universität wien

DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

Pollenanalytische Untersuchung eines Wald- und Akazienhonigs

verfasst von / submitted by

Verena Schmiedrathner

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of

Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2018 / Vienna, 2018

Studienkennzahl lt. Studienblatt / degree programme code as it appears on the student record sheet:	A 190299445
Studienrichtung lt. Studienblatt / degree programme as it appears on the student record sheet:	Lehramtsstudium UF Biologie und Umweltkunde UF Psychologie und Philosophie
Betreut von / Supervisor:	Ao. Prof. Mag. Dr. Reinhard Zetter

Danksagung

Herzlichen Dank an Univ.-Prof. Dr. Reinhard Zetter, der mich auf meinem Weg begleitet hat, diese Diplomarbeit zu verfassen und sie auch fertig zu stellen. Vielen Dank für die kompetente Betreuung und die Möglichkeit im Forschungsbereich Erfahrungen zu sammeln.

Ich möchte mich ebenfalls bedanken, bei all meinen Freunden, die in der Studienzeit zu mir gestanden sind. Besonderen Dank gilt Isabella Koch, danke für die vielen positiven Zusprüche und die Kraft, die du mir gegeben hast, um das Studium voran zu bringen. Danke für deine Zeit, deine Mühe und liebevollen bestärkenden Worte. Danke auch an Andreas Ullmann, der mir mit seinem geistigen Input immer wieder neue Ansichtsweisen der Welt gezeigt hat, die mich beflügelt haben, diese Arbeit zu Ende zu schreiben. Außerdem möchte ich mich für seine große Geduld bedanken. Weiters möchte ich mich bei meinen Eltern bedanken, dass sie die finanziellen Rahmenbedingungen geschaffen haben, damit ich auf der Universität studieren kann.

Herzlichen Dank an Rudolf Koch und Josef Koch, die mir immer wieder zugesprochen haben und mir durch ihr aufrichtiges Interesse an meinem Vorankommen, Mut gemacht haben. Auch herzlichen Dank an meine Oma Johanna Koch, die mir die Liebe zur Natur und vor allem zu den Pflanzen gelehrt hat, indem ich mit ihr als junges Kind viele schöne Stunden im Garten verbracht habe.

Vielen Dank, an Denise Rasztovits, die mir bei der Strukturierung meiner Arbeit geholfen hat und mir mit ihren Informatikkenntnissen zur Seite gestanden ist.

ABSTRACT

Für diese Diplomarbeit wurden zwei Honige aus Österreich untersucht und ausgewertet. Der Pollen wurde aus den Honigen extrahiert. Danach wurde der gewonnene Pollen azetolyisiert, um die verschiedenen Pollenfomen im Lichtmikroskop leichter bestimmen zu können. Durch die Lichtmikroskopischen Untersuchungen konnten die Pollen den bestimmten Pflanzentaxa zugeordnet werden. Die beiden Honige unterscheiden sich deutlich in ihrer Zusammensetzung, die Pollen wurden in den Proben ausgezählt, bestimmt und in Diagrammen dargestellt.

This diploma thesis is about an examination of two honeys from Austria. The pollen was extracted and prepared with the method called azetolyse. After preparing it was possible to determine the pollen. The pollen was counted and two diagrams show the different types of the pollen.

Eidesstattliche Erklärung

Ich, Verena Schmiedrathner versichere hiermit, dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfen bedient habe. Weiteres versichere ich, dass ich diese Diplomarbeit bisher weder im Inland noch im Ausland in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.

