

DEUTSCHES Bienen

JOURNAL

Forum für Wissenschaft und Praxis

3/2022
30. JAHRGANG



Bienen gesund ernähren

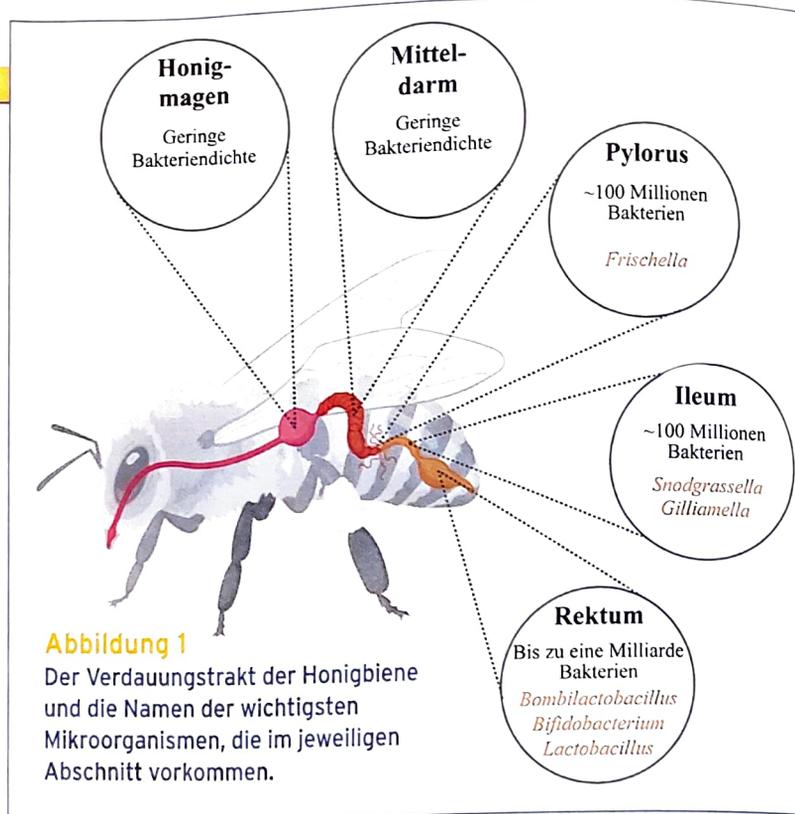


■ Pestizideinsatz in der EU ■ Notfütterung



Leben im Darm

Der Bienendarm beherbergt eine unsichtbare, aber gewaltige Ansammlung von Mikroben. Nach und nach deckt die Forschung auf, um welche es sich handelt, was genau sie tun und wie wir diese winzigen Helfer am besten unterstützen.



Wären Sie überrascht, wenn wir Ihnen sagen würden, dass die Hälfte der Zellen im menschlichen Körper nicht menschlich ist? Vielmehr handelt es sich um Mikroorganismen, die unseren Körper bewohnen. Aber seien Sie unbesorgt! Diese winzigen Mikroben haben schon immer in Symbiose mit uns gelebt, sich mit uns weiterentwickelt und uns in unserem täglichen Leben geholfen.

In den letzten Jahren haben Forscherinnen und Forscher eine ganz neue Welt in unserem Körper entdeckt: das Mikrobiom. Es umfasst eine Gemeinschaft von Bakterien, Viren und Pilzen und spielt eine wichtige Rolle für das reibungslose Funktionieren unseres Körpers. So ist das menschliche Darmmikrobiom normalerweise sehr nützlich – es hilft uns, die Nahrung zu verdauen, Vitamine zu produzieren und das Immunsystem zu regulieren. Doch der Mensch ist nicht die einzige Spezies, die von einem Mikrobiom profitiert: Auch viele Tiere verfügen darüber, und Honigbienen bilden hierbei keine Ausnahme.

