

Schauplatz Schweiz

Smarte Schwärme



Mikrochips sind heute so klein, dass sie auf dem Rücken einer Biene Platz finden. So können Forscher das Flugverhalten der Insekten untersuchen

Die Honigbiene gilt als das am besten erforschte Insekt. Dennoch gibt sie nach wie vor Rätsel auf. Moderne Technologien helfen, den »Superorganismus« Bienenstaat besser zu verstehen. Vernetzte Stöcke und Mikrochips eröffnen Forschern und Imkern neue Perspektiven

Text: Ralph Hofbauer, Fotos: Bruno Augsburger

Imker mit IT-Hintergrund: Giorgio Macaluso kann seine Bienen neuerdings per App überwachen. Für den Berner ist das digitale Monitoring eine wertvolle Unterstützung



Bienenwaben sind Brutplatz,
Pollenlager oder Honigspeicher –
je nach Bedarf



Aufwendiges
Hobby: Imker
Giorgio Macaluso
kümmert sich
um 15 Bienen-
völker. Vier
Bienenkästen
stehen im Garten
seines Hauses
im Emmental

G

GIORGIO MACALUSO legt seine Utensilien zu-
recht: Haube und Schutzanzug, um sich vor Sti-
chen zu schützen. Smoker und Wasserspray, um
die Bienen ruhigzustellen. Den Stockmeissel, um
Wachs abzuschaben. Eine Bürste, um die Insek-
ten von den Waben zu kehren. Seit Kurzem gehört
auch ein Smartphone zu seinem Imkerwerkzeug.

Eine App versorgt den Imker mit Informatio-
nen über die Verhältnisse im Bienenstock: Senso-
ren messen Temperatur, Luftfeuchtigkeit und das
Gewicht von Bienen und Waben.

Drei Kameras übertragen das Geschehen in-
nerhalb und ausserhalb des Stocks ins Internet.
„Das ist praktisch. Ich muss meine Bienen weniger

stören, um zu wissen, wie es ihnen geht“, sagt Ma-
caluso. Der Imker aus dem Emmental teilt sein
Hobby mit annähernd 20 000 Schweizerinnen
und Schweizern. 15 Bienenkästen hat der Infor-
matiker und Medienpädagoge an zehn Standor-
ten im Kanton Bern verteilt, entsprechend nütz-
lich ist das ortsunabhängige Monitoring.

DIE FASZINATION FÜR Bienen hat
Macaluso von seinem Grossvater geerbt,
dem er als Kind im Bienenhäuschen
über die Schulter schaute. Vor zehn
Jahren dann besuchte er einen Imkerkurs. An-
fangs habe er viele Fehler gemacht und immer
wieder Völker verloren, erzählt er. Erst mit der
Zeit habe er gelernt, was den Insekten gut bekom-
me und was nicht. „Die Technologie kann das Er-
fahrungswissen nicht ersetzen“, sagt Macaluso.
„Aber sie kann uns Imker unterstützen.“

Im Labor von Agroscope, dem Kompetenzz-
entrum des Bundes für landwirtschaftliche For-
schung, montiert Lukas Jeker mit Zahnzement



Der Bienenstaat kann der Smart City Vorbild sein. In der elektronisch vernetzten Stadt soll die Infrastruktur effizient und nachhaltig genutzt werden

einen Mikrochip auf den Rücken einer Honigbiene. „Man braucht viel Fingerspitzengefühl, damit die Flugmuskulatur nicht beeinträchtigt wird“, sagt der Bienenforscher. Jeker und sein Team untersuchen in Liebefeld die Wirkungen eines Pflanzenschutzmittels auf die Navigation und das Flugverhalten der Insekten. Die Forscher mischen dem Futter Thiamethoxam bei und messen daraufhin, wie viele Testbienen in den Bienenstock zurückkehren und wie lange sie für die Heimkehr brauchen. Erhoben wird die Rückkehrtrate mithilfe der kontaktlosen Kommunikationstechnik Radio Frequency Identification (RFID), die auch in Kreditkarten, in Warenlogistik- oder in Mautsystemen zum Einsatz kommt.