Wien, am 12.06.2018

Verena Schmiedrathner

Unterschrift

INHALTSVERZEICHNIS

0. EINLEITUNG 1
1. FACHLICHE GRUNDLAGEN ZUM THEMA 3
1.1 Grundlagen der Palynologie 3
1.1.1 Das Pollenkorn 3
1.1.2 Die Entstehung des Pollenkorns 3
1.1.3 Aufbau des Pollenkorns/Bau der Pollenwand 4
Skulptierung der Exine 5
Aperturen 6
1.1.4 Die Morphologie der Pollenkörner 6
1.1.4.1 Form der Pollenkörner 6
1.1.4.2 Keimstellen 7
1.1.5 Die Verbreitung der Pollen 9
1.1.5.1 Anemophilie-Syndrom 9
1.1.5.2 Hydrophilie-Syndrom 9
1.1.5.3 Zoophilie-Syndrom 9
1.1.5.4 Melittophilie (Bienenbestäubung) 10
1.2 Die Biene 12
1.2.1 Apis mellifera L. 12
1.2.2 Das Leben der Honigbiene 14
1.2.3 Das Bienenjahr 16
1.3 Honigproduktion 17
1.3.1 Honigproduktion in Österreich / ImkerInnen 17
1.3.2 Österreichische Imkerschulen 18
1.3.2.1 Imkerschulen in Wien 19
1.3.3 Wiener Honig 20
1.3.4 Prozess der Honigherstellung 20
1.3.5 Honigqualitätsordnung des ÖIB 21
1.3.5.1 Allgemeine Auflagen 21
1.3.5.2 Auflagen für bestimmte Honigsorten 22
1.3.5.3 Pollenbild 22
1.4 Der Honig 22
1.4.1 Vorstufen des Honigs 22
1.4.1.1 Nektar 23
1.4.1.2 Honigtau 24
1.4.2 Sortenhonig 25
1.4.3 Misch- oder Blütenhonig 26
1.4.4 Scheibenhonig 26

1.4.5 Akazienhonig/Robinienhonig....26
1.4.6 Edelkastanienhonig....26
1.4.7 Lindenblütenhonig....26
1.4.8 Waldhonig....26
2. METHODEN UND MATERIALIEN....28
2.1 Methode Azetolyse....28
2.1.1 Präparation nach Klaus (1987)....28
2.1.2 Aufbereitung des Honigs....28
2.1.3 Bearbeitung im Labor....28
2.2 Lichtmikroskopische Untersuchungen....30
2.2.1 Erste Arbeitsschritte am Lichtmikroskop....30
2.2.2 Fotografische Aufnahmen der Pollenarten....30
2.2.3 Projekt „Ponet“....31
2.2.4 Pollenzählungen im Honig....31
2.2.5 Überprüfung der botanischen Herkunft....31
3. FACHDIDAKTIK IN DER SCHULE ZUM THEMA POLLEN....33
3.1.1 Einleitung....33
3.1.2 Projekt „Pollen macht Schule“....33
3.1.2.1 Die Ziele des Projekts....33
3.1.3 Geplante Unterrichtseinheit....34
3.1.3.1 Unterrichtsziele....36
4. ANALYSE UND INTERPRETATION DER ERGEBNISSE....37
4.1 Auszählung der Pollenkörner im Waldhonig....38
4.2 Auszählung der Pollenkörner im Akazienhonig....39
5. ZUSAMMENFASSUNG....40
6. QUELLENANGABEN....41
6.1 Literatur....41
6.2 Internetquellen....42
7. ABBILDUNGSVERZEICHNIS....45
9. TAFELN I-III Beispiele für Pollentaxa aus dem Waldhonig....46
10. TAFELN V - VII Beispiele für Pollentaxa aus dem Akazienhonig....54

0. EINLEITUNG

Honig ist schon seit Jahrhunderten eine begehrte Speise, die ohne die enge Zusammenarbeit zwischen den ImkerInnen und Bienen, nicht für den Menschen zu Verfügung stehen würde.

Ob Lavendelhonig, Akazienhonig, oder Waldhonig, die Sortenvielfalt ist von unserem Lebensmittelmarkt nicht mehr wegzudenken.

Der Honig, ist nicht nur ein kulinarisches Genussmittel, er hat auch für Botaniker und selbst für Paläontologen eine große Bedeutung, da er ein weites Spektrum an darin enthaltenen unterschiedlichen Pollenkörnern zeigt. Die diverse Mikroflora der Honige erlaubt es Rückschlüsse auf die Herkunft des Honigs zu ziehen.

Die Bienen sammeln den Pollen der Blüten ein und bestimmen durch die Auswahl der besuchten Blühpflanzen, welcher Pollen in den Honig gelangt.

