



Was ist Bienenforschung?

Gerade im Zeitalter von Fake News wird einmal mehr deutlich, welche unabdingbare Rolle eine fundierte, unabhängige Forschung in unserer Gesellschaft spielt. Allerdings braucht qualitativ hochwertige Forschung viel Zeit und hat ihren Preis. Die hohen Kosten müssen im heutigen System zumeist mittels arbeitsintensiver Anträge bei Stiftungen und Fonds eingeworben werden. Die Versuche sind aufwendig; man braucht eine ausreichend hohe Stichprobe und eine systematische Herangehensweise, um zuverlässige Resultate zu produzieren und aussagekräftige Schlussfolgerungen daraus zu ziehen. Der Weg von den Resultaten bis hin zum Wissenstransfer und einer möglichen Umsetzung der Erkenntnisse hält ebenfalls Herausforderungen bereit. Wenn Sie sich also fragen, was wir Forschenden denn eigentlich den ganzen Tag machen und warum es so lange dauert, bis Resultate erzielt werden und neue Erkenntnisse zu ihnen gelangen, dann nehmen wir sie nun gerne mit auf eine Reise in unseren Alltag: in die Welt der Bienenforschung.

GINA RETSCHNIG, INSTITUT FÜR BIENENGESUNDHEIT, VETSUISSE FAKULTÄT, UNIVERSITÄT BERN UND
VINCENT DIETEMANN, AGROSCOPE, ZENTRUM FÜR BIENENFORSCHUNG, 3003 BERN

Das Streben nach neuen Erkenntnissen und die Neugierde, die Welt um uns herum zu verstehen, gehören zur ureigensten Natur der Menschen; Menschen sind Forschende. Über die Jahrhunderte hat sich ein Konzept entwickelt, wie solide Erkenntnisse systematisch erlangt werden können: die Forschung. Das zentrale Ziel dabei ist, Fragen mittels einer rationalen Herangehensweise unter Ausschluss möglicher Störfaktoren zu beantworten. Die Forschung enthält zahlreiche Elemente und wurde dahingehend verfeinert, dass die Aussagekraft der Forschungsergebnisse möglichst hoch wird. Die Grundpfeiler um dies zu erreichen sind Objektivität, Repräsentativität, Validität und Reliabilität, welche im Verlauf dieses Artikels näher erläutert werden. Das zentrale Element in der Forschung ist eine grundsätzliche Fragestellung oder ein Problem, auf welche man eine Antwort, respektive eine Lösung finden möchte; dies ist der Ausgangspunkt jeder Studie (Grafik nächste Seite).

Fragestellung und Versuchsdesign

Die Fragestellung muss mit grosser Sorgfalt ausformuliert werden und genau umschreiben, welcher Faktor, an welchem Studienobjekt untersucht werden soll. Sie sollte nicht zu offen, sondern möglichst präzise formuliert sein. Sobald die Fragestellung

definitiv feststeht, muss in einem ersten anspruchsvollen Schritt ein geeignetes Versuchsdesign erarbeitet werden. Man fragt sich also, welchen genauen Versuchsaufbau man benötigt, um die Frage beantworten zu können. Hier kommt man dann bereits mit der beachtlichen Komplexität der Thematik in Berührung: Man muss entscheiden, welcher Studientyp am besten zur Fragestellung passt.

Deskriptive und experimentelle Studien

In der Forschung gibt es unterschiedliche Kategorien von Studien: Deskriptive Studien erfassen aktuelle Zustände und sind, wie es der Name bereits sagt, von beschreibender Natur. Ein Beispiel für eine entsprechende Fragestellung wäre: Wie verbreitet ist der Darmparasit *Nosema ceranae* in Schweizer Bienenvölkern? Im Rahmen einer Monitoringstudie kann man hierfür Schweizer Bienenvölker auf den Parasiten untersuchen.¹

Die zweite Kategorie umfasst die experimentellen Studien: Bei diesen wird ein Experiment durchgeführt und dadurch aktiv ein Szenario kreiert, welches die Beantwortung der Frage zulässt. Ein Beispiel für eine entsprechende Fragestellung wäre: Wie schnell verbreitet sich *Nosema ceranae* zwischen Bienenvölkern? Dazu würde man beispielsweise gruppenweise

Bienenvölker ohne nachweisbaren *Nosema* spp. Befall mit künstlich stark infizierten Völkern in einem Flugzelt unterbringen und den Befall der sich allmählich infizierenden Völker in regelmässigen Abständen nachverfolgen.

Diese beiden Beispiele zeigen auf, dass für die Beantwortung von zwei ähnlich klingenden Fragen komplett unterschiedliche Studien notwendig sein können. Ein weiteres Beispiel für eine experimentelle Studie wäre die Untersuchung des Nebeneffekts von einem neuen Varroabekämpfungsmittel auf die Sterblichkeit der Bienen (siehe Honigbienenexperiment Beispiel 1 im Kasten auf der übernächsten Seite): Man behandelt eine Gruppe von Bienen mit der Substanz und eine andere Gruppe nicht, anschliessend zeichnet man auf, wie lange die Bienen der beiden Gruppen überleben. Die experimentellen Studien sind demnach immer so aufgebaut, dass man verschiedene Gruppen vergleicht, welche sich ausschliesslich durch den zu untersuchenden Faktor unterscheiden (Testgruppe versus Kontrollgruppe).

