

Propolis und seine physikalische Wirkung im Bienenstock

Zusammensetzung und Wirkung von Propolis

Die antibiotische, antivirale und antimykotische Wirkung von Propolis ist bekannt und auf die Wirkstoffe der einzelnen Bestandteile zurückzuführen. Propolis (oder auch Kittharz) ist eine Mischung der Honigbienen aus vielen verschiedenen Stoffen. Die Hauptbestandteile sind gesammelte Baumharze und Bienenwachs. Weiterhin sind ätherische Öle, Pollen und Speichelsekret enthalten. Propolis und Bienenwachs dienen den Bienen als Baustoffe, wobei Propolis durch den geringeren Wachsanteil einen höheren Schmelzpunkt hat. Die Beschichtung der Beutenwände mit Propolis beeinflusst die Feuchtigkeit im Bienenstock.

In der Literatur findet man Angaben über die Zusammensetzung von Propolis wie folgt: Der Anteil von ätherischen Ölen wird meist zwischen 5 und 10% angegeben. Der Anteil von Pollen liegt ebenfalls bei 5-10%. Der Anteil der Naturharze variiert zwischen 40 und 70%, der Wachsanteil zwischen 20 und 50%, wobei das Propolis scheinbar von den Bienen nahezu beliebig mit Bienenwachs gestreckt werden kann. Natürliches Bienenwachs dient teilweise sogar als Kittharzersatz und hat seinerseits einen Propolisanteil von 5-10%.

Verwendungszweck und Verarbeitung von Kittharz

Propolis dient den Bienen zum Kitten und Stopfen von kleineren Ritzen und Spalten. Ausserdem werden alle Beutenwände mit einer dünnen Schicht davon überzogen. Desweiteren dient es auch zum Einengen des Flugloches und zum Mumifizieren getöteter Eindringlinge im Stock. Das Kittharz wird von den Kittharzbienen gesammelt und teils auch verkittet. Einen umfangreichen Artikel über „Kittharzbienen und ihre Tätigkeiten“ gibt es von W. Meyer in der Zeitschrift für Bienenforschung (Ausgabe Juli 1954), den ich Dank [Sigrun Mittl](#) einsehen konnte. Besonders spannend finde ich die Beobachtungen zur Kittharzverarbeitung, die ich hier zusammengefasst wiedergebe:

„Die Kittharzbiene begibt sich mit ihrer Ware in die Nähe einer Kittharzbaustelle, wo andere Arbeiterinnen ihr nun je nach Kittharzbedarf kleine Stückchen Harz ($0,5\text{mm}^3$) von den Höschen abnehmen. Diese laufen damit zu den Kittstellen und heften es zunächst grob an, wobei es auch etwas durchgekaut wird. Es folgt eine ausgiebige Weiterverarbeitung und -verteilung. Wie auch bei der Ausführung von Wachsbauarbeiten bedeutet Kitten ein ständiges Beseitigen von Unebenheiten, die durch Anheften von Baustoffteilchen stets wieder neu geschaffen werden. Am glatten Material wird nicht mehr weitergearbeitet. In der gleichen Weise wie Harzteilchen werden auch Wachskrümchen, die vom Wabenmaterial abgenagt wurden, mit in die Verkittung hineinverarbeitet. Das Harz verliert dadurch seine Klebrigkeit und wird fester. Der Anteil von Wachs im Kittharz richtet sich nach der benötigten Menge Kittstoff. Es kann sozusagen beliebig mit Wachs gestreckt werden.“