Für die Lebensmittelindustrie ist die Zusammensetzung der Honige von großer Bedeutung, da dadurch die einzelnen Honigsorten definiert werden können. Die aufgefundenen Pollenarten geben Aufschluss über den Standort des Bienenstockes.

In der vorliegenden Diplomarbeit wurde ein Honig aus Kärnten sowie ein Akazienhonig aus Österreich, pollenanalytisch untersucht und dokumentiert.

Ebenfalls wird die Thematik „Pollen im Biologieunterricht“ in dieser Diplomarbeit behandelt. Die SchülerInnen werden durch die medialen Berichte über das Bienensterben immer wieder mit dem Thema Bienen konfrontiert. Durch die mikroskopische Untersuchung von Honig, sollen die SchülerInnen auf ihre Umwelt sensibilisiert werden. Ein didaktisch geplantes Unterrichtsprojekt zum Thema Pollen soll den SchülerInnen einen Einblick in die Welt der Pollenvielfalt geben.

<u>Forschungsfragen</u>

Vergleich zweier Honige; Welche Pollentaxa sind im Kärntner Honig der Gebrüder Sturm und welche im Akazienhonig vertreten?

In welchem Verhältnis kommen die unterschiedlichen vorgefundenen Pollentaxa vor? Ist das Thema Pollen im Honig in einer Schulklasse als Unterrichtsthema pädagogisch wertvoll und didaktisch umsetzbar?

Ziele

Das Ziel der Diplomarbeit ist es, die Pollentaxa in den ausgewählten Honigen möglichst genau zu bestimmen.

Ein ungefähres Verhältnis der verschiedenen aufgefundenen Pollenarten soll mittels Diagramm definiert werden.

Weiters soll eine Möglichkeit dargestellt werden, SchülerInnen im Rahmen eines Projekts, das Thema Pollen im Honig altersgerecht zu präsentieren.

Strukturierung der Arbeit

Diese Diplomarbeit behandelt das Thema der unterschiedlichen Pollentaxa eines Waldhonigs und eines Akazienhonigs aus Österreich. Sie gliedert sich in einen praktischen und einen theoretischen Teil. In dem ersten Kapitel wird die Theorie zu den Themen Pollen, Bienen und Entstehung des Honigs beschrieben. Im praktischen Arbeitsteil werden die Arbeitsschritte zur Aufbereitung des Honigs bis zur Herstellung der Präparate und der Fotografie der einzelnen Pollen detailliert beschrieben. Durch die Azetolyse wurde der Honig aufbereitet, um die darin enthaltenen Pollenkörner fotografieren und bestimmen zu können.

Über die Tätigkeit der Bienen gelangt Pollen in den produzierten Honig. Er ist dort konserviert. Der Blütenpollen kann auf einem Objektträger unter dem Lichtmikroskop betrachtet werden, nachdem er vorbehandelt wurde. Jede Honigsorte weist eine spezielle Zusammensetzung auf. Dadurch ist es möglich die Herkunft des Honigs zu bestimmen. (vgl. Klaus (1987))

In einem Diagramm wird das Verhältnis der Pollentaxa bildhaft dargestellt, um über die Pflanzenarten, welche die Bienen aufgesucht haben, prozentuell Auskunft zu geben.

Der pädagogische Teil der Diplomarbeit, bezieht sich auf die didaktische Umsetzung des Thema Pollen im Biologieunterricht. Anhand eines Unterrichtsprojekts sollen die Schülerinnen einen Einblick in die mikrobielle Zusammensetzung eines ausgewählten Honigs bekommen und somit mit dem Thema Pollen vertraut werden.

1. FACHLICHE GRUNDLAGEN ZUM THEMA

1.1 Grundlagen der Palynologie

1.1.1 Das Pollenkorn

In dem folgenden Kapitel werden die Eigenschaften der Pollenkörner erläutert.
Erst viele Jahre nach dem das Mikroskop erfunden wurde, wurden die Pollenkörner beschrieben. Malpighi 1675 und Grew 1682 erwähnten erstmals, fast gleichzeitig, die Pollenkörner in ihren Arbeiten in England. Camerarius, erforschte 1694 die Funktion der Pollenkörner.

