

Mögliche Bedeutungen des „Hobelns“ oder „Fegens“ durch die Honigbiene

Sigrun Mittl, Dipl.-Biol. - www.bienen-dialoge.de – August 2022

Einleitung

Schon lange beobachte ich wie Sie sicher auch ein Verhalten der Honigbienen, das als „Hobelns“ oder „Fegen“ bekannt ist. Gefühlt stundenlang bewegen sie ihren Kopf vor und zurück, während sie an einer Stelle verharren. Warum tun sie das? Manche sehen darin das Bedürfnis der Honigbienen, glatte Flächen um das Einflugloch herum zu schaffen. Diese Ansicht kann man haben. Eine Beobachtung hat mich darüber nachsinnen lassen, ob nicht ganz andere Gründe für dieses Verhalten vorliegen könnten und über diese möchte ich in diesem Artikel spekulieren: wenn ein Ast von einem Baum abbricht, beginnt ein vitaler Baum umgehend damit, diese Wunde zu schließen. Rund um solche Astabbrüche ist das Holz meistens sehr glatt, müsste also gar nicht „abgehobelt“ werden. Ich habe viele Studien gesucht, gefunden und durchdacht und stelle in diesem Artikel einfach mal meine Gedanken und Hypothesen in den Raum. Denken wir gemeinsam weiter – vielleicht haben Sie genauso Freude daran wie ich.

Wundholzbildung nach einer Verletzung

Ein Ast bricht ab oder ein Specht zimmert ein Loch in einen Baum. Für den Baum bedeutet das eine Wunde, die er schnellstmöglich schließen möchte, um das Eindringen von schädlichen Keimen zu verhindern. Was geschieht nun an den äußeren Rändern einer Verletzung? Das Wissen darüber könnte im Hinblick auf ein in allen Imkerkreisen bekanntes Verhalten aufschlussreich sein, nämlich das sogenannte „Hobelns“ der Honigbienen. Bis heute wird über den Sinn dieses Verhaltens spekuliert. Wenden wir uns daher zuerst sehr vereinfacht den Maßnahmen des Baumes zu, die er nach einer Verletzung am Wundrand in Gang setzt. Den meisten von uns sind die Wundholzringe rund um eine Astschnittwunde vertraut. Wird das Kambium verletzt, produziert es zusammen mit bestimmten Phloem- und Xylemzellen am Wundrand schon innerhalb weniger Tage in Richtung auf die Wunde zu ein Gewebe aus großen, nicht spezialisierten unverholzten Zellen, das als junger Kallus bezeichnet und als leichte Vorwölbung sichtbar wird. Einige Monate später hat sich dieses Gewebe über die Wundfläche geschoben und währenddessen auch seine Zellen spezialisiert und zum Teil verholzt, wodurch das sogenannte Wundholz entstanden ist. Dieses dehnt sich zu Wülsten oder Streifen oder auch flächig um die Wunde herum aus. Die Überwallungswülste zeigen von außen nach innen folgenden Aufbau: Wundperiderm, Wundphloem, Wundkambium und Wundxylem. Alle Zellen dieses Verbandes weisen verschiedenste Inhaltsstoffe auf, von Zuckern, Gerbstoffen bis hin zu sekundären Pflanzenstoffen wie Suberin und anderen, die antimikrobiell wirken. Auch ein Flächenkallus entwickelt sich ähnlich. (1) (2) (3) Eine Borke, die Rotbuche und Hainbuche gar nicht entwickeln, finden wir auf einem Wundholz für lange Zeit erst mal nicht. Sie bildet sich erst viele Jahre später.

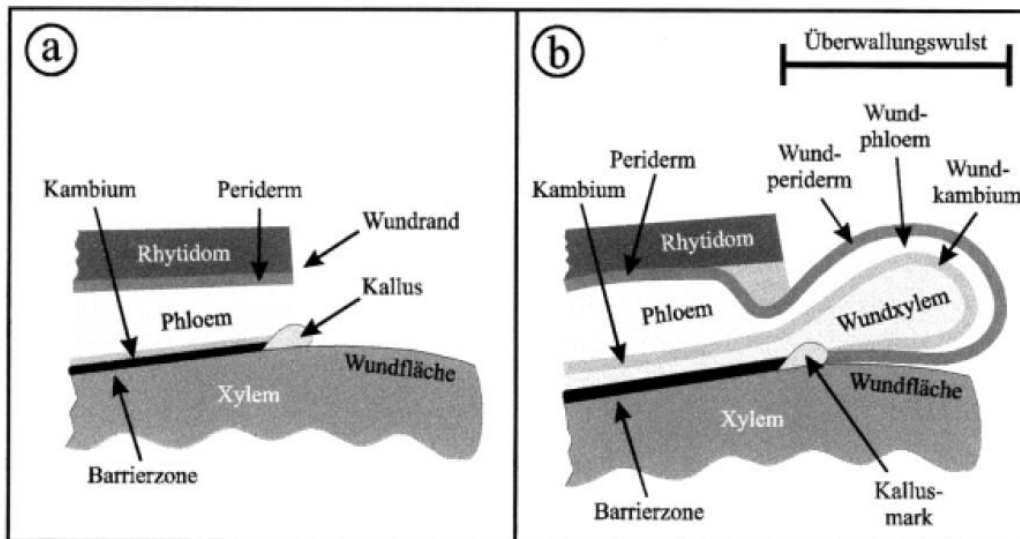


Abb 1: „Schematische Darstellung der Wundüberwallung (Queransicht). a: Frühes Stadium, Kallusbildung am verletzten Kambialbereich. b: Fortgeschrittenes Stadium, deutlicher Überwallungswulst mit charakteristischer Gewebezoonierung.“ (Grünwald et al_2002) (3) Rhytidom = Borke

