



Zentrum für Bienenforschung, Jahresbericht 2020


Das Zentrum für Bienenforschung erstellt alljährlich einen Bericht, in welchem die aktuellen Projekte erklärt und kurz beschrieben werden.

J.-D. CHARRIÈRE, V. DIETEMANN, CH. KAST, B. DROZ, B. DAINAT, D. GROSSAR, L. JEKER, AGROSCOPE, ZENTRUM FÜR BIENENFORSCHUNG, 3003 BERN

Mitarbeitende

Durch unsere engen Kontakte mit der Universität Lausanne konnten wir eine Reihe von Forschungsthemen für Masterarbeiten von Studierenden vorschlagen. Im Jahr 2020 kamen

Aline Marcionetti-Rusconi und Hugo Corval für ihre Masterarbeit zu uns. Ausserdem konnten wir die Unterstützung von drei Praktikantinnen und Praktikanten, Jérôme Duclos


(Nationales Qualifizierungsprogramm), Flavie Roncoroni und Ayaka Gütlin von der ETHZ sowie von zwei Zivildienstleistenden, Kris Schürch und Dominik Züger, in Anspruch nehmen. 

Imkerei- und Versuchsinfrastruktur

Im Herbst 2019 überwinterten wir 126 Wirtschaftsvölker, fünf Jungvölker und rund dreissig Mini-Plus Völker. Die Winterverluste betragen rund 9 % und waren hauptsächlich auf den Verlust von Königinnen (3 %) oder von Völkern zurückzuführen, die im Rahmen von Versuchen wenig oder gar nicht behandelt wurden (6 %). Daher standen für unsere Versuche im Frühling 2020 118 Völker und zwei Ableger zur Verfügung. Es sind derzeit sieben Standorte beteiligt.

Das Jahr 2020 war ein gutes Honigjahr. Die aussergewöhnlich günstige Witterung im Frühling ermöglichte eine schöne Ernte von Frühlingshonig. Danach war das Eintragen der Tracht nahezu ununterbrochen. Leider waren bei einigen Bienenständen die Honigwaben aufgrund von eingelagerter Melezitose nicht schleuderbar. Obwohl die Honigproduktion kein vorrangiges Ziel war, wurden über das gesamte Jahr rund 2,5 Tonnen Honig gewonnen.

Unter gesundheitlichen Aspekten betrachtet waren die Versuchsbienenstände insgesamt in einem guten Zustand, obwohl in einem Fall Europäische Faulbrut festgestellt wurde. Das betroffene Volk wurde sofort eliminiert und die Krankheit trat bei keinem weiteren Volk auf. Der Befall mit Varroamilben hielt sich im Sommer in vertretbarem Rahmen, obwohl es in einigen Fällen zu einer bedeutenden Reinvasion kam. Die Behandlungen wurden Ende Juli und Anfang August durchgeführt.


B. Droz, A. von Virag 

Bienenkrankheiten

Beratung für externe Projekte

Im Jahr 2020 setzten wir unsere Zusammenarbeit mit dem Start-up Apizoom und mit der EPFL für die Entwicklung einer Smartphone-App zum Auszählen von Varroamilben im Bienenstock fort. Durch die Verbesserung des Algorithmus, der auf künstlicher Intelligenz beruht, sowie der verwendeten Smartphone-Kameras kann die Genauigkeit der Zählung erheblich erhöht werden. Im Mai 2021 wurde in der Zeitschrift Agrarforschung Schweiz zu diesem Thema ein Artikel veröffentlicht (<https://www.agrarforschungschweiz.ch/>). Ausserdem arbeiteten wir mit der Firma Med3

zusammen, die ein Produkt für die biologische Bekämpfung der Varroamilbe entwickelt. Es wurden Versuche im Labor und im Feld durchgeführt, um einerseits die akarizide Wirkung und andererseits die Unschädlichkeit für die adulten Bienen zu prüfen. Die Ergebnisse waren allerdings nicht überzeugend, weshalb wir die Zusammenarbeit nicht weiterverfolgen.

B. Droz, J.-D. Charrière, Apizoom, Med3 

Resistenzmechanismen gegen Varroa

Wir setzten im Jahr 2020 unsere Bemühungen fort, um die

Widerstandskraft von Bienen gegenüber der Varroamilbe besser verstehen und besser nutzen zu können. In Kooperation mit der Universität Zhejiang in China und der Universität Chiang Mai in Thailand erforschten wir die Mechanismen, die am Gleichgewicht zwischen der Varroamilbe und ihrem ursprünglichen Wirt *Apis cerana* beteiligt sind. In China untersuchten wir das Verbreitungsgebiet und die Struktur der Populationen von *Varroa destructor*. Dabei stellten wir zahlreiche genetische Varianten fest, von denen einige für die Wissenschaft neu sind, eine aber wohlbekannt ist, weil sie denselben Haplotyp wie die



Varroapopulationen der Bienenvölker in der Schweiz aufweist. Diese Variante verhielt sich allerdings wie eine «normale» Varroamilbe, die sich ausschliesslich auf der Drohnenbrut des ursprünglichen Wirts entwickelt und sich nicht bei *Apis mellifera* vermehren kann. Dagegen kann sich die invasive Variante sowohl auf der Drohnen- als auch der Arbeiterinnenbrut beider Bienenarten entwickeln! Die bei uns vorkommende Varroavariante weist also eine sehr geringe Wirtsspezifität auf. Diese Entdeckung kann zu einem besseren Verständnis beitragen, weshalb die invasive Varroamilbe den Wirt wechseln konnte. Über diese Beobachtungen wird in einem wissenschaftlichen Artikel in der Fachzeitschrift «Journal of Pest Science» berichtet. Durch das Zusammenführen der Daten aus Thailand und China konnten wir auch in der Fachzeitschrift «Ecology and Evolution» Ergebnisse zur Befallsrate von *Apis cerana*-Völkern durch *Varroa destructor* und *Varroa jacobsoni* publizieren. Diese Daten leisten einen grundlegenden Beitrag für das Verständnis des Gleichgewichts im Wirt-Parasit-System und werden bald Gegenstand einer Synthese in der Imkerpresse sein.