Die erste Arbeit, welche den Schwerpunkt explizit auf Pollen im Honig legte, kam aus der schweizerischen agrikulturchemischen Station in Zürich und wurde von R. Pfister im Jahr 1895 verfasst. (vgl. Straka (1975))

Was die Form und Größe der Pollenkörner, die Skulptierung der Exine, sowie die Anordnung, Form, Anzahl und Abgrenzung der Keimöffnungen betrifft, herrscht bei den Blütenpflanzen eine große Vielfalt. Die Pollenkörner haben daher in der pflanzensystemischen Forschung einen enormen Stellenwert eingenommen. In der Kriminologie, aber auch zum Beispiel, zur Erforschung der Waldgeschichte nach den Eiszeiten, spielen Pollenkörner eine große Rolle. In den letzten 70 Jahren hat sich ein Wissenschaftszweig entwickelt, welcher sich mit den Pollen im speziellen auseinandersetzt, die Palynologie. (vgl. Leins (2000))

Definition der Palynologie Nach Klaus (1987): „*Unter Palynologie versteht man die Wissenschaft von der lebenden und fossilen Sporen-und Pollengeneration der Pflanzen in Grundlagenforschung und Anwendungsbereichen.“*

1.1.2 Die Entstehung des Pollenkorns

Die Pollenkörner entwickeln sich in den Pollensäcken, sie entstehen aus den haploiden Mikrosporen.
Durch eine inäquale Teilung, in eine größere vegetative Zelle und eine kleinere generative Zelle, beginnt die Entwicklung. Die generative Zelle „schwimmt“ in der vegetativen Zelle. Die generative Zelle, teilt sich in zwei Spermazellen, ab dem Zeitpunkt, wenn das Pollenkorn die Narbe des Fruchtknotens erreicht hat und ein Pollenschlauch durch die vegetative Zelle gebildet wurde, oder sie teilt sich zuvor, wenn das Pollenkorn noch im Pollensack verweilt. Der Zeitpunkt der

Teilung bestimmt, ob man von einem zwei- oder dreizelligen Pollenkorn spricht. Pollenkörner stellen die jungen männlichen Gametophyten dar, sie haben ihre Entwicklung dann abgeschlossen, wenn die vegetative Zelle, zu einem Pollenschlauch ausgewachsen ist, welcher die Funktion zur Überleitung der Spermazelle in den Embryosack besitzt. (vgl. Leins (2000))

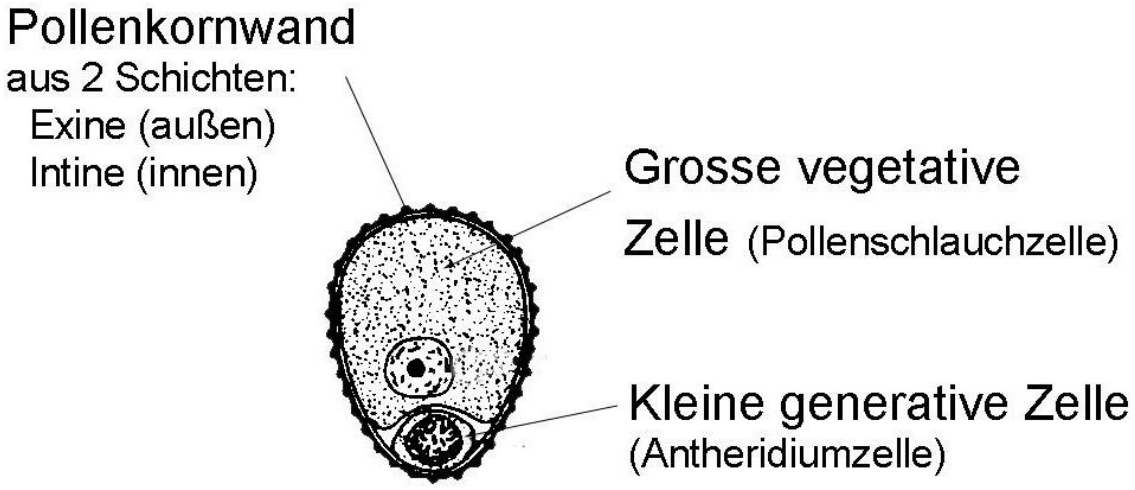


Abbildung 1: Beschreibung der Pollenkornwand (vgl. PK (2017) online)