Baumsäfte und Stoffe aus der äußeren Rinde als Medizin

Wenn ein Specht ein bereits überwalltes Astloch als Ausgangspunkt benutzt, um von dort aus eine Höhle zu zimmern, reagiert der Baum auch sofort wieder mit der Bildung eines Kallus. Jedes Mal, wenn ein großes Tier wie Specht, Dohle oder Baumrarder seine Krallen in das Wundholz schlägt, dürften die Inhaltsstoffe, also auch die sekundären Pflanzenstoffe, die in den Zellen produziert werden, aus diesen verletzten Zellen des Wundphloems und auch aus dem Baumsaft des Wundxylems austreten, falls auch dieses angeritzt wird. Das gleiche gilt natürlich für die glatte „normale“ Rinde von Buche und Hainbuche; auch hier liegen die Pflanzeninhaltsstoffe und -säfte des normalen Phloems und Xylems dicht unter der dünnen Korkhaut, die zusammen mit dem Abschlussgewebe aus Epidermis und der Cuticula die glatte äußerste Gewebeschicht des Baumes bilden. Das Xylem und damit der Baumsaft ist bei einem solchen Baum ohne Borke leicht zu erreichen.

Diese Baumsäfte sind pure Medizin. Neben den Zuckern, die sie aufweisen und sie dadurch quasi zu „Baumsaftnektar“ machen, enthalten sie viele Mineralien und sekundäre Pflanzenstoffe, die antibakteriell, antifungizid und antivirizid wirken. (4) (5) All diese Stoffe werden zum Teil vom Baum selbst gebildet, aber auch von für den Baum vorteilhaften Bakterien und Pilzen, die als sogenannte Endosymbionten in den Geweben zwischen den lebenden Pflanzenzellen im Baum leben und ihre Stoffwechselprodukte abgeben (6) (7) (8) und den Bakterien und Pilzen im Boden, die den Baum neben den Mineralien auch mit ihren Stoffwechselprodukten beliefern und damit ebenfalls einen zentralen Teil des natürlichen Immunsystems des Baumes darstellen. Der Baum als Drive-in-Apotheke und der Specht als der Barkeeper, der durch das sogenannte „Ringeln“ der Baumrinde diese Medizin nicht nur für sich selbst erschließt, sondern auch für alle Tiere einschließlich der Honigbienen, die daran trinken und neben Energie noch Medizin aufnehmen. (9)

Auch wir Menschen wussten schon immer um die medizinische Wirkung der Baumsäfte und Inhaltsstoffe in Xylem und Rinde. Noch heute pflegen Menschen Birkenwasser aus der Birke zu gewinnen. Wenn wir im zeitigen Frühjahr Birken anzapfen, dessen „Wasser“ als Pflanzenmedizin bekannt ist und Aminosäuren, Proteine, Mineralien, Enzyme, Antioxidantien und Vitamine enthält, zapfen wir direkt den Saft aus dem Xylem (Splintholz), den der Baum aus dem Boden in die Blätter transportiert, um die Photosynthese zu ermöglichen. Viele andere Baumarten wie Buche, Ahorn, Linde und Walnuss transportieren natürlich auch ähnlich gehaltvollen Baumsaft. (10)

Aber nicht nur die Baumsäfte sind Medizin, sondern auch die Rinde selbst. Da jeder unter dem Begriff „Rinde“ etwas anderes versteht, möchte ich an dieser Stelle die exakte Definition aufführen: Rinde umfasst alle Gewebe außerhalb des Kambiums (siehe Lage des Kambium in Abb. 1), also die innere Rinde mit Phloem, Korkrinde und Korkkambium und die äußere Rinde (= Borke oder Rhythidom) mit der glatten Korkhaut und der rauhen Korkkruste. Wir erkunden an dieser Stelle nicht das Phloem, das die Stoffwechselprodukte, die im Zuge der Photosynthese gebildet wurden, von den Blättern in die Wurzeln transportiert, sondern die äußere Rinde. Diese ist aus Zellen aufgebaut, die früher lebendig waren und in diesem Stadium sekundäre Pflanzenstoffe hergestellt haben. Nach dem Absterben dieser Zellen bleiben diese natürlich erhalten. Die äußere „Rinde“ gibt ihre sekundären Pflanzenstoffe entweder in löslicher Form ab, so dass sie mit Wasser zusammen aufgenommen werden können, in wasserunlöslicher Form oder als ätherische Stoffe in die Luft. Tiere können nur die wasserlöslichen Stoffe aufnehmen sowie die flüchtigen ätherischen Öle einatmen. Die fettlöslichen Stoffe müssten sie auf andere Weise aufnehmen. Diese Rinde ist reich an Extraktstoffen wie Chinin und Salicin, Suberin und Lignin, die alle antibakteriell, antifungizid und antiviral wirken; zudem gewinnen wir aus ihr Gerbstoffe, Harze, ätherische Öle, Polyphenole, Flavonoide und Fruchtsäuren, (11) die auch alle gegen Mikroben und Parasiten wirken.