V. Dietemann,
in Zusammenarbeit mit dem IBH ◻

Behandlungen gegen Varroa

Das Einsperren der Königin kombiniert mit einer Oxalsäurebehandlung ist eine immer häufiger eingesetzte Methode zur Behandlung der Völker im Sommer. Seit dem Jahr 2012 durchgeführte Versuche zeigten, dass die Wirksamkeit der Oxalsäurelösung, wie sie im Winter verwendet wird, im Sommer bei Völkern ohne Brut eindeutig tiefer ist. Um besser zu verstehen, wie eine höhere Wirksamkeit der Oxalsäurebehandlung nach dem Einsperren der Königin erreicht werden kann, wurden Versuche bei verschiedenen Bienenständen mit unterschiedlichen Oxalsäureanwendungen durchgeführt. Diese Versuche erfolgen in Zusammenarbeit mit dem Tierpark Goldau, der 30 bis 40 Völker zur Verfügung stellte. Ausserdem beteiligten sich zwei Mitarbeitende des Zoos, Michele Bühler und Julia Sonderegger, an der Betreuung und Beobachtung der Versuchsvölker.

Der Bienengesundheitsdienst hat kürzlich das Konzept zur Varroabekämpfung im Feld mit Beteiligung der Imkerinnen und Imker validiert. Durch eine korrekte Anwendung des Konzepts können die Winterverluste auf unter 10 % reduziert werden (R. Lerch, SBZ 10/2020). Zusammen analysieren wir die von den Teilnehmenden gesammelten Daten genauer, um festzustellen, welche Massnahmen einen Einfluss auf die Völkerverluste haben. Unser Ziel ist es, Empfehlungen basierend auf der Grundlage von Massnahmen, die sich in der Praxis als wirkungsvoll erwiesen haben, auszuarbeiten.

In Zusammenarbeit mit BienenSchweiz, dem BGD und mit Unterstützung der Imkerinnen und Imker werden wir untersuchen, ob es eine Betriebsweise gibt, die es ermöglicht, dass Bienenvölker ohne Varroabehandlung überleben können. Diese Studie folgt dem internationalen Trend, das Varroaproblem durch natürliche Auslese zu lösen. Dieser Ansatz stützt sich auf die Beispiele widerstandsfähiger, freilebender oder von Imkern gehaltener Bienenvölker. Derzeit ist aber immer noch nicht bekannt, unter welchen Bedingungen ein Überleben der Völker ohne Behandlung möglich ist. Der Versuch soll darüber mehr Klarheit schaffen. Das Ziel ist es, Imkerinnen und Imker, die naturnaher arbeiten wollen, so anzuleiten, dass keine Völkerverluste im grossen Massstab hingenommen werden müssen.

B. Droz, V. Dietemann, J.-D. Charrière,
in Zusammenarbeit mit BienenSchweiz,
dem BGD und dem Tierpark Goldau ◻

Epidemiologie der Europäischen Faulbrut

Trotz der Abnahme der Zahl der Fälle nach der Spitze im Jahr 2010 ist die Europäische Faulbrut in der Schweiz weiterhin ein Problem: Die Zahl der Fälle hat sich auf einem Niveau, das immer noch sechsmal höher ist als die historischen Zahlen der Zeit vor 2000 stabilisiert. Wir untersuchen die Epidemiologie und Pathogenese des Erregers dieser Krankheit, *Melissococcus plutonius*. Im Rahmen ihrer Doktorarbeit untersuchte Daniela Grossar die Virulenz verschiedener Stämme aus der Schweiz und dem Ausland im Labor und erforschte potenzielle Faktoren, welche mit dieser Virulenz zusammenhängen. Die Schweizer Stämme gehörten zu den virulentesten und die hohe Virulenz war auf ein Gen für ein Toxin und auf die Fähigkeit zur raschen Vermehrung zurückzuführen. Die Ergebnisse wurden in der Fachzeitschrift «Virulence» publiziert und wir planen eine Zusammenfassung für die imkerliche Fachpresse bereitzustellen.

V. Dietemann, M. de la Harpe,
B. Dainat, D. Grossar ◻

Impfung gegen Europäische Faulbrut

Nach wenig ermutigenden Ergebnissen zum Ansatz, die Königinnen zu impfen, um das Volk gegen die Europäische Faulbrut zu schützen, führten wir eine zweite Versuchsreihe durch, wobei die Impfdosen erhöht und die Impfungen wiederholt wurden. Leider waren auch diese



Die Bienenlarven werden im Labor ohne adulte Arbeiterinnen aufgezogen und mit den Faulbrutbakterien infiziert, um die Virulenz des Erregers zu messen.