Kittharzbiene – Foto von Max Westby

Bienenwachs und Propolis dienen den Bienen als Baustoffe für unterschiedliche Einsatzzwecke. Die jeweilige Zusammensetzung variiert je nach Einsatzzweck und benötigter Baustoffmenge. Wie bereits weiter oben zitiert, wird Propolis beliebig von den Bienen mit Wachs gestreckt. Ich vermute aber auch das genaue Gegenteil: Vermutlich lassen die Bienen je nach Einsatzzweck das Bienenwachs auch nahezu komplett weg: Bei dünnen Aufträgen auf großen Flächen und zum Füllen kleiner Spalten wird eine geringe Viskosität und Festigkeit benötigt. Hier wäre ein niedrigerer Wachsanteil vorteilhaft. Gut vorstellbar, dass solche geringen Wachsanteile bislang nicht analysiert wurden, weil Propolis vom Imker dort geerntet wird, wo es in größeren Mengen aufgebracht wird (beispielsweise an eigens angelegten Gittern und Netzen). Das Abkratzen der dünnen Schichten auf den großen Flächen wäre nicht so ergiebig und würde zwangsläufig zu Verunreinigungen durch Holzreste führen. Die Untersuchung solcher Propolisschichten ist für 2019 geplant.

Wasserdampfdiffusion durch Bienenwachs

Reines Bienenwachs hat einen sehr hohen Wasserdampf Diffusionswiderstand. Nach einer Studie von 1993 („Water Vapor and Oxygen Permeability of wax films“, Donhowe & Fennema) ist Bienenwachs (und andere natürliche Wachse) ebenso undurchlässig wie massive Kunststoffe. Ich selbst habe 5 Wachsproben untersucht und wie zu erwarten keine Gewichtsänderungen ausserhalb der Messungenauigkeit feststellen können. Anhand meiner Versuche kann ich damit sagen, dass meine Bienenwachs Proben sicher einen μ -Wert > 20000 haben.

Wasserdampfdiffusion durch Propolis

Die dünne Propolissschicht auf den Flächen der Beutenwände (ca. 0,1-0,3mm) lässt eine Wasserdampfdiffusion zu. Der Widerstand von Propolis gegen Wasserdampfdiffusion variiert stark, von mir ermittelten Werte nach einem Versuchsaufbau in Anlehnung an DIN EN ISO 12572 (siehe unten) schwanken zwischen $\mu=150$ und $\mu=8500$. Es ist anzunehmen, dass der Widerstand maßgeblich vom Anteil des Wachses beeinflusst wird. Je höher der Anteil an Bienenwachs ist, desto höher wird der Widerstand der Propolis Mischung gegen Wasserdampfdiffusion.

Bislang habe ich Proben von 4 verschiedenen Imkern/Händlern untersucht. Den geringsten Widerstand gegen Wasserdampfdiffusion hatten 5 Proben der Firma [Naturherz](#). Der durchschnittliche μ -Wert der Proben beträgt 330. Diese Proben sind also so diffusionsoffen, dass die Wechselwirkung von Holz- und Luftfeuchte nur geringfügig gebremst wird. Eine 0,1mm dicke Propolissschicht hat hier etwa den gleichen Diffusionswiderstand wie eine 0,2-1mm dicke Holzschicht (der Diffusionswiderstand von Holz ist unterschiedlich je nach Faserrichtung und Feuchtigkeit des Holzes). Der Wachsanteil dieser Proben ist so gering, dass er sich bei meinen Schmelzversuchen nicht von den Harzen getrennt hat. Eine genauere Analyse folgt noch, der Wachsgehalt ist von den untersuchten Proben aber sicher am niedrigsten.

Die höchsten Widerstandswerte ergaben sich bei den 5 Proben mit dem höchsten Wachsgehalt: Durchschnittlicher μ -Wert=4400. Auch hier erfolgt noch eine genauere Analyse des Wachsgehaltes. Eine 0,1mm dicke Propolis Schicht mit diesem μ -Wert wäre bauphysikalisch gerade so noch als „diffusionsoffen“ zu bewerten. Der Widerstand gegen Wasserdampfdiffusion würde dem einer 44cm dicken Luftschicht, bzw. dem einer 3-15mm dicken Holzschicht entsprechen. Eine 0,1mm Beschichtung der Seitenwände mit dieser Mischung würde also immer noch eine Wasserdampfdiffusion zulassen, wenn auch deutlich gebremst.

