 2017). Im Gegensatz zum DeBiMo handelte es sich beim EPILOBEE Projekt jedoch um eine Kurzzeitstudie. Daher bilden die festgestellten Verluste und die beobachteten Krankheiten nur eine Momentaufnahme ab und können nicht im zeitlichen Verlauf dargestellt werden.

Die Stärke des DeBiMo liegt gerade in der langen Laufzeit in Verbindung mit der methodischen Kontinuität. Es entstehen durch die Breite der kontinuierlich, z.T. mehrmals im Jahr, erfassten gesundheitsrelevanten Parameter belastbare Daten zum Befall mit Pathogenen und zu Umwelteinflüssen. Die insgesamt eher moderaten Winterverlustraten erschweren zwar eine umfassende multivariate statistische Auswertung. Die lange Laufzeit des Projektes und die methodische Kontinuität ermöglichen es jedoch, eine statistische Modellierung der Einflussfaktoren für Winterverluste und deren Zusammenwirken durchzuführen.

Dies bildet für Folgegenerationen eine wertvolle Grundlage, um die Bienengesundheit und die Bestäubungsleistung in Deutschland zu erhalten. Das DeBiMo kann auch in weiteren Bereichen

wertvolle Zuarbeit leisten, wie z. B. der Anwendung der EU-Verordnung 2016/429 (Animal Health Law). Im Rahmen dieser Verordnung ist die Bienengesundheit stärker in den Fokus gerückt. Die Daten aus dem DeBiMo geben Informationen über die Befallssituation mit *Varroa destructor* und der Amerikanischen Faulbrut, gegen die Maßnahmen getroffen werden müssen.

Eine neue Herausforderung für die Imkerei in Deutschland ist die Ausbreitung der Asiatischen Hornisse *Vespa velutina*. Dabei handelt es sich um eine aus Asien stammenden invasive Hornissenart (gemäß der Verordnung (EU) 1143/2014), die 2004 erstmals in Europa (Südfrankreich) nachgewiesen wurde. Der erste Nestfund in Deutschland wurde 2015 in Rheinland-Pfalz gemeldet.

Die asiatische Hornisse jagt in ihrer Heimat für Nahrungszwecke ihrer Nachkommen u.a. die östliche Honigbiene *Apis cerana*, die wiederum Verteidigungsstrategien gegen diesen natürlichen Fressfeind entwickelt hat. Solche Verteidigungsstrategien gegen diese neue Hornissenart sind bei der westlichen Honigbiene *Apis mellifera* , wenn überhaupt, nur rudimentär vorhanden und damit als Verteidigung unwirksam. Die Einstufung als „invasive Art“ gemäß der Verordnung (EU) 1143/2014 und ihre Aufnahme in die sogenannte Unionsliste (aktuell gilt die Durchführungsverordnung (EU) 2022/1203) ergab sich aus der Befürchtung von Schäden für die Imkerei in Europa und von potentiellen Schäden an der Biodiversität, welche sich aufgrund des breit gefächerten Nahrungsspektrums dieser Hornissenart ergeben können.

Nachdem in Deutschland in den letzten Jahren nur vereinzelt Nester dieser Hornissenart entdeckt wurden, haben sich in 2022 die Sichtungen von Nestern in Baumkronen, insbesondere im südlichen Rheinland-Pfalz, gehäuft. Die plötzliche Zunahme ähnelt der Situation in Frankreich, Italien und Belgien, wo sich die Art binnen weniger Jahre teilweise landesweit ausgebreitet hat. Es wird vermutet, dass die klimatischen Veränderungen mit deutlich höheren Temperaturen die Ausbreitung begünstigt. In Rheinland-Pfalz konnten im Jahr 2022 über 20 Nester gefunden werden, aber auch in Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen sind Nester dieser Hornissenart entdeckt worden. Der Imkerverband Rheinland-Pfalz e.V. meldet in einer Pressemitteilung im letzten Jahr, dass es in *„Rheinland-Pfalz seit vergangenem Herbst stellenweise zu massivem Beflug durch diese invasive Art kommt. Erste Imker beklagen Verluste ganzer Völker“.* Allerdings kann die Frage einer Bedrohung für Honigbienen noch nicht sicher für Deutschland abgeschätzt werden, da sich diese Asiatische Hornisse noch in der frühen Phase ihrer Invasion befindet. In Frankreich wo sich *V. velutina* bereits landesweit verbreitet hat, werden stellenweise Probleme in der Imkerei gemeldet.

Um eine potentielle Gefährdung für die Honigbiene durch *V. velutina* abschätzen zu können, werden die am DeBiMo beteiligten Imker im jetzt laufenden Berichtjahr aufgerufen, sich an einem zusätzlichen Monitoring zu beteiligen.

Für die invasive Art *Vespa velutina nigrithorax* besteht eine Meldepflicht gemäß der EU-Verordnung Nr.1143/2014 (Art. 16). Art 17 dieser Verordnung sieht konkret eine sofortige Pflicht zur Beseitigung vor. Die Nester dürfen aus Sicherheitsgründen nur durch Fachkundige und mit Zustimmung der zuständigen Umweltbehörde entfernt werden.

2. Material und Methoden

Alle beteiligten Imkereien bringen zehn Völker (= Monitoringvölker) in das DeBiMo ein. Diese werden zu Beginn der Teilnahme zufällig ausgewählt. Die Imker liefern zunächst „Basisdaten“ bzgl. Entwicklung und Honigertrag von diesen Monitoringvölkern und ermöglichen drei Standbesuche zur Bonitur der Völker. Die Datenerfassung zu den Projektimkereien (Abbildung 2) und die Bonitur der Monitoringvölker erfolgt durch die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen der Institute in Zusammenarbeit mit den Projekt-Imkern im Rahmen der dreimaligen Standbesuche. Dieses Vorgehen gewährleistet standardisierte Probennahmen sowie die Erhebung belastbarer Daten - vor allem auch bei der Beurteilung der Volksstärke. Etwaige Völkerverluste werden nach Erfassung durch neue Völker ersetzt, so dass die Zahl von zehn Monitoringvölkern pro Imkerei nicht unterschritten wird.

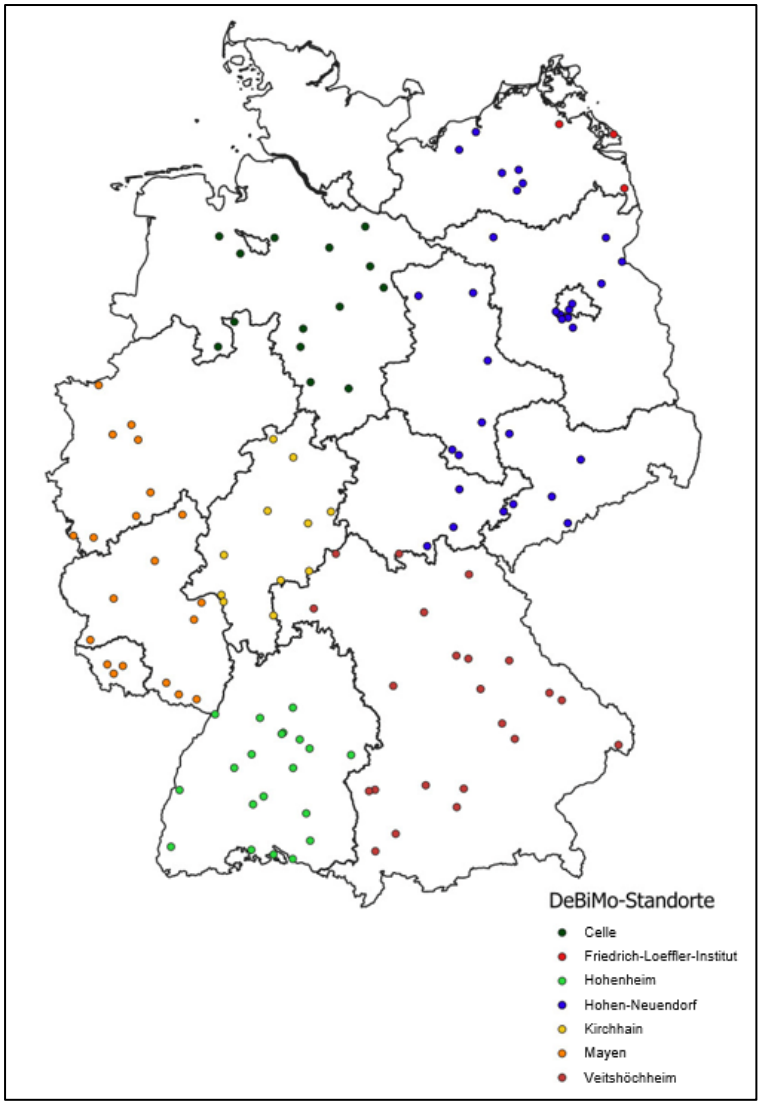

Abbildung 2: Standorte der Monitoring-Imkereien in 2022.

2.1. Bonituren, Beurteilung der Volksstärke und Erfassung der Überwinterungsverluste der Monitoringvölker

Jeweils im Frühjahr (nach der Auswinterung), Sommer (Entwicklungshöhepunkt der Völker) und Herbst (vor der Einwinterung) 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 wurde 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 zur Auswinterung im März/April zur Volksstärke zur Einwinterung im Herbst. Der ÜQ dient somit als Maß für den Überwinterungserfolg der Völker. Je niedriger der Wert, umso mehr Bienen hat das Volk in Relation zur Einwinterungsstärke während der Überwinterung verloren. Volksstärke und Boniturbedingungen sind u. a. 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 wurde zur besseren Vergleichbarkeit der Daten als spätester Termin für die Frühjahrsbonitur der phänologisch definierte Zeitpunkt 3 Wochen nach Beginn der Salweidenblüte festgesetzt.

2.2. Probennahme

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

Tabelle 1: Probennahmen bei den 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, Probennahme 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. Die Biene wurden eingefroren und bis zur weiteren Untersuchung (siehe 2.3) 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: Zwei Sammelproben von je fünf Völkern mit 50-100 g Futteranteil wurden für die Untersuchung auf Sporen der Amerikanischen Faulbrut entnommen.

2.3. Krankheitsuntersuchungen

2.3.1. Bestimmung des *Varroa*-Befalls

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

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

2.3.2. 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 gemörsert und anschließend drei einzelne Tropfen der Suspension auf einen Objektträger gegeben. Der Sporen- bzw. Zystenbefall wurde bei 400-facher Vergrößerung lichtmikroskopisch bestimmt. 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 positiv oder negativ.

2.3.3. Molekulare Differenzierung von *Nosema* spp.

Je Monitoringbienenstand wurden, sofern vorhanden, zwei *Nosema* spp.-positive Bienenproben vom Frühjahr oder Sommer untersucht. Seit 2013 werden 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 wurden 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 Basenpaare (bp) lang. Die PCR-Bedingungen waren wie folgt: initiale Denaturierung für fünf Minuten bei 95 °C; 45 Zyklen von 1 Minute bei 95 °C, eine Minute bei 53 °C und eine Minute bei 72 °C gefolgt von einer abschließenden Verlängerung bei 72 °C für 4 Minuten. Die Amplikons (5 µL der PCR-Reaktion) wurden in einem 1 %igen (*w/v*) Agarosegel aufgetrennt und nach Färbung mit Ethidiumbromid unter UV-Licht evaluiert. Die Amplikons im restlichen Volumen der PCR-Reaktion wurden anschließend zwei Restriktionsverdaus (37 °C für 3 Stunden) unterzogen; ein Ansatz erfolgte mit den Enzymen *Msp*I / *Pac*I (Nachweis von *N. ceranae*), der andere mit den Enzymen *Msp*I / *Nde*I (Nachweis von *N. apis*). Die Restriktionsfragmente des amplifizierten Abschnitts des 16S rRNA-Gens wurden in einem 3 %igen (*w/v*) NuSieve-Agarosegel aufgetrennt und nach Färbung mit Ethidiumbromid unter UV-Licht evaluiert. Die Einteilung erfolgte dann über die artspezifischen Fragmentlängen. 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.

2.3.4. 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 freizuspülen. 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*.

2.3.5. Molekularer Nachweis von Viren

Von der Herbst-Bienenprobe wurden fünf Proben je Monitoringbienenstand untersucht. Jeweils zehn 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 Kaschmir Bienen Virus (KBV) und das Israelische Akute Bienenparalyse Virus (IAPV) untersucht. Der Nachweis erfolgte jeweils in einzelnen Reaktionen mittels one-step-RT-PCR unter Verwendung etablierter, in der Literatur beschriebener Primer-Paare (ABPV siehe Blayi et al. 2002; DWV siehe Genersch 2005; SBV siehe Yue et al. 2006; CBPV siehe Bereard 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 Elongation von 10 Minuten bei 72°C. Anschließend wurden 5 µl der RT-PCR-Reaktion in einem 1 %igen (*w/v*) 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.

2.3.6. Nachweis des Erregers der Amerikanischen Faulbrut *Paenibacillus larvae*

Von den Herbst-Futterkranzproben wurden zwei 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 1:2 (*w/v*) mit Wasser gemischt und unter Rühren homogenisiert. Durch anschließende Erhitzung im Wasserbad über sechs Minuten auf 90 °C erfolgte die Aktivierung der *P. larvae*-Sporen und teilweise eine Inaktivierung störender Begleitkeime. Nach Abkühlen der Lösung wurden auf drei 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 sechs Tage. Wuchsen zu viele Begleitkeime, wurde ein neuer dreifacher Ansatz mit einer 1:5 bzw. 1:10 und evtl. noch einer mit einer 1:50 verdünnten Probe angesetzt. Nach sechs Tagen wurden verdächtige Kolonien mit 3 %igen (*w/v*) H_2O_2 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 einer 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).

2.3.7. Untersuchung auf Milbenbefall mit *Tropilaelaps* spp.

Von jedem Monitoringvolk wurden Sommer- und Herbst-Bienenproben auf Milben der Gattung *Tropilaelaps* untersucht. Diese sind potentiell invasive Parasiten der Honigbiene und in der BienSeuchV als anzeigepflichtige Seuche gelistet. Die Untersuchung erfolgte im Rahmen der Auswaschung der Bienenproben, um den Varroabefall zu bestimmen (vgl. 2.3.1). Durch Verwendung einer Grob-Feinsieb-Kombination können die Milben von den Bienen getrennt und ausgezählt werden.

2.3.8. Untersuchung auf Befall mit dem Kleinen Beutenkäfer *Aethina tumida*

Bei den Bonituren im Frühjahr, Sommer und Herbst (vgl. 2.1.) wurde auf das Vorkommen adulter Käfer und auf Schadspuren eines möglichen Befalls mit *A. tumida* geachtet. Diese Art ist ein potentiell invasiver Schädling, der für Europa in Italien in der Region Kalabrien nachgewiesen ist. Zusätzlich wurden fakultativ Wabenoberträger-Fallen (z.B. „Better Beetle Blaster“) zwischen der Sommer- und Herbstbonitur in die unteren Zargen der Völker zwischen die zwei äußeren Rähmchen eingesetzt. Die Fallen wurden mit Hilfe einer Spritze ca. 5 mm hoch mit Pflanzenöl gefüllt. Aus dieser Falle können sich die Käfer nicht wieder befreien und so leichter erfasst werden.

2.3.9. 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.

2.3.10. 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 475 Wirkstoffe und deren Metaboliten nachweisbar sind. Aufgrund der hohen Komplexität der Matrix Bienenbrot waren zusätzliche Reinigungsschritte notwendig. Nach der Extraktreinigung mittels C_{18} 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 84 % und eine durchschnittliche Inter-Day-Precision von 12 % erreicht. Die Bestimmungsgrenzen (LOQ = sicher quantifizierbare Mengen) liegen je nach Substanz bei 3 (N = 39 Substanzen, darunter die Neonicotinoide), 5 (N = 376), 10 (N = 48) und 15 µg/kg (N = 8) und 30 µg/kg (N = 4). Die

Nachweisgrenzen (LOD = detektiert, aber nicht quantifizierbar) sind entsprechend niedriger (1, 2, 3, 5, 10 µg/kg).

Die Bienenbrotproben wurden für die LUFA vorhomogenisiert und in ca. 5-50 g Portionen verschickt. Die Proben wurden für die Entnahme einer repräsentativen Teilprobe homogenisiert. Hierfür wurden 5 g Probe in ein Zentrifugenglas eingewogen.

Nach der Zugabe von internen Standards wurden die Proben mit 15 ml Wasser und 15 ml Acetonitril versetzt. Auf dem Horizontalschüttler wurden sie anschließend für 20 Minuten intensiv geschüttelt. Es wurden 1,5 g NaCl, 6 g wasserfreies $MgSO_4$, 0,75 g Dinatriumhydrogencitrat-Sesquihydrat und 1,5 g Trinatriumcitrat-Dihydrat zugegeben und nochmals zwei Minuten intensiv geschüttelt. Danach wurde zentrifugiert und der Überstand dekantiert.

Zur organischen Phase wurden 0,5 g $MgSO_4$ zugegeben und nach einer Minute 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 C_{18}-modifiziertes Kieselgel, 200 mg $MgSO_4$, 350 mg PSA (Primär-Sekundäramin-modifiziertes Kieselgel) und 40 mg Graphit zugegeben, eine Minute geschüttelt und anschließend zentrifugiert. 2 ml des Überstandes wurden über eine Festphase mit 500 mg Aminopropyl-modifiziertem Kieselgel nochmals gereinigt und mit 3 ml Acetonitril eluiert. Das Eluat wurde einrotiert und in 2 ml Acetonitril aufgenommen. Daraus wurde je ein Aliquot mit der GC/MS und LC-MS/MS analysiert.

3. Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse des Untersuchungszeitraumes 2021/2022 dargestellt und mit den entsprechenden Ergebnissen des DeBiMo aus den Vorjahren verglichen.

3.1. Honigerträge

Die Durchschnittstemperatur lag im Frühling 2022 bei 9 °C. Damit lag er um 1,3 Grad über dem Wert der international gültigen Referenzperiode 1961 bis 1990. Zudem war er der drittsonnigste Frühling seit 1951 mit nur zwei Drittel des üblichen Niederschlags (Quelle: Deutscher Wetterdienst).

Im Durchschnitt lagen die Honigerträge der teilnehmenden Monitoringimker im Jahr 2022 bei 39,4 kg pro Volk (Tabelle 2). Diese Werte sind wieder mit den früheren Werten vergleichbar. Nach dem schlechten Honigerntejahr 2021 konnten somit mit Maximalernten bis zu 151 kg pro Volk wieder gute Honigerträge eingefahren werden.

Tabelle 2: Honigerträge 2022 im Vergleich zu den Vorjahren in kg.

2022	**Anzahl Imkereien**	**Durchschnittsertrag Volk**	**Streubreite**
Celle	17	46,6	15-150
FLI-Riems	3	42,6	36-50
Hohenheim	20	28,1	12,5-61
Hohen Neuendorf	26	53,0	0-151
Kirchhain	12	42,3	20-60
Mayen	8	34,5	14,5-60
Veitshöchheim	19	28,7	3-53
gesamt 2022*	**105**	**39,4**	**0-151**
2021	106	25,3	0-127
2020	104	32,1	0-79
2019	107	34,8	3-100
2018	106	40,9	5-9
2017*	106	42,1	8-105
2016*	106	37,8	4-128
2015*	102	42,5	13-125
2014*	107	33,6	0-155
2013*	101	38,8	2-101
2012*	110	32,3	0-114
2011*	105	52,6	10-145
2010*	98	47,5	0-112

* errechnet aus Mittelwerten der Imkereien

Die niedrigsten durchschnittlichen Erträge hatten die von Hohenheim betreuten Imker in Baden-Württemberger (28,1 kg pro Volk), gefolgt von den von Veitshöchheim betreuten Imkern (28,7 kg pro

Volk). Imkern aus dem Einzugsgebiet des Instituts in Mayen verzeichneten eine durchschnittliche Ernte von ca. 35 kg pro Volk.

Die Imker der restlichen Bundesländer (betreut von den Instituten in Celle, Kirchhain, Hohen Neuendorf und auf der Insel Riems) verzeichneten 2022 sehr gute Honigernten mit Durchschnittswerten von 40 bis 50 kg pro Volk. Bei den Brandenburger Imkern (betreut von Hohen Neuendorf) war mit sowohl dem höchsten als auch niedrigsten Honigertrag die größte Streubreite zu beobachten.

3.2. Mikroskopische Pollenanalyse von Honig

Von den im Jahr 2022 geernteten Honigen wurden insgesamt 210 Honige einer Sortenbestimmung unterzogen und einer Sorte zugeteilt. Tabelle 3 zeigt die Sorteneinteilung der Proben und deren Anteile an Raps-, Mais- und Sonnenblumenpollen.

Tabelle 3: Sorteneinteilung und Anteil der Raps-, Mais- und Sonnenblumenpollen der Honige 2022.

			mittlerer Pollenanteil [%]		
Sorten 2022	**Honige [N]**	**Honige [%]**	**Raps**	**Mais**	**Sonnenblume**
Akazienhonig (Robinienhonig)	1	0,5	12,6	0,0	0,0
Blütenhonig	44	21,0	43,3	0,0	0,2
Frühtrachthonig	41	19,5	66,5	0,0	0,0
Honigtauhonig	1	0,5	47,2	0,0	0,0
Lindenhonig	4	1,9	27,7	0,0	0,0
Löwenzahnhonig	1	0,5	0,0	0,0	14,0
Rapshonig	42	20,0	81,6	0,0	0,0
Sommerblütenhonig	19	9,0	33,6	0,1	0,3
Sommertrachthonig	47	22,4	22,9	0,0	0,1
Sonnenblumenhonig	1	0,5	9,3	3,6	52,9
Wald- und Blütenhonig	7	3,3	26,1	0,0	0,0
Waldhonig	2	1,0	9,3	0,0	0,0
2022	**210**		**48,3**	**0,0**	**0,4**
2021	172		46,5	0,0	0,0
2020	207		27,7	0,1	0,01
2019	192		39,5	0,07	0,07
2018	212		39,3	0,06	0,03
2017	214		46,1	0,06	0,2
2016	223		44,1	0,5	0,02
2015	219		37,7	0,03	0,01
2014	190		45,3	0,05	0,24

Der Anteil an Rapshonigen bezogen auf alle Honige lag mit 20 % genau wie im Vorjahr auf hohem Niveau. Das lag unter anderem auch an der günstigen Witterung während der Rapsblüte. Da der Anteil an Rapssortenhonigen über die Jahre stark schwankt und vor allem davon abhängt, ob Honigtauhonige geerntet wurden, wird der Rapshoniganteil noch einmal gesondert in Bezug auf die Nektarhonige betrachtet (Tabelle 4). Dabei fällt auf, dass auch im Jahr 2022 mit 21 % (Vorjahr 24 %) ein großer Anteil der Nektarhonige als Rapshonige bestimmt werden konnten. Dies zeigt, dass die Trachtquelle Raps im Vergleich zu anderen Frühjahrstrachtquellen besser genutzt werden konnte als beispielsweise in den Jahren 2018-2020. Im Jahr 2019 war die mit Winterraps bestellte Fläche im Bundesgebiet auf 852.800 ha gesunken (von über einer Million Hektar in 2018). Seit 2020 nimmt die Anbaufläche dieser wichtigen Tracht jedoch wieder zu: auf 954.400 ha in 2020 und 997.100 ha in 2021. Dieser Trend setzte sich auch für das Jahr 2022 fort, in dem ein Zuwachs der Anbaufläche mit Winterraps auf 1,2 Millionen Hektar zu verzeichnen war (destatis.de). Der erneut hohe Anteil an geernteten Rapshonigen ist damit wohl nicht nur auf witterungsbedingte Honigernten zurückzuführen. Der Trend wird in den nächsten Jahren weiter beobachtet werden.

Tabelle 4: Anteil der Rapshonige 2010-2022.

Jahr	Honige [N]	Anteil Rapshonige [%]	Nektarhonige [N]	Anteil Rapshonige [%]
2022	**210**	**20,0**	**200**	**21,0**
2021	172	18,1	129	24,0
2020	207	4,6	113	10,5
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

3.3. Winterverluste

Insgesamt liegen für 2021/2022 Einwinterungs- und Auswinterungsdaten von 992 Monitoringvölkern vor. Von diesen im Herbst geprüften Völkern lebten im Frühjahr 2022 noch 810 Völker. Daraus ergibt sich eine Verlustrate von 18,3 % für ganz Deutschland, die in einzelnen Regionen aber auch deutlich unterschritten (Kirchhain: 8,3 %) bzw. überschritten (Mayen: 32,5 %) wurde. Das ist die höchste

Verlustrate seit Beginn des DeBiMo-Projekts im Jahr 2004. Die Verlustrate ist um 5,7 % höher als im Jahr zuvor (Tabelle 5). Auffällig ist dabei die sehr hohe Verlustrate von 32,5 % die bei den vom Institut in Mayen betreuten Imkern verzeichnet wurden.

Aufgrund von Datenlücken, die durch organisatorische Umstände begründet waren, wurden die Winterverlustdaten 2021/2022 von Celle bei den Analysen der Winterverluste im gesamten Bericht nicht mitberücksichtigt. Daher ergibt sich für das Jahr 2022 ein etwas kleinerer Datensatz von insgesamt 992 Völkern. Im Vergleich dazu wurden im Jahr 2020/2021 154 Völker mehr mit in die Analyse einbezogen (1.146 Monitoringvölker). Somit sollte die relativ hohe Verlustrate mit gewissem Vorbehalt betrachtet werden. Jedoch verzeichnet auch das Bieneninstitut Mayen bei seiner jährlichen Erhebung der bundesweiten Überwinterungsverluste anhand einer online-Umfrage mit Winterverlusten von 22,4 % im Winter 2021/2022 den höchsten Wert seit Beginn der Umfragen 2016/2017.

Tabelle 5: Winterverluste 2021/22 bezogen auf die Monitoring-Völker im Vergleich mit den Vorjahren (N = 992)

2021/22	**Völker im Herbst**	**Völker im Frühjahr**	**Verlust [%]**	**Streubreite [%]**
Celle	*(47)***	*(47)***	*0***	
FLI	23	21	8,7	0-66
Hohenheim	200	176	12,0	0-50
Hohen-Neuendorf	278	230	17,3	0-70
Kirchhain	120	110	8,3	0-20
Mayen	163	104	36,2	0-70
Veitshöchheim	208	169	18,8	0-100
gesamt 2021/2022*	**992**	**810**	**18,3**	**0 - 100**
2020/2021	1.146	1.002	12,6	0 - 100
2019/2020	1.067	917	14,1	10 - 70
2018/2019*	1.112	984	11,5	0 - 60
2017/2018*	1.052	919	12,6	0 - 100
2016/2017*	1.081	923	14,6	0 - 100
2015/2016*	1.044	981	6,0	0 - 100
2014/2015*	1.036	881	15,0	0 - 100
2013/2014*	1.044	996	4,6	0 - 85,7
2012/2013*	1.113	966	13,3	0 - 90,0
2011/2012*	1.106	959	13,3	0 - 90,0
2010/2011*	1.131	1019	9,9	0 - 100
2009/2010*	1.115	964	13,5	0 - 60,0

*errechnet aus Völkerzahl

**aufgrund eines unvollständigen Datensatzes, nicht berücksichtigt im Jahresdurchschnitt.

Zusätzlich wurde auch in diesem Berichtjahr der Gesamtvölkerbestand der teilnehmenden Imkereien erfasst. Die prozentualen Verluste sämtlicher Bienenvölker (N = 4.991) der Monitoringimker lagen mit durchschnittlich 16,0 % ähnlich den Werten aus den Jahren 2016/2017 (Tabelle 6) und damit auch mit am höchsten, seit Beginn des DeBiMo. Die Verluste einzelner Imkereien reichten dabei von 0 bis 100 %. Die Anzahl der Imkereien, die keine Verluste zu verzeichnen hatten, war im Vergleich zu früheren Jahren eher gering (Tabelle 6). Eine Imkerei hatte jedoch den Verlust aller 10 Monitoringvölker und damit den Verlust ihrer Gesamtvölker zu beklagen. Der durchschnittliche prozentuale Anteil verlustfreier Imkereien lag bei 13,1 % und korreliert negativ mit der Höhe der Winterverluste (Abbildung 3).

Tabelle 6: Winterverluste bezogen auf alle Völker der Monitoringimkereien 2021/2022 im Vergleich mit den Vorjahren (N = 4.991).

