



## **Zwischenbericht 2021**

eingereicht bei der  
BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG (BLE)

**Deutsches Bienenmonitoring - „DeBiMo“**

**Projektlaufzeit: 1.1.2020 - 31.12.2022**

**Berichtszeitraum: 1.1.2021 – 31.12.2021**

### **Vorgelegt von:**

#### **Universität Hohenheim**

- **Landesanstalt für Bienenkunde**; FKZ 2819SE001

August-von-Hartmann-Str. 13, 70593 Stuttgart

PD Dr. Peter Rosenkranz, 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

#### **Friedrich-Loeffler-Institut - 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. Ralph Büchler

#### **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

<b>1. Ziele und Aufgabenstellung des Vorhabens .....</b>	<b>3</b>
1.1. Planung und Ablauf des Vorhabens .....	4
1.2. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde .....	7
<b>2. Material und Methoden .....</b>	<b>11</b>
2.1. Bonituren, .....	11
2.2. Probennahme .....	11
2.3. Krankheitsuntersuchungen .....	12
2.3.1. Bestimmung des <i>Varroa</i> -Befalls .....	12
2.3.2. Mikroskopischer Nachweis von <i>Nosema</i> spp. und Amöbenzysten .....	12
2.3.3. Molekulare Differenzierung von <i>Nosema</i> spp. ....	13
2.3.4. Mikroskopischer Nachweis von Tracheenmilben ( <i>Acarapis woodi</i> ) .....	13
2.3.5. Molekularer Nachweis von Viren .....	14
2.3.6. Nachweis des Erregers der Amerikanischen Faulbrut, <i>Paenibacillus larvae</i> .....	14
2.3.7. Untersuchung auf Milbenbefall mit <i>Tropilaelaps</i> spp. ....	15
2.3.8. Untersuchung auf Befall mit dem Kleinen Beutenkäfer, <i>Aethina tumida</i> .....	15
2.4. Mikroskopische Pollenanalysen .....	15
2.5. Rückstandsanalysen in Bienenbrot .....	15
<b>3. Ergebnisse .....</b>	<b>17</b>
3.1. Honigerträge .....	17
3.2. Mikroskopische Pollenanalyse von Honig .....	19
3.3. Winterverluste .....	21
3.4. Überwinterungsquotient .....	26
3.5. Bienenkrankheiten .....	28
3.5.1. <i>Varroa</i> -Befall .....	28
3.5.2. <i>Nosema</i> spp. ....	37
*Ergebnisse werden mit dem Abschlussbericht nachgereicht. ....	41
3.5.3. Amöbenzysten .....	41
3.5.5. Bienenviren .....	43
3.5.6. Amerikanische Faulbrut .....	50
3.5.7. Befall mit <i>Tropilaelaps</i> spp. ....	50
3.5.8. Befall mit dem Kleinen Beutenkäfer, <i>Aethina tumida</i> .....	50
3.6. Rückstandsanalysen in Bienenbrot .....	51
<b>4. Diskussion der Ergebnisse .....</b>	<b>69</b>
<b>5. Zusammenfassung .....</b>	<b>77</b>
<b>6. Gegenüberstellung geplanter und tatsächlich erreichter Ziele .....</b>	<b>80</b>
<b>7. Literaturverzeichnis .....</b>	<b>88</b>

## 1. Ziele und Aufgabenstellung des Vorhabens

Honigbienen sind wichtige Bestäuber und ein unverzichtbarer Bestandteil unserer Umwelt (Klein et al., 2007; Lautenbach et al., 2012). Ein Viertel unserer Nahrungsgrundlage wäre ohne die Honigbiene nicht gegeben (Delaplane and Mayer 2000). Gerade in den letzten Jahren muss dabei besondere Vorsicht gegenüber zwei neuen Bedrohungen der Bienenvölker gelten: Die Asiatische Hornisse *Vespa velutina*, die sich bereits in Deutschland ausbreitet und der aus Afrika stammende kleine Beutenkäfer *Aethina tumida*, welcher seit 2014 in Süditalien gefunden wird.

Vor diesem Hintergrund spielt die Arbeit der Imker\*innen an Honigbienenvölkern eine entscheidende Rolle – das Leben der Honigbienenvölker ist von dieser Arbeit abhängig. Imker\*innen stehen dabei vor großen Herausforderungen: Der Eindämmung von Parasiten und Krankheitserregern, der ausreichenden und vielseitigen Ernährung der Honigbienen, der Vermeidung von Kontakt mit bienengefährlichen Pflanzenschutzmitteln und damit der geeigneten Standortwahl.

Das Deutsche Bienenmonitoring (DeBiMo) unterstützt Imker\*innen deutschlandweit seit fast zwei Jahrzehnten indem es ihnen essentielle Informationen über den aktuellen Stand der Honigbienengesundheit bereitstellt. Das Projekt gibt einen Überblick über die derzeitige Situation und erfasst gleichzeitig mit modernster Technik alle Parameter, die für die Bienengesundheit unerlässlich sind. Dabei wird darauf geachtet, dass die Methoden und Standorte der Bienenvölker für eine optimale Vergleichsmöglichkeit über die Jahre hinweg möglichst gleichbleiben. Durch die stetig wachsende Datengrundlage können den Imker\*innen Hinweise und Prognosemodelle geliefert werden. Diese wiederum erleichtern die imkerliche Praxis und stellen das Überleben möglichst vieler Honigbienenvölker sicher.

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. Anhand der Prävalenzen und 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. 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.

In dem vorliegenden Zwischenbericht wird dargelegt, welche für das Jahr 2021 geplanten Aufgaben erfüllt und welche gesetzten Ziele erreicht wurden.

### 1.1. Planung und Ablauf des Vorhabens

Innerhalb des **Berichtszeitraums** sollen kurzfristig die folgenden Ziele erreicht werden (vgl. Punkt 0.

6. Gegenüberstellung geplanter und tatsächlich erreichter Ziele):

1. Um eine flächendeckende Datenlage zu erreichen, wurden im Jahr 2021 Daten von 123 Imkereien aus nahezu allen Bundesländern (siehe Abbildung 1 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) 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 Erreger der Amerikanischen Faulbrut

#### b.

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

**d. Mikroskopische Pollenanalysen**

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

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

**f. 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

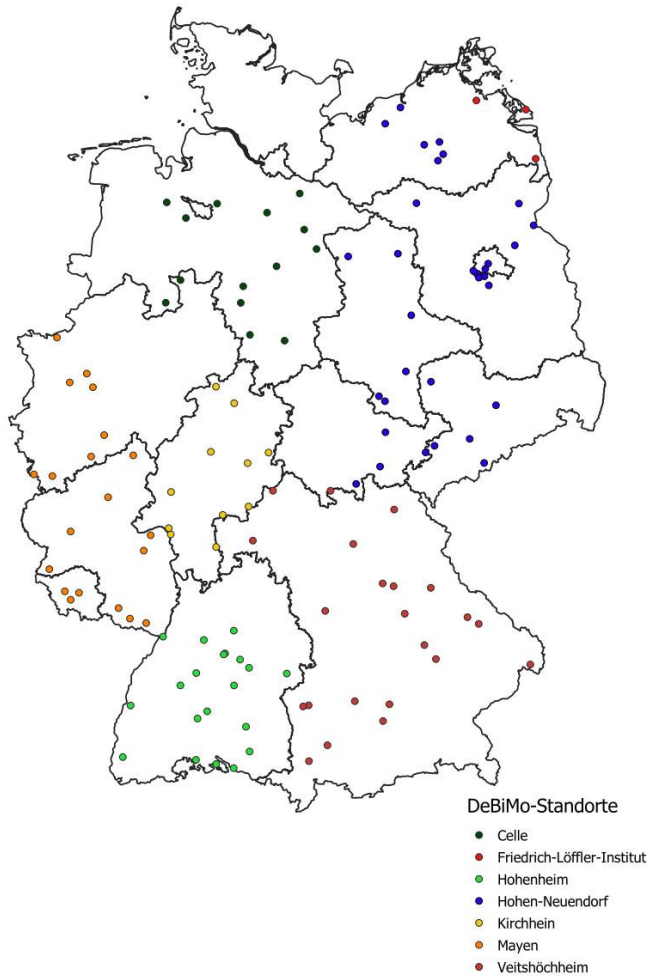


Abbildung 1: Standorte der Monitoring-Imkereien in 2021.

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

bis **1. Februar:**

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

bis **1. Mai:**

- Volksstärke aus Frühjahrsbonitur
- Gesamtanzahl ausgewinteter Völker

bis **1. November:**

- Volksstärke Herbstbonitur
- *Varroa*-Befall Herbstbonitur
- Gesamtanzahl eingewinteter 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\*innen**

Jedes beteiligte Bieneninstitut führt jährlich mindestens 4 Schulungen im Rahmen von Imker\*innen-Fortbildungsveranstaltungen durch. Bedingt durch die SARS-CoV-2-Pandemie waren die Schulungen in 2021 nicht wie üblich möglich.

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

Das DeBiMo-Projekt baute auch in diesem Projektzeitraum auf den langjährigen Erfahrungen und Ergebnissen der Vorjahre auf, in denen über viele Jahre mit ähnlichen und die letzten Jahre sogar identischen Methoden gearbeitet wurde. Im Jahr 2004 wurde das Deutsche Bienenmonitoring gestartet. In den Folgejahren wurden die Details der Durchführung für die zentrale Fragestellung (Erfassung und Ursachenanalyse der Bienengesundheit) immer weiter optimiert und die Analysemethoden dabei an die technischen Entwicklungen (z. B. Virendiagnostik; Rückstandsanalysen) und 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 und -kolleginnen zum Beispiel aus Universitäten oder Veterinäreinrichtungen ein, da Projektergebnisse aus dem Monitoringprojekt regelmäßig auf Bienentagungen vorgestellt und diskutiert wurden.

Von genauso großer Bedeutung ist die enge Beziehung der beteiligten Bieneninstitute zu den Imker\*innen in ihrem jeweiligen Zuständigkeitsgebiet. Im Jahr 2021 waren 123 Imker\*innen beteiligt – viele davon seit vielen Jahren. Die Zahl der Teilnehmer wurde also in dieser Projektperiode im Vergleich zu 2020 leicht erhöht (119 Imker\*innen im vorhergehenden Jahr). Für die folgende Projektperiode soll die Teilnehmerzahl noch moderat erhöht werden, um einige nicht erfasste Regionen besser abzudecken. Dabei wird weiterhin darauf geachtet, dass hinsichtlich Betriebsgröße, Betriebsweise und Trachtnutzung das gesamte Spektrum der Imkerei in Deutschland abgedeckt wird. Die gute Kooperation mit zuverlässigen Imker\*innen ist eine weitere, essentielle Voraussetzung für die erfolgreiche Durchführung dieses Langzeitprojektes. Die Betreuer und Betreuerinnen sind zwar

drei Mal pro Jahr vor Ort am Bienenstand für Bonituren und Probennahmen, trotzdem sind wir im Projekt darauf angewiesen, dass die Imker\*innen korrekte Angaben machen und belastbare Daten liefern.

Eine funktionierende Datenbank, auf die alle Institute im Projekt Zugriff haben, ist eine weitere Voraussetzung für Speicherung, Verwaltung und natürlich die statistische Auswertung von nahezu einer Million Einzeldaten pro Jahr! Die Datenbank wurde bereits während der vorherigen Projektlaufzeiten kontinuierlich aktualisiert und an neue Anforderungen angepasst.

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 wurden sowohl in der Imkerschaft als auch innerhalb der Bienenwissenschaft das Thema Pflanzenschutz weiterhin kontrovers diskutiert. Hier spielen insbesondere subletale Effekte eine Rolle. 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 von der Kontrolle auf neue invasive Pathogene. 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 Bienen Sektor 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.

In nur 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\*innen 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 Völkerverlusten, nicht



überprüft werden. In den USA laufen Erhebungen zu Winterverlusten seit 2006/2007 über das Projekt Bee Informed Partnership (<https://beeinformed.org/>)

Die in den USA ermittelten Winterverlusten lagen im Zeitraum 2006/2007 bis 2019/2020 zwischen 22% und fast 40% (Abbildung 2) (vanEngelsdorp et al. 2007; vanEngelsdorp et al. 2008; vanEngelsdorp et al. 2010; Lee et al. 2015; Traynor et al. 2016) und damit generell und regelmäßig wesentlich höher als in Deutschland. Im Winter 2020/21 lagen die durchschnittlichen Verluste bei 32,2% und damit höher als im langjährigen Durchschnitt (28,3%, Quelle: <https://beeinformed.org/>). Bemerkenswert sind auch die regelmäßig sehr hohen Verlusten während der Saison in den USA. In Deutschland und Europa werden solche Sommerverluste nicht im gleichen Ausmaß und gleicher Häufigkeit beobachtet (<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.2903/sp.efsa.2016.EN-883>; Jacques et al., 2017).

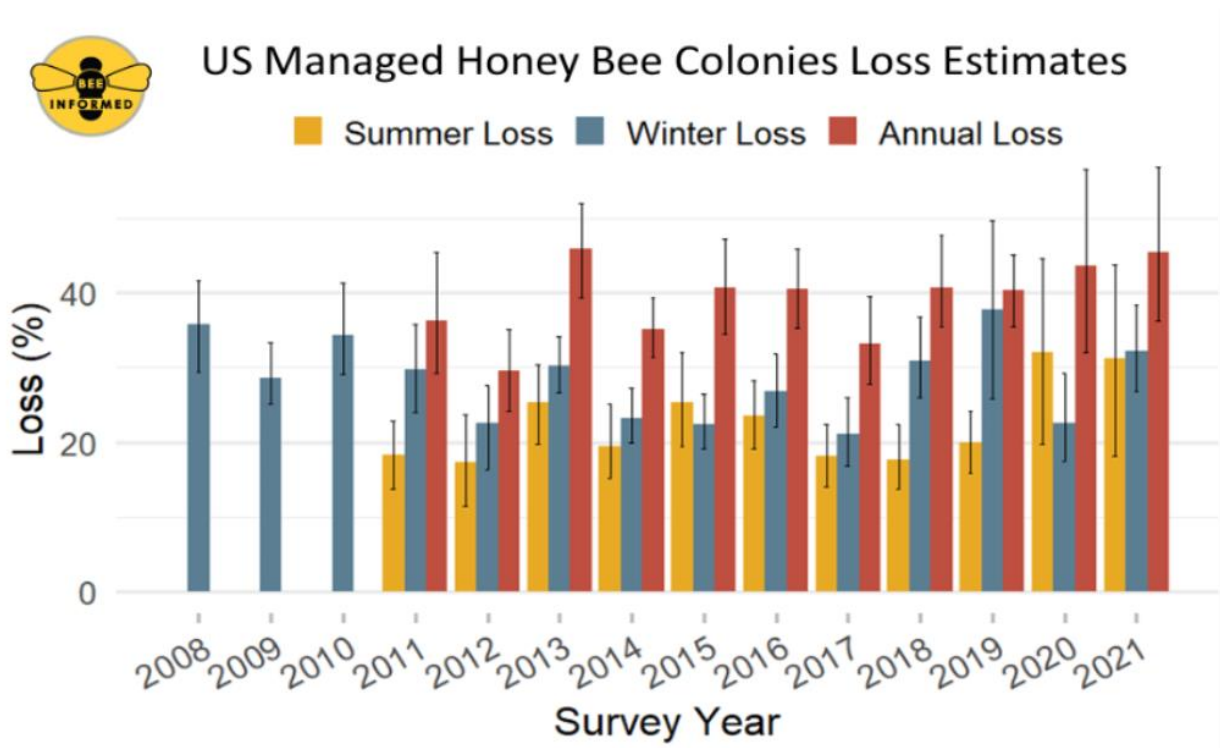


Abbildung 2: Über Online-Umfragen ermittelte Winter- (2007/08-2020/21) und Sommer-, sowie Gesamtverluste (2007-2021) in den USA (Abbildung von <https://beeinformed.org/>, Zugriff 29.04.2022).

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

## Ziele und Aufgabenstellung des Vorhabens

Mittels multivariaten Poisson-Regressionsmodellen konnte gezeigt werden, dass geschulte und erfahrene Imker\*innen, die Krankheiten erkennen und bekämpfen können, erheblich geringere Völkerverluste hatten als HobbyImker\*innen mit kleinen Bienenständen und wenig Erfahrung (Jacques et al., 2017). Im Gegensatz zum DeBiMo handelte es sich beim EPILOBEE Projekt jedoch um eine Kurzzeitstudie und die festgestellten Verluste und die beobachteten Krankheiten bilden daher nur eine Momentaufnahme 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 eine umfassende multivariate statistische Auswertung. Die lange Laufzeit des Projektes und die methodische Kontinuität ermöglicht 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.

## 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\*innen liefern zunächst „Basisdaten“ bzgl. Entwicklung und Honigertrag von diesen Monitoringvölkern und ermöglichen drei Standbesuche zur Bonitur der Völker. Die Datenerfassung zu den Projektimkereien (siehe 0) und die Bonitur der Monitoringvölker erfolgt durch die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen der Institute in Zusammenarbeit mit den Projekt-Imker\*innen im Rahmen der dreimaligen Standbesuche. Dieses Vorgehen gewährleistet die Erhebung belastbarer Daten, vor allem auch bei den Populationsschätzungen und nachvollziehbare Probenahmen. Völkerverluste werden nach Erfassung durch neue Völker ersetzt, so dass die Zahl von zehn Monitoringvölkern pro teilnehmendem/r Imker\*in nicht unterschritten wird.

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

Jeweils im Frühjahr, Sommer und Herbst wurden die Imkereien besucht und die Volkstärken aller Monitoringvölker erfasst. Hierzu wurden die Waben einzeln gezogen und die Zahl besetzter Waben bestimmt. Nicht vollständig besetzte Waben wurden aufsummiert. Die Angaben erfolgten auf eine Dezimale genau.

Aus den Volkstärken vor und nach der Überwinterung 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 der Auswinterung im März/April zur Volksstärke der Einwinterung im Herbst. Der ÜQ dient somit als Maß für den Überwinterungsverlauf der Völker. Je niedriger der Wert, umso mehr Bienen hat das Volk während der Überwinterung verloren. Volksstärke und Boniturbedingungen sind u.a. 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 spätestester 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 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** dargestellt.

Tabelle 1: Probennahmen bei den Standbesuchen.

	Frühjahr	Ende Mai <sup>1</sup>	Sommer	Herbst
Bienen	x		x	x
Bienenbrot		x <sup>1</sup>	x <sup>1</sup>	
Futterkranz				x
Honig		x <sup>1</sup>	x <sup>1</sup>	x <sup>1</sup>

<sup>1</sup> wenn vorhanden, Probennahme durch Imker\*in

**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 0) 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 *ja* oder *nein*.

### **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 wurden zusätzlich auch die Herbstproben für die Differenzierung herangezogen.

Die Differenzierung zwischen *N. ceranae* und *N. apis* erfolgte nach einer in der Literatur beschriebenen Methode (Klee et al. 2007; Gisder et al. 2010). Dabei werden zunächst Suspensionen aus Därmen von *Nosema*-positiven Bienen hergestellt, die dann zur DNA-Extraktion verwendet wurden. Die Extraktion der Gesamt-DNA erfolgte mit Hilfe des DNeasy Plant Mini Kits (Qiagen). Für die Differenzierung wurde dann ein konservierter Bereich des 16S rRNA-Gens mit Hilfe des Primer-Paars nos-16S-fw (5\_-CGTAGACGCTATTCCTAAGATT-3\_; positions 422 to 444 in GenBank accession no. U97150) und nos-16S-rv (5\_-CTCCCAACTATACAGTACACCTCATA-3\_; positions 884 to 909 in GenBank accession no. U97150) mittels PCR unter Einsatz von je 5 µL der extrahierten DNA-Lösung amplifiziert; das korrekte Amplikon ist 486 bp lang. Die PCR-Bedingungen waren wie folgt: initiale Denaturierung für 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% (w/v) Agarosegel aufgetrennt und nach Färbung mit Ethidiumbromid unter UV-Licht evaluiert. Die Amplikons im restlichen Volumen der PCR-Reaktion wurden anschließend zwei Restriktionsverdau (37 °C für 3 Stunden) unterzogen; ein Restriktionsverdau erfolgte mit den Enzymen *MspI* / *PacI* (Nachweis von *N. ceranae*), der andere mit den Enzymen *MspI* / *NdeI* (Nachweis von *N. apis*). Die Restriktionsfragmente des amplifizierten Abschnitts des 16S rRNA-Gens wurden in einem 3% (w/v) NuSieve-Agarosegel aufgetrennt und nach Färbung mit Ethidiumbromid unter UV-Licht evaluiert. Die Einteilung erfolgt dann über die artspezifischen Fragmente. Bei *N. apis* entstehen u. a. zwei Fragmente von 131 bp und 91 bp; bei *N. ceranae* sind die entsprechenden Fragmente 118 bp und 97 bp lang.

### **2.3.4. 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 Bakonyi et al. 2002; DWV siehe Genersch 2005; SBV siehe Yue et al. 2006; CBPV siehe Blanchard et al. 2008). Die PCR-Bedingungen waren wie folgt: 30 Minuten bei 50°C, 15 Minuten bei 95°C, gefolgt von 35 Zyklen mit 30 Sekunden bei 94°C, 30 Sekunden bei der optimalen Anlagerungstemperatur der jeweiligen Primer-Paare (ABPV 49,5°C; DWV 52,0°C; SBV 52,0°C; CBPV 55,0°C), 30 Sekunden bei 72°C gefolgt von einer abschließenden Verlängerung von 10 Minuten bei 72°C. Anschließend wurden 5 µL der RT-PCR-Reaktion in einem 1% (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.

Aus dem Bieneninstitut Celle lagen in 2021 nur eingeschränkt Daten vor. Fehlende Daten werden mit dem Abschlussbericht 2022 nachgereicht.

### **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. Wachsen 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% (w/v) H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 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. Die Untersuchung erfolgte zusammen mit der *Varroa*-Milbe – Untersuchung durch Auswaschen der Bienenproben (vgl. 2.3.1.0). Durch Verwendung einer Grob-Feinsieb-Kombination können die Milben von den Bienen getrennt und der Befall erkannt 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 Schadsuren eines möglichen Befalls mit *A. tumida* geachtet. Diese Art ist ein potentiell invasiver Schädling, der für Europa in Italien nachgewiesen ist. Zusätzlich konnte fakultativ ein „Better Beetle Blaster“ zwischen der Sommer- und Herbstbonitur in die unteren Zargen der Völker zwischen die zwei äußeren Rähmchen eingesetzt werden. Der Blaster wurde dann 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.

## **2.4. 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.

## **2.5. Rückstandsanalysen in Bienenbrot**

Die Rückstandsanalysen wurden von der LUFSA 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 457 Wirkstoffe und deren Metaboliten nachweisbar sind. Aufgrund der hohen Komplexität der Matrix Bienenbrot

waren zusätzliche Reinigungsschritte notwendig. Nach der Extraktreinigung mittels C<sub>18</sub> 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 92% und eine durchschnittliche Inter-Day-Precision von 13% erreicht. Die Bestimmungsgrenzen (LOQ = sicher quantifizierbare Mengen) liegen je nach Substanz bei 3 (N = 43 Substanzen, darunter die Neonicotinoide), 5 (N = 390), 10 (N = 23) und 15 µg/kg (N = 12) und 30 µg/kg (N = 6). Die Nachweisgrenzen (LOD = detektiert, aber nicht quantifizierbar) entsprechend niedriger (1, 2, 3, 5, 10 resp. 20 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<sub>4</sub>, 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<sub>4</sub> 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<sub>18</sub>-modifiziertes Kieselgel, 200 mg MgSO<sub>4</sub>, 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 2020/2021 dargestellt und mit den entsprechenden Ergebnissen des DeBiMo aus den Vorjahren verglichen.

#### 3.1. Honigerträge

Das Frühjahr 2021 war mit einer Durchschnittstemperatur von 7,2°C der kühlfte Frühling seit 2006. Vor allem im April und Mai waren die Temperaturen geringer als im langjährigen Mittel. Vor allem ein ungewöhnlich regenreicher und sonnenscheinarmer Mai wirkte sich auf die Honigerträge aus. Der Sommer war wärmer, feuchter und sonnenscheinärmer als im langjährigen Mittel. Von besonderer Bedeutung waren die von den Starkregenfällen im Juli verursachten Überschwemmungen, die auch einige Monitoringimker\*innen trafen. Über das Bundesgebiet fielen 26,8% mehr Niederschläge als im Mittel der Jahre 1991-2020. (Quelle: Deutscher Wetterdienst).

Einige Bienenstände des DeBiMo wurden in dieser Zeit überschwemmt. Das regnerische Wetter im Spätfrühling und Sommer reduzierte außerdem den Honigertrag. Am stärksten betroffen waren von Mayen und Hohenheim betroffene Imkereien, von denen für 2021 kein Honigertrag gemeldet wurde.



Abbildung 3: Ein überschwemmter Monitoring-Bienenstand in Baden-Württemberg.

## Ergebnisse

Im Durchschnitt lagen die Honigerträge der teilnehmenden Monitoringimker\*innen im Jahr 2021 bei 25,3 kg pro Volk (Die niedrigen Erträge sind direkt auf die Wetterverhältnisse zurückzuführen. Die von den Starkregenfällen und Überschwemmungen am stärksten betroffenen Regionen gehören in anderen Jahren zu den ertragreichsten. Das macht sich bei den Durchschnittserträgen für das ganze Bundesgebiet bemerkbar, auch wenn vereinzelt sehr hohe Honigmengen geerntet werden konnten.

). Dies ist der niedrigste während des DeBiMo ermittelte durchschnittliche Honigertrag. Die niedrigen Erträge sind direkt auf die Wetterverhältnisse zurückzuführen. Die von den Starkregenfällen und Überschwemmungen am stärksten betroffenen Regionen gehören in anderen Jahren zu den ertragreichsten. Das macht sich bei den Durchschnittserträgen für das ganze Bundesgebiet bemerkbar, auch wenn vereinzelt sehr hohe Honigmengen geerntet werden konnten.

Tabelle 2: Honigerträge 2021 im Vergleich zu den Vorjahren in kg.

<b>2021</b>	<b>Anzahl Imkereien</b>	<b>Durchschnittsertrag Volk</b>	<b>Streubreite</b>
Celle	10	44,9	20 - 106
FLI-Riems	3	37,2	25 – 52,6
Hohenheim	20	6,5	0 - 20
Hohen Neuendorf	27	42,2	5 – 127
Kirchhain	8	26,5	0 – 45
Mayen	18	13,3	0 – 30
Veitshöchheim	20	19,8	0 – 55
<b>gesamt 2021*</b>	<b>106</b>	<b>25,3</b>	<b>0 - 127</b>
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 von Hohenheim betreuten Baden-Württemberger Imker\*innen ernteten in 2021 am wenigsten (6,5 kg pro Volk), gefolgt von den von Mayen betreuten Imkern (13,3 kg pro Volk). In beiden Regionen ernten Imker\*innen in weniger regnerischen Jahren um die 30 kg pro Volk. Zwei der von Hohenheim betreuten und ein von Mayen betreuter Imker hatten aufgrund der Überschwemmungen keinen Honigertrag. Insgesamt konnten 7 Imker keinen Honig ernten, in Baden-Württemberg war es das schlechteste Honigjahr seit Jahrzehnten.

Auch die von Veitshöchheim betreuten Imker\*innen hatten das zweite Jahr in Folge unterdurchschnittliche Honigernten, sie lagen mit 19,8 kg deutlich unter dem bereits niedrigen Wert aus 2020 (durchschnittlich 26,7 kg pro Volk). Auch die von Kirchhain betreuten Imker\*innen ernteten weniger Honig als in 2020, nur die vom FLI Riems und von Hohen Neuendorf betreuten Imker\*innen konnten mehr Honig ernten als im Vorjahr. Bei den von Celle betreuten niedersächsischen Imkereien schwankte der Ernterfolg sehr stark.

Als Grund hierfür wird vor allem das regnerische und kühle Wetter während der Raps- und Obstblüte und der regnerische Sommer genannt. Waren in den vorherigen Jahren die trockenen Sommer verantwortlich für geringe Honigerträge (Pflanzen produzieren bei Trockenheit weniger Nektar), waren die Völker in 2021 durch das regnerische Wetter nur wenig aktiv. Beide Umstände lassen sich auf die Klimakrise zurückführen. In den nächsten Jahren müssen diese Entwicklungen weiter beobachtet und Lösungen für die Imkerei erarbeitet werden.

### **3.2. Mikroskopische Pollenanalyse von Honig**

Von den im Jahr 2021 geernteten Honigen wurden insgesamt 172 Honige einer Sortenbestimmung unterzogen und einer Sorte zugeteilt. Tabelle 3 zeigt die Sorteneinteilung der Proben und deren Anteile an Raps-, Mais- und Sonnenblumenpollen.