Da das Darmmikrobiom von Mensch und Tier diese Stoffe nutzen kann, wird auch das Immunsystem aktiviert und gestärkt. Bekannt sind die medizinischen Eigenschaften der Rinde des Chinarindenbaum, des Neembaums und der Weide. Weniger bekannt ist, dass auch die Rinde viele Arten der Kiefer, auch unsere einheimische Waldkiefer *Pinus sylvestris*, neben den vielen ätherischen Ölen weitere hochwertige medizinische Heilstoffe aufweisen, die gegen viele Bakterien, Pilze, Viren und sogar einzellige Parasiten wie Kryptosporidien wirken. (12) (13) (14) (15) Denken wir daran, dass auch *Nosema* ein einzelliger Parasit ist und der Erreger der Amerikanischen Faulbrut ein Bakterium. Aber nicht nur die äußere Rinde von Nadelbäumen weisen antimikrobielle Stoffe auf: Auch für Laubbäume wie Rotbuche (*Fagus sylvatica*), Birke (*Betula pendula*), Erle (*Alnus glutinosa*), Eiche (*Quercus spec.*) und Pappel (*Populus nigra*) wurden diese in der äußeren Rinde nachgewiesen. (16) (17) (18) (19) Denken wir hier daran, dass alle diese Baumarten potentielle Baumhöhlen für Honigbienen bereitstellen, die von diesen auch angenommen und besiedelt werden. (20)

Ich vermute, dass ätherische Öle, aber auch einige weitere sekundäre Pflanzenmetabolite auf die Oberfläche der Borke abgegeben werden können – und vielleicht von Honigbienen aufgenommen werden könnten. Prof. Kim von der Universität Sungkyunkwan, der sich ausführlich mit der antimikrobiellen Aktivität von ätherischen Ölen beschäftigt hat (13), kann sich sehr gut vorstellen, dass meine Vermutung korrekt sein könnte. (Kim, per mail, 2022)

Aber nicht nur in der Rinde lassen sich viele medizinisch wirksame sekundären Pflanzenstoffe nachweisen. Auch auf der Rinde leben viele Bakterien, Pilze und Viren, die als Biofilm der Abwehr gegen Schädlinge des Baumes mit dem Baum in einer Art Symbiose leben. Dieser Biofilm aus diesen Mikroben enthält die Stoffwechselprodukte, die die Mikroben an die Umwelt abgeben.

Der Vorgang des „Hobelns“, „Fegens“ oder „Schaukelns“

Siefert et al. (2021) haben ein Video aufgenommen, das den Vorgang des „Hobelns“ sehr gut dokumentiert und liefern ihre Interpretation gleich mit: „Die mechanische Reinigung von Oberflächen innerhalb eines Bienenstocks ist auch als "Schaukelbewegung" bekannt, bei der die Mandibeln der Arbeiterinnen und die Tarsen ihrer Vorderbeine als Schaber eingesetzt werden. Die Arbeiterin fegt die Oberfläche mit schnellen, sich wiederholenden Bewegungen ihrer Vorderbeine und in Richtung ihrer Mundwerkzeugen, während sie sich langsam nach vorne lehnt. Danach nimmt sie schnell wieder ihre ursprüngliche Position ein, und der Vorgang wird mehrmals auf derselben Fläche wiederholt. Während dieser Vorwärtsneigebewegung verschiebt sich die Ausrichtung der Mandibeln von einer maximal hinteren zu einer vorderen Position.“ (21) Das Verhalten ist sowohl an der Stirnseite der Beute vor dem Flugloch wie auch innen auf Wänden, Waben und Rähmchen zu beobachten. (22) Man sieht in dem Video sehr deutlich die Haftlappen, die an allen 6 Beinen zwischen den 2 ausgefahrenen Krallen sitzen, mit deren Hilfe die Honigbienen sich an der Glaswand festhalten können. Diese Haftlappen stellen „das blindgeschlossene Endstück des handschuhfingerförmigen Beinschlauches“ dar, sind „zartwandige, flachgedrückte Säckchen und erhalten ihre Klebkraft durch ein von einer drüsigen Matrix dieser Läppchen gebildetes Sekret. (23) In neueren Studien wird dieser Haftlappen auch als Tarsaldrüse und das ölige, farblose Sekret als „Fußabdruck-Pheromon“ bezeichnet, das Honigbienen beim Laufen über Oberflächen auf diesen hinterlassen. Eine Unsicherheit besteht aber noch: die Tarsaldrüse weist keinen Ausgang auf, so dass ungeklärt ist, wie die Klebsubstanz abgegeben werden könnte. Die einen glauben, dass der Klebstoff durch festes Reiben der Drüse auf der Oberfläche herausgedrückt würde (24), andere Forscher sind der Meinung, dass das Pheromon an anderer Stelle im Körper hergestellt und über die Haftlappen nur verteilt wird. (25) Nachdem ich die Arbeit von Dr. Arnhart genau studiert habe, neige ich der ersten Erklärung zu.