1.1.3 Aufbau des Pollenkorns/Bau der Pollenwand

Ein Pollenkorn wird grundsätzlich aus drei Komponenten aufgebaut;

- Lebenden Zellinhalt
- Intine
- Exine

Der Zellinhalt beinhaltet den Kern, Plasma, Reservestoffe sowie Einschlüsse,
bei der Präparation wird er häufig aufgelöst und besitzt für die Bestimmung der Pollen keine Relevanz. (vgl. Klaus (1987))
Das Sporoderm (Pollenwand) differenziert sich nach Straka in zwei wesentlich unterschiedliche Schichten. Es besteht aus der Intine, welche die innere Schicht darstellt und der Exine, die die äußere Schicht bildet. (vgl. Straka (1975))
Der Zellinhalt ist durch die Intine begrenzt, welche aus zwei bis drei kaum strukturierten Schichten besteht. Die Intine ist sehr zart und wenig widerstandsfähig gegen Chemikalien. Sie wird bei den Fossilisationsvorgängen, aber auch bei Präparationsmethoden, welche in der Palynologie angewandt werden zerstört. Die mittlere und innere Schicht der Intine, setzt sich

hauptsächlich aus Zellulose zusammen. Die äußere Intinenschicht besteht größtenteils aus Pektin. (vgl. Straka (1975))
Sie kann unter den präformierten Keimstellen wesentlich verdickt sein (Oncus) und bei der Keimung die Wand des Pollenschlauches ausbilden.
Über der Intine liegt die Exine, sie besitzt eine gute Erhaltungsfähigkeit, da sie sehr widerstandsfähig ist, ihr Hauptbestandteil ist das Sporopollenin.
Die Exine differenziert sich in einzelne Schichten und besitzt ein komplexes Kammersystem, dabei werden Struktur und Skulptur unterschieden. Die *Exinenstruktur* beschreibt den inneren Wandaufbau hingegen die *Skulptur* an der Oberfläche angesetzte Elemente bezeichnet.
Über der Intine befindet sich die Nexine, welche stärker lichtbrechend ist. Darüber liegt die Sexine, welche die meisten Strukturdetails aufweist. Das Pedium, die Fußschicht, liegt basal, worüber sich ein Kammersystem befindet, welches Columellae (Säulchen), oder geschlossene Wände (Muri mit Alveolen dazwischen) aufweisen kann. Es kann vorkommen, dass sich die Säulen an ihren Enden berühren und zu einer neuen Membran zusammenschließen, welche als Tectum (Dach) bezeichnet wird. Die Sexine schließt dadurch nach außen ab, in manchen Fällen kommt es vor, dass die Columellae keine Einheit bilden und somit kein Tectum (Dach) entsteht, sondern, dass sie sich seitlich zu einem netzförmigen Gebilde formieren, dem Reticulum. Somit kann man tectate und intectate Exinen differenzieren.

Skulptierung der Exine

Die Oberfläche der Exine, wird als Tectum bezeichnet, dieses kann Verzierungen wie Verrucae (Warzen), Spinae (Dornen), Pila (Keulenköpfchen), bis hin zu grubigen Vertiefungen und Löchern im Tectum (Foveae, Tectum perforatum) aufweisen. Das REM, Rasterelektronenmiskroskop eignet sich besonders gut, um die Oberflächenskulpturen genauer betrachten und somit die Pollenkörner bestimmen zu können. (vgl. Klaus (1987))