Von den untersuchten Honigen erfüllten 18% die Kriterien für einen Rapshonig. Dies war ein deutlicher Anstieg der Anteile an Rapshonigen gegenüber den drei Jahren zuvor. Der Rapspollenanteil aller Honige war mit 46,5% deutlich höher als in den Vorjahren. Die höchsten Rapspollenanteile zeigten erwartungsgemäß die Rapshonige mit 89,8%, gefolgt von den Frühtrachthonigen mit durchschnittlich 64,0%. Der Sonnenblumenpollen- und Maispollenanteil spielte im Jahr 2021 keine Rolle.

Da der Anteil an reinen Rapshonigen über die Jahre stark schwankt und unter anderem 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 in Bezug auf die Gesamtnektarhonigzahl deutlich mehr Honige als Rapshonige bestimmt werden konnten als in den 3 Jahren zuvor. Mit 24,0% lag der Rapshoniganteil überdurchschnittlich hoch, was zeigt, dass im Jahr 2021 andere Frühjahrstrachtquellen weniger genutzt werden konnten. Die Hauptursache lag aber darin, dass in Regionen mit großflächigem Rapsanbau auch Honig geerntet werden konnte, während in südlichen Regionen die Honigernte eher dürftig war. Dadurch hat sich die Honigernte zugunsten der Rapshonige verschoben.

In "normalen" Honigjahren können auch diejenigen Imkereien mit weniger Zugang zu großflächigem Rapsanbau Nektarhonige ernten. 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

## Ergebnisse

Anbaufläche dieser wichtigen Tracht jedoch wieder zu: auf 954.400 ha in 2020 und 997.100 ha in 2021.

Dieser Trend setzt sich für das kommende Jahr fort: Für 2022 ist ein Zuwachs der Anbaufläche mit Winterraps um 8,7% (1.083.300 ha) zu erwarten (destatis.de). Dies entspricht zwar noch nicht der Fläche von 2018, ist aber eine weitere Erklärung für den hohen Anteil von Rapshonigen in 2021. Ob die steigende Anbaufläche den Trend zu weniger Rapshonigen nun stoppt oder ob der deutliche Anstieg an geernteten Rapshonigen im Jahr 2021 nur auf die witterungsbedingte regional sehr schlechte Honigernte zurückzuführen ist, muss in den nächsten Jahren beobachtet werden.

Tabelle 3: Sorteneinteilung und Anteil der Raps-, Mais- und Sonnenblumenpollen der Honige 2021.

Sorten 2021	Honige [N]	Honige [%]	mittlerer Pollenanteil [%]		
			Raps	Mais	Sonnenblume
<b>Blüte</b>	27	15,7	42,9	0,0	0,0
<b>Frühtracht</b>	39	22,7	64,0	0,0	0,0
<b>Heide</b>	1	0,6	1,0	1,0	0,0
<b>Honigtau</b>	1	0,6	2,2	0,0	0,0
<b>Linde</b>	6	3,5	4,7	0,0	0,0
<b>Phacelia</b>	1	0,6	0,8	0,0	0,0
<b>Raps</b>	31	18,0	89,8	0,0	0,0
<b>Sommertracht</b>	60	34,9	23,7	0,0	0,1
<b>Wald- und Blüte</b>	1	0,6	0,0	0,0	0,0
<b>Waldhonig</b>	4	2,3	10,0	0,0	0,0
<b>Tanne</b>	1	<b>0,6</b>	<b>21,8</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
<b>2021</b>	<b>172</b>		<b>46,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
2020	207		27,7	0,11	0,01
2019	192		39,5	0,07	0,07
2018	212		39,3	0,06	0,03
2017	214		46,1	0,06	0,16
2016	223		44,1	0,49	0,02
2015	219		37,7	0,03	0,01
2014	190		45,3	0,05	0,24

Tabelle 4: Anteil der Rapshonige 2010-2021.

Jahr	Honige [N]	Anteil Rapshonige [%]	Nektarhonige [N]	Anteil Rapshonige [%]
<b>2021</b>	<b>172</b>	<b>18,1</b>	<b>129</b>	<b>42</b>
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

## Ergebnisse

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 die Überwinterung 2020/2021 Daten von 1.146 Monitoringvölkern vor. Von diesen im Herbst 2020 eingewinterten Völkern lebten im Frühjahr 2021 noch 1.002. Die daraus berechnete Verlustrate von 12,6% ist 1,5% niedriger als im Vorjahr (Tabelle 5). Dabei hatten 53 von 121 Imkereien Verluste an Monitoringvölkern zu verzeichnen. Auffällig ist die überdurchschnittlich hohe Verlustrate der von Hohen Neuendorf bonitierten Völker.

Tabelle 5: Winterverluste 2020/21 bezogen auf die Monitoring-Völker im Vergleich mit den Vorjahren (N = 1.146)

2020/21	Völker im Herbst	Völker im Frühjahr	Verlust [%]	Streubreite [%]
Celle	130	108	16,9	0 - 100
FLI	30	28	6,7	0 - 20
Hohenheim	198	186	6,1	0 - 50
Hohen-Neuendorf	272	206	24,3	0 - 100
Kirchhain	110	106	3,6	0 - 20
Mayen	199	187	6,0	0 - 40
Veitshöchheim	207	181	12,6	0-70
<b>gesamt 2020/2021*</b>	<b>1.146</b>	<b>1.002</b>	<b>12,6</b>	<b>0 - 100</b>
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

Zusätzlich wurde auch in diesem Jahr der Gesamtvölkerbestand der teilnehmenden Imker\*innen erfasst. Die prozentualen Verluste sämtlicher Bienenvölker (N = 5.687) der Monitoringimker\*innen

## Ergebnisse

lagen mit durchschnittlich 12,9% ähnlich den Werten aus den Vorjahren (vgl. Tabelle 6). Die Verluste einzelner Imkereien reichten dabei von 0 bis 100%.

Die Anzahl verlustfreier Imkereien war insgesamt moderat. 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 17,0% und ist negativ korreliert zur Höhe der Winterverluste (Abbildung 4).

Tabelle 6: Winterverluste bezogen auf alle Völker der Monitoringimker\*innen 2020/2021 im Vergleich mit den Vorjahren (N = 5.687).

<b>2020/2021</b>	<b>Völker im Herbst</b>	<b>Völker im Frühjahr</b>	<b>Verluste [%]*</b>	<b>Streubreite [%]</b>	<b>Imkereien ohne Verluste [%]</b>
Celle	615	535	13,0	0 - 29	20,0
FLI-Riems	55	52	5,5	0 - 13	33,3
Hohenheim	945	571	13,5	0 - 54	15,0
Hohen Neuendorf	1.129	974	13,7	0 - 100	23,1
Kirchhain	688	627	8,9	0 - 24	16,7
Mayen	835	774	7,3	0 - 36	10,0
Veitshöchheim	1.420	1.243	12,5	0 - 35	19,0
<b>gesamt* 2020/2021</b>	<b>5.687</b>	<b>4.956</b>	<b>12,9</b>	<b>0 - 100</b>	<b>17,0</b>
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 - 60,0	31,5
2012/2013	6.359	5.407	15,0	0 - 93,3	15,5
2011/2012	6.173	5.405	12,4	0 - 90,0	18,9
2010/2011	6.753	6.038	10,6	0 - 100,0	24,1
2009/2010	6.315	5.504	12,8	0 - 100,0	24,5

\* errechnet aus Völkerzahl

## Ergebnisse

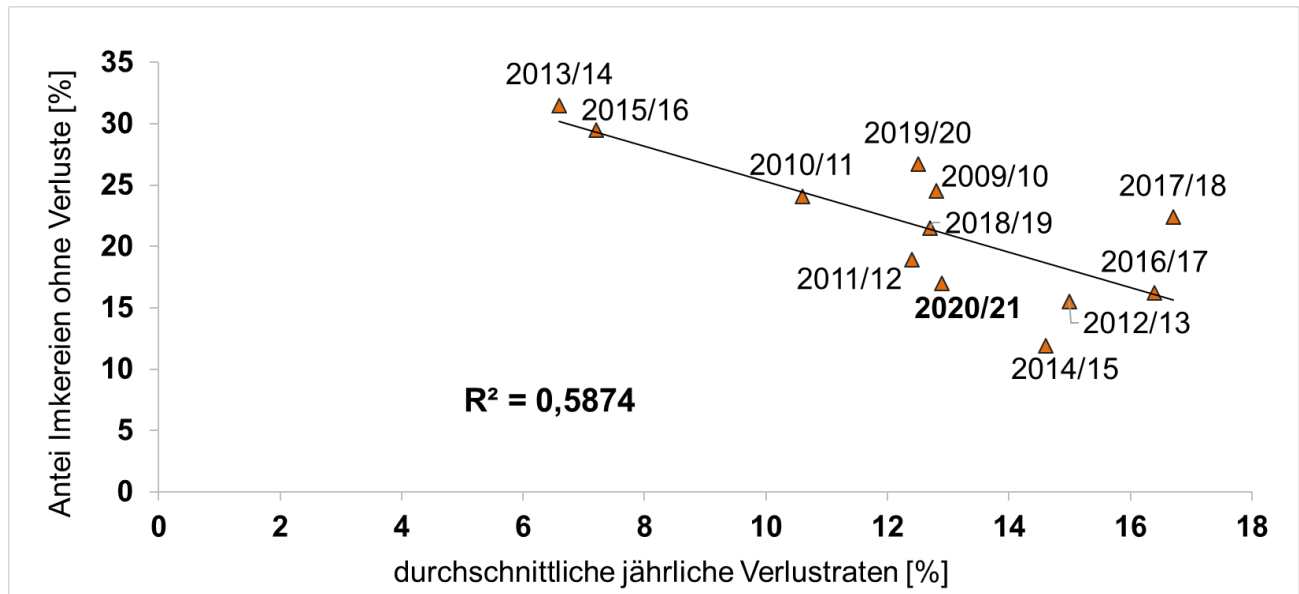


Abbildung 4: Anteil der Imkereien ohne Winterverluste im Verhältnis zu den durchschnittlichen Winterverlustraten aller Völker der Monitoringimkereien (N = 69.859).

Im Vergleich mit den vorherigen Winterverlustraten, bezogen auf alle Völker, die von den Monitoringimker\*innen geführt werden, liegt der Wert 2020/2021 mit 12,9% nicht signifikant über dem langjährigen Durchschnitt von 12,5% ( $\pm 3,3\%$ ;  $p=0.415$ ; one sample t test) (Tabelle 7).

Die im Mittel geschätzten 30% sehr hohen Winterverluste im Winter 2002/2003 waren die Initialzündung für die Etablierung des DeBiMo. Die Verluste der letzten 17 Jahre sind dagegen insgesamt moderat. Die Werte lagen zwischen 6,6% und 16,7% und mit einem Mittelwert von 11,8%  $\pm 3,3\%$  und durchgehend weit unter den 30% aus dem Jahr 2002/2003 (Abbildung 5). Das heißt, dass es seit dem Winter 2002/2003 keine weiteren Winter mit außergewöhnlich hohen Mortalitätsraten ( $\geq 30\%$ ) aufgetreten sind.

Diese Aussagen betreffen nur den jeweils deutschlandweit ermittelten Durchschnitt aller Verluste. Die Verlustraten unterscheiden sich teilweise deutlich auf regionaler Ebene. So z. B. zeigten die jährlichen Verlustraten in Nordostdeutschland („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 17 Jahren lagen die Winterverlustraten in Nordostdeutschland 12-mal deutlich über dem bundesweiten Mittelwert und nur 3-mal unter dem Bundesdurchschnitt. Ob diese Abweichungen vom bundesweiten Durchschnitt an klimatischen Faktoren (kalte und lange Winter), Landnutzungsunterschieden (großflächige Landwirtschaft), der bonitierten Kohorte oder anderen Faktoren liegen, werden die für das nächste Jahr geplanten multivariaten Analysen zeigen.

## Ergebnisse

Die regionalen Unterschiede in den Winterverlusten zeigen sich auch bei der Umfrage zur Wintersterblichkeit des Fachzentrums für Bienen und Imkerei (FBI) für 2020/21: In Sachsen-Anhalt wurden die höchsten Verlustraten gemeldet (21%), während Rheinland-Pfalz mit nur 11,2% unter dem bundesweiten Mittel von 12,7% lag. Ein Nord-Süd-Gefälle wie in den vorangegangenen Jahren konnte im Winter 2020/2021 nicht beobachtet werden, obwohl auch die Stadtstaaten Hamburg und Bremen erhöhte Wintersterblichkeit verzeichneten (jeweils 18,5 und 16,2%).



Ergebnisse

Tabelle 7: Übersicht der Winterverluste bezogen auf alle Völker der Monitoringimker\*innen 2004-2021.

	Völker im Herbst	Völker im Frühjahr	Winterverluste [%]
<b>2020/21</b>	<b>5.687</b>	<b>4.945</b>	<b>12,9</b>
<b>2019/20</b>	5.388	4.696	<b>12,5</b>
<b>2018/19</b>	5.015	4.376	<b>12,7</b>
<b>2017/18</b>	4.999	4.166	<b>16,7</b>
<b>2016/17</b>	5.671	4.740	<b>16,4</b>
<b>2015/16</b>	5.454	5.061	<b>7,2</b>
<b>2014/15</b>	5.753	4.911	<b>14,6</b>
<b>2013/14</b>	6.342	5.924	<b>6,6</b>
<b>2012/13</b>	6.359	5.407	<b>15,0</b>
<b>2011/12</b>	6.173	5.405	<b>12,3</b>
<b>2010/11</b>	6.753	6.038	<b>10,6</b>
<b>2009/10</b>	6.315	5.504	<b>12,8</b>
<b>2008/09</b>	5.569	5.198	<b>8,2</b>
<b>2007/08</b>	7.187	6.267	<b>12,8</b>
<b>2006/07</b>	7.013	6.244	<b>11,0</b>
<b>2005/06</b>	7.168	6.226	<b>13,1</b>
<b>2004/05</b>	7.240	6.764	<b>6,6</b>
		<b>Durchschnittswert*</b>	<b>12,5</b>
		Standardabweichung	<b>± 3,2</b>

\* errechnet aus den Mittelwerten

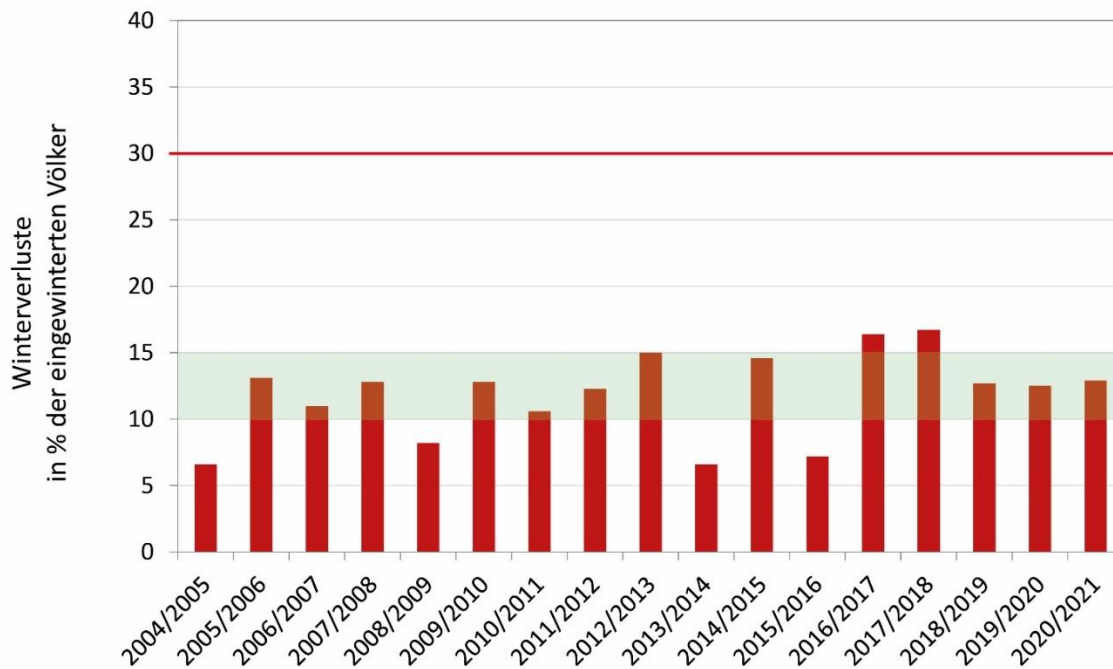


Abbildung 5: Winterverluste aller Völker (N = 109.968) der Monitoring-Imkereien in Deutschland in den Wintern 2004/2005-2020/2021. Die rote Linie zeigt die 30%-Grenze, ab der bei Winterverluststraten von katastrophalen Wintern gesprochen wird.

## Ergebnisse

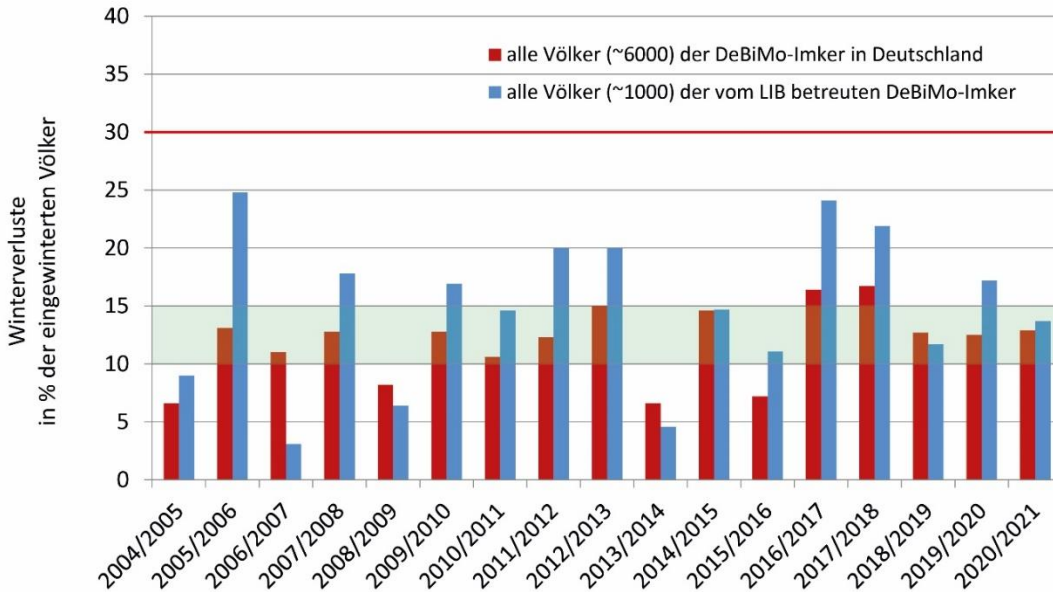


Abbildung 6: Vergleich der Winterverluste gemittelt über alle Völker aller Monitoring-Imkereien (rote Balken) und aller Völker der Monitoring-Imkereien in Nordost-Deutschland (blaue Balken) in den Wintern 2004/2005–2020/2021. Die rote Linie zeigt die 30%-Grenze, ab der bei Winterverluststraten von katastrophalen Wintern gesprochen wird.

### 3.4. Überwinterungsquotient

Honigbienenvölker verlieren über den Winter Arbeiterinnen in unterschiedlichem Ausmaß. Der Überwinterungsquotient 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. Das war im Winter 2020/2021 mit einem Wert von 0,84 der Fall. Die Völker winternten somit im Frühjahr 2021 durchschnittlich mit einer ähnlichen Volksstärke wie in den drei Vorjahren aus und waren gut durch den Winter gekommen. Auch diese Daten zeigen regionale Unterschiede. Die von Hohen Neuendorf und dem FLI bonitierten Völker überwinternten zum Beispiel nur durchschnittlich (Überwinterungsquotient  $\geq 0,6$  – 0,79). Die von den anderen Instituten betreuten Völker lagen im Schnitt dagegen im "guten" Bereich (Tabelle 8).

Über die Jahre des DeBiMo zeigte sich eine zwar schwache, aber signifikante negative Korrelation zwischen dem Überwinterungsquotienten überlebender Völker und den Winterverlusten (Abbildung 7) Im Schnitt winternten Völker in Jahren mit höheren Winterverluststraten schwächer aus als in Jahren mit geringeren Winterverlusten ( $R^2=0,42$ ;  $P<0,05$ ). In einem Jahr mit außergewöhnlich hohen Winterverlusten ( $\geq 30\%$ ) würde man daher einen deutlich niedrigeren Überwinterungsquotienten erwarten als in den bisher vom DeBiMo erfassten Wintern.

Ergebnisse

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

<b>2020/2021</b>	<b>Winterverluste [%]</b>	<b>Anzahl überlebender Völker</b>	<b>Mittlerer ÜQ* überlebender Völker</b>
Celle	16,9	108	0,89
FLL-Riems	6,7	28	0,71
Hohenheim	7,1	184	0,93
Hohen Neuendorf	24,3	206	0,72
Kirchhain	3,6	106	0,88
Mayen	6,0	187	0,87
Veitshöchheim	12,6	181	0,80
<b>gesamt 2020/2021*</b>	<b>12,6</b>	<b>1.002</b>	<b>0,84</b>
2019/2020*	14,1	917	0,82
2018/2019*	11,5	984	0,92
2017/2018*	12,6	919	0,83
2016/2017*	14,6	923	0,85
2015/2016*	6,0	981	0,85
2014/2015*	15,0	881	0,78
2013/2014*	4,6	996	1,04
2012/2013*	13,3	966	0,83
2011/2012*	13,3	959	0,78
2010/2011*	9,9	1.019	0,78
2009/2010*	13,5	1.115	0,71

\* errechnet aus Völkerzahlen, siehe Tabelle 5. ÜQ = Überwinterungsquotient.

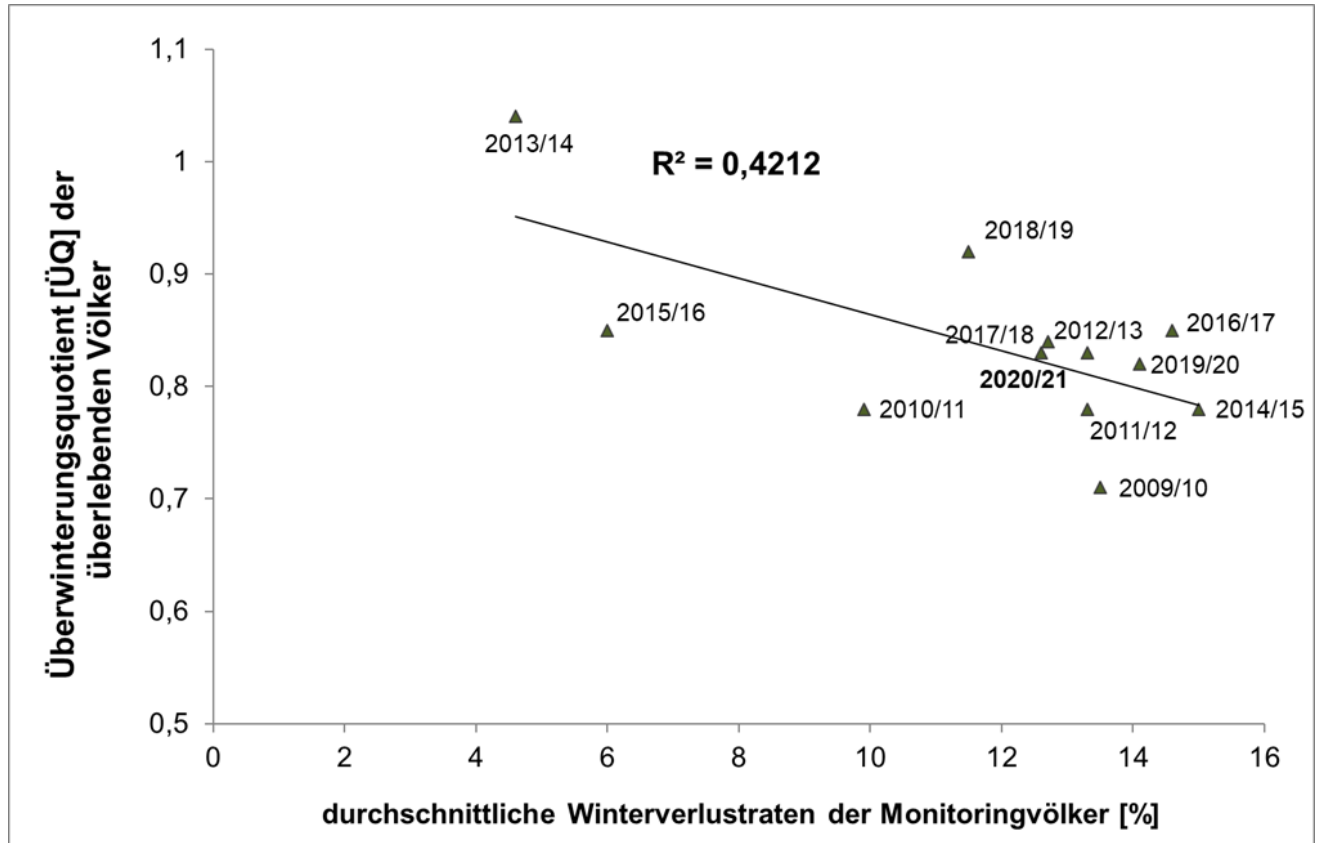


Abbildung 7: Überwinterungsquotient der überlebenden Völker im Verhältnis zu den durchschnittlichen Winterverlustraten aller Monitoringvölker.

### 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 Bienenprobe keine Milben gefunden wurden. Der Befall lag mithin unterhalb der Nachweisgrenze der gewählten Methode.

In den Tabellen 9 und 12 sind die Daten aller zum *Varroa*-Befall untersuchten Bienenproben im Herbst 2020 und 2021 dargestellt. Um die Auswirkungen des *Varroa*-Befalls auf den Überwinterungserfolg zu beurteilen, wurden nur die Herbstproben herangezogen, für die Auswinterungsdaten zur Verfügung standen. Sind Imker\*innen beispielsweise über den Winter aus dem DeBiMo-Projekt ausgestiegen und somit keine Frühjahrsdaten verfügbar, wurden die bereits erhobenen Herbstdaten nicht in die Kalkulation miteinbezogen. Die Völkerzahlen weisen daher je nach Kontext geringe Unterschiede in der Anzahl auf.

### 3.5.1.1. Herbst 2020

Die durchschnittliche *Varroa*-Belastung der 1.187 im Herbst 2020 gezogenen Proben (Tabelle 9) betrug 3,6 Milben pro 100 Bienen. Damit war der mittlere Befall im Vergleich zum Vorjahr um 0,2 Milben geringer. Die durchschnittlichen Werte waren regional unterschiedlich und reichten von 1,8 Milben bis 6,6 Milben pro 100 Bienen (Tabelle 9). Die Streubreite fiel dabei mit einem Minimum von 0 und einem Maximum von 211,5 Milben pro 100 Bienen höher aus als in den meisten Vorjahren. Dabei stammt der höchste Wert wie in den Vorjahren von einem/ einer Imker\*in, der/die von Hohen Neuendorf bonitiert wurde.

Tabelle 9: *Varroa*-Befallsgrad im Herbst 2020 im Vergleich mit den Vorjahren.

<b>2020</b>	<b>Anzahl Völker</b>	<b><i>Varroa</i> / 100 Bienen*</b>	<b>Streubreite</b>
Celle	135	3,3	0 – 54,8
FLI-Riems	30	2,7	0 – 32,2
Hohenheim	197	2,5	0 – 37,7
Hohen Neuendorf	294	6,6	0 – 211,5
Kirchhain	120	2,1	0 – 21,8
Mayen	195	3,2	0 – 38,9
Veitshöchheim	216	1,8	0 – 22,3
<b>gesamt 2020</b>	<b>1.187</b>	<b>3,6</b>	<b>0 – 211,5</b>
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
2009	1.039	5,1	0 - 114,0

\* errechnet aus Völkerzahl

### 3.5.1.2. Frühjahr 2021

Im Frühjahr 2021 lag der durchschnittliche Befallsgrad der insgesamt 1099 genommenen Proben bei 0,2 Milben pro 100 Bienen und damit um 0,2% niedriger als im Vorjahr (Tabelle 10). Während im Frühjahr 2020 das Maximum bei einem Befallsgrad von 31,0% lag, war der maximale *Varroa*-Befall in den Frühjahrsproben 2021 mit 11,9 Milben pro 100 Bienen deutlich niedriger.

Tabelle 10: *Varroa*-Befallsgrad im Frühjahr 2021.

