



Dr. Thomas Preuss kann mit dem Computerprogramm BEEHAVE<sup>1</sup> verschiedene Szenarien in Bienenkolonien simulieren.

Auch die Lebensspanne der Sammlerbienen und wie weit diese fliegen, wie viel Pollen im Stock ist und wie viel Nektar am Tag konsumiert wird, erfährt der Biologe. „Und wir wissen am Ende auch, wie viel Honig sich ernten lässt, wie viele *Varroa*-Milben sich im Bienenstock aufhielten und wie viele der Parasiten Überträger eines Virus waren“, erklärt Dr. Preuss.

Viele der berechneten Aussagen, etwa wie sich die *Varroa*-Milben im Bienenstock verteilen und auf das Volk auswirken, haben sich bereits in ersten experimentellen Versuchen bestätigt. Das Modell berücksichtigt auch die Rolle des Imkers. „Denn dieser greift ja aktiv ein, entnimmt Honig, füttert Zuckerwasser, bekämpft Schädlinge und Krankheitsüberträger – und sichert so das Überleben der Kolonie“, sagt der Biologe.

## AUF EINEN BLICK

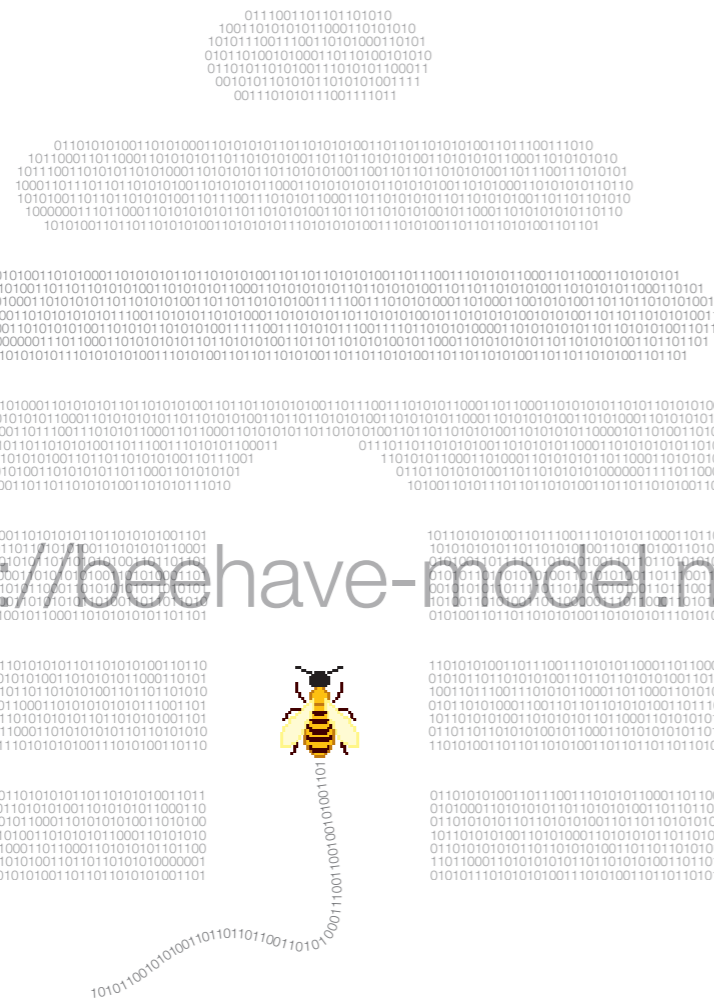
- // Die Europäische Lebensmittelbehörde hat Schutzziele für Honigbienen formuliert, nach denen der Einfluss von Pflanzenschutzmitteln umfassender bewertet werden soll.
- // Die Schutzziele und vor allem deren Übersetzung in regulatorische Prüfungsanforderungen werden von vielen Experten als überarbeitungsbedürftig betrachtet.
- // Bei der Definition realitätsnäherer Ziele können mathematische Modelle helfen. Mithilfe von Simulationsprogrammen wie BEEHAVE<sup>1</sup> lassen sich virtuelle Bienenkolonien erzeugen.
- // Das Modell berücksichtigt den Einfluss unterschiedlichster Faktoren – auch den *Varroa*-Befall, die Rolle des Imkers oder die Umweltbedingungen.
- // Anhand der Ergebnisse wollen die Forscher eine realistischere Abschätzung der potenziellen Effekte von Pflanzenschutzmitteln auf Bienenvölker vornehmen.