Die Vorderbeine sollen nach Siefert et al. (2021) als Schaber dienen und die Oberfläche glätten. Wenn wir die Veröffentlichung von Dr. Arnhart sorgfältig durcharbeiten, könnte das Bewegungsmuster dieser Vorderbeine allerdings einen ganz anderen Grund haben. Arnhart hat sich mit dem Haftlappen beschäftigt, der zwischen den Krallen jedes Beines zu finden ist und den Mechanismus ausführlich dokumentiert, der es der Honigbiene ermöglicht, sich auf glatten Oberflächen sicher zu bewegen. Auf rauen Oberflächen finden die Krallen Halt; der Haftlappen entfaltet sich nicht. Erst auf glatten Oberflächen geschieht dies: „Finden diese [die Krallen] zufällig so nicht die nötige Stütze in einer Unebenheitsgrube, dann wird das Bein gehoben, gestreckt und wieder aufgeschlagen. Nützt das zu wiederholten Malen angewendet nichts, dann erst tritt ein Sehenzug auf, der die Krallen etwas beugt. Dieser Zug erreicht auf einer Fläche dann sein Maximum, wenn die Krallen „stürzen“ [Sie klappen ganz nach hinten um; Anm. d. V.]. (...) Das Tasten hat mit dem Stürzen sein Ende erreicht. Jetzt kommt der Haftapparat mit der Unterlage in Berührung und auch er entfaltet sich gleichzeitig und plötzlich. (...) Der geschilderte Vorgang arbeitet an jedem Bein gesondert von allen übrigen.“ (24)

Das Sekret, das in dem Endstück des Beinschlauches angesammelt ist, wird erst durch das mehrmals vergebliche Einschlagen der Krallen in die Unterlage in den Haftapparat gepumpt und dann durch das starke Beugen des Sehnenzuges in das Läppchen gepresst, wodurch dieses entfaltet wird. Während der Haftlappen auf die Unterlage drückt, tritt das Sekret durch bestimmte Läppchenhäute und durch Warzenhaare aus. (24) Dieser Mechanismus könnte doch die Bewegungen der Vorderbeine auch erklären und führt dann zu verschiedenen Vermutungen über den Sinn und Zweck dieses Verhaltens.

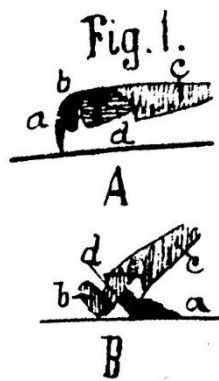


Abb. 2: „Krallenglied von der Seite. A beim Auflegen auf eine Unterlage; B im Augenblicke, in dem das Haftlappchen die Unterlage berührt. a Kralle, b Haftlappchen, c Krallenstamm, d Stiel des Haftapparates.“ Arnhart (1923) (24). In Zeichnung B sieht man das vollständige nach hinten Klappen, das „Stürzen“ der Kralle a

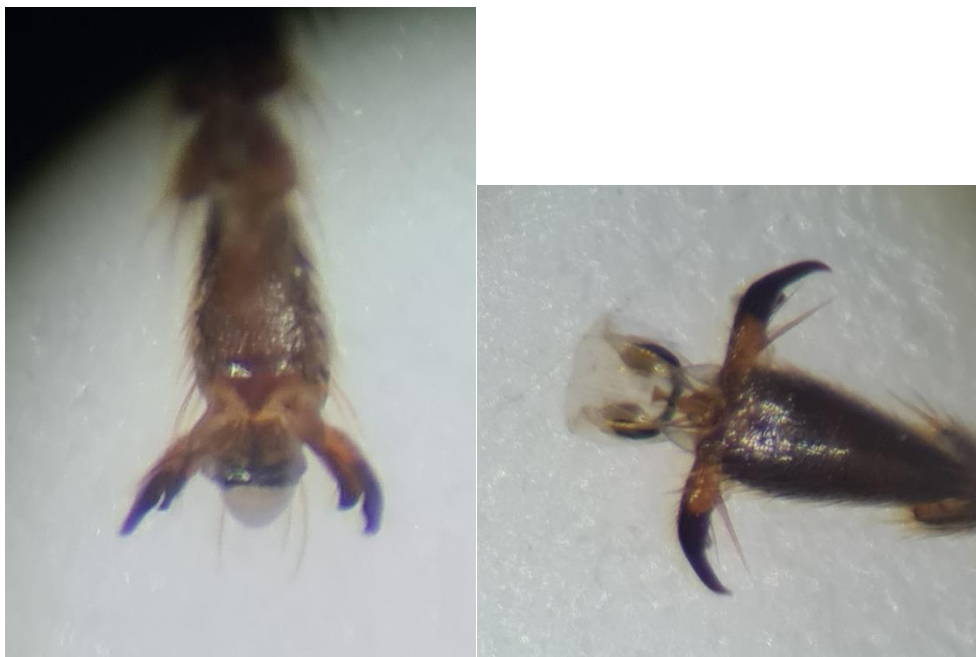


Abb. 3 a + b: Makroaufnahmen des ausgestülpten Haftlappens bei der Honigbiene *Apis mellifera*. Photos: © Roland Sachs, 2022

Über den Zweck des Hobelns

Bis heute ist nicht klar, welchen Zweck dieses Verhalten verfolgt. Die Forscher neigen verschiedenen Hypothesen zu und eine eindeutige Antwort ist noch immer nicht in Sicht. Ich möchte zuerst die bisherigen Hypothesen vorstellen und im Anschluss meine eigenen Hypothesen zur Diskussion stellen.