2021	Anzahl Völker	<i>Varroa</i> / 100 Bienen*	Streubreite
Celle	110	0,2	0 – 4,0
FLI-Riems	30	0,2	0 – 4,1
Hohenheim	198	0,2	0 – 7,1
Hohen Neuendorf	261	0,2	0 – 9,8
Kirchhain	109	0,2	0 – 3,1
Mayen	181	0,3	0 – 11,9
Veitshöchheim	210	0,2	0 – 2,9
<b>gesamt 2021</b>	<b>1099</b>	<b>0,2</b>	<b>0 – 11,9</b>
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 2021

Im Sommer 2021 lag die durchschnittliche *Varroa*-Belastung der Monitoringvölker mit 1,3 Milben pro 100 Bienen im Vergleich zu 2020 etwas höher als im Vorjahr (Tabelle 11). Das Maximum der Sommerprobe fiel mit 66,3 Milben pro 100 Bienen deutlich niedriger aus als in 2020. Der/die von Hohen Neuendorf betreute Imker\*in, bei dem/der dieses Maximum in der Sommerprobe gefunden wurde, hatte auch im Durchschnitt einen sehr hohen *Varroa*-Befall von 11,3%.

### 3.5.1.4. Herbst 2021

Die durchschnittliche *Varroa*-Belastung im Herbst 2021 war mit 4,2 Milben pro 100 Bienen leicht höher als im Vorjahr (Tabelle 12). Der durchschnittliche Befall in der Imkerei mit dem Höchstwert von 94,2% (von Hohen Neuendorf betreut) betrug 15,2%. Allerdings war die Situation der Völker in dieser Imkerei sehr heterogen, bei einigen Völkern fanden sich nur sehr wenige *Varroa*-Milben in den Proben (Streubreite 1,3-94,2 *Varroa*-Milben pro 100 Bienen). Räuberei und daraus folgende Reinvansion von Milben aus anderen Völkern könnte die Ursache für den hohen Befall dieses Volks sein.

Tabelle 11: *Varroa*-Befallsgrad im Sommer 2021.

2021	Anzahl Völker	<i>Varroa</i> / 100 Bienen*	Streubreite
Celle	120	1,9	0 – 26,7
FLI-Riems	30	2,0	0 – 27,2
Hohenheim	200	1,3	0 – 10
Hohen Neuendorf	280	1,4	0 – 66,3
Kirchhain	116	0,7	0 – 6,9
Mayen	166	1,5	0 – 27,7
Veitshöchheim	210	0,7	0 – 6,6
<b>gesamt 2021</b>	<b>1122</b>	<b>1,3</b>	<b>0 – 66,3</b>
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

### 3.5.1.5. Jahr 2021

Stellt man den durchschnittlichen *Varroa*-Befall in den verschiedenen Regionen nebeneinander (Tabelle 13), wird der starke Anstieg während der Saison deutlich. Im Frühjahr 2021 war der Befall in den Proben einheitlich niedrig, nur die Proben aus Mayen hatten einen leicht erhöhten durchschnittlichen Befallsgrad. Dies lässt sich auf ein einzelnes Volk mit einem Befall von 4,8% zurückführen, der das Mittel erhöht. Bei dem/der betroffenen Imker\*in liegt der mittlere Befallsgrad bei 0,8%, die Proben sind bis auf dieses Volk unauffällig.

Im Schnitt erhöht sich der *Varroa*-Befall vom Frühjahr bis zum Sommer um das 6,5fache und bis zum Herbst um das 19fache. Besonders stark steigt der Befall über die Saison in den Proben aus Mayen und Hohen Neuendorf an.

Eine Auswertung des *Varroa*-Befalls aus dem Jahr 2021 (Tabelle 13) in Bezug auf die Winterverluste im darauffolgenden Winter (2021/2022) wird erst mit dem nächsten Zwischenbericht, der die Winterverlusten aus dem Winter 2021/2022 enthält, möglich sein.

## Ergebnisse

Tabelle 12: *Varroa*-Befallsgrad im Herbst 2021 im Vergleich mit den Vorjahren.

<b>2021</b>	<b>Anzahl Völker</b>	<b><i>Varroa</i> / 100 Bienen*</b>	<b>Streubreite</b>
Celle	110	6,5	0 – 92,3
FLI-Riems	25	3,1	0 – 20,8
Hohenheim	200	2,1	0 – 30,2
Hohen Neuendorf	299	3,8	0 – 94,2
Kirchhain	130	3,6	0 – 34,5
Mayen	161	6,6	0 – 43,6
Veitshöchheim	210	3,4	0 – 29,3
<b>gesamt 2021</b>	<b>1135</b>	<b>4,2</b>	<b>0 – 94,2</b>
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

Tabelle 13: *Varroa*-Befallsgrad vom Frühjahr, Sommer und Herbst 2021.

<b>2021</b>	<b>Frühjahr</b>		<b>Sommer</b>		<b>Herbst</b>	
	<b>Anzahl Völker</b>	<b><i>Varroa</i> / 100 Bienen*</b>	<b>Anzahl Völker</b>	<b><i>Varroa</i> / 100 Bienen*</b>	<b>Anzahl Völker</b>	<b><i>Varroa</i> / 100 Bienen*</b>
Celle	110	0,2	120	1,9	110	6,5
FLI-Riems	30	0,2	30	2,0	25	3,1
Hohenheim	198	0,2	200	1,3	200	2,1
H. Neuendorf	261	0,2	280	1,4	299	3,8
Kirchhain	109	0,2	116	0,7	130	3,6
Mayen	181	0,3	166	1,5	161	6,6
Veitshöchheim	210	0,2	210	0,7	210	3,4
<b>gesamt 2021</b>	<b>1099</b>	<b>0,2</b>	<b>1122</b>	<b>1,3</b>	<b>1135</b>	<b>4,2</b>

\* errechnet aus Völkerzahl



### 3.5.1.6. Winterverluste 2020/2021 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 starker Zusammenhang ( $R^2=0,44$ ) zwischen dem *Varroa*-Befall im Herbst und der Verlustrate im darauffolgenden Winter (Abbildung 8): Die Winterverluste steigen mit steigendem *Varroa*-Befall. Die Winterverluste 2020/2021 sind im Verhältnis zu dem *Varroa*-Befall leicht erhöht.

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

Herbst	Anzahl Völker im Herbst	Anzahl gestorbene Völker	<i>Varroa</i> /100 Bienen im Herbst	Winterverluste* [%]
<b>2020</b>	<b>1.187</b>	<b>185</b>	<b>3,6</b>	<b>12,9</b>
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
<b>Gesamt</b>	<b>16.159</b>	<b>1853</b>	<b>3,7</b>	<b>11,5</b>

\* nur Völker mit Daten zur Überwinterung und *Varroa*-Befall

## Ergebnisse

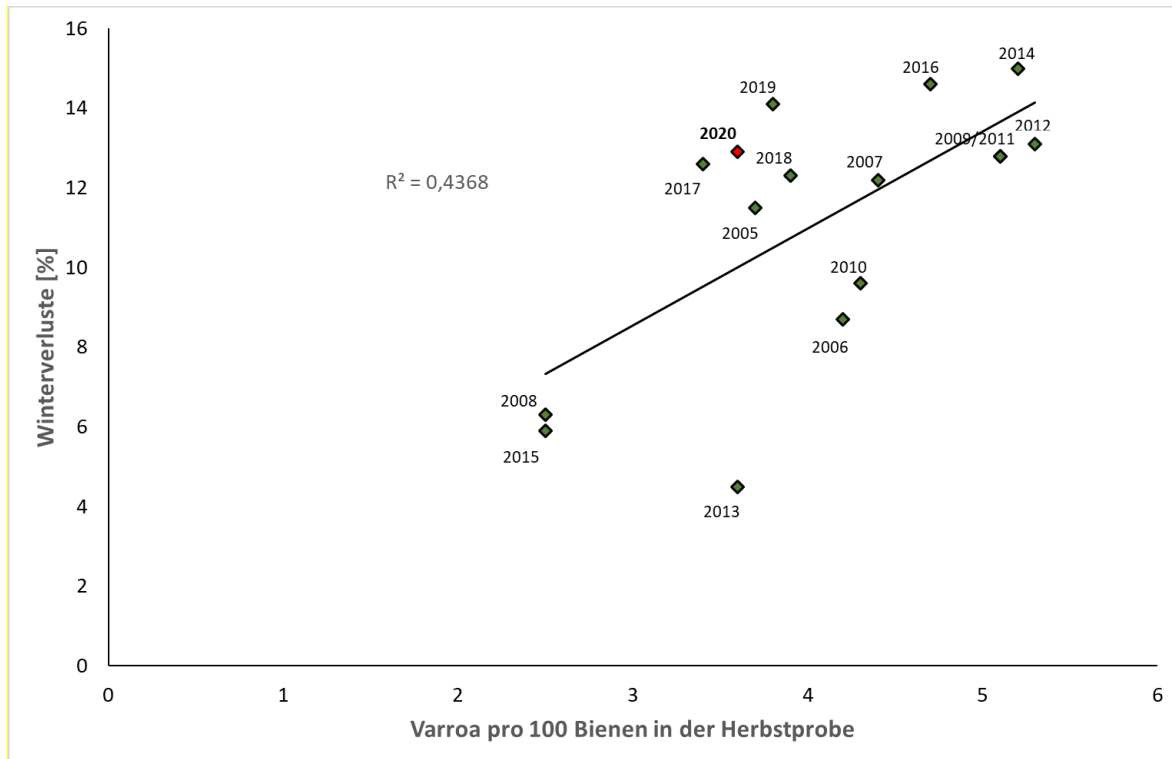


Abbildung 8: Zusammenhang der *Varroa*-Befallsraten im Herbst mit den Verlusten im darauffolgenden Winter. Angegeben ist jeweils die Jahreszahl, in der die Herbstprobe genommen wurde.

Auch anhand des *Varroa*-Befalls der Sommerproben lässt sich bereits ein 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 ( $R^2=0,36$ , Abbildung 9).

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 am konkreten *Varroa*-Befall im einzelnen Volk. Daher haben wir zusätzlich für den Winter 2020/2021 den für die einzelnen Völker ermittelten *Varroa*-Befall in Bezug auf die Überwinterung (ja/nein) jedes einzelnen Volks ausgewertet (Abbildung 10). 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 2020/2021 starben hatten einen mittleren *Varroa*-Befall von 12,1 Milben pro 100 Bienen. Überlebende Völker hatten dagegen im Mittel nur 2,3 Milben pro 100 Bienen (Abbildung 10). Dies ergibt einen höchstsignifikanten Zusammenhang (ANOVA  $F(1) = 111,37$ ;  $P < 0,0001$ ).

## Ergebnisse

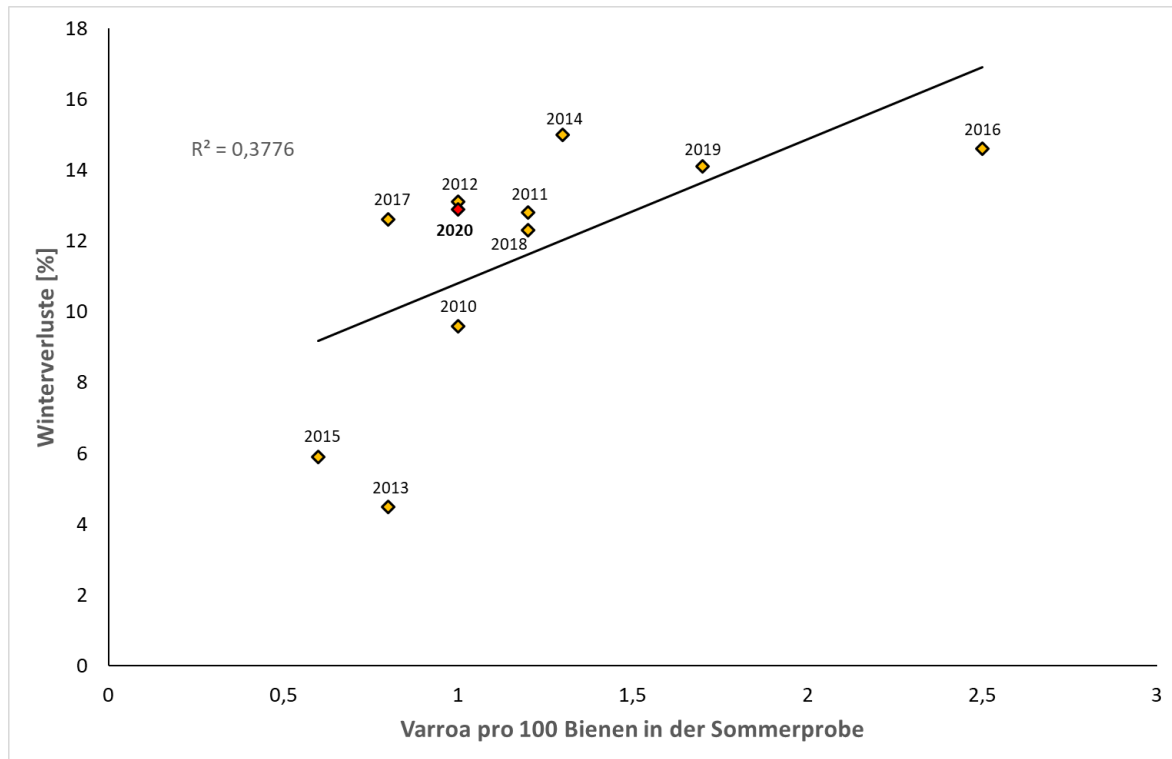


Abbildung 9: Zusammenhang zwischen dem *Varroa*-Befall im Sommer und den Verlusten im darauffolgenden Winter.

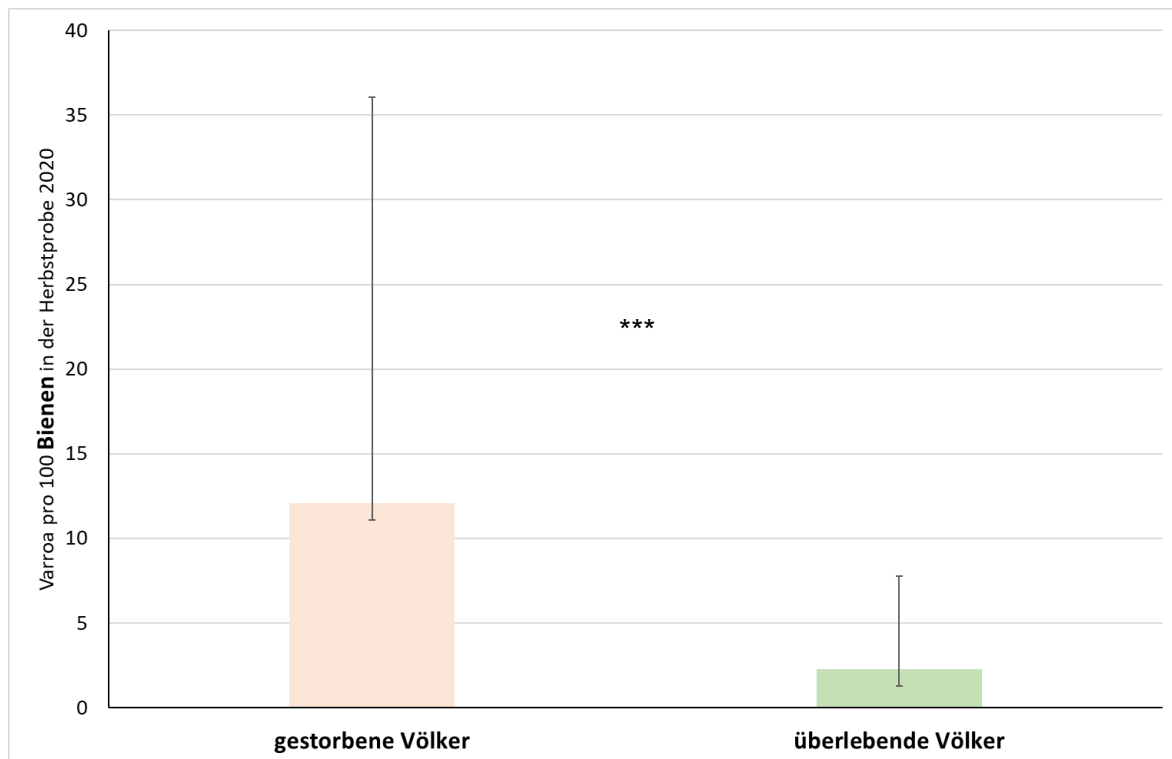


Abbildung 10: Mittlerer *Varroa*-Befall in der Herbstprobe 2020 bei Völkern, die im darauffolgenden Winter starben und solchen, die den Winter 2020/2021 überlebten.

## Ergebnisse

In vorherigen Jahren konnte der Zusammenhang zwischen *Varroa*-Befall und individuellem Risiko den Winter nicht zu überleben jedoch klar nachgewiesen werden. Der Winter 2020/2021 ist in diesem Zusammenhang also atypisch. Das relative Risiko und das absolute Risiko eines Bienenvolkes für einen Winterverlust kann anhand dessen *Varroa*-Befallsrate im Herbst berechnet werden. Das relative Risiko drückt dabei aus, wie sich der Risikofaktor „*Varroa*-Befall“ auf das Eintreten eines Winterverlustes 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 6-mal höher. Völker ab 20 und mehr Milben pro 100 Bienen haben bzgl. eines Winterverlustes sogar ein 10- bis 13-fach höheres Risiko (Abbildung 11).

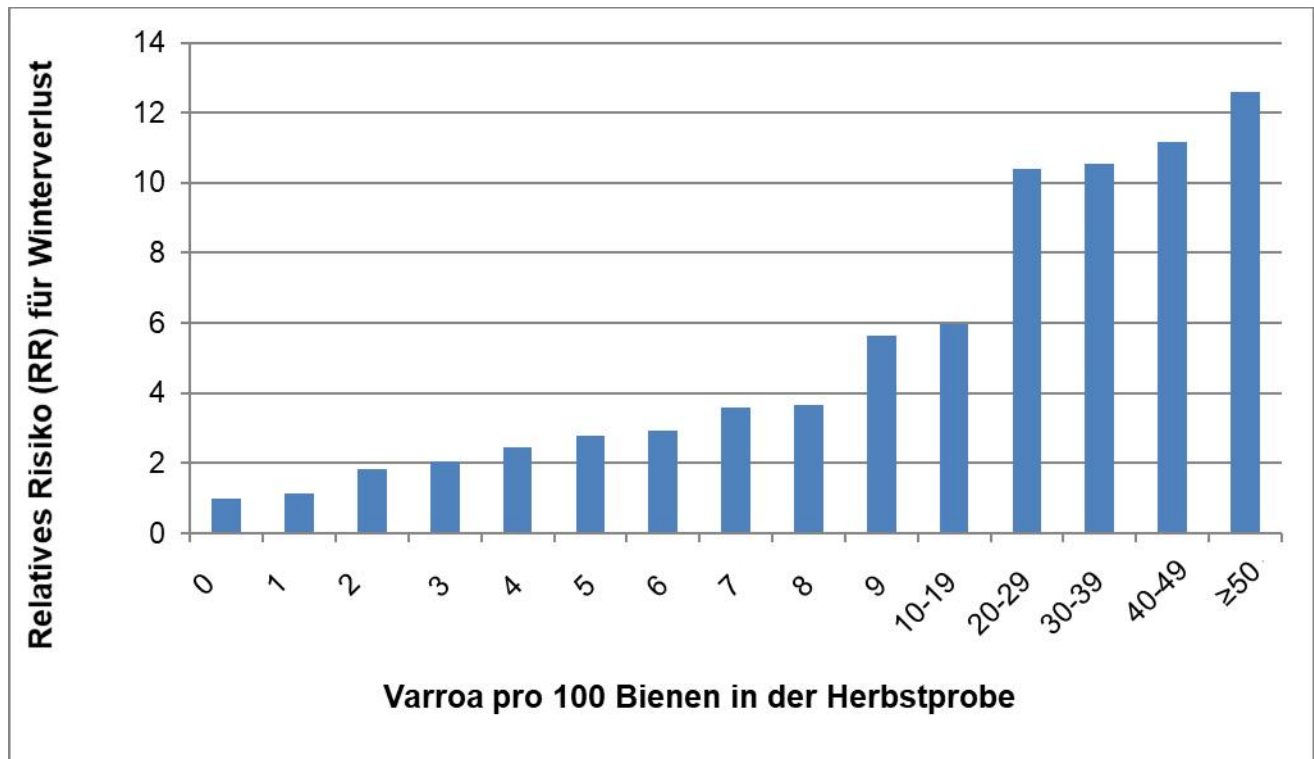


Abbildung 11: Relatives Risiko für Winterverlust bei steigender *Varroa*-Belastung der Herbstbienen.

Aber auch bei den insgesamt 5.119 Völkern ohne messbaren *Varroa*-Befall (= 0 Milben pro 100 Bienen) sind die Winterverluste größer als 0 und liegen mit 300 während des Winters gestorbenen

Völkern bei 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 21% während des Winters zu sterben und ab 20 Milben pro 100 Bienen liegt das Risiko bei über 50% (Abbildung 12).

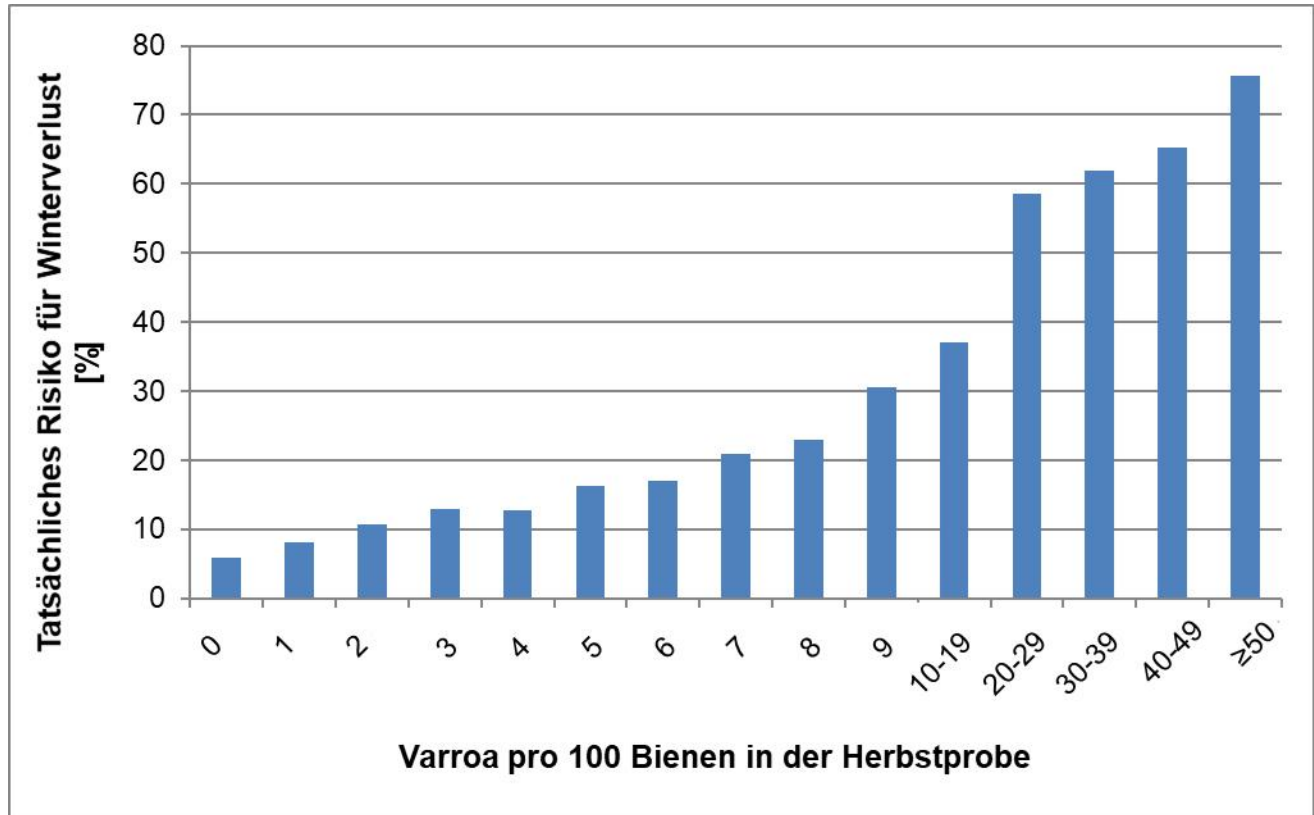


Abbildung 12: Tatsächliches Risiko für Winterverlust bei steigender *Varroa*-Belastung der Herbstbienen.

### 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, 1-10 Sporen), 2 (mittel, 11-100 Sporen) und 3 (hoch, mehr als 100 Sporen) angegeben.

Der Anteil der *Nosema*-positiven Völker war im Frühjahr 2021 mit 29,3% deutlich höher als im Vorjahr (Tabelle 15). 11,2% der Proben wiesen eine hohe Belastung mit *Nosema*-Sporen auf. Die *Nosema*-Infektionsrate erhöhte sich zum Sommer weiter auf 33,9%. Dieser Wert liegt über dem durchschnittlichen Sommerbefallsgrad von 24,4% über die vorangegangenen Jahre 2010 bis 2020. Besonders betroffen waren die vom Bieneninstitut Hohenheim betreuten Imkereien. Hier waren im

## Ergebnisse

Sommer 2021 55,8% der Proben positiv und 16,1% wiesen eine hohe Belastung auf (Tabelle 15). Im restlichen Bundesgebiet war der Anteil der stark belasteten Völker deutlich geringer (0-9,6% der Proben). Schon im Frühjahr hatten die von Hohenheim betreuten Monitoringimker einen hohen Anteil stark belasteter Völker (17%). In den Frühjahrsproben waren allerdings die vom FLI betreuten Imker am stärksten von *Nosema*-Infektionen betroffen.

Tabelle 15: *Nosema*-Befallsgrad im Frühjahr und Sommer 2021 im Vergleich mit den Vorjahren.

	Frühjahr [%]					Sommer [%]				
	N	kein	niedrig	mittel	hoch	N	kein	niedrig	mittel	hoch
<b>2021</b>										
Celle	<b>110</b>	89,5	2,1	2,1	6,3	<b>120</b>	83,5	3,7	4,6	8,3
FLI-Riems	<b>30</b>	56,7	6,7	13,3	23,3	<b>30</b>	70	13,3	16,7	0
Hohenheim	<b>200</b>	66	9,5	7,5	17	<b>200</b>	44,2	27,1	12,6	16,1
Hohen Neuendorf	<b>278</b>	64,3	10,5	16,7	8,5	<b>280</b>	77,9	16,4	5,7	0
Kirchhain	<b>109</b>	76,2	10,1	2,8	11	<b>116</b>	62,9	26,7	9,5	0,9
Mayen	<b>181</b>	69,6	7,2	8,3	14,9	<b>166</b>	66,9	15,7	9,0	8,4
Veitshöchheim	<b>210</b>	74,5	6,1	13,2	6,1	<b>210</b>	55,8	14,9	19,7	9,6
<b>gesamt 2021*</b>	<b>1.118</b>	<b>70,7</b>	<b>8,0</b>	<b>10,1</b>	<b>11,2</b>	<b>1.122</b>	<b>66,1</b>	<b>16,3</b>	<b>10,7</b>	<b>6,9</b>
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 2021 nahm der Anteil der mit *Nosema* spp.-infizierten Völker etwas ab und ging auf den Wert von 31% zurück (Tabelle 16). Dies liegt deutlich über dem durchschnittlichen *Nosema*-Befall von knapp 15% in den Jahren 2013-2020. Auch im Herbst sind die von Hohenheim betreuten Monitoringvölker am stärksten betroffen. Hier waren 51,3% positiv (Tabelle 16).

Der Verlauf des *Nosema*-Befalls über die Bienen-saison von Frühjahr bis Herbst zeigt eine leichte Saisonalität mit höheren Werten im Frühjahr (Abbildung 13). 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 in 2021 wieder erhöht mit höheren Werten in Sommer und Herbst statt im Frühjahr.

## Ergebnisse

Tabelle 16: *Nosema*-Befallsgrad im Herbst 2021 im Vergleich zu den Vorjahren.