Tatsächlich ist das Mikrobiom der Honigbiene erstaunlich robust, denn jede erwachsene Arbeiterin beherbergt über eine Milliarde mikrobieller Zellen. Den Großteil machen bei *Apis mellifera* neun Bakteriengruppen aus, die hauptsächlich im Hinterdarm leben (Ileum und Rektum; **Abb. 1**). Somit weist das Bienenmikrobiom im Vergleich zu typischen Mikrobiomen anderer Tierarten eine recht geringe Artenvielfalt auf. Diese Tatsache hilft allerdings, die Eigenschaften und Funktionen dieser Mikroorganismen sowie ihre Wechselwirkungen mit den Bienen schneller zu verstehen.

Schlupf ohne Darmbakterien

Die Beziehung zwischen Bienen und ihren Darmmikroben beginnt bereits unmittelbar nach dem Schlupf. Beim Füttern, der gegenseitigen Pflege und dem Reinigen der Zellen ermöglicht der Kontakt zwischen den frisch geschlüpften Arbeiterinnen, Ammenbienen und dem Wabenmaterial die fäkal-orale Übertragung von Darmmikroben. Auf diese Weise kann sich das Darmmikrobiom in einer frisch geschlüpften Arbeiterin innerhalb von vier bis sechs Tagen vollständig etablieren (**Abb. 2**). Bis dahin fehlen den Arbeiterinnen die Darm-

Keine Pflanzen im Bauch

Der Begriff „Darmflora“ ist heutzutage zwar noch gebräuchlich, aber im Grunde überholt. Er stammt aus der Zeit, als man Bakterien den Pflanzen zuordnete. Eine „Flora“, also eine Pflanzenwelt, lebt aber nicht im Darm.

bakterien – sie sind in dieser Hinsicht ebenso wie die Puppen „keimfrei“. Dieser Umstand ermöglicht es der Forschung, relativ einfach keimfreie Arbeiterinnen zu erhalten. Dazu werden die Puppen aus ihren Zellen entnommen und in sterilen Inkubatoren bis zum Schlupf aufgezogen. In vergleichenden Studien helfen solche keimfreien Bienen, die Rolle des Mikrobioms für die Bienengesundheit und -entwicklung zu untersuchen. So zeigte

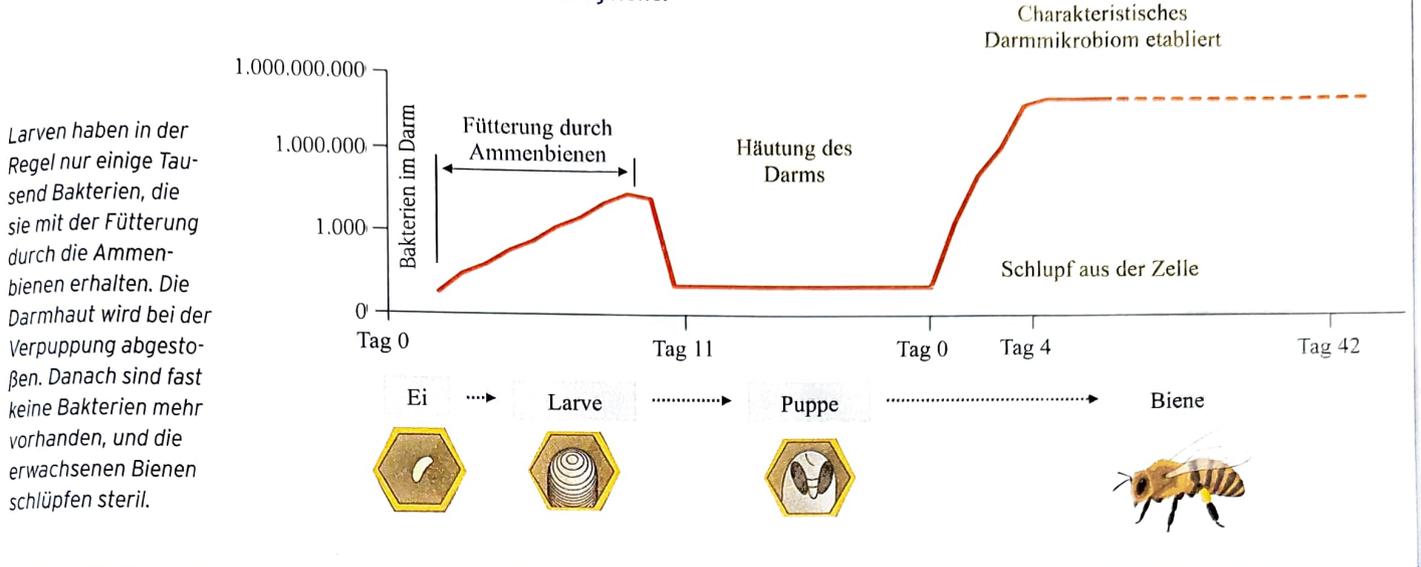
sich, dass Bienen ohne ein normal entwickeltes Mikrobiom anfälliger gegenüber bakteriellen Infektionen sind. Zudem weisen sie eine höhere Sterblichkeitsrate durch das Flügeldeformationsvirus auf und nehmen nach dem Schlüpfen langsamer an Gewicht zu.