2020/2021	**Völker im Herbst**	**Völker im Frühjahr**	**Verluste [%]***	**Streubreite [%]**	**Imkereien ohne Verluste [%]**
Celle	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
FLI-Riems	102	90	11,8	0-67	25,0
Hohenheim	941	820	12,9	0-50	20,0
Hohen Neuendorf	1.180	993	15,8	0-100	13,3
Kirchhain	1.008	934	7,3	0-17	16,7
Mayen	712	514	27,8	0-78	5,3
Veitshöchheim	1.048	840	19,8	0-95	9,1
gesamt* 2021/2022	**4.991**	**4.191**	**16,0**	**0-100**	**13,1**
2020/2021	5.687	4.956	12,9	0-100	17,0
2019/2020	5.338	4.669	12,5	0-100	26,7
2018/2019	5.015	4.376	12,7	0-92,9	21,5
2017/2018	4.999	4.166	16,7	0-77,2	22,4
2016/2017	5.671	4.740	16,4	0-100	16,2
2015/2016	5.454	5.061	7,2	0-47,8	29,5
2014/2015	5.753	4.911	14,6	0-100	11,9
2013/2014	6.342	5.924	6,6	0-60	31,5
2012/2013	6.359	5.407	15,0	0-93,3	15,5
2011/2012	6.173	5.405	12,4	0-90	18,9
2010/2011	6.753	6.038	10,6	0-100	24,1
2009/2010	6.315	5.504	12,8	0-100	24,5

* errechnet aus Völkerzahl

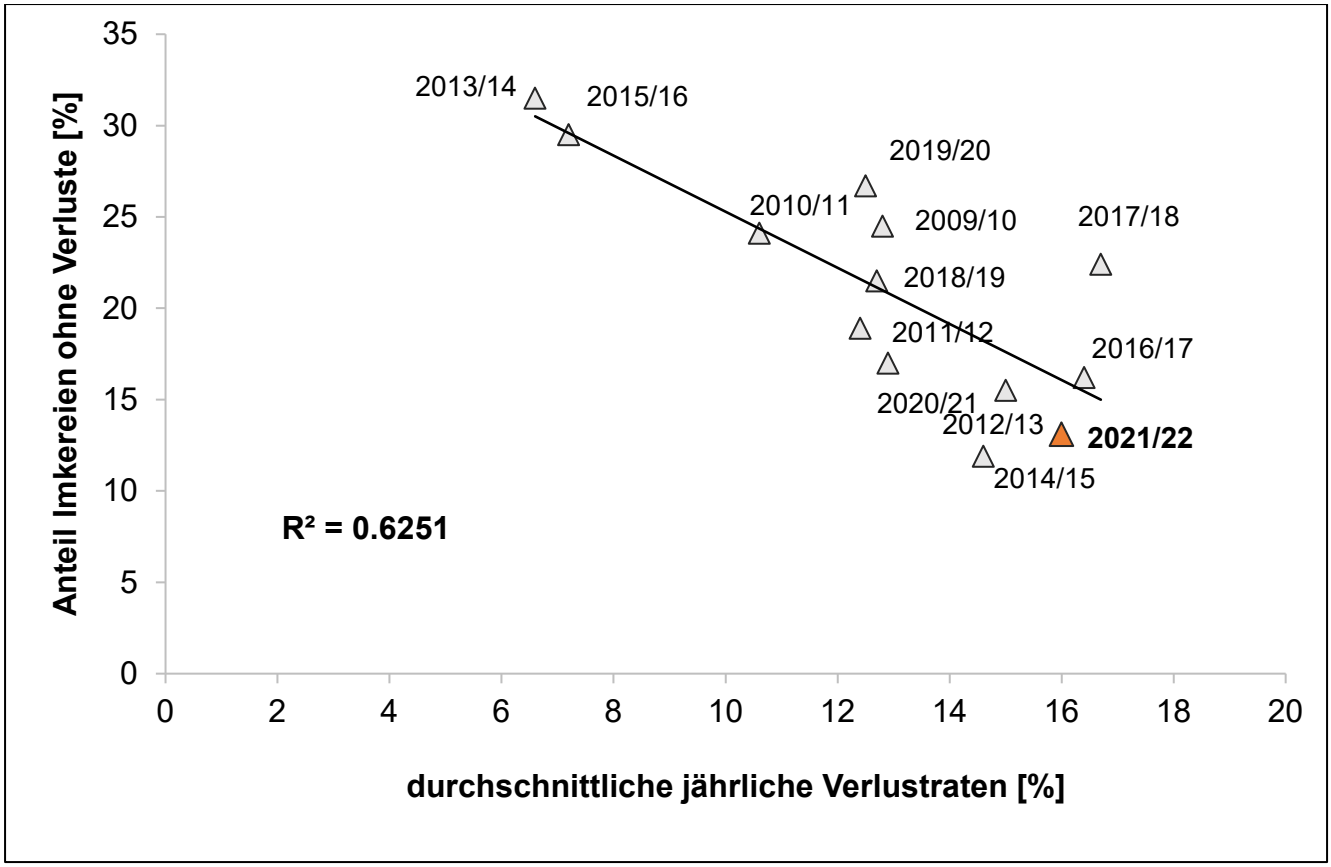

Abbildung 3: Anteil der Imkereien ohne Winterverluste im Verhältnis zu den durchschnittlichen Winterverlustraten aller Völker der Monitoringimkereien (N = 74.891).

Im Vergleich mit den vorherigen Winterverlustraten, bezogen auf alle Völker, die von den Monitoringimkern geführt werden, liegt der Wert 2021/2022 mit 16,0 % über dem langjährigen Durchschnitt von 12,5 % (± 3,2) (Tabelle 7).

Die, im Mittel mit 30 % geschätzten, sehr hohen Winterverluste im Winter 2002/2003 waren die Initialzündung für die Etablierung des DeBiMo. Obwohl im Winter 2021/2022 die höchste Verlustrate seit Beginn der DeBiMo-Aufzeichnungen erhoben wurden, liegt der Wert mit 18,3 % weiterhin deutlich unter den Werten der 2002/2003 aufgetretenen außergewöhnlich hohen Winterverlustraten. Die Verluste der letzten 17 Jahre sind im Vergleich insgesamt moderat. Die Werte für alle Völker der DeBiMo-Imker lagen zwischen 6,6 % und 16,7 %, und mit einem Mittelwert von 12,5 % ± 3,2. Das heißt, dass seit dem Winter 2002/2003 keine weiteren Winter mit außergewöhnlich hohen Mortalitätsraten (≥ 30 %) aufgetreten sind.

Diese Aussagen betreffen nur den jeweils deutschlandweit ermittelten Durchschnitt aller Verluste. Die Verlustraten auf regionaler Ebene unterscheiden sich teilweise deutlich. So zeigten z. B. die jährlichen Verlustraten in Hohen Neuendorf eine wesentlich höhere Schwankungsbreite mit sehr niedrigen Verlusten von unter 5 % (3,1 % in 2006/2007; 4,6 % in 2013/2014), aber auch mit sehr hohen

Verlusten von knapp 25 % (24,8 % in 2005/2006; 24,1 % in 2016/2017, 24,3 in 2020/2021). In den vergangenen 18 Projektjahren lagen die Winterverlustraten in Nordostdeutschland 13-mal deutlich über dem bundesweiten Mittelwert und nur 3-mal unter dem Bundesdurchschnitt.

Die regionalen Unterschiede bezüglich der Winterverluste zeigen sich auch 2021/2022 in den sehr hohen Winterverlustraten der rheinland-pfälzischen Imker, mit einem Verlust von 32,5 % der DeBiMo-Völker und einer Verlustrate von 27,8 % bezogen auf alle Völker der jeweiligen Monitoringimkereien. Dagegen weisen die vom Bieneninstitut Kirchhain betreuten Imkereien mit Verlusten von 7,3 % vergleichbar geringe Völkerverluste auf.

Tabelle 7: Übersicht der Winterverluste bezogen auf alle Völker der Monitoringimkereien 2004-2022

	Völker im Herbst	**Völker im Frühjahr**	**Winterverluste [%]**
2021/22	**4.991**	**4.191**	**16,0**
2020/21	5.687	4.945	**12,9**
2019/20	5.388	4.696	**12,5**
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	**12,3**
2010/11	6.753	6.038	**10,6**
2009/10	6.315	5.504	**12,8**
2008/09	5.569	5.198	**8,2**
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*	**12,5**
		Standardabweichung	± 3,2

* errechnet aus den Mittelwerten

Wir haben analysiert, ob die Winterverlustraten, die bei den DeBiMo-Völkern auftreten und auf die sich alle nachfolgenden Analysen zu möglichen biotischen (Pathogene) und abiotischen (Pflanzenschutzmittel, Klima, Betriebsweisen) Ursachen beziehen werden, repräsentativ für den jeweiligen Imkeriebetrieb sind. Nur wenn das gegeben ist, haben die Ergebnisse unserer Analysen über die jeweils 10 Völker hinausgehende Bedeutung. Tatsächlich gibt es keinen statistisch signifikanten (Wilcoxon-Test, P = 0,642) Unterschied bei den Winterverlustraten in den beiden Kohorten „alle Völker der DeBiMo-Imker“ und „DeBiMo-Völker der DeBiMo-Imker“ (Abbildung 4)

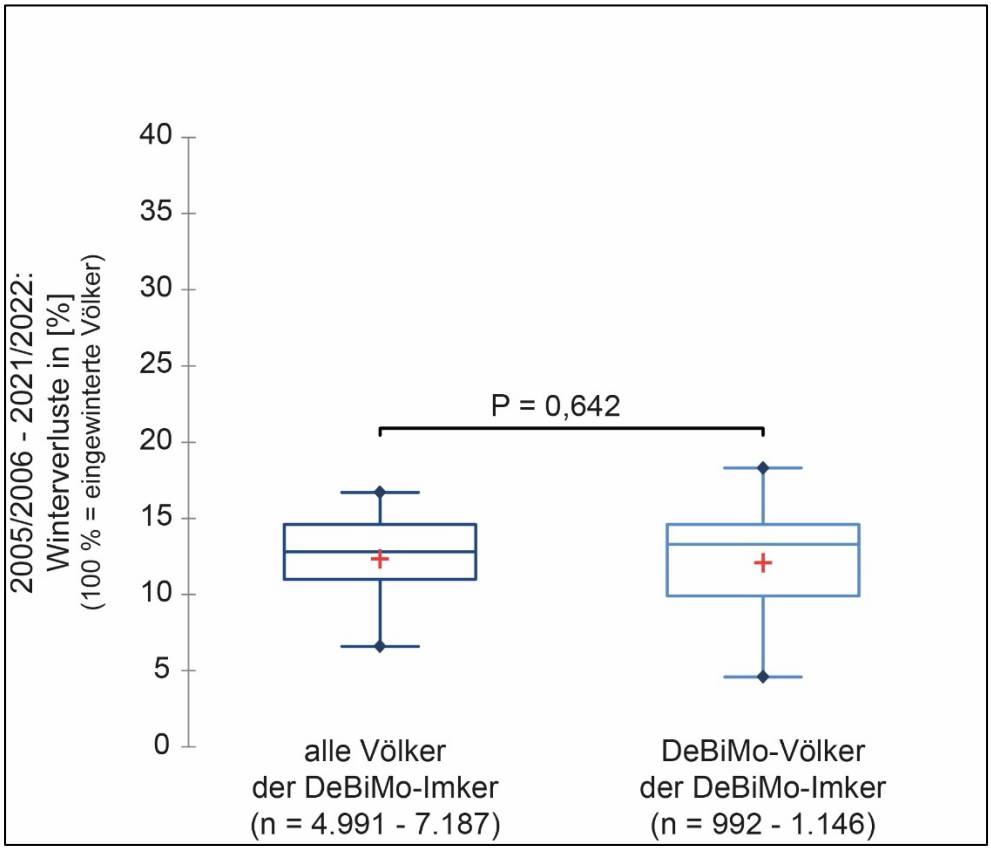

Abbildung 4: Vergleich der jährlichen Winterverluste im Zeitraum 2005/2006 bis 2021/2022. Verglichen wurde die Kohorte aller Völker, die von den DeBiMo-Imkern eingewintert wurden, mit der Kohorte der DeBiMo-Völker. Der Unterschied zwischen den beiden Kohorten ist statistisch nicht signifikant (zweiseitiger Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test; P = 0,642).

Das Ergebnis, dass sich die beiden Kohorten in ihren Winterverlustraten nicht signifikant unterscheiden, bestätigt sich auch bei der vergleichenden Analyse der Winterverlustraten über den Monitoringzeitraum 2005/2006 bis 2021/2022. Sowohl für die Kohorte „alle Völker der DeBiMo-Imker“ (Abbildung 5 A) als auch für die Kohorte „DeBiMo-Völker der DeBiMo-Imker“ (Abbildung 5 B) ergibt sich dasselbe Bild. In beiden Fällen ist der minimal ansteigende Trend, der sich bei der multiplen Regressionsanalyse der Daten ergibt, statistisch nicht signifikant (P = 0,18 für „alle Völker der DeBiMo-Imker“; P = 0,42 für „DeBiMo-Völker der DeBiMo-Imker“). Es ist auch deutlich zu erkennen, dass für beide Kohorten die Winterverlustraten in allen Jahren deutlich unter 30 % liegen (Abbildung 5 A und B), ein Prozentwert, der nach allgemeinem Verständnis katastrophale Winterverluste charakterisieren würde.

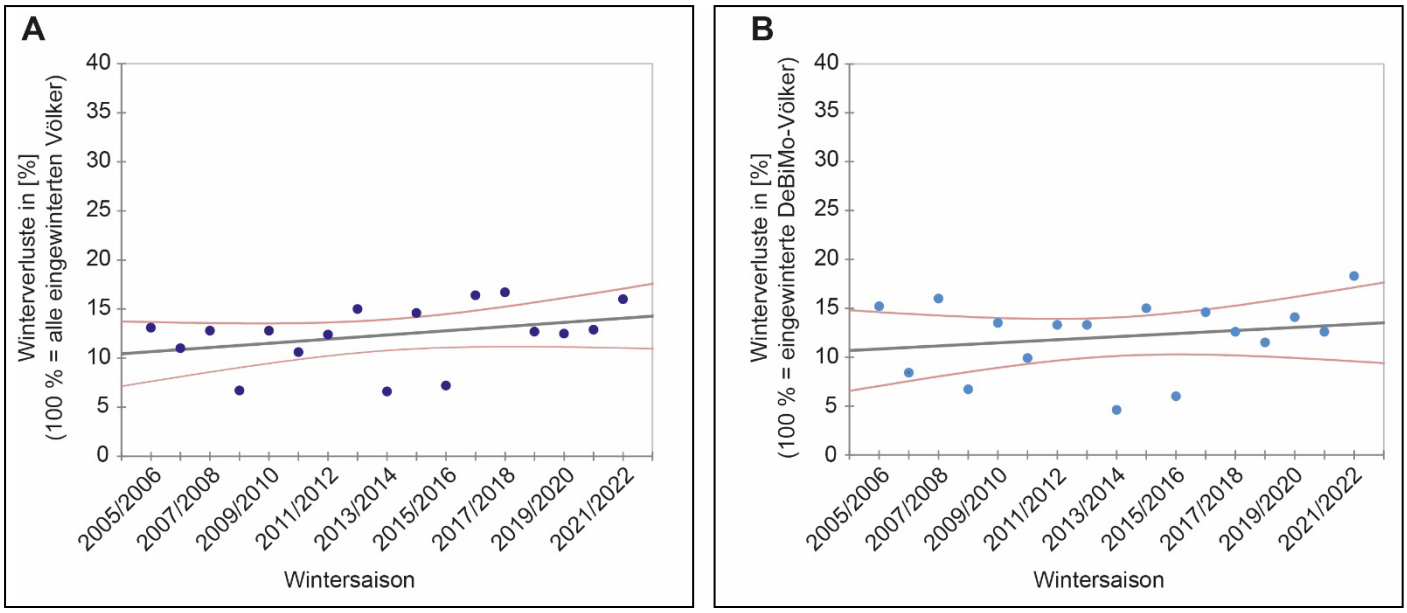

Abbildung 5: Analyse der Winterverluste im Zeitraum 2005 – 2022. A) Multiple lineare Regression der jährlichen Winterverluste aller Völker, die von den DeBiMo-Imkern im Zeitraum 2005/2006 bis 2021/2022 eingewintert wurden; die Steigung der Regressionsgeraden ist nicht signifikant (P = 0,18). B) Multiple lineare Regression der jährlichen Winterverluste aller eingewinterten DeBiMo-Völker im Zeitraum 2005/2006 bis 2021/2022; die Steigung der Regressionsgeraden ist nicht signifikant (P = 0,42). In den Graphen sind neben den Regressionsgeraden (in grau) auch die 95 % Konfidenzintervalle (rote Linien) angegeben. Die blauen Punkte markieren die Winterverlustrate im jeweiligen Jahr.

3.4. Überwinterungsquotient

Der Verlust an Arbeiterinnen über den Winter ist je nach Honigbienenvolk unterschiedlich. Der Überwinterungsquotient (ÜQ) ist ein Maß für diesen Rückgang und wird aus Ein- und Auswinterungsstärke berechnet. Ein Überwinterungsquotient von 1 bedeutet, dass ein Volk genauso stark aus dem Winter kommt, wie es eingewintert wurde, also über den Winter keine Bienen verloren hat. Ein Überwinterungsquotient von 0 dagegen bedeutet, dass das betreffende Volk tot ist. Mit einem Überwinterungsquotienten über 0,8 wird die Auswinterung der Völker als “gut” bewertet. Alle Institute verzeichneten Werte über 0,8 (ausgenommen Kirchhain mit einem Wert von 0,77; Tabelle 8). Im Untersuchungsjahr 2021/2022 kann der Überwinterungsquotient trotz der höheren Winterverluste als recht gut bewertet werden. Jedoch fehlen die Daten aus Niedersachsen, und die Daten aus Rheinland-Pfalz weichen deutlich vom Mittelwert ab. Auffällig hierbei ist, dass die von Mayen betreuten Imkereien zwar hohe Winterverluste zu verzeichnen hatten, die überlebenden Völker jedoch mit einem Überlebensquotient von 1,63 überdurchschnittlich gut aus dem Winter gestartet sind. Diese Völker wurden sehr viel stärker ausgewintert als sie im Herbst 2021 eingewintert worden waren. In Rheinland-Pfalz war der Trachtbeginn im Frühjahr 2022 früh, gefolgt von teilweise situationsbedingten späten Bonituren, wodurch diese Zahl zu erklären ist. Insgesamt ist durch den Ausfall der Daten aus Celle und Mayen der Überwinterungsquotient 2021/2022 nicht repräsentativ. Korrigiert man den

Überwinterungsquotienten um die nicht repräsentativen Daten von den aus Celle und Mayen betreuten Völkern, so ergibt sich ein ÜQ von 0,85. Die Völker winterten somit im Frühjahr 2022 durchschnittlich mit einer ähnlichen Volksstärke wie in den drei Vorjahren aus und waren gut durch den Winter gekommen.

Tabelle 8: Überwinterungsquotient der überlebenden Monitoringvölker: Auswinterungsstärke im Frühjahr 2022/Einwinterungsstärke im Herbst.

2021/2022	Winterverluste [%]	Mittlerer ÜQ* überlebender Völker
Celle	(0,0**)	(0,90**)
FLI-Riems	8,7	0,82
Hohenheim	11,6	0,86
Hohen Neuendorf	17,0	0,87
Kirchhain	8,3	0,77
Mayen	32,5	(1,63***)
Veitshöchheim	19,5	0,87
gesamt 2021/2022*	**18,3**	**0,85**
2020/2021*	12,6	0,84
2019/2020*	14,1	0,82
2018/2019*	11,5	0,92
2017/2018*	12,6	0,83
2016/2017*	14,6	0,85
2015/2016*	6,0	0,85
2014/2015*	15,0	0,78
2013/2014*	4,6	1,04
2012/2013*	13,3	0,83
2011/2012*	13,3	0,78
2010/2011*	9,9	0,78
2009/2010*	13,5	0,71

* errechnet aus Völkerzahlen, siehe Tabelle 5. ÜQ = Überwinterungsquotient.
** Daten gingen aufgrund eines unvollständiges Datensatzes nicht in die Berechnung 2021/2022 ein
*** Daten gingen aufgrund des frühen Trachtbeginns und situationsbedingten späten Bonituren nicht in die ÜQ-Berechnung 2021/2022 ein

Über die Jahre des DeBiMo zeigte sich eine zwar schwache, aber signifikante negative Korrelation zwischen dem Überwinterungsquotienten überlebender Völker und den Winterverlusten. Im Schnitt wintern Völker in Jahren mit höheren Winterverlustraten schwächer aus als in Jahren mit geringeren Winterverlusten (Abbildung 6; $R^2 = 0,29$; $P < 0,05$).

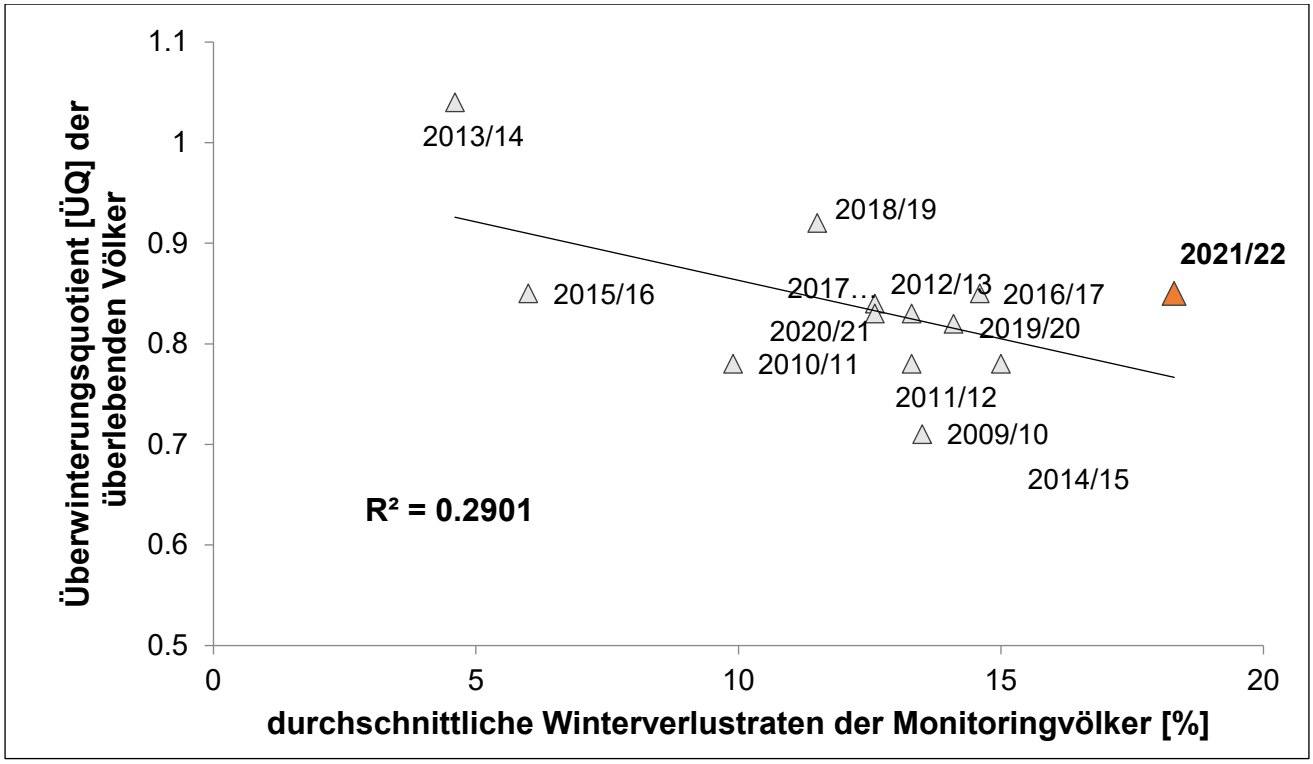

Abbildung 6: Überwinterungsquotient der überlebenden Völker ohne die Daten aus Niedersachsen und Rheinland-Pfalz im Verhältnis zu den durchschnittlichen Winterverlustraten aller Monitoringvölker

3.5. Bienenkrankheiten

3.5.1. *Varroa*-Befall

Der Befall mit *Varroa*-Milben wurde anhand der Bienenproben ermittelt, die bei den jeweiligen Standbesuchen genommen wurden. Es kann davon ausgegangen werden, dass Bienenvölker zu keinem Zeitpunkt im Jahr vollständig milbenfrei sind. Ein ermittelter Befall von „Null“ bedeutet daher nicht, dass keine *Varroa*-Milben im Volk vorhanden sind, sondern lediglich, dass in der untersuchten Stichprobe keine Milben gefunden wurden. Der Befall lag somit mit dieser Methode unterhalb der Nachweisgrenze.

In Tabelle 9 und Tabelle 12 sind die Daten aller untersuchten Bienenproben im Herbst 2021 und 2022 dargestellt. Bei Imkern, die über den Winter aus dem DeBiMo-Projekt ausgestiegen sind, und von denen somit keine Frühjahrsdaten verfügbar sind, wurden die bereits erhobenen Herbstdaten nicht in die Kalkulation miteinbezogen. Zudem wurden die Daten der Völker, die aus anderen Gründen als Winterverluste ausgeschieden sind, nicht mitberücksichtigt (zum Beispiel Verkauf des Volks, usw.). Bei Betrachtungen des *Varroa*-Befalls in Bezug auf den Winterverlust (s. 3.5.1.6), wurden die *Varroa*-Werte aus Niedersachsen (Celle) aus der Betrachtung der Daten herausgenommen, da aufgrund von

Datenlücken die Winterverluste nicht miterfasst werden konnten. Die Völkerzahlen weisen daher je nach Kontext Unterschiede in der Anzahl auf.

3.5.1.1. Herbst 2021

Die durchschnittliche *Varroa*-Belastung der 1.124 im Herbst 2021 genommenen Proben betrug 4,0 Milben pro 100 Bienen. Damit war der mittlere Befall im Vergleich zum Vorjahr um 0,4 Milben höher (Tabelle 9). Die durchschnittlichen Werte waren regional unterschiedlich und reichten von 1,9 bis 6,6 Milben pro 100 Bienen. Die Streubreite fiel dabei mit einem Minimum von 0 und einem Maximum von 94,2 Milben pro 100 Bienen geringer aus als in den meisten Vorjahren.

Tabelle 9: *Varroa*-Befallsgrad im Herbst 2021 im Vergleich mit den Vorjahren (2009 - 2020)

2021	**Anzahl Völker**	***Varroa* je 100 Bienen***	**Streubreite**	
Celle	109	6,5	0-92,3	
FLI-Riems	23	1,9	0-13,8	
Hohenheim	199	2,0	0-30,2	
Hohen Neuendorf	299	3,8	0-94,2	
Kirchhain	120	3,6	0-34,5	
Mayen	161	6,6	0-43,6	
Veitshöchheim	213	3,4	0-29,3	
gesamt 2021	**1.124**	**4,0**	**0-94,2**	
2020	1.187	3,6	0-211,5	
2019	1.081	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	0-323,0	
2009	1.039	5,1	0-114,0	

* errechnet aus Völkerzahl

3.5.1.2. Frühjahr 2022

Der durchschnittliche *Varroa*-Befallsgrad der insgesamt 1.104 genommenen Proben lag im Frühjahr 2022 bei 0,3 Milben pro 100 Bienen und damit um 0,1 % höher als im Vorjahr (Tabelle 10). Der maximale Befallsgrad von 29,3 Milben pro 100 Bienen lag deutlich über den Maximalwerten von 2021 (11,9 Milben pro 100 Bienen).

Tabelle 10: *Varroa*-Befallsgrad im Frühjahr 2022 im Vergleich mit den Vorjahren (2017 - 2021)

2022	Anzahl Völker	*Varroa* je 100 Bienen*	Streubreite
Celle	140	1,4	0-29,3
FLI-Riems	40	0,5	0-6,2
Hohenheim	198	0,1	0-2,4
Hohen Neuendorf	266	0,1	0-2,6
Kirchhain	113	0,0	0-1,7
Mayen	146	0,2	0-5,1
Veitshöchheim	201	0,2	0-11,2
gesamt 2022	**1.104**	**0,3**	**0-29,3**
2021	1.099	0,2	0-11,9
2020	1.078	0,4	0-31,0
2019	1.082	0,2	0-63,9
2018	907	0,2	0-6,7
2017	705	0,3	0-21,3

* errechnet aus Völkerzahl

3.5.1.3. Sommer 2022

Im Sommer 2022 lag die durchschnittliche *Varroa*-Belastung der Monitoringvölker mit 1,1 Milben pro 100 Bienen im Vergleich zu 2021 trotzdem wieder etwas geringer (Tabelle 11). Das Maximum in den Sommerproben fiel mit 36,1 Milben pro 100 Bienen deutlich niedriger aus als in 2021. Der Maximalwert wurde bei den von Celle betreuten Imkern gefunden. Diese Völker verzeichneten auch im Durchschnitt die höchsten Werte (2,5 Milben pro 100 Bienen) in der Sommerprobe.

Tabelle 11: *Varroa*-Befallsgrad im Sommer 2022 im Vergleich mit den Vorjahren (2010-2021)

2022	Anzahl Völker	*Varroa* je 100 Bienen*	Streubreite
Celle	169	2,5	0 – 36,1
FLI-Riems	29	0,5	0 – 5,8
Hohenheim	189	1,4	0 – 17,0
Hohen Neuendorf	265	0,9	0 – 23,3
Kirchhain	107	0,4	0 – 5,3

Mayen	175	1,0	0 – 12,8
Veitshöchheim	199	0,7	0 – 10,0
gesamt 2022	**1.133**	**1,1**	**0 – 36,1**
2021	1.122	1,3	0 – 66,3
2020	1.132	1,0	0 – 91,1
2019	1.0950	1,2	0 - 25,3
2018	1.060	1,0	0 - 43,6
2017	1.051	0,8	0 - 63,1
2016	1.044	1,3	0 - 35,1
2015	1.045	0,6	0 - 17,7
2014	1.057	2,5	0 - 60,3
2013	955	0,8	0 - 32,3
2012	1.075	1,2	0 - 27,8
2011	1.008	1,7	0 - 105
2010	1.070	1,0	0 - 47,8

* errechnet aus Völkerzahl

3.5.1.4. Herbst 2022

Die im Herbst 2022 gezogenen Proben wiesen eine durchschnittliche *Varroa*-Belastung von 3,4 Milben pro 100 Bienen auf. Damit lagen die Werte um 0,8 *Varroa*-Milben pro 100 Bienen unter den Werten aus 2021 (Tabelle 12). Auch hier hatten die von Celle betreuten Imker die höchsten Werte mit 5,2 *Varroa*-Milben pro 100 Bienen. Der Maximalwert wurde jedoch in Hohen Neuendorf (114,6 *Varroa*-Milben pro 100 Bienen) verzeichnet. Eine unzureichende Behandlung, Räuberei und daraus folgende Reinvasion von Milben aus anderen Völkern könnte die Ursache für den hohen Befall sein.