	Herbst [%]				
	N	kein	niedrig	mittel	hoch
<b>2021</b>					
Celle	<b>110</b>	87,3	1,8	5,0	5,9
FLI-Riems	<b>25</b>	80,0	0,0	0,0	20,0
Hohenheim	<b>198</b>	48,7	21,6	13,6	16,1
Hohen Neuendorf	<b>299</b>	80,9	7,0	9,0	3,0
Kirchhain	<b>130</b>	65,8	10,0	18,3	5,8
Mayen	<b>161</b>	70,0	3,0	12,0	15,0
Veitshöchheim	<b>210</b>	73,0	6,0	11,0	10,0
<b>gesamt 2021*</b>	<b>1133</b>	<b>69,0</b>	<b>9,0</b>	<b>12,0</b>	<b>10,0</b>
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

### 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 95 Proben vom Frühjahr, 110 vom Sommer und 115 Proben vom Herbst 2021 untersucht (Tabelle 17). Der Anteil reiner *N. ceranae*-Infektion betrug 95,7% im Frühjahr 99,0% im Sommer und 97,1% im Herbst. Mischinfektionen, aber auch reine Infektionen mit *N. apis* kamen deutlich seltener vor. Beide kamen hauptsächlich in von Hohen Neuendorf betreuten Imkereien vor. In Kirchhain wurde im Sommer eine einzelne Mischinfektion nachgewiesen (Tabelle 17).

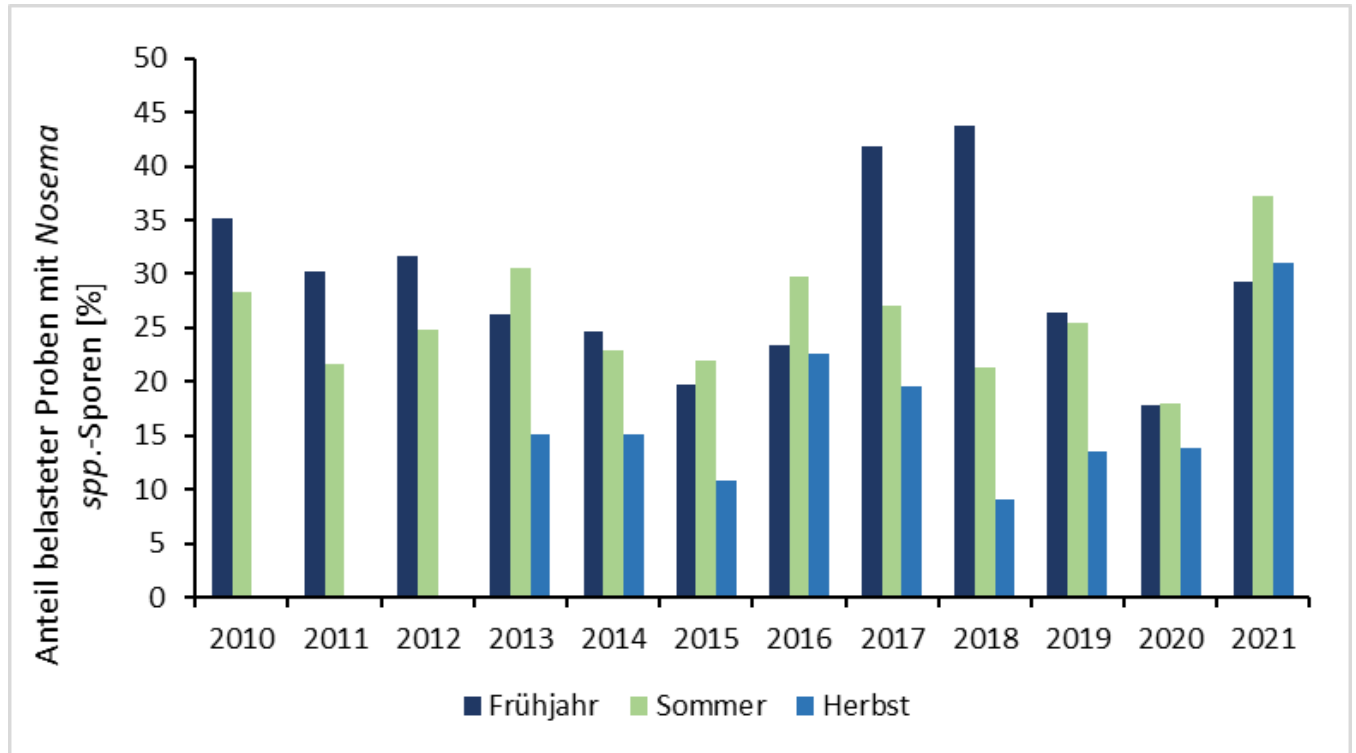


Abbildung 13: Anteil belasteter Bienenproben mit *Nosema* spp.-Sporen der in den Frühjahrs-, Sommer- und Herbstproben. Der *Nosema*-Befall im Herbst wird erst seit 2013 erfasst. Die Probenzahl reicht von 926-1.095 Proben.

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 *Nosema ceranae*, *Nosema apis* und Misch-Infektionen über die Beobachtungsjahre seit 2014 nur geringen Schwankungen unterliegt. Allerdings liegt der Anteil der *Nosema ceranae*-positiven an den *Nosema* spp.-positiven Proben im Sommer seit 2014 regelmäßig über 90%, während solche reinen *Nosema 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 von Langzeitstudien, bei denen alle *Nosema* spp.-positiven Proben differenziert wurden ein anderes Bild (Gisder et al. 2010, Gisder et al., 2017, Schüler et al. 2022).



Ergebnisse

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

	<i>Frühjahr</i>				<i>Sommer</i>				<i>Herbst</i>			
		<i>Nosema ceranae</i>	<i>Nosema apis</i>	Mischinfektion		<i>Nosema ceranae</i>	<i>Nosema apis</i>	Mischinfektion		<i>Nosema ceranae</i>	<i>Nosema apis</i>	Mischinfektion
<b>2021</b>	<b>N</b>	<b>Anteil [%]</b>			<b>N</b>	<b>Anteil [%]</b>			<b>N</b>	<b>Anteil [%]</b>		
Celle	8	100	0	0	12	100	0	0	12*	--	--	--
FLI-Riems	3	100	0	0	3	100	0	0	3	100	0	0
Hohenheim	18	100	0	0	20	100	0	0	22	100	0	0
Hohen Neuendorf	28	85,7	3,6	10,7	28	100	0	0	28	89,3	3,6	7,1
Kirchhain	7	100	0	0	13	91	0	9	16	100	0	0
Mayen	10	100	0	0	13	100	0	0	13	100	0	0
Veitshöchheim	21	100	0	0	21	100	0	0	21	100	0	0
<b>gesamt 2021</b>	<b>95</b>	<b>96,0</b>	<b>1,0</b>	<b>3,0</b>	<b>110</b>	<b>99,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,9</b>	<b>115</b>	<b>97,1</b>	<b>1,0</b>	<b>1,9</b>
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				

\*Ergebnisse werden mit dem Abschlussbericht nachgereicht.

### 3.5.3. Amöbenzysten

Im Jahr 2021 wurden insgesamt 3.373 Bienenproben auf Zysten der Amöbe *Malpighamoeba mellifica* untersucht. Davon fielen 1.118 ins Frühjahr, 1.122 in den Sommer und 1.133 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 und Veitshöchheim betreut wurden. Die Frühjahrsproben aus Riems waren besonders hoch belastet (16,7%). Im Sommer wurden noch in 6,7% der Proben Amöbenzysten nachgewiesen, während die Herbstproben ohne Befund waren.

## Ergebnisse

Tabelle 18: Amöbenbefall im Frühjahr, Sommer und Herbst 2021 im Vergleich mit den Vorjahren.

	Amöben Frühjahr			Amöben Sommer			Amöben Herbst		
	N	negativ	positiv	N	negativ	positiv	N	negativ	positiv
<b>2021</b>	<b>110</b>	110		<b>120</b>	120		<b>110</b>	110	
Celle	<b>110</b>	110		<b>120</b>	120		<b>110</b>	110	
FLI-Riems	<b>30</b>	25	5 (16,7%)	<b>30</b>	28	2 (6,7%)	<b>25</b>	25	
Hohenheim	<b>200</b>	200		<b>200</b>	200		<b>198</b>	198	
Hohen Neuendorf	<b>278</b>	278		<b>280</b>	280		<b>299</b>	299	
Kirchhain	<b>109</b>	109		<b>116</b>	116		<b>130</b>	130	
Mayen	<b>181</b>	181		<b>166</b>	166		<b>161</b>	161	
Veitshöchheim	<b>210</b>	209	1 (0,4%)	<b>210</b>	209	1 (0,4%)	<b>210</b>	207	3 (1,4%)
<b>gesamt 2021*</b>	<b>1.118</b>	<b>1.112</b>	<b>6 (0,5%)</b>	<b>1.122</b>	<b>1.119</b>	<b>3 (0,3%)</b>	<b>1.133</b>	<b>1.130</b>	<b>3 (0,3%)</b>
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

In den Proben von den von Veitshöchheim betreuten Monitoringvölkern waren weniger Amöbenzysten zu finden. Hier wurden etwa die siebenfache Anzahl Völker beprobt, trotzdem waren weniger Völker befallen. In dieser Region waren im Frühjahr und Herbst in 0,4% der Proben Amöbenzysten zu finden. Im Herbst waren es dagegen 1,4% der Proben.

Auf das Bundesgebiet gesehen bleibt der Befall *Malpighamoeba mellifica* eine Ausnahme. Nur 0,5% der Frühjahrproben und 0,2% der Sommer- und Herbstproben waren infiziert.

### 3.5.4. Tracheenmilben (*Acarapis woodi*)

Im Frühjahr 2021 wurden Bienenproben von insgesamt 116 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

Für die Beurteilung der Überwinterungsergebnisse wurden auch im Winter 2020/2021 Virusanalysen durchgeführt. Die Prävalenz des Flügeldeformationsvirus (DWV) im Herbst hat unmittelbaren Einfluss auf den Überwinterungserfolg (Genersch et al. 2010b; McMahon et al. 2016; Grozinger und Flenniken 2019). Neben DWV wurden auch das Akute Bienenparalyse-Virus (ABPV), das Sackbrutvirus (SBV) und das Chronische Bienenparalyse-Virus (CBPV) untersucht. Die Prävalenzen lagen insgesamt etwas unter den in 2019 erhobenen Werten (Tabelle 19, Abbildung 14).

Tabelle 19: Virenuntersuchung im Herbst 2020.

2020	N	Prävalenz (%)			
		ABPV Akute Bienenparalyse Virus	DWV Flügeldeformations Virus	SBV Sackbrut Virus	CBPV Chronische Bienenparalyse Virus
Celle	70	5,9	17,6	2,9	63,2
FLI-Riems	25	0,0	50,0	3,3	3,3
Hohenheim	100	8,0	5,0	0,0	87,0
Hohen Neuendorf	154	0,7	16,7	0,7	0,0
Kirchhain	60	30,3	6,7	3,3	58,3
Mayen	111	8,9	11,9	2,0	5,9
Veitshöchheim	105	3,8	15,2	0,0	1,9
<b>gesamt 2020</b>	<b>625</b>	<b>4,6</b>	<b>14,5</b>	<b>1,3</b>	<b>28,3</b>
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

Das Chronische Bienenparalyse-Virus wies eine hohe Prävalenz von 28,3% auf. Besonders betroffen waren von Celle (63,2%), Hohenheim (87%) und Kirchhain (58,3%) betreute Imkereien. In diesen Regionen waren auch in 2019 hohe Prävalenzen von CBPV ermittelt worden. In Proben aus Mayen, die 2019 ebenfalls noch hoch belastet waren (64,3%), nahm die Prävalenz von CBPV dagegen stark ab (5,9% in 2020).

## Ergebnisse

Das Flügeldeformationsvirus wies eine Prävalenz von 14,5% auf und lag damit deutlich unter dem Niveau von 2019 (23,8%). Die Proben vom FLI waren besonders belastet (50%). Die Proben aus Hohenheim (5%) und Kirchhain (6,7%) waren dagegen deutlich seltener mit DWV infiziert als der Durchschnitt.

Die Prävalenz des Sackbrut-Virus war mit 1,3% niedrig und wurde in Hohenheim und Veitshöchheim gar nicht gefunden. SBV war 2019 vergleichsweise häufig aufgetreten (8,9%), die Prävalenzen für SBV in den meisten Vorjahren lagen jedoch in einem ähnlichen Bereich.

Das Akute Bienenparalyse-Virus wies mit 4,6% ähnliche Prävalenzen wie in den Vorjahren auf.

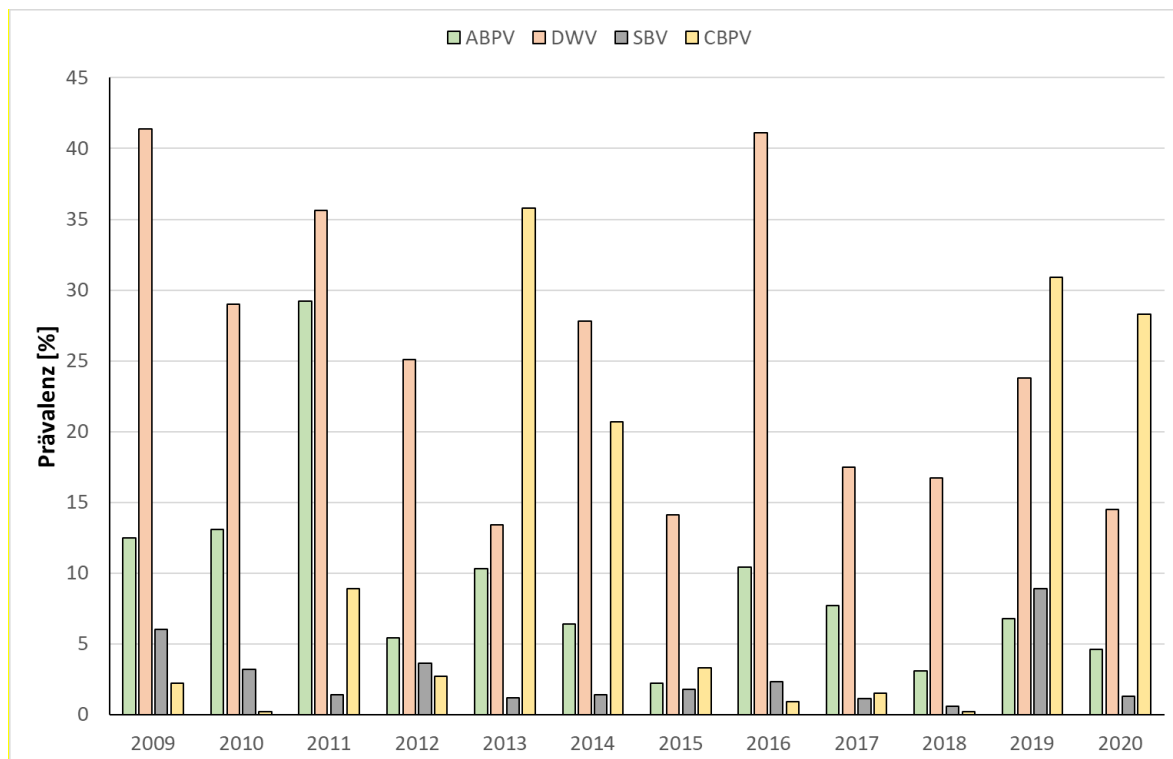


Abbildung 14: Prävalenz der vier untersuchten Bienenviren in den Herbstbienen (2009-2020)

### 3.5.5.1. *Varroa*-Befall und Bienenviren

Der Zusammenhang zwischen *Varroa destructor* und klinisch relevanten Virusinfektionen ist wissenschaftlich erwiesen und wird auch durch Daten des DeBiMo immer wieder belegt. Daher werden im Folgenden die Zusammenhänge zwischen *Varroa*-Milben, Virusprävalenzen und Winterverlusten dargestellt. Da für die Auswinterung der Völker im Untersuchungsjahr 2021 die Virusbelastung im Herbst 2020 relevant ist, werden in dieser Auswertung die Ergebnisse der Virusuntersuchungen aus dem Herbst 2020 berücksichtigt.

## Ergebnisse

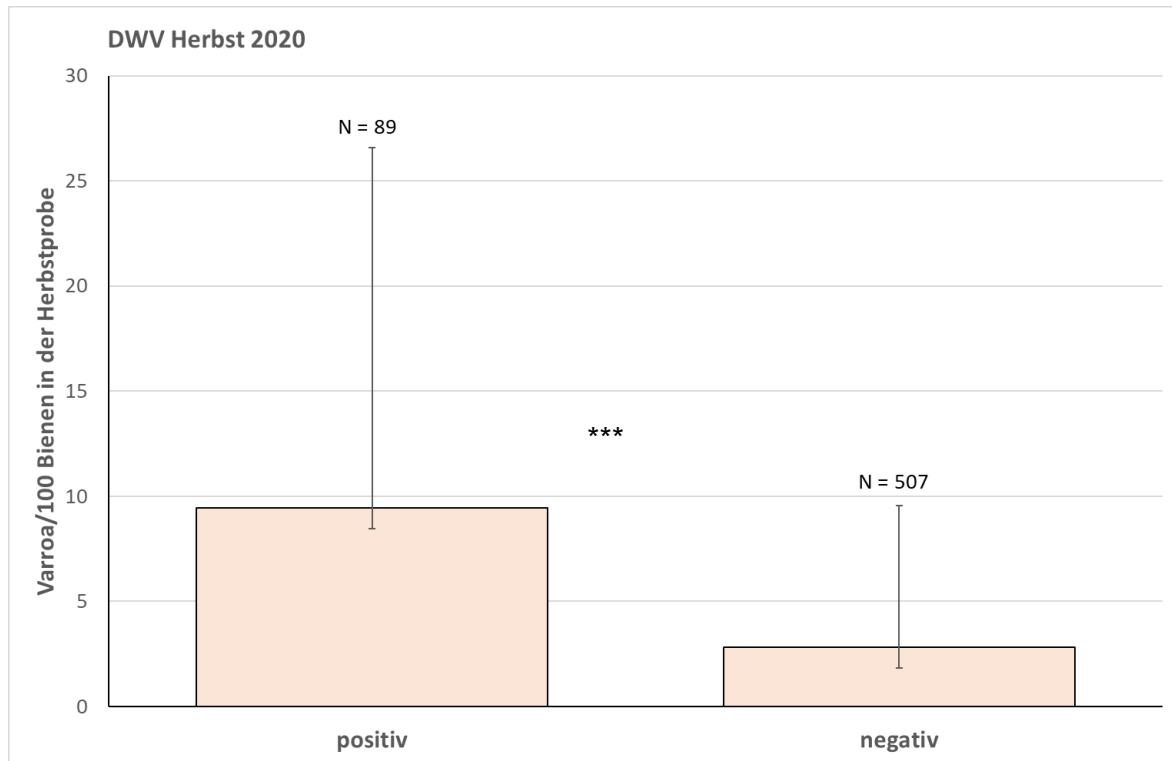


Abbildung 15: Durchschnittliche *Varroa*-Belastungen bei Völkern mit und ohne DWV. Vier der positiven Proben waren zusätzlich mit ABPV infiziert.

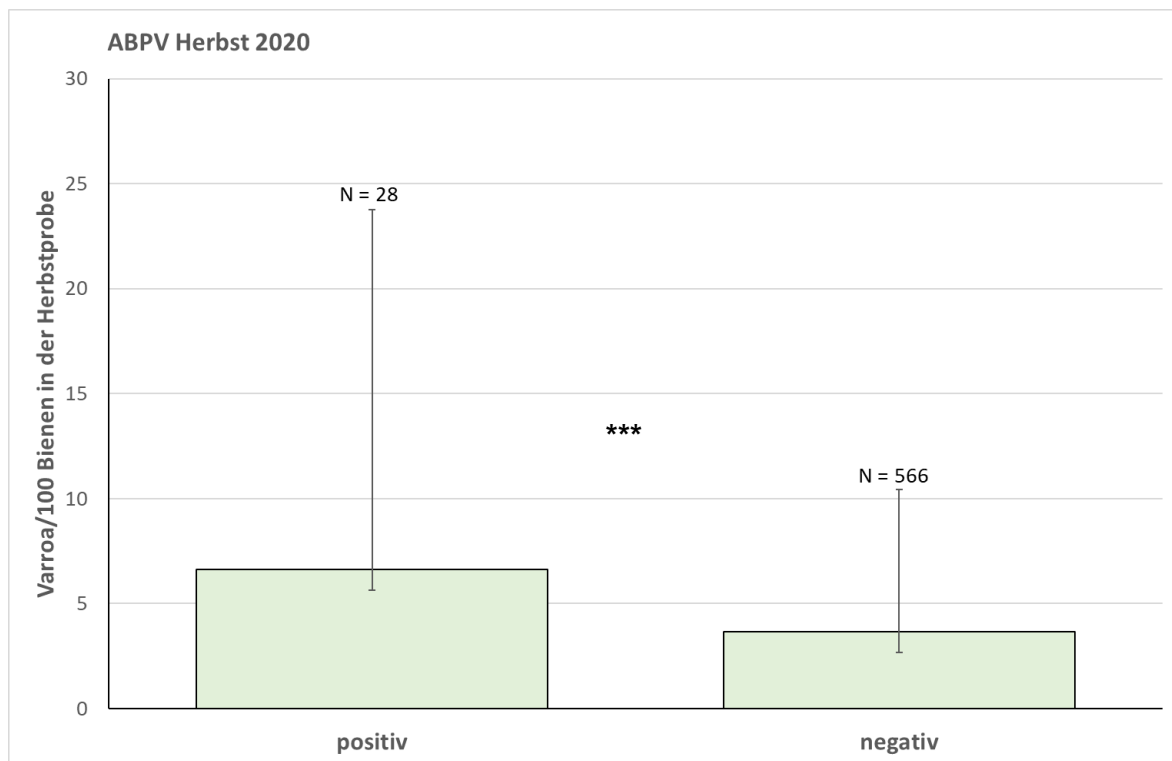


Abbildung 16: Durchschnittliche *Varroa*-Belastungen bei Völkern mit und ohne ABPV. Vier der positiven Proben waren zusätzlich mit DWV infiziert.

## Ergebnisse

Klinisch relevante DWV-Infektionen sind signifikant mit der Prävalenz von *Varroa destructor* korreliert (Abbildung 15). So hatten die Völker mit DWV-positiven Proben im Herbst statistisch einen höchstsignifikant höheren *Varroa*-Befall (9,5 Milben pro 100 Bienen) als die entsprechenden DWV-negativen Bienenproben (2,8 Milben pro 100 Bienen; Mann-Whitney-U-Test; \*\*\* $P < 0,001$ ).

Neben DWV-Infektionen sind auch Infektionen mit ABPV höchstsignifikant mit dem Befallsgrad von *V. destructor* korreliert (Abbildung 16; positiv mit 6,6 Milben und negativ mit 3,7 Milben pro 100 Bienen). DWV wurde dabei in mehr als dreimal so vielen Völkern nachgewiesen wie ABPV.

Völker, die weder DWV noch ABPV aufwiesen (N = 483) waren mit durchschnittlich 2,8 *Varroa*-Milben pro 100 Bienen in der Herbstprobe signifikant geringer mit *V. destructor* belastet als Völker, die entweder eines der beiden Viren (N = 109, mittlere *Varroa*-Belastung 7,6 *Varroa*-Milben pro 100 Bienen) oder beide Viren (N = 4, mittlere *Varroa*-Belastung 24,8 *Varroa*-Milben pro 100 Bienen) aufwiesen (Kruskal-Wallis-Test;  $P < 0,001$ ; Abbildung 17).

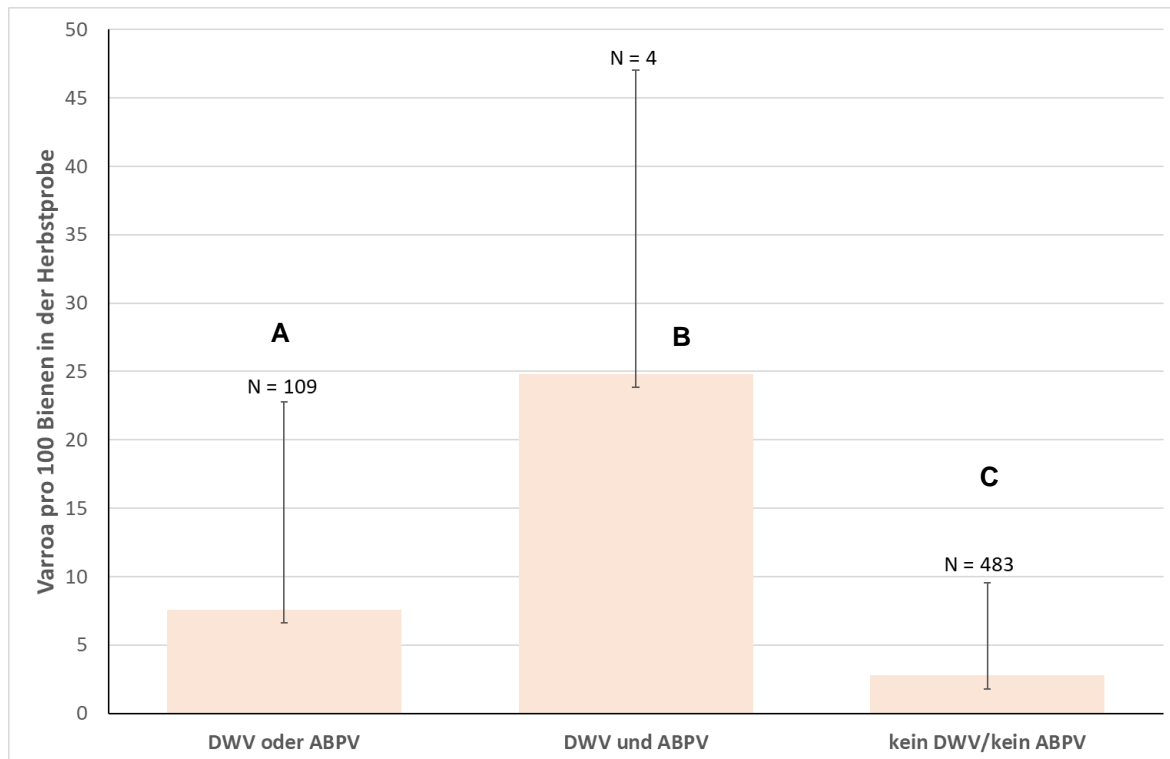


Abbildung 17: Mittlere *Varroa*-Belastung der mit ABPV und/ oder DWV belasteten Völker im Herbst 2020 im Vergleich zu unbelasteten Völkern; Gruppen mit unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant (Kruskal-Wallis-Test;  $P < 0,001$ ).

Aufgrund des Zusammenhangs von *Varroa*- und Virusbefall ist es naheliegend, dass auch der Befall mit bestimmten Bienenviren Auswirkungen auf Winterverluste hat. Dies wird inzwischen durch eine

## Ergebnisse

Vielzahl von Studien (Genersch und Aubert 2010a; McMenemy und Genersch 2015 und darin enthaltene Referenzen), aber auch unsere Daten belegt.

So weisen DWV-positive Völker signifikant höhere Verlustraten auf als unbelastete Völker. Die beobachteten Verlustraten der mit DWV belasteten Völker liegen mit 24,7% gegenüber 11,2% bei den unbelasteten Völkern signifikant höher (Chi-Quadrat;  $P < 0,001$ ; Abbildung 18). Auch die Verlustraten der mit ABPV belasteten Völker liegen mit 25% gegenüber 12,4% bei den unbelasteten Völkern signifikant höher (Chi-Quadrat;  $P < 0,01$ ; Abbildung 19).

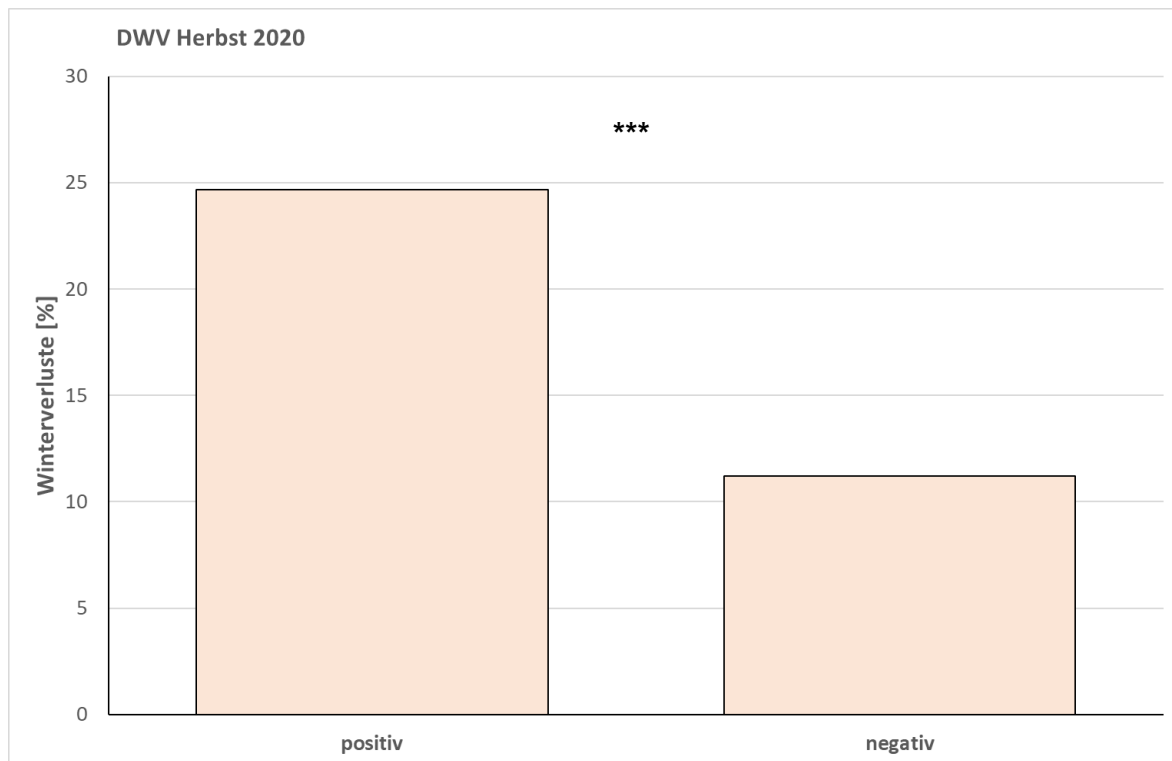


Abbildung 18: Verlustraten der im Herbst 2020 mit DWV infizierten Völker im darauffolgenden Winter im Vergleich zu DWV-negativen Völkern.