Mehring (1866), der Erfinder der Mittelwandpresse, hat eine frisch eingesetzte Glasscheibe mit einer dünnen durchsichtigen Schicht überzogen gefunden, nachdem die Bienen dort gehobelt hatten. Da

nach seiner Beobachtung die Honigbienen ihre Mundteile dabei die ganze Zeit vor und zurück bewegen, folgerte er, dass eine dünnflüssige Substanz aus diesen ausfließen müsse. (26)

Kleine (1866) weist diese Theorie mit der Begründung zurück, dass die Honigbienen kein Organe an den Mundteilen besäßen, welche eine Wachsabsonderung ermöglichten. Für ihn ist das Verhalten Ausdruck der Vorliebe der Honigbienen für glatte Oberflächen. Sie hobeln einfach nur Unebenheiten weg. (27)

Morgenthaler (1931), der Mehring sehr schätzte, stützte dessen Hypothese und verweist zur Begründung auf eine Beobachtung von Dr. Philipp, für den es sich bei der hauchfeinen gelben Schicht nicht, wie früher gedacht, um Kittharz handele, sondern um eine besondere Substanz, die er „Pollenbalsam“ nannte. (28) Es solle sich dabei um ein Nebenprodukt der Pollenverdauung handeln: Der Harzüberzug der Pollenkörner sei für die Zubereitung des Futtersaftes unbrauchbar, würde wieder ausgeschieden und mit Hilfe der Zunge auf die Oberflächen aufgetragen. Allerdings geht er auf das „Hobeln“ in diesem Zusammenhang nicht ein. (22)

Mehring's Wachs wäre also vielleicht die aus dem Pollen extrahierte ölige wasserabweisende Flüssigkeit, die u.a. Flavonoide, Fettsäuren und Carotinoide enthält und die Pollenaussenhaut umgibt. Sie dient unter anderem als Klebstoff oder Pollenkitt, durch den die Pollen u.a. am Bestäuber hängenbleiben. Eine weitere wesentliche Eigenschaft dieser Substanz besteht wahrscheinlich in seiner Wirkung gegen Viren, Bakterien und Pilzen. (29)

Förster (1970) allerdings konnte einen öligen Balsam ausschließlich in der Kotblase feststellen, nicht aber im Darm oder dem Honigmagen. (30)

Alfonsus (1932) schildert seine eigenen Beobachtungen: Die Vorderkiefer berühren die Oberfläche und öffnen und schließen sich in schnellem Rhythmus. Die Spitzen der Antennen berühren ebenfalls die Oberfläche. Die beiden Vorderbeine bewegen sich zu den Kiefern hin und von ihnen weg. Der Rüssel war in keiner Weise an dieser Aktion beteiligt. Unterbrochen wurden die Bewegungen durch das Reinigen von Kopf, Antennen und Vorderbeinen. Alfonsus fand zwar eine ölige Flüssigkeit im Honigmagen, aber nur in sehr geringen Mengen. Für ihn war klar, dass die Bienen gezielt Oberflächen von Verunreinigungen, einschließlich Flechten und Moosen säubern. (31)

Seeley & Morse (1976) könnten sich als Zweck dieses Phänomens der geglätteten Wandbereiche rund um das Flugloch eine verbesserte Überwachung der Nestverteidigung und einen reibungsloseren Flugbetrieb am Nesteingang vorstellen. (32)

Neuere Forschungen befassen sich in diesem Zusammenhang mit der klebrigen Substanz aus dem Haftlappen. Taulman (2017) hat wie Seeley & Morse wild lebende Honigbienen dabei beobachtet, wie sie die Rinde rund um das Flugloch so bearbeiten, dass diese glatt wird und im Vergleich mit der umgebenden Rinde eine andere Farbe aufweist, mal weiß, wie bei Gosse (1844) beobachtet (33), mal violett getönt. Doch glaubt er, dass eine Säuberung viel schneller bewerkstelligt wäre und das Verhalten demnach noch einem anderen Zweck dienen müsse, nämlich dem Auftragen der öligen Substanz auf die Rinde des Eingangsbereiches mittels der Tarsaldrüse. Er schlägt vor, dass „eine Hauptfunktion des Hobelns darin besteht, den zurückkehrenden Sammlerinnen beim Auffinden des Nesteingangs zu helfen, und zwar durch die Anwendung von Pheromonen, die von den Tarsal- und Nasonov-Drüsen der Arbeiterinnen abgegeben werden, und dass die senkrechte Kopfhaltung der Bienen zur Verbreitung des flüchtigen Nasonov-Pheromons beitragen kann.“ (34)



Abb. 4 a + b: Einflugloch in eine natürliche Baumhöhle in einer abgestorbenen Eiche, die von wildlebenden Honigbienen bewohnt wird. Die Oberfläche des Wundholzes rund um das Flugloch wird von den Honigbienen „gehobelt“ (linkes Bild). Man beachte, dass das Wundholz grundsätzlich glatt und meist ohne Borke ist. Das gehobelte Wundholz zeigt danach ein glattes, wachsartiges oder öliges Aussehen mit einem Farbton, der auf der umgebenden, unbehandelten Rinde nicht zu beobachten ist; dies könnte auf eine Substanz hindeuten, die von den Honigbienen während des „Hobelns“ auf das Wundholz aufgebracht wurde (rechtes Bild). Photos: © Jim Taulman 2016 (34)

Wenn wir uns ein Flugloch in einer natürlichen Baumhöhle vorstellen, fällt schon auf, wie zielgerichtet viele zurückkehrende Sammlerinnen direkt in die Höhle hineinfliegen.