Nur 4,5 Milligramm wiegen die Mikrochips, mit denen Jeker die Bienen ausstattet. Für den Einsatz bei Insekten waren RFID-Chips lange zu schwer. Erst die Miniaturisierung der Technik in den letzten Jahren hat das Anwendungsspektrum erweitert. Bisher klebten die Bienenforscher den Tieren Nummern auf den Thorax oder markierten sie mit Farbcodes. Die Bewegungen der Testbienen mussten dabei manuell erfasst werden.

Dank der neuen Technologie werden die Daten nun automatisch erfasst, sobald ein Insekt das Le-segerät am Eingang zum Bienenstock passiert.

„Wir müssen die Bienen nicht mehr mit eigenen Augen beobachten“, sagt Jekers Forscherkollege Michael Eyer. „Zudem können wir sehr grosse Datensätze erheben und die Sammeltätigkeit über einen langen Zeitraum untersuchen.“ Ziel des Forschungsprojekts ist es, eine neue Methode für Tests von Pflanzenschutzmitteln zu entwickeln. Die ersten Erfahrungen mit der RFID-Technik sind vielversprechend. Eyer und Jeker sind zuversichtlich, dass sich die neue Methode in der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln etablieren kann.

GIORGIO MACALUSOS Sammelbienen waren fleissig. Ein Blick auf das Smartphone verrät: Der Bienenstock in Worbelaufen hat im Laufe der vergangenen Woche 157 Gramm zugelegt. Die Bienen haben also mehr Pollen und Nektar in den Stock gebracht, als sie Honigvorräte verbraucht haben.

Das ist zu dieser Jahreszeit nicht selbstverständlich. Denn im Hochsommer gibt es häufig Trachtlücken: Es mangelt an einem vielfältigen Angebot von Nektar und Pollen – ein Problem, das durch Monokulturen, die nur im Frühling und im Frühsommer blühen, noch verstärkt wird. Bisher schätzte Macaluso das Nahrungsangebot anhand von Beobachtungen der Flora ein, zudem las er die Monatsberichte in der „Schweizerischen Bienen-Zeitung“. Heute stehen ihm zusätzlich digitale Daten in Echtzeit zur Verfügung.

Bei einer plötzlichen Gewichtsabnahme würde die Waage des Bienenstocks Alarm schlagen. Es wäre dann eingetreten, was die meisten Imker vermeiden möchten: Das Bienenvolk schwärmt. Mit dem Anwachsen des Bienenvolks auf bis zu 50 000 Insekten steigt im Sommer die Wahrscheinlichkeit, dass sich das Volk teilt und sich so vermehrt. Wenn die Königin mit rund der Hälfte der Bienen das Weite sucht, vermindert sich die Honigproduktion.

Doch der Ertrag steht bei Macaluso, der jährlich rund 80 Kilogramm Honig erntet, nicht im Mittelpunkt. Er ist fasziniert von den Fähigkeiten

des staatenbildenden Insekts. Dank des vernetzten Bienenstocks kann der Imker sein Hobby neuerdings mit seiner Leidenschaft für IT verbinden.

MICHAEL EYER VON Agroscope begegnet vernetzten Bienenstöcken mit Skepsis: „Stockklima und Gewicht allein sagen wenig über den Gesundheitszustand eines Bienenvolks aus“, sagt der Bienenforscher. Ebenso wenig liesse sich damit abschätzen, ob ein Ausschwärmen anstehe. Zwar liefere eine Waage durchaus Indizien für Trachtlücken, die Routinetätigkeiten der Imker könne die Technologie aber vorerst nicht ersetzen. Um sich ein genaues Bild vom Zustand eines Volks zu machen, sei es weiterhin nötig, den Bienenkasten regelmässig zu öffnen.