Es ist es mucksmäuschenstill – und dennoch herrscht emsiges Schwirren im Bienenstock. Denn für die Kolonie, die virtuell im Computer lebt, ist Hochsaison: Die Landschaft aus Bits und Bytes hält Nektar und Pollen im Überfluss bereit, die Honigproduktion läuft ideal und keine *Varroa*-Milben beeinträchtigen die Gesundheit der Bestäuber. So hat es Dr. Thomas Preuss geplant, als er die Rahmenbedingungen für seine virtuelle Bienenwelt festlegte. Der Biologe arbeitet bei Bayer im Bereich Environmental Modelling und hat bereits tausende virtuelle Kolonien – oder besser gesagt: die digitalen Modelle von Bienenstöcken – erschaffen, beobachtet und analysiert.

„Ähnlich wie bei einem Computerspiel können wir unterschiedliche Ausgangsbedingungen einstellen. Und das BEEHAVE<sup>1</sup> berechnet dann aufgrund wissenschaftlich fundierter Prozesse, wie sich diese auf die Kolonie auswirken“, erklärt Dr. Preuss.

Der Hintergrund: Die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit EFSA hat im Rahmen der Pflanzenschutzmittelregulierung Schutzziele für Honigbienen formuliert und deren Übersetzung in Prüfungsanforderungen vorgeschlagen. Zur Herleitung dieser Ziele lag zum Zeitpunkt ihrer Erarbeitung nur ein recht einfaches Modell vor. Nun gibt es ein verfeinertes und realitätsnäheres Modell, das von Wissenschaftlern der Exeter University in England, dem Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung in Deutschland und von Syngenta (Becher et al. 2014) entwickelt wurde. Auch Bayer ist an dieser Entwicklung sehr interessiert und engagiert sich, um die mögliche Auswirkung von Pflanzenschutzmitteln unter realistischen Freilandbedingungen mit Monitoring-Studien und dem BEEHAVE<sup>1</sup>-Modell zu untersuchen.