Abb. 5: Zurückkehrende Sammlerin fliegt zielstrebig in die Baumhöhle hinein, ohne vorher außerhalb des Fluglochs zu landen. Photo: © Wolfgang Schwarz 2020

Meine Hypothesen zum Thema „Zweck des Hobelns“

Abb. 4 zeigt sehr deutlich, dass um das Flugloch herum noch keine Borke ausgebildet ist, sondern Wundholz, mit welchem der Baum die Wunde, die das Einflugloch darstellt, schließen möchte. Wundholz wird vom Kambium gebildet (siehe oben) und weist für längere Zeit keinerlei abgestorbenes Material auf, ist also glatt. Von daher ist das Glätten auf Wundholz völlig unnötig. Ich konnte leider

bisher noch nicht beobachten, ob Honigbienen auch an der rissigen rauhen Borke hobeln und diese dabei auch abnagen. Das müssten sie aber tun, um das Ziel zu erreichen, die Rinde um das Einflugloch herum zu glätten. So wirkt es aber nicht, wenn man die kräftigen Vorderkiefer (Mandibeln) bei ihrer Arbeit beobachtet.

Hypothese 1:

Fluglöcher führen entweder in Faul- oder Spechthöhlen hinein und stellen für den Baum Wunden dar, die er sofort zu schließen beginnt. Honigbienen und andere Höhlenbewohner möchten nicht, dass der Zugang zu ihrer Baumhöhle durch den Baum verschlossen wird. Wobei es gerade für Honigbienen von Vorteil ist, wenn Einfluglöcher so schmal wie möglich sind, weil dadurch Fressfeinde wie der Specht oder Konkurrenten für ihre Wohnung nicht mehr hindurchpassen. Von daher ist es eher unwahrscheinlich, dass Honigbienen eine Substanz rund um das Flugloch herum ausbringen, um die Wundholzbildung zu verhindern.

Hypothese 2:

Eine Wunde im Holz wird sofort von Bakterien und nicht-holzzersetzende Pilzen besiedelt. Viele dieser Mikroorganismen stellen wichtige Enzyme und andere Stoffe her, die den Baum vor der Besiedelung von holzzersetzenden Pilzen schützen können. Sie bilden einen Biofilm auf dem verletzten Holz so wie unsere Haut auch von einem schützenden Biofilm von Milliarden von Bakterien und anderen Mikroorganismen besiedelt wird. (35) Auch Flechten und Moose siedeln sich mit der Zeit auf dem Wundholz an. Flechten bestehen aus der Gemeinschaft von Algen und Pilzen. Die Algen liefern dem Pilz Nährstoffe, die sie aus der Photosynthese gewinnen. Im Gegenzug versorgen die Pilze die Algen mit Wasser und Nährsalzen, die sie aus der Mineralisierung des Untergrundes gewinnen. Sie bilden aber auch antibakterielle und andere Substanzen, die beide vor Erregern schützen.

Einige Schneckenarten fressen diese Flechten, speichern sie und geben sie sogar ihren Nachkommen weiter – und schützen sich so wiederum vor Fressfeinden, z.B. gegen räuberische Vögel. Es wird vermutet, dass einige Insekten ebenfalls Flechten aus diesen Gründen fressen. (36) Wir wissen ja, dass Spechte leidenschaftlich gern Eiweiß fressen und neben Ameisenlarven auch Bienenlarven nicht verschmähen. (9)

Neuere Forschung zeigt, dass Flechten eigentlich keine Gemeinschaft von Algen und Pilzen darstellen, sondern eine Gemeinschaft von Algen, Pilzen und jeder Menge nützlicher Bakterien und anderer Pilze. Diese produzieren nicht nur antimikrobielle Stoffe, die wiederum die Pilze und Algen vor Krankheitserregern schützen können, sondern helfen auch mit, dass sich die Wirte schneller an sich verändernde Umweltbedingungen anpassen können, (37) (38) wie dies übrigens auch für das Darmmikrobiom des Menschen gilt. (35) Moose werden gerade erst im Hinblick auf mögliche medizinische Inhaltsstoffe untersucht. Es zeichnet sich aber schon ab, dass ihr Arsenal an Abwehrstoffen gegen Viren, Bakterien, Pilze, Milben und Weichtiere absolut unerreicht ist. (39) (40)

Das Mikrobiom der Honigbienen wird von einer reichhaltigen Bakterien-, Viren- und Pilzgemeinschaft gebildet, ohne die die Honigbienen wie übrigens auch wir Menschen (35) nicht überleben könnten. Und nicht nur das. Dieses darmbewohnende Mikrobiom trägt in entscheidendem Maße zur „Ernährung, zum Schutz vor Parasiten und Krankheitserregern, zur Modulation von Immunreaktionen

und zur Kommunikation“ bei. (41) Auch die Gesundheit der Honigbienenlarven hängt direkt von einer artenreichen Darmflora der Ammenbienen ab, die diese direkt an die Larven weitergeben. Die meisten der Darmflora-Mikroben werden aus der Umwelt aufgenommen.

Könnte es sein, dass das „Hobeln“ a) der Aufnahme von antimikrobiellen Stoffen dient, die Krankheitserreger bekämpfen können und b) der Aufnahme der das Wundholz und die Moose und Flechten besiedelnden Bakterien und Pilze dient, um das körpereigene Mikrobiom zu stärken und ein artenreiches Mikrobiom an die Nachkommen weitergeben zu können?