FOTOS: ZBF, AGROSCOPE

Für die Desinfektion der kontaminierten Holzbretter bei einem von der Europäischen Faulbrut befallenen Bienenstock wurde ein Wasserdampfgerät benutzt, das üblicherweise zum Abschmelzen des Waxes verwendet wird.



Versuche erfolglos. Eine Publikation zu den negativen Ergebnissen befindet sich in Vorbereitung.

V. Dietemann, F. Ory,
V. Kilchenmann, B. Dainat ☞

Sanierung bei Europäischer Faulbrut durch Wasserdampf

Analog zu der von Agroscope entwickelten Methode, das Material in Alpkäsereien auf einfache Weise zu sterilisieren, haben wir die Verwendung von Wasserdampf zur Dekontamination von

in der Imkerei verwendetem Material nach einer Exposition mit *Melissococcus plutonius* getestet. Diese Arbeit, die im Rahmen eines Praktikums von der Masterstudentin Aline Marcionetti-Rusconi durchgeführt wurde, erwies sich als vielversprechend und scheint neue Möglichkeiten für die Desinfektion zu eröffnen. Wir werden die Versuche unter Bedingungen wiederholen, die für die Praxis repräsentativer sind, um diese ersten Ergebnisse zu bestätigen.

A. Marcionetti, V. Dietemann ☞

Diagnostik durch PCR-Analyse vom Gemüll des Bienenvolks

Mit dem Ziel, das Aufspüren von Völkern, die von der Europäischen Faulbrut betroffen sind, zu vereinfachen, arbeiteten wir mit tschechischen Kollegen zusammen, um die Durchführbarkeit und Zuverlässigkeit von Analysen des am Boden des Bienenstocks gesammelten Gemülls zu prüfen. Für die Analysen wurden neben Proben der Abfälle auch Bienen und Honig entnommen. Der Versuch zeigte, dass die klassische PCR-Analyse der Abfälle des Bienenstocks etwas weniger leistungsfähig als die Analyse des Honigs und vor allem der Bienen ist. Die Analyse des Gemülls liefert aber ausreichend zuverlässige Daten für eine Verwendung in der Praxis und hat den Vorteil, dass sie weniger invasiv ist (kein Öffnen des Bienenstocks erforderlich). Die Ergebnisse wurden in der Fachzeitschrift «Insects» im Februar 2021 veröffentlicht. An dieser Stelle möchte ich den Imkerinnen und Imkern danken, die es uns ermöglicht haben, bei ihren Völkern Proben zu nehmen.

J.-D. Charrière, in Zusammenarbeit mit W. Gasser, kantonaler Bieneninspektor, und J. Danihlik, University Olomouc, Tschechien ☞

Biologie der Bienen

Das Schweizerische Bienenbuch

Wir haben unter Berücksichtigung der neuesten wissenschaftlichen Arbeiten an der Aktualisierung des Teils «Biologie der Bienen» der neuen Auflage 2020 des Standardwerks «Das Schweizerische Bienenbuch» mitgearbeitet.

V. Dietemann ☞

Rolle bei der Verdauung), aber auch ihren Beitrag zur Gesundheit der Biene zu untersuchen. Allerdings erzeugt die Sequenzierung riesige Datenmengen, deren Verwaltung und Sortierung für eine effiziente Nutzung im Rahmen der Forschungsprojekte anspruchsvoll ist. In Zusammenarbeit mit der Universität Lausanne konnten wir ein Datenportal zur gemeinsamen

Verwaltung der Daten im Zusammenhang mit dem Mikrobiom verschiedener Bienen (Wildbienen und Honigbiene) entwickeln. Dies wird die Forschung und Kooperation zwischen den Laboratorien erleichtern. Es steht eine Beta-Version zur Verfügung: www.beebiome.org

B. Dainat, V. Rech De Laval ☞

Bienen-Mikrobiom

Im vergangenen Jahrzehnt wurden verschiedene Techniken zur Hochdurchsatz-Sequenzierung entwickelt. Auf diese Weise liessen sich die mit den Bienen verbundenen Mikroorganismen-Gesellschaften genauer beschreiben, insbesondere bezüglich der Bakterien. Es ist nun möglich, ihre Funktionen (zum Beispiel ihre

Bienenprodukte

Nationales Monitoring Programm Schweizer Bienenwachs

In Zusammenarbeit mit Schweizer Wachsverarbeitern führen wir am Zentrum für Bienenforschung ein

schweizweites Bienenwachsmontoringprogramm auf Rückstände aus der Imkerei durch. Diese Analysen erlauben einen Überblick über die in der Schweiz verwendeten Varroabehandlungsmittel. Fettlösliche



Mittel reichern sich im Bienenwachs an und gelangen mit dem Umschmelzen von Altwaben in die neuproduzierten Mittelwände. Ein gutes Beispiel dafür ist Brompropylat, Wirkstoff von Folbex VA, einem Produkt, welches zwischen 1984 und 1999 in der Schweiz zur Milbenbekämpfung zugelassen war. Die Rückstandsmengen haben in den letzten 20 Jahren stetig abgenommen, können aber bis heute noch in den Mittelwänden nachgewiesen werden. Dies zeigt, dass fettlösliche Behandlungsmittel über sehr lange Zeit im Bienenwachs verbleiben können. Wir raten deshalb vom Gebrauch von chemisch-synthetischen Varroabehandlungsmitteln ab, damit Schweizer Bienenwachs auch in Zukunft eine möglichst geringe Rückstandsbelastung aufweist.