Untersuchte Faktoren einer Studie

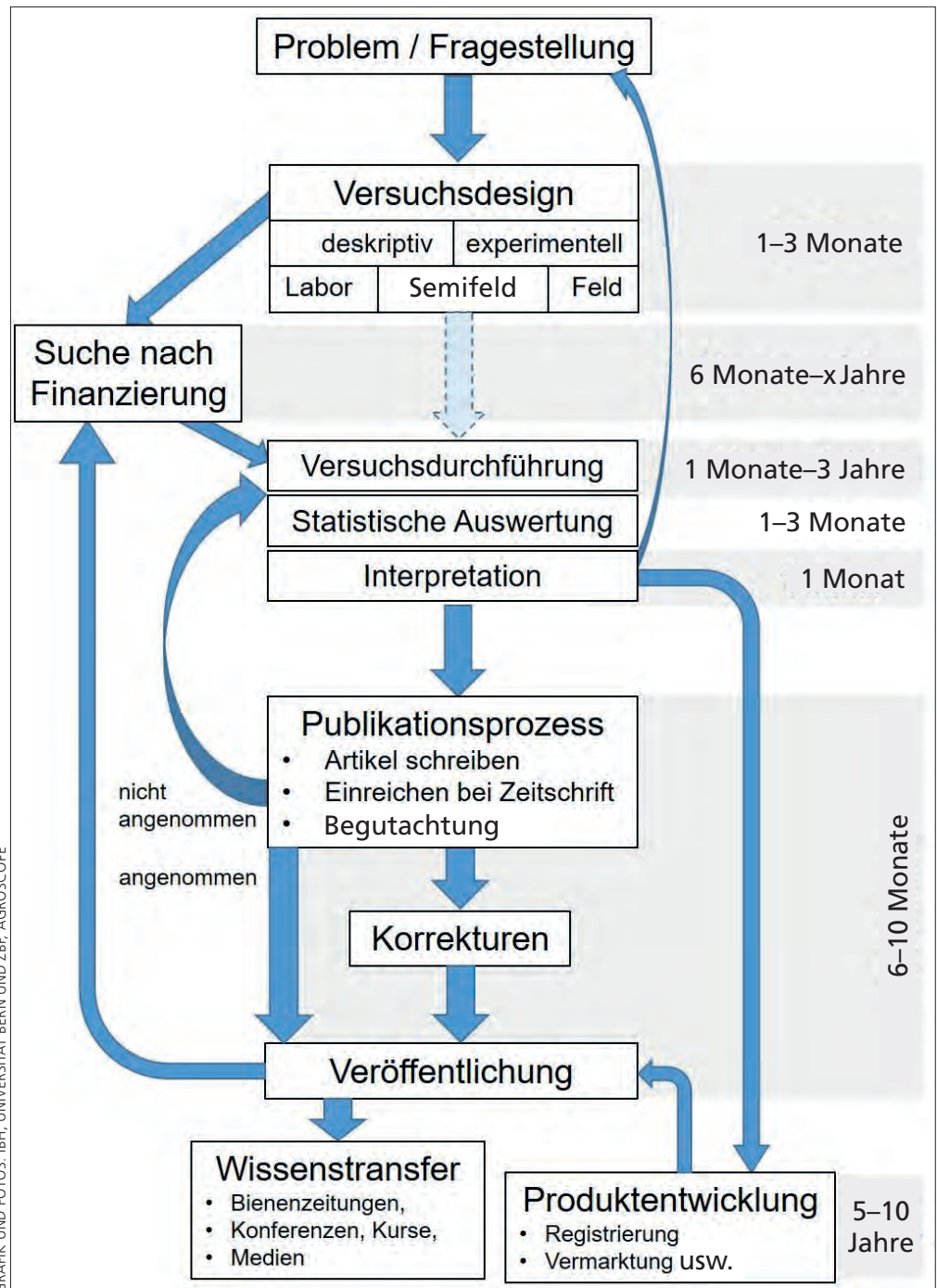
Es gibt zahlreiche Faktoren, welche einen Einfluss auf die diversen Aspekte im Leben einer Honigbiene ausüben können und deren Effekte wir, je nach Fragestellung, erforschen und messen

möchten: Dabei kann es sich um ein Varroabekämpfungsmittel wie im vorherigen Beispiel, aber auch um einen Schädling, Parasiten, Krankheitserreger, Pflanzenschutzmittel, eine Umweltbedingung oder einen Aspekt der Lebensweise (z. B. Beutensystem) handeln. So muss gut überlegt sein, welche Faktoren im Rahmen einer Studie untersucht werden sollen. Verkompliziert wird die Forschung durch die Tatsache, dass sich Faktoren gegenseitig beeinflussen und so miteinander interagieren können. Dadurch kann sich der Einfluss auf die Honigbienen verstärken, was beispielsweise für *Nosema ceranae* in Kombination mit verschiedenen Insektiziden gezeigt werden konnte. Mögliche Interaktionen von Faktoren müssen beim Design der Studie zumindest bedacht oder gleich mituntersucht werden (siehe Honigbienenexperiment Beispiel 2 im Kasten auf der nächsten Seite). Der spezifische Einfluss, welcher ein oder mehrere Faktoren auf die Honigbiene ausübt, lässt sich in Form von messbaren Parametern (Messgrößen) beschreiben.