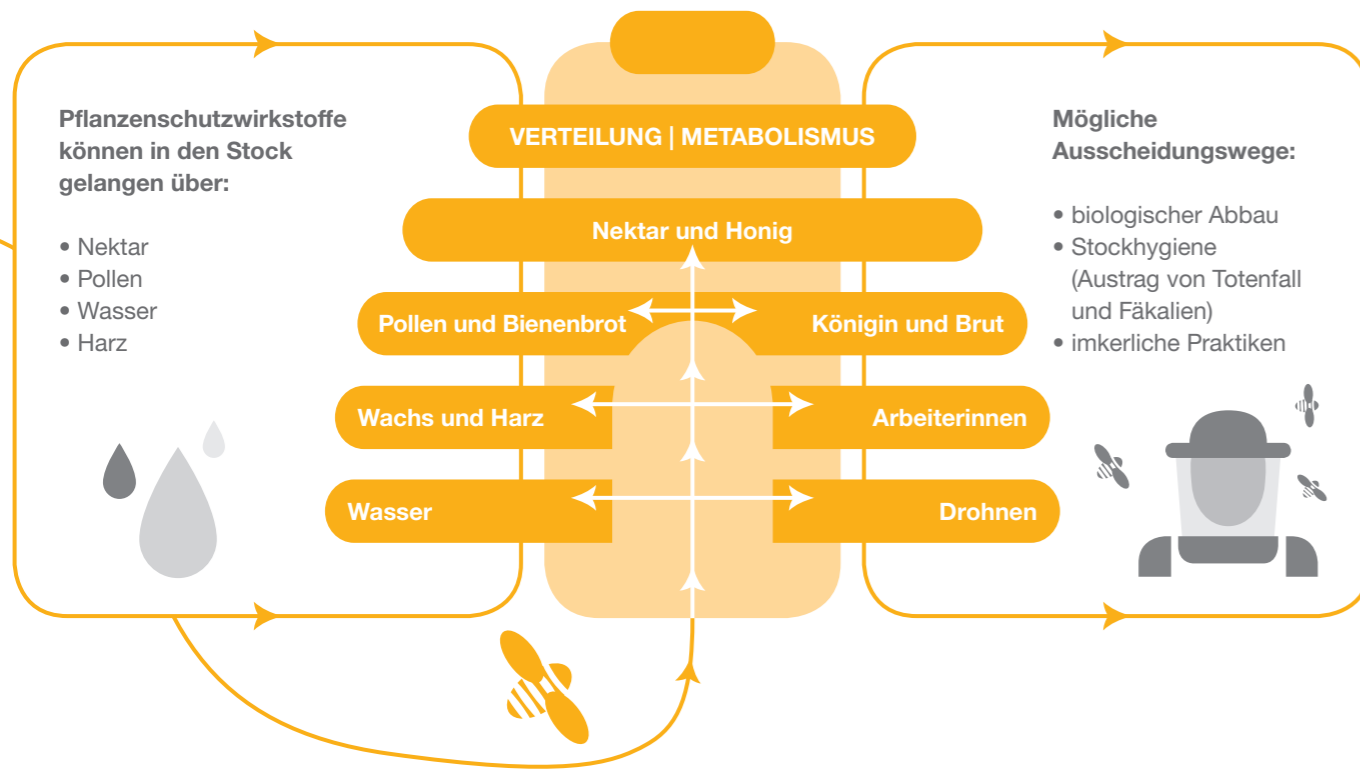
Manche Simulationen dauern ein paar Tage – je nach Komplexität und Ausgangsbedingungen. Doch oftmals kann Dr. Preuss bereits nach zehn Minuten abschätzen, wie sich sein virtueller Bienenstock in den nächsten Jahren entwickeln wird: BEEHAVE<sup>1</sup> weiß dann genau, wie viele männliche Drohnen im Volk leben, wie viele Eier die virtuelle Königin pro Tag legt oder wie viel Prozent der weiblichen Arbeiterinnen sich um die Brut kümmern.



MIT MATHEMATISCHEN MODELLEN ZU BIENENSCHONENDEM PFLANZENSCHUTZ

# DAS VIRTUELLE BIENENVOLK

Viele Faktoren beeinflussen den Zustand eines Bienenstocks. Mit dem Computerprogramm BEEHAVE<sup>1</sup> (Becher et al. 2014)<sup>1</sup> lassen sich unterschiedlichste Rahmenbedingungen einstellen – und ihre Auswirkungen auf die Kolonie simulieren. Bayer-Forscher hoffen, damit ein tieferes Verständnis der Faktoren, die die Bienengesundheit und die Entwicklung von Bienenkolonien beeinflussen, zu entwickeln.



Nährstoff-Mix und Menge beeinflussen die Stärke und das Wohlergehen der Bienenkolonie. Darüber hinaus können auch Rückstände von Pflanzenschutzmitteln in den Stock gelangen, die dann über verschiedene Mechanismen wieder ausgeschieden werden.

Das Programm BEEHAVE<sup>1</sup> (<http://beehave-model.net>) ist frei verfügbar und wird von Bienenforschern rund um den Globus immer weiter entwickelt. Auch Kerstin Hörig, Mitarbeiterin in Preuss' ehemaligem Team an der RWTH Aachen, lässt die virtuelle Bienenwelt im Rahmen ihrer Doktorarbeit immer realer werden. Der Fokus liegt hierbei darauf, wie sich Pflanzenschutzmittel auf die Kolonie auswirken. „Wir müssen Rückkopplungsmechanismen miteinbeziehen, die bei biologischen Systemen wie Bienenstöcken eine wichtige Rolle spielen“, erklärt Dr. Preuss.