Tabelle 12: *Varroa*-Befallsgrad im Herbst 2022 im Vergleich mit den Vorjahren (2009 – 2021)

2022	**Anzahl Völker**	***Varroa* je 100 Bienen***	**Streubreite**
Celle	156	5,2	0 – 44,6
FLI-Riems	39	5,1	0 – 41,7
Hohenheim	198	2,2	0 – 52,0
Hohen Neuendorf	276	4,5	0 – 114,6
Kirchhain	120	1,6	0 – 11,9
Mayen	180	2,2	0 – 25,2
Veitshöchheim	247	3,3	0 – 25,1
gesamt 2022	**1.216**	**3,4**	**0 – 114,6**
2021	1.135	4,2	0 – 94,2
2020	1.188	3,6	0 – 211,5
2019	1.101	3,8	0 – 147,4
2018	1.110	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

3.5.1.5. Jahr 2022

Bei Betrachtung der *Varroa*-Befallswerte der verschiedenen Regionen über das gesamte Jahr 2022 (Tabelle 13) zeigt sich ein starker Anstieg während der Saison bei allen Instituten. Im Frühjahr 2022 war der Befall in den Proben überall gering, wobei die Durchschnittswerte aus Celle mit 1,4 Milben pro 100 Bienen erhöht waren. Dies lässt sich auf zwei Völker eines Imkers mit einem Befall über 28 % zurückführen, die den Mittelwert anheben. Der durchschnittliche Befallsgrad aller 10 Monitoringvölker dieses Imkers lag bei 12,1 %, womit dieser Imker in der Gesamtbetrachtung bereits mit hohen Werten heraussticht.

Im Schnitt erhöhte sich der *Varroa*-Befall vom Frühjahr 2022 bis zum Sommer 2022 um das 3,6-fache und bis zum Herbst um das 11,3-fache. Besonders stark stieg der Befall über die Saison in den Proben aus FLI Riems und Hohen Neuendorf an.

Eine Auswertung des *Varroa*-Befalls aus dem Jahr 2022 (Tabelle 13) in Bezug auf die Winterverluste im darauffolgenden Winter (2022/2023) wird erst mit dem nächsten Bericht, der die Winterverlustraten aus dem Winter 2022/2023 enthält, möglich sein.

Tabelle 13: *Varroa*-Befallsgrad vom Frühjahr, Sommer und Herbst 2022.

	Frühjahr		**Sommer**		**Herbst**	
2022	**Anzahl Völker**	***Varroa* je 100 Bienen***	**Anzahl Völker**	***Varroa* je 100 Bienen***	**Anzahl Völker**	***Varroa* je 100 Bienen***
Celle	140	1,4	169	2,5	156	5,2
FLI-Riems	40	0,5	29	0,5	39	5,1
Hohenheim	198	0,1	189	1,4	198	2,2
H. Neuendorf	266	0,1	265	0,9	276	4,5
Kirchhain	113	0,0	107	0,4	120	1,6
Mayen	146	0,2	175	1,0	180	2,2
Veitshöchheim	201	0,2	199	0,7	247	3,3
gesamt 2022	**1.104**	**0,3**	**1.133**	**1,1**	**1.216**	**3,4**

* errechnet aus Völkerzahl

3.5.1.6. Winterverluste 2021/2022 und Varroa-Befall

Um den Zusammenhang zwischen dem *Varroa*-Befall im Herbst und den Völkerverlusten im darauffolgenden Winter besser darzustellen, wurden die Daten zu den Winterverlusten und zur *Varroa*-Belastung zusammengeführt (Tabelle 14). Im Laufe des DeBiMo zeigt sich ein Zusammenhang ($R^2 = 0,27$; $p = 0,03$) zwischen dem *Varroa*-Befall im Herbst und der Verlustrate im darauffolgenden Winter (Abbildung 7). Auch hier fällt das Jahr 2021 dadurch auf, dass einem relativ geringen *Varroa*-Befallsgrad von durchschnittlich 3,7 Milben pro 100 Bienen hohe Winterverluste folgen. Betrachtet man jedoch nur die Zahlen für Mayen (Herbst 2021: Varroa pro 100 Bienen = 6,5 (alle Völker) und 13,6 (tote Völker), sieht man das die Rate der Varroa in Bezug auf die Winterverluste 2021/2022 regional bedingt waren. In Mayen lagen die hohen Verlustraten vor allem an der schlechten Tracht in 2021. Insgesamt betrachtet könnten die Werte jedoch auch darauf hinweisen, dass andere Parasiten oder Krankheiten einen zusätzlichen schwächenden Effekt auf die Völker ausüben. Dies wird jedoch erst bei weiterer Betrachtung der nächsten Jahre zu klären sein. Im Untersuchungsjahr 2013 wurden im Gegensatz zu dem jetzigen Jahr 2021 sehr geringe Winterverluste mit jedoch hohen *Varroa*-Befallszahlen verzeichnet, somit kann dieses Jahr ebenfalls als ein Ausreißerjahr angesehen werden.

Tabelle 14: *Varroa*-Befallsgrad im Herbst und Verlustraten im jeweils darauffolgenden Winter.

Herbst	Anzahl Völker im Herbst	Anzahl gestorbene Völker	*Varroa* je 100 Bienen im Herbst	Winterverluste* [%]
2021	**992**	**182**	**3,7**	**18,3**
2020	1.187	185	3,6	12,9
2019	1.067	150	3,8	14,1
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
Gesamt	**17.151**	**2.035**	**4,1**	**11,9**

* nur Völker mit Daten zur Überwinterung und *Varroa*-Befall
2021: Angaben ohne Daten von Celle aufgrund einer vorhandenen Datenlücke

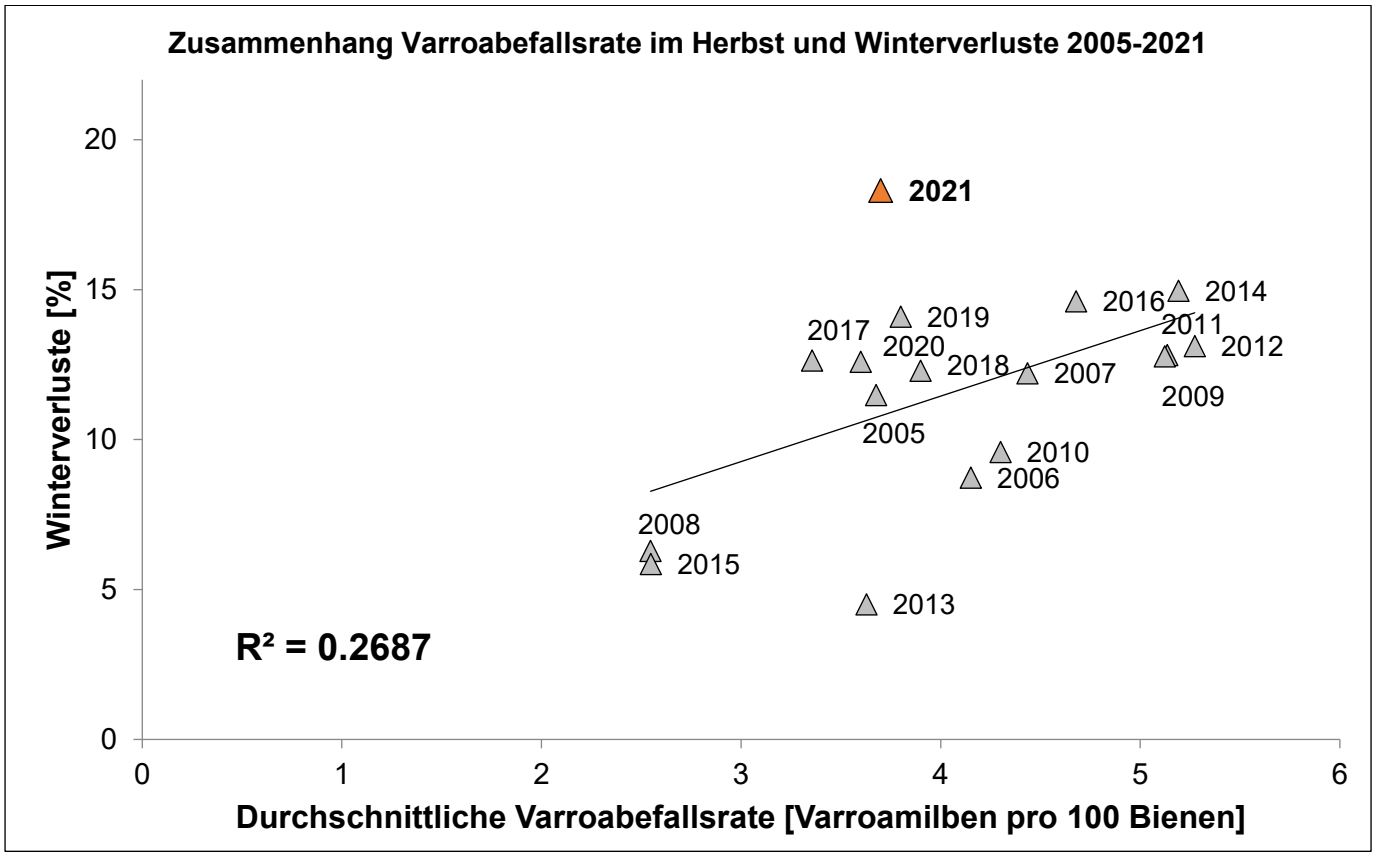

Abbildung 7: Zusammenhang der *Varroa*-Befallszahlen im Herbst mit den Verlustraten im darauffolgenden Winter. Angegeben ist jeweils die Jahreszahl, in der die Herbstprobe genommen wurde. (Daten 2021 aus Celle wurden in dieser Abbildung nicht miteinbezogen, somit ergeben sich 3,7 Milben pro 100 Bienen in der Herbstprobe 2021).

Auch anhand des *Varroa*-Befalls der Sommerproben lässt sich ein leichter Zusammenhang mit den Verlusten im darauffolgenden Winter erkennen. Dieser ist jedoch nicht ganz so deutlich wie der Zusammenhang zwischen dem Befall im Herbst und den Winterverlusten (R^2 = 0,19; P>0,05; Abbildung 8)

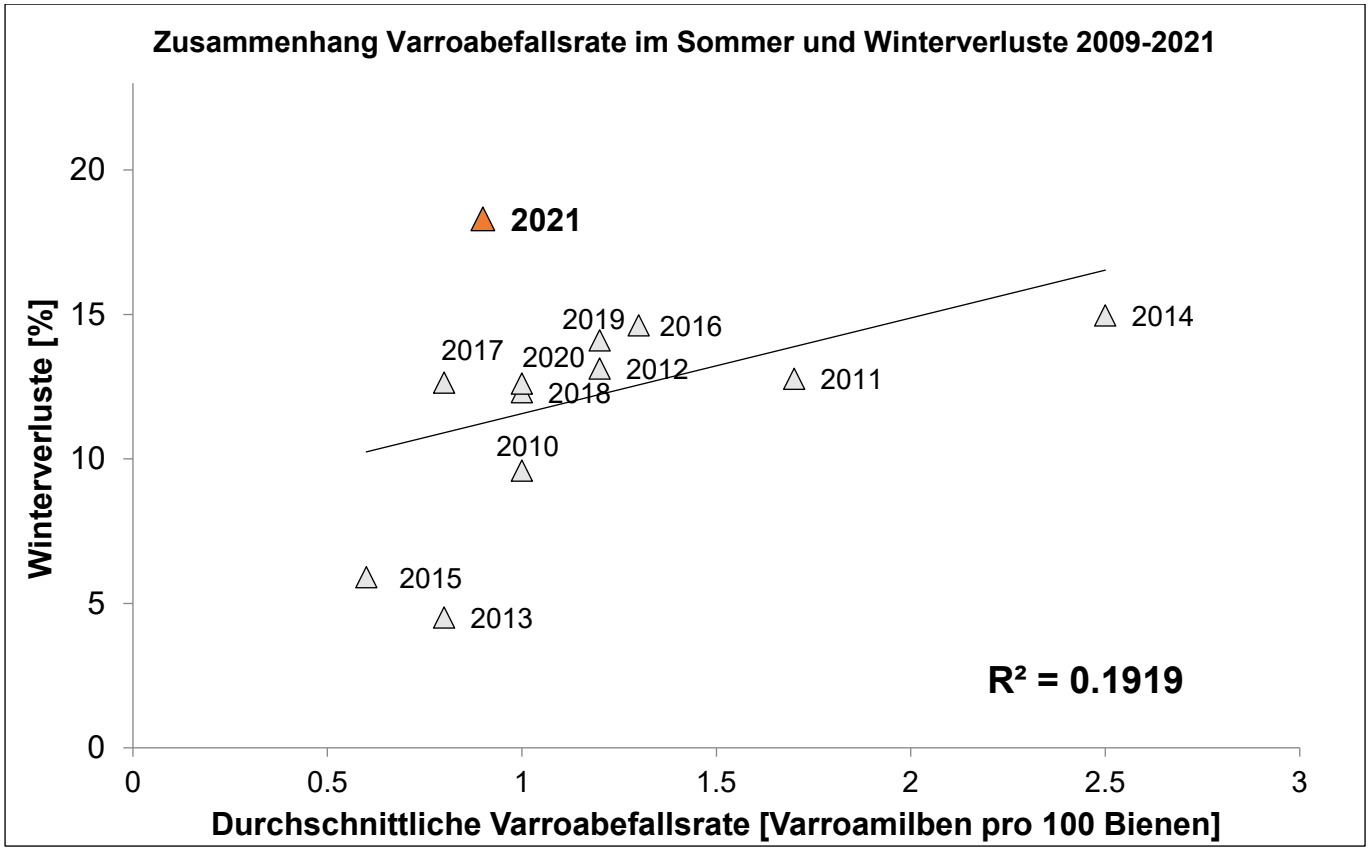

Abbildung 8: Zusammenhang zwischen dem *Varroa*-Befall im Sommer und den Verlustraten im darauffolgenden Winter. Angegeben ist jeweils die Jahreszahl, in der die Sommerprobe genommen wurde. (Daten aus Celle wurden in dieser Abbildung nicht miteinbezogen, somit ergeben sich 0,9 Milben pro 100 Bienen in der Sommerprobe 2022).

Die bisher gezeigten Zusammenhänge bezogen sich auf die bundesweit gemittelten *Varroa*-Befallsraten und Winterverluste für das jeweilige Jahr. Allerdings stirbt das einzelne Bienenvolk nicht an den mittleren Befallsraten, sondern an seinem konkreten *Varroa*-Befall. Daher haben wir zusätzlich für den Winter 2021/2022 den für die einzelnen Völker ermittelten *Varroa*-Befall in Bezug auf die Überwinterung (ja/nein) jedes einzelnen Volks ausgewertet (Abbildung 9). Der Zusammenhang aus vorherigen Jahren zwischen der Höhe des *Varroa*-Befalls im Herbst und der Überlebenschancen im Winter zeigte sich auch dieses Jahr. Völker, die im Winter 2021/2022 starben hatten einen mittleren *Varroa*-Befall von 9,4 Milben pro 100 Bienen. Überlebende Völker hatten dagegen im Mittel nur 2,6 Milben pro 100 Bienen (Abbildung 9). Dies ergibt einen höchstsignifikanten Zusammenhang (ANOVA; $P<0{,}001$).

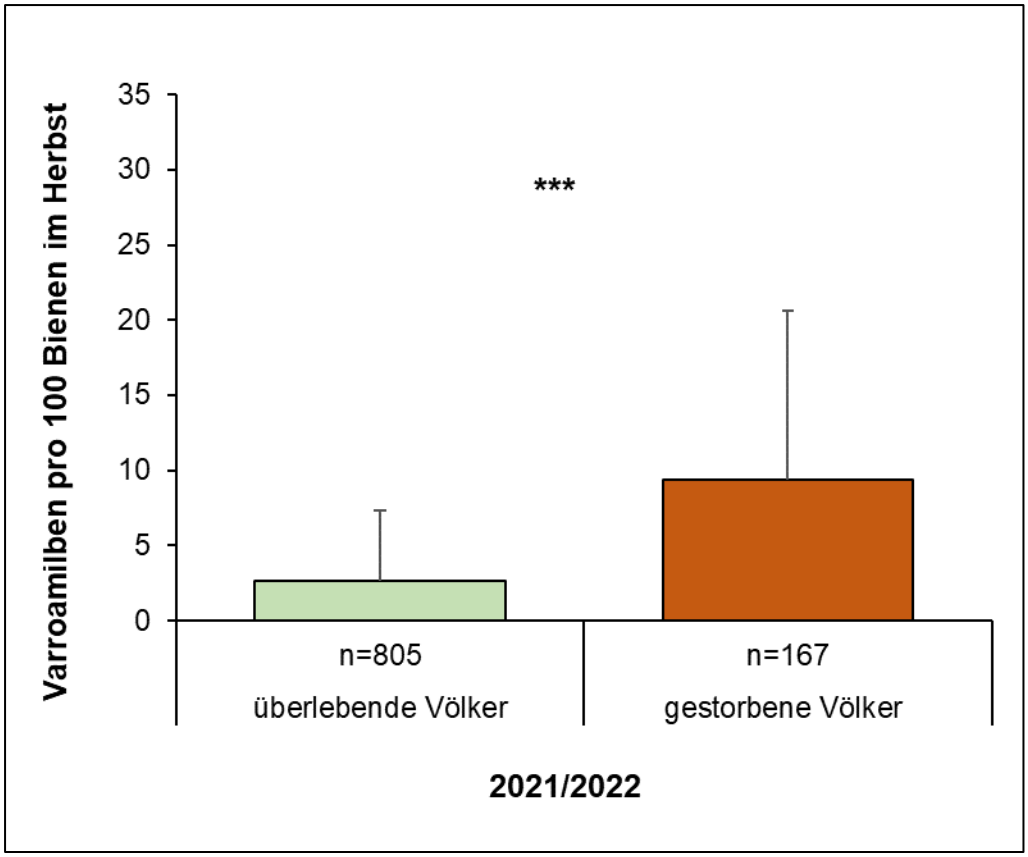

Abbildung 9: Mittlerer *Varroa*-Befall in der Herbstprobe 2021 bei Völkern, die im darauffolgenden Winter starben und solchen, die den Winter 2021/2022 überlebten (Anova; $p<0.001$) (ohne Daten von Celle, aufgrund eines unvollständigen Datensatzes).

In vorherigen Jahren konnte der Zusammenhang zwischen *Varroa*-Befall und individuellem Risiko, den Winter nicht zu überleben, klar nachgewiesen werden. Das relative Risiko und das absolute Risiko eines einzelnen Bienenvolkes für einen potentiellen Winterverlust kann anhand seiner *Varroa*-Befallsrate im Herbst berechnet werden. Das relative Risiko drückt dabei aus, wie sich der Risikofaktor „*Varroa*-Befall“ auf das Eintreten eines Winterverlusts auswirkt. Dazu wird das Verhältnis der Wahrscheinlichkeiten von Winterverlusten zwischen „unbefallenen“ Bienenvölkern und Bienenvölkern mit bestimmten *Varroa*-Parasitierungsgraden berechnet. Das Risiko für einen Winterverlust wird bei einem „unbefallenen“ Bienenvolk (= keine Milben in der Bienenprobe) dabei gleich 1 gesetzt. Bereits bei einem *Varroa*-Befall 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 *Varroa*-Befall ca. 4-mal höher und ab 10 Milben gar 6-mal höher. Völker ab 20 und mehr Milben pro 100 Bienen haben bzgl. eines möglichen Winterverlustes sogar ein 10- bis 13-fach höheres Risiko (Abbildung 10).

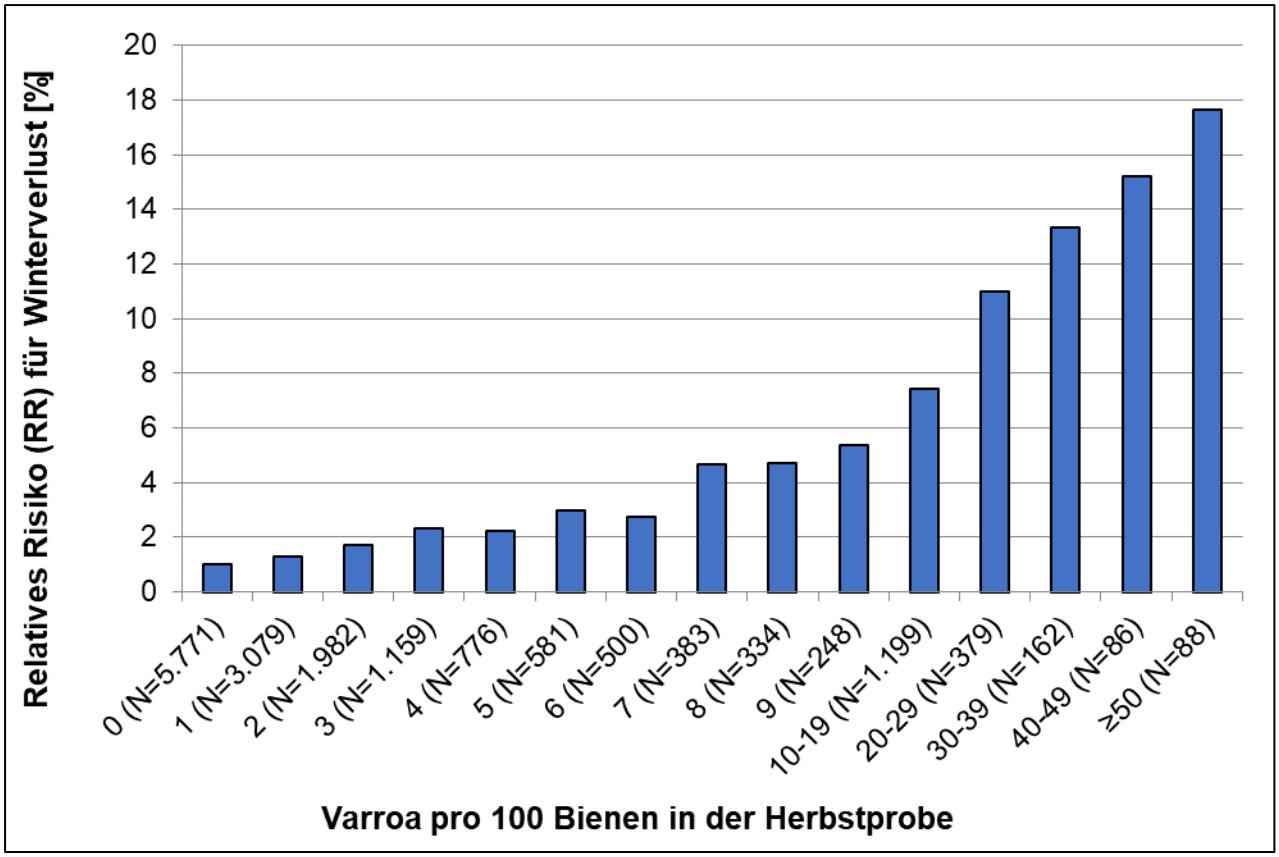

Abbildung 10: Relatives Risiko für Winterverlust bei steigender *Varroa*-Belastung der Herbstbienen.

Aber auch bei den insgesamt 5.771 Völkern ohne messbaren *Varroa*-Befall (= 0 Milben pro 100 Bienen) sind die Winterverluste größer als 0 und liegen mit 240 während des Winters gestorbenen Völkern bei ca. 1 %. Das tatsächliche Risiko für Winterverluste ist daher nicht identisch mit dem relativen Risiko. Tatsächlich haben also Völker ab 7 Milben pro 100 Bienen im Herbst ein Risiko von 19 % während des Winters zu sterben und ab 30 Milben pro 100 Bienen liegt das Risiko bei über 50 % (Abbildung 11).

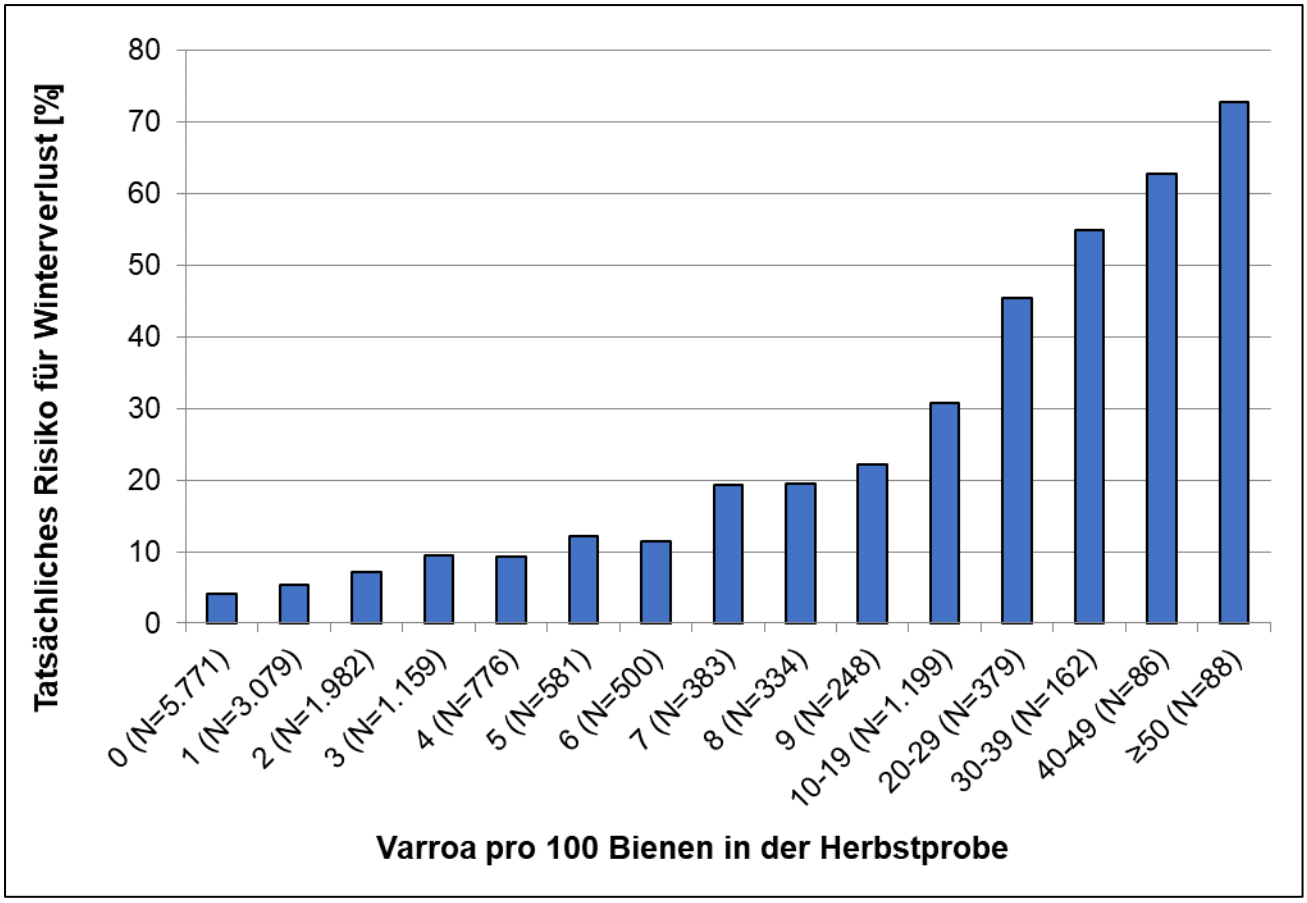

Abbildung 11: Tatsächliches Risiko für Winterverlust bei steigender Varroa-Belastung der Herbstbienen.

3.5.2. *Nosema* spp.

Die Bienenproben wurden auf Sporen des Darmparasiten *Nosema* spp. untersucht. Hierzu gingen sowohl die Proben vom Frühjahr und Sommer, als auch die Herbstproben in die Analysen ein. Die Ermittlung der *Nosema* spp.-Infektionsraten basiert auf der mikroskopischen Untersuchung einer Sammelprobe von 20 erwachsenen Bienen pro Volk. Je nach Anzahl der im Gesichtsfeld gezählten Sporen wird der Befallsgrad mit 0 (keine Sporen), 1 (niedrig, 1-20 Sporen), 2 (mittel, 21-100 Sporen) und 3 (hoch, mehr als 100 Sporen) angegeben.

Der Anteil der *Nosema*-positiven Völker war im Frühjahr 2022 mit 35,8 % nochmals deutlich höher als im Vorjahr (Tabelle 15). 13,8 % der Proben wiesen eine hohe Belastung mit *Nosema*-Sporen auf. Die *Nosema*-Infektionsrate verringerte sich zum Sommer auf 15,6 % positive Fälle. Dieser Wert ist vergleichbar mit der Befallsmessung im Sommer 2020. FLI Riems verzeichnete mit 51,8 % die höchste Anzahl an *Nosema*-positiven Völkern, davon waren 41,4 % mit mehr als 100 Sporen stark belastet. Im restlichen Bundesgebiet war der Anteil der stark belasteten Völker deutlich geringer (0-

6,9 % der Proben). Schon im Frühjahr hatten die von FLI Riems betreuten Monitoringimkereien einen hohen Anteil stark belasteter Völker (30 %).

Tabelle 15: *Nosema*-Befallsgrad im Frühjahr und Sommer 2022 im Vergleich mit den Vorjahren.

	Frühjahr [%]					**Sommer [%]**				
2022	**N**	kein	niedrig	mittel	hoch	**N**	kein	niedrig	mittel	hoch
Celle	**140**	73,6	9,3	4,3	12,9	169	92,3	3,0	4,1	0,6
FLI-Riems	**40**	50,0	7,5	12,5	30,0	29	48,3	0,0	10,3	41,4
Hohenheim	**198**	54,0	17,2	15,2	13,6	189	73,0	16,9	3,2	6,9
Hohen Neuendorf	**266**	60,5	14,7	17,3	7,5	265	89,4	8,7	1,9	0,0
Kirchhain	**113**	75,2	7,1	5,3	12,4	107	93,5	4,7	0,9	0,9
Mayen	**146**	58,9	8,2	11,6	21,2	175	85,1	4,6	6,9	3,4
Veitshöchheim	**201**	73,1	4,0	8,0	14,9	199	81,4	4,5	11,6	2,5
gesamt 2022*	**1.104**	**64,2**	**10,6**	**11,4**	**13,8**	**1.133**	**84,4**	**7,2**	**5,0**	**3,4**
2021*	1.118	70,7	8,0	10,1	11,2	1.122	66,1	16,3	10,7	6,9
2020*	1.084	82,1	7,7	5,7	4,5	1.132	85,3	7,0	5,6	4,5
2019*	1.094	73,6	6,9	11,2	8,4	1.095	74,5	12,2	7,9	5,3
2018*	1.049	56,2	12,2	16,8	14,8	1.060	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

Zwischen Sommer und Herbst 2022 nahm der Anteil der mit *Nosema* spp.-infizierten Völker um 4,9 % ab (Tabelle 16). Diese Anzahl infizierter Völker liegt im durchschnittlichen *Nosema*-Befall von knapp 15 % in den Jahren 2013-2020. Auch im Herbst waren die von FLI Riems betreuten Monitoringvölker am stärksten betroffen. Hier waren 48,7 % der untersuchten Proben positiv (Tabelle 16).