Seit dem Jahr 2006 ist CheckMite+, ein Produkt, welches Coumaphos enthält, in der Schweiz für die Imkerei zugelassen. Die Belastung von Schweizer Wachs mit Coumaphos war bis 2013 relativ gering, hat aber im Jahr 2015 stark zugenommen. Erfreulicherweise finden wir im Jahr 2019 (wie schon im Jahr 2017) wieder tiefere gesamtschweizerische Jahreswerte.

Auf unserem neuen Analysegerät haben wir im Verlaufe des letzten Jahres verschiedene neue Analysemethoden entwickelt und validiert. Neu können wir nun im Bienenwachs auch Flumethrin, DMF (ein Abbauprodukt von Amitraz), DEET sowie einige Pflanzenschutzmittel bestimmen.

Flumethin ist der Wirkstoff in Bayvarol, einem Produkt, welches seit dem Jahr 1991 in der Schweiz zur Bekämpfung der Varroamilbe zugelassen ist. Von am Monitoring beteiligten Betrieben enthielten 22 % der Jahresdurchschnittsproben Flumethrin in Konzentrationen bis maximal 0,1 mg/kg. Die Belastung des Schweizer Bienenwachses mit Flumethrin ist somit gering.

DMF ist eines der Abbauprodukte von Amitraz. In der Schweiz sind amitrazhaltige Produkte zur Behandlung der Varroamilbe im Gegensatz zum benachbarten Ausland nicht zugelassen. Mittels unseres neuen Analysegerätes können wir nun neu auch das Abbauprodukt DMF (einen

Amitrazmetaboliten) im Wachs bestimmen. Von den Jahresdurchschnittsproben enthielten 33 % DMF in tiefen Konzentrationen bis maximal 0,01 mg/kg. Nebst einem Einsatz von amitrazhaltigen Produkten können auch Wachsimporte aus dem umliegenden Ausland für Amitraz Abbauprodukte im Schweizer Wachs verantwortlich sein.

In allen Proben konnte DEET nachgewiesen werden. Diethyltoluamid (DEET) war früher im Fabi-Spray enthalten, welcher von Imker/-innen als Bienenrepellent eingesetzt wurde. Seit einigen Jahren enthält der Fabi-Spray kein DEET mehr. Der Wirkstoff DEET ist fettlöslich und reichert sich deshalb im Bienenwachs an. Seine Giftigkeit für die Bienen ist nicht bekannt. Daher sollten alte Fabi-Sprays, welche noch DEET enthalten, fachgerecht entsorgt werden und in der Imkerei nicht mehr zur Anwendung kommen. Der Wirkstoff DEET ist ausserdem in Mücken- und Zeckensprays, wie z. B. Anti Brumm Forte, enthalten.

Die Resultate unseres Wachsmonitorings, welches wir nun seit 28 Jahren am Zentrum für Bienenforschung durchführen, haben wir in «Pest Management Science» veröffentlicht.

Dieser Artikel ist auf unserer Webseite verfügbar (www.apis.admin.ch: Bienen > Bienenprodukte > Bienenwachs > Schadstoffe im Bienenwachs).

Ch. Kast, V. Kilchenmann 

Bedeutung des Pollens für die Bienen

Die Honigbienen fliegen verschiedene Trachtpflanzen an, um Nektar und Pollen zu sammeln, wobei Nektar als Zuckerquelle dient und Pollen als Eiweiss- und Fettquelle. Unsere Broschüre beschreibt eine Auswahl guter Pollenquellen für die Honigbienen. Die Fotos von Sammlerinnen auf den Blüten mit den entsprechenden Pollenhöschchen begleiten die Informationen zur Verbreitung und der Blütezeit wichtiger Trachtpflanzen in der Schweiz. Zusätzlich wird die Bedeutung des Nektars und Pollens verschiedener Pflanzenarten als Energie- und Eiweissquelle aufgeführt. Als Ergänzung zur Broschüre publizierten wir in der Schweizerischen Bienen-Zeitung im Februar 2021 eine Publikation über das Pollensammelverhalten der Bienen (Pollensammelverhalten von Bienenvölkern am gleichen Standort, SBZ 02/2020) sowie im März 2021



Flavie Roncoroni arbeitete für ein Jahr bei uns als Hochschulpraktikantin und befasste sich während dieser Zeit mit unserer Sammlung von Sortenpollen. Sie verfasste die Broschüre «Wichtige Pollen- und Nektarquellen für die Honigbienen in der Schweiz».



einen zweiten Artikel über die Bedeutung von Pollen für die Entwicklung der Bienenvölker (Pollen ist essenziell für die Entwicklung der Bienenvölker, SBZ 03/2021). Der Eiweissgehalt des gesammelten Pollens beeinflusst die Entwicklung der Völker. Deshalb ist eine vielfältige Flora in der Nähe eines Bienenvolks sehr wichtig, da verschiedene Pollentypen die teilweise niedrige Qualität einer spezifischen Pollenart (z. B. Löwenzahn oder Maispollen) kompensieren können. Diese Publikationen finden Sie auf unserer Webseite (www.apis.admin.ch: Bienen > Bienenprodukte > Pollen).