„Viele Faktoren beeinflussen sich gegenseitig – wie etwa das Futterangebot und die Anfälligkeit des Bienenstocks für Krankheiten – und lassen sich mit Computermodellen optimal darstellen.“

Dabei gibt es auch Überraschungen: Während einer Simulationsstudie hatte Dr. Preuss an fünf aufeinanderfolgenden Tagen sämtliche Sammlerbienen virtuell nicht zurückkehren lassen – und trotzdem hielten sich die negativen Effekte auf die Kolonie in Grenzen. „Das lässt sich nur durch ein sehr vorteilhaftes Umfeld mit einem hochwertigen Nektar- und Pollenangebot erklären“, sagt der Biologe. „Das hält die Kolonie fit und belastbar. Sie kann Vorräte anlegen, die ihr dabei helfen, den Verlust auszugleichen.“

Derzeit werten die Forscher die gesammelten Datenmengen der Monitoring-Studien und Experimente aus, um die Biologie der Bienen besser zu verstehen und der Tiere in Zukunft noch besser zu schützen. Dazu müssen die Experten die relevanten Informationen aus den Messwerten herausfiltern, bewerten und ein Maßnahmenpaket entwickeln. „Wir wollen verstehen, wie sich Umwelteinflüsse auswirken, aber auch Empfehlungen geben können, wie sich negative Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf Bienenstöcke unter realistischen Bedingungen vermeiden lassen“, erklärt Dr. Preuss.

## FAZIT

Mit Simulationsprogrammen wie BEEHAVE<sup>1</sup> können Risiken für Bienenvölker durch verschiedenste Einflussfaktoren analysiert und in unterschiedlichen Szenarien bewertet werden. Auf dieser Basis lassen sich die Komplexität der Einflussfaktoren und ihr Zusammenwirken besser verstehen und somit die Bewertung von Umweltrisiken ergänzen und optimieren. Es gibt vergleichbare mathematische Modelle, um die Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln und Umweltfaktoren auch auf Organismen wie Wasserflöhe oder Mäuse zu untersuchen.

## NAHRUNG IN ZAHLEN



# 30

MILLIGRAMM NEKTAR  
PRO BIENE / AUSFLUG

**NEKTAR** dient Honigbienen als Kohlenhydrat- und Energiequelle. Seine Verfügbarkeit variiert je nach Jahreszeit und Wetter. Pro Ausflug transportieren Bienen etwa 30 Milligramm Nektar, den sie in ihrem Honigmagen befördern. Jedes Jahr sammelt ein Volk etwa 120 Kilogramm an Nektar und verarbeitet ihn zu Honig. Auf dieser Basis lassen sich die Komplexität der Einflussfaktoren und ihr Zusammenwirken besser verstehen und somit die Bewertung von Umweltrisiken ergänzen und optimieren.

# 120

KILOGRAMM NEKTAR  
PRO STOCK / JAHR

# 20 BIS 25

KILOGRAMM POLLEN  
PRO STOCK / JAHR

**POLLEN** dient den Insekten als Proteinquelle. Die Bienen transportieren ihn in ihren Pollensäcken an den Hinterbeinen. Die Arbeiterinnen tragen pro Jahr etwa 20 bis 25 Kilogramm Pollen zusammen, den sie zu Bienenbrot verarbeiten, um damit die Brut zu füttern. Pollenzuwachs und -konsum halten sich über das Jahr gesehen etwa die Waage, sodass der Vorrat meist stabil bei etwa einem Kilogramm liegt.

<sup>1</sup> Becher MA, Grimm V, Thorbek P, Horn J, Kennedy PJ, and Osborne JL, BEEHAVE: a systems model of honeybee colony dynamics and foraging to explore multifactorial causes of colony failure. J. Appl. Ecol., 51(2): 470-482 (2014). © The University of Exeter, Matthias Becher 2013