Tabelle 16: *Nosema*-Befallsgrad im Herbst 2022 im Vergleich zu den Vorjahren.

	Herbst [%]				
2022	**N**	kein	niedrig	mittel	hoch
Celle	**156**	85,9	3,8	3,2	7,1
FLI-Riems	**39**	51,3	0,0	23,1	25,6
Hohenheim	**198**	92,4	5,1	0,5	2,0
Hohen Neuendorf	**276**	88,4	5,1	5,4	1,1
Kirchhain	**120**	88,3	1,7	4,2	5,8
Mayen	**180**	92,8	2,8	3,3	1,1
Veitshöchheim	**247**	93,9	1,2	2,8	2,0
gesamt 2022*	**1.216**	**89,3**	**3,3**	**3,9**	**3,5**
2021*	1.133	69,0	9,0	12,0	10,0
2020*	1.188	86,2	4,3	5,9	3,6
2019*	1.101	86,4	4,2	5,8	3,6
2018*	1.110	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

Der Verlauf des Nosema-Befalls über die Bienensaison von Frühjahr bis Herbst zeigt die erwartete Saisonalität mit hohen Werten im Frühjahr, die in der Regel über die Saison bis zum Herbst wieder abfallen (Abbildung 12). Besonders deutlich wird das in den Jahren 2017 und 2018, in denen der *Nosema*-Befall im Frühjahr besonders hoch war. Nachdem die Belastung in den Jahren 2019 und 2020 deutlich gesunken war, war sie im Frühjahr 2022 wieder erhöht.

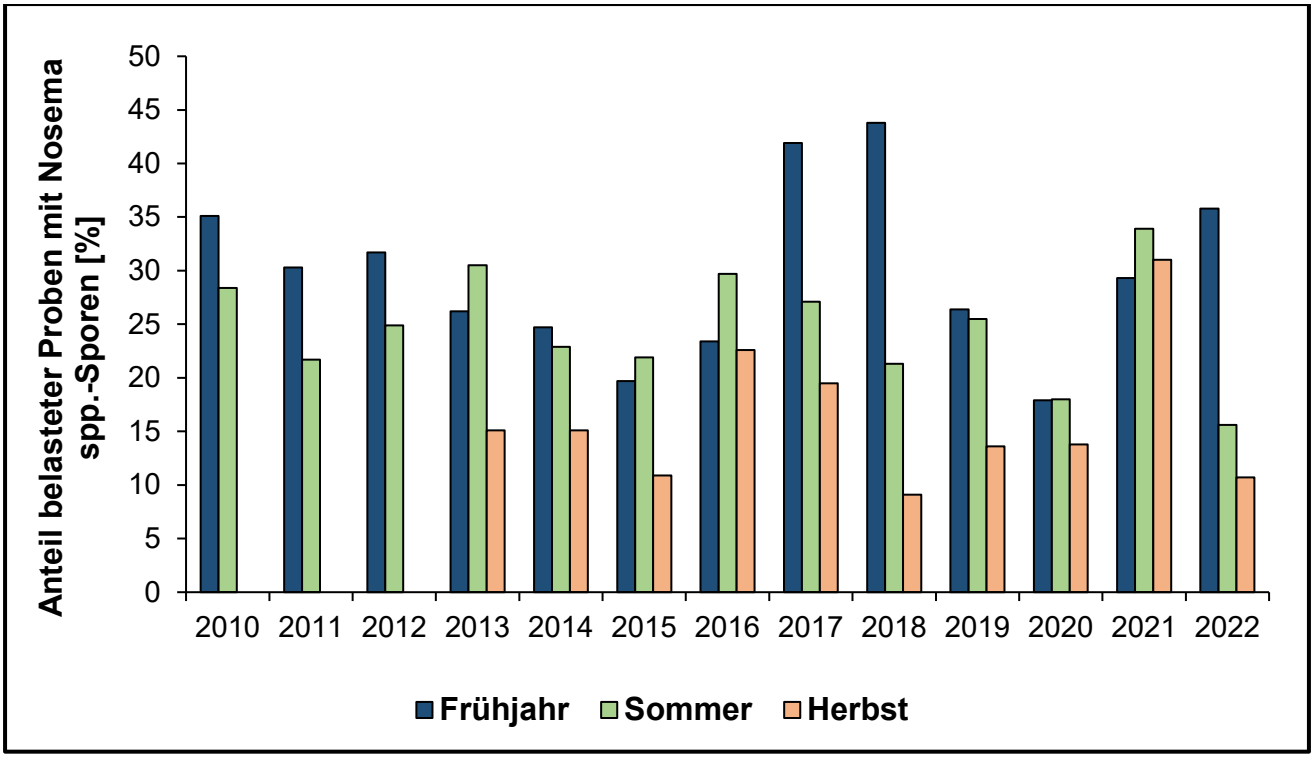

Abbildung 12: Anteil belasteter Bienenproben mit *Nosema* spp.-Sporen der in den Frühjahrs-, Sommer- und Herbstproben. Der *Nosema*-Befall im Herbst wird erst seit 2013 erfasst. Die Probenzahl reicht von 926-1.095 Proben.

3.5.2.1. Nosema – Differenzierung

Die Sporen der *Nosema*-Arten *Nosema ceranae* und *Nosema apis* sind mikroskopisch nicht zu unterscheiden. Daher wurden zur Differenzierung der beiden Spezies molekulare Analysen mittels PCR an *Nosema*-positiven Proben von jedem Bienenstand durchgeführt.

Insgesamt wurden 161 Proben vom Frühjahr, 97 vom Sommer und 95 Proben vom Herbst 2022 untersucht (Tabelle 17). Der Anteil reiner *N. ceranae*-Infektionen betrug 94 % im Frühjahr, 98 % im Sommer und 97 % im Herbst. Mischinfektionen, aber auch reine Infektionen mit *N. apis* kamen deutlich seltener vor. Reine mit *N. apis* infizierte Proben konnten nur im Herbst aus Bayern nachgewiesen werden (Tabelle 17).

Beim Vergleich der Differenzierungen aus Sommer, Frühjahr und Herbst wird bezüglich unterschiedlicher Prävalenzen im Jahresverlauf kein eindeutiger Trend sichtbar. Es fällt jedoch auf, dass das Verhältnis von reinen *N. ceranae*, *N. apis* und zu Mischinfektionen über die Beobachtungsjahre seit 2014 nur geringen Schwankungen unterliegt. Allerdings liegt der Anteil der *N. ceranae*-positiven an den *Nosema* spp.-positiven Proben im Sommer seit 2014 regelmäßig über 90 %, während reine *N. ceranae*-Infektionen im Zeitraum 2010-2013 im Sommer lediglich zwischen 60 und 83 % schwankten. Bei der Interpretation der Daten muss aber berücksichtigt werden, dass

immer nur ein Teil der *Nosema* spp.-positiven Proben differenziert wird und sich das Bild dadurch verzerren kann. So zeigen Auswertungen einer Langzeitstudie zur *Nosema* spp.-Epidemiologie aus Nordostdeutschland, bei der über mehr als 15 Jahre Frühjahr-, Sommer- und Herbstproben analysiert und alle *Nosema* spp.-positiven Proben differenziert wurden ein anderes Bild (Gisder et al. 2010, Gisder et al., 2017, Schüler et al. 2023).

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

	Frühjahr				***Sommer***				***Herbst***			
2022		***Nosema ceranae***	***Nosema apis***	**Mischinfektion**		***Nosema ceranae***	***Nosema apis***	**Mischinfektion**		***Nosema ceranae***	***Nosema apis***	**Mischinfektion**
	N	**Anteil [%]**			**N**	**Anteil [%]**			**N**	**Anteil [%]**		
Celle	**5**	100	0	0	**2**	50	0	50	10	90	0	10
FLI-Riems	**20**	70	0	30	**15**	93	0	7	19	100	0	0
Hohenheim	**33**	100	0	0	**18**	100	0	0	9	100	0	0
Hohen Neuendorf	**31**	90	0	10	**26**	100	0	0	27	96	0	4
Kirchhain	**22**	100	0	0	**7**	100	0	0	7	100	0	0
Mayen	**17**	100	0	0	**9**	100	0	0	13	100	0	0
Veitshöchheim	**33**	100	0	0	**20**	100	0	0	10	90	10	0
gesamt 2022	**161**	**94**	**0**	**6**	**97**	**98**	**0**	**2**	**95**	**97**	**1**	**2**
2021	95	96,0	1,0	3,0	110	99,1	0,0	0,9	115	97,1	1,0	1,9
2020	85	87,7	7,4	4,9	116	87,5	5,8	6,7	116	92,0	16,1	19,9
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				

Die Herbstproben wurden erst ab 2013 untersucht.

3.5.3. Amöbenzysten

Im Jahr 2022 wurden insgesamt 3.453 Bienenproben auf Zysten der Amöbe *Malpighamoeba mellificae* untersucht. Davon fielen 1.104 ins Frühjahr, 1.133 in den Sommer und 1.215 in den Herbst. Ein Befall mit Zysten konnte nur in einem sehr geringen Anteil der Proben nachgewiesen werden. Betroffen waren nur Monitoringvölker, die von den Bieneninstituten FLI Riems, Hohenheim und Veitshöchheim betreut wurden. Die Frühjahrsproben aus Riems waren besonders hoch belastet (15 %). Die Sommer und Herbstproben waren jedoch ohne Befund. In Hohenheim wurden in der Frühjahrsprobe drei positive Fälle verzeichnet und in den Sommer und Herbstproben war jeweils eine Probe positiv (0,5 %). Veitshöchheim hatte auch nur eine positive Frühlingsprobe (0,5%). Auf das Bundesgebiet gesehen bleibt der Befall *M. mellificae* eine Ausnahme. Nur 0,9 % der Frühjahrsproben und 0,1 % der Sommer- und Herbstproben waren infiziert.

Tabelle 18: Amöbenbefall im Frühjahr, Sommer und Herbst 2022 im Vergleich mit den Vorjahren.

	Amöben Frühjahr			Amöben Sommer			Amöben Herbst		
2022	**N**	negativ	positiv	**N**	negativ	positiv	**N**	negativ	positiv
Celle	**140**	140		**169**	169		**156**	156	
FLI-Riems	**40**	34	6 (15 %)	**29**	29		**39**	39	
Hohenheim	**198**	195	3 (1,5 %)	**189**	188	1 (0,5 %)	**198**	197	1 (0,5 %)
Hohen Neuendorf	**266**	266		**265**	265		**276**	276	
Kirchhain	**113**	113		**107**	107		**120**	120	
Mayen	**146**	146		**175**	175		**180**	180	
Veitshöchheim	**201**	200	1 (0,5 %)	**199**	199		**247**	247	
gesamt 2022*	**1.104**	**1.094**	**10 (0,9 %)**	**1.133**	1.133	**1 (0,1 %)**	**1.216**	**1.215**	**1 (0,1 %)**
2021*	1.118	1.112	6 (0,5 %)	1.122	1.119	3 (0,3 %)	1.133	1.130	3 (0,3 %)
2020*	1.084	1.083	1 (0,01 %)	1.132	1.131	1 (0,01 %)	1.188	1.182	6 (0,5 %)
2019*	1.094	1.086	8 (0,7 %)	1.095	1.093	2 (0,2 %)	1.101	1.100	1 (0,1 %)
2018*	1.104	1.044	5 (0,5 %)	1.079	1.059	1 (0,1 %)	1.133	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

3.5.4. Tracheenmilben (*Acarapis woodi*)

Im Frühjahr 2022 wurden Bienenproben von insgesamt 114 Bienenständen genommen und auf die Tracheenmilbe *Acarapis woodi* untersucht. Wie in den Jahren zuvor konnte in keiner der analysierten Bienen der Parasit nachgewiesen werden.

3.5.5. Bienenviren

Die Auswirkungen von Virusinfektionen auf Honigbienen unterscheiden sich von Virus zu Virus. Die meisten Infektionen verlaufen asymptomatisch. Es treten aber auch symptomatische Infektionen auf, bei denen die Symptome von leichten Leistungseinschränkungen über Missbildungen und/oder Lähmungen bis zum Tod reichen können. Die Symptome und der Schweregrad einer Virusinfektion hängen zunächst einmal von der Pathologie und Virulenz der Virus-Spezies/-Quasispezies ab, zudem von der Virulenz des jeweiligen Virusstamms oder der Virusvariante. Wesentlich für die Ausprägung der Infektion ist auch der physiologische Zustand des Wirts. Dieser kann von der Genetik, vom Ernährungszustand, von weiteren Krankheitserregern oder der Exposition gegenüber Umweltchemikalien beeinflusst sein.

Im Rahmen des DeBiMo werden in jedem Jahr im Oktober (Herbstprobe) von jedem Monitoringvolk Bienenproben genommen. Von den zehn Proben je Standort werden fünf zufällig ausgewählt und auf ABPV, DWV, SBV sowie CBPV untersucht. Zur Untersuchung werden nur die Köpfe der Bienen eingesetzt, da sich in vorangegangenen Untersuchungen gezeigt hatte, dass für alle vier Viren eine Infektion des „Kopfes“ (Gehirn und/oder Futtersaftdrüsen) klinisch relevant ist und die Untersuchungen des Kopfmaterials daher biologisch relevante Daten liefern.

Im Rahmen des DeBiMo werden auch volk- oder standbezogene Daten zur Wintersterblichkeit, zur Pflanzenschutzmittelexposition, zu weiteren Krankheitserregern und Parasiten (insbes. zu *V. destructor*) sowie dem Ernährungszustand und der Volksentwicklung erhoben. Somit ermöglicht die erfassten Virusinfektionsdaten eine umfassende Evaluierung des relativen Beitrags, die die Virusinfektionen zum Gesamtzustand eines Bienenvolks beitragen.

Die Auswertungen der letzten Jahre haben bereits gezeigt, dass klinisch relevante DWV-Infektionen einen unmittelbaren Einfluss auf den Überwinterungserfolg haben, auch weil sie signifikant mit dem *Varroa*-Parasitierungsgrad eines Volkes im Herbst korrelieren. Dies, liegt wiederum daran, dass DWV die Milbe *V. destructor* als mechanischen, aber zunehmend auch als höchst effizienten biologischen Vektor nutzt. Eine ähnliche Rolle spielt ABPV, auch wenn die Zusammenhänge hier nicht immer so ausgeprägt waren. Des Weiteren werden die Bienenproben auf CBPV und SBV untersucht.

3.5.5.1. Prävalenz von Virusinfektionen

In Tabelle 19 sind die Ergebnisse der Untersuchungen der im Herbst 2021 gezogenen Bienenproben sowohl für die von den einzelnen Instituten betreuten Standorte als auch für Gesamtdeutschland wiedergegeben. Wie immer gibt es deutliche regionale Unterschiede für die Prävalenzen aller vier Viren. Während DWV in den DeBiMo-Bienenvölkern in allen Regionen nachgewiesen wurde, konnte SBV nur in den von den Bieneninstituten Celle bzw. Kirchhain betreuten Standorten nachgewiesen. ABPV und CBPV wurden fast überall nachgewiesen, nur nicht in den vom Hohen Neuendorf und FLI-Riems betreuten Völkern. In Bezug auf die Prävalenz der Nachweise insgesamt ergab sich das Bild, dass DWV und CBPV in 21,5 % bzw. 16,6 % der untersuchten Völker nachgewiesen wurden und damit im Jahr 2021 am häufigsten zu finden waren. ABPV und SBV traten lediglich in 3,3 % bzw. 0,4 % der 571 untersuchten Völker der gesamten Kohorte auf.

Tabelle 19: Untersuchung der Bienenproben vom Herbst 2021 auf Viren (ABPV, DWV, SBV, CBPV).

		Prävalenz (%)			
2021	**N**	**ABPV Akutes Bienenparalyse Virus**	**DWV Flügeldeformations Virus**	**SBV Sackbrut Virus**	**CBPV Chronisches Bienenparalyse Virus**
Celle	48	6,3	45,8	2,1	35,2
FLI-Riems	23	0,0	34,8	0,0	0,0
Hohenheim	100	1,0	15,0	0,0	55,0
Hohen Neuendorf	150	0,0	16,7	0,0	0,0
Kirchhain	60	1,7	8,3	1,7	31,7
Mayen	85	8,2	29,4	0,0	3,5
Veitshöchheim	105	6,7	21,9	0,0	1,0
gesamt 2021	**571**	**3,3**	**21,5**	**0,4**	**16,6**
2020	625	4,6	14,5	1,3	28,3
2019	536	6,8	23,8	8,9	30,9
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

Tabelle 19 ermöglicht auch eine Betrachtung der für ganz Deutschland berechneten Infektionsprävalenzen im Zeitraums 2009 – 2021. Die Prävalenzen der CBPV-Infektionen zeigen einen zyklischen Verlauf, bei dem sich Jahre mit niedriger (< 9 %; 2009-2012, 2015-2018) und hoher Prävalenz (> 15 %; 2013/2014, 2019 – 2021) abwechseln (Tabelle 19; Abbildung 13). Das Jahr 2021 gehört mit 16,6 % CBPV-infizierten Völkern zu den Jahren mit hoher Prävalenz.

Die Prävalenz der klinisch relevanten DWV-Infektionen schwankt zwischen 14 % (2015) und 41 % (2009, 2016; Tabelle 19). Das heißt, dass obwohl das Jahr 2021 mit einer DWV-Infektionsprävalenz von 21,5 % im Herbst immerhin 7 % über dem Wert des Vorjahres (14,5 %) liegt, es trotzdem eher zu den Jahren mit mittlerer Prävalenz zählt (Tabelle 19; Abbildung 13).

Die Prävalenz von ABPV-Infektionen in der untersuchten Kohorte schwankt sehr stark (Faktor >10) mit Werten zwischen 2,2 % (2015) und 29,2 % (2011), wobei die höchsten Werte (12,5 %, 13,1 %, 29,2 %) zu Beginn des Untersuchungszeitraums von 2009 – 2011 auftraten und die Werte in den letzten fünf Jahren immer unter 10 % (3,3 % im Jahr 2021) lagen (Tabelle 19; Abbildung 13).

Die Werte für die Prävalenz der SBV-Infektionen schwanken um mehr als das Zwanzigfache, aber auf niedrigem Niveau zwischen 0,4 % (2021) und 8,9 % (2009). Der Herbst 2021 ist mit 0,4 % infizierten Völkern der Herbst mit der bisher geringsten Prävalenz (Tabelle 19; Abbildung 13).

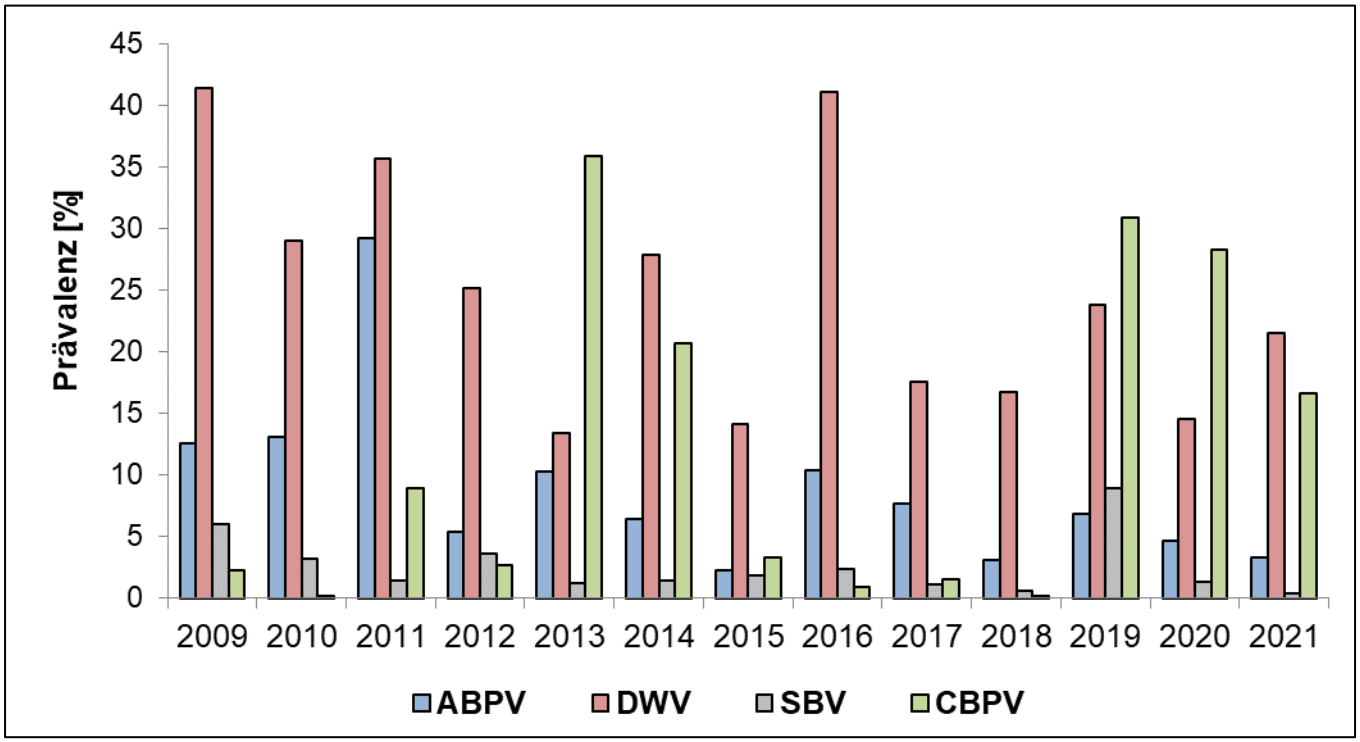

Abbildung 13: Prävalenz der vier untersuchten Bienenviren in den Herbstbienen (2009-2021)

Eine Auswertung der Infektionsprävalenz für die einzelnen Viren über den Untersuchungszeitraum 2009 – 2021 (Abbildung 14) ergibt statistisch signifikante Unterschiede. Klinisch relevante DWV-Infektionen treten am häufigsten auf. Die Prävalenz von CBPV-Infektionen zeigt die größte Varianz über die Jahre, wodurch sich kein signifikanter Unterschied zwischen der Prävalenz von CBPV-Infektionen und der von ABPV- und SBV-Infektionen ergibt, obwohl die Häufigkeit von ABPV- und SBV-Infektionen untereinander signifikant verschieden ist. Angesichts der Häufigkeit der CBPV-Infektionen im Herbst, aber auch der großen Schwankungen werden wir im Rahmen des Abschlussberichts im nächsten Jahr mit multivariaten Methoden und auf Volksebene den Zusammenhang zwischen CBPV-Infektionen, weiteren Virus- und *Nosema*-Infektionen und den Winterverlusten analysieren.

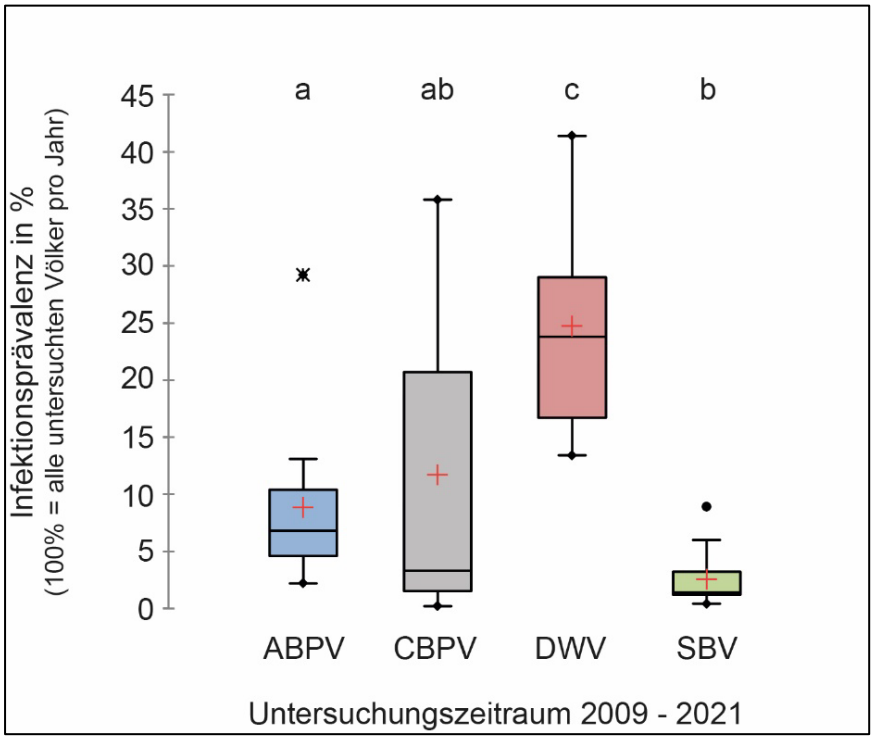

Abbildung 14: Prävalenz der Infektionen mit ABPV, CBPV, DWV und SBV in der untersuchten Kohorte von Bienenvölkern im Untersuchungszeitraum 2009-2021. Gezeigt sind die Mittelwerte ± SD für jede Infektionskategorie. Kategorien mit unterschiedlichen Buchstaben sind signifikant verschieden (Kruskal–Wallis Test mit Dunn's Test für Mehrfachvergleiche, Signifikanzlevel $p < 0,05$).

3.5.5.2. Virusinfektionen und *Varroa*-Befall

Um den Zusammenhang zwischen dem Parasitierungsgrad eines Volkes mit *V. destructor* und dem Auftreten klinisch relevanter Virusinfektionen zu untersuchen, wird im Rahmen des DeBiMo nicht das einzelne Volk betrachtet, sondern es werden für bestimmte Kategorien von Völkern statistische Analysen durchgeführt, mit denen die Zusammenhänge zwischen Virusprävalenzen und Varroalast (Milben pro 100 Bienen in der Herbstprobe) analysiert werden können. Da für die Auswinterung der Völker im Untersuchungsjahr 2022 die Virusbelastung im Herbst 2021 relevant ist, werden in dieser Auswertung die Ergebnisse der Virusuntersuchungen aus dem Herbst 2021 berücksichtigt.

Die bisherige Auswertung fokussierte sich auf Infektionen mit ABPV und DWV, da *V. destructor* vor allem für diese beiden Viren ein effizienter Vektor ist. Die Völker wurden entsprechend ihres DWV- und ABPV-Infektionsstatus kategorisiert (Abbildung 15) und für die Gruppen mit (positiv) und ohne (negativ) Nachweis von DWV (rote Balken) bzw. ABPV (blaue Balken) wurde analysiert, ob es signifikante Unterschiede in der Varroalast zwischen den Völkern der einzelnen Kategorien gab. Tatsächlich hatten die DWV-positiven Völker mit 8,2 Milben / 100 Bienen einen signifikant (Kruskal-Wallis-Test, $p < 0{,}001$) höheren *Varroa*-Parasitierungsgrad im Herbst als die DWV-negativen Völker, die im Mittel nur 3,3 Milben / 100 Bienen aufwiesen (Abbildung 15). Ähnlich sah es für den Zusammenhang zwischen ABPV-Infektionen und *Varroa*-Parasitierung aus: In den ABPV-positiven Völkern waren 11,0 Milben / 100 Bienen gefunden worden, in den ABPV-negativen Völkern dagegen nur 4,1 Milben / 100 Bienen. Auch dieser Unterschied war hoch signifikant (Kruskal-Wallis-Test, $p < 0{,}001$). Für beide Infektionen gilt also, dass die Virus-positiven Völker mit signifikant mehr Milben belastet waren als die Virus-negativen Völker, bzw. ein höherer *Varroa*-Parasitierungsgrad auch häufig mit einer DWV- und/oder ABPV-Infektion einherging (Abbildung 15).