Bauphysikalische Bedeutung und Funktion von Propolis im Bienenstock

Die mit Propolis beschichteten Flächen verhindern den Transport von flüssigem Wasser. Der Bienenstock wird vor dem Eindringen von Wasser geschützt. Die dünne Beschichtung lässt aber weiterhin eine Wasserdampfdiffusion zu. Und diese findet in der Regel von der wärmeren zur kälteren Seite statt. D.h. in den Monaten, in denen die Bienen nicht aktiv belüften (entfeuchten), findet eine Wasserdampfdiffusion von innen nach aussen statt. In Baumhöhlen und Holzbeuten bedeutet das, dass Feuchtigkeit aus dem Bienenstock von dem Holz aufgenommen wird.

Zusätzlich kommt es durch einen weiteren physikalischen Effekt zu einem geringeren Anfall von Kondenswasser im Bienenstock:

Propolis verhindert die Kapillarkondensation auf der Seite der Bienen

Durch einen einfachen [physikalischen Effekt](#) verschiebt der Auftrag von Propolis die Entstehungsgrenze für freies Wasser im Raum der Bienen von 60-70% rF auf nahezu 100% relative Luftfeuchte. Für die Entstehung und Verbreitung von Schimmel und pathogenen Keimen ist freies Wasser zwingend erforderlich. Bei hygroskopischen Baustoffen (wie Holz) kommt es durch Kapillarkondensation (Teil der Sorption) bereits im hygroskopischen Bereich zu geringen Mengen von freiem Wasser. Die Kapillarkondensation beginnt bereits ab einer relativen Luftfeuchte von etwa 70-80%. Das ist auch der Grund, weshalb ab einer relativen Luftfeuchte von 80% alle bekannten Bauschimmelarten auf Holz wachsen und gedeihen.

Bei nicht hygroskopischen Baustoffoberflächen kommt es erst zur Kondensation, wenn in Oberflächennähe eine relative Luftfeuchte von 100% vorliegt. Das Auftragen der Propolissschicht verändert die Oberflächenbeschaffenheit der Baumhöhlen-, bzw. Beutenwand. Die Oberfläche ist nun nicht mehr hygroskopisch, die Wände sind geglättet. Der Grenzwert für die relative Luftfeuchte, ab der eine Schimmelf Gefahr besteht, wird also um 20-30 Prozentpunkte nach oben verschoben.



Durch die Diffusionsoffenheit (siehe weiter unten) kann es unter der Propolissschicht auch weiterhin zu einer Kapillarkondensation kommen, sie ist mit Chemisorption und Adsorption Teil der Sorptionsvorgänge bis hin zur Fasersättigung. Die hierbei entstehenden geringen Mengen freien Wassers an den Porenwänden des Holzes sind durch die Propolissschicht regelrecht mumifiziert, ein Wachstum von Schimmel dürfte somit hier, unter der Propolissschicht, ausgeschlossen sein.

Versuchsaufbau zur Bestimmung der Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl

In Anlehnung an DIN EN ISO 12572 führe ich Messungen an verschiedenen Propolis Proben zur Ermittlung der Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl μ durch. Bereits in einem früheren Versuch habe ich die Diffusionsoffenheit von mit Propolis beschichtetem Holz festgestellt. In den aktuellen Versuchen wird das Propolis separat betrachtet. Das Propolis wird zu einem lückenlosen dünnen Probekörper geformt. Auf den verschiedenen Seiten werden unterschiedliche relative Luftfeuchten erzeugt und gemessen. Durch den unterschiedlichen Dampfdruck kommt es zur Dampfdiffusion. Über die Gewichtsänderung der Probekörper werden die Materialkennwerte berechnet.



Versuchsaufbau zur Bestimmung des Wachsgehaltes nach Hogendoorn

Es ist mit einfachen Mitteln möglich den Wachsgehalt der Propolisproben zu bestimmen. Eine genauere Analyse meiner Proben werde ich auch auf diese Weise [nach Hogendoorn](#) noch durchführen. Bislang habe ich die Proben einfach bei 100°C im Backofen geschmolzen und die sich trennenden Schichten gewogen.