F. Roncoroni, Ch. Kast,
V. Kilchenmann,
in Zusammenarbeit mit R. Ritter
(apiservice) und K. Bieri (Biologisches
Institut für Pollenanalyse)

Pflanzenschutzmittel im Pollen: Einschätzung des Risikos für die Honigbienenlarven

Durch das Sammeln von Pollen können Bienen Pflanzenschutzmittel (PSM) ins Bienenvolk eintragen. Die Auswirkungen dieser PSM im Pollen auf die Entwicklung der Bienen ist noch nicht vollständig geklärt. Insbesondere wissen wir bis heute wenig darüber, welcher Anteil eines PSM vom Pollen in den Futtersaft oder Gelée royale übergeht, wenn Ammenbienen PSM-haltigen Pollen konsumieren. Frühere Experimente mit natürlich vorkommenden Pflanzeninhaltsstoffen (Pyrrolizidin Alkaloide) lassen vermuten, dass nur ein kleiner Bruchteil der im Pollen vorhandenen Schadstoffe auch wirklich in den von Ammenbienen produzierten

Futtersaft gelangt. Da die Honigbienen ihre Larven mit Futtersaft versorgen, schützen sie diese möglicherweise vor den negativen Auswirkungen von PSM. Wir haben im vergangenen Jahr ein Testsystem entwickelt, mithilfe dessen wir diese Fragestellung beantworten möchten. Im Moment etablieren wir verschiedene chemische Methoden auf unserem neuen Analysegerät, um unsere Testsubstanzen in Bienen und Gelée royale quantifizieren zu können. Mithilfe unseres Testsystems möchten wir den Weg eines PSM vom Pollen in den Futtersaft verfolgen, um das Risiko für die Bienenlarven abschätzen zu können.

V. Kilchenmann, F. Roncoroni,
B. Droz, Ch. Kast

Bienenschutz und Bienenhaltung

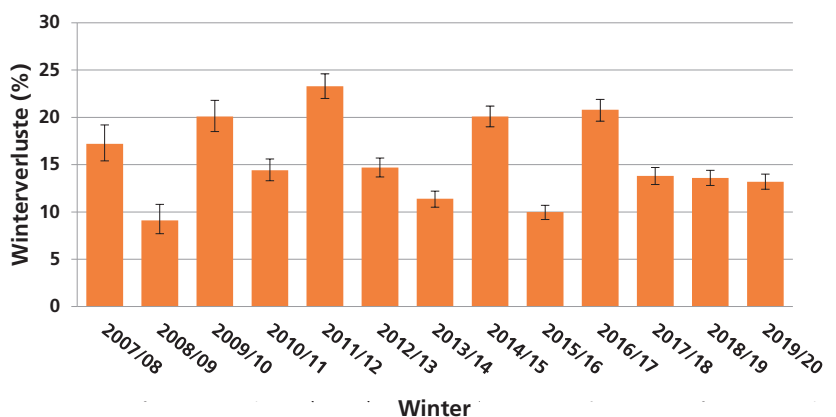
Winterverluste

Im Frühling 2020 wurde zum 13. Mal in Folge die jährliche nationale Erhebung über Winterverluste durchgeführt. Wir danken den insgesamt 1403 Imkerinnen und Imkern, die insgesamt 1665 Bienenstöcke betreuen, herzlich für ihre Teilnahme an der Umfrage. Die Winterverluste lagen bei 13,2 % und hatten damit zum dritten Jahr in Folge abgenommen. Die detaillierten Ergebnisse wurden in der Schweizerischen Bienen-Zeitung vorgestellt (Die Winterverluste 2019/20 bleiben auf dem Vorjahresniveau stabil, SBZ 06/2020).

J.-D. Charrière, B. Reihl,
BienenSchweiz

Umfrage zu den Informationsquellen der Imkerinnen und Imker

Innerhalb des Netzwerks COLOSS besteht eine Gruppe landwirtschaftlicher Beraterinnen und Berater, die sich mit dem Transfer des Wissens von der Forschung in die Praxis beschäftigt. Diese Gruppe organisierte eine Umfrage, um zu erfahren, welche Informationsquellen in den verschiedenen europäischen Ländern von den Imkerinnen und Imkern genutzt werden. In der Schweiz



Die durchschnittlichen Winterverluste in der Schweiz in den letzten 13 Jahren.

wurde die Umfrage gemeinsam vom ZBF und apisuisse organisiert. Die Auswertung der Antworten ist noch im Gange. Die Publikation der Ergebnisse in der imkerlichen Fachpresse ist für 2021 vorgesehen. Wir bedanken uns ganz herzlich bei den Teilnehmern der Umfrage.

J.-D. Charrière, apisuisse

Bewertung der Risiken von Pflanzenschutzmitteln für Bienen

Das ZBF ist vom Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) beauftragt, die potenziellen Risiken von Pflanzenschutzmitteln (PSM) für Bienen zu bewerten, bevor sie in Verkehr

gebracht werden. Bereits auf dem Markt befindliche Produkte müssen ebenfalls neu bewertet werden, wenn neue Erkenntnisse ein Risiko für die Bestäuber vermuten lassen. Im Rahmen dieser rechtlichen Tätigkeit hat das ZBF nicht weniger als 193 Gutachten erstellt.