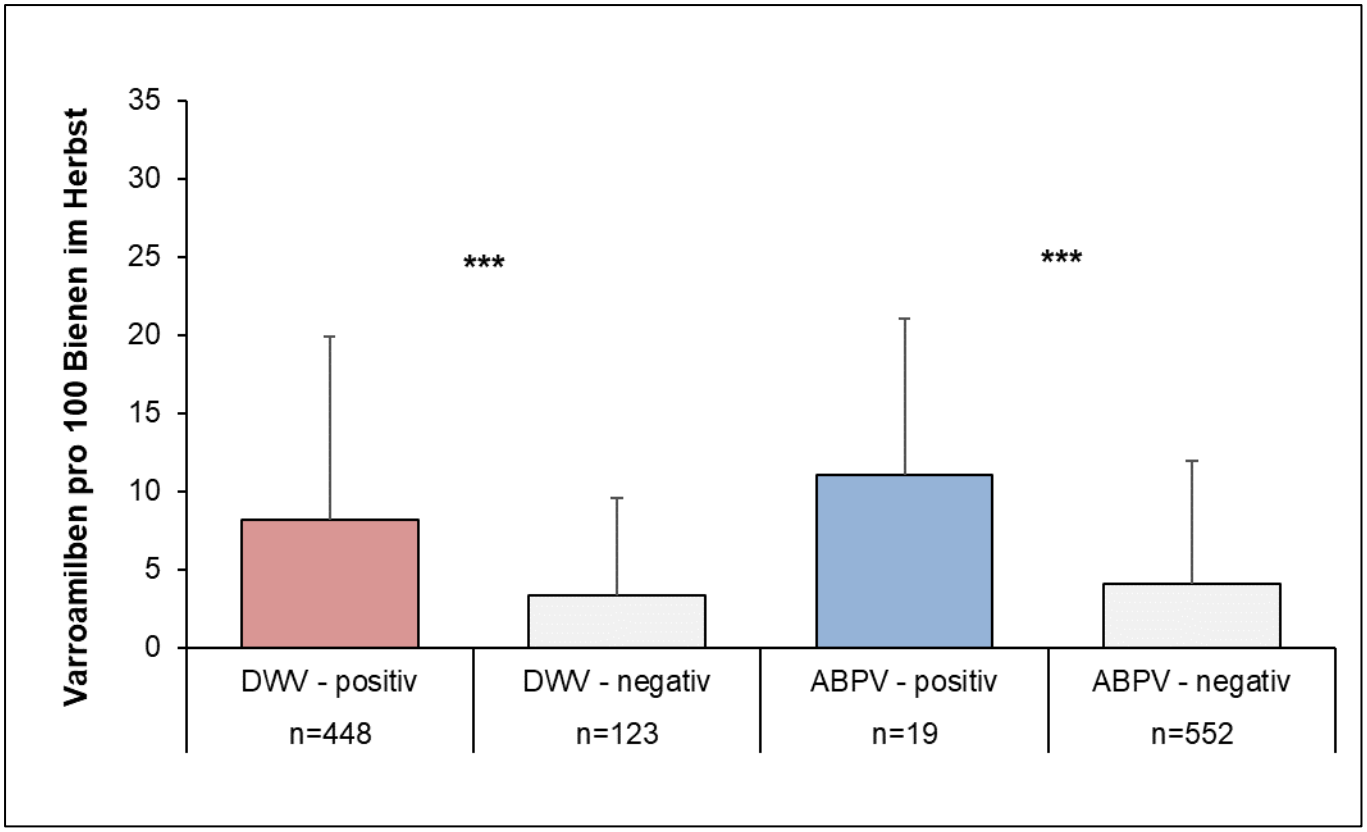

Abbildung 15: Zusammenhang zwischen dem DWV- bzw. ABPV-Infektionsstatus und dem *Varroa*-Parasitierungsgrad eines Volks. Gezeigt ist die durchschnittliche *Varroa*-Belastung (Mittelwert ± SD) bei Völkern mit (rot) und ohne (grau) DWV, sowie mit (blau) und ohne (grau) ABPV. Die Unterschiede zwischen den Gruppen sind statistisch signifikant (Kruskal-Wallis-Test, $p < 0{,}001$).

In den meisten DeBiMo-Völkern wurde keine klinisch-relevanten DWV- oder ABPV-Infektionen nachgewiesen (438 von 571). Es gab jedoch bei den 133 DWV- bzw. APBV-infizierten Völkern auch 9 Völker, die mit beiden Viren infiziert waren (Abbildung 16). Eine Vergleich des Infektionsstatus mit dem *Varroa*-Parasitierungsgrad ergab drei signifikant (Wilcoxon paarweiser Vergleich; $p < 0{,}01$) voneinander unterscheidbare Kategorien bzw. Gruppen: Die Gruppe, die weder DWV-, noch ABPV-infiziert war, hatte die niedrigste *Varroa*-Belastung, während die Gruppe, die sowohl DWV- als auch ABPV-infiziert war, die höchste *Varroa*-Belastung hatte; die Gruppe, die entweder DWV- oder ABPV-infiziert war, lag von der Varroalast her genau im Mittelfeld (Abbildung 16). Dieses Ergebnis unterstreicht noch einmal den Zusammenhang zwischen *Varroa*-Parasitierung und Infektionen mit DWV und/oder ABPV.

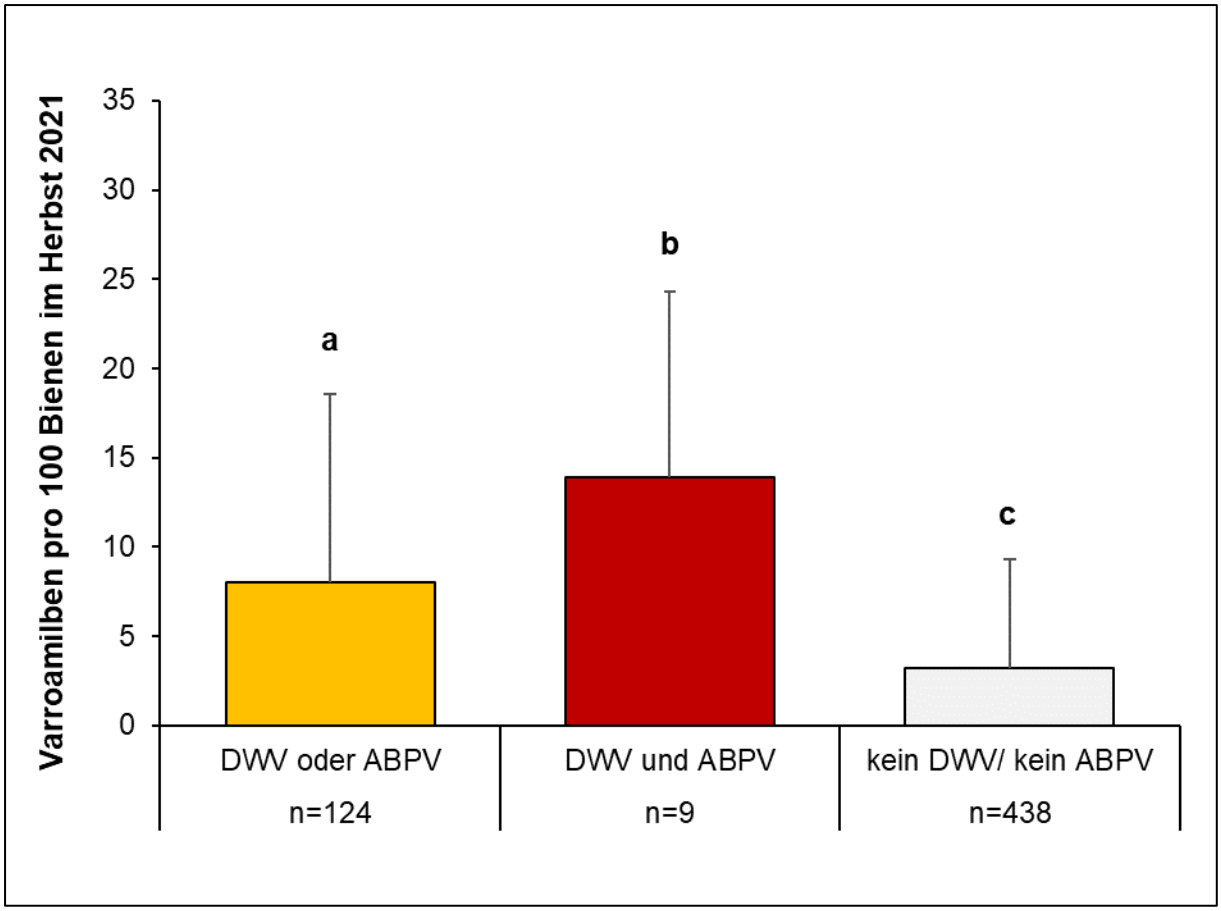

Abbildung 16: Zusammenhang zwischen dem DWV- und/oder ABPV-Infektionsstatus und dem *Varroa*-Parasitierungsgrad eines Volks. Gezeigt ist die durchschnittliche *Varroa*-Belastung (Mittelwerte ± SD) der mit ABPV und/ oder DWV infizierten Völker im Herbst 2021 im Vergleich zu nicht infizierten Völkern; Gruppen mit unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant (Wilcoxon paarweiser Vergleich; P<0,01)

3.5.5.3. Virusinfektionen und Völkerverluste im Winter

Die Daten zu Virusinfektionen, Volksstärke und Winterverlusten, die im Rahmen des DeBiMo erhoben werden, ermöglichen es, den Zusammenhang zwischen Winterverlustraten und Virusprävalenz zu analysieren. Dies erscheint insbesondere sinnvoll für DWV und ABPV-Infektionen, da sie mit dem *Varroa*-Parasitierungsgrad eines Volkes korrelieren (siehe 3.5.5.1), für den wir in den letzten Jahren (siehe DeBiMo-Berichte seit 2009) immer wieder gezeigt haben, dass er den Überwinterungserfolg eines Volks bestimmt: Je höher der Parasitierungsgrad ist, desto schlechter ist die Prognose für eine erfolgreiche Überwinterung dieses Volkes (siehe 3.5.1.6).

Die Zusammenhänge zwischen Infektionen mit DWV und ABPV im Herbst und den Verlusten im darauffolgenden Winter sind in Abbildung 17 und Abbildung 18 dargestellt. Über den Untersuchungszeitraum 2009-2021 kann ein signifikanter Zusammenhang sowohl zwischen DWV-Infektionen und erhöhten Winterverlusten (Chi-Quadrat; P < 0,001) (Abbildung 17) als auch zwischen ABPV-Infektionen und Winterverlustraten (Chi-Quadrat; P < 0,01) (Abbildung 18) bestätigt werden.

Die separate Betrachtung des Winters 2021/2022 bestätigt diesen Zusammenhang allerdings nur für DWV: Im Winter 2021/2022 traten in der Gruppe der DWV-infizierten Völker (21,5 % aller untersuchten Völker, Tabelle 19) signifikant (Chi-Quadrat; P < 0,001) höhere Winterverluste (über 35 %) auf als in der Gruppe der nicht-infizierten Völker (Winterverluste < 15 %; Abbildung 17). Überraschend war, dass der Unterschied in der Winterverlustrate zwischen den beiden Gruppen „ABPV-infiziert“ und „nicht ABPV-infiziert“ nicht signifikant war (Chi-Quadrat; P > 0,05) (Abbildung 18). Allerdings dürfte das der zu kleinen Stichprobengröße im Herbst 2021 geschuldet sein, da nur 3,3 % der Völker ABPV-infiziert gewesen waren (Tabelle 19).

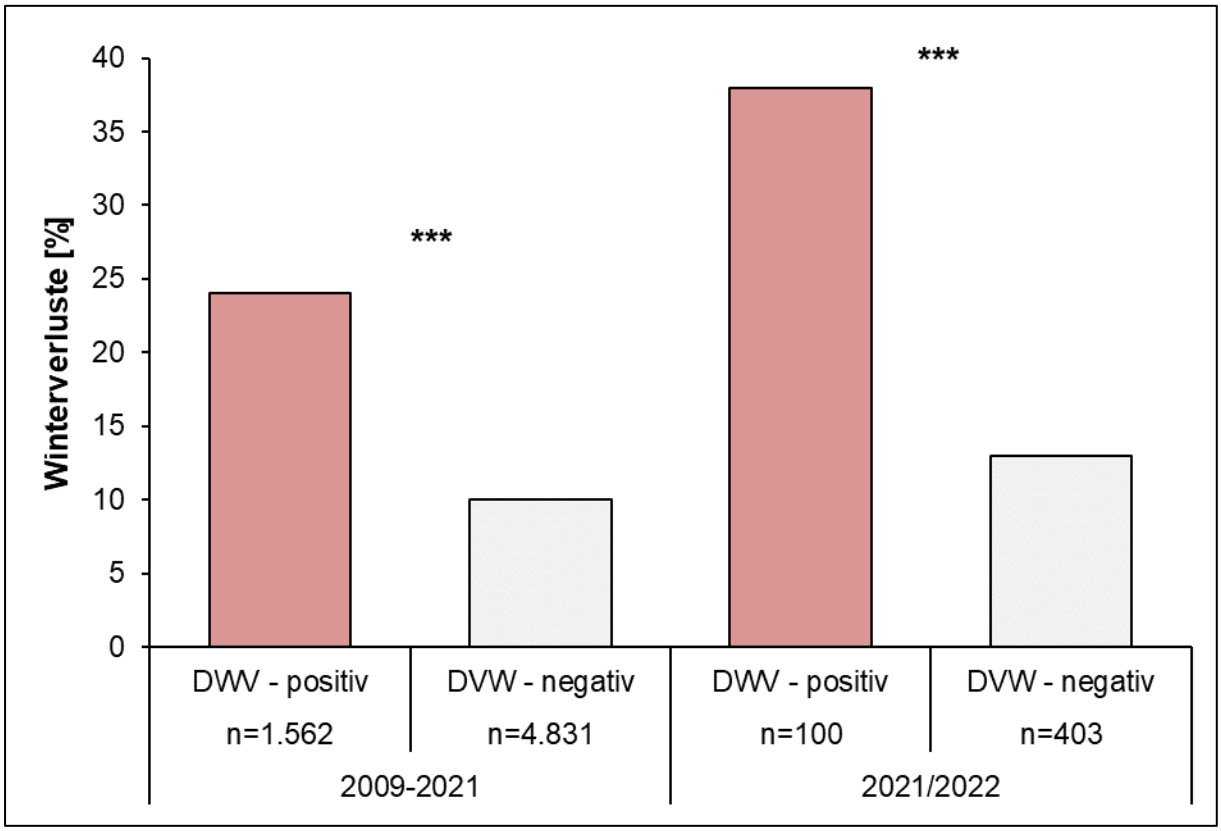

Abbildung 17: Zusammenhang zwischen DWV-Infektionen im Herbst und Völkerverlusten im darauffolgenden Winter. Dargestellt ist der Vergleich zwischen DWV-positiven und negativen Völkern im Zeitraum 2009-2021 und die 2021/2022 in Relation zu den Winterverlustraten (Chi-Quadrat; P < 0,001). Berücksichtigt wurden nur die Daten der Völker, bei denen sowohl die Ergebnisse der Virusdiagnostik als auch ein Auswinterungsquotient vorhanden waren (aufgrund einer Datenlücke wurden die Daten aus Celle für den Winter 2021/2022 in dieser Grafik nicht berücksichtigt).

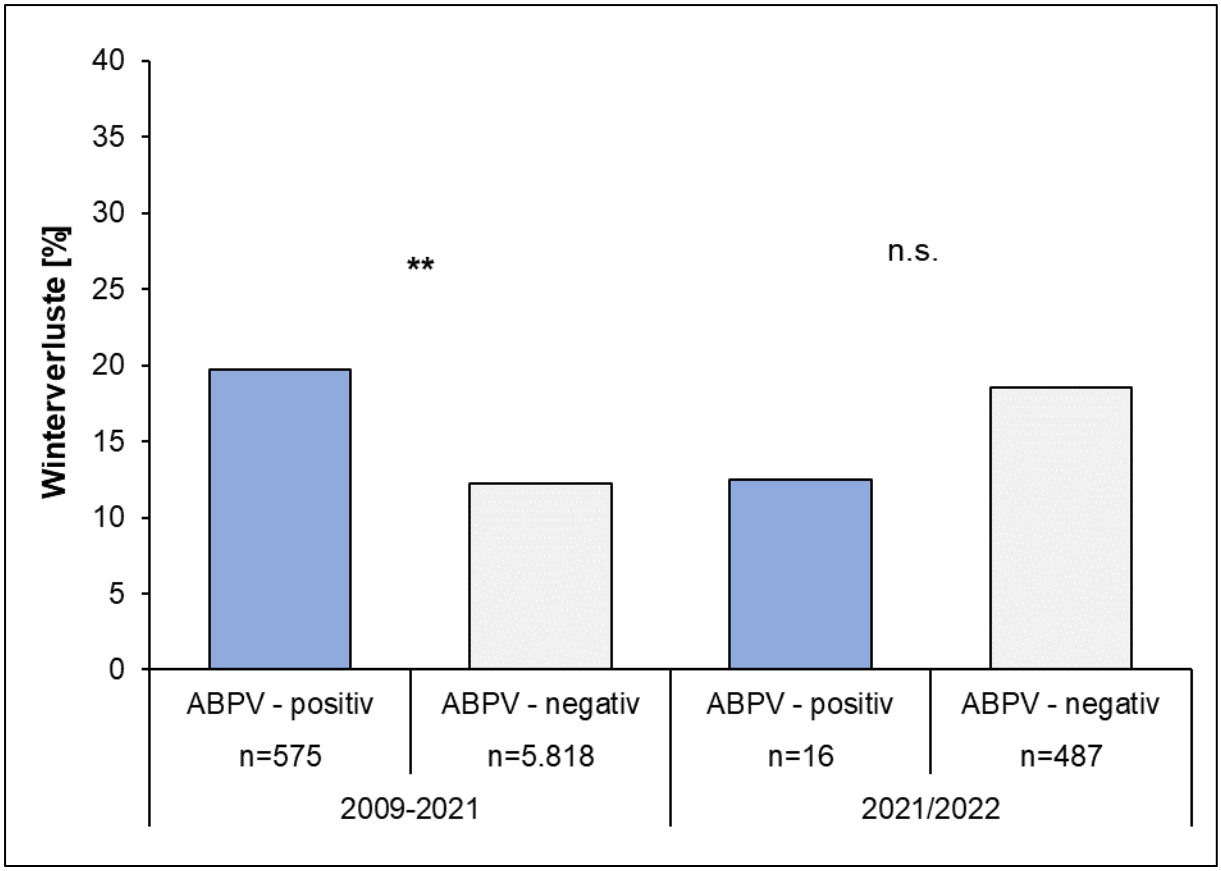

Abbildung 18: Zusammenhang zwischen ABPV-Infektionen im Herbst und Völkerverlusten im darauffolgenden Winter. Dargestellt ist der Vergleich zwischen ABPV-positiven und negativen Völkern im Zeitraum 2009-2021 (Chi-Quadrat; P < 0,01) und die 2021/2022 in Relation zu den Winterverlustraten (Chi-Quadrat; P > 0,05). Berücksichtigt wurden nur die Daten der Völker, bei denen sowohl die Ergebnisse der Virusdiagnostik als auch ein Auswinterungsquotient vorhanden sind (aufgrund einer Datenlücke wurden für den Winter 2021/2022 die Daten von Celle in dieser Grafik nicht berücksichtigt).

Die Auswertung des Zusammenhangs zwischen DWV- und ABPV-Infektionen und dem *Varroa*-Parasitierungsgrad eines Volks (Milben / 100 Bienen) hatte für den Winter 2021/2022 signifikante Unterschiede ergeben zwischen den drei Infektionskategorien (i) infiziert mit DWV oder ABPV, (ii) infiziert mit DWV und ABPV und (iii) weder mit DWV noch mit ABPV infiziert (Abbildung 16). Da der *Varroa*-Parasitierungsgrad eines Volks einen entscheidenden Einfluss auf dessen Wintersterblichkeit hat, haben wir die drei Infektionskategorien, da sie mit dem *Varroa*-Parasitierungsgrad korrelierten (Abbildung 16), auch in Bezug auf die Winterverluste untersucht. Für diese Analyse haben wir allerdings den Monitoringzeitraum 2009 – 2021/2022 betrachtet, um nicht nur eine für einen Winter gültige Aussage zu treffen. Es zeigte sich, dass sich die drei Infektionskategorien in Bezug auf die Winterverlustraten signifikant voneinander unterschieden (Abbildung 19). Die virusinfizierten Völker hatten mit ~17 % (DWV oder ABPV) und ~25 % (DWV und ABPV) signifikant (Chi-Quadrat; P < 0,001) höhere Winterverlustraten als die Völker ohne nachweisbare DWV- oder ABPV-Infektion (~8 %). Die Völker, die sowohl mit DWV als auch mit ABPV infiziert waren, hatten von allen drei Kategorien die

signifikant höchste Winterverlustrate (~25 %). Damit zeigt sich erneut, dass die drei Parameter (i) *Varroa*-Parasitierungsgrad eines Volkes, (ii) Infektionsstatus des Volkes in Bezug auf DWV- und ABPV-Infektionen sowie (iii) die Wintersterblichkeit dieses Volkes zusammenhängen, da die Milbe *V. destructor* für diese beiden Viren als Vektor dient. Daher können der Infektions- und der Parasitierungsstatus in Bezug auf Winterverluste nicht losgelöst voneinander betrachtet werden.

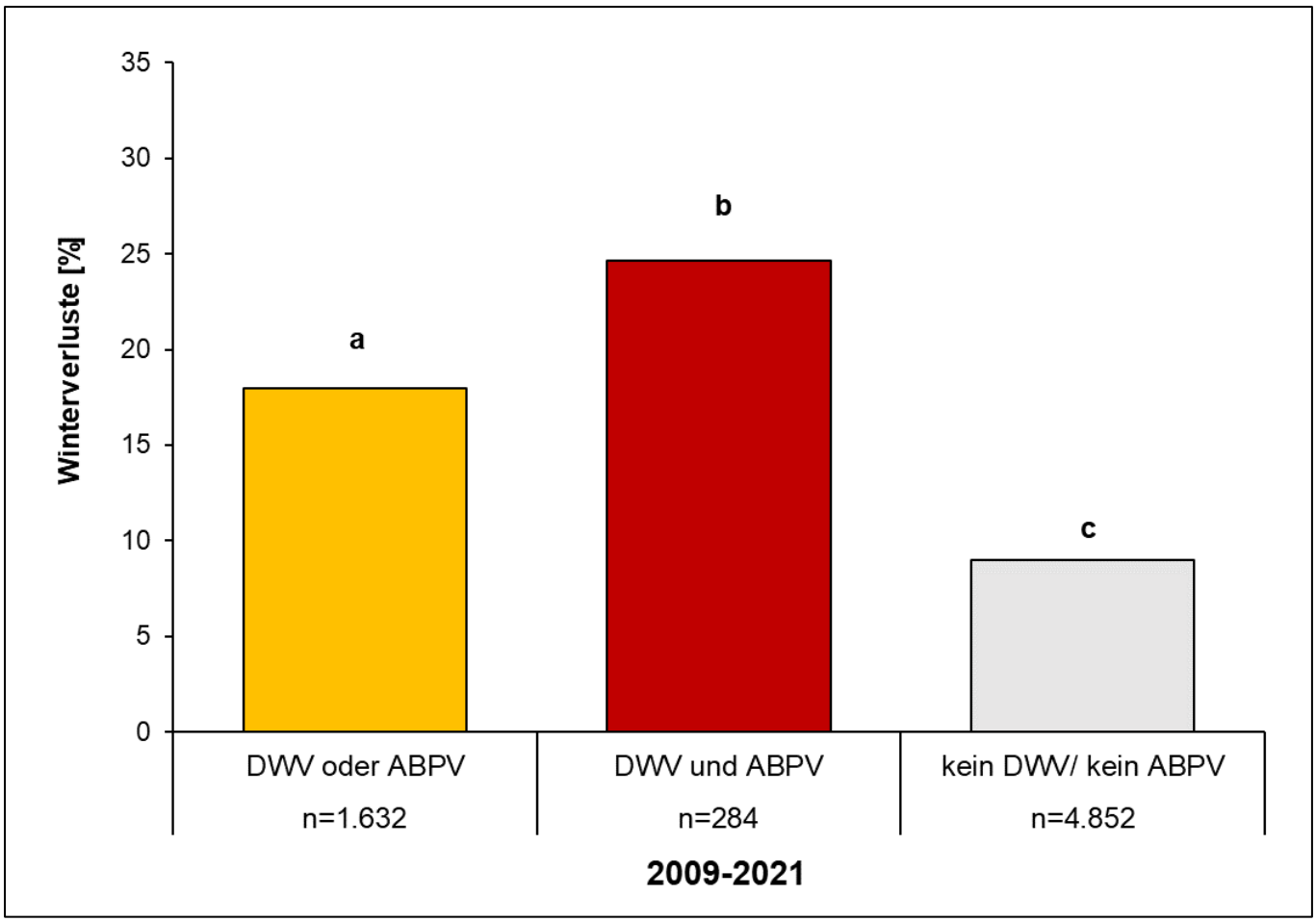

Abbildung 19: Zusammenhang zwischen DWV- und/oder ABPV-Infektionen im Herbst und Völkerverlusten im darauffolgenden Winter. Verglichen werden die Winterverluste in den drei Kategorien der mit DWV oder ABPV (gelber Balken), mit DWV und ABPV (roter Balken) und weder mit DWV noch mit ABPV infizierten Völkern im Zeitraum 2009-2021/2022. Kategorien mit unterschiedlichen Buchstaben sind signifikant verschieden (Chi-Quadrat; $P < 0{,}001$).

Zur genaueren Auswertung der Zusammenhänge zwischen den einzelnen Virusinfektionen, der *Varroa*-Parasitierung und den Winterverlusten werden wir im kommenden Jahr eine größere multivariate Analyse (z.B. random forest oder decision tree analysis) durchführen, um den relativen Anteil, den jedes Pathogen an den Winterverlusten hat, auf Volksebene ermitteln zu können. Wir werden bei statistisch signifikanten Zusammenhängen immer auch die Effektstärke (biologische Relevanz) der beobachteten Zusammenhänge berechnen, da gerade bei sehr großen Stichproben,

so wie sie nach bald 15 Jahren DeBiMo vorliegen, eine statistische Signifikanz nicht automatisch auch eine biologische Relevanz bedeutet.

3.5.6. Amerikanische Faulbrut

Im Herbst 2022 wurden insgesamt 240 Futterkranzproben auf den Erreger der Amerikanischen Faulbrut, *Paenibacillus larvae*, analysiert (Tabelle 20). Dieses Jahr waren 2 Proben aus Hessen positiv. Dies sind die ersten positiven Proben seit 2018.

Tabelle 20: AFB-Standuntersuchungen im Herbst 2022 im Vergleich mit den Vorjahren.

2022	**N**	**Negativ**	**Positiv**
Celle	32	32 (100 %)	0
FLI-Riems	6	6 (100 %)	0
Hohenheim	38	38 (100 %)	0
Hohen Neuendorf	56	56 (100 %)	0
Kirchhain	24	22 (91,7 %)	2 (8,3 %)
Mayen	36	36 (100 %)	0
Veitshöchheim	48	48 (100 %)	0
gesamt 2022*	**240**	**238 (99,2 %)**	**2 (0,8 %)**
2021*	225	225 (100 %)	0
2020*	242	239 (98,7 %)	0
2019*	236	233 (98,7 %)	0
2018*	238	226 (95,0 %)	4 (1,7 %)
2017*	220	212 (96,4 %)	1 (0,4 %)
2016*	215	203 (94,4 %)	1 (0,5 %)
2015*	217	204 (94,0 %)	2 (0,9 %)
2014*	218	208 (95,4 %)	2 (0,9 %)
2013*	214	205 (95,8 %)	8 (3,7 %)
2012*	288	268 (93,1 %)	15 (5,2 %)
2011*	233	208 (89,3 %)	16 (6,8 %)
2010*	214	205 (95,8 %)	8 (3,7 %)

* errechnet aus Völkerzahl

3.5.7. Befall mit *Tropilaelaps* spp.

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

3.5.8. 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 Schadspuren, die auf einen Befall mit dem Kleinen Beutenkäfer hinweisen könnten, wurden ebenfalls nicht beobachtet.

3.6. Rückstandsanalysen in Bienenbrot

Im Berichtszeitraum 2022 sammelten die beteiligten Institute 136 Proben von Bienenbrot für die Analyse auf Rückstände von Pflanzenschutzmitteln. Aufgrund eines unzureichenden Budgets konnten wir im Jahr 2022 nur 129 Bienenbrotproben auf Pflanzenschutzmittelrückstände mit der validierten Multimethode untersucht werden. Die botanische Herkunft der Proben wurde mithilfe einer Pollenanalyse geprüft. Analysiert und für den Bericht ausgewertet wurden insgesamt 475 Substanzen. Das ist 1 Wirkstoff mehr, als im Vorjahr, wobei im Vergleich zu 2021, 13 neue Substanzen dazu kamen und 12 weggefallen sind. Neu im Untersuchungsprogramm waren folgende Wirkstoffe: Bioresmethrin (Insektizid), Captafol (Fungizid), Chlordecone (obsoletes Insektizid, nicht mehr auf dem Markt), Chlorethoxyphos (Insektizid), Chlormephos (Insektizid), Famphur (Insektizid), Furilazole (Herbizid-Safener in Deutschland nicht zugelassen), Isoxathion (Insektizid), Karanjin (Akarizid und Insektizid), Potasan (Insektizid), Pyraclofos (Insektizid), Tebupirimiphos (Insektizid) und Thiometon (Akarizid und Insektizid). Die LUFA Speyer nimmt regelmäßig interessante Wirkstoffe in das Programm auf und ersetzt Wirkstoffe mit niedrigen Findungsraten. Keiner dieser Wirkstoffe wurde im Bienenbrot nachgewiesen.

Der Wirkstoff Amitraz ist in Deutschland als Varroazid zugelassen, während die Anwendung als Insektizid in der Landwirtschaft nicht zugelassen ist. Aufgrund von Zerfallprozessen sind die Wiederfindungsraten für diesen Wirkstoff gering (25 %), ebenso wie für den Amitraz-Metaboliten DMPF (22 %). So ist es nicht verwunderlich, dass hiervon keine Rückstände in den Proben gefunden wurden. Der Metabolit Amitraz-formamid DMF zeigt hingegen deutlich höhere Wiederfindungsraten (85 %). So ergaben sich, sechs positive Befunde, von denen vier über der Bestimmungsgrenze lagen. Zwei Wirkstoffe wurden zum ersten Mal in DeBiMo-Bienenbrotproben oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen: Anthrachinon, ein Wirkstoff, der unter der Bezeichnung Morkit als Vogelfraßschutz nach der Aussaat zur Saatgutbehandlung (z. B. Mais) bis 2009 eingesetzt wurde und in Rhabarberwurzeln oder Faulbaumrinde vorkommt und Dieldrin, ein nichtselektives Insektizid, das gegen Bodeninsekten und verschiedene krankheitsübertragende Insekten eingesetzt wird.