Untersuchte Parameter einer Studie

Wenn der Studientyp und der (die) zu untersuchende(n) Faktor(en) definiert wurden, muss in einem nächsten Schritt entschieden werden, welche Parameter gemessen werden sollen, um den Effekt dieser Faktoren zu untersuchen. Mögliche Parameter können von ganz unterschiedlicher Natur sein: Konditionen oder Vorgänge im Volk wie beispielsweise die Menge und Qualität der Brut (z. B. Grad der Verdeckelung), die Volksstärke, die Einlagerung von Nahrung in Bezug auf Menge und Qualität usw., die Fähigkeiten und Merkmale von einzelnen Bienen wie Orientierung oder auch physiologische Parameter wie der Hormonspiegel.

Für uns von besonderer Relevanz sind Effekte auf unsere Honigbienen, welche von unterschiedlichen Stressfaktoren verursacht werden. Dabei unterscheidet man grundsätzlich zwischen letalen (=tödlichen) und subletalen (=nicht tödlichen) Effekten. Während der letale Effekt naturgemäss keine weiteren Abstufungen zulässt (Biene lebt oder ist tot), gibt es



Schematische Darstellung der Forschung: der schrittweise Aufbau eines Forschungsprojektes mit geschätzten Zeitangaben für die einzelnen Schritte.

bei den subletalen Effekten (z. B. Verhalten, physiologische Parameter wie Gewicht usw.) eine enorme Bandbreite an Parametern und Abstufungen. Gerade hier muss man genau definieren, welche und wie viele Parameter erfasst werden können. Zumeist basiert die Auswahl nicht nur auf den Interessen der Forschenden, sondern richtet sich auch stark nach der verfügbaren Zeit, der Machbarkeit und den finanziellen Möglichkeiten.

Weiter muss sichergestellt werden, dass die gewählten Parameter mit geeigneten Methoden erhoben und gut

dokumentiert werden. Eine wertvolle Sammlung an Methoden zur Erfassung solcher Parameter und zur allgemeinen Durchführung von Untersuchungen an Honigbienen stellt das von Liebefeld koordinierte COLOSS **BEEBOOK** dar.² Sobald die Parameter feststehen, muss man entscheiden, in welcher Studienarena das Experiment stattfinden soll.

Studienarena: Labor oder Feld oder etwas dazwischen?

Effekte zu beobachten ist am einfachsten, wenn so wenig potenziell

Beispiele für Experimente in der Bienenforschung

Honigbienenexperiment – Beispiel 1

Frage: Hat das Varroabekämpfungsmittel X in der Dosierung Y einen negativen Effekt auf die Lebensdauer und das Körpergewicht von Arbeiterinnen in Käfigen?

Um diese Frage zu beantworten, bedarf es einer experimentellen Studie, bei der in einem Käfigversuch im Labor das Varroabekämpfungsmittel X (= Faktor) in der Dosierung Y (z.B. 10 µg/Arbeiterin/Tag) getestet wird. Dabei werden als Parameter die Lebensdauer (= letaler Effekt) und das Körpergewicht (= subletaler physiologischer Effekt) der Arbeiterinnen erfasst.

Für beide Gruppen, Behandlungs- und Kontrollgruppe (identische Bedingungen wie Behandlungsgruppe, aber ohne Behandlung mit Varroabekämpfungsmittel), werden jeweils in dreifacher Ausführung 10 Käfige mit je 30 Arbeiterinnen pro Käfig und Gruppe untersucht (also insgesamt 60 Käfige mit total 1800 Arbeiterinnen: 30 Käfige mit 900 Arbeiterinnen für die Behandlungsgruppe und 30 Käfige mit 900 Arbeiterinnen für die Kontrollgruppe). Die experimentellen Arbeiterinnen stammen aus sechs lokalen Bienenvölkern, sind alle am Tag des Versuchbeginns in einem Wärmeschrank geschlüpft und wurden nach dem Zufallsprinzip (= randomisiert) auf die Käfige verteilt. Ein negativer, respektive positiver Effekt durch das Varroabekämpfungsmittel mit einer Dosierung von 10 µg/Arbeiterin/Tag wäre festzustellen, wenn durchschnittlich signifikant mehr oder weniger behandelte Arbeiterinnen sterben oder diese ein niedrigeres oder höheres Gewicht haben als die Arbeiterinnen der Kontrollgruppe.

Honigbienenexperiment – Beispiel 2

Frage: Gibt es einen kombinierten Effekt vom Neonicotinoid Thiacloprid und dem Darmparasiten *Nosema ceranae* auf das Verhalten von Arbeiterinnen?