Hypothese 3:

Die Honigbienen verteilen eine ölige Substanz, sei es aus den Tarsaldrüsen oder aus anderen Drüsen, um sich darauf einen Pilz- und Bakteriengarten zu halten wie es auch von Ameisen und Termiten bekannt ist? (42) Diesen „grasen“, also „hobel“ sie immer wieder ab, um ihr Immunsystem durch die Aufnahme der Mikroben zu stärken? Sie schaffen sich einen eigenen Biofilm auf dem Wundholz, wie ihn der Baum selbst auch an Wurzeln, Blättern und der Rinde mithilfe von Pilzen und Bakterien aufbaut, um sich vor Krankheitserregern zu schützen? (43) (44) (45) (46)

Hypothese 4:

A. Klemm, ein junger Bienenforscher hat wiederholt eine interessante Beobachtung gemacht: Kurz bevor ein Schwarm auszieht, hobeln bis zu 30 Honigbienen und fliegen kurz darauf mit dem Schwarm zusammen aus. Danach übernehmen andere Honigbienen und sterzeln. Das Sterzeln könnte den Honigbienen den Weg zurück in den Stock weisen, wenn die Königin beim Schwärmen entweder verlorengegangen oder zu schwach ist. Klemm hat häufiger beobachtet, dass der Schwarm binnen Minuten wieder umdreht, wenn die Königin zu schwach war und nicht mitfliegen konnte. (mündl. Mitteilung, 2022) Es könnte doch sein, dass die Hoblerinnen durch das Auftragen des Duftstoffes außen wie vielleicht auch innerhalb der Beute ein starkes Signal für den baldigen Aufbruch des Schwarms geben? A. Klemm hat noch eine weitere Beobachtung gemacht, deren Bedeutungszusammenhang noch weiter erforscht werden muss: nachdem er in einem Volk eine Weiselzelle gebrochen hatte, um ein weiselloses Volk zu beweisen, hatten an die 100 Honigbienen oberhalb des Flugloches gehobelt, bevor ein Schwarm auszog. Vielleicht ist das übermäßige Hobeln ein Stresssignal für das Volk, einen Schwarm jetzt dringend loszuschicken, bevor dem zurückbleibenden Tochtervolk keine Schwarmzelle mehr bleibt.

Fazit

Es könnte doch noch einige andere Gründe für das Verhalten der Honigbienen geben zu „hobel“ als einfach nur eine Fläche zu glätten. Ich bin gespannt, was Sie dazu sagen und freue mich über einen interessanten Austausch.

Literaturverzeichnis

1. **Shigo, Alex.** *Baumschnitt - Leitfaden für fachgerechte Baumpflege*. Kenzingen : subtilia-Verlag, 2015.
2. **Frankenstein, Claus.** *Strukturelle und topochemische Untersuchungen zu Wundreaktion und Kallusbildung von Pappel (Populus tremula L. X Populus tremuloides Michx., Salicaceae)*. Hamburg : Dissertation an der Fakultät für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften der Universität Hamburg, 2006.
3. **Grünwald, C., Stobbe, H. und Schmitt, U.** Entwicklungstufen der seitlichen Wundüberwallung von Laubgehölzen. *Forstwissenschaftliches Centralblatt vereinigt mit Tharandter forstliches Jahrbuch* 121 (2). 2002, S. 50-58.
4. **Bilek, M., et al.** Mineral content of tree sap from the Subcarpathian region. *Journal of Elementology* 21 (3). 2016, S. 669-679.
5. **Norocel, L. und Pădureț, S.** Evaluation of Birch sap (Betula pendula) quality during storage. *Scientific Study and Research: Chemistry and Chemical Engineering* 21 (2). 2020, S. 217-226.
6. **Staniek, A., Woerdenbag, H.J. und Kayser, O.** Endophytes: exploiting biodiversity for the improvement of natural product-based drug discovery. *Journal of Plant Interactions* 3 (2). 2008, S. 75-93.
7. **Strobel, G.A.** Rainforest endophytes and bioactive products. *Critical Reviews in Biotechnology* 22 (4). 2002, S. 315-333.
8. **Guo, B., et al.** Bioactive natural products from endophytes: A review. *Applied Biochemistry and Microbiology* 44. 2008, S. 136-142.
9. **Mittl, Sigrun.** Ein bisher kaum beachteter Mosaikstein im Ökosystem Wald: Die wild lebende Honigbiene Apis mellifera und die Rolle von Spechten und Pilzen für ihr Überleben. <https://bienen-dialoge.de>. 2019, S. 33.
10. **Ahtonen, S. und Kallio, H.** Identification and seasonal variations of amino acids in Birch sap used for syrup production. *Food Chemistry* 33. 1989, S. 125-132.
11. **Kupferschmid, A.** Teil 4: Rindenkunde und Rindenverwertung. [Buchverf.] S. Baum, et al. *Holzkunde II*. Zürich : ETH Zürich - Department Forstwissenschaften, 2001.
12. **Rohdewald, P.** A review of the French maritime pine bark extract (Pycnogenol), a herbal medication with a diverse clinical pharmacology. *International Journal of Clinical Pharmacology and Therapeutics* 40 (4). 2002, S. 158-168.
13. **Ghaffari, T., et al.** Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils from the aerial parts of Pinus eldarica grown in Northwestern Iran. *Molecules* 24 (17): 3203. S. 11.
14. **Judzentiene, A. und Kupcinskiene, E.** Chemical composition on essential oils from needles of Pinus sylvestris L. grown in Northern Lithuania. *Journal of Essential Oil Research* 20 (1). 2008, S. 26-29.
15. **Blomstrand, B.M., et al.** Extracts of pine bark (Pinus sylvestris) inhibit Cryptosporidium parvum growth in cell culture. *Parasitology Research* 120 (8). 2021, S. 2919-2927.