Auf Anfrage des BLW haben wir eine Liste der Wirkstoffe in Pflanzenschutzmitteln, die derzeit in der Schweiz zugelassen sind, erstellt. Diese Wirkstoffe wurden nach dem Risikopotenzial für Honigbienen eingestuft. Diese Ergebnisse sind Teil eines Berichts von Agroscope zur Beurteilung der Risiken von der Anwendung dieser Wirkstoffe für das



Grundwasser, Oberflächengewässer und für Bienen.¹

D. Grossar, L. Jeker ☒

Validierung der «Homing flight»-Methode

Das ZBF beteiligte sich aktiv am fünfjährigen internationalen Ringtest zur Validierung der «Homing flight»-Testmethode. Das Ziel dieser Methode ist es, subletale Auswirkungen auf Bienen wie z. B. auf das Gedächtnis oder die Orientierung zu untersuchen. Der Ringtest wurde in zwölf Laboren in fünf verschiedenen Ländern (Deutschland, Italien, England, Frankreich und der Schweiz) nach dem gleichen Protokoll durchgeführt. Mithilfe der RFID-Technologie (Radio Frequency Identification) wird die Rückkehrzeit und -rate der Bienen zum Stock ermittelt. Der Testleitfaden für die «Homing flight»-Methode, der auf den Daten und Erfahrungen der zwölf Testlaboren basiert, konnte erfolgreich von den französischen Partnern bei der OECD eingereicht werden und wurde Ende 2020 publiziert.²

Wie diese und andere Testmethoden, welche subletale Effekte von PSM auf Bienen untersuchen zukünftig in die PSM-Risikobewertung integriert werden können, muss weiter diskutiert werden.

L. Jeker, D. Grossar ☒

Effekte von Pestizidexposition im Wachs

In der Schweiz ist seit 2006 ein Behandlungsmittel mit dem Wirkstoff Coumaphos (CheckMite+®) für die Imkerei zugelassen. Coumaphos kann sich als fettlösliche Substanz im Bienenwachs anreichern. Wir konnten in früheren Laboruntersuchungen einen negativen Effekt von hohen Coumaphos-Konzentrationen im Wachs auf die Brut zeigen.

In einem ersten Schritt untersuchten wir die Auswirkungen von feldrealistischen Rückstandsmengen in den Brutwaben auf eine mögliche Beeinträchtigung der Orientierungs- und Gedächtnisleistung von Sammlerinnen. Dies kann mit dem sogenannten «Homing flight test» untersucht werden. Unter unseren Versuchsbedingungen



Markierte Bienen mit Farbcode entsprechend der Coumaphos-Exposition im Wachs.

konnten wir allerdings keinen Effekt auf die Orientierung und Rückkehrzeit von Sammlerinnen beobachten. Die exponierten Bienen zeigten vergleichbare Rückkehrzeiten wie die Kontrollbienen.

In einem zweiten Schritt wurden die frisch geschlüpften, Coumaphos exponierten Bienen gekennzeichnet und später als Sammlerinnen mit einer subletalen Dosis Thiamethoxam behandelt.

Mögliche additive oder antagonistische Effekte der kombinierten Coumaphos-Exposition während des Larvenstadiums und Thiamethoxam während der Sammelaktivität der Bienen auf die Lebensdauer,

Futtersuchverhalten, Rückkehrzeit und Geneexpression werden zurzeit noch ausgewertet und im Anschluss zusammengefasst in einem wissenschaftlichen Artikel publiziert.

L. Jeker, D. Grossar, V. Kilchenmann, B. Droz, Ch. Kast in Zusammenarbeit mit V. Christen von FHNW in Muttenz und L. Straub vom IBH ☒

«Agriculture et pollinisateurs» Projekt

Ziel des Projekts «Agriculture et pollinisateurs» ist es, die Wirkung landwirtschaftlicher Massnahmen zugunsten der Bestäuber auf die Bienengesundheit zu untersuchen.³



Die erste Publikation zu diesem Projekt behandelt eine Ausweitung der Liebefeld-Schätzmethode. Sie ist in der Fachzeitschrift «Insects» erschienen. Nachdem Daten während dreier Bienenaisons gesammelt wurden, sind nun die Ergebnisse der Untersuchungen zu den räumlichen Zusammenhängen, zu den Krankheitserregern der Bienen, zum Betrieb der Bienenstände und zu den Pestiziden ausgewertet. Die komplexen Analysen zur Aufklärung ihrer Auswirkungen auf die 300 in das Projekt einbezogenen Bienenvölker sind in Bearbeitung. Eine zweite wissenschaftliche Publikation zu einem Teil dieser Analysen ist in Vorbereitung.

V. Diemann, J. Hernandez, D. Züger, in Zusammenarbeit mit der Universität Neuchâtel und der Fondation rurale interjurassienne ☐

Bekämpfung der Wachsmotte mit Ameisensäure

Mit Ausnahme der Höhenlagen, wo die Temperaturen eine Massenvermehrung der Wachsmotte verhindern, ist die Bekämpfung dieses Schädling unerlässlich, wenn hohe Verluste bei den Honigwaben verhindert werden sollen. Wir haben die Empfehlungen zur Anwendung von Ameisensäure zur Behandlung der Zargentürme und die Wirksamkeit auf verschiedene Entwicklungsstadien der Wachsmotte (Eier, Larven, Puppen, Adulttiere) untersucht. Wir konnten das Potenzial der Ameisensäure zwar zeigen, aber zwischenzeitlich entschieden die Lebensmittelbehörden, dass Ameisensäure nicht mehr zur Bekämpfung der Wachsmotte eingesetzt werden darf. Von den Einschränkungen nicht betroffen ist Essigsäure und wir planen nun, die Wirksamkeit von Essigsäure bei der Bekämpfung der Wachsmotte zu prüfen.