Aperturen

An den Pollenkörnern können eine, selten zwei, häufiger drei, oder mehrere Keimöffnungen vorhanden sein. Die Aperturen dienen dazu, dass dort die Intine als Pollenschlauch auswachsen kann. In den Bereichen, wo die Aperturen liegen, ist die Exine teilweise, oder ganz ausgespart, aber immer von einer dünnen Membran verschlossen (Keimstellenmembran). Es werden schlitzförmige (Sulcus = Colpus), kreisförmige (Porus, Ulcus) oder zusammengesetzte „colporate“ (Colpus und Porus + Os) Aperturen unterschieden. Pollenkörner mit einer einzigen Keimöffnung, werden als sulcate oder ulcerate Pollenkörner bezeichnet. Pollenkörner, mit drei oder mehr Keimöffnungen, werden als tricolpate, triporate, tricolporate, stephanocolpate, pantoporate und pantocolporate Pollenkörner beschrieben. (vgl. Leins (2000))

1.1.4 Die Morphologie der Pollenkörner

Um die Pollenkörner eindeutig beschreiben zu können, unterscheidet man die Polansicht und die Äquatorialansicht. Die morphologische Differenzierung der Sporenwand (dem Sporoderm), liegt besonders im Fokus zur Bestimmung des Pollenkorns.

In einem Palynogramm werden alle ersichtlichen Merkmale eines Pollenkorns wie; Form und Anzahl der Keimstellen, Symmetrie, Wandstrukturen und Skulpturen eingetragen, um die Pollenkörner identifizieren zu können.

Um die morphologischen Merkmale genauer zu bestimmen, muss zunächst die Polarität ermittelt werden.

Die Polarität lässt sich durch die Verfolgung von Entwicklungsstadien des Pollenkorns in einer Tetrade erkennen. Legt man die Elemente; Polachse, distaler Pol, Äquator und proximaler Pol fest, so lassen sich alle Punkte der Oberfläche eines Pollenkorns beschreiben.

1.1.4.1 Form der Pollenkörner

Form: Prolat

Unter prolaten Pollenkörnern werden Pollenformen bezeichnet, die einem Drehellipsoid entsprechen, bei welchem die Polachse länger, als der Äquatordurchmesser ist. Bei Pollenkörner die oblate Formen aufweisen, liegen die Verhältnisse umgekehrt, sie sind flach bis linsenförmig gestaltet.

Als sphäroidale (kugelförmige) Formen, werden Pollen bezeichnet, deren Polachse und Äquator gleich lang ausgebildet sind.

1.1.4.2 Keimstellen

Die Keimstellen zählen zu den wichtigsten Bestimmungsmerkmalen der Pollenkörner.
Ist die Polarität bekannt, so lassen sich Lage, Form und Anzahl der Keimstellen eindeutig bestimmen.

1. Proximale Keimstellen

Sind ausschließlich auf Sporen der Sporenpflanzen beschränkt, sie werden auch als catatrem (trema= Keimstelle) bezeichnet. Bevor der Zerfall der Tetradenvierlinge stattfindet, werden diese eng an einander gepresst, wodurch an den Andruckstellen abgeplattete Bereiche gebildet werden, welche von dreieckigen Konturen begrenzt werden. Nach dem Zerfall bildet sich ein dreistrahliger Stern, er wird als Y-Marke bezeichnet (=Tetradenmarke). Pollenkörner mit Y-Marke werden als trilaesurat oder trilet bezeichnet. Diese Keimstellenanlage ist die basalste Form.

Monolete Sporen

Bei Tetradenvierlingen, die in einer Ebene angeordnet sind, kann eine einzählige Leiste, eine monolete Marke, oder Monolaesur entstehen. Solche Sporen werden auch als monolet bezeichnet.

Alete Sporen (Aletes)

Zerfällt die Tetradenmarke sehr rasch, so können Sonderfälle entstehen.
Die Berührungsleisten sind nicht mehr zu erkennen, diese Pollenkörner werden als alete Sporen (Alaesurat) definiert.

2. Distale Keimstellen

Als Anatrem werden Pollenkörner mit distaler Keimstelle bezeichnet. Besitz ein Pollenkorn eine längliche distale Durchbrechung, so spricht man von einem Sulcus zB. (Ginkgo, Liliaceae). Der distale Sulcus ist die Keimstelle der ersten

Pollenkörner, in einer modifizierten Form, meist als Verdünnung (Leptoma), tritt er auch bei den luftsacktragenden Koniferen auf.
Pollenkörner, welche eine kreisförmig verengte Keimstell aufweisen, besitzen einen sogenannten Ulcus, z.B. (Cupressaceae, Poaceae).