Diese Frage kann anhand einer experimentellen Studie beantwortet werden, für welche man frisch geschlüpfte Arbeiterinnen aus sechs lokalen Völkern im Labor nach dem Zufallsprinzip (= randomisiert) auf vier Gruppen verteilt (1. *Nosema ceranae*, 2. Thiacloprid, 3. *Nosema ceranae* & Thiacloprid, 4. Kontrolle ohne *Nosema ceranae* und ohne Thiacloprid). Die Behandlung mit *Nosema ceranae* (Gruppen 1 und 3) in der Dosierung 100 000 Sporen *Nosema ceranae* pro Arbeiterin und mit Thiacloprid (Gruppen 2 und 3) über das Futter (Zuckerwasser) in der Dosierung von 1 µg/ml erfolgt im Labor. Die gruppenspezifisch markierten Arbeiterinnen von allen vier Gruppen werden dann in sechs Beobachtungsstöcke eingesetzt und täglich das Verhalten (Parameter = z. B. Aktivität, subletaler Effekt) über mehrere Stunden beobachtet und für einen definierten Zeitraum (z. B. 21 Tage) dokumentiert. Als Stichprobengrösse werden 100 Arbeiterinnen pro Gruppe und pro Beobachtungsstock verwendet, demnach 2400 insgesamt. Diese Studie ist eine Kombination aus Labor- (Behandlung mit *Nosema ceranae* und Thiacloprid) und Feldstudie (Erfassen der Parameter im freifliegenden Beobachtungsvolk). Durch die vier untersuchten Gruppen kann festgestellt werden, ob der Darmparasit und das Neonicotinoid in Bezug auf das Verhalten eine Interaktion zeigen, indem man die kombinierte Gruppe (3) mit den Gruppen vergleicht, die nur mit einem der beiden Faktoren behandelt wurden (Gruppen 1 und 2). Ein sogenannter synergistischer Effekt ist vorhanden, wenn der Effekt der kombinierten Behandlung (*Nosema ceranae* und Thiacloprid) statistisch grösser ist als die Summe der Effekte der beiden einzelnen (jeweils nur *Nosema ceranae* oder Thiacloprid) Faktoren.

störende Einflüsse wie möglich vorhanden sind. Dies kann man durch die Wahl der Studienarena massgeblich beeinflussen. Um eine vollkommen kontrollierte Umgebung zu erhalten, bei welcher sich alle externen Einflüsse (wie z. B. Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Nahrung usw.) standardisieren lassen und die individuellen Bienen dadurch identischen Bedingungen ausgesetzt sind, muss der Versuch im Labor durchgeführt werden. Dies erfolgt üblicherweise in Form von Käfigversuchen, bei welchen Bienen in Kleingruppen in Käfigen in einem Wärmeschrank gehalten werden (Foto nächste Seite oben). Durch den hohen Grad an Standardisierung ist ein solcher Versuch gut wiederholbar, kann also erneut unter identischen Bedingungen

durchgeführt werden und idealerweise die bereits erhobenen Ergebnisse bestätigen. Zudem können dank der vergleichsweise niedrigen Arbeitslast viele solcher Käfige gleichzeitig betreut und so eine grosse Stichprobenzahl erzielt werden. Standardisierung und hohe Stichprobenzahl stellen wichtige Elemente für die Gewinnung aussagekräftiger Ergebnisse dar. Der Nachteil ist allerdings, dass die Haltung in den Käfigen massiv von der üblichen Lebensweise der Honigbienen in freifliegenden Völkern abweicht. Die aus einer Laborstudie gewonnenen Resultate können demnach nicht einfach auf in Völker lebende Honigbienen übertragen werden.

Möchte man also realitätsnähere Resultate erhalten, muss die Studienarena

ebenfalls entsprechend natürlicher gewählt werden (Foto nächste Seite unten). Damit geht dann allerdings wiederum einher, dass zahlreiche äussere Einflüsse nicht kontrolliert und standardisiert werden können. So könnten gerade schwächere Effekte im Feld unentdeckt bleiben, weil sie von solchen Einflüssen überlagert werden. Ein Beispiel hierfür wäre, dass Völker vom gleichen Bienenstand nicht unbedingt die gleiche Art Pollen sammeln und sich dadurch die Ernährung unterscheidet, was dann die Ergebnisse beeinflussen könnte.

Eine Zwischenstufe zwischen Labor- und Feldstudien stellen die Semifeldstudien dar, bei welchen beispielsweise Völker in Zelten untergebracht werden um bestimmte Faktoren, wie den Polleneintrag, zu kontrollieren. Semifeld- und Feldversuche mit ganzen Völkern bedeuten einen enorm hohen Arbeitsaufwand, sodass man bei der Stichprobengrösse einbüsst.

Die Wahl der Studienarena hängt zusätzlich stark davon ab, welche Bienenstufe (siehe unten) man untersuchen möchte, da es aufgrund der staatenbildenden Lebensweise der Honigbienen dafür mehrere Möglichkeiten gibt. Während man Einzelbienen im Feld untersuchen kann, sind Versuche mit ganzen Bienenvölkern im Labor nur schwer möglich. Eine Semifeld-Variante wären eigens dafür zur Verfügung stehende spezielle Flugräume. Allerdings weicht das dann wiederum stark von realistischen Feldbedingungen ab und hebt dadurch den Vorteil eines Völkerversuchs wieder aus.