Von den 475 untersuchten Wirkstoffen und Metaboliten wurden 75 in den Bienenbrotproben detektiert. 61 Wirkstoffe wurden mindestens einmal oberhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze (> BGr.) nachgewiesen. Pflanzenschutzmittelrückstände konnten in 117 (90,7 %) der 129 untersuchten Proben nachgewiesen werden. Davon hatten 87 Proben (67,4 %) mindestens einen Wirkstoff oberhalb der Bestimmungsgrenze, das sind 9,3 Prozentpunkte weniger gegenüber dem Vorjahr (76,7 %). Wie in

2021 war der am häufigsten nachgewiesene Wirkstoff das Fungizid Boscalid in 31,8 % der Proben. Auch der Wirkstoff mit der höchsten Konzentration war wieder das Fungizid Tetrahydrophthalimid (2,04 mg/kg), ein Metabolit von Captan. Das am häufigsten nachgewiesene Herbizid Prosulfocarb trat in 17,0 % der Proben auf. Das in diesem Jahr häufigste Insektizid war Tau-Fluvalinat (N = 11; 8,5 %).

Tabelle 21: Übersicht der Ergebnisse der Rückstandsuntersuchungen von Bienenbrot 2005-2021. N = Anzahl Proben.

Jahr	N Proben	N Wirkstoffe untersucht	N Wirkstoffe Nachweis	% Proben belastet	Häufigster Wirkstoff	Häuf. Wirkstoff % Proben	Wirkstoff mit höchster Konz.	Max. Konz. mg/kg	Häufigstes Insektizid	Max. Konz. mg/kg	Häufigstes Insektizid % Proben	Insektizid mit höchster Konz.	Insektizid höchste Konz. mg/kg
2006	105	258	42	76,0	Coumaphos (V)	43,8	Azoxystrobin (F)	1,776	Thiacloprid	0,199	8,5	Thiacloprid	0,199
2007	110	258	42	70,9	Boscalid (F)	60,9	Boscalid (F)	0,928	Thiacloprid	0,277	56,4	Thiacloprid	0,277
2009	88	298	48	88,6	Boscalid (F)	72,7	Fludioxonil (F)	2,800	Thiacloprid	0,150	53,4	Thiacloprid	0,150
2010	209	368	90	90,4	Boscalid (F)	59,3	Iprodion (F)	12,800	Thiacloprid	0,236	56,9	Chlorpyriphos	0,450
2011	216	395	75	87,5	Boscalid(F)	61,6	Iprodion (F)	1,877	Thiacloprid	0,130	51,3	Coumaphos	0,360
2012	218	391	72	90,4	Thiacloprid (I)	60,6	Boscalid (F)	2,683	Thiacloprid	0,498	60,6	Amitraz[1]	0,573
2013	170	400	73	86,5	Thiacloprid (I)	55,9	Fludioxonil (F)	0,865	Thiacloprid	0,240	55,9	DEET[2]	0,458
2014	182	401	76	89,0	Thiacloprid (I)	61,0	Iprodion (F)	1,903	Thiacloprid	0,224	61,0	Cypermethrin	0,520
2015	193	402	83	88,1	Thiacloprid (I)	51,8	Azoxystrobin (F)	1,194	Thiacloprid	0,129	51,8	Thiacloprid	0,129
2016	203	407	97	96,1	Boscalid (F)	61,6	Iprodion (F)	2,194	Thiacloprid	0,267	31,5	Fenoxycarb	0,373
2017	152	439	85	96,7	Thiacloprid (I)	61,8	Tetrahydroph-thalimid (M)	2,500	Thiacloprid	0,198	61,8	Tau-Fluvalinat	0,274
2018	130	451	90	92,3	Thiacloprid (I)	48,5	Iprodion (F)	3,880	Thiacloprid	0,156	48,5	Thiacloprid	0,156
2019	129	454	90	96,1	Boscalid (F)	47,3	Chlorthalonil (F)	3,336	Thiacloprid	0,075	41,9	Thiacloprid	0,075
2020	128	457	83	96,9	Boscalid (F)	40,6	Folpet (F)	1,960	Thiacloprid	0,099	30,6	Thiacloprid	0,099
2021	120	474	87	96,7	Boscalid (F)	35,0	Tetrahydro-phthalimid (M)	2,750	Permethrin	0,008	12,5	Tebufenozid	0,152
2022	129	475	75	90,7	Boscalid (F)	31,8	Tetrahydro-phthalimid (M)	2,036	Tau-Fluvalinat	0,101	8.5	Tau-Fluvalinat	0,101

[1]Varroazid, [2]Insekten-Repellent, (V) Varroazid, (F) Fungizid, (I) Insektizid, (M) Metabolit von Captan.

Die 129 Bienenbrotproben verteilten sich auf 37 Frühjahrs-, 91 Sommer- und 1 Herbstproben. Davon waren 117 mit mindestens einem Wirkstoff belastet. Durchschnittlich wiesen die 129 Proben 4,7 Wirkstoffe (Median = 4) auf (Tabelle 22). In einer einzelnen Probe wurden dabei 26 verschiedene Wirkstoffe nachgewiesen (Abbildung 20). Insgesamt ergaben die Untersuchungen 611 Nachweise, dabei lagen 330 (54,0 %) oberhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze und 297 (46,0 %) über der jeweiligen Nachweisgrenze aber unterhalb der Bestimmungsgrenze (> NGr).

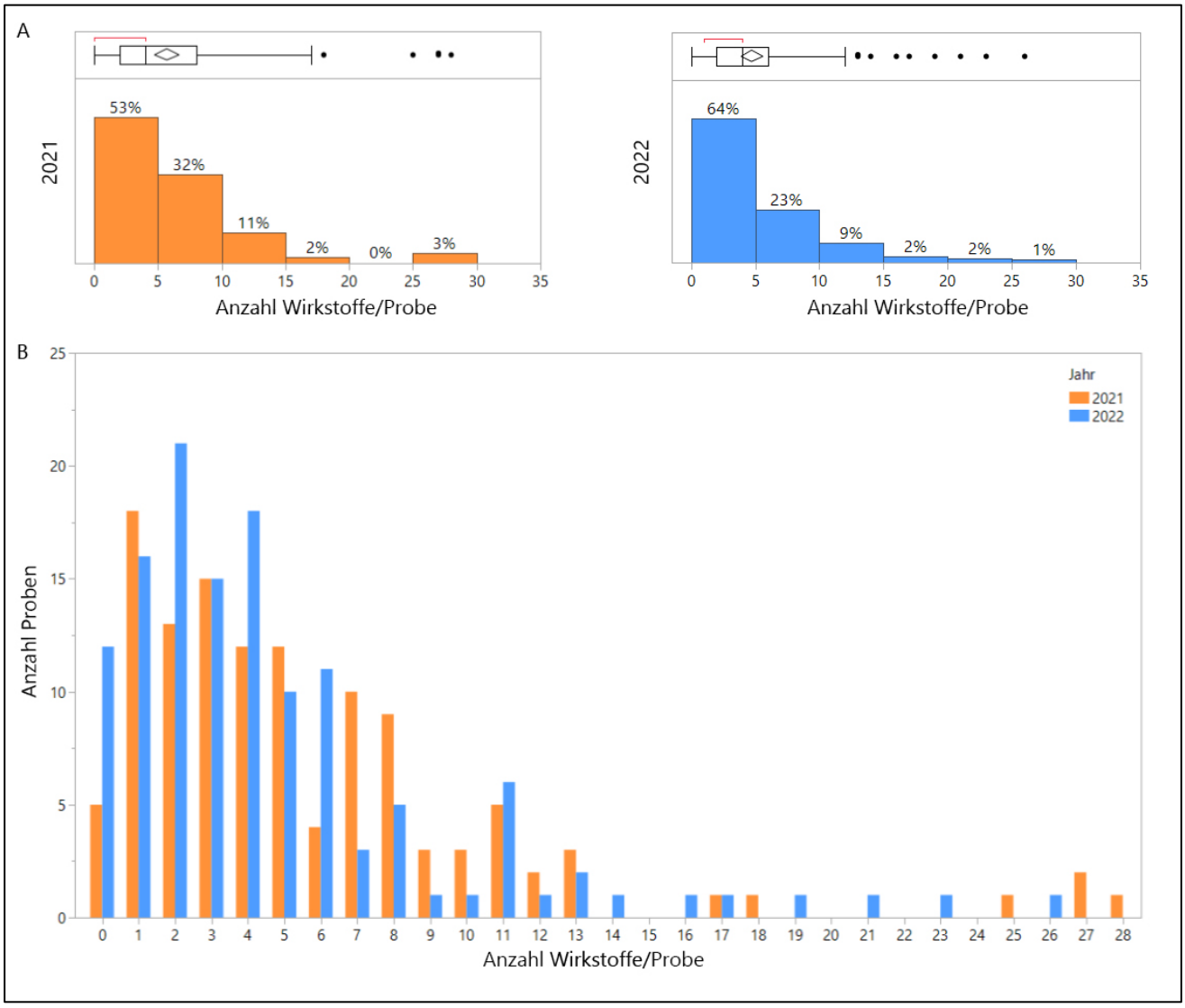

Abbildung 20: A) Häufigkeiten der Belastungen (Wirkstoffe/Probe) von Bienenbrotproben mit Angabe der Quantile für 2021 (orange) und 2022 (blau). Die meisten Proben in 2022 (64 %) sind mit 0 bis 4 Wirkstoffen belastet. In 2021 waren nur 53 % aller Proben mit 0 bis 4 Wirkstoffen belastet und fast die Hälfte hatten 5 oder mehr verschiedene Rückstände. Dies erkennt man an den Unterschieden in der Quartilsspanne zwischen den beiden Jahren, mit 2 bis 6 Wirkstoffe pro Probe im Jahr 2022 im Vergleich zu 2 bis 8 Wirkstoffe im Jahr 2021. **B)** Vergleich der Belastungen zwischen 2021 (N = 120) und 2022 (N = 129). Die Proben mit mehr als 5 Wirkstoffen waren im Untersuchungsjahr 2021 häufiger als 2022. Die 75 % Quantile der beiden Jahre sind daher unterschiedlich (Tabelle 22).

Tabelle 22: Vergleich der Anzahl an Wirkstoffen in den Bienenbrotproben von 2021 und 2022. SD = Standardabweichung.

	2021	**2022**
Anzahl Proben (N)	120	129
Proben mit mind. 1 Wirkstoff*	116	117
Insgesamt nachgewiesene Wirkstoffe	683	611
Mittelwert Anzahl Wirkstoffe alle Proben (± SD)	5,7 (± 5,4 SD)	4,7 (± 4,7 SD)
Mittelwert Anzahl Wirkstoffe in Proben mit mind. 1 Wirkstoff (± SD)*	5,9 (± 5,4 SD)	5,9 (± 5,4 SD)
Median	4	4
Maximale Anzahl Wirkstoffe in einer Probe	28	26
25 % Quantil	2	2
75 % Quantil	8	6
90 % Quantil	11	11
97,5 %	27,0	20,5

* In der Literatur werden die Mittelwerte oft nur für Proben mit mindestens einem Rückstand (1+) angegeben und die ohne Rückstände ausgelassen. Beide Angaben sind wertvoll, da die Anzahl von Proben ohne Rückstände auch Aussagekraft über die Umweltbedingungen im Flugradius des Bienenstandes hat. Wir berichten daher beides. SD = Standardabweichung.

Insgesamt konnten 40 Fungizide (davon 35 oberhalb der Bestimmungsgrenze), 14 Herbizide (11 > BGr.), 15 Insektizide (11 > BGr.), zwei Varroazide (beide > BGr.) und vier sonstige Wirkstoffe (2 > BGr.) nachgewiesen werden.

Fungizide waren die am häufigsten gefundene Wirkstoffklasse (Abbildung 21A) Dies lag hauptsächlich am häufigen Auftreten von Boscalid (N = 42), Phthalimid (N = 41), Prothioconazol (N = 41), Azoxystrobin (N = 40), Tebuconazol (N = 39), Fluopyram (N = 32) und Dimoxystrobin (N = 31). Insektizid- und Herbizid-Befunde sind dagegen relativ zur Anzahl der Wirkstoffe unterrepräsentiert, obwohl das Herbizid Terbuthylazin (N = 39) häufig detektiert wurde.

Wenn alles gleich verteilt wäre, wäre eine Verteilung der Wirkstoffklassen in den Proben erwartbar, die auch ihrem Anteil an den untersuchten Substanzen entspricht. Fungizide wurden jedoch zu 32,5 % häufiger nachgewiesen als erwartet. Insektizide wurden dagegen zu 50,0 % seltener und Akarizide wurden überhaupt nicht gefunden. Dies zeigt sich in den deutlichen Unterschieden in der Größe des Tortenstücks zwischen den analysierten (Abbildung 21 A “Getestet“) und gefundenen (Abbildung 21 A „Nachgewiesen“) Werten für die entsprechenden Wirkstoffklassen. Es wurden nur zwei Varroazide untersucht, die beide nachgewiesen wurden. Das Muster wird noch deutlicher, wenn man die Häufigkeit der vorkommenden Wirkstoffklassen innerhalb der Proben betrachtet (Abbildung 21 A „Gesamtdetektionen“). Obwohl Fungizide nur 24,8 % der untersuchten Wirkstoffe ausmachen, machten sie 69,4 % aller Einzelnachweise (N = 424) aus (Abbildung 21 B). Herbizide waren die zweithäufigste Wirkstoffklasse und machten 16,4 % (N = 100) der Einzelnachweise aus. Darauf folgten Insektizide mit 7,5 % (N = 46), Sonstiges mit 4,1% (N = 25) und Varroazide mit 2,6 % (N = 16).

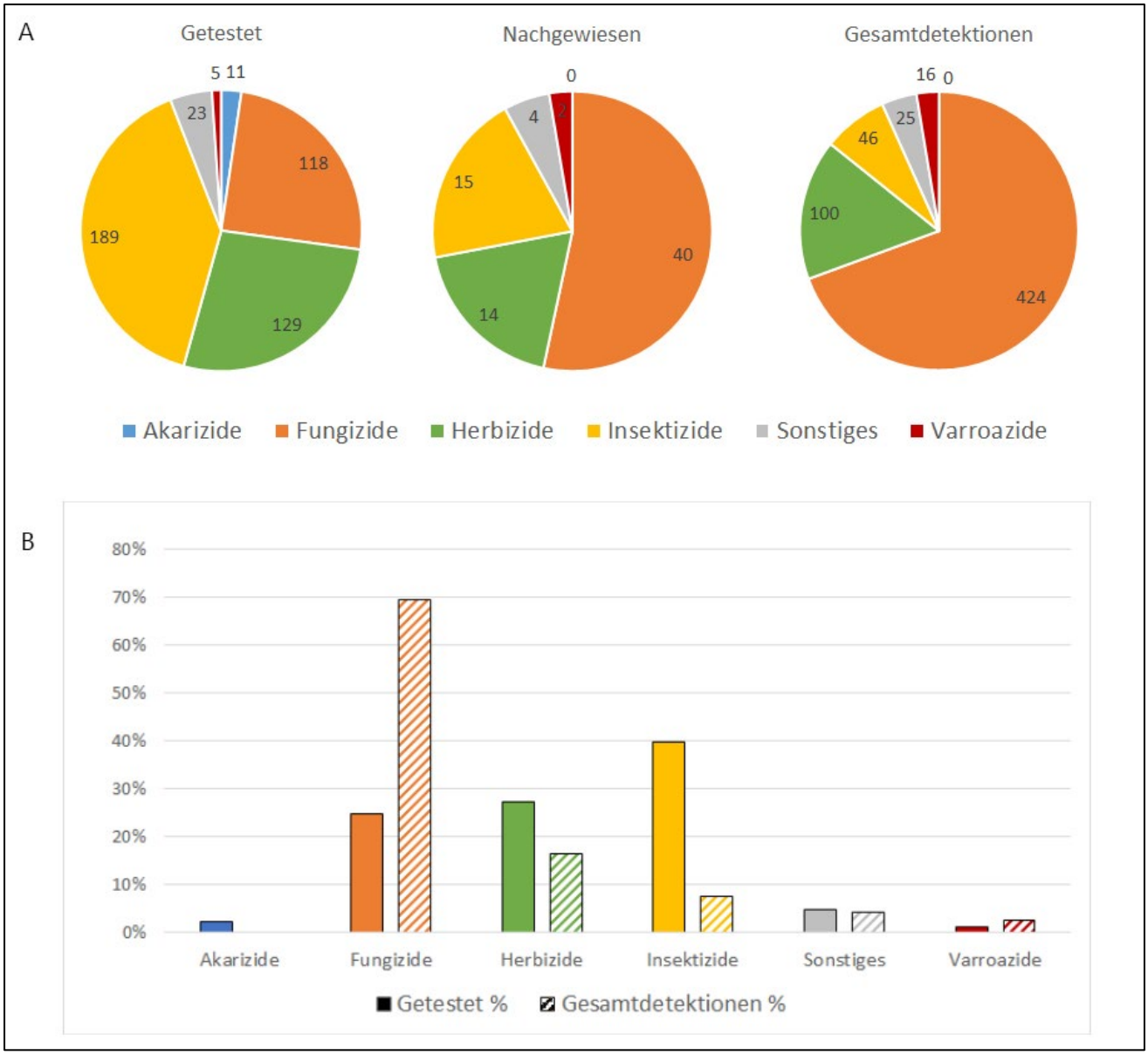

Abbildung 21: A) Verteilung der Anzahl aller untersuchter Wirkstoffe (Getestet, N = 475), der 75 in den Proben nachgewiesenen (Nachgewiesen) und die Verteilung der Klassen in den insgesamt 611 Nachweisen (Gesamtdetektionen) nach Wirkstoffklasse in 2022. **B)** In dem Balkendiagramm ist der erwartete (Getestet) und der beobachtete Anteil (Gesamtdetektionen) der Wirkstoffklassen gegenübergestellt.

Innerhalb einer Probe entdeckten wir bis zu 26 verschiedene Pflanzenschutzmittel (Abbildung 20). Es wurden überwiegend mehrere Fungizide pro Probe gefunden (bis zu 21 fungizide Wirkstoffe, Abbildung 22). Die Anzahl der verschiedenen Fungizide pro Probe war signifikant höher als bei den anderen Wirkstoffklassen. An zweiter Stelle stehen die Herbizide, deren Anzahl pro Probe signifikant höher war als die von Varroaziden und anderer Akarizide. Auch von den Insektiziden wurden mehrere Wirkstoffe in einzelnen Proben gefunden, allerdings signifikant weniger häufig als bei den Fungiziden. Von den anderen Wirkstoffklassen unterschieden sie sich nicht.

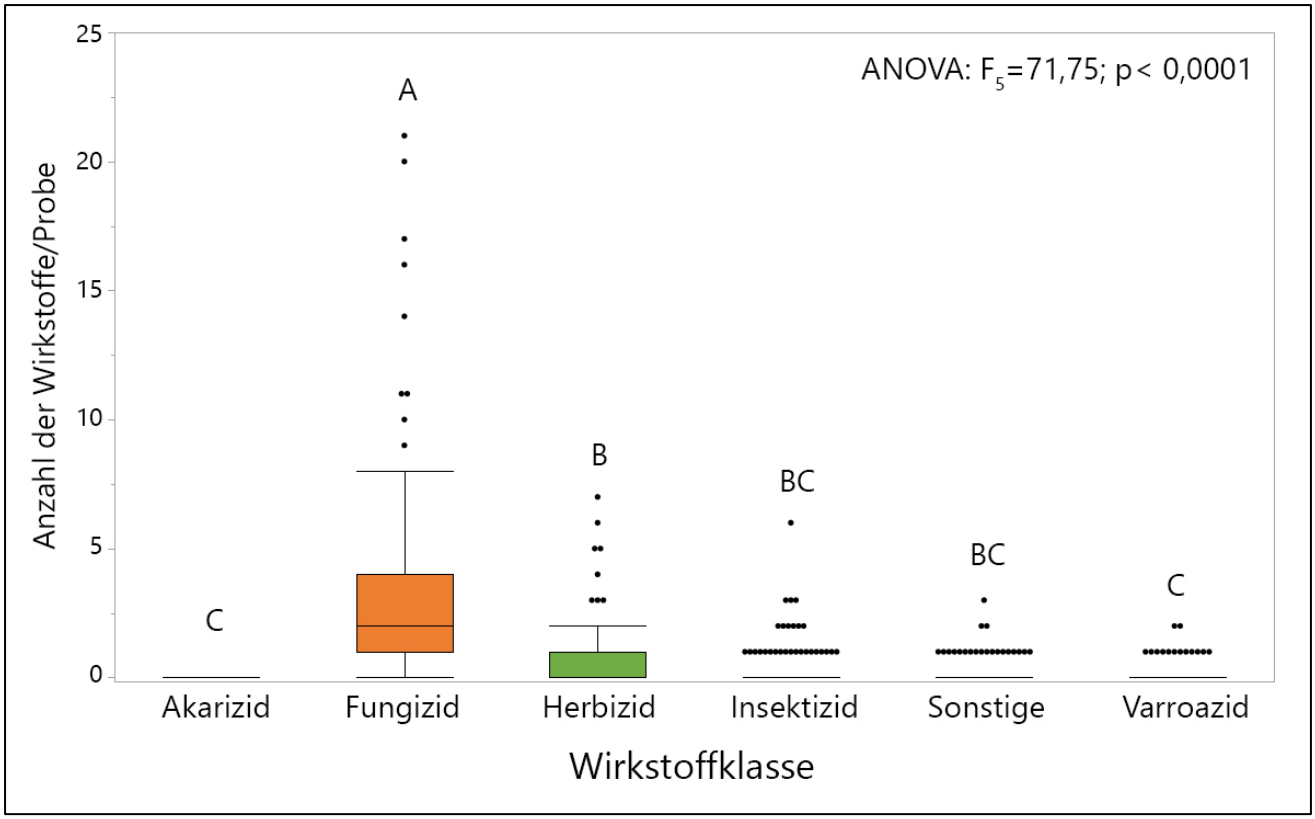

Abbildung 22: Boxplot-Darstellung der Anzahl der verschiedenen Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffe und Varroazide, die pro Klasse und Probe gefunden wurden. Unterschiedliche Buchstaben stehen für signifikante Unterschiede (α < 0,05). Bis zu 21 verschiedene Fungizide wurden in einer einzigen Probe nachgewiesen, während Herbizide mit bis zu 7 Nachweisen die zweithäufigste Klasse waren.

3.6.1. Risiko für die Bienen durch Rückstände im Bienenbrot

Der Hazard Quotient (HQ) wird bei der Risiko-Analyse während des Zulassungsprozesses von Pflanzenschutzmitteln berechnet und beurteilt. Dieser Wert gibt Auskunft über das Verhältnis der potentiellen Exposition und dem Rückstandswert, bei dem keine negativen Effekte der Substanz erwartet werden. Zur Beurteilung der im Bienenbrot gefundenen Rückstände, wird die Rückstandskonzentration des Pflanzenschutzmittelwirkstoffs im Bienenbrot durch die ermittelte letale orale Dosis (LD_{50}) für Honigbienen dividiert. Die LD_{50} oral für Honigbienen sind für acht der untersuchten und nachgewiesenen Pflanzenschutzmittelwirkstoffe unbekannt und konnten deshalb nicht für die Berechnung des HQ zugrunde gelegt werden. Um den HQ zu errechnen, müssen die gemessenen Rückstände über der Bestimmungsgrenze (BG) liegen. Nur vier von den acht der detektierten Pflanzenschutzmittelwirkstoffe lagen oberhalb der BG, insgesamt 10x im Bienenbrot (3,0 % aller Nachweise > BG; Anthrachinon in einer Probe, Dimethenamid in zwei Proben, Diphenylamin in fünf Proben, und ortho-Phenylphenol in zwei Proben).

Um den LD_{50}-Wert über die Nahrung aufzunehmen, müsste eine Biene während ihrer gesamten zehntägigen Ammenphase ausschließlich Pollen mit einem HQ-Wert von 10.000 konsumieren und über keinerlei Entgiftungsmechanismen im Stoffwechsel verfügen.

Obwohl relativ viele Proben belastet waren (90 %), lagen die Werte in den meisten Proben im niedrigen Bereich und deutlich unterhalb einer akut toxischen Wirkung (Abbildung 23). Insgesamt wiesen die Proben niedrige Hazard-Quotient-Werte auf; mit einem Mittelwert von 11,9 (± 109,3 SD). Die überwiegende Anzahl der Proben liegt weit unter dem Schwellenwert von 50 HQ (Abbildung 23 A) und nur zwei liegen darüber (HQ = 50,5 und ein Ausreißer mit HQ = 1.241). Der HQ 50 Schwellenwert entspricht 0,05 % der LD_{50} einer Honigbiene im täglichen Verzehr. Darunter liegende Werte werden als „Hintergrundrauschen“ behandelt. Subletale Effekte könnten ab einem HQ von 1.000 auftreten, was 10 % der LD_{50} einzelner Wirkstoffe für Bienen darstellt. Nur eine Probe hat diesen Schwellenwert überschritten. Von allen anderen Proben sind keine negativen Auswirkungen zu erwarten und stellen somit kein Gesundheitsrisiko für die Bienen beim Verzehr des untersuchten Pollens dar. Proben mit höheren HQ-Werten sind in der Regel mit mehreren verschiedenen Pflanzenschutzmittelwirkstoffen kontaminiert (Abbildung 23 B), in diesem Fall wurden 21, 23 und 26 verschiedene Wirkstoffe gefunden; ein Trend, der sich auch in anderen Ländern bestätigt (Traynor et al. 2021). Beim Vergleich der HQ-Werte von Proben mit 0-4 verschiedenen Wirkstoffen (< 5) mit Proben, die fünf oder mehr Wirkstoffe enthielten (5+) gab es einen signifikanten Unterschied (Ausreißer eliminiert; Abbildung 23 C).

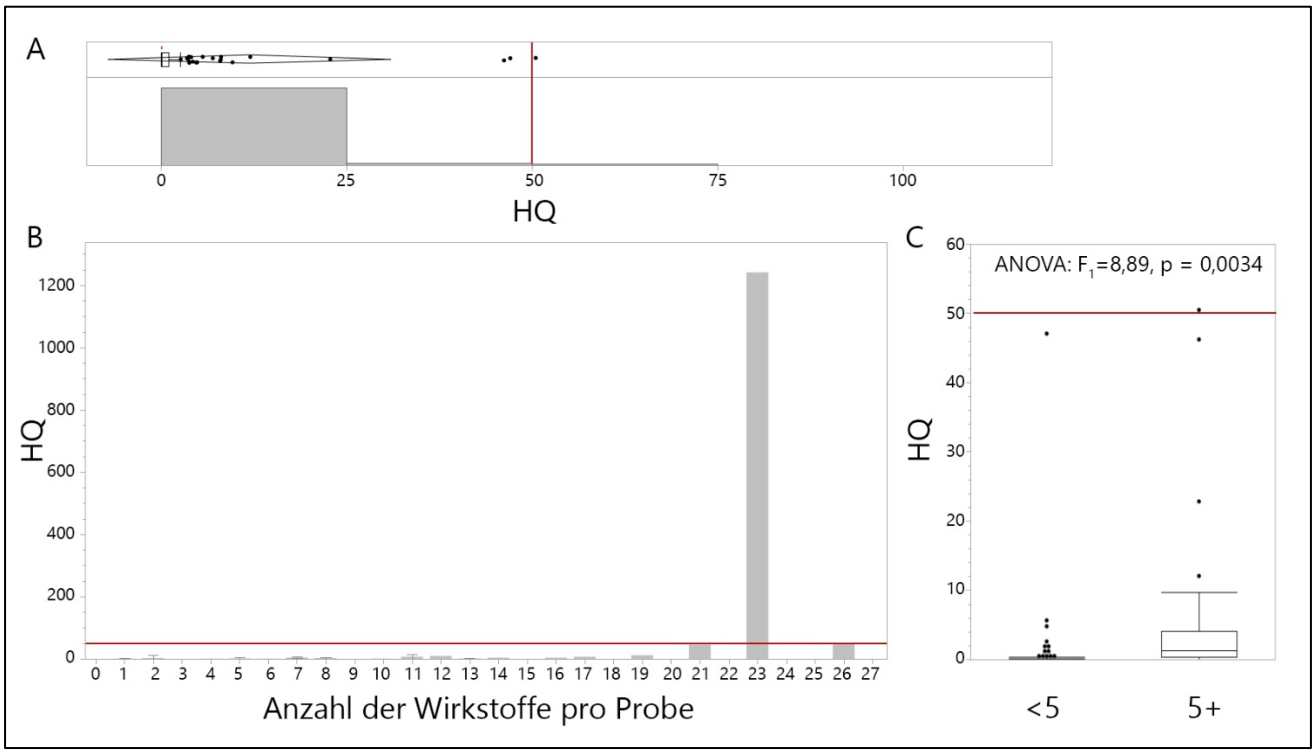

Abbildung 23: A) Verteilung der HQ-Werte pro Probe. Der eine Ausreißer mit einem HQ-Wert von 1.241 wurde ausgeschlossen, da es einen Wert von mehr als 20x den nächsthöchsten HQ-Wert hatte. **B)** Die durchschnittlichen HQ-Werte anhand der Anzahl der entdeckten verschiedenen Wirkstoffe pro Probe. **C)** Vergleich der HQ-Werte zwischen Proben mit <5 und 5+ Wirkstoffen pro Probe. Die rote Linie markiert den Schwellenwert von 50 HQ.

Es wurden auch die HQ-Werte nach Wirkstoffklasse untersucht. Die höchsten Mittelwerte ergaben sich, wenn man das Risiko über alle Pflanzenschutzmittel addierte (Abbildung 24, Alle). Obwohl Insektizide normalerweise am meisten zum HQ-Wert beitragen, unterscheidet sich diese Wirkstoffklasse diesmal nicht von den Fungiziden.