## Ergebnisse

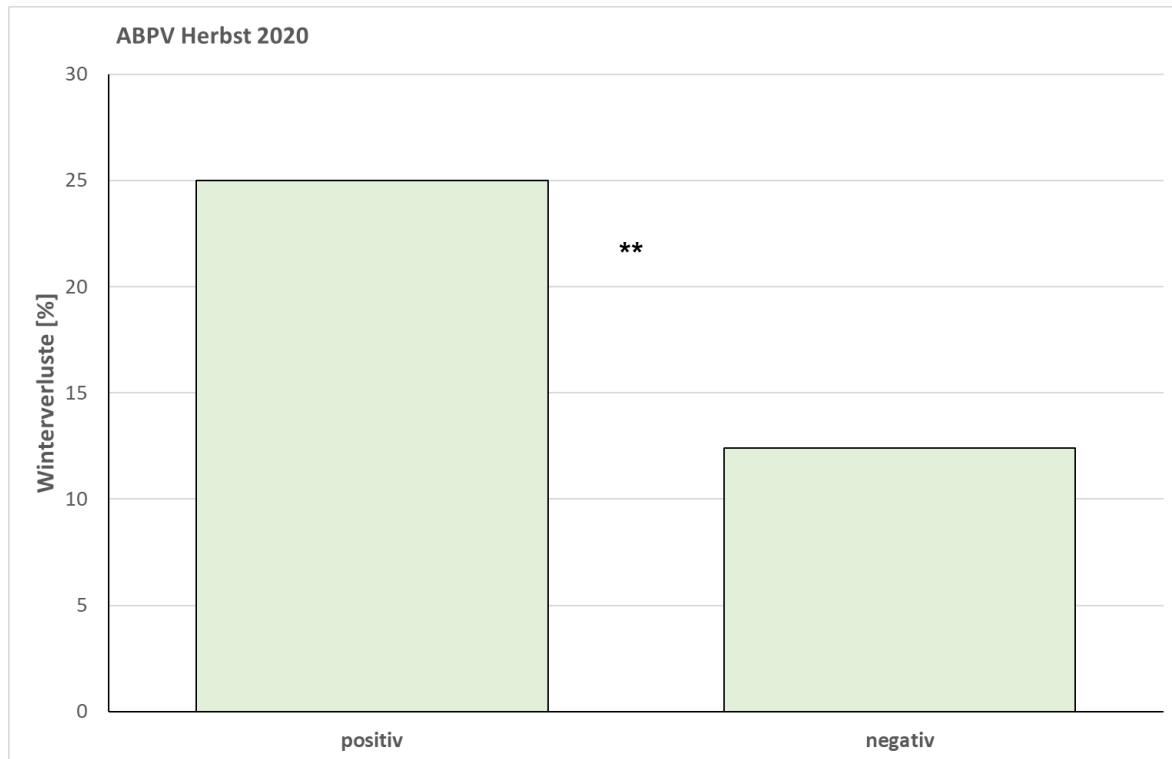


Abbildung 19: Verlustraten der im Herbst 2020 ABPV-positiven Völker im darauffolgenden Winter im Vergleich mit ABPV-negativen Völkern.

Abbildung 20 zeigt zusammengefasst die Prävalenzen des Akute Bienenparalyse-Virus (ABPV) und des Flügeldeformations-Virus (DWV) und die darauffolgenden Winterverlusten seit 2009. Es fällt auf, dass DWV meist häufiger nachgewiesen werden kann als ABPV und ein deutlicher Zusammenhang zwischen Virenprävalenz und Winterverlusten besteht. Die Grafik zeigt jedoch auch, dass beispielsweise im Jahr 2019 die Virenprävalenzen geringer waren als in den Jahren 2009, 2011 und 2012, in denen die Verlustraten vergleichbar hoch waren. Das bestätigt, dass Virusinfektionen in Kombination mit der *Varroa*-Belastung nicht alle Winterverluste erklären können. Eine multivariate Auswertung der Daten, wie sie für das nächste Jahr geplant ist, wird hier hoffentlich neue Erklärungen liefern.



## Ergebnisse

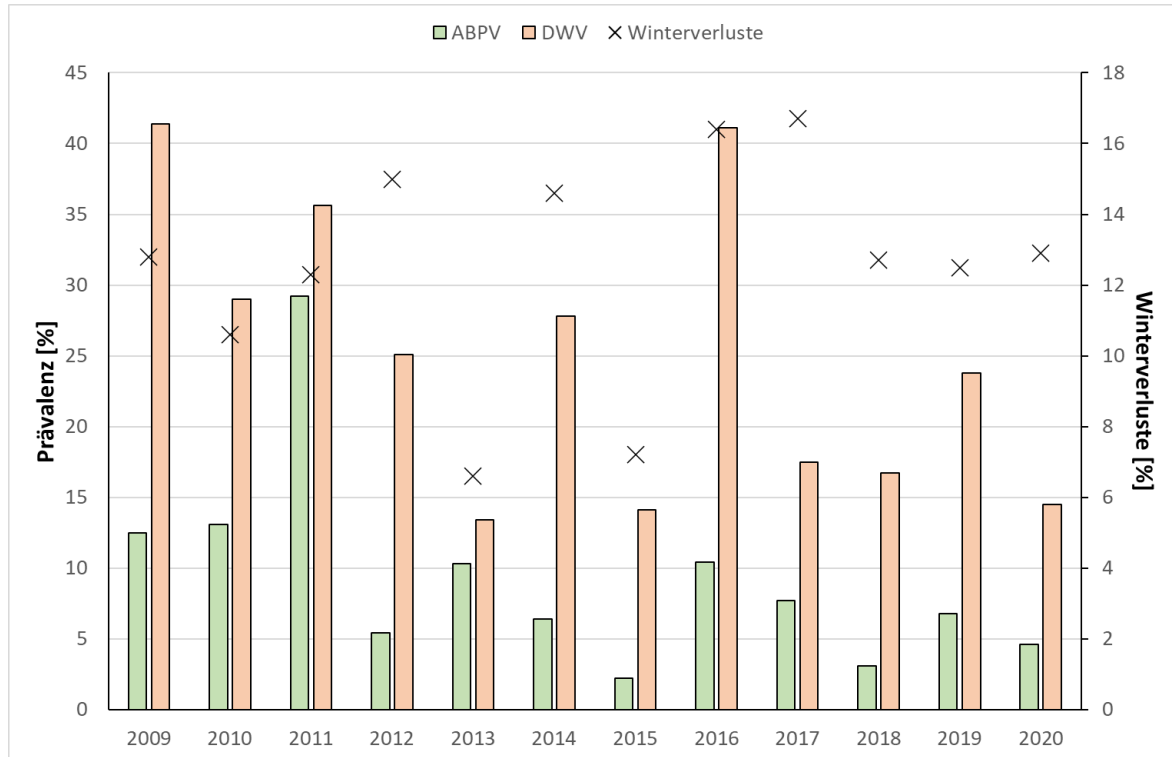


Abbildung 20: Prävalenz von DWV und ABPV in den Herbstbienen der Monitoringvölker seit 2009. Die Kreuze zeigen die Winterverluste im jeweiligen Jahr an.

Die Verlustraten der Völker, die weder DWV noch ABPV aufwiesen (N = 476, Verlustrate 10,7%), nur eines der beiden Viren (N=54, Verlustrate 20,4%) oder beide Viren (N = 4, Verlustrate 50%) sind in Abbildung 21 dargestellt. Die drei Gruppen unterscheiden sich signifikant (Chi-Quadrat;  $P < 0,001$ ) und es wird deutlich, dass sich die Verluste gegenüber virenfreien Völkern fast verfünffachen, sobald beide Viren nachweisbar sind.

## Ergebnisse

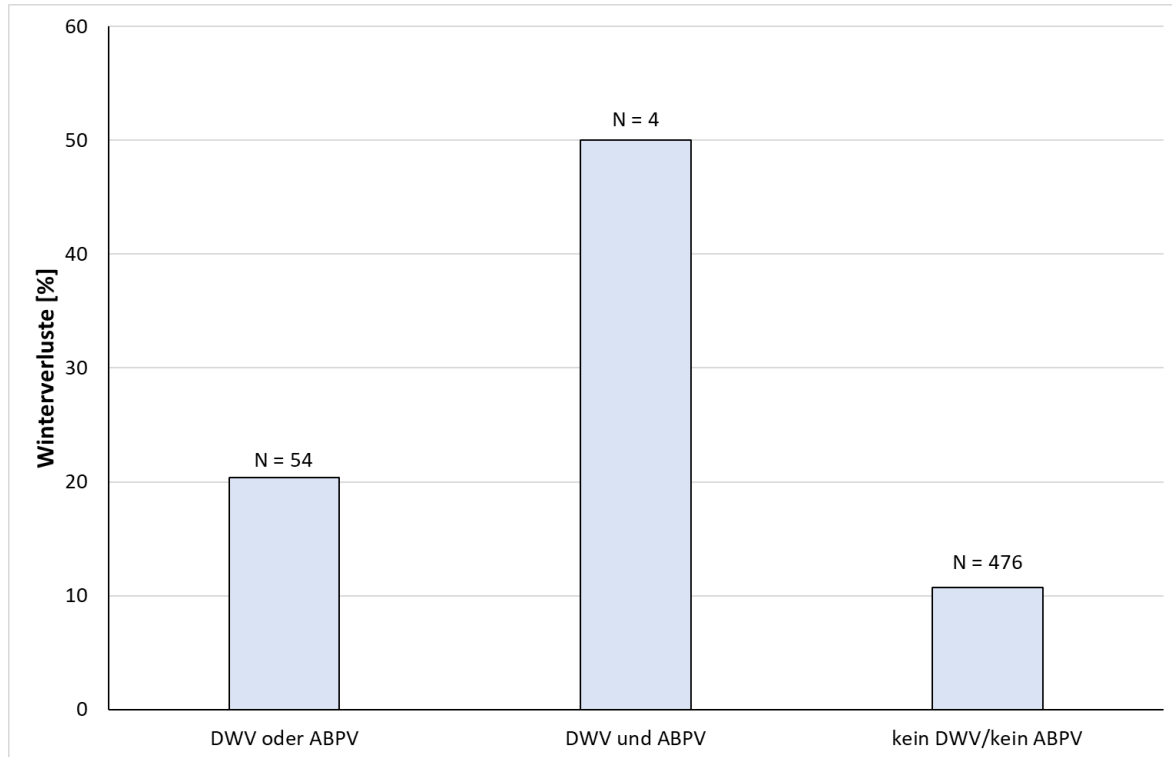


Abbildung 21: Verlustraten der mit DWV und/oder ABPV belasteten Völker in 2020 im darauffolgenden Winter im Vergleich zu unbelasteten Völkern. (Chi-Quadrat;  $P < 0,001$ )

### 3.5.6. Amerikanische Faulbrut

Im Herbst 2021 wurden insgesamt 225 Futterkranzproben auf den Erreger der Amerikanischen Faulbrut, *Paenibacillus larvae*, analysiert (Tabelle 20/Abbildung 20). Es wurden wie im Vorjahr keine Sporen von *P. larvae* nachgewiesen, allerdings waren bei den vom BI Celle betreuten Völkern drei Proben und aus Veitshöchheim zwei Proben nicht auswertbar. Dies deutet auf eine hohe Belastung dieser Proben mit dominant wachsenden Begleitkeimen hin. Amerikanische Faulbrut wurde jedoch nicht nachgewiesen, weshalb diese Proben als „negativ“ bewertet wurden.

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

Tabelle 20: AFB-Standuntersuchungen im Herbst 2021 im Vergleich mit den Vorjahren.

<b>2021</b>	<b>N</b>	<b>negativ</b>	<b>positiv</b>
Celle	18	18 (100%)	0
FLI-Riems	6	6 (100%)	0
Hohenheim	40	40 (100%)	0
Hohen Neuendorf	61	61 (100%)	0
Kirchhain	24	24 (100%)	0
Mayen	33	33 (100%)	0
Veitshöchheim	43	43 (100%)	0
<b>gesamt 2021*</b>	<b>225</b>	<b>225 (100%)</b>	
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

### 3.6. Rückstandsanalysen in Bienenbrot

Im Berichtszeitraum 2021 sammelten die beteiligten Institute 135 Proben von Bienenbrot für die Analyse von Pflanzenschutzmitteln. Aufgrund eines unzureichenden Budgets, um alle Proben zu analysieren, haben wir im Jahr 2021 nur 120 Bienenbrotproben auf Pflanzenschutzmittelrückstände mit der validierten Multimethode untersucht. Die botanische Herkunft der Proben wurde mithilfe einer Pollenanalyse geprüft. Die Rückstände von insgesamt 474 Substanzen wurden im Analysebericht aufgenommen. Es wurden insgesamt 17 Wirkstoffe mehr untersucht als im Vorjahr, wobei 22 dazu kamen und fünf weggefallen sind. Unter den 22 neu untersuchten Wirkstoffen waren fünf Insektizide/Akarizide (Buprofezin, Butocarboxim, Chlordimeform, Cyphenothrin, Demeton-s-Methylsulfon). Desweiteren wurden neun Fungizide (Amectotradin, Bitertanol, Cyazofamid, Fenpropidin, Isofetamid, Pyrimorph, Spiroxamin und Thiobendazol), sieben Herbizide (2,4-D-isooctyl, Clethodim, Dichlorprop-ethylhexyl, Imazosulfuron, Mesosulfuron-methyl, Tepraloxydim und Tralkoxydim) sowie ein Molluskizid (Methiocarbsulfon) analysiert.

Der Wirkstoff Amitraz ist in Deutschland als Varroazid zugelassen, während die Anwendung als Insektizid in der Landwirtschaft nicht zugelassen ist. Die Wiederfindungsraten dieses Wirkstoffs,

## Ergebnisse

sowie seiner Metaboliten Amitraz DMPF und Amitraz-formamid war nur sehr gering, weshalb diese Substanzen nicht berichtet werden. Ebenfalls nicht berichtet werden das Insekten-Repellent Picaridin und das Herbizid Flumioxazin. Vier Wirkstoffe wurden zum ersten Mal in DeBiMo-Bienenbrotproben nachgewiesen: das neu aufgenommene Fungizid Ametoctradin (2x, 0,014 und 0,019 mg/kg), der pflanzliche Inhaltsstoff Anthrachinon, der in Rhabarberwurzeln und Faulbaumrinde vorkommt. Dieser Wirkstoff ist nicht als Pflanzenschutzmittel zugelassen da er als krebserregend gilt (1x, 0,003 mg/kg, Tong & Speiser 2017), das Herbizid Atrazin (1x, 0.004 mg/kg), und das Insektizid Spirotetramat (2x, 0,008 mg/kg und 0,018 mg/kg).

Von den 474 untersuchten Wirkstoffen und Metaboliten wurden 87 in den Bienenbrotproben detektiert. 71 Wirkstoffe wurden mindestens einmal oberhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze (> BGr.) nachgewiesen. Pflanzenschutzmittelrückstände konnten in 116 der 120 (96,7%) untersuchten Proben nachgewiesen werden. Davon hatten 86 Proben (76,7%) mindestens einem Wirkstoff oberhalb der Bestimmungsgrenze, eine Zunahme von 9,6 Prozentpunkten gegenüber dem Vorjahr (67,1%). Der am häufigsten nachgewiesene Wirkstoff war das Fungizid Boscalid in 35,0% der Proben. Der Wirkstoff mit der höchsten Konzentration war das Fungizid Tetrahydrophthalimid, (2,75 mg/kg), ein Metabolit von Captan. Das am häufigsten nachgewiesene Herbizid Terbutylazin trat in 32,5% der Proben auf. In vorherigen Jahren war Thiacloprid das am häufigsten nachgewiesene Insektizid, tauchte in 2021 jedoch nur 4x auf (3,33%). Das in diesem Jahr häufigste Insektizid war Permethrin (n = 15, 12,5%).

## Ergebnisse

Tabelle 21: Übersicht Bienenbrot-Rückstandsuntersuchungen 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	Häufigste Insektizid % Proben	Insektizid mit höchster Konz.	Insektizid höchster Konz. mg/kg
<b>2005/06</b>	105	258	42	76,0	Coumaphos (V)	43,8	Azoxystrobin (F)	1,776	Thiacloprid	0,199	8,5	Thiacloprid	0,199
<b>2007</b>	110	258	42	70,9	Boscalid (F)	60,9	Boscalid (F)	0,928	Thiacloprid	0,277	56,4	Thiacloprid	0,277
<b>2009</b>	88	298	48	88,6	Boscalid (F)	72,7	Fludioxonil (F)	2,800	Thiacloprid	0,150	53,4	Thiacloprid	0,150
<b>2010</b>	209	368	90	90,4	Boscalid (F)	59,3	Iprodion (F)	12,800	Thiacloprid	0,236	56,9	Chlorpyrifos	0,450
<b>2011</b>	216	395	75	87,5	Boscalid(F)	61,6	Iprodion (F)	1,877	Thiacloprid	0,130	51,3	Coumaphos	0,360
<b>2012</b>	218	391	72	90,4	Thiacloprid (I)	60,6	Boscalid (F)	2,683	Thiacloprid	0,498	60,6	Amitraz <sup>1</sup>	0,573
<b>2013</b>	170	400	73	86,5	Thiacloprid (I)	55,9	Fludioxonil (F)	0,865	Thiacloprid	0,240	55,9	DEET <sup>2</sup>	0,458
<b>2014</b>	182	401	76	89,0	Thiacloprid (I)	61,0	Iprodion (F)	1,903	Thiacloprid	0,224	61,0	Cypermethrin	0,520
<b>2015</b>	193	402	83	88,1	Thiacloprid (I)	51,8	Azoxystrobin (F)	1,194	Thiacloprid	0,129	51,8	Thiacloprid	0,129
<b>2016</b>	203	407	97	96,1	Boscalid (F)	61,6	Iprodion (F)	2,194	Thiacloprid	0,267	31,5	Fenoxycarb	0,373
<b>2017</b>	152	439	85	96,7	Thiacloprid (I)	61,8	Tetrahydrophthalimid (M)	2,500	Thiacloprid	0,198	61,8	Tau-Fluvalinat	0,274
<b>2018</b>	130	451	90	92,3	Thiacloprid (I)	48,5	Iprodion (F)	3,880	Thiacloprid	0,156	48,5	Thiacloprid	0,156
<b>2019</b>	129	454	90	96,1	Boscalid (F)	47,3	Chlorthalonil (F)	3,336	Thiacloprid	0,075	41,9	Thiacloprid	0,075
<b>2020</b>	128	457	83	96,9	Boscalid (F)	40,6	Folpet (F)	1,960	Thiacloprid	0,099	30,6	Thiacloprid	0,099
<b>2021</b>	120	474	87	96,7	Boscalid (F)	35,0	Tetrahydrophthalimid (M)	2,750	Permethrin	0,008	12,5	Tebufenozid	0,152

<sup>1</sup>Varroazid, <sup>2</sup>Insekten-Repellent, (V) Varroazid, (F) Fungizid, (I) Insektizid, (M) Metabolit von Captan.

## Ergebnisse

Die 120 Bienenbrotproben verteilten sich auf 14 Frühjahrsproben, 82 Sommerproben und 9 Herbstproben. Die restlichen Proben konnten keiner Jahreszeit zugeordnet werden. 116 Bienenbrotproben waren mit mindestens einem Wirkstoff belastet. Durchschnittlich wiesen die 116 Proben 5,89 Wirkstoffe (Median = 4) auf (Abbildung 22). In einer einzelnen Probe wurden dabei 28 verschiedene Wirkstoffe nachgewiesen. Insgesamt ergaben die Untersuchungen 674 Nachweise von Wirkstoffen, dabei lagen 377 (55,9%) oberhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze und 297 (44,1%) über der jeweiligen Nachweisgrenze aber unterhalb der Bestimmungsgrenze (> NGr).

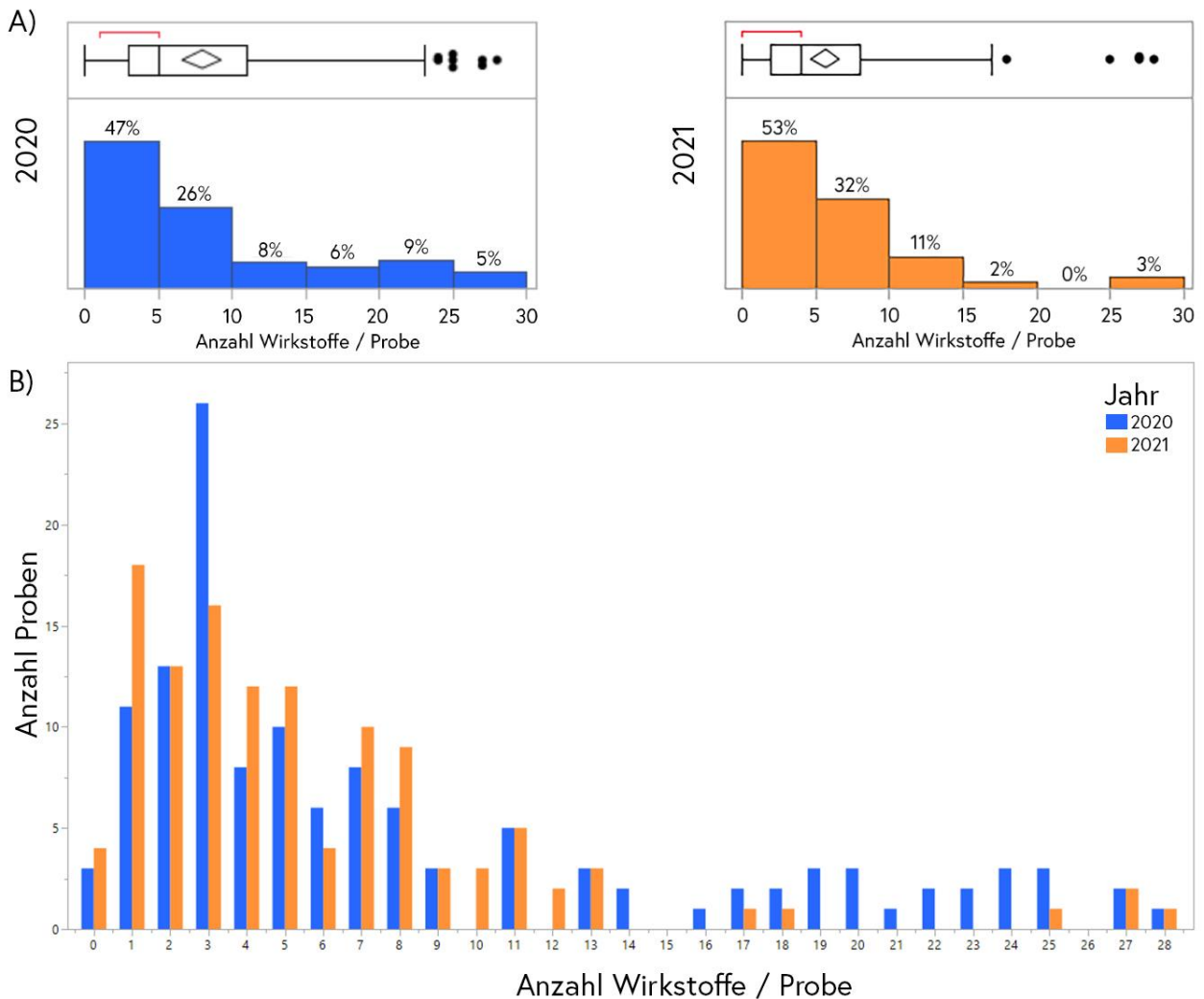


Abbildung 22a: Häufigkeiten der Belastungen (Wirkstoffe/Probe) von Bienenbrotproben mit Angabe der Quantile für 2020 (blau) und 2021 (orange). Die meisten Proben in 2021 (53%) sind mit 0 bis 4 Wirkstoffen belastet. In 2020 waren dagegen 53% aller Proben mit fünf oder mehr Wirkstoffen belastet. 1b: Vergleich der Belastungen zwischen 2020 (N=129) und 2021 (N=120). Die Proben mit mehr als 15 Wirkstoffen waren 2020 häufiger als 2021. Die 75% und 90% Quantile der beiden Jahre sind daher sehr unterschiedlich. (Tabelle 22).

## Ergebnisse

Tabelle 22: Vergleich der Anzahl Wirkstoffe in den Bienenbrot-Rückstandsuntersuchungen von 2020 und 2021. SD: Standardabweichung.

	<b>2020</b>	<b>2021</b>
Anzahl Proben (N)	129	120
Proben mit mind. 1 Wirkstoff*	126	116
Insgesamt nachgewiesene Wirkstoffe	1029	683
Mittelwert Anzahl Wirkstoffe alle Proben ( $\pm$ SD)	7,98 ( $\pm$ 7,54 SD)	5,69 ( $\pm$ 5,39 SD)
Mittelwert Anzahl Wirkstoffe in Proben mit mind. 1 Wirkstoff ( $\pm$ SD)*	8,17 ( $\pm$ 7,53 SD)	5,89 ( $\pm$ 5,37 SD)
Median	5	4
Maximale Anzahl Wirkstoffe in einer Probe	28	28
25% Quantil	3	2
75% Quantil	11	8
90% Quantil	22	11

\* 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 43 Fungizide (davon 38 oberhalb der Bestimmungsgrenze), 21 Herbizide (15 > BGr.), 16 Insektizide (14 > BGr.), zwei Varroazide (nur Coumaphos > BGr, Brompropylat < BGr), vier sonstige Wirkstoffe (2 > BGr.; Anthrachinon, ein Vogel-Repellent, Biphenyl, ein Wirkstoff, dass das Wachstum von Schimmel und Pilzen hemmt, DEET, ein Insekten-Repellent, und ortho-Phenylphenol, ein Konservierungsstoff und Biozid) und ein Akarizid (Spirodiclofen) nachgewiesen werden.

Fungizide waren die am häufigsten gefundene Wirkstoffklasse (Abbildung 23, Gesamtnachweise). 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 Terbutylazin (N = 39) häufig detektiert wurde.

Erwartbar wäre eine Verteilung der Wirkstoffe in den Proben, die auch ihrem Anteil an den untersuchten Substanzen entspricht. Fungizide wurden jedoch zu 67% häufiger nachgewiesen als erwartet. Insektizide wurden dagegen zu 49,9% seltener, Akarizide zu 53,9% seltener nachgewiesen als erwartet (2x6 Contingency Table,  $X^2 = 27,95$ ,  $df = 4$ ,  $p < 0,0001$ ). Dies zeigt sich in den deutlichen Unterschieden in der Größe des Tortenstücks zwischen den analysierten (Abbildung 23, "Getestet") und nachgewiesenen (Abbildung 23, „Nachgewiesene“) Werten für die entsprechenden Wirkstoffklassen (Abbildung 23). 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 23, Gesamt-Detektionen). Obwohl Fungizide nur 25,9% der untersuchten Wirkstoffe ausmachen, machten sie 64,1% aller Einzelnachweise (N = 438) aus (Abbildung

## Ergebnisse

23, unten). Herbizide waren die zweithäufigste Wirkstoffklasse und machten 21,7% (N = 148) der Einzelnachweise aus. Darauf folgten Insektizide mit 9,7% (N = 66) und Varroazide mit 1,6% (N = 11).