Spezialfall Honigbiene

Unter den Nutztieren stellen die Honigbienen in der Forschung einen Spezialfall dar. Viele Individuen formen gemeinsam das Bienenvolk, einen sogenannten Superorganismus (= eine Vielzahl von Individuen, die eine selbstregulierende Einheit bilden und in ihrer Gesamtheit auf einer höheren Ebene wie ein Organismus funktionieren). Dadurch muss man sich überlegen, welche Ebene man untersuchen möchte: Einzelne Honigbienen, bei welchen



Beispiel für eine Laborstudie: Versuchskäfige mit Arbeiterinnen in einem Wärmeschrank.



Beispiel für eine Feldstudie: Kontrolle der Entwicklung von Versuchsbienvölkern in Begattungskästchen.



man zusätzlich zwischen männlichen (Drohnen) und weiblichen Bienen, sowie zwischen den Kasten (Arbeiterinnen und Königin) unterscheiden muss, oder aber ganze Bienenvölker. Hierbei muss beachtet werden, dass Resultate nicht beliebig auf eine andere Ebene, Kaste oder Geschlecht übertragen werden können. Ein Effekt, den man bei Arbeiterinnen beobachtet, kann bei Drohnen markant unterschiedlich sein (z. B. höhere Anfälligkeit von Drohnen für *Nosema ceranae* im Vergleich zu Arbeiterinnen).³

Was macht eine gute Studie aus?

Um zuverlässige Resultate zu erzielen, spielt **Objektivität** eine zentrale Rolle. Das bedeutet, dass die Ergebnisse unabhängig sein müssen von der Person, welche die Daten erhebt. Um dies zu gewährleisten, werden Versuche häufig blind durchgeführt: Die Person weiss beispielsweise bei der Erhebung von Parametern nicht, zu welcher Versuchsgruppe die Testobjekte gehören. Zusätzlich wählt man kalibrierte Messgeräte sowie ein möglichst standardisiertes Vorgehen, wofür sich die Methodensammlung **BEEBOOK**² als extrem hilfreich erwiesen hat. Standardverfahren sind nicht nur innerhalb einer Studie vorteilhaft; sie ermöglichen auch den direkten Vergleich zwischen Studienergebnissen, welche von unterschiedlichen Forschungsgruppen stammen. Bei ähnlichen Resultaten wird damit die Verlässlichkeit von gezogenen Schlussfolgerungen unterstützt. Es können durch den Vergleich aber auch regionale Unterschiede entdeckt werden, welche dann dabei helfen, ein auftretendes Phänomen besser zu umschreiben und zu verstehen. Schliesslich erleichtert es die internationale Koordination und Planung von anstehenden Forschungsprojekten.

Ein weiteres Gütekriterium und zentral für eine korrekte Interpretation von Resultaten ist die **Repräsentativität**: Bei Studien wird immer eine kleinere Gruppe untersucht, von welcher dann auf eine grössere Gesamtheit geschlossen wird. Ziel ist es, die untersuchte Gruppe so zusammenzustellen, dass sie die grössere Gesamtheit so gut wie möglich repräsentiert.

Wenn man also beispielsweise eine allgemeine Aussage über Honigbienen in der Schweiz treffen möchte, würde es Sinn machen, in einer Studie nicht nur reine *Apis mellifera mellifera* oder *Apis mellifera carnica* Völker zu verwenden, sondern gemischte Völker oder zufällig zugeordnete (randomisierte, siehe unten). Natürlich ist es wünschenswert, dass Resultate möglichst generell gültig sind. Deswegen versucht man zumeist, Testorganismen von verschiedenen Bienenvölkern, Bienenständen, Imkern, Regionen, aber auch Jahreszeiten und Jahren usw. einzuschliessen.

Schliesslich ist das Kriterium der **Validität** zu beachten: Hierbei geht es darum, sicherzustellen, dass wirklich gemessen wird, was man messen möchte, indem der Einfluss möglicher Störfaktoren auf ein Minimum reduziert wird. Bei den Versuchen ist es in diesem Sinne enorm wichtig, dass sowohl die zu vergleichenden Einheiten (wie Einzelbienen oder Völker z. B. bezüglich Herkunft, Alter, Volksstärke, usw.), als auch die Behandlung (wie Dosis, Art der Verabreichung usw.) möglichst gleich sind. Ausserdem sollte die Zuordnung der Testobjekte zu den verschiedenen Gruppen vollkommen zufällig erfolgen, was als Randomisierung bezeichnet wird. Dadurch werden womöglich vorhandene unbekannte Störfaktoren gleichmässig auf die Gruppen verteilt und deren Effekte ausgeglichen.