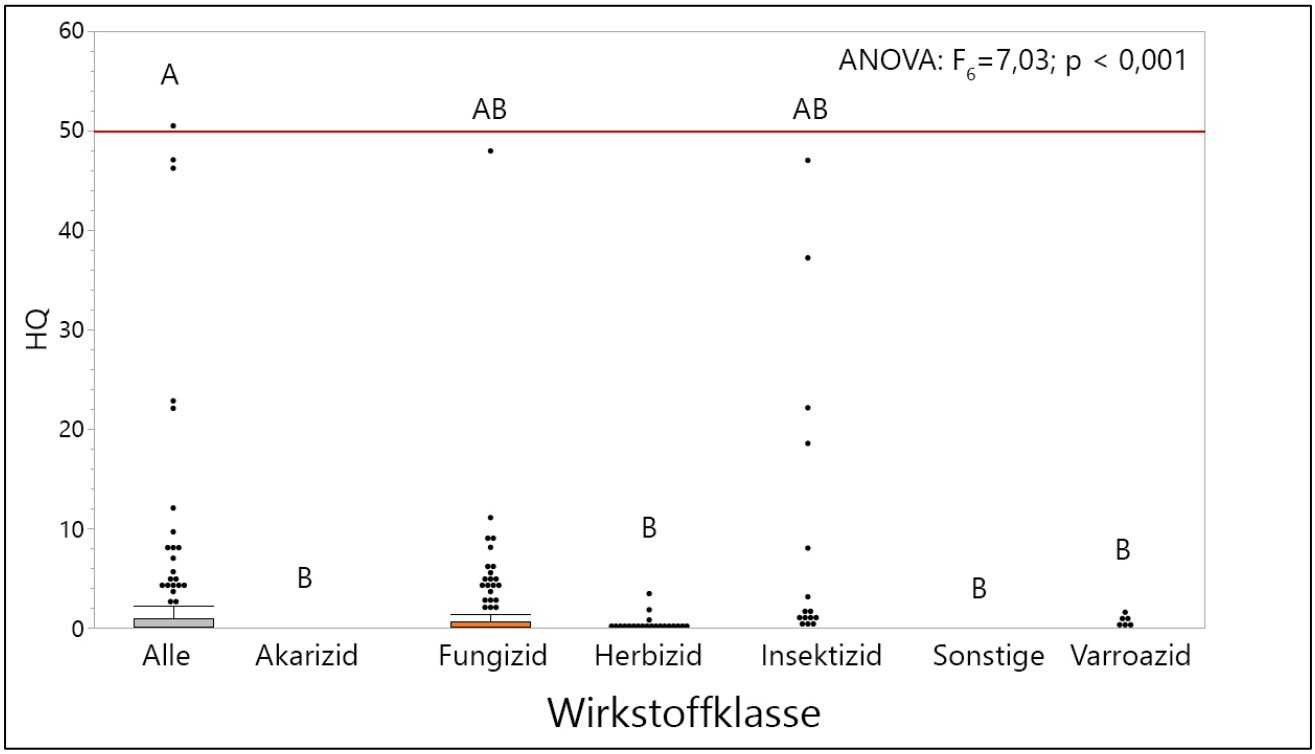

Abbildung 24: Boxplot-Vergleich der Rückstandswerte des HQ in den verschiedenen Wirkstoffklassen pro Probe. Rote Linie: Schwellenwert von 50 HQ; der eine Ausreißer mit einem HQ-Wert von 1.241 wurde nicht mit einbezogen, da es einen Wert von mehr als 20x den nächsthöchsten HQ-Wert hatte. Unterschiedliche Buchstaben stehen für signifikante Unterschiede (ANOVA, $\alpha < 0{,}05$). Alle = addierte HQ-Werte für alle Pflanzenschutzmittel.

Der Hazard Quotient ist ein theoretisch berechneter Wert, um die von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen ausgehende Gefahr einzuschätzen. Aufgenommenen Fremdstoffe müssen von den Honigbienen durch Stoffwechselprozesse entgiftet werden. Diese „xenobiotische Detoxifikation“ setzt fettlösliche (lipophile) Substanzen (wie die meisten Pflanzenschutzmittel) in wasserlösliche, ausscheidbare Metabolite um. In der ersten Phase der Detoxifikation wird die Struktur des Toxins enzymatisch verändert, so dass es nicht mehr mit lipophilen Rezeptoren interagieren kann. Dies geschieht hauptsächlich durch Cytochrom P450 Monooxygenasen (P450, Berenbaum & Johnson 2015). Da mit dem Pollen Fremdstoffe aufgenommen werden, stellt die Messung der Konzentration von

Pflanzenschutzmittelwirkstoffen im Pollen eine weitere Art, das potentielle Risiko zu erfassen. Insgesamt wiesen die Proben eine mittlere Konzentration von 152,4 ppb (± 640,1 SD) und einen Median von 12,6 ppb auf (Tabelle 23). Die Höchstbelastung lag bei 6.840 ppb (Abbildung 25). Der größte Anteil stammt von Fungiziden, was in Abbildung 25 deutlich zu erkennen ist. Akarizide, Herbizide, Insektizide, Varroazide und Sonstige haben kaum etwas zur Gesamtkonzentration von Pflanzenschutzmitteln in den Bienenbrotproben beigetragen. Fungizide gelten im Allgemeinen als bienenverträglich und sind als nicht toxisch für Honigbienen eingestuft. Die Belastung durch hohe Konzentrationen von Fungiziden wurde jedoch mit verschiedenen Indikatoren für eine beeinträchtigte Bienengesundheit in Verbindung gebracht (Traynor et al. 2016; Fisher et al. 2021; Traynor et al. 2021). Da diese Effekte von der Konzentration der Fungizide abhängig sind, wurde in anderen Veröffentlichungen ein Schwellenwert von 1.000 ppb vorgeschlagen. Nur drei Proben wiesen Rückstände über diesem Wert auf.

Tabelle 23: Vergleich der Konzentration der Wirkstoffe im Bienenbrot in 2022, SE = Standardfehler

	Mittelwert [ppb]	Maximum [ppb]	Median [ppb]
Gesamt	152,4 (± 56,4 SE)	6.740	12,6
Akarizide	0	0	0
Fungizide	143,1 (± 54,4 SE)	6.477	7,8
Herbizide	4,3 (± 1,7 SE)	188,0	0
Insektizide	3,8 (± 1,4 SE)	109,3	0
Sonstige	0,2 (± 0,1 SE)	11,0	0
Varroazide	1,1 (± 0,6 SE)	60,3	0

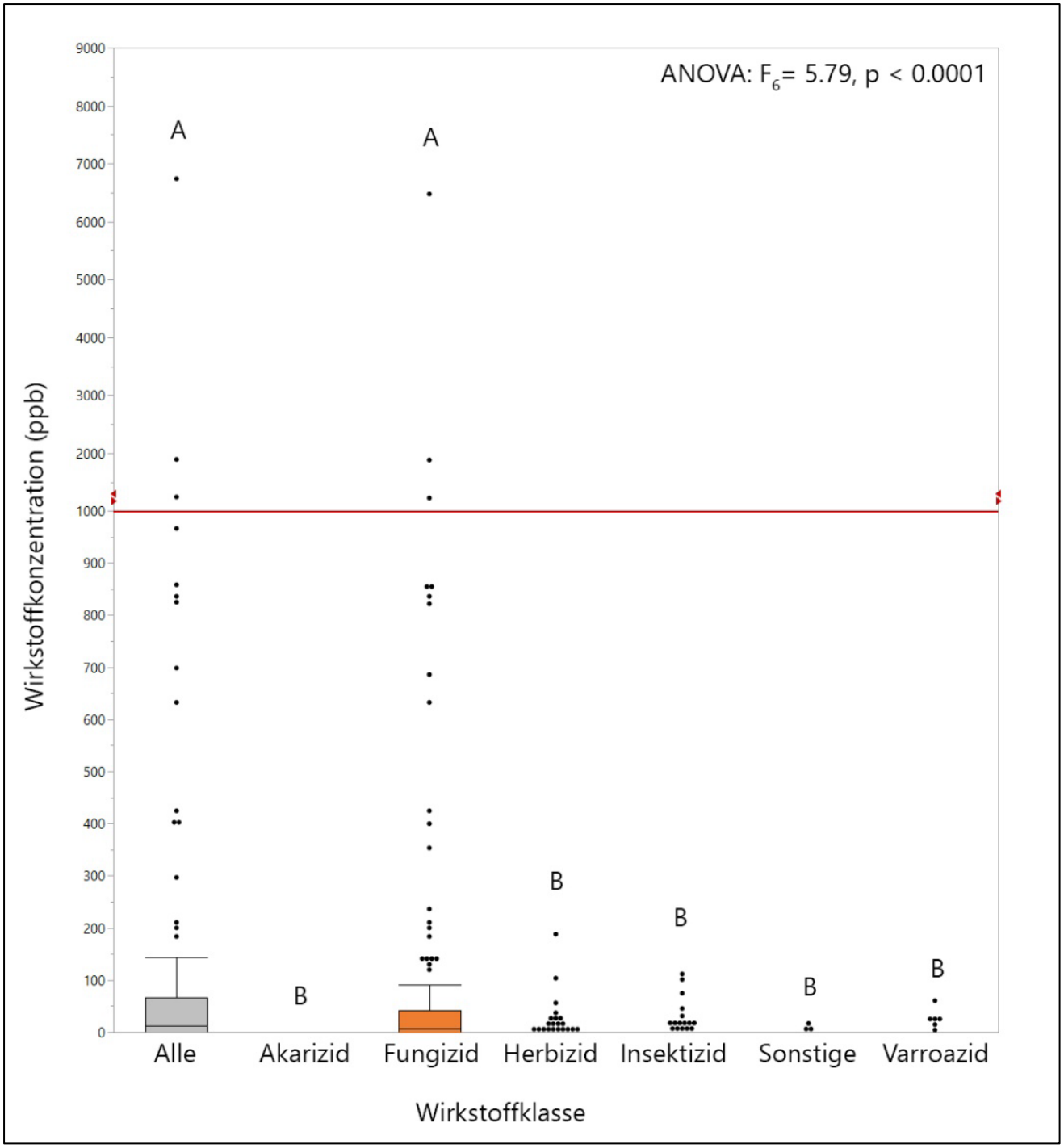

Abbildung 25: Vergleich der Rückstandskonzentrationen der verschiedenen Wirkstoffklassen pro Probe. Um die Ausreißer über 1.000 ppb einzubeziehen, enthält die Grafik einen Bruch in der y-Achse (mit zwei roten Dreiecken markiert). Die rote Linie markiert den Schwellenwert von 1.000 ppb. Unterschiedliche Buchstaben stehen für signifikante Unterschiede (ANOVA, α < 0,05). Alle = Gesamtkonzentration aller Pflanzenschutzmittelwirkstoffe.

4. Diskussion der Ergebnisse

Im Folgenden werden die Daten des Untersuchungszeitraumes 2021-2022 interpretiert und im Zusammenhang mit den entsprechenden Ergebnissen des DeBiMo-Projektes aus den Vorjahren diskutiert.

4.1. Überwinterung 2021/2022 und Bienenjahr 2022

Die Winterverlustrate der Monitoringvölker von 18,3 % und die Winterverlustrate aller Völker der Monitoringimker von 16,0 % lagen weit unter dem als besorgniserregend eingestuften Wert von 30 %. Das Ergebnis für die Überwinterung 2021/2022 ist vergleichbar mit den Winterverlustraten der vorangegangenen Jahre und in Relation zu den Ergebnissen aus europaweiten oder amerikanischen Studien ein niedriger Wert. Auch der Überwinterungsquotient von 0,95 ist vergleichbar mit dem Quotienten der Vorjahre. Die durchschnittliche Überwinterung der Monitoringvölker kann demnach mit „sehr gut“ bewertet werden.

Der entscheidende Faktor für erhöhte Winterverluste war auch in diesem Projektjahr die Varroa-Milbe. Überlebende Völker hatten einen hochsignifikant geringeren Varroa-Befall im Herbst als Völker, die im Verlauf des anschließenden Winters gestorben sind (Abbildung 9). Besonders in Kombination mit dem damit assoziierten Flügeldeformations-Virus (DWV) können synergistische Effekte entstehen, die zu Völkerverlusten führen. Die Varroa- und gleichzeitige Virenbelastung beeinflussen den Überwinterungserfolg entscheidend (de Miranda und Genersch 2010; Genersch und Aubert 2010a; Genersch et al. 2010b; Le Conte et al. 2010; Rosenkranz et al. 2010; van Dooremalen et al. 2012; McMenamin und Genersch 2015; Villalobos 2016).

Trotz der teilweise verregneten Saison 2021 waren der Spätsommer und Herbst 2021 sehr sommerlich geprägt, so dass die *Varroa*-Behandlung im Spätsommer gut durchzuführen war. Ein Kälteeinbruch Ende November sorgte ab Mitte Dezember in den meisten Regionen für Brutfreiheit, so dass auch die Winterbehandlung erfolgreich durchgeführt werden konnte. Das Bienenjahr 2022 startete mit einem zu sehr milden März, der trotzdem noch frostige Nächte brachte, gefolgt von einem Wintereinbruch Anfang April in weiten Teilen Deutschlands. Leider sind zu dieser Zeit viele Bienenvölker verhungert, besonders Imkerneulinge haben den hohen Futterbedarf und die nötigen Futterreserven im Frühjahr häufig nicht im Blick. Einer viel zu warmen zweiten Aprilhälfte folgten eine relativ kühle Periode Anfang Mai und sommerliche Temperaturen ab Mitte Mai. Nordöstlich von Freiburg wurde am 20. Mai mit 33,7 °C der deutschlandweit höchste Frühlingswert gemessen. Der Deutsche Wetterdienst verzeichnete 2022 damit den drittsonnigsten Frühling seit Messbeginn.

Obwohl der April recht niederschlagsreich war, war der Frühling 2022 aufgrund der viel zu trockenen Monate März und April der Neunte zu trockene Frühling in Folge.

Die Witterung wirkte sich auch auf den Honigertrag aus: So konnten die DeBiMo-Imker in südlicheren und damit auch meist wärmeren, trockenen Regionen durchschnittlich weniger Honig ernten als Imker weiter nördlich. Insgesamt kann aber der durchschnittliche Honigertrag von 40 kg pro Volk als normal bezeichnet werden.

Völker, die den Winter und den wechselhaften Frühling überlebten, entwickelten sich gut. Die *Varroa*-Spätsommerbehandlung bedurfte vielerorts aufgrund der sehr hohen Temperaturen im Juli und August und der regenreichen Witterung im September einer guten Planung, da passende Zeitfenster zur Ameisensäure-Langzeitverdunstung gefunden werden mussten. Eine eisige Adventszeit sorgte auch 2022 für brutfreie Völker während der Winterbehandlung, so dass mit einer guten Überwinterung 2022/2023 zu rechnen ist.

4.2. Einfluss von Bienenkrankheiten auf den Überwinterungserfolg

Bienenvölker, die zwar eingewintert werden, aber den Winter nicht überleben, sind nach wie vor eines der größten Probleme in der Bienenhaltung. Diese sogenannten Winterverluste werden im Rahmen des DeBiMo anhand der von den „DeBiMo-Imkern“ betreuten Bienenvölker quantitativ erfasst. Dabei werden sowohl die Verluste aller Völker, die die DeBiMo-Imker halten, als auch Verluste, die bei den 10 Monitoringvölkern je Imker auftreten, erfasst. Aus dem Vergleich der Gesamtzahl der eingewinterten und ausgewinterten Völker aller DeBiMo-Imker wird die durchschnittliche Winterverlustrate bezogen (i) auf alle Völker der DeBiMo-Imker bzw. (ii) auf alle DeBiMo-Völker für den jeweiligen Winter berechnet. Wie im Abschlussbericht für die Periode 2017-2019 ausführlich dargelegt, gab es bisher keinen signifikanten Anstieg der Winterverluste über den Beobachtungszeitraum 2004/2005–2018/2019. Der zum Berichtszeitraum gehörende Winter 2021/2022 weicht mit 18,3 % (bezogen auf die Monitoringvölker) bzw. 16,0 % (bezogen auf alle Völker der DeBiMo-Imker) nicht signifikant von den bisherigen Winterverlustraten ab ($p = 0{,}232$; einseitiger t-test). Daher ergibt sich auch nach diesem Winter kein signifikanter Anstieg der Verluste über die letzten 17 Jahre (Abbildung 5). Insgesamt liegen die Winterverluste deutschlandweit weiterhin weit entfernt von der 30 %-Verlustrate, die als „katastrophal“ gilt.

Wir können also lediglich die Ursachen für Völkerverluste in „normalen“ Wintern betrachten und auswerten. Hierbei gilt, dass die Hauptursache für Völkerverluste die Parasitierung dieser Völker mit der ektoparasitischen Milbe *V. destructor* ist (Genersch et al., 2010b). Wir hatten im Abschlussbericht 2017-2019 mittels logistischer Regression detailliert ausgewertet, ob sich der Grad der *Varroa*-Parasitierung der DeBiMo-Völker über die Projektlaufzeit geändert hat, wie dies bei einem eventuellen

Schulungseffekt der langjährig am Projekt beteiligten Imker in Bezug auf die *Varroa*-Bekämpfung auftreten könnte. Für diese Analyse hatten wir zunächst untersucht, ob sich der Anteil der im Herbst als parasitiert diagnostizierten Völker (unabhängig vom festgestellten *Varroa*-Befallsgrad) oder der Anteil der Völker, bei denen in der Herbstprobe 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 mit *Varroa*-Milben parasitierter Völker oder der Häufigkeit bestimmter Parasitierungsgrade gezeigt werden. Betrachtet man die Daten zur *Varroa*-Parasitierung im Berichtszeitraum im Vergleich zu den Daten aus den zurückliegenden Jahren (Tabellen 9–12), wird deutlich, dass die Feststellung, dass die am DeBiMo teilnehmenden Imker über die letzten 15 Jahre keinen „Lernerfolg“ in Bezug auf eine erfolgreichere Bekämpfung der *Varroa*-Milbe erzielt haben, auch im 18. DeBiMo-Jahr stimmt. Eventuell ist die Motivation der Imker, ihre *Varroa*-Bekämpfung zu verbessern auch deshalb gering, da sie es bisher ja geschafft haben, das Problem auf einem akzeptablen, mittleren Niveau mit daraus resultierenden Winterverlusten von in der Regel ca. 15 % zu stabilisieren. Eine hohe Dichte von Bienenvölkern in manchen Regionen Deutschlands könnte auch zu einer Reinvasion der Varroa nach der Behandlung führen.

Dies sind aber lediglich die Werte und Erklärungsansätze für die bundesweiten durchschnittlichen *Varroa* Befallszahlen und Winterverluste. Die großen, regionalen Unterschiede, hinsichtlich des Parasitierungsgrades der Völker mit *V. destructor* und der damit verbundenen Winterverlustraten, spiegelt diese Erklärung nicht ausreichend wider. So treten z.B. im Untersuchungsjahr 2021/2022 bei den vom Bieneninstitut in Mayen betreuten Imker überdurchschnittlich hohe Winterverlustraten (Tabelle 5), aber auch überdurchschnittlich hohe *Varroa*-Befallszahlen vor allem im Herbst (Tabelle 12) auf. Bei diesen DeBiMo-Völkern lag die Winterverlustrate bei 36,2 %, bei allen Völkern dieser Imker bei 27,8 %. Hier greifen Erklärungen, die auf eine regional schlechtere *Varroa*-Bekämpfung abstellen würden, vermutlich zu kurz. In Rheinland-Pfalz breitet sich *Vespa velutina* stark aus. Zurzeit wissen wir nicht, ob *V. velutina* einen Einfluss auf die Winterverluste hatte. Das ist ein Aspekt, den wir in Zukunft genauer untersuchen wollen. Weiter Erklärungen für diese regionalen Unterschiede könnten unterschiedliche klimatische Einflüsse und ggf. Unterschiede in der Landnutzung sein.

Der Einfluss des Klimas auf die Virulenz und Durchsetzungsfähigkeit von *N. ceranae* ist belegt (Gisder et al., 2010, Gisder et al., 2017). Der Anteil der *Nosema*-positiven Völker war im Frühjahr 2022 mit 35,8 % nochmals deutlich höher als im Vorjahr. Dabei ist *N. apis* nur noch selten zu finden. Eine reine *N. apis* Infektion konnte nur in Herbstproben aus Bayern in 1 % der Völker nachgewiesen werden. Auch in Nordost-Deutschland, wo es bis vor kurzem noch verlässlich *N. apis*-Infektionen im Frühjahr gab, scheint sich inzwischen *N. ceranae* durchzusetzen. Wenn sich dieser Trend verstetigt, werden wir im nächsten Jahr den zeitlichen Verlauf der Verdrängung von *N. apis* durch *N. ceranae* in Nordost-

Deutschland analysieren und modellieren. Wir erwarten, dass wir daraus wichtige Informationen für die Durchsetzung neu eingeschleppter Parasiten/Pathogene in Bienenpopulationen ableiten können, die auch bei der Einschätzung der Gefährdung von z.B. *V. velutina* helfen können.

Im Abschlussbericht 2017-2019 hatten wir bereits detailliert diskutiert, welche Bedeutung Virusinfektionen, vor allem im Zusammenhang mit der als Virusvektor agierenden Milbe *V. destructor*, für die Gesundheit und das Überleben von Bienenvölkern haben. Zahlreiche eigene, aber auch nationale und internationale Studien zeigen, dass es einen generellen Zusammenhang zwischen Virusinfektionen und Völkerverlusten gibt (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). Mit den über einen einmalig langen Zeitraum erhobenen Daten des DeBiMo können wir diese Bedrohung durch Virusinfektionen näher eingrenzen. Infektionen mit ABPV und DWV, die gemeinsam mit einem hohen *Varroa*-Parasitierungsgrad auftreten, bedrohen das Überleben der Völker im Winterhalbjahr. Die anderen untersuchten Viren (SBV, CBPV) töten zwar einzelne Bienen, sind aber nicht für erhöhte Winterverluste relevant. Obwohl in Hohenheim sehr hohe CPBV-Infektionsraten vorlagen (55 %), lagen die Winterverluste unter dem Jahresdurchschnitt des gesamten DeBiMo (11,6 % der von Hohenheim betreuten Völker im Vergleich zu 18,3 % für alle DeBiMo Völker). Für viele statistische Analysen sind ausreichende Stichprobengrößen eine wesentliche Voraussetzung, um signifikante Zusammenhänge zu erkennen. Die Infektionsraten mit CBPV schwankten sehr stark und waren bisher insgesamt recht niedrig (Abbildung 14), was eine statistische Analyse erschwert hat. Inzwischen sind aber genug Daten zu CBPV-Infektionen vorhanden, so dass wir im nächsten Jahr versuchen werden, nach eventuell doch existierenden Zusammenhängen zwischen CBPV und Problemen mit der Überwinterung zu suchen.

Mikrosporidien sind einzellige, obligat intrazellulär lebende Parasiten, die in das Innere einer Zelle eindringen müssen, um sich von dieser Zelle vermehren zu lassen. Außerhalb von Zellen liegen Mikrosporidien 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, *Nosema apis* und *Nosema ceranae*. Im Abschlussbericht 2017-2019 hatten wir dargelegt, dass *N. apis* und *N. ceranae* sich in ihrer Pathobiologie nicht wesentlich unterscheiden, wie u.a. Daten aus dem DeBiMo belegen. Beide Spezies zeigen dieselbe Saisonalität, d.h. dass im Frühjahr mehr Völker nachweisbare *Nosema* spp.-Infektionen aufweisen als im Sommer und im Sommer mehr als im Herbst (Gisder et al., 2010; Gisder et al., 2017). Beide Spezies können die sog. Nosemose, eine Durchfallerkrankung bei erwachsenen Bienen, verursachen (Horchler et al., 2019). Beide Arten verursachen auch bei symptomlosen Infektionen eine Verkürzung

der Lebensdauer adulter Bienen und bei Ausbruch der Erkrankung Nosemose auch den Tod einzelner Bienen. Allerdings konnten wir bisher (2005–2019) und auch im Berichtszeitraum 2021/2022 keinen statistischen Zusammenhang zwischen einer *N. apis* oder *N. ceranae* oder Mischinfektion mit Völkerverlusten nachweisen.

Dies steht klar im Widerspruch zu Berichten in der Literatur, in denen dargelegt wurde, dass *N. ceranae*-Infektionen, selbst wenn keine Durchfallsymptomatik auftritt, den Tod ganzer Völker verursachen können. Allerdings stammen diese Berichte fast ausschließlich aus Spanien (Higes et al., 2006; Higes et al., 2007; Higes et al., 2008; Higes et al., 2009; Higes et al., 2010a; Higes et al., 2010b). Es gibt auch Veröffentlichungen, die 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). Die Auswertung der DeBiMo-Daten von 2005 bis 2020 im Nordosten zeigte, dass *N. ceranae* zu einer statistisch signifikanten, aber biologisch irrelevanten Erhöhung der Wintersterblichkeit führt, da *Varroa* die Hauptursache für Winterverluste bleibt (Schüler et al. 2023).

4.3. Rückstände von Pflanzenschutzmittel im Bienenbrot und deren Einfluss auf den Überwinterungserfolg von Bienenvölkern

Im Vergleich zu den Vorjahren ist die Anzahl der Proben, in denen Rückstände von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen nachweisbar waren, im Jahr 2022 zurückgegangen. In 2022 im Vergleich zu 2021 traten etwas weniger Wirkstoffe auf (75 vs. 87), und die Anzahl belasteter Proben war ebenfalls niedriger (2022 = 91 %; 2021 = 97 %). Auch die mittlere Anzahl an Befunden pro Probe ist leicht zurückgegangen von 5,7 % in 2021 auf 4,7 % in 2022. Die Befunddaten spiegeln die Zulassungssituation, die landwirtschaftliche Praxis und die Fachberatung im Bereich Pflanzenschutz wider.

Von den insgesamt 475 untersuchten Wirkstoffen wurden 75 in den Proben detektiert. Oberhalb der Bestimmungsgrenze lagen 61 Substanzen. Die am häufigsten vertretene Wirkstoffklasse waren auch in 2022 die Fungizide. Hierbei waren die fünf am häufigsten gefundenen Substanzen Boscalid, Azoxystrobin, Dimoxystrobin, Phthalimid und Folpet. Obwohl die 118 untersuchten Fungizide nur 24,8 % der insgesamt analysierten Substanzen ausmachen, machte diese Wirkstoffgruppe 69,4 % der Einzelnachweise aus. Fungizide sind in den Bienenbrotproben demnach überrepräsentiert und kamen häufig mehrfach in einer einzelnen Probe vor (maximal 21 verschiedene Fungizide in einer Probe). In 79 % der belasteten Proben fand sich mehr als eine fungizide Substanz.

Das für Honigbienen von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen ausgehende Risiko lässt sich nicht allein aufgrund der Häufigkeit der Rückstände beurteilen. Die Rückstände der Proben lagen unterhalb einer akut toxischen Wirkung und alle bis auf einen Befund unterhalb der Grenze, ab der subletale Effekte zu erwarten sind. Negative Auswirkungen durch den Verzehr des Pollens durch die Bienen sind nach derzeitigem Kenntnisstand daher nicht zu erwarten. Der potentielle negative Effekt von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen für die Winterverluste bleibt demnach hinter denen der bereits diskutierten Auswirkungen der *Varroa*-Milbe und assoziierten Virusinfektionen zurück.

Es bleiben jedoch offene Fragen: Fungizide gelten zum Beispiel bei Anwendung nach Zulassungsvorgaben generell als nicht bienengefährlich. Nur in hohen Konzentrationen (über 1.000 ppb) werden gesundheitsschädliche Wirkungen auf Honigbienen erwartet, was nur in drei Proben der Fall war. Trotzdem machen Fungizide den größten Anteil der Pflanzenschutzmittelrückstände in den Bienenbrotproben aus. Die hier untersuchten Proben stammen zudem hauptsächlich aus dem Sommer, mit dem Ziel, Effekte auf den Überwinterungserfolg beurteilen zu können. Die meisten Pflanzenschutzmittelprodukte in bienenrelevanten Kulturen werden jedoch im Frühjahr angewendet. Um potentielle negative Langzeitwirkungen beurteilen zu können, sollen in Zukunft die Probenzahlen ausgeweitet werden, sowie die Saisonalität und die Art der Kulturen stärker berücksichtigt werden.

Varroazide wurden nur selten im Bienenbrot gefunden. In 10 Proben fand sich Coumaphos (der Wirkstoff des seit 2017 nicht mehr im Handel erhältlichen Perizin), 8-mal unter der Bestimmungsgrenze und 2-Mal in sehr geringe Konzentration (4 und 9 ppb); diese niedrigen Konzentrationen deuten darauf hin, dass es sich wahrscheinlich um Reste in lipophilem Wachs handelt. In 6 Proben haben wir Amitraz-formamid gefunden, ein Metabolit des in Deutschland zur *Varroa*-Behandlung zugelassenen Wirkstoffs Amitraz. Dieser Befund lässt darauf schließen, dass synthetische Varroazide in der Imkerschaft keine weite Verbreitung haben. Die meisten Monitoring-Imker folgen dem von den Instituten empfohlenen Behandlungskonzept mit organischen Säuren.

4.4. Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

Im Rahmen des DeBiMo-Projekts wurde und wird eine umfangreiche und damit einmalige Datenbasis zur Prävalenz der wichtigsten Bienenpathogene, des Einflusses von imkerliche Praxismaßnahmen und der Belastung von Pollen mit Pflanzenschutzmittelwirkstoffen in Deutschland geschaffen. Anhand der Projektdaten können für Bienenpathogene und Pflanzenschutzmittelwirkstoffrückstände regionale Unterschiede und saisonale Besonderheiten analysiert werden und die Ergebnisse mit den Daten anderer Monitoringprojekte in Europa und Amerika verglichen werden. Die international einmalige Struktur dieses Monitoringprojektes, in dem über viele Jahre mit denselben Methoden Daten

gewonnen werden, erlaubt vor allem ein belastbares Ranking derjenigen Faktoren, die als Ursache für Völkerverluste bzw. Schwächung von Bienenvölkern diskutiert werden.