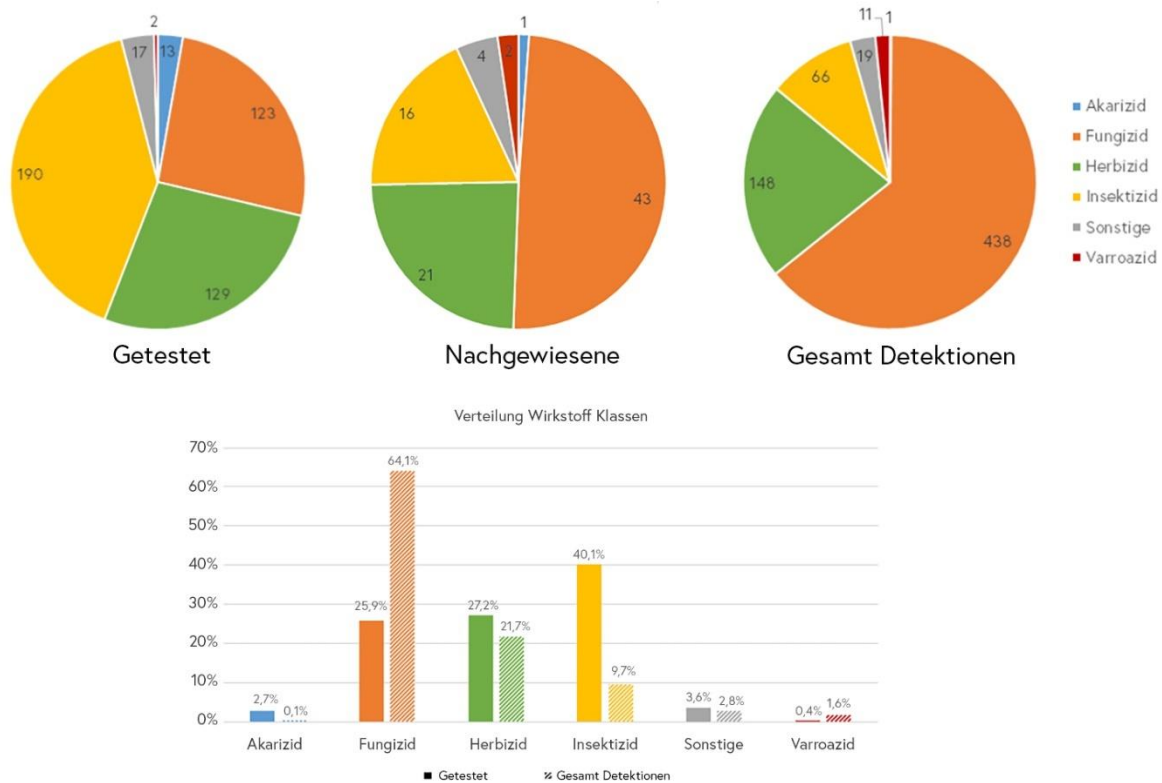


Abbildung 23: Verteilung der Anzahl aller untersuchter Wirkstoffe (getestet, N = 474), der 87 in den Proben nachgewiesenen (Nachgewiesene) und die Verteilung der Klassen in den insgesamt 683 Nachweisen (Gesamt Detektionen) nach Wirkstoffklasse in 2021. In dem Balkendiagramm ist der erwartete (Getestet) und der beobachtete Anteil (Gesamt Detektionen) der Wirkstoffklassen gegenübergestellt.

Innerhalb einer Probe entdeckten wir bis zu 28 verschiedene Pflanzenschutzmittel (Abbildung 22a). Es wurden überwiegend mehrere Fungizide pro Probe gefunden (bis zu 24 fungizide Wirkstoffe, Abbildung 24). 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, anderer Akarizide sowie sonstiger Wirkstoffklassen. 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.



## Ergebnisse

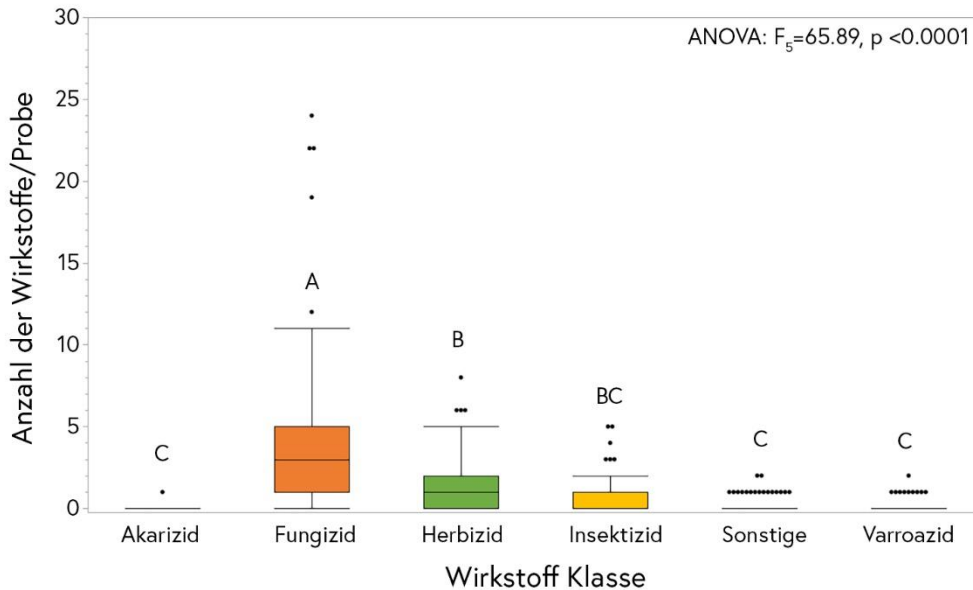


Abbildung 24: Boxplot-Darstellung der Anzahl der verschiedenen Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffe, die pro Klasse und Probe gefunden wurden. Unterschiedliche Buchstaben stehen für signifikante Unterschiede ( $\alpha < 0,05$ ). Bis zu 24 verschiedene Fungizide wurden in einer einzigen Probe nachgewiesen, während Herbizide mit bis zu acht Nachweisen die zweithäufigste Klasse waren.

### 3.6.1. Risiko für die Bienen durch Rückstände im Pollen

Der Hazard Quotient (HQ) wird bei der Risiko-Analyse während des Zulassungsprozesses von Pflanzenschutzmitteln eingesetzt. Dieser Wert gibt Auskunft über das Verhältnis von der potentiellen Exposition und dem Rückstandswert bei dem keine negativen Effekte der Substanz erwartet werden. Im vorliegenden Fall bedeutet das die Konzentration des Pflanzenschutzmittels im Bienenbrot geteilt durch die bekannte tödliche orale Dosis ( $LD_{50}$ ) für Honigbienen. Leider sind die  $LD_{50}$  Oral für Honigbienen für sechs der untersuchten Pflanzenschutzmittel unbekannt und konnten deshalb nicht in die Berechnung HQ einbezogen werden. Diese sechs Pflanzenschutzmittel kamen insgesamt 23x im Bienenbrot vor (3,4% aller Nachweise, Anthrachinon in einer Probe, Biphenyl in einer Probe, DEET in sechs Proben, Diphenylamin in sechs Proben, Etaconazol in zwei Proben und ortho-Phenylphenol in elf Proben).

Um den  $LD_{50}$ -Wert aufzunehmen, müsste eine Biene während ihrer gesamten zehntägigen Ammenphase nur Pollen mit einem HQ-Wert von 10.000 konsumieren. Dies setzt außerdem voraus, dass keine Entgiftungs-Mechanismen im Stoffwechsel der Bienen stattfinden.

Obwohl relativ viele Proben belastet waren (97%), lagen die Werte in den meisten Fällen im niedrigen Bereich und weitab einer akut toxischen Wirkung (Abbildung 25). Insgesamt wiesen die Proben niedrige Hazard-Quotient-Werte auf; mit einem Mittelwert von 11,28 ( $\pm 44,1$ ). Die überwiegende Mehrheit der Proben liegt weit unter dem Schwellenwert von 50 HQ (Abbildung 25A). Dieser

## Ergebnisse

Schwellenwert entspricht 0,05% der LD<sub>50</sub> einer Honigbiene im täglichen Verzehr. Darunter liegende Werte werden als eine Art „Hintergrundrauschen“ behandelt. Subletale Effekte könnten ab einem HQ von 1.000 vorkommen, was 10% des LD<sub>50</sub> einzelner Wirkstoffe für Bienen darstellt. Der höchste ermittelte HQ-Wert von 416,9 war also nach wie vor unproblematisch und stellt kein Gesundheitsrisiko für die Bienen beim Verzehr des Pollens dar. Proben mit höheren HQ-Werten sind in der Regel mit mehr verschiedenen Pflanzenschutzmitteln kontaminiert (Abbildung 25B), 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 verschiedene Produkte enthielten (5+) fand sich ein signifikanter Unterschied (Abbildung 25C).

Es wurden auch die HQ-Werte nach Pflanzenschutzmittelwirkstoff untersucht. Die höchsten Mittelwerte ergaben sich, wenn man das Risiko über alle Pflanzenschutzmittel addierte (Abbildung 26). Allerdings tragen die Insektizide am meisten zum HQ-Wert bei, was sich an den Mittelwerten für die einzelnen Wirkstoffklassen ablesen lässt. Wenn die gesamten Pflanzenschutzmittel (Alle in Abbildung 26) aus dem Vergleich ausgeschlossen werden, dann sind die Insektizide signifikant höher als alle anderen Wirkstoffklassen (ANOVA:  $F_5 = 6,46$ ,  $p < 0,001$ ) in einem Tukey HSD Vergleich. Akarizide, Herbizide, Fungizide, Sonstiges and Varroazide unterscheiden sich nicht.

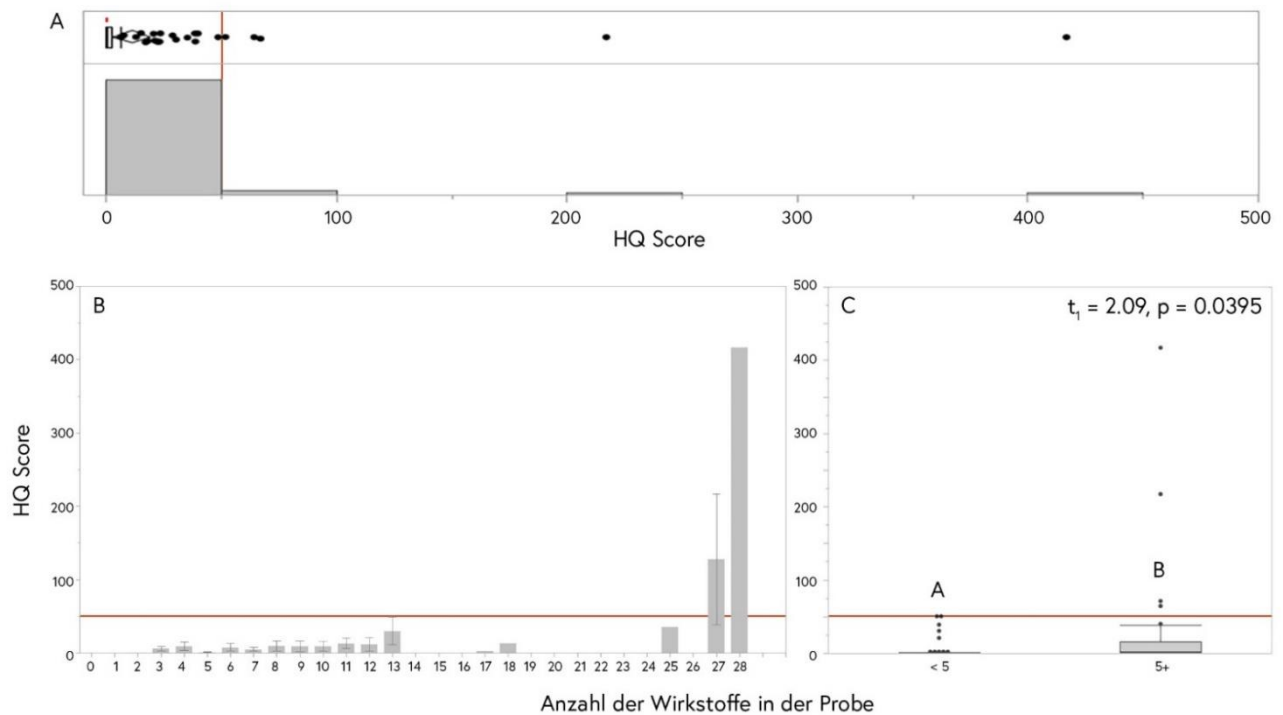


Abbildung 25: A) Verteilung der HQ-Werte pro Probe. B) Die durchschnittlichen HQ-Werte anhand der Anzahl der entdeckten verschiedenen Wirkstoffe pro Probe. C) Boxplot-Vergleich der HQ-Werte zwischen Proben mit <5 und 5+ Wirkstoffen pro Probe. Die rote Linie markiert den Schwellenwert von 50 HQ. Unterschiedliche Buchstaben stehen für signifikante Unterschiede (t-Test,  $\alpha < 0,05$ ).

## Ergebnisse

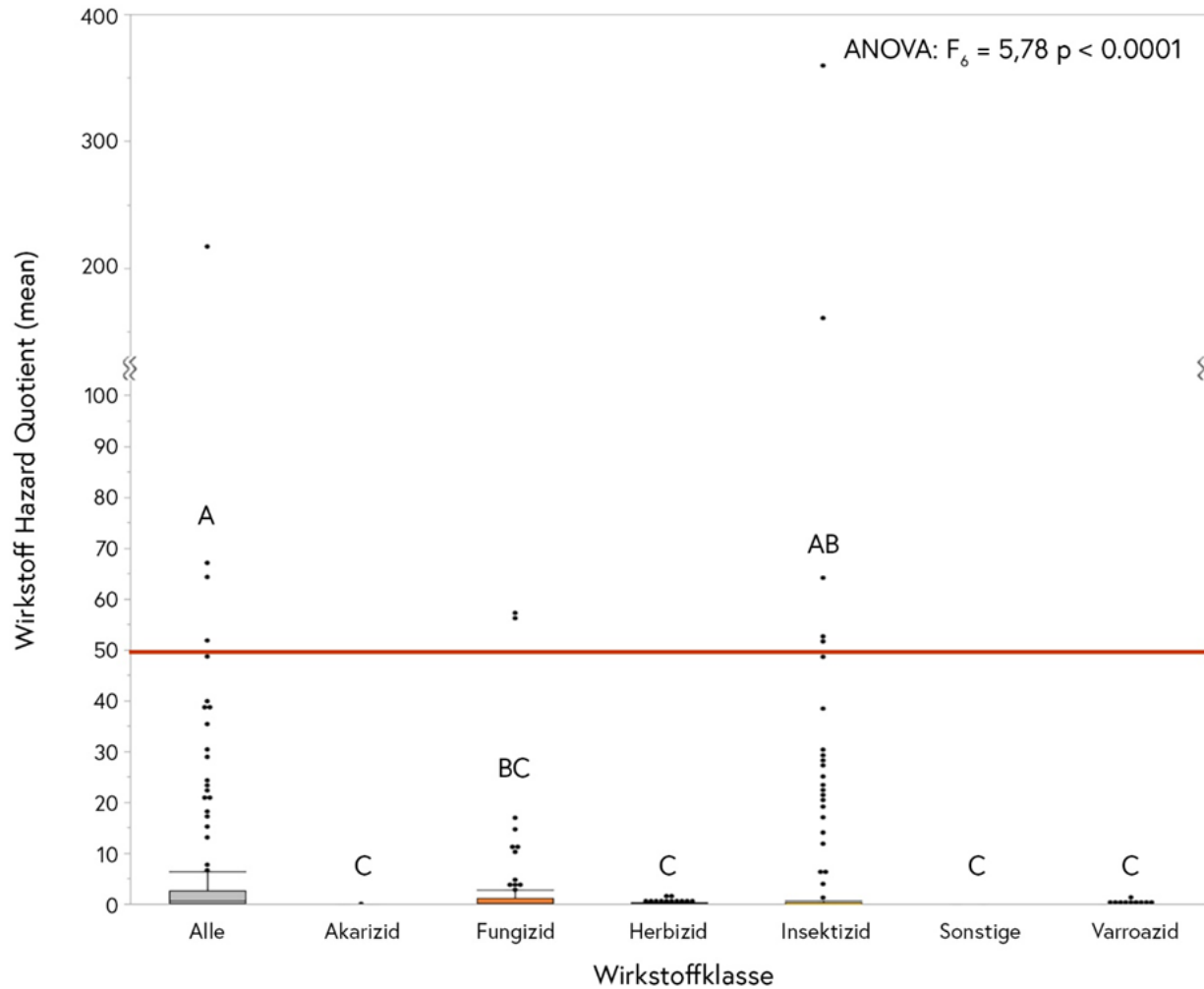


Abbildung 26: Boxplot-Vergleich der Rückstandswerte des HQ in den verschiedenen Wirkstoffklassen pro Probe. Die Abbildung enthält einen Bruch in der y-Achse, um die Ausreißer ( $>100$  HQ) einzubeziehen. Rote Linie: Schwellenwert von 50 HQ. Unterschiedliche Buchstaben stehen für signifikante Unterschiede (ANOVA,  $\alpha < 0,05$ ). Alle = addierte HQ-Werte für alle Pflanzenschutzmittel. Ein Ausreißer der Alle Gruppe mit einem HQ-Wert von 416,9 wird aus Platzmangel nicht angezeigt.

### Pflanzenschutzmittel-Konzentration im Bienenbrot

Der Hazard Quotient ist nur ein Maßstab, um die von Pflanzenschutzmitteln ausgehende Gefahr einzuschätzen. Alle aufgenommenen Fremdstoffe müssen von den Honigbienen durch Stoffwechselprozesse entgiftet werden. Diese „xenobiotische Detoxifikation“ wandelt fettlösliche (lipophile) Substanzen (wie die meisten Pflanzenschutzmittel) in wasserlösliche, ausscheidbare Metaboliten. 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, ist die

## Ergebnisse

Messung der Konzentration von Pflanzenschutzmitteln im Pollen eine weitere Art, das potenzielle Risiko zu erfassen.

Insgesamt wiesen die Proben eine mittlere Konzentration von 227,03 ppb ( $\pm 1.001,8$  SD) und einen Median von 26,0 ppb auf. Die Höchstbelastung lag bei 8.193,0 ppb (Abbildung 27). Der größte Anteil an der Pflanzenschutzmittel-Konzentration stammt von Fungiziden, was in Abbildung 27 deutlich zu erkennen ist. Akarizide, Varroazide und Sonstige haben kaum etwas zur Gesamtkonzentration von Pflanzenschutzmitteln in den Pollenproben beigetragen (Tabelle 23). Fungizide gelten im Allgemeinen als bienenverträglich und sind als nicht toxisch für Bienen eingestuft. Die Belastung durch hohe Konzentrationen von Fungiziden wurde jedoch mit verschiedenen Indikatoren für eine beeinträchtigte Bienengesundheit in Verbindung gebracht. Da diese Effekte von der Konzentration der Fungizide abhängig sind, wurde in anderen Veröffentlichungen ein Schwellenwert von 1.000 ppb vorgeschlagen. Nur fünf Proben wiesen Rückstände über diesem Wert auf.

## Ergebnisse

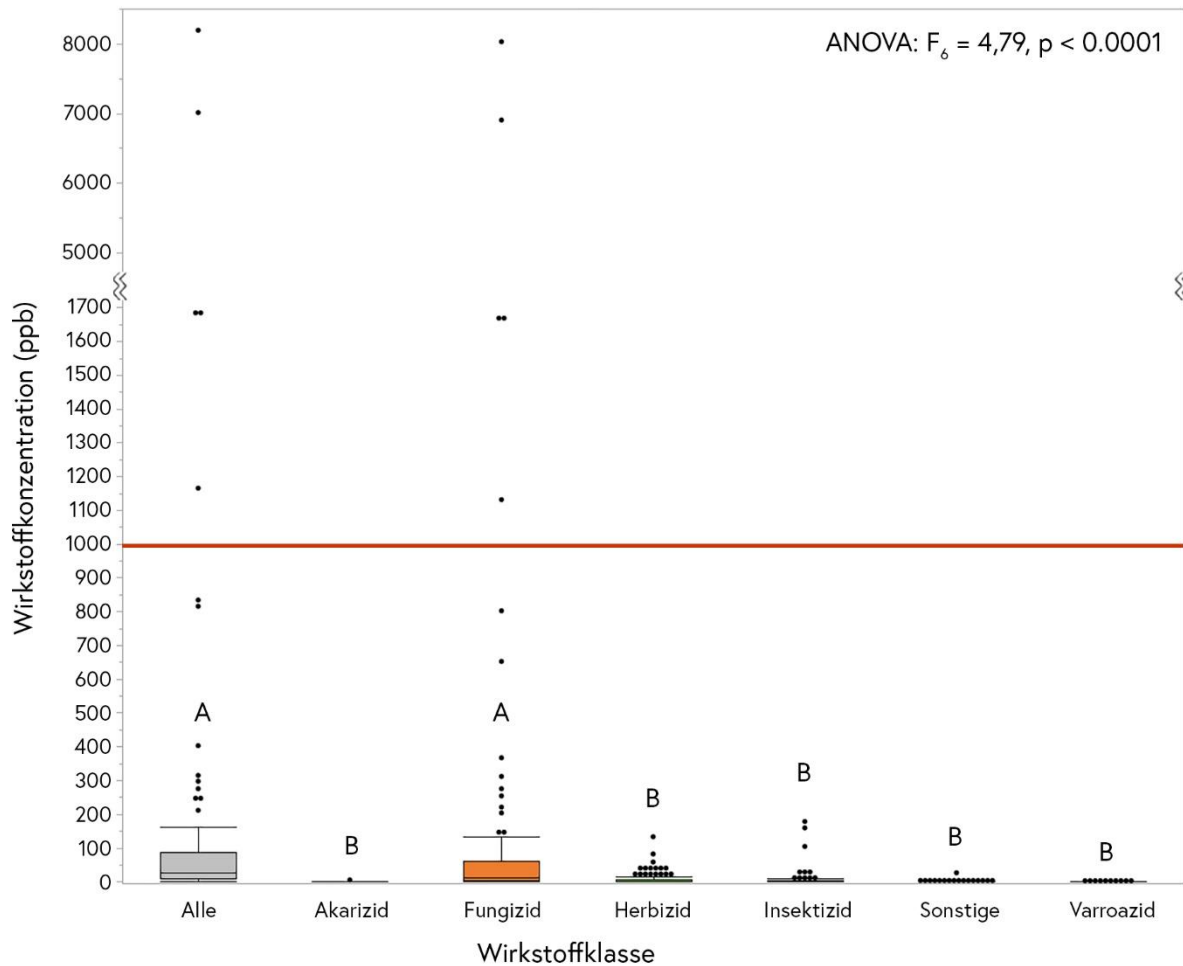


Abbildung 27: Boxplot-Vergleich der Rückstandskonzentrationen der verschiedenen Wirkstoffklassen pro Probe. Um die Ausreißerwerte über 2.000 ppb einzubeziehen, enthält die Grafik einen Bruch in der y-Achse. Die rote Linie markiert den Schwellenwert von 1.000 ppb. Unterschiedliche Buchstaben stehen für signifikante Unterschiede (ANOVA,  $\alpha < 0,05$ ). Alle = Gesamtkonzentration aller Pflanzenschutzmittel.

Tabelle 23: Vergleich der Bienenbrot-Wirkstoffkonzentrationen in 2021, SE: Standardfehler.

	Mittelwert (in ppb)	Maximum (in ppb)	Median (in ppb)
Gesamt	227,03 ( $\pm 91,4$ SE)	8193,0	26,0
Akarizide	0,04 ( $\pm 0,0$ SE)	5,1	0
Fungizide	212,87 ( $\pm 89,9$ SE)	8028,8	13,1
Herbizide	7,38 ( $\pm 1,6$ SE)	133,0	1,3
Insektizide	5,83 ( $\pm 2,2$ SE)	178,1	0
Sonstige	0,68 ( $\pm 0,2$ SE)	26,3	0
Varroazide	0,23 ( $\pm 0,1$ SE)	7,3	0

### 3.6.2. Spezifische Befunde 2021 – Fungizide

In 2021 wurden 43 Fungizid-Wirkstoffe und deren Metabolite nachgewiesen (Abbildung 28). Boscalid wurde in 42 Proben (davon 31-mal > BGr., max. 0,212 mg/kg) am häufigsten gefunden, gefolgt von Phthalimid (n = 41, 13-mal > BGr., max. 1,805 mg/kg), Prothioconazol (n = 41, 26-mal > BGr., max. 0,044 mg/kg), Azoxystrobin (N = 40, 29-mal > BGr., max. 0,222 mg/kg) und Tebuconazol (N = 39, 25-mal > BGr., max. 0,062 mg/kg). Captan und Folpet sind Breitspektrum-Schutzfungizide mit den entsprechenden Metaboliten Tetrahydrophthalimid (THPI) und Phthalimid. Diese vier Rückstände wiesen die höchsten Konzentrationen unter den Fungiziden auf (Abbildung 29). Die beiden Metaboliten wurden häufiger nachgewiesen als ihre Ausgangsstoffe. THPI wurde mit der höchsten Konzentration nachgewiesen (N = 16, 6-mal > BGr., max. = 2.750 mg/kg) und der Ausgangsstoff Captan mit maximal 1.763 mg/kg (n = 11, 5-mal > BGr.). Folpet (N = 14; 8-mal > BGr. max. = 2.505 mg/kg) und dessen Metabolit Phthalimid (n = 41; 13-mal > BGr., max. 1.805 mg/kg) wurden auch in hohen Konzentrationen nachgewiesen. Folpet wurde immer in Verbindung mit Phthalimid gefunden, der Metabolit aber fast 3x so häufig. Das könnte daran liegen, dass Phthalimid auch ein Metabolit der weit verbreiteten Industriechemikalie Phthalsäureanhydrid sein kann. Captan wurde auch immer in Verbindung mit THPI gefunden. Weitere häufig gefundene Fungizide waren Fluopram (N = 32, 16-mal > BGr., max. 0,056 mg/kg) und Dimoxystrobin (N = 31, 23-mal > BGr., max. 0,088 mg/kg).

## Ergebnisse

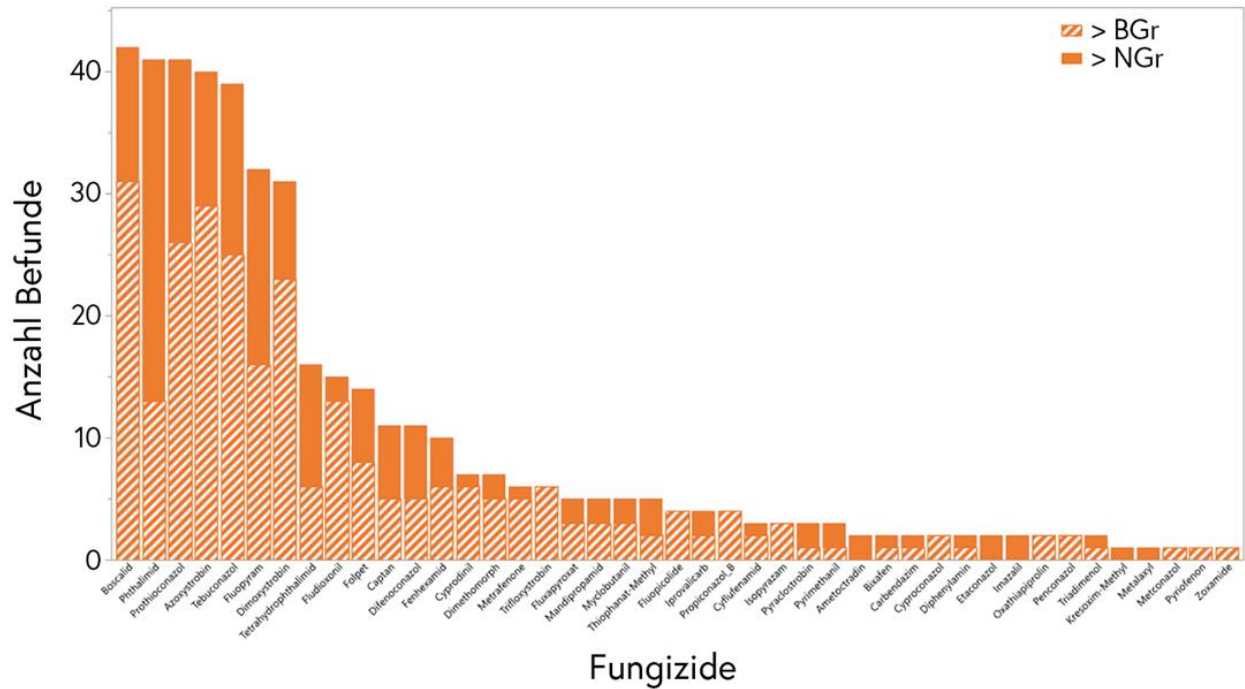


Abbildung 28: Anzahl der Proben mit nachgewiesenen Fungiziden in 2021. > BGr = oberhalb der Bestimmungsgrenze. > NGr = oberhalb der Nachweisgrenze.