3. Äquatoriale Keimstellen

Mit dem Begriff Zonotrem, werden Pollenkörner bezeichnet deren Aperturen im Bereich des Äquators positioniert sind. Das Zonotrem, kommt bei dikotylen Angiospermen häufig vor.
Weisen diese eine längliche, oder meridionale Erstreckung auf, werden sie als Colpus bezeichnet. Eine porenförmige Wanddurchbrechung wird als Porus definiert. Weisen Pollenkörner z.B. drei meridionale Colpen im Äquator auf, zählen sie zu den tricolpaten Pollenkörnern. Pollenkörner mit drei äquatorialen Poren werden als triporat bezeichnet und wenn Pollenkörner eine Kombination aus Poren und Colpen besitzen, zählen sie zu den tricolporaten Pollenkörnern. (vgl. Klaus (1987))

4. Globale Keimstellen-Anordnungen

Pollenkörner, mit über die ganze Oberfläche verteilten Keimstellen werden als Pantotrem bezeichnet. Pantotreme Pollenkörner besitzen eine Vielzahl von Keimstellen (mehr al 6), die nach einem geometrischen Muster angeordnet sind. Zu den Pantotremkeimern zählen; pantocolporate, pantoporate und pantocolpate Pollenkörner. Vor allem in der Kräuterflora in ariden Gebieten, sind Vertreter der pantotremen Pollenkörner zu finden. (Centrospermae) (vgl. Klaus (1987))

Chemismus der Exine

Der größte stoffliche Anteil, aus welchem die Exine besteht ist das Sporopollenin. Das Maß der Widerstandsfähigkeit wird durch das Verhältnis des ausgebildeten Sporopollenins zur Zellulose bestimmt. Pteridothyten und Koniferen besitzen einen großen Anteil an Sporopollenin, Wasserpflanzen hingegen einen geringeren Anteil. (vgl. Klaus (1987))

1.1.5 Die Verbreitung der Pollen

Die Pollenkörner können auf unterschiedliche Art transportiert werden;

1.1.5.1 Anemophilie-Syndrom

- Besitzen unscheinbare Blüten
- Meist ist die Organzahl der Blüten reduziert
- Häufig Diklinie (Monözie, Diözie)
- Vorwiegend dichte Infloreszenzen, häufig hängend
- Besitzen manchmal „Pendelantheren“ an schmalen Filamenten
- Narbe mit vergrößerter Oberfläche
- Nur eine, oder wenige Samenanlagen pro Blüte vorhanden
- Produzieren keinen Nektar

1.1.5.2 Hydrophilie-Syndrom

- Blüten eher unscheinbar
- Häufig Diklinie (Monözie, Diözie)
- Oftmals Nutzung von Luftgeweben
- Pollenwand ist unbenetzbar, bei schwimmfähigen Pollenkörnern
- Meist fadenförmige Pollenkörner
- Narbe ist oberflächenvergrößert
- Nur eine, oder wenige Samenanlagen pro Blüte

1.1.5.3 Zoophilie-Syndrom

- Blüte ist zwittrig, oder bildet Pseudanthien
- Angiospermie
- Speziell auffällig in Farbe und/oder Duft
- Bieten Nahrungsangebot an Pollen und/oder Nektar
- Pollenkornoberfläche stark skulpiert, viel Pollenkitt

Manche Blüten sind speziell an die Bienen als Bestäuber angepasst (vgl. Leins (2000))