16. **Emrich, S., et al.** Antimicrobial activity and wound-healing capacity of Birch, Beech and Larch bark extracts. *Molecules* 27 (9): 2817. 2022, S. 15.
17. **Zhang, B., et al.** A review of polyphenolics in Oak Woods. *International Journal of Molecular Sciences* 16 (4). 2015, S. 6978–7014.
18. **Lauberts, M. und Pals, M.** Antioxidant activity of different extracts from Black Alder (*Alnus glutinosa*) bark with greener extraction alternative. *Plants* 10 (11): 2531. 2021, S. 14.
19. **Movahedi, A., et al.** Plant secondary metabolites with an overview of Populus. *International Journal of Molecular Sciences* 22 (13): 6890. 2021, S. 14.
20. **Mittl, Sigrun.** *Nachhaltig imkern mit gesunden Honigbienen - Aus Vergangenheit und Gegenwart für die Zukunft lernen.* Bern : Haupt Verlag, 2021.
21. **Siefert, P., Buling, N. und Grünewald, B.** Honey bee behaviours within the hive: Insights from long-term video analysis. *PLoS ONE* 16 (3): e0247323. 2021.
22. **Morgenthaler, O.** Das "Hobeln" der Bienen. *Schweizerische Bienenzeitung Volume LIV.* 1931, S. 210-214.
23. **Zander, Enoch.** *Der Bau der Biene - Handbuch der Bienenkunde in Einzeldarstellungen Band III.* Stuttgart/ z.Z. Ludwigsburg : Ulmer Verlag, 1951 - 4. verbesserte Auflage.
24. **Arnhart, L.** Das Krallenglied der Honigbiene. *Archiv für Bienenkunde* 5 (1/3). 1923, S. 37-87.
25. **Collins, C. 2015. A closer look: Tarsal.** *A closer look: Tarsal glands/footprint pheromone.* s.l. : Bee Culture: The magazine of American beekeeping, 2015.
26. **Mehring, J.** Kleiner Beitrag über das Schaukeln und Hobeln der Bienen. *Eichstädter Bienenzeitung* 22 (14). 1866, S. 164.
27. **Kleine, G.** Verschiedene Gegenbemerkungen. *Eichstädter Bienenzeitung* 22 (19). 1866, S. 210-213.
28. **Philipp, P.W.** Das Kittharz, seine Herkunft und Verwendung im Bienenhaushalt. *Biol. Zentralbl.,* 48, 1928, 705—714. 1928, S. 705-714.
29. **Pacini, E. und Hesse, M.** Pollenkitt - its composition, forms and functions. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* 200 (5). 2005, S. 399-415.
30. **Förster, G.** Zur Herkunft des Kittharzes der Honigbiene (*Apis mellifera* L.). *Entomologische Nachrichten* 1970/1. 1970, S. 4-9.
31. **Alfonsus, Erwin C.** The rocking movements of bees. *Journal of Economic Entomology* 25. 1932, S. 815-820.
32. **Seeley, T.D. und Morse, R.** The nest of the honey bee (*Apis mellifera* L.). *Insectes Sociaux* 23 (4). 1976, S. 495-512.
33. **Gosse, P.H.** Description of a bee-tree. *Zoologist* 2. 1844, S. 607-609.
34. **Taulman, J.F.** Washboarding in feral honey bees, *Apis mellifera*: Observations at natural hives. *Transactions of the Kansas Academy of Science* 120 (1-2). 2017, S. 31-38.

35. **Bosch, Thomas C.G.** *Der Mensch als Holobiont*. Kiel : Ludwig Verlag, 2017.
36. **Hesbacher, S., et al.** Sequestration of lichen compounds by three species of terrestrial snails. *Journal of Chemical Ecology* 21. 1995, S. 233-246.
37. **Sierra, M.A., et al.** The Microbiomes of seven Lichen genera reveal host specificity, a reduced core community and potential as source of antimicrobials. *Frontiers in Microbiology* 11, Article 398. 2020.
38. **Cernava, T., et al.** Deciphering functional diversification within the lichen microbiota by meta-omics. *Microbiome* 5, Artikel 82. 2017.
39. **Wolski, G.J., et al.** Cytotoxicity, antimicrobial and antioxidant activities of mosses obtained from open habitats. *PLoS ONE* 16 (9): e0257479. 2021.
40. **Frahm, J.P. und Dehne, H.W.** Bioactivity of bryophyte extracts against *Botrytis cinerea*, *Alternaria solani* and *Phytophthora infestans*. *Journal of Applied Botany and Food Quality* 79. 2005, S. 89-93.
41. **Engel, P. und Moran, N.A.** The gut microbiota of insects – diversity in structure and function. *FEMS Microbiology Reviews*, 37 (5). 2013, S. 699–735.
42. **Barcoto, M.O., et al.** Fungus-growing insects host a distinctive microbiota apparently adapted to the fungiculture environment. *Scientific Reports* 10, Artikel 12384. 2020.
43. **Bogino, P.C., et al.** The role of bacterial biofilms and surface components in plant-bacterial associations. *International Journal of Molecular Sciences* 14. 2013, S. 15838-15859.
44. **Chaudhry, V., et al.** Shaping the leaf microbiota: plant–microbe–microbe interactions. *Journal of Experimental Botany* 72 (1). 2021, S. 36-56.
45. **Morris, C.E., Monier, J.-M. und Jacques, M.A.** Methods for observing microbial biofilms directly on leaf surfaces and recovering them for isolation of culturable microorganisms. *APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY* 63 (4). 1997, S. 1570–1576.
46. **Rudrappa, T., Biedrzycki, M.L. und Bais, H.P.** Causes and consequences of plant-associated biofilms. *FEMS Microbiology Ecology* 64. 2008, S. 153-166.