Dennoch sieht Eyer in Sensoren grosses Potenzial, gerade auch für die Forschung. Die Technik ist beispielsweise hilfreich, um den Einfluss von Umwelteinflüssen auf Honigreifemechanismen zu erforschen: Während Sensoren das Stockklima messen, lässt sich mittels Computertomografie

Trotz digitalen Monitorings muss Imker Macaluso seine Bienenkästen in Worbelaufen regelmässig öffnen, um sich ein genaues Bild vom Zustand der Bienenvölker zu machen





die Zuckerkonzentration in den Wabenzellen bestimmen. Auch GPS-Antennen eröffnen neue Möglichkeiten. Laut Eyer können damit etwa freilebende Honigbienenstöcke lokalisiert werden.

So helfen moderne Technologien, Forschungslücken zu schliessen. Beispielsweise weiss man bisher wenig über die Schwarmintelligenz der Honigbienen. Wissenschaftler der Universität Graz untersuchen, wie es der Superorganismus im Bienenstock schafft, ohne zentrale Intelligenz die richtigen Entscheidungen zu treffen. Sie wollen die clevere Arbeitsteilung der Bienenstöcke verstehen lernen, um Algorithmen für künstliche Schwarmintelligenz zu entwickeln.

DIE BIENENGESUNDHEIT STEHT bei Agroscope im Mittelpunkt der Forschung. Ihre Versuche mit der RFID-Technik führte das Team mit elf weiteren Labors in Deutschland, Italien, Grossbritannien und Frankreich durch. Ende 2018 kommt der vierjährige Ringtest zum Abschluss. Erste Resultate zeigen: Das Pflanzenschutzmittel Thiamethoxam beeinträchtigt bei der höchsten Dosierung die

Die Agroscope-Wissenschaftler Michael Eyer (l.) und Lukas Jeker entwickeln eine neue Methode für die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln

Vernetzter Bienenkasten – ein Bienenstock am Swisscom-Hauptsitz in Worblaufen wird mit Kameras und Sensoren überwacht. Das Treiben der Insekten lässt sich im Internet verfolgen

Bienen in ihrer Orientierung oder Flugfähigkeit. Nur 60 Prozent der Bienen, die ein Nanogramm des Mittels zu sich nahmen, fanden zum Bienenstock zurück. „Diese Dosis entspricht dem Worst-Case-Szenario“, bemerkt Lukas Jeker. In der Praxis sei es unwahrscheinlich, dass eine Biene eine derart grosse Menge auf einmal zu sich nimmt. Ausgewählt wurde Thiamethoxam als Referenzprodukt für den Ringtest, weil negative Effekte auf die Rückkehrbereitschaft bereits belegt sind und die neue Testmethode somit wissenschaftlich validiert werden kann.

Die Anwendung des Mittels im Freien wird in der Schweiz denn auch ab 2019 verboten, um die Bienen zu schützen.

Pflanzenschutzmittel und die schwindende Biodiversität auf intensiv genutzten Feldern setzen der Honigbiene zu – aber auch die Varroamilbe. Die Bienenstöcke werden mit Oxal- und Ameisensäure behandelt; so haben Imker die Milbe, die in den 1980er Jahren aus Asien nach Europa eingewandert ist, besser in den Griff bekommen. Nach wie vor aber ist der Schädling mitverantwortlich dafür, dass in der Schweiz jeden Winter 10 bis 25 Prozent der Bienenstöcke verenden. Auch andere





Die Schwarmintelligenz des
Superorganismus Bienenstock gibt der
Forschung nach wie vor Rätsel auf

Immer den Fühlern nach:
Das Bienenvolk koordiniert
seine komplexen Aktivitäten
mithilfe von Botenstoffen,
den Pheromonen



Mit Fingerspitzengefühl und Zahnzement: Wissenschaftler statten im Labor von Agroscope in Liebefeld Bienen mit RFID-Chips aus

Moderne Technologien helfen, Forschungslücken zu schliessen

Krankheiten tragen zum Bienensterben bei, ebenso wie Mangelernährung und Fehlbehandlungen seitens der Imker. Trotzdem ist der Bestand hierzulande stabil, weil der Verlust der Völker durch Zucht kompensiert werden kann.