Das Ziel der Berücksichtigung aller oben erwähnten Elemente ist es, das vierte Gütekriterium **Reliabilität** zu erfüllen; dieses besagt, dass Ergebnisse bei gleichem Versuchsaufbau wiederholbar sein sollen. Die Reliabilität und Wiederholbarkeit von Ergebnissen ist äusserst bedeutsam, um verlässliche Schlussfolgerungen zu ziehen. Für die bestmögliche Aussagekraft von Forschungsergebnissen wäre es somit zwar wünschenswert, aber nicht immer umsetzbar, jede Studie mehrfach durchzuführen. Dies führt uns zum Thema der Finanzierung, welche für die Durchführung von Studien elementar ist.

Finanzierung und Durchführung

Sobald die Fragestellung und die Feinplanung des entsprechenden

Versuches unter Berücksichtigung aller Gütekriterien abgeschlossen sind, muss zumeist noch die Finanzierung des Projektes organisiert werden. Weder beim Bund, noch an der Universität sind im ordentlichen Budget ausreichend Beträge enthalten, um umfangreiche Forschung zu allen relevanten Fragestellungen zu betreiben. Deswegen muss die Finanzierung zahlreicher Forschungsprojekte durch externe Finanzquellen stattfinden, sogenannte Drittmittel.

Für das Einwerben von Drittmitteln wird ein detaillierter Antrag erstellt und dann bei einer Stiftung oder einem Fonds (z. B. Schweizer Nationalfonds) eingereicht. Die Suche nach den benötigten Mitteln für ein Projekt kann einige Monate in Anspruch nehmen. Wenn das Projekt bei den Stiftungen oder Fonds auf wenig Interesse stösst, ist es auch möglich, keine Finanzierung zu finden und das Projekt folglich nicht durchführen zu können.

Steht hingegen die Finanzierung, kann es losgehen! Der Versuch kann durchgeführt und die Daten erhoben werden. Die Zeit, welche für einen Versuch in Anspruch genommen wird, ist abhängig vom Versuchsdesign und kann extrem variieren. Manche Versuche sind nach einigen Wochen durchgeführt (z. B. ein Käfigversuch, bei dem die Überlebensdauer von Arbeiterinnen mit und ohne Infektion mit *Nosema ceranae* verglichen wird), andere können mehrere Jahre dauern (z. B. Untersuchung der Effizienz und Sicherheit eines neuen Varroabekämpfungsmittels in Bienenvölkern). Bei der Durchführung muss auf eine sorgfältige Dokumentation aller relevanten Details sowie auf eine zuverlässige Erfassung und Sicherung der erhobenen Daten geachtet werden. Sind diese dann schlussendlich da, steht die Auswertung an, welche mittels statistischer Berechnungen durchgeführt wird.

Statistische Auswertung und Interpretation der Daten

Statistik dient im Allgemeinen der Unterscheidung von Zufällen und möglichen bestehenden Zusammenhängen, wobei es eine Vielzahl an Tests und Modellen für unterschiedliche



Arten von Daten gibt. In diesem Zusammenhang ist die sogenannte Stichprobengrösse relevant: Man kann Effekte und Zusammenhänge nur zuverlässig nachweisen, wenn es sich um mehrere unabhängige Einzelbeobachtungen mit ähnlichem Ergebnis handelt. In diesem Kontext gilt das bekannte Sprichwort: «Einmal ist keinmal!» Man untersucht demnach systematisch eine bestimmte Anzahl an Testorganismen. Grundsätzlich gilt, je höher die Stichprobengrösse, desto eher werden auch schwächere Effekte und Zusammenhänge sichtbar.

Bei der Interpretation von Ergebnissen muss man etwas Vorsicht walten lassen: Sogenannte statistisch belegte Zusammenhänge (= Korrelationen) oder Unterschiede bei Gruppenvergleichen bedeuten noch nicht unbedingt, dass der untersuchte Faktor direkt für den beobachteten Effekt verantwortlich ist. Prominent ist hier das Beispiel von Störchen und Babys: Man hat einen statistischen Zusammenhang festgestellt zwischen der Anzahl an Störchen und menschlicher Geburtenzahl und könnte jetzt schlussfolgern, dass Störche die Babys bringen. In der Realität ist es aber so, dass sowohl die Anzahl an Störchen, als auch die Geburtenzahl mit der Grösse der berücksichtigten Länder zusammenhängt. Störche und Babys sind demnach von diesem sogenannten «Störfaktor» abhängig, ohne direkten Einfluss aufeinander auszuüben.

Zusätzlich zur angemessenen Interpretation der statistischen Ergebnisse sollten die Ergebnisse auch nicht allzu stark verallgemeinert werden. Hat man einen Versuch mit Bienen aus der Schweiz durchgeführt, gelten die Ergebnisse nicht für alle Bienen dieser Welt. Hat man den Effekt eines Pestizides untersucht, beschränken sich die Beobachtungen auf die verwendete Dosierung und Anwendung, nicht aber auf die Substanz im Allgemeinen.

Nachdem die Schlussfolgerungen entsprechend sorgfältig gezogen wurden, könnte man meinen, dass nun der Löwenanteil der Arbeit geleistet ist. Dies entspricht allerdings nur bedingt der Wahrheit. Sobald man die Resultate in der Hand hält, beginnt der Publikationsprozess.