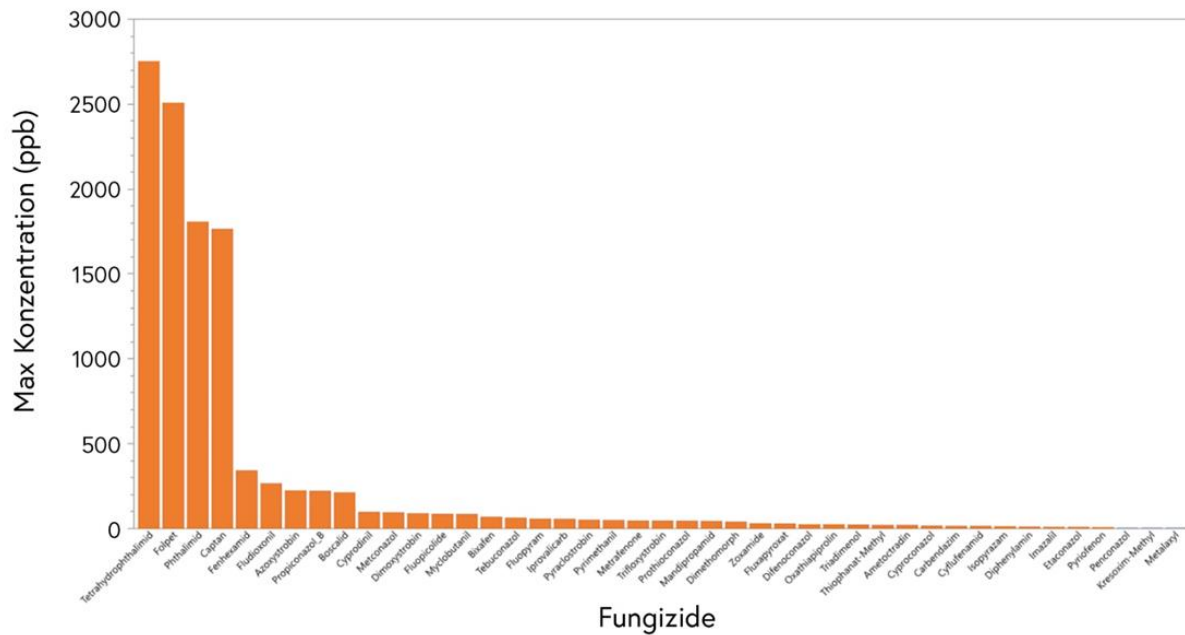


Abbildung 29: Maximale Konzentration in ppb der Fungizide in 2021.

### 3.6.3. Spezifische Befunde 2021 - Insektizide

In 2021 wurden 16 Insektizide nachgewiesen (Abbildung 30). Die Häufigkeitsverteilung zeigt eine Dominanz von drei Wirkstoffen, während die anderen 13 Wirkstoffe nur ein bis vier Mal gefunden wurden. Permethrin wurde in 15 Proben nachgewiesen, davon lagen 4 Proben über die Bestimmungsgrenze (max. 0,008 mg/kg). Das zweithäufigste Insektizid war das Neonicotinoid Acetamiprid, das in 11 Proben vorkam (3-mal > BGr., max. 0,007 mg/kg), während das dritthäufigste Insektizid tau-Fluvalinat in 8 Proben vorkam (2-mal > BGr., max. 0,008 mg/kg). Obwohl manche Insektizide nicht oft vorkommen, wurden sechs davon in Konzentrationen höher als 0,015 mg/kg nachgewiesen (15 ppb, Abbildung 31): Tebufenozid (N = 2; max = 0,152 mg/kg), Indoxacarb (n = 3; max. 0,083 mg/kg), Chlorantraniliprole (N = 4; max. 0,052 mg/kg), Fenoxycarb (N = 3; max. 0,024 mg/kg), Pyridalyl (N = 1; max. 0,023 mg/kg), und Spirotetramat (n = 2; max. 0,018 mg/kg).

Von den 7 untersuchten Neonicotinoiden wurden in 2021 nur Acetamiprid und Thiacloprid (N = 4; max. 0,010 mg/kg) nachgewiesen (Tabelle 24). Der Anteil mit Thiacloprid belasteter Proben ist seit 2017 rückläufig und ist im letzten Jahr drastisch gesunken von 30,5% in 2020 auf 3,3% in 2021. Leider ist der Anteil mit Acetamiprid belasteter Proben wieder gestiegen von 0% in 2020 auf 9,2% in 2021.

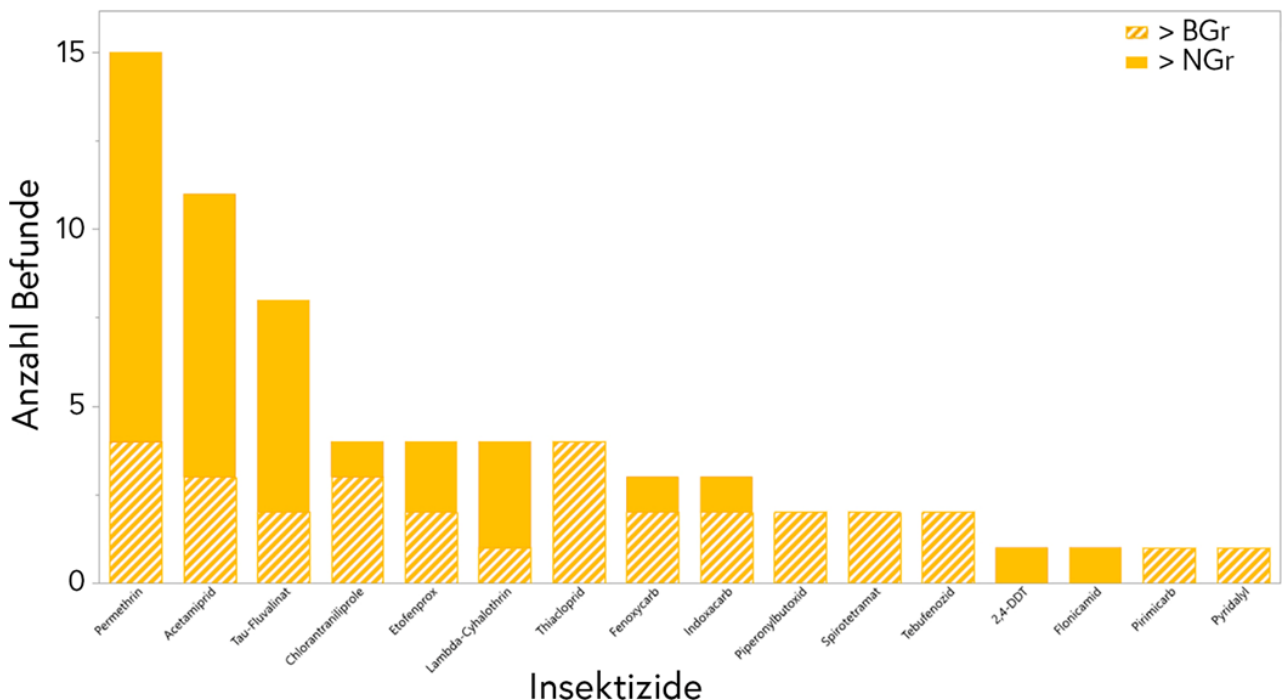


Abbildung 30: Anzahl Proben mit nachgewiesenen Insektiziden in 2021. > BGr = oberhalb der Bestimmungsgrenze. > NGr = oberhalb der Nachweisgrenze.



## Ergebnisse

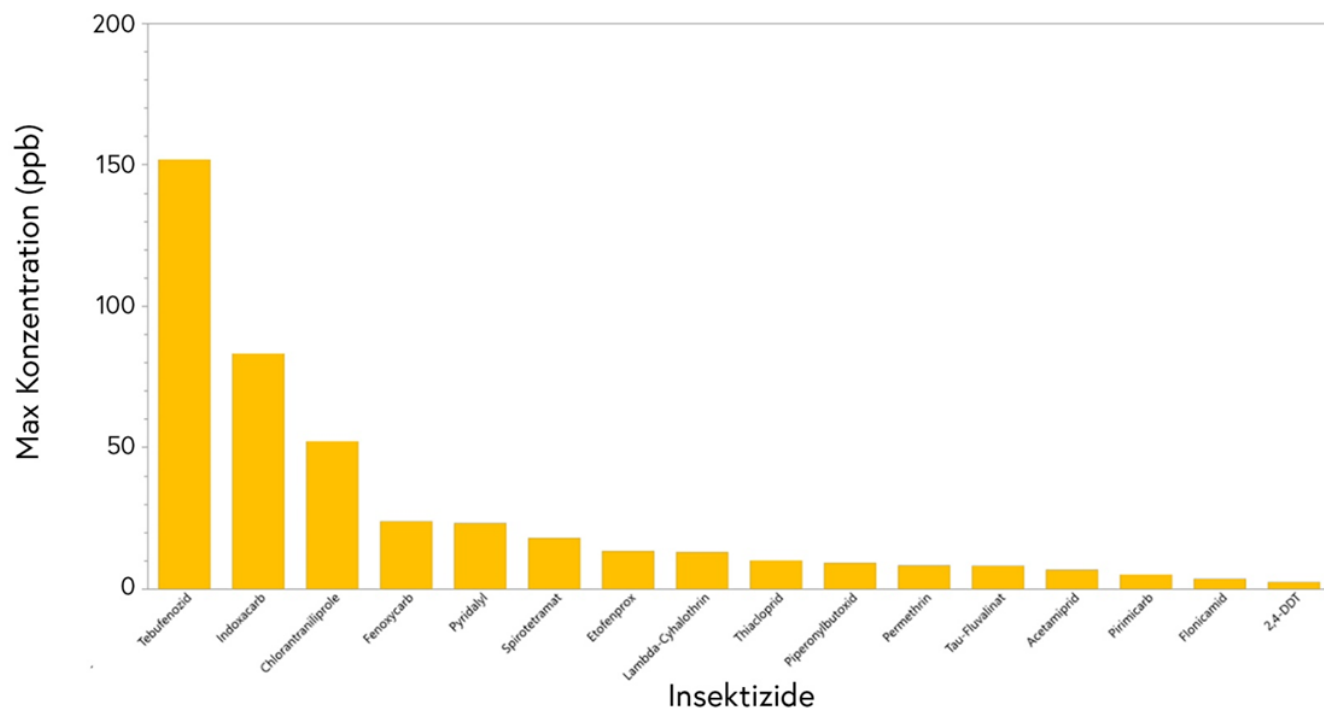


Abbildung 31: Maximale Konzentration in ppb der unterschiedlichen Insektizide im Jahr 2021.

Tabelle 24: Übersicht der nachgewiesenen Neonicotinoide 2009-2021<sup>1</sup>. N = Anzahl Proben mit Befunden oberhalb der Nachweisgrenze (NGr).

Wirkstoff										
Jahr	Anzahl Proben	Thiacloprid		Imidacloprid		Acetamiprid		Clothianidin		Max. Konz. mg/kg.
		N	Max. Konz. mg/kg	N	Max. Konz. mg/kg	N	Max. Konz. mg/kg	N		
2009	84	44	0,150	0		0		1	> NGr	
2010	197	111	0,236	0		8	0,041	0		
2011	215	112	0,130	0		14	0,020	2	> NGr	
2012	206	125	0,498	1	> NGr	12	0,011	3	> NGr	
2013	169	94	0,235	0		9	0,042	0		
2014	182	111	0,224	0		9	0,074	0		
2015	191	98	0,129	1	> NGr	6	0,006	1	> NGr	
2016	193	64	0,267	0		20	0,071	1	> NGr	
2017	152	94	0,198	0		12	0,052	1	> NGr	
2018	129	63	0,156	0		2	0,007	0		
2019	129	54	0,075	0		6	0,051	0		
2020	128	39	0,099	0		0		0		
2021	120	4	0,010	0		11	0,007	0		

<sup>1</sup>Leichte Abweichungen in den Befundzahlen (N) zur Tabelle 22 im Schlussbericht 2017-2019 sind möglich, da Zusatzproben und Proben ohne eindeutige Imkerzuordnung in dieser Tabelle nicht berücksichtigt wurden. Werte für 2005-2007 und Spezialuntersuchungen 2016-17: siehe Schlussbericht 2017-2019.

### 3.6.4. Spezifische Befunde 2021 – Herbizide

In 2020 wurden 21 herbizide Wirkstoffe nachgewiesen (Abbildung 32). Die zwei Wirkstoffe Terbutylazin und Prosulfocarb prägen die Häufigkeitsverteilung, da sie 49,6% aller Herbizidbefunde ausmachen. Wie im Vorjahr wurde Terbutylazin am häufigsten gefunden (n = 39, 25-mal > BGr., max. 0,013 mg/kg), gefolgt von Prosulfocarb (n = 28, 14-mal > BGr.; max. 0,073 mg/kg), das Wirkstoff mit der höchsten Konzentration. Das Herbizid Atrazin wurde zum ersten Mal nachgewiesen unterhalb der Bestimmungsgrenze.

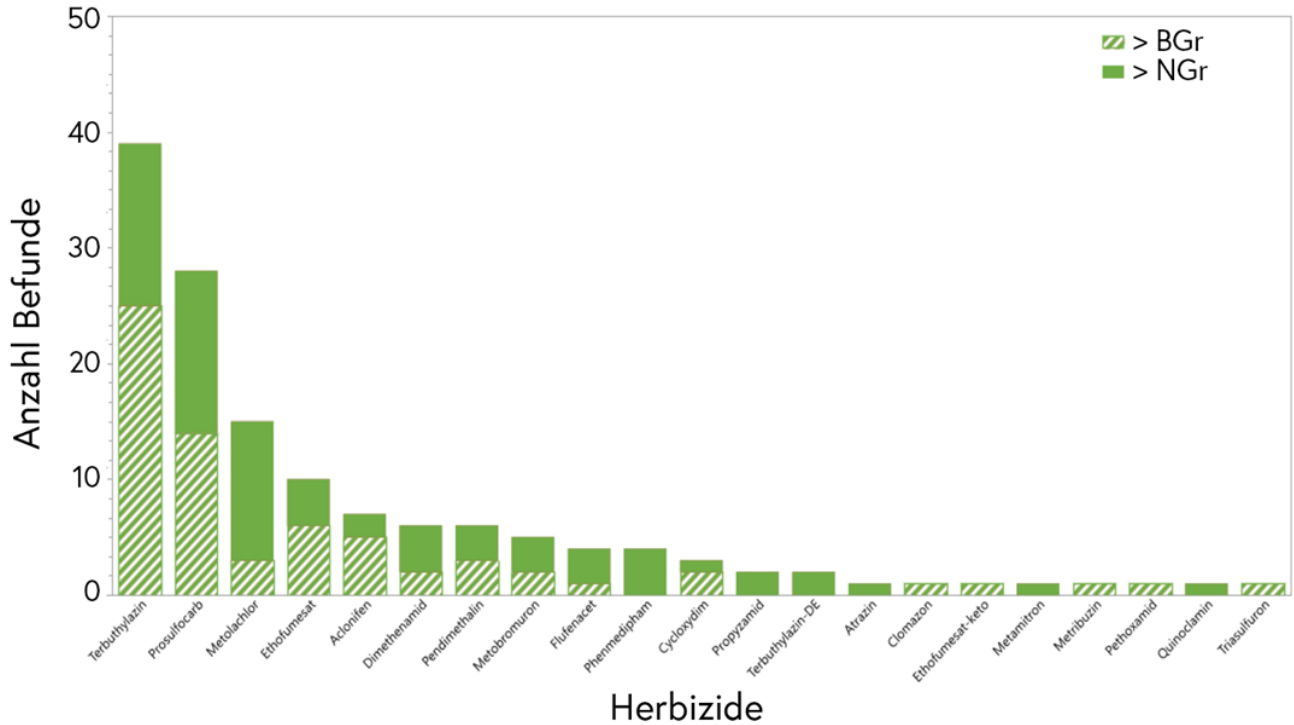


Abbildung 32: Anzahl Proben mit nachgewiesenen Herbiziden in 2021. > BGr = oberhalb der Bestimmungsgrenze. > NGr = oberhalb der Nachweisgrenze.

## Ergebnisse

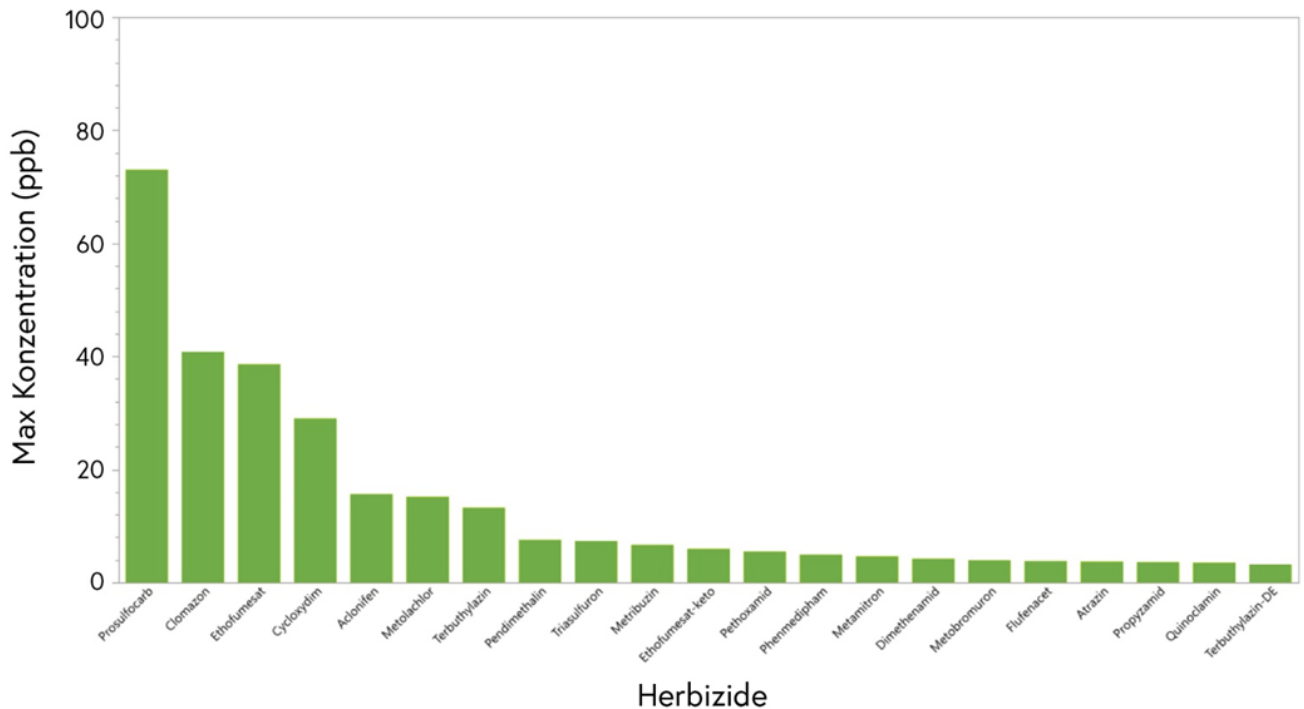


Abbildung 33: Maximale Konzentration in ppb der verschiedenen Herbizide in 2021.

### 3.6.5 Spezifische Befunde 2021 – Varroazide

Von den Varroaziden wurde Coumaphos in 13 Proben, davon 3-mal oberhalb der Bestimmungsgrenze (max. 0,012 mg/kg) gefunden. Amitraz wurde dieses Jahr nicht untersucht, weil die Wiederfindungsrate zu gering war. Brompropylat wurde nur 1-mal unterhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen.

### 3.6.5 Spezifische Befunde 2021 – Akarizide und Sonstige

Das Akarizid Spirodiclofen wurde einmal festgestellt und war das einzige Akarizid, das nicht zur *Varroa*-Behandlung eingesetzt wird. Unter den sonstigen Wirkstoffen wurde das antimikrobielle Mittel ortho-Phenylphenol, das zur Bekämpfung von Bakterien- und Pilzwachstum in Nutzpflanzen eingesetzt wird, in elf Proben nachgewiesen (3-mal > BGr., 0,026 mg/kg). Das Insekten-Repellent DEET wurde in 6 Proben nachgewiesen, davon 2-mal > BGr. (0,004 mg/kg).

### 3.6.6 Saisonalität der Pflanzenschutzmittel-Analysen

Das DeBiMo wurde initiiert, um die Winterverluste besser zu verstehen. Die Untersuchung von Bienenbrot auf Pflanzenschutzmittel-Rückstände ist kostspielig, daher wird nur eine Probe pro überwachten Bienenstand und Jahr analysiert. Diese Proben werden vor allem im Sommer genommen, wenn in vielen Agrarlandschaften der Höhepunkt des Pflanzenschutzmitteleinsatzes

## Ergebnisse

bereits überschritten ist. Um die langfristigen Auswirkungen von Pflanzenschutzmittel auf die Gesundheit der Bienenvölker besser zu verstehen, wäre es ratsam, die Rückstandsüberwachung auf mehrere Male pro Jahr auszuweiten, vor allem um die Veränderungen der Landschaft im Laufe der Saison besser zu verstehen.

#### **4. Diskussion der Ergebnisse**

Im Folgenden werden die Daten des Untersuchungszeitraumes 2020-2021 interpretiert und im Zusammenhang mit den entsprechenden Ergebnissen des DeBiMo aus den Vorjahren diskutiert.

##### **4.1. Überwinterung 2020/2021 und Bienenjahr 2021**

Die Winterverlustrate der Monitoringvölker von 12,6% und die Winterverlustrate aller Völker der Monitoringimker\*innen von 12,9% lagen weit unter dem als besorgniserregend eingestuften Prozentsatz von 30%. Das Ergebnis für die Überwinterung 2020/2021 ist vergleichbar mit den Winterverlustraten der vorangegangenen Jahre und im Vergleich mit den Ergebnissen aus europaweiten oder amerikanischen Studien ein geringer Wert. Auch der Überwinterungsquotient von 0,84 ist vergleichbar mit dem Quotienten der Vorjahre. Die durchschnittliche Überwinterung der Monitoringvölker kann demnach mit „gut“ bewertet werden.

Der entscheidende Faktor für erhöhte Winterverluste war auch in diesem Projektjahr die *Varroa*-Milbe. Überlebende Völker hatten einen höchstsignifikant geringeren *Varroa*-Befall im Herbst als Völker, die über den anschließenden Winter gestorben sind (Abbildung 10). 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; McMenemy und Genersch 2015; Villalobos 2016).

Das Bienenjahr 2020/2021 zeichnete sich durch ein ungewöhnlich kühles Frühjahr und einen verregneten Sommer aus. Einige Monitoring-Bienenstände waren von den Überschwemmungen betroffen, dies galt vor allem für von Mayen und Hohenheim betreute Imkereien. Die schlechte Witterung wirkte sich deutlich auf den Honigertrag aus: Insgesamt sieben Imker\*innen im DeBiMo konnten 2021 keinen Honig ernten und in Baden-Württemberg war es die schlechteste Ernte seit Jahrzehnten.

##### **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-Imker\*innen“ 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 2020/2021 weicht mit 12,6% (bezogen auf die Monitoringvölker) bzw. 12,9% (bezogen auf alle Völker der DeBiMo-Imker) nicht signifikant von den bisherigen Winterverlusten ab ( $p=0.415$ ; one sample t test). Daher ergibt sich auch durch diesen Winter kein signifikanter Anstieg der Winterverluste über die letzten 17 Jahre. Insgesamt liegen die Winterverluste deutschlandweit weiterhin weit entfernt von der 30%-Verlustrate, die als „katastrophal“ gilt.

Wir können also weiterhin lediglich die Ursachen für Völkerverluste in „normalen“ Wintern betrachten und auswerten, da es seit 2002/2003 keinen „Katastrophenwinter“ mit annähernd oder mehr als 30% Völkerverlusten im bundesweiten Durchschnitt mehr gegeben hat. Für diese normalen Winter 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\*innen in Bezug auf die *Varroa*-Bekämpfung auftreten könnte. Für diese Analyse hatten wir zunächst untersucht, ob sich der Anteil der im Herbst als varroaparasitiert diagnostizierten Völker (unabhängig vom festgestellten *Varroa*-Parasitierungsgrad) 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\*innen über die letzten 15 Jahre keinen „Lernerfolg“ in Bezug auf eine erfolgreichere Bekämpfung der *Varroa*-Milbe erzielt haben, auch im 17. 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 nicht mehr als 15% zu stabilisieren.

Dies sind aber lediglich die Werte und Erklärungsansätze für die bundesweiten *Varroa*- und Winterverlustdurchschnitte. Die durchaus großen, regionalen Unterschiede, die in Bezug auf den Parasitierungsgrad der Völker mit *V. destructor* als auch auf die damit verbundenen Winterverlusten existieren, spiegelt diese Erklärung nicht ausreichend wider. So treten z.B. bei den vom Bieneninstitut in Hohen Neuendorf betreuten Imker\*innen regelmäßig überdurchschnittlich hohe Winter-Verlustraten, aber auch überdurchschnittlich hohe *Varroa*-Befallszahlen vor allem im Herbst (Tabellen 9 und 12) auf. Hier greifen Erklärungen, die auf eine regional schlechtere *Varroa*-

Bekämpfung abstellen würden, mit Sicherheit zu kurz. Naheliegendere Erklärungen für diese regionalen Unterschiede sind unterschiedliche klimatische Einflüsse und Unterschiede in der Landnutzung.

Der Einfluss des Klimas auf die Virulenz und Durchsetzungsfähigkeit von *N. ceranae* z.B. ist belegt (Gisder et al., 2010, Gisder et al., 2017). Ein Einfluss regionaler, klimatischer Bedingungen auf die Populationsentwicklung von *V. destructor* im Bienenvolk oder auf die Wirksamkeit der Behandlungsstrategien ist vielfach beschrieben, wenn auch noch nicht eindeutig statistisch belegt. Der Relevanz abiotischer Einflussfaktoren auf Bienenvölker soll in Zukunft im DeBiMo mehr Beachtung geschenkt werden. Hierzu wurde eine Kooperation mit der Universität Potsdam aufgebaut, um die Datensätze aus den zurückliegenden 17 Jahren zu analysieren. Die Zusammenhänge von Pathogenprävalenz und –inzidenz, Volksentwicklung und Winterverlusten mit dem regionalen Klima und der speziellen Landschaftsökologie werden wertvolle Hinweise geben, wie eine nachhaltige Entwicklung der Bienenhaltung unter Berücksichtigung des Klimawandels und Veränderungen der Kulturlandschaft aussehen muss.

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 weitere 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, aber nicht ganze Völker (Abbildung 32).

## Diskussion der Ergebnisse

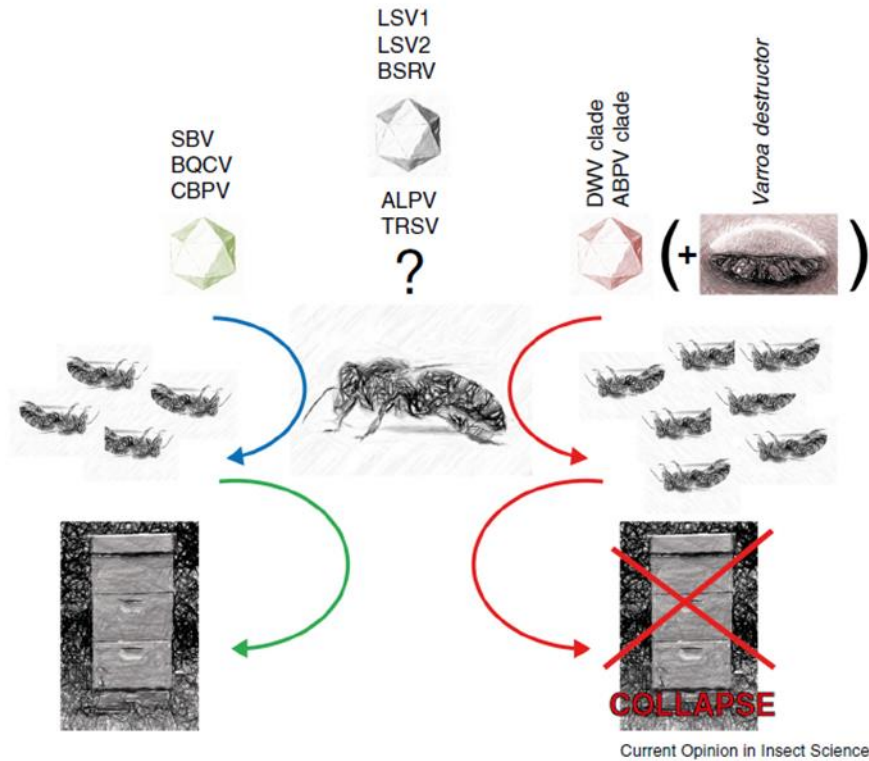


Abbildung 34: Einfluss verschiedener Virusinfektionen auf einzelne Bienen und ganze Völker. SBV, BQCV und CBPV töten einzelne Bienen, aber selten ganze Völker. DWV und ABPV sind in Kombination mit hohem *Varroa*-Befall dagegen verantwortlich für Völkerverluste. (Abbildung aus McMenamin & Genersch, COIS 2015).