Die entscheidende Rolle, welche die *Varroa*-Milbe und die von ihr übertragenen Viren bei der Gesundheit der Honigbienenvölker spielt, wurde auch in diesem Projektjahr nachgewiesen. Die statistische Analyse der Daten aus 2022 bestätigen die Ergebnisse der 18 vorherigen Projektjahre. Hervorzuheben ist die regelmäßige Analyse der wichtigsten Bienenviren, von denen zumindest für zwei – das Akute Bienenparalyse Virus (ABPV) sowie das Flügeldeformationsvirus (DWV) – ein Einfluss auf die Winterverluste nachgewiesen wurde. Darüber hinaus findet sich eine Korrelation mit dem *Varroa*-Befall. Die Wechselwirkungen zwischen diesen Bienenviren, *Varroa*-Milben und Honigbienen sind noch nicht vollständig geklärt. Daher ist es umso wichtiger durch regelmäßige Erfassung der Prävalenzen die Dynamik der Virenausbreitung zu beobachten. Aus dem erneuten Nachweis, dass die *Varroa*-Milbe in Verbindung mit bestimmten Bienenviren die Hauptfaktoren für Überwinterungsverluste ist, lassen sich Handlungsempfehlungen für Politik, Wissenschaft, imkerliche Beratung und Verbandsaktivitäten ableiten. Offenbar müssen die Anstrengungen in der Bienenforschung, der imkerlichen Aus- und Fortbildung sowie der Entwicklung und Umsetzung von Bekämpfungskonzepten noch weiter intensiviert und um neue Ansätze (Toleranzzucht, neue Betriebsweisen und Bekämpfungsansätze) erweitert werden.

Neben *Varroa*-Milbe und Bienenviren sind weitere Bienenpathogene wie *Nosema* spp., *Paenibacillus larvae* und potentielle invasive Parasiten wie der Kleine Beutenkäfer und die Tropilaelapsmilbe Bestandteil des Untersuchungsprogramms, um unabhängig von der aktuellen Bedeutung für die Winterverluste die Prävalenzen bzw. das erstmalige Auftreten in Deutschland dieser Pathogene zu dokumentieren.

Die DeBiMo-Daten zu den Rückständen von Pflanzenschutzmitteln sollten dazu beitragen, das Konfliktfeld zwischen Landwirtschaft und Imkerei zu versachlichen. Die weltweit größte Datenbasis von Rückstandsanalysen in Verbindung mit Bienenvolkverlusten zeigt, dass zwar viele Wirkstoffe in den Pollenvorräten des Bienenvolkes nachweisbar sind, aber kein Zusammenhang zwischen der Pollenbelastung und Winterverlusten erkennbar ist. So verursachen Pflanzenschutzanwendungen in der landwirtschaftlichen Praxis durchaus Probleme für die Imkerei bzgl. des Image und in Einzelfällen sogar der Verkehrsfähigkeit von Bienenprodukten, sind aber nicht verantwortlich für erhöhte Winterverluste. Nichtsdestotrotz ist die Ausweitung der Probennahmen notwendig, um die Auswirkungen saisonaler und kulturspezifischer Anwendungen besser beurteilen zu können.

5. Zusammenfassung

Im Projektjahr 2022 wurden von 105 Imkereien jeweils 10 Monitoringvölker beprobt. Erfasst wurden Daten zur Volksentwicklung, zu Honigerträgen, zum Befall mit Bienenpathogenen sowie zu Rückstandsbelastungen von Bienenbrot.

Das Jahr 2022 war im Gegensatz zum Vorjahr ein trockenes und ertragreiches Jahr. Die Temperaturen im Frühjahr lagen im Durchschnitt 1,3 °C über dem gültigen Referenzwert des Deutschen Wetterdiensts. Die Honigerträge lagen bei durchschnittlich 39,4 kg/ Volk. Besonders hoch waren die Honigerträge bei den von Hohen Neuendorf und Celle betreuten Imkereien. Der Anteil der Rapshonige lag 2022 mit 20 % höher als in den Vorjahren.

Die Winterverluste der Monitoringvölker betrugen zwischen 8,7 % und 32,5 % und lagen damit im oberen Bereich der langjährigen Verlustraten. Die Gesamt-Winterverlustrate von 18,3 % ist die höchste Rate seit Beginn des DeBiMo-Projekts im Jahr 2004. Der durchschnittliche *Varroa*-Befallsgrad im Herbst 2021 lag zwischen 1,9 und 6,6 %; im darauffolgenden Frühjahr zwischen 0,1 und 1,4 % und im Sommer 2022 zwischen 0,7 und 2,5 %. Im Herbst 2022 stieg der *Varroa*-Befallsgrad dann wieder an und lag zwischen 1,6 und 5,2 %.

Im Frühjahr 2022 wurden ein *Nosema*-Befall von 35,8 % der untersuchten Völker (N = 1.104) festgestellt. Im Sommer sank der Anteil belasteten Völkern auf 15,6 %. Der Anteil hoch belasteter Völker sank von 11,4 % im Frühling auf 3,4 % im Sommer. Die molekulare Differenzierung zwischen *N. apis* und *N. ceranae* bestätigte erneut, dass der Anteil an *N. apis*-Infektionen gegenüber *N. ceranae* abnimmt und fast verschwindet. Der Anteil von *N. ceranae* lag im Jahr 2022 zwischen 94 % und 98 %. Infektionen nur mit *N. apis* fanden sich nur vereinzelt in von Veitshöchheim betreuten Völkern. Die Befallsraten mit *N. ceranae* steigen über die Jahre an (Gisder et al. 2010; Gisder et al. 2017), wodurch reine *N. apis* und Mischinfektionen anteilig weniger werden. Bisher ist es nicht zu klinischen Befunden bei den befallenen Monitoringvölkern gekommen, auch konnte kein Zusammenhang zwischen Völkerverlusten und Infektion mit *N. ceranae* beobachtet werden.

Weder die Tracheenmilbe *A. woodi* noch die Malpighamöbe *M. mellificae* spielen für die Bienengesundheit eine Rolle. Amöbeninfektionen wurden im Frühjahr 2022 in 0,9 % und im Sommer in 0,1 % der Proben gefunden.

Um die Prävalenz der wichtigsten Bienenviren im Herbst zu erfassen, wurde die Hälfte der Monitoringvölker auf das Akute Bienenparalyse – Virus (ABPV), das Flügeldeformationsvirus (DWV = Deformed Wing Virus), das Sackbrut - Virus (SBV) und das Chronische Bienenparalyse - Virus (CBPV) hin untersucht. Für die Virusanalysen werden im DeBiMo die Köpfe der Bienen verwendet,

da ein positiver Befund auf eine „klinisch relevante“ Infektionen des Gehirns hinweist. Im Herbst 2021 lagen die Prävalenzen für DWV (21,5 %) höher und ABPV (3,3 %) niedriger als im Vorjahr. CBPV wurde in 16,6 %, SBV dagegen nur in 0,4 % der Proben nachgewiesen.

Faulbrutsporen wurden in zwei der untersuchten Proben aus Kirchhain nachgewiesen.

Im Jahr 2022 wurden 129 Bienenbrotproben von der LUFA Speyer auf Rückstände von Wirkstoffen aus Pflanzenschutzmitteln und Varroaziden mit einer Multimethode untersucht. Mittlerweile sind 475 Wirkstoffe und Metabolite im Untersuchungsprogramm enthalten. Die Ergebnisse aus dem Berichtszeitraum 2022 bestätigen weitgehend die Ergebnisse aus den Vorjahren. Insgesamt wurden 75 Wirkstoffe in 90,7 % der Proben nachgewiesen. In 67,4 % der Proben fand sich mindestens ein Wirkstoff oberhalb der Bestimmungsgrenze. Dabei war das Fungizid Boscalid der am häufigsten nachgewiesene Wirkstoff (in 32 % aller Proben). Tetrahydrophtalamid (ein Metabolit des Fungizids Captan) wurde jedoch in der höchsten Konzentration nachgewiesen (2,04 mg/ kg). Das Neonicotinoid Acetamiprid wurde in 8 Proben nachgewiesen mit einer maximalen Konzentration von 0,045 mg/kg. Thiacloprid wurde zweimal unterhalb der Bestimmungsgrenze gefunden.

Fungizide sind in den Proben deutlich überrepräsentiert: Obwohl sie nur 24,8 % aller untersuchten Substanzen ausmachen, hatte diese Wirkstoffklasse einen Anteil von 69,4 % an den Einzelnachweisen. Insektizide und Herbizide waren hingegen weniger häufig zu finden als es ihr Anteil an der Gesamtzahl untersuchter Substanzen erwarten ließe.

Fast alle Proben waren mit Rückständen belastet. Die Befunde lassen sich mit der landwirtschaftlichen Praxis vor Ort erklären und sind weit entfernt von möglichen toxischen Wirkungen, welche gesundheitliche Auswirkungen auf Honigbienenvölker oder Winterverluste erklären könnten.

Bei der Ursachenanalyse für die Winterverluste zeigte sich auch im vergangenen Jahr ein hochsignifikanter Zusammenhang mit dem *Varroa-Befall* der Bienenvölker im Herbst. Ein Zusammenhang zwischen *Varroa-Belastung* und DWV sowie ABPV konnte ebenfalls gezeigt werden. Außerdem hatten Völker, bei denen im Herbst klinisch relevante Infektionen mit ABPV und DWV diagnostiziert wurden, ein höheres Verlustrisiko während des Winters als Völker ohne entsprechende Virenbelastung. Die Prävalenz beider Bienenviren ist darüber hinaus hochsignifikant mit dem *Varroa*-Parasitierungsgrad korreliert. Dies bestätigt wiederum die essenzielle Bedeutung der *Varroa*-Bekämpfung in der Imkerei und Haltung von Honigbienen. Nur mit einem an die Parasitenlast angepassten und gezielten Einsatz von Bekämpfungsmitteln ist mit einer Reduzierung der Winterverluste zu rechnen.

Mit der weltweit einmaligen Datenbank des DeBiMo, deren umfangreiche Daten über nun mehr 18 Jahre mit weitgehend einheitlichen Methoden gewonnen wurden, können nun auch langfristige Trends zur Bienengesundheit statistisch analysiert werden. Effektive Diagnose- und Kontrollmethoden und praxisnahe Beratungskonzepte im Bereich der *Varroa*-Bekämpfung sind dringend notwendig, um Überwinterungsverluste zu reduzieren.

6. Gegenüberstellung geplanter und tatsächlich erreichter Ziele

Die Gegenüberstellung der unter Kapitel 1 formulierten langfristigen Ziele im Hinblick auf die erreichten Ergebnisse werden erst im Schlussbericht 2020-2023 diskutiert.

Im Folgenden werden die unter Kapitel 1 formulierten kurzfristigen Ziele den erreichten Ergebnissen gegenübergestellt:

1. Erfasste Daten von 105 Imkereien in 2022

Tabelle 24: Anzahl bonitierter Imkereien 2022

	geplant	im Projekt bonitiert	Differenz
Celle	18	16 (5)	-2
FLI-Riems	3	3	0
Hohenheim	20	20	0
Hohen Neuendorf	28	28	0
Kirchhain	12	12	0
Mayen	19	18	-1
Veitshöchheim	21	21	0
gesamt 2021*	**121**	**105**	**-16**

Von Celle liegen Überwinterungsdaten von 5 Imkereien vor, die jedoch nicht in die Überwinterungsstatistik mit einbezogen wurden, da dies nur Imkereien ohne Winterverluste waren. Somit kann nicht davon ausgegangen werden, dass diese fünf Imker den Durchschnitt der Niedersächsischen Imker repräsentativ widerspiegelt. Deshalb war der ohnehin bereits reduzierte Datensatz aus Celle nicht repräsentativ. Allerdings liegen von Celle Bienen-, Bienenbrot- und Honigproben von 16 Imkereien vor.

In Mayen fiel eine Imkerei wegen Hochwasser in 2021 aus.

Folgende **Arbeitsschritte** wurden durchgeführt:

a. **3 Bonituren** pro Bienenstand zur Probennahme und Datenerfassung:

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

Mai/ Juni:
- Probennahme von Bienenbrot zur Rückstandsanalyse (optional)

Sommer:
- Erfassung von Volksstärke und Zustand der Völker
- Probennahme von Bienen für Krankheitsuntersuchungen
- Probennahme von Bienenbrot zur Rückstandsanalyse

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

b. Krankheitsuntersuchungen:

- ***Varroa-Befall*** in der Bienenprobe von Frühjahr Sommer und Herbst, 3 x 10 Proben pro Monitoringbienenstand im Jahr

Der *Varroa-Befall* zur Auswinterung bzw. zum Start in die Saison wurde ermittelt. Die drei Messpunkte Frühjahr, Sommer und Herbst erlauben einen genauen Überblick über die *Varroa*-Befallsentwicklung im Lauf der Bienensaison. Folgende *Varroa*-Analysen im Frühjahr wurden durchgeführt:

Tabelle 25: Anzahl Varroa-Analysen im Jahr 2022

	durchgeführt				**geplant**	**Differenz**
	Frühjahr	Sommer	Herbst	**gesamt**		
Celle	140	169	156	465	360	105
FLI-Riems	40	29	39	108	90	18
Hohenheim	198	189	198	585	400	185
Hohen Neuendorf	266	265	276	807	560	247
Kirchhain	113	107	120	340	240	100
Mayen	146	175	180	501	380	121
Veitshöchheim	201	199	247	647	420	227
gesamt	**1.104**	**1.133**	**1.216**	**3.453**	**2.420**	**1.033**

- ***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 26: Anzahl Analysen auf Nosema- und Amöbenzystenbefall 2022

	durchgeführt	**geplant**	**Differenz**

	Frühjahr	Sommer	Herbst	**gesamt**		
Celle	140	169	156	465	540	-75
FLI-Riems	40	29	39	108	90	18
Hohenheim	198	189	198	585	600	-15
Hohen Neuendorf	266*	265	276	815	840	-25
Kirchhain	113	107	120	340	360	-20
Mayen	146	175	180	501	570	-69
Veitshöchheim	201	199	247	647	630	17
gesamt	**1.104**	**1.133**	**1.216**	**3461**	**3630**	**-169**

*Zusätzlich wurden vom Bieneninstitut Hohen Neuendorf 8 Anlassproben von Bienentotenfall gestorbener Völker analysiert

- ***Nosema*-Differenzierung** mittels PCR von positiven Bienenproben, 3 Proben je Monitoringbienenstand im Jahr

Es wurden folgende *Nosema*-Differenzierungen geplant und durchgeführt:

Tabelle 27: Anzahl Nosema-Differenzierungen 2022

	durchgeführt	**geplant**	**Differenz**
Celle	17	54	-37
FLI-Riems	54	9	45
Hohenheim	60	60	0
Hohen Neuendorf	84	84	0
Kirchhain	36	36	0
Mayen	39	57	-18
Veitshöchheim	63	63	0
gesamt	**353**	**363**	**-10**

.

- **Acarapioseuntersuchung** der Bienenproben vom Frühjahr (Standuntersuchung)

Es wurden folgende Untersuchung auf die Tracheenmilbe *Acarapis woodi* geplant und durchgeführt:

Tabelle 28: Anzahl Acarapioseuntersuchungen 2022

	durchgeführt	**geplant**	**Differenz**
Celle	13	18	-5
FLI-Riems	3	3	0
Hohenheim	20	20	0
Hohen Neuendorf	28	28	0

Kirchhain	12	12	0
Mayen	18	19	-1
Veitshöchheim	20	21	-1
gesamt	**114**	**121**	**-7**

.

- **Analyse auf Viren** in der Bienenprobe vom Herbst 2021
  (5 Proben pro Monitoringbienenstand und Jahr)

Es wurden folgende Virenuntersuchungen geplant und durchgeführt:

Tabelle 29: Anzahl Virusanalysen von Herbst 2021

	durchgeführt	**geplant**	**Differenz**
Celle	55	90	-35
FLI-Riems	23	15	8
Hohenheim	100	100	0
Hohen Neuendorf	150	140	10
Kirchhain	60	60	0
Mayen	85	95	-10
Veitshöchheim	105	105	0
gesamt	**571**	**605**	**-34**

- 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 2022

	durchgeführt	**geplant**	**Differenz**
Celle	32	36	-4
FLI-Riems	6	6	0
Hohenheim	38	40	-2
Hohen Neuendorf	56	56	0
Kirchhain	24	24	0
Mayen	36	38	-2
Veitshöchheim	48	42	6
gesamt	**240**	**242**	**-2**

- 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 untersucht:

Tabelle 31: Anzahl Pollenanalysen im Honig 2022

	durchgeführt	**geplant**	**Differenz**
Celle	27	36	-9
FLI-Riems	6	6	0
Hohenheim	28	40	-12
Hohen Neuendorf	55	56	-1
Kirchhain	23	24	-1
Mayen	34	38	-4
Veitshöchheim	37	42	-5
gesamt	**210**	**242**	**-32**

Es wurden folgende Anzahl Bienenbrotproben aufgearbeitet und pollenanalytisch untersucht:

Tabelle 32: Anzahl Bienenbrotanalysen 2022

	durchgeführt	**geplant**	**Differenz**
Celle	28	18	10
FLI-Riems	3	3	0
Hohenheim	20	20	0
Hohen Neuendorf	28	28	0
Kirchhain	12	12	0
Mayen	27	19	8
Veitshöchheim	23	21	2
gesamt	**141**	**121**	**20**

In Mayen und Celle wurden Bienenbrotproben sowohl aus dem Frühjahr als auch aus dem Sommer gezogen und analysiert, soweit Bienenbrot vorhanden war.

127 dieser Proben wurden auf Rückstände geprüft.

d. Rückstandsanalysen

- von 1-2 Bienenbrotproben pro Monitoringbienenstand (wenn vorhanden)

Es wurden folgende Anzahl Bienenbrotproben auf Rückstände untersucht:

Tabelle 33: Anzahl Rückstandsanalysen in Bienenbrot 2022

	durchgeführt	geplant	Differenz
Celle	18	18	0
FLI-Riems	3	3	0
Hohenheim	20	20	0
Hohen Neuendorf	28	28	0
Kirchhain	12	12	0
Mayen	23	19	4
Veitshöchheim	23	21	2
gesamt	**127**	**121**	**6**

Die positiven Differenzen für Mayen und Veitshöchheim ergeben sich daraus, dass bei zwei Imkereien wegen Krankheit bzw. Hochwasser die Stände nicht für Virusanalysen beprobt und analysiert werden konnten und aufgrund niedrigen *Nosema*-Befalls weniger *Nosema*-Differenzierungen zusätzliche Rückstandsanalysen erlaubten.

e. Datenerfassung der Imkereien:

- detailliert Art und Zeitpunkt der *Varroa*-Behandlung, 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. Eingabe der Daten in die Datenbank

bis **1. Februar**

- *Nosema* PCR des Vorjahres
- AFB aus Herbstbonitur des Vorjahres

bis **1. Mai:**

- Volksstärke aus Frühjahrsbonitur

- Gesamt-Anzahl ausgewinterter Völker

bis **1. November:**

- Volksstärke Herbstbonitur
- *Varroa-Befall* Herbstbonitur
- Gesamt-Anzahl eingewinterter Völker

bis **31. Dezember**

- alle Restdaten aus abgeschlossenem Untersuchungsjahr einschl. Spätsommer- bzw. Herbstbehandlung gegen *Varroa*-Milben.

Alle Daten wurden termingerecht in die Datenbank eingetragen. Die Verluste an Bienenvölker aller Projektimker wurden erfasst und in die Datenbank eingegeben. Dadurch besteht nun eine weltweit einmalige lückenlose Erfassung von Winterverlusten über 17 Jahre.

3. Anzahl der Kurse, Schulungen und Vorträge für Imker, bei denen DeBiMo-Ergebnisse vermittelt oder genutzt wurden

Folgende Schulungen wurden im Jahr 2022 durchgeführt:

LAVES Celle:

- 21.04. Kurs Brutkrankheiten
- 22.04. Kurs Frauen imkern anders
- 04. und 05.05. Kurs Einführung in die Bienenhaltung
- 18.05. Kurs Königinnenaufzucht
- 02.06. Kurs Völkerführung während der Schwarmzeit inklusive Jungvölkerbildung
- 09.06. Kurs Varroose
- 14.-18.11. Kurs Gute Imkerliche Praxis
- 23./24.11. Honiglehrgang

FLI-Riems:

- 08.03. American foulbrood, digital
- 14.10. Anpassung der amtlichen Methoden an das Animal Health Law

LAB Hohenheim:

- 20.01. Rückstände in Bienenprodukte
- 21.-22.01. Neuimkerschulung, digital
- 20.02. Varroabekämpfung – was wirkt, wann, wie und warum?
- 25.02. Pflanzenschutz und Bienenschutz
- 24.03. Landwirtschaft und Imkerei
- 29.04. Imkerei und Landwirtschaft – zwei Welten treffen sich
- 30.05. Aktuelles aus der Bienenkunde
- 02.07. Tag der offenen Tür Uni Hohenheim

- 10.06. Obstbau und Imkerei
- 14.06. DLG Feldtage
- 17.07. Pflanzenschutz – was sollte der Imker wissen?
- 09.09. Runder Tisch Landwirtschaft und Imkerei beim MLR
- 05.10. Fachberater und MLR
- 16.10. Hohenheimer Tag
- 20.10. Pflanzenschutz im Raps
- 23.10. Deutscher Berufsimkertag, Hauptvortrag
- 12.11. Fortbildung der Referenten des LV Württembergischer Imker
- 14.-15.11. Fachgespräch Imkerei mit MLR und Fachberatern
- Zahlreiche Vorträge in Präsenz und online für verschiedene Imkervereine

LIB Hohen Neuendorf:

- 21.01. Grundlagen der Bienenzucht, online
- 04.03. Varroa-Milbe und Kleiner Beutenkäfer – zwei gefährliche Parasiten. Was kann ich tun?
- 08.04. Lange Nacht der Bienenwissenschaften, DIB, digital
- 22.09. Kurs Bienenkrankheiten Teil 1
- 23.09. Kurs Bienenkrankheiten Teil 2
- 14.10. Züchtertagung, Varroaresistenz
- 28.10. Schulung zu *V. destructor* und Nosemose in LV Thüringischer Imker
- 09.12. Schulung zu Bienenkrankheiten im IV Hohen Neuendorf
- > 40 Vorträge in Präsenz und online für verschiedene Imkervereine und Landesverbände

LLH Kirchhain:

- 16. 03. Onlinetagung der Biolandimker
- 29. – 31. 03. BSV Lehrgang (1-3), Kirchhain
- 12. 04. BSV Lehrgang (4), Kirchhain
- 08. 05. Praxistag für Hessische Imkerberater, Kirchhain
- 14. 05. Praxistag für Hessische Imkerberater, Kirchhain
- 21. 05. Praxistag für Hessische Imkerberater, Kirchhain
- 28. 05. Praxistag für Hessische Imkerberater, Kirchhain
- 14. 09. Lehrgang Bienenkrankheiten (1), Kirchhain
- 15. 09. Lehrgang Bienenkrankheiten (2), Kirchhain
- 21. 10. Workshop Biotechnische Varroakontrolle, Berufsimkertagung, Friedrichshafen
- 29. 10. Schulungsveranstaltung Vereinsvorsitzende LHI, Friedrichsdorf
- 30. 10. Schulungsveranstaltung Vereinsvorsitzende LHI, Friedrichsdorf
- 18. 11. Fortbildungstagung Hessische Imkerberater, Kirchhain
- 19. 11. Fortbildungstagung Hessische Imkerberater, Kirchhain
- 3 Praxistage zu Biotechnischen Methoden für Projektimker
- Zahlreiche Vorträge in Präsenz und online für verschiedene Imkervereine

DLR Mayen:

- Februar/März: insgesamt 15 Online-Vorträge zu den Themen *Varroa*, Honig und Digitales für Imker.
- 13.03: Dänischer Imkertag: Vorstellung von DeBiMo, Vejle, Dänemark
- April-Mai: Grundausbildung für Bienensachverständige
- April-November: Grundausbildung zum Imker, Online und Präsenz
- April-November: fünf Vorträge in Imkervereinen zum DeBiMo
- 28.06.-13.07. Fünf Online-Vorträge zur *Varroa*-Sommerbehandlung
- 11.-15.10. Beratertagung Arbeitsgemeinschaft der deutschsprachigen Fachberater für Imkerei
- 31.10. 32. Mayener Vortragsreihe

LWG Veitshöchheim:

- 05.02.2022 Veitshöchheimer Imkerforum
- 23.–25.02.2022 Bienenkrankheitskurs
- 09.05.2022 Züchterschulung, Prüfhof Acheleschwaig
- 10.05.2022 Züchterschulung, Prüfhof Kringell
- 11.05.2022 ökologisch Imkern
- 17.–18.05.2022 Honigkurs für Fortgeschrittene
- 10.07.2022 Veitshöchheimer Imkertag
- 25.–26.10.2022 Bienenkrankheitskurs
- 12.11.2022 Schulung von Fachwarten und BSV, Veitshöchheim
- 20.11.2022 Schulung von Fachwarten und BSV, Lan

7. Literaturverzeichnis

ANNUAL COLONY LOSS REPORTS – CAPA (2023). Online verfügbar unter https://capabees.com/capa-statement-on-honey-bees/, zuletzt aktualisiert am 12.04.2023, zuletzt geprüft am 12.04.2023

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.

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., SZENDRÖI 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.

BERENBAUM M.R. & JOHNSON R.M. (2015) Xenobiotic detoxification pathways in honey bees. Current Opinion in Insect Science 10, 51-58

BERENYI O., BAKONYI T., DERAKHSHIFAR I., KÖGLBERGER H., NOWOTNY N. (2006) Occurence of six honeybee viruses in diseased Austrian apiaries. Appl. Environ. Microbiol. 72, 2414-2420.

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.

DE MIRANDA J.R., GENERSCH E. (2010) Deformed wing virus. J. Invertebr. Pathol. 103, S48-S61.

DESNEUX, NICOLAS; DECOURTYE, AXEL; DELPUECH, JEAN-MARIE (2007): The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. In: Annual review of entomology 52, S. 81–106. DOI: 10.1146/annurev.ento.52.110405.091440.

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.

FISHER, ADRIAN; DEGRANDI-HOFFMAN, GLORIA; SMITH, BRIAN H.; JOHNSON, MEREDITH; KAFTANOGLU, OSMAN; COGLEY, TEDDY ET AL. (2021): Colony field test reveals dramatically higher toxicity of a widely-used mito-toxic fungicide on honey bees (*Apis mellifera*). In: Environmental pollution (Barking, Essex: 1987) 269, S. 115964. DOI: 10.1016/j.envpol.2020.115964.

FRIES I. (2010) *Nosema ceranae* in European honey bees (*Apis mellifera*). J. Invertebr. Pathol. 103, S73-S79.

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., AUBERT M. (2010a) 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., BUECHLER R., BERG S., RITTER W., MUEHLEN W., GISDER S., MEIXNER M., LIEBIG G., ROSENKRANZ P. (2010B) 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., 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.

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.

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.

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.

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., 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.

JACQUES A., LAURENT M., EPILOBEE CONSORTIUM, RIBIERE-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

KHALIFA, SHADEN A. M.; ELSHAFIEY, ESRAA H.; SHETAIA, AYA A.; EL-WAHED, AIDA A. ABD; ALGETHAMI, AHMED F.; MUSHARRAF, SYED G. (2021): Overview of Bee Pollination and Its Economic Value for Crop Production. In: *Insects* 12 (8), S. 688. DOI: 10.3390/insects12080688.

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.

LAUTENBACH S, SEPPELT R, LIEBSCHER J, DORMANN CF (2012) Spatial and Temporal Trends of Global Pollination Benefit. PLoS ONE 7(4): e35954. doi:10.1371/journal.pone.0035954

LE CONTE Y., ELLIS M., RITTER W. (2010) *Varroa* mites and honey bee health: can *Varroa* explain part of the colony losses? Apidologie 41, 353–363.

LEE K.V., STEINHAUER N., RENNICH K, WILSON M.E., TARPY D.R., CARON D.M., ROSE R., DELAPLANE K.S., BAYLIS K., LENGERICH 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.L., CORNMAN R.S., EVANS J.D., PETTIS J.S., ZHAO Y., MURPHY C., PEN W.J., WU J., HAMILTON M., BONCRISTIANI H.F., ZHOU L., HAMMOND J., CHEN Y. (2014) Systemic spread and propagation of a plant-pathogenic virus in European honeybees, *Apis mellifera*. mBio. 5, e00898-13.

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.

MCMENAMIN A. J., GENERSCH E. (2015) Honey bee colony losses and associated viruses. Curr. Opin. Insect Sci. 8, 121-129.

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.

ROSENKRANZ P., AUMEIER P., ZIEGELMANN B. (2010) Biology and control of *Varroa destructor*. J. Invertebr. Pathol. 103**,** 96-119.

SCHÜLER V., LIU Y.-C., GISDER S., HORCHLER L., GROTH D., GENERSCH E. (2023) Significant, but not biologically relevant: Nosema ceranae infections and winzter losses of honey bee colonies. Comms. Biol. 6: 229

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.

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.

TRAYNOR, KIRSTEN S.; PETTIS, JEFFERY S.; TARPY, DAVID R.; MULLIN, CHRISTOPHER A.; FRAZIER, JAMES L.; FRAZIER, MARYANN; VANENGELSDORP, DENNIS (2016): In-hive Pesticide Exposome: Assessing risks to migratory honey bees from in-hive pesticide contamination in the Eastern United States. In: Sci Rep 6 (1), S. 33207. DOI: 10.1038/srep33207.

TRAYNOR K.S., TOSI S., RENNICH K., STEINHAUER N., FORSGREN E., ROSE R., KUNKEL R., MADELLA S., LOPEZ D., EVERSOLE H., FAHEY R., PETTIS J., EVANS J.D., VAN ENGELSDORP D. (2021) Pesticides in honey bee colonies: Establishing a baseline for real world exposure over seven years in the USA. Environmental Pollution 279: 116566

VAN DOOREMALEN C., GERRITSEN L., CORNELISSEN B., VAN DER STEEN J., VAN LANGEVELDE F., BLACQUIÈRE T. (2012) Winter survival of individual honey bees and honey bee colonies depends on level of *Varroa destructor* infestation. PLoS One 7, e36285.

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.

VILLALOBOS E.M. (2016) The mite that jumped, the bee that traveled, the disease that followed. Science 351, 554-556.

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.