K. Schürch; J.-D. Charrière ☐

Phänotypen im Zusammenhang mit der Varroa-Resistenz bei der Dunklen Honigbiene, *Apis mellifera mellifera*

Alle nachfolgend beschriebenen Arbeiten wurden im Rahmen einer von B. Dainat vom ZBF betreuten Dissertation an der Universität Bern

durchgeführt, die im Dezember 2020 abgeschlossen wurde. Matthieu Guichard verteidigte seine Arbeit erfolgreich und erhielt den Dokortitel im Januar 2021.

M. Guichard, M. Neuditschko, B. Droz, B. Dainat, A. von Virag, in Zusammenarbeit mit mellifera.ch und der SAR ☐

• Suche nach genetischen Markern im Zusammenhang mit niedrigem Varroabefall

Es wurden Proben analysiert, die im Jahr 2018 in der ganzen Schweiz und 2019 in den Versuchsbienenständen des ZBF entnommen wurden. Für die Analysen wurden die kompletten Genome sequenziert. Ebenfalls in diese Analyse eingeschlossen wurden 21 im Jahr 2019 erhobene Proben resistenter oder nicht resistenter Populationen aus den USA. Dies war eine Zusammenarbeit mit der Universität Auburn. Dabei wurde nach genetischen Sequenzen gesucht, welche mit dem Varroabefall oder anderen Merkmalen (Hygieneverhalten, Sanftmut usw.) korrelieren. Diese könnten als Marker in Zuchtprogramme aufgenommen werden. Eine positive Korrelation (das heisst Gene, die mit einem Merkmal von Interesse in Zusammenhang stehen) wurden zum Wabensitz und der Sanftmütigkeit gefunden. Die Ergebnisse wurden in einem Artikel in der Fachzeitschrift «Animal Genetics» veröffentlicht.

Wie die Ergebnisse im Feld erwarten liessen, konnte kein genetischer Marker gefunden werden, der mit Sicherheit mit einem geringen Varroabefall verbunden ist. Es scheint jedoch eine schwache Verbindung mit dem «recapping»-Merkmal zu bestehen. Diese Aspekte werden ebenfalls in einem wissenschaftlichen Artikel beschrieben, der an die Fachzeitschrift «Animal Genetics» eingereicht wurde.

• Experimentelle Selektion an den Versuchsvölkern von Agroscope

Der Versuchsbienenstand von Agroscope bestand im Jahr 2019 aus vier Linien von *A. m. mellifera*,

die auf unterschiedliche Weise aufgrund ihres Hygieneverhaltens und ihres Varroabefalls selektioniert wurden. Die Völker mit den jeweiligen Extremwerten für eines der Merkmale wurden für die Zucht ausgewählt. Die 60 Königinnen, die 2019 gezüchtet wurden, wurden 2020 auf verschiedene Kriterien geprüft, darunter die Populationsstärke, das Hygieneverhalten, den Grad des Varroabefalls und die Wiederverdeckelung der Brut. Die Ergebnisse (Erblichkeiten, genetischer Fortschritt usw.) wurden im März 2021 in der Fachzeitschrift «Insects» veröffentlicht.⁴

Die beiden Merkmale Wiederverdeckelung und Qualität der Brut (kompakt oder Mosaik) konnten nicht mit einer Varroaresistenz in Verbindung gebracht werden und sie erwiesen sich als Merkmale mit geringer Erblichkeit.

• Wissenschaftliche Beurteilung der Selektionsarbeit gegen Varroa

Es wurde eine Übersichtsarbeit zu den Forschungsstandorten und zu den Programmen für die Züchtung einer gegenüber Varroa resistenten Biene durchgeführt. Entsprechende Arbeiten begannen in Europa in den 80er- und in Amerika in den 90er-Jahren. Die Literaturrecherche war aufwendig, da während drei Jahrzehnten gesammelte und entsprechend grosse Datenmengen ausgewertet wurden. Die Übersichtsarbeit wurde im November 2020 im Journal «Genetics Selection and Evolution» veröffentlicht.

Zusammenfassend muss festgestellt werden, dass bis heute keine gegenüber Varroa resistente Population gezüchtet werden konnte. Mögliche Gründe dafür werden im Artikel diskutiert. Ein hauptsächliches Problem scheint die Umwelt zu sein, welche die Wirkungen von durch die Zucht erreichten genetischen Verbesserungen maskiert. Es konnten aber gewisse Fortschritte erzielt werden, durch die sich in bestimmten Regionen die Zahl der Behandlungen gegen Varroa vermindern liess. Mit diesem Arti-



kel konnten wir unser Wissen über die Mechanismen im Zusammenhang mit einer Varroa-Resistenz und mögliche Ansatzpunkte für die Zucht erweitern.

M. Guichard, V. Dietemann, M. Neuditschko, B. Dainat

• **Suche nach neuen Phänotypen, die mit Varroaresistenz assoziiert sind**

In diesem Projekt sollte ein Merkmal genauer untersucht werden, für das gemäss Literatur ein Zusammenhang mit einer Varroaresistenz bestehen könnte: das SMR-Merkmal (Suppressed mite reproduction). Wenn das SMR-Merkmal vorhanden ist, vermehren sich die in die Brutzelle eindringenden Varroamilben nicht.