Eine wichtige Rolle spielt das Bienenmikrobiom für die Verdauung. Während die Bienen die Einfachzucker, die im Nektar und Honig enthalten sind, leicht absorbieren können, fehlen ihnen Enzyme, um die zähen Polysaccharide abzubauen, aus denen die Pollenkörner bestehen. Hier helfen die Bakterien im Hinterdarm, besonders die Gilliamella- und Bifidobacterium-Arten (**Abb. 1**). Sie sondern Enzyme ab, welche die im Pollen enthaltene Hemizellulose und das Pektin verdauen. Dadurch werden Nährstoffe freigesetzt, die sonst für die Bienen unzugänglich blieben. Zu kurzkettigen Fettsäuren umgebaut, stellen sie gleichermaßen für Bakterien und Bienen eine reichhaltige Nahrungsquelle dar.

Darüber hinaus dient das Mikrobiom als Verteidigungsbarriere gegen fremde und potenziell krankmachende Bakterien. So wie verschiedene Tierarten im Dschungel um Nahrung und Lebensraum konkurrieren, tun dies auch die unterschiedlichen Mikroorganismen im Bienendarm. Dieser Wettbewerb kann von Vorteil sein, denn das Mikrobiom kann Krankheitserreger daran hindern, den Lebensraum Darm zu besiedeln und dessen Ressourcen zu verbrauchen. Darüber hinaus regt die bloße Anwesenheit der normalen Darmmikrobiota das Immunsystem der Bienen an, mehr antimikrobielle Peptide zu



Abbildung 2 Aufbau des Darmmikrobioms der Honigbiene.



produzieren. Diese Peptide sind Schlüsselkomponenten der angeborenen Immunität der Bienen und helfen ihnen, bakterielle Infektionen abzuwehren.

Störung im Darm

Angesichts dieser Vorteile ist man sich einig, dass ein gesundes Mikrobiom wichtig für die Bienengesundheit ist. Doch was passiert, wenn es gestört wird und bestimmte Arten verschwinden oder andere überhandnehmen? Gerät das Ökosystem der Mikroben aus dem Gleichgewicht, spricht man von einer „Dysbiose“. Die Faktoren, die eine solche Dysbiose verursachen können, sind noch nicht vollständig geklärt, da die Zusammensetzung des Darmmikrobioms auch mit der Jahreszeit sowie je nach Ernährung und Alter der Bienen schwankt. Ob es sich dabei immer um eine Dysbiose handelt, ist unklar und Gegenstand der Forschung.