Publikationsprozess

In der Forschung läuft der Transfer von Wissen über internationale Zeitschriften mit unterschiedlichen thematischen Schwerpunkten. Gemeinsam ist den Zeitschriften, dass Artikel anhand eines standardisierten Aufbaus angefertigt werden. Ein Artikel besteht demnach in der Regel aus einer thematischen Einleitung inklusive Fragestellung und Hypothese, gefolgt von einem Material- und Methodenteil, in dem alle Details der Versuchsdurchführung und Auswertung beschrieben werden. Dieser Abschnitt enthält alle nötigen Informationen, damit der Versuch genau wiederholt werden kann und entsprechend erhaltene Resultate mit den publizierten Ergebnissen vergleichbar sind. Danach folgt ein Resultateteil sowie eine Diskussion, in welcher die Ergebnisse gezeigt werden und mit bereits bekanntem Wissen verglichen und eingeordnet sowie die Bedeutung der Ergebnisse erläutert werden.

Damit die Beiträge in den Zeitschriften dem hohen Qualitätsanspruch genügen und die Publikation fehlerhafter oder sonstwie mangelhafter Studien bestmöglich vermieden wird, durchläuft jeder Artikel einen Begutachtungsprozess. Sobald ein Artikel bei einer Zeitschrift eingereicht wird, beurteilt der Editor, ob der Artikel für eine Publikation in der entsprechenden Zeitschrift infrage kommen würde. Dabei spielt neben der Qualität des Artikels auch eine Rolle, ob das Thema zur inhaltlichen Ausrichtung der Zeitschrift passt und bei der jeweiligen Leserschaft auf Interesse stossen würde. Ist dem so, schickt der Editor den Artikel an zwei bis drei Gutachter, die im selben Forschungsgebiet tätig und damit vertraut sind, weiter. Diese überprüfen, ob das Versuchsdesign für die Beantwortung der Frage geeignet, die Durchführung und Analyse der erhobenen Daten korrekt und die Interpretation der Resultate nachvollziehbar ist. Die Gutachter können dem Editor dann eine Empfehlung abgeben, ob der Artikel angenommen oder abgelehnt werden soll. Empfehlen sie eine Annahme, dürfen sie zudem Verbesserungen von den Autoren verlangen. Nachdem die entsprechenden Korrekturen nachgereicht wurden, kann der

Editor eine endgültige Entscheidung treffen oder die neue Version ein weiteres Mal den Gutachtern zusenden.

Wenn der Artikel akzeptiert wird, erscheint dieser einige Zeit später in der entsprechenden Zeitschrift. Wird er abgelehnt, kann er in einer anderen Zeitschrift eingereicht werden, wobei dann der Begutachtungsprozess wieder von vorne beginnt. Vom Einreichen des Artikels als Manuskript bis zur Publikation in einer wissenschaftlichen Zeitschrift können mehrere Monate, wenn nicht Jahre vergehen (Grafik).

Forschende stecken viel Zeit und noch mehr Herzblut in die Publikationen, denn die Anzahl der Artikel und das Niveau der Zeitschriften sind die Währung in der Forschung. Je besser man publiziert (möglichst viele Artikel in guten Zeitschriften), desto höher sind die Chancen beim Einwerben von Drittmitteln zur Erforschung weiterer Fragestellungen. Da wissenschaftliche Zeitschriften Resultate nur publizieren, wenn diese noch nicht anderweitig veröffentlicht wurden, müssen diese bis zur endgültigen Publikation unter Verschluss gehalten werden. Dadurch kann der Transfer von neuem Wissen an Konferenzen und Kursen, aber auch durch Bienenzeitungen und Pressemitteilungen gegenüber der Imkerschaft und den Medien erst nach der offiziellen Veröffentlichung stattfinden.

Gerade in Bezug auf die Medien ist etwas Vorsicht geboten, wenn Resultate in der allgemeinen Presse thematisiert werden. Gewisse Medien profitieren von aufmerksamkeiterregenden Schlagzeilen und bereiten Beiträge entsprechend auf. Auch werden Resultate in der Presse manchmal so stark vereinfacht, dass die Komplexität der Thematik untergeht und fehlerhafte Schlussfolgerungen daraus gezogen werden. Somit ist es für die Leser/-innen äusserst ratsam, das Gelesene kritisch zu hinterfragen und gegebenenfalls die Informationen direkt aus der ursprünglichen Quelle zu beziehen.