Es wurden aus den Versuchs-bienenständen des ZBF 2019 und 2020 Brutproben entnommen. Bei diesen Bienenstöcken wurde ein hoher Varroabefall hingenommen, um dieses Kriterium effizient messen zu können. Im Herbst 2019 und 2020 wurden Tausende von Brutzellen seziiert, um den Reproduktionserfolg der Varroamilben festzustellen. Die Daten der beiden Jahre wurden analysiert und zurzeit wird ein wissenschaftlicher Artikel verfasst. Es wurde kein klarer Zusammenhang zwischen SMR und dem Varroabefall festgestellt.

M. Guichard, A. von Virag, B. Droz, B. Dainat

• **Broschüre zur Zucht und Selektion: Wissen für die Praxis**

Auf der Grundlage unserer seit 2017 durchgeführten Forschungsarbeiten und der in Fachzeitschriften publizierten Artikel wurde eine Broschüre für Imkerinnen und Imker in «Agroscope Transfer 333» herausgegeben.⁵ Die Broschüre «Zuchtkonzepte für die Honigbiene» steht unter www.apis.admin.ch zur Verfügung.

Die Broschüre beschreibt für jedes potenziell selektierbare Merkmal, mit welchem Ansatz sich feststellen lässt, ob die beobachtete Variation – nach der Abtrennung von Umwelteinflüssen – einem genetischen Ursprung zuzuordnen ist (Erblich-

keit). Daraus geht hervor, dass die in der Schweiz gemessenen Merkmale im Allgemeinen eine geringe bis mittlere Erblichkeit aufweisen. Die Merkmale mit der höchsten Erblichkeit bieten das grösste Potenzial für eine Verbesserung durch Zuchtprogramme. Merkmale in Zusammenhang mit dem Befall durch *Varroa destructor* haben im Allgemeinen eine geringe Erblichkeit. Die Erblichkeit eines Merkmals ist allerdings nicht die einzige Bedingung dafür, dass es sich im Rahmen der Selektion verbessern lässt. Auch Faktoren im Zusammenhang mit der Organisation des Vorgehens in Zuchtprogrammen (Intensität, Zeitintervall zwischen zwei Generationen, Mortalität ...) spielen eine Rolle.

M. Guichard, M. Neuditschko, B. Dainat in Zusammenarbeit mit F. Phocas und B. Basso

Referenzlabor für Honigbienenkrankheiten

Das ZBF arbeitet im Auftrag des Bundesamtes für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV) als nationales Referenzlabor für Bienenkrankheiten. Es wurde ein Fall eines Verdachts auf den Kleinen Beutenkäfer (SHB) analysiert, der sich als unbegründet herausstellte. Es wurden ausserdem zwei Anträge für Referenzanalysen zur Europäischen Faulbrut und zur Amerikanischen Faulbrut gestellt. Die Agroscope-Laboratorien nahmen erfolgreich an den Ringversuchen der Europäischen Union zum Nachweis des Kleinen Beutenkäfers durch Mikroskopie und durch PCR

teil. Im Herbst organisierten wir auf gesamtschweizerischer Ebene einen Ringversuch zur Diagnose der Faulbrut. Alle Laboratorien nahmen teil und waren erfolgreich.

B. Dainat, F. Ory

Literatur

1. Korkaric, M. et al. (2021) Datengrundlage und Kriterien für eine Einschränkung der PSM-Auswahl im ÖLN. Schutz der Oberflächengewässer, der Bienen und des Grundwassers (Metaboliten), sowie agronomische Folgen der Einschränkungen. *Agroscope Science* |106.
2. (2020) Proposal of a new OECD guideline for the testing of chemicals. Honeybee (*Apis mellifera* L.) homing flight test, using single oral exposure to sublethal doses of test chemical (<https://search.oecd.org/env/ehs/testing/draft-test-guideline-honey-bee-homing-flight-test.pdf>).
3. (2021) Agriculture et pollinisateurs (<https://www.prometerre.ch/prestations/projets-et-acquisitions-de-references/agriculture-et-pollinisateurs>).
4. Guichard, M.; Droz, B.; Brascamp, E.W.; von Virag, A.; Neuditschko, M.; Dainat, B. (2021) Exploring two honey bee traits for improving resistance against *Varroa destructor*. Development and genetic evaluation. *Insects* 12(3): 216 (doi: 10.3390/insects12030216).
5. Guichard, M.; Phocas, F.; Neuditschko, M.; Basso, B.; Dainat B. (2020) Zuchtkonzepte für die Honigbiene. *Agroscope Transfer* 333: 1–15.

Kennzahlen des ZBF 2020

• Gutachten	199
• Veröffentlichungen in der Imkerfachpresse oder in landwirtschaftlichen Zeitschriften	34
• Wissenschaftliche Publikationen	13
• Mündliche Präsentationen an Kongressen	2
• Reviews wissenschaftlicher Publikationen	21
• Kurse / Schulungen für Imker/-innen und Imkerkader	17
• Lektionen Uni / ETH / FHS	18
• Bachelor-, Master- und Doktorarbeiten	2
• Betreuung Doktorarbeiten	2
• Verwaltungsinterne Berichte	4
• Presse-Interviews	5