Das Gleichgewicht des Mikrobioms kann offensichtlich durch den Einsatz von Antibiotika gestört werden. Diese töten Teile des normalen Darmmikrobioms direkt ab. Sowohl Feld- als auch Laborstudien mit den Antibiotika Tetracyclin und Tylosin zeigten, dass diese Wirkstoffe die Dichte und Vielfalt des Mikrobioms verringern. Die Auswirkungen einer Behandlung halten mindestens eine Woche lang an. Zudem verringerte in einem Versuch eine Antibiotika-Behandlung die Überlebensrate von Bienen, die experimentell mit pathogenen Bakterien belastet wurden. Diese Ergebnisse deuten stark da-

rauf hin, dass eine Antibiotika-Behandlung zu Dysbiose und erhöhter Sterblichkeit führen kann – entweder direkt oder durch eine Schwächung der Abwehrkräfte. Während der Einsatz von Antibiotika zur Behandlung von Faulbrut in der EU generell nicht erlaubt ist, ist er unter anderem in Nordamerika, China und Australien üblich.

Schließlich gibt es immer mehr Beweise dafür, dass auch Pestizide eine Dysbiose auslösen können. So hemmt das weit verbreitete Herbizid Glyphosat das Wachstum einiger Teile des Bienenmikrobioms, vor allem die *Snodgrassella*-Arten. Darüber hinaus erhöht es – ähnlich den Antibiotika – die Sterblichkeit von Bienen, die Krankheitserregern ausgesetzt sind. Eine weitere Studie zeigte, dass Oxalsäure die Bakterien im Honigmagen schädigt, während Versuche mit Neonicotinoiden zu unterschiedlichen Ergebnissen kamen: Sie zeigten sowohl Effekte als auch keine Auswirkungen auf das Mikrobiom der Bienen.

Zweifelhafte Probiotika

Wenn die Störung des normalen Mikrobioms der Bienengesundheit abträglich ist, stellt sich logischerweise die Frage, ob wir den Bienen beim Erhalt des Mikrobioms helfen können. Inzwischen vermarkten bereits viele Unternehmen Probiotika mit einzelnen Bakterienstämmen oder – häufiger – ganzen Cocktails aus angeblich nützlichen Mikroben. Sie behaupten, dass die Produkte die Abwehrkräfte der Bienen verbessern und im Kampf gegen *Nosema*, Faulbrut, Kalkbrut

und andere Krankheiten helfen würden. Allerdings gibt es in der seriös begutachteten wissenschaftlichen Literatur bislang nur wenige Belege für diese Aussagen. Tatsächlich enthalten die meisten kommerziellen Bienenprobiotika keine Bestandteile des normalen Bienenmikrobioms, und es fehlt der Nachweis, dass sich die zugefütterten Mikroben tatsächlich im Bienendarm ansiedeln und vermehren. Es ist noch viel Arbeit nötig, um den langfristigen Nutzen solcher Probiotika zu bewerten. Wir empfehlen Ihnen, auch zukünftig zunächst sorgfältig die Literatur zu prüfen und nach wissenschaftlichen Belegen zu suchen, bevor Sie Zeit und Geld für probiotische Behandlungen aufwenden.

Die letzten Jahre waren eine spannende Zeit in der Welt der Mikrobiom-Forschung. Wir beginnen zu verstehen, wie Mikroben das Leben vieler Tierarten, vom Menschen bis zu den Bienen, beeinflussen. So machen wir auch Fortschritte beim Verstehen von Krankheiten und der Verbesserung von Gesundheit und Wohlbefinden. Dazu müssen wir anerkennen, dass unsere mikrobiellen Partner eine wesentliche Rolle spielen. Wenn Sie das nächste Mal Ihren Bienenstock öffnen und die fleißigen Arbeitsbienen betrachten, denken Sie auch an die Milliarden unsichtbarer Mikroben. Sie arbeiten ebenfalls hart, um Ihr Bienenvolk gesund und produktiv zu halten!

Sara Azenha, Catarina Figueiredo,
Dr. Waldan Kwong

Instituto Gulbenkian de Ciência, Portugal

Übersetzung aus dem Englischen: Spie.