BIENEN SIND FÜR die Landwirtschaft unentbehrlich, da sie Nutzpflanzen wie Raps, Obst und Gemüse bestäuben. Den Wert der Bestäubungsleistung für die Schweizer Agrarwirtschaft schätzt Agroscope auf rund 350 Millionen Franken pro Jahr. Neben 180 000 Honigbienenvölkern tragen auch Wildbienen wie Hummeln einen wesentlichen Teil dazu bei – und das Bienensterben betrifft vor allem auch sie. Denn im Gegensatz zu den staatenbildenden Honigbienen sind die solitär lebenden Wildbienen anfälliger für negative Umwelteinflüsse. Viele der rund 600 Wildbienenarten in der Schweiz sind aus diesem Grund bedroht. „Genaue Zahlen fehlen, denn Wildbienen sind im Gegensatz zu Honigbienen noch kaum erforscht“, sagt Michael Eyer. Auch hier könnten Technologien wie RFID oder GPS der Wissenschaft neue Erkenntnisse liefern.

Giorgio Macaluso hat Post bekommen: Eine Plastikbox mit kleinen Löchern, aus denen haarige schwarze Beinchen ragen. Der Imker siedelt in Worblaufen ein neues Bienenvolk an: Er platziert im Bienenkasten drei Wabenrähmchen, öffnet die Plastikbox und schüttet das Volk in den Holzkasten. Dann verschliesst er den Deckel und giesst als Starthilfe Futtersirup in eine Schale. Die rund 15 000 Bienen finden sich im neuen Zuhause rasch zurecht.

Schon am nächsten Tag hat die Königin „gestiftet“: Sie hat Eier gelegt. Den Sommer über wird sie bis zu 2000 Stück pro Tag legen. Die tägliche Produktionsmenge übersteigt ihr eigenes Körpergewicht von 0,23 Gramm.

Das neue Bienenvolk ist das vierte am Swisscom-Hauptsitz, um das Macaluso sich kümmert. Der „Hausimker“ des Telekommunikationskonzerns hat mit seiner Begeisterung für Bienen viele in der Firma angesteckt. Er gibt Mitarbeitenden Imker-Schnupperkurse und baut mit ihnen Insektenhotels, die Wildbienen Nistplätze bieten. Um die Grünflächen der Firmenstandorte sinnvoll zu nutzen, hat Swisscom mittlerweile 20 Bienenvölker angesiedelt. Mit seinem Engagement für Bienen steht das Unternehmen nicht alleine da. Auch die Versicherung Mobiliar hat auf den Dächern ihrer Generalagenturen Bienenvölker einquartiert.



»Von den Bienen lernen
wir für die nachhaltigen Städte
der Zukunft«

STEFAN METZGER

Giorgio Macaluso (l.) und Stefan Metzger sind sich einig: wir Menschen können viel von Bienen lernen. Die beiden erhoffen sich vom vernetzten Bienenkasten in Worblaufen neue Erkenntnisse

Vermeintliches Gewusel: In Bienenvölkern ziehen sämtliche Individuen arbeitsteilig an einem Strang

Wie wichtig Bienen für unser Ökosystem sind, hat der Dokumentarfilm „More Than Honey“ des Schweizer Regisseurs Markus Imhoof 2012 gezeigt. Seither sind Honigbienen Botschafter für Nachhaltigkeit – und Imkern ist hip. Das Internet of Things (IoT) gibt der Biene neuen Rückenwind, denn vernetzte Bienenstöcke sind ein anschauliches Beispiel, um die Möglichkeiten der neuen Technologie zu demonstrieren: Auf der Website von Swisscom zeigen Livestreams und Klimadaten, wie es in Macaluso's Bienenstöcken in Worblaufen zugeht. Auch deutsche Konzerne wie Telekom und Audi setzen auf die Kombination von Bienen und IoT als Marketinginstrument.