Spezialfall Produktentwicklung

Wissenschaftliche Ergebnisse können zu Anwendungen führen. Wenn zum Beispiel ein Pflanzenextrakt letal auf



die Varroamilbe wirkt, aber die Bienen nicht schädigt, muss diese Substanz, bevor sie von Imker/-innen eingesetzt werden kann, zu einem Produkt entwickelt werden. Bei dieser Produktentwicklung gibt es drei Möglichkeiten: **1)** die Grundlagen für ein neues Produkt werden früh veröffentlicht, wodurch dann jeder an einer entsprechenden Produktentwicklung arbeiten kann, **2)** die relevanten Daten (z.B. der Wirkstoff für eine entsprechende Anwendung) werden vor der Veröffentlichung patentiert, oder **3)** die Daten bleiben unter Verschluss, bis die involvierte Forschungsgruppe oder deren Kooperationspartner ein entsprechendes Produkt entwickelt haben. Ein Beispiel für den zweiten Fall ist Lithiumchlorid, welches vor Kurzem als möglicher Wirkstoff gegen *Varroa destructor* entdeckt und angekündigt wurde.⁴

Die Produktentwicklung nimmt gerade in der Varroabekämpfung naturgemäss sehr viel Zeit in Anspruch. Neben einer Formulierung (Zusammensetzung des Produktes mit Wirk- und Trägerstoffen), muss auch die Art der Anwendung festgelegt werden. Für eine offizielle Registrierung muss das Produkt nach strikten

Standards getestet werden, damit eine positive Wirkung nachgewiesen und schädliche Nebenwirkungen ausgeschlossen werden können. Ein funktionierendes Produkt, welches zwecks Herstellung und Vertrieb meist von oder mit einem kommerziellen Kooperationspartner aus der Industrie entwickelt wird, wird zumeist vor der Lancierung noch patentiert.

Alles in allem können sich diese Prozesse über Jahre hinziehen. Man darf dabei aber keinesfalls vergessen, dass das sorgfältige Entwickeln und Testen von Produkten zwar viel Zeit in Anspruch nimmt, aber einer enorm wichtigen Sache dient: dem Schutz der Imker/-innen und der Qualität ihrer Bienenprodukte, dem Schutz unserer Honigbienen sowie der anderen Lebewesen der Umgebung und unserer Umwelt.

Was wir sonst noch machen ...

Obwohl man mit der Honigbienenforschung den Arbeitsalltag völlig ausfüllen könnte, obliegen uns noch weitere, meist ebenfalls zeitintensive Aufgaben. Dazu zählen die Lehre an Universitäten in Form von Vorlesungen, betreuten Arbeiten und Praktika, aber auch der Transfer von Wissen an

die Imkerkader und Imkerschaft im Rahmen von Vorträgen und Schulungen sowie Öffentlichkeitsarbeit (z. B. der Tag der offenen Tür).⁵ Als Experten wirken wir im Vollzug mit, tragen mit unserem Wissen zu den Grundlagen für politische Entscheide bei und stellen uns als Gutachter für wissenschaftliche Zeitschriften und potenzielle Geldgeber im Bereich der Drittmittel zur Verfügung.

Unser Lohn

Wie man in diesem Artikel unschwer erkennen kann, ist die Bienenforschung ein sehr komplexes Gebiet. Es gibt noch zahlreiche unbeantwortete Fragen und jede, die beantwortet werden kann, wirft wiederum eine Vielzahl neuer Fragen auf. Zugleich erfordert die Arbeit in der Bienenforschung eine gehörige Portion an Durchhaltevermögen und Leidenschaft. Die Aussicht, diesen faszinierenden Geschöpfen mit unserer Arbeit etwas Gutes zu tun, ist unsere beste Motivation, der Einblick in die spannende Welt der Bienen unser schönster Lohn.

Danksagung

Wir bedanken uns bei Peter Neumann und Jean-Daniel Charrière für die konstruktive Kritik. ◻

Literatur

1. Retschnig, G.; Neumann, P. (2018) Institut für Bienengesundheit – das fünfte Jahr. *Schweizerische Bienen-Zeitung* 5: 20–23.
2. Diemann, V. (2018) Liebefeld setzt Standards! *Schweizerische Bienen-Zeitung* 1: 30. (<http://www.coloss.org/beebook/>)
3. Retschnig, G.; Williams, G. R.; Mehmman, M. M.; Yañez, O.; de Miranda, J.; Neumann, P. (2014) Sex-specific differences in pathogen susceptibility in honey bees (*Apis mellifera*). *PLOS ONE* 9: e85261.
4. Dainat, B.; Charrière, J.-D.; Diemann, V. (2018) Lithiumchlorid: Ist das Varroa-Problem gelöst? *Schweizerische Bienen-Zeitung* 3: 44.
5. Ebener, A. (2017) Erfolgreicher Tag der offenen Tür. *Schweizerische Bienen-Zeitung* 3: 28–29.

90. kongress deutschsprachiger imker
27. bis 29. September 2018 im Pentorama Amriswil



Vincent Diemann

Vincent Diemann hat während seiner Ausbildung in Frankreich, Deutschland und Südafrika die Biologie von sozialen Insekten, bzw. Ameisen und Honigbienen, studiert. Er ist heute Leiter des Teams «Bienenkrankheiten» am Schweizerischen Zentrum für Bienenforschung (ZBF) in Liebefeld. Die Biologie der Varroamilbe und deren Bekämpfung repräsentieren zwei seiner Haupt-Forschungsgebiete.

Am Imkerkongress in Amriswil wird Vincent Diemann in seinem Referat am Freitagnachmittag, 28. September 2018, über Neues aus der Varroaforschung berichten.