1.1.5.4 Melittophilie (Bienenbestäubung)

Das Bienenblumen-Syndrom beschreibt die Anpassungen der Blüten an Apiden (Bienen und Hummeln). In Mitteleuropa leisten die Apiden die meiste Bestäubungsarbeit. Blühpflanzen, welche das Bienenblumen-Syndrom aufweisen, sprechen nicht nur die Apidae an, sondern auch Vertreter der Blattschneiderbienen (Megachilidae), Sandbienen (Andrenidae) und Schmalbienen (Halicitidae). Die Bienen und Hummeln besitzen ein leckend-saugendes Mundwerkzeug, welches eine Länge von 4-15mm erreichen kann. Durch den langen Rüssel können die Insekten auch Nektar, welcher tief in den Blüten liegt einsaugen. Zu den melittophilen Pflanzen gehören unter anderem Vertreter der Fabaceae (Schmetterlingsblütler), Scrophulariaceae (Rachenblütler), Boraginaceae (Rauhblattgewächse), Campanulaceae (Glockenblumengewächse), Asteraceae (Köpfchenblütler) und Apiaceae (Doldenblütler). Die *Eryngium*-Arten sind ganz speziell an die Bestäubungsart der Bienen angepasst, sie gehören zu den Apiaceen.

Abbildung 2: Flachblättriger Mannstreu - Eryngium planum (vgl. FM (2017) Online)

Die Petalen richten sich geneigt nach oben zusammen, die Kelchblätter sind schuppig und aufrecht, nur lange Rüssel, welche zwischen den Kronblättern durchlangen können, erreichen den Nektar. (vgl. Leins (2000))

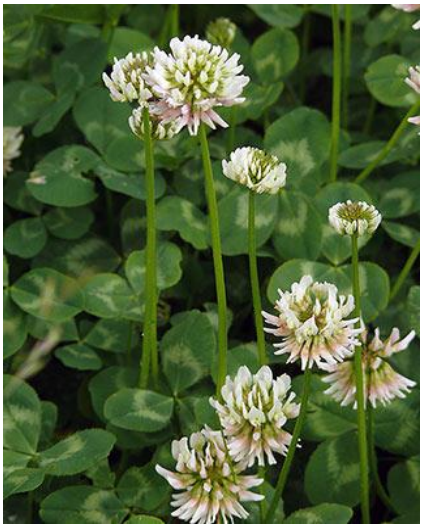


Abbildung 3: Trifolium repens (vgl. TR (2017) Online)

Trifolium repens (Weiß-Klee) ist auch ein Vertreter der Fabaceae und sehr beliebt bei den Bienen.

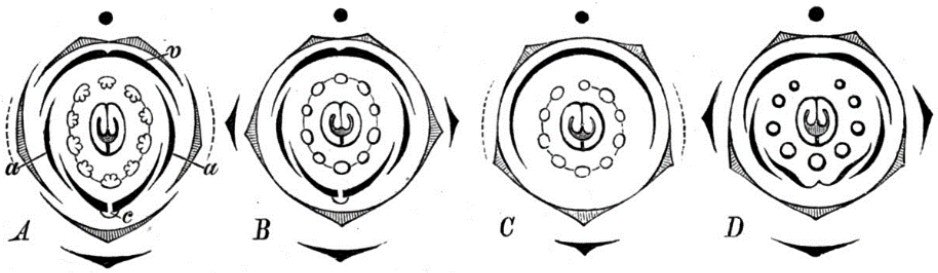


Fig. 48. *Papilionatae*-Diagramme: *A Vicia Faba* L., *v* Fahne, *a* Flügel, *c* Schiffchen; *B Laburnum vulgare* Gris.; *C Amorpha fruticosa* L.; *D Chorizema cordatum* Lindl. (Nach Eichler.)

Abbildung 4: Blütenbau der Fabaceae (vgl. BR (2017) Online)

Die Blumenkrone der Fabaceae ist aus Fahne, Flügel und Schiffchen aufgebaut, wie in der Abbildung oben dargestellt wird. Durch den Klappmechanismus, welcher bei manchen Schmetterlingsblütlern ausgeprägt ist, berührt das nektar- oder pollensuchende Insekt die Flügel und drückt das Schiffchen nieder, es streift dabei mit seiner Bauchseite an den Antheren und berührt die Narbe. Der

Hedysarum coronarium (Kronen-Süßklee), praktiziert den beschriebenen Klappmechanismus um effizient bestäubt zu werden.

Zusammengefasst betrachtet, charakterisieren sich, Blüten, welche das Bienenblumen-Syndrom aufweisen wie folgt:
Rachen-, Glocken-, Masken-, Lippen-, Fahnen-, Pinselblumen zählen zu den Blütenformen, welche besonders für die Bienen