STEFAN METZGER IST vom Superorganismus der Honigbienen ähnlich fasziniert wie Giorgio Macaluso. Der Maschinenbauingenieur und Betriebswissenschaftler ist neben einem Bienenstock aufgewachsen und leitet heute die Abteilung Smart City von Swisscom. Als er Macaluso kennenlernte, stellten die beiden fest, dass es in puncto Organisation des Zusammenlebens viele Parallelen zwischen Bienen und

Menschen gibt. Dabei seien Honigbienen in mancher Hinsicht weiter als wir: „Bienen haben eine Infrastruktur, die ihren Bedürfnissen angepasst ist. Unsere Städte haben das heute noch nicht“, sagt Metzger.

DER ABTEILUNGSLEITER SUCHT mit seinem Team nach Wegen, wie Städte und Agglomerationen bedürfnisgerechter gestaltet werden können. Ziel ist die Smart City: Eine vernetzte Stadt, in der die Infrastruktur effizient und nachhaltig genutzt wird. Raum für Neubauten gibt es in den Schweizer Städten kaum noch. Daher sei es notwendig, dass Gebäude multifunktional genutzt werden – ähnlich wie Bienenwaben, die je nach Bedürfnis als Brutplatz, Pollenlager oder Honigspeicher dienen.

Neben der Architektur der Bienenstöcke beeindruckt Metzger auch die Kommunikation der Bienenvölker. Honigbienen sprechen viele Sprachen: Sie kommunizieren per Austausch von Futter und tauschen sich mittels Tanzsprachen, Wabenvibrationen und Geruchsstoffen aus. Der Superorganismus ist deshalb stets gut über die Vorgänge im Bienenstaat informiert. Jedes Bienenvolk weiss



als Ganzes Bescheid über Futterquellen und Honigvorräte, die vorhandene Brut und den Gesundheitszustand der Königin.

DIE KOMMUNIKATION IM Bienenstaat dient auch als Vorbild für die Smart City: „Bienen kommunizieren zielgerichtet und nur so viel wie nötig“, sagt Metzger. Das Prinzip sei vergleichbar mit dem Low Power Network – jenem Netz, über das IoT-Geräte kommunizieren. Ziel sei es, die Datenmenge möglichst klein zu halten, um das Netz mit wenig Strom betreiben zu können.

Bei der Erforschung der Kommunikation der Bienenvölker könnten Geruchssensoren nützlich sein, die momentan in Entwicklung sind. Damit liesse sich mehr über die Botenstoffe herausfinden, mit deren Hilfe Bienen kommunizieren: die

80 Kilogramm Honig erntet Imker Giorgio Macaluso innerhalb eines Jahres. Den Großteil gibt er weiter an Freunde und Arbeitskollegen

Pheromone. Gleichzeitig liegt hier weiteres Potenzial für die digitale Überwachung von Bienenstöcken. Pheromone sind nämlich für das Bienenvolk ein Mittel, um Aktivitäten wie etwa das Schwärmen zu koordinieren. Somit könnten Sensoren Imkern künftig auch verraten, wann ein Volk einen Schwarm vorbereitet.

UND AUCH DAS Summen gibt Aufschluss über den Zustand eines Bienenvolks. „Jeder erfahrene Imker hört, wie es seinen Bienen geht“, sagt Giorgio Macaluso. Es gibt bereits erste smarte Geräte, die zusätzlich zu Stockklima und Gewicht auch den Klang des Bienenvolkes analysieren. Gut möglich also, dass Macaluso seinen Bienen in Worbläufen bald schon mal bequem von seinem Garten im Emental aus zuhören kann. 📻



IMPRESSUM SCHAUPLATZ SCHWEIZ • **REDAKTION:** multimedia@awp.ch, Thomas Peterhans • **VERLAG UND ANZEIGEN:** Marco Valà (guj.schweiz@guj.de), Telefon +41 44 269 70 70 • **ABOBESTELLUNG:** GEO Schweiz, Kundenservice DPV, D-20355 Hamburg, Telefon +49 40 55 55 78 09, abo-service@dpv.de, Abonnement Schweiz Fr. 150.–/Jahr • **LAYOUT:** VISUELLE EDITORIALDESIGN GMBH, Küsnacht • **DRUCK:** Kuncke Druck GmbH, Kornkamp 24, D-22926 Ahrensburg