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 *N. 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 2020 keinen statistischen Zusammenhang zwischen einer *N. apis*- oder *N. ceranae*- oder Misch-Infektion mit Völkerverlusten nachweisen.



Dies steht klar im Widerspruch zu Berichten in der Literatur, in denen dargelegt wurde, dass *N. ceranae*-Infektionen, selbst wenn keine Durchfallssymptomatik 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 begonnene Auswertung der DeBiMo-Daten aus den letzten 17 Jahren unter Berücksichtigung der Wetter und Klimabedingungen an den Standorten der DeBiMo-Völker wird die Frage der abiotischen Einflüsse auf die Virulenz von *Nosema* spp. beantworten. Diese Analysen werden auch ermöglichen, den Einfluss der verschiedenen Pathogene aufeinander und den gemeinsamen Effekt auf die Gesundheit und Überlebensfähigkeit der Völker zu bewerten.

#### **4.3. Pflanzenschutzmittelrückstände im Bienenbrot und deren Einfluss auf den Überwinterungserfolg**

Das Auftreten von Pflanzenschutzmittelrückständen in Bienenbrotproben in 2021 unterscheidet sich unwesentlich von denen der Vorjahre. Zwar traten in 2021 im Vergleich zu 2021 etwas mehr Wirkstoffe auf (87 vs. 83), die Anzahl belasteter Proben jedoch waren gleich (in beiden Jahren um 97%). Unter Berücksichtigung der jährlich steigenden Anzahl untersuchter Wirkstoffe ist die mittlere Befundanzahl pro Probe leicht zurückgegangen. Obwohl dies sowohl für Frühjahrs- wie auch für Sommerproben zu beobachten ist, führt die höhere Anzahl an Sommerproben (ca. 66%), die generell niedriger belastet sind, zu einer relativen Senkung des Jahresmittelwerts gegenüber der Periode vor 2017. Die Befunddaten spiegeln die landwirtschaftliche Praxis und die Fachberatung im Bereich Pflanzenschutz wider.

Von den insgesamt 474 untersuchten Wirkstoffen wurden 87 in den Proben detektiert. Oberhalb der Bestimmungsgrenze lagen 71 Substanzen. Die am Häufigsten vertretene Wirkstoffklasse waren auch in 2021 die Fungizide. Boscalid wurde in 42 Proben gefunden, dicht gefolgt von Prothioconazol und Phthalimid (jeweils N = 41), Azoxystrobin (N = 40) und Tebuconazol (N = 39). Obwohl die 43 untersuchten Fungizide nur 25,9% der insgesamt analysierten Substanzen ausmachen, machte diese Wirkstoffgruppe 64,1% der Einzelnachweise aus. Fungizide sind in den Bienenbrotproben demnach überrepräsentiert und kamen häufig mehrfach in einer einzelnen Probe vor (maximal 24 fungizide Wirkstoffe in einer Probe). In den meisten kontaminierten Proben fand sich mehr als eine fungizide Substanz.

Es wurden insgesamt 16 Insektizide in den Bienenbrotproben gefunden, mit einer deutlichen Dominanz von Permethrin, Acetamiprid und tau-Fluvalinat. Permethrin war das am häufigsten gefundene Insektizid, es kam in 12,5% der Proben vor. Dieses Pyrethroid löst das Neonicotinoid Thiacloprid als häufigstes Insektizid ab, das in 2021 nur noch in 3,3% der Proben gefunden wurde (30,5% in 2020). Neben Thiacloprid wurde nur ein weiteres Neonicotinoid in den Proben gefunden: Acetamiprid kam in 9,2% der Proben vor und war die zweithäufigste Substanz der detektierten Insektizide. Im Vorjahr wurde dieser Wirkstoff nicht in den Bienenbrotproben gefunden.

Das für Honigbienen von Pflanzenschutzmitteln ausgehende Risiko lässt sich nicht allein aufgrund der Häufigkeit der Rückstände beurteilen. Die Rückstände der allermeisten Proben lagen außerhalb einer akut toxischen Wirkung und auch unter der Grenze, ab der subletale Effekte zu erwarten sind. Probleme beim Verzehr des Pollens durch die Bienen sind nach derzeitigem Kenntnisstand daher nicht zu erwarten. Der potentielle Effekt der Pflanzenschutzmittel 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 generell als nicht bienengefährlich. Nur in hohen Konzentrationen (über 1.000 ppb) werden gemeinhin gesundheitsschädliche Wirkungen auf Honigbienen erwartet, was nur in fünf Proben der Fall war. Trotzdem machen Fungizide den größten Anteil der Pflanzenschutzmittelrückstände in den Bienenbrotproben aus. Die untersuchten Proben stammen zudem hauptsächlich aus dem Sommer, um den Effekt auf die Überwinterungsfähigkeit der Völker beurteilen zu können. Je nach Kultur werden die meisten Pflanzenschutzmittel jedoch im Frühjahr angewendet. Die Saisonalität der Applikationen und der daraus entstehenden Rückstände kann mit den derzeitigen Daten nicht beurteilt werden. Deswegen soll in Zukunft die Probenzahl ausgeweitet werden, sowie die Saisonalität und die Art der Kulturen stärker berücksichtigt werden.

Varroazide wurden nur selten im Bienenbrot gefunden. In 13 Proben fand sich Coumaphos (der Wirkstoff des seit 2017 nicht mehr im Handel erhältlichen Perizin), in einer das nicht zur *Varroa*-Behandlung zugelassen Brompropylat. Der in Deutschland zur *Varroa*-Behandlung zugelassene Wirkstoff Amitraz wurde wegen geringer Wiederfindungsraten in 2021 von der LUFA nicht berichtet. Dieser Befund lässt darauf schließen, dass synthetische Varroazide in der Imkerschaft keine weite Verbreitung haben. Die meisten Monitoring-Imker\*innen 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 imkerlichen Praxismaßnahmen

und der Belastung von Pollen mit Pflanzenschutzmitteln in Deutschland geschaffen. Anhand der Projektdaten können für Bienenpathogene und Pflanzenschutzmittelrückstände 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. Dies bestätigt die statistischen Analysen der 15 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 kontrollieren. 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 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. Image und in Einzelfällen sogar Verkehrsfähigkeit von Bienenprodukten, sind aber nicht verantwortlich für erhöhte

## Diskussion der Ergebnisse

Winterverlusten. Nichtsdestotrotz ist die Ausweitung der Probennahmen notwendig, um die Auswirkungen saisonaler und kulturspezifischer Anwendungen besser beurteilen zu können.

## 5. Zusammenfassung

Im Projektjahr 2021 wurden von 116 Imker\*innen jeweils 10 Monitoringvölker beprobt. Erfasst wurden Daten zur Volksentwicklung, zu Honigerträgen, zum Befall mit Bienenpathogenen sowie zu Rückstandsbelastungen im Bienenbrot.

Das Jahr 2021 war im Gegensatz zu den Vorjahren ein regnerisches und kühles Jahr. Das Frühjahr war das kühlfste seit 2006 und im Sommer beeinflussten Starkregenfälle die Honigernte. Die Honigerträge lagen bei durchschnittlich 25,3 kg/ Volk. Besonders niedrig waren die Honigerträge in den von Hohenheim und Mayen betreuten Imkereien. Der Anteil der Rapshonige lag 2021 mit 18,1% höher als auf den Vorjahren.

Die Winterverluste der Monitoringvölker betragen zwischen 6,0 bis 24,3% und lagen damit im mittleren Bereich der langjährigen Verlustraten. Der durchschnittliche *Varroa-Befallsgrad* im Herbst 2020 lag zwischen 1,8 und 6,6%; im darauffolgenden Frühjahr zwischen 0,2 und 0,3% und im Sommer 2021 zwischen 1,3 und 2,0%. Im Herbst 2021 stieg der *Varroa-Befallsgrad* dann wieder an und lag zwischen 2,1 und 6,6%.

Im Frühjahr 2021 wurden im Vergleich zum Vorjahr *Nosema*-Befallszahlen von 29,3% der untersuchten Völker (N = 1.085) festgestellt. Bis zum Sommer stieg der Anteil an belasteten Völkern leicht auf 33,9% an. Der Anteil hoch belasteter Völker sank von 11,2% im Frühling auf 6,9% im Sommer. Die molekulare Differenzierung zwischen *N. apis* und *N. ceranae* bestätigt erneut, dass der Anteil an *N. apis*-Infektionen gegenüber *N. ceranae* abnimmt. Der Anteil von *N. ceranae* lag im Jahr 2021 zwischen 96 und 99,1%. Infektionen nur mit *N. apis* fanden sich nur in den von Hohen Neuendorf betreuten Völkern. Mischinfektionen mit beiden Arten fanden sich in Hohen Neuendorf und Kirchhain. Die Befallsraten mit *N. ceranae* nehmen über die Jahre zu (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 spielen. Amöbeninfektionen wurden im Frühjahr 2021 in 0,5% der Proben und im Sommer in 0,2% der Proben gefunden.

Um die Prävalenz der wichtigsten Bienenviren im Herbst zu erfassen, wurden 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 DWV-Analysen wurden im DeBiMo lediglich die Köpfe der Bienen verwendet verwendet, da ein positiver Befund auf Infektionen des Gehirns hinweist und dann fast

damit „klinisch relevant“ ist. Im Herbst 2020 lagen die Prävalenzen für das DWV (14,5 %) und das ABPV (4,6 %) niedriger als im Vorjahr. CBPV wurde in 28,3% der Proben nachgewiesen, SBV dagegen nur in 1,3% der Proben.

Faulbrutsporen wurden in keiner der untersuchten Proben nachgewiesen.

Im Jahr 2021 wurden 120 Bienenbrotproben vom Frühjahr und Sommer von der LUFA Speyer auf Rückstände von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen und Varroaziden mit einer Multimethode untersucht. Mittlerweile sind 474 Wirkstoffe und Metabolite im Untersuchungsprogramm. Die Ergebnisse aus dem Berichtszeitraum 2021 bestätigen weitgehend die Ergebnisse aus den Vorjahren. Insgesamt wurden 87 Wirkstoffe in 96,7% der Proben nachgewiesen. In 76,7% der Proben fand sich mindestens ein Wirkstoff oberhalb der Bestimmungsgrenze. Dabei war das Fungizid Boscalid der am häufigsten nachgewiesene Wirkstoff (in 35% aller Proben). Tetrahydrophthalamid (ein Metabolit des Fungizids Captan) wurde jedoch in der höchsten Konzentration nachgewiesen (2,75 mg/ kg). Es wurden die Neonicotinoide Thiacloprid und Acetamiprid nachgewiesen. Thiacloprid war jedoch nicht mehr das am häufigsten vorkommende Insektizid, es fand sich nur noch in 3,3% der Proben. Acetamiprid war mit 9,2% der zweithäufigste Wirkstoff dieser Wirkstoffklasse. Am häufigsten wurde jedoch das Pyrethroid Permethrin (12,5%) der Proben.

Fungizide sind in den Proben deutlich überrepräsentiert: Obwohl sie nur 25,9% aller untersuchten Substanzen ausmacht, hatte diese Wirkstoffklasse einen Anteil von 64,1% der Einzelnachweise. Insektizide und Herbizide hatten dagegen einen kleineren Anteil an den Einzelnachweisen als ihr Anteil an der Gesamtzahl untersuchter Substanzen erwarten ließe.

Fast alle Proben waren mit Rückständen belastet, die Befunde lassen sich jedoch 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 höchstsignifikanter Zusammenhang mit dem *Varroa-Befall* der Bienenvölker im Herbst. Ein Zusammenhang zwischen *Varroa-Belastung* und DWV sowie ABPV konnte gezeigt werden. Außerdem hatten Völker, bei denen im Herbst klinisch relevante Infektionen mit ABPV und DWV diagnostiziert wurden, höhere Verlustraten während des Winters als Völker ohne entsprechende Virenbelastung. Die Prävalenz beider Bienenviren ist darüber hinaus hochsignifikant mit dem *Varroa*-Parasitierungsgrad korreliert.

Bienenstände mit überdurchschnittlich hohen Rückstandsbelastungen im Bienenbrot zeigten keine erhöhten Verlustraten, so dass hier ein direkter Zusammenhang zwischen Pflanzenschutz und

Winterverlusten nicht nachzuweisen ist. Dies bestätigt wiederum den essentiellen Bestandteil 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 nunmehr 17 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 2020-2022 diskutiert.

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

### 1. Erfasste Daten von 121/116 Imkereien in 2021

Tabelle 25: Anzahl bonitierter Imkereien 2021.

	geplant	im Projekt bonitiert	Differenz
Celle	18	13	- 5
FLI-Riems	3	3	0
Hohenheim	20	20	0
Hohen Neuendorf	28	28*	0
Kirchhain	12	12	0
Mayen	19	19	0
Veitshöchheim	21	21	0
<b>gesamt 2021*</b>	<b>121</b>	<b>116</b>	<b>- 5</b>

\*Übergangsphase mit 30 Imkereien im Herbst nicht berücksichtigt.

In Mayen hat ein Imker im Herbst 2020 seine Teilnahme im DeBiMo beendet. Um die Wintersterblichkeit und den Überwinterungsquotient für diese Imkerei berechnen zu können, wurden die Völker im Frühjahr 21 zusätzlich bonitiert (Imker N = 20). Es wurden hier keine Pathogenuntersuchungen im Frühjahr durchgeführt. Zwei Imkereien fielen wegen Hochwasser bzw. Krankheit im Sommer und Herbst 2021 aus (Imker N = 17).

Folgende **Arbeitsschritte** werden 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 26: Anzahl *Varroa*-Analysen im Jahr 2021.

	durchgeführt				geplant	Differenz
	Frühjahr	Sommer	Herbst	gesamt		
Celle	110	120	110	340	360	- 20
FLI-Riems	30	30	25*	85	60	+ 25
Hohenheim	198	200	200	598	400	+ 198
Hohen Neuendorf	261	280	299**	840	560	+ 280
Kirchhain	109	116	130**	355	240	+ 115
Mayen	181	166	161	508	380	+ 128
Veitshöchheim	210	210	210	630	420	+ 210
<b>gesamt</b>	<b>1099</b>	<b>1122</b>	<b>1135</b>	<b>3356</b>	<b>2420</b>	<b>+ 936</b>

\* 50% Völkerverluste an einem der drei Bienenstände.

\*\* Beprobung von 2 zusätzlichen Bienenständen im Herbst, da Imkerwechsel anstanden.

- **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:

Gegenüberstellung geplanter und tatsächlich erreichter Ziele

Tabelle 27: Anzahl Analysen auf *Nosema*- und Amöbenzystenbefall 2021

	durchgeführt				geplant	Differenz
	Frühjahr	Sommer	Herbst	gesamt		
Celle	110	120	110	340	540	- 200
FLI-Riems	30	30	25	85	90	- 5
Hohenheim	200	200	198	598	600	- 2
Hohen Neuendorf	278	280	299*	857	840	+ 17
Kirchhain	109	116	130*	355	360	- 5
Mayen	181	166	161	508	570	- 62
Veitshöchheim	210	210	210	630	630	0
<b>gesamt</b>	<b>1118</b>	<b>1122</b>	<b>1133</b>	<b>3373</b>	<b>3630</b>	<b>- 257</b>

\* Beprobung von 2 zusätzlichen Bienenständen im Herbst, da Imkerwechsel anstanden

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

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

Tabelle 28: Anzahl *Nosema*-Differenzierungen 2021

	geplant	durchgeführt	Differenz
Celle	54	32	- 22
FLI-Riems	9	9	0
Hohenheim	60	60	0
Hohen Neuendorf	84	84	0
Kirchhain	36	36	0
Mayen	57	36	- 21
Veitshöchheim	63	63	0
<b>gesamt</b>	<b>363</b>	<b>320</b>	<b>- 43</b>

\* Beprobung von 2 zusätzlichen Bienenständen im Herbst, da Imkerwechsel anstanden

- **Acarapioseuntersuchung** der Bienenproben vom Frühjahr (Standuntersuchung)
- **Analyse auf Viren** in der Bienenprobe vom Herbst 2020 (5 Proben pro Monitoringbienenstand und Jahr)

Gegenüberstellung geplanter und tatsächlich erreichter Ziele

Es wurden folgende Virenuntersuchungen geplant und durchgeführt:

Tabelle 29: Anzahl Virusanalysen von Herbst 2020

	geplant	durchgeführt	Differenz
Celle	90	70	- 20
FLI-Riems	15	25	+ 10*
Hohenheim	100	100	0
Hohen Neuendorf	140	154	+ 14**
Kirchhain	60	60	0
Mayen	95	111	+ 16***
Veitshöchheim	105	105	0
<b>gesamt</b>	<b>605</b>	<b>625</b>	<b>+ 20</b>

\* alle im Herbst beprobten Völker der 3 Stände.

\*\* Imkerwechsel und Anlassproben zur Aufklärung von Verlusten.

\*\*\* Anlassproben.

Zusätzliche Virusuntersuchungen ergaben sich durch die Untersuchung von Anlassproben. Außerdem wurden am FLI-Riems alle vom Herbst gezogenen Bienenproben auf Viren untersucht.

- Untersuchung der Futterkranzproben vom Herbst auf **Amerikanische Faulbrut**
- 2 Sammelproben pro Monitoringbienenstand

Es wurden folgende Analysen auf Amerikanische Faulbrut geplant und durchgeführt:

Tabelle 30: Anzahl Untersuchungen auf Amerikanische Faulbrut 2021.

	geplant	durchgeführt	Differenz
Celle	36	18	- 18
FLI-Riems	6	6	0
Hohenheim	40	40	0
Hohen Neuendorf	56	61	+ 5*
Kirchhain	24	24	0
Mayen*	38	33	- 5
Veitshöchheim	42	43	+ 1*
<b>gesamt</b>	<b>242</b>	<b>225</b>	<b>- 17</b>

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

Alle Monitoringvölker wurden auf den Befall untersucht.

**c. Mikroskopische Pollenanalysen**

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

Es wurden folgende Anzahl Honige pollenanalytisch analysiert:

Tabelle 31: Anzahl Pollenanalysen im Honig 2021.

	<b>geplant</b>	<b>durchgeführt</b>	<b>Differenz</b>
Celle	36	20	- 16
FLI-Riems	6	6	0
Hohenheim	40	22	- 18
Hohen Neuendorf	56	56	0
Kirchhain	24	18	- 6
Mayen	38	20	- 18
Veitshöchheim	42	31	- 11
<b>gesamt</b>	<b>242</b>	<b>173</b>	<b>- 69</b>

\* Da aufgrund der sehr schlechten Trachtbedingungen in Baden-Württemberg nicht jeder der von Hohenheim bonitierten Imker 2 Mal Honig ernten konnte, wurden von Hohenheim nur 22 mikroskopische Pollenanalysen, davon 21 Honige und 1 zusätzliche Futterprobe der Herbstbonitur, durchgeführt (geplant waren 40). Die zusätzliche Herbstfutterprobe fiel dadurch auf, dass das Futter in den Waben sehr hart auskristallisierte und das Winterfutter somit nicht mehr als solches zu gebrauchen war. Als Ursache konnte anhand der mikroskopischen Pollenanalyse der späte Eintrag von Efeu-Nektar ausgemacht werden, der durch seinen extrem hohen Glukosegehalt das Winterfutter auskristallisieren ließ. Dieses Problem wurde auch bei anderen Baden-Württembergischen Imkereien beobachtet.

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

Die folgende Anzahl Bienenbrotproben wurde pollenanalytisch bearbeitet:

Tabelle 32: Anzahl Bienenbrotanalysen 2021.

	<b>geplant</b>	<b>durchgeführt</b>	<b>Differenz</b>
Celle	18	15	- 3
FLI-Riems	3	6	+ 3
Hohenheim	20	20	0
Hohen Neuendorf	28	28	0
Kirchhain	12	12	0
Mayen	19	28	+ 9
Veitshöchheim	21	26	+ 5
<b>gesamt</b>	<b>121</b>	<b>135</b>	<b>+ 14</b>

120 dieser Proben wurden auf Rückstände geprüft.

**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 Bienenvölkerverluste aller ProjektImker\*innen wurden erfasst und in die Datenbank eingegeben. Dadurch besteht nun eine weltweit einmalige lückenlose Erfassung von Winterverlusten über 16 Jahre.

### **3. Anzahl der Imker\*innenberatungen**

Folgende Schulungen wurden im Jahr 2021 durchgeführt:

#### **LAVES Celle:**

- 19.05. Kurs Königinnenaufzucht
- 3.06. Kurs Völkerführung während der Schwarmzeit inklusive Jungvölkerbildung
- 27./28.08. Honigbleute-Tagung
- 10.06. Kurs Varroose
- 15.-19.11. Kurs Gute Imkerliche Praxis
- 24./25.11. Honiglehrgang

#### **FLI-Riems:**

Keine Veranstaltungen in 2021.

#### **LAB Hohenheim:**

- 15.01. Bezirksverein Leonberg, digital
- 13.02. Neulmker\*innenschulung, digital
- 26.03. Baden-Württembergische Züchtertagung, digital
- 23.04. Weissacher Imkertag, digital
- Schulung der Pflanzenbauberater
- 07.05. Bezirksverein Tübingen
- 09.06. Bezirksverein Ettlingen, digital
- 18.06. Bezirksverein Bruchsal, digital
- 01.10. Bezirksverein Leutkirch
- 12.10. Bezirksverein Biberach, digital
- 10.11. Runder Tisch Landwirtschaft und Imkerei beim MLR
- 13.11. Fortbildung der Referenten des LV Badischer. Imker
- 22.11. Fachgespräch Imkerei mit MLR und Fachberatern
- 01.12. Runder Tisch des Bauernverbandes
- digitale Fortbildungen bei Imkervereinen und Referenten der Landesverbände

#### **LIB Hohen Neuendorf:**

- 17.04. BSV-Ausbildung Teil 1 in Weimar, digital
- 17.04. BSV-Ausbildung Teil 2 in Weimar, digital
- 23.09. Kurs Bienenkrankheiten Teil 1
- 24.09. Kurs Bienenkrankheiten Teil 2
- 01.10. Berliner Bienenrunde, digital
- 09.10. Imkerverein Beeskow e.V.
- 18.11. Imkertreff Bürgerstiftung Kulturlandschaft Spreewald

#### **LLH Kirchhain:**

- 23. 02. Onlinetagung der Biolandimker
- 30. 06. Onlineseminar Imkerverein Wiesbaden
- 07. 09. Lehrgang Bienenkrankheiten (1), Kirchhain

## Gegenüberstellung geplanter und tatsächlich erreichter Ziele

- 08. 09. Lehrgang Bienenkrankheiten (2), Kirchhain
- 14. 09. Imkerverein Usingen, Neu-Anspach
- 21. 09. Imkerverein Königstein, Königstein
- 13. 10. Onlineseminar Berufsimkerbund
- 30. 10. Schulungsveranstaltung Vereinsvorsitzende LHI, Friedrichsdorf
- 31. 10. Schulungsveranstaltung Vereinsvorsitzende LHI, Friedrichsdorf
- 19. 11. Fortbildungstagung Hessische Imkerberater, Kirchhain

### **DLR Mayen:**

- Februar/März: insgesamt 15 Online-Vorträge zu den Themen *Varroa*, Honig und Digitales für Imker.
- April-Mai: Grundausbildung für Bienensachverständige
- April-November: Grundausbildung zum Imker\*in, 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:**

- 20.-21.01.. Bienenkrankheitskurs, LWG Veitshöchheim
- 06.02. Veitshöchheimer Imker\*innenforum
- 16.-18.02. Bienenkrankheitskurs, LWG Veitshöchheim
- 06.03. Vortrag Maßnahmen zur Bienengesundheit (Oberpfalz)
- 09.-11.11. Bienenkrankheitskurs, digital
- 13.-14.11. Schulung von Fachwarten und BSV

## 7. Literaturverzeichnis

- 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) Occurrence 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.
- DELAFLANE KS, MAYER DF (2000) *Crop pollination by bees.* CABI Publishing, Wallingford, UK and New York, USA. ISBN 0 85199 448 2 (HB)
- DE MIRANDA J.R., GENERSCH E. (2010) Deformed wing virus. *J. Invertebr. Pathol.* 103, S48-S61.
- 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.
- 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.
- GROZINGER C.M., FLENNIKEN M.L. (2019) Bee Viruses: Ecology, Pathogenicity, and Impacts. *Ann. Rev. Entomol.* 64, 205-26.
- GUZMÁN-NOVOA E., ECCLES L., CALVETE Y., MCGOWAN J., KELLY P.G., CORREA-BENÍTEZ A. (2010) *Varroa destructor* is the main culprit for the death and reduced populations of overwintered honey bee (*Apis mellifera*) colonies in Ontario, Canada. *Apidologie.* 41, 443-450.
- GUZMÁN-NOVOA E., HAMIDUZZAMAN M.M., ARECHAVALETA-VELASCO M. E., KOLEOGLU G., VALIZADEH P., CORREA-BENITEZ A. (2011) *Nosema ceranae* has parasitized Africanized honey bees in Mexico since at least 2004. *J. Apicult. Res.* 50, 167-169.
- 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>
- 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.
- KLEIN AM, VAISSIÈRE BE, CANEANE JH, STEFFAN-DEWENTER I, CUNNINGHAM SA, KREMEN C, TSCHARNTKE T (2007) Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proc R Soc B* 274: 303-313. doi:10.1098/rspb.2006.3721
- LAUTENBACH S, SEPELT 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., STEINHAEUER N., RENNICH K, WILSON M.E., TARPY D.R., CARON D.M., ROSE R., DELAPLANE K.S., BAYLIS K., LENGERICHE 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.
- MCMAHON D.P., NATSOPOULOU M.E., DOUBLET V., FÜRST M., WEGING S., BROWN M.J.F., GOGOLDORING A., PAXTON R.J. (2016) Elevated virulence of an emerging viral genotype as a driver of honeybee loss. *Proc. R. Soc. B* 283; <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2016.0811>
- MCMENAMIN A. J., GENERSCH E. (2015) Honey bee colony losses and associated viruses. *Curr. Opin. Insect Sci.* 8, 121-129.
- 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. (2022) Statistical significance and biological relevance: The case of *Nosema ceranae* and honey bee colony losses in winter. *BioRxiv* <https://doi.org/10.1101/2022.05.20.492825>
- 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.
- TONG B. & SPEISER B. (2017) Rückstände von Anthrachinon in Lebensmitteln.
- TRAYNOR K.S, RENNICH K., FORSGREN E., ROSE R., PETTIS J., KUNKEL G., MADELLA S., EVANS J., LOPEZ D., VANENGELSDORP D. (2016) Multiyear survey targeting disease incidence in US honey bees. *Apidologie* 47, 325–347.
- TRAYNOR K.S., TOSI S., RENNICH K., STEINHAEUER 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., UNDERWOOD R., CARO, D., HAYES J. (2007) An estimate of managed colony losses in the winter of 2006-2007: A report commissioned by the apiary inspectors of America. *Am. Bee J.* 147, 599-603.
- VANENGELSDORP D., HAYES JR. J., UNDERWOOD R M., PETTIS J. (2008) A survey of honey bee colony losses in the U.S., fall 2007 to spring 2008. *PLoS ONE.* 3, e4071.
- VANENGELSDORP D., EVANS, J D., SAEGERMAN C., MULLIN C., HAUBRUG, E., NGUYEN B.K., FRAZIER M., FRAZIER J., COX-FOSTER D., CHEN Y., UNDERWOOD R., TARPY D.R., PETTIS J. S. (2009) Colony collapse disorder: a descriptive study. *PLoS One.* 4(8), e6481.
- VANENGELSDORP D., HAYES JR. J., UNDERWOOD R.M., PETTIS J.S. (2010) A survey of honey bee colony losses in the United States, fall 2008 to spring 2009. *J. Apic. Res.* 49, 7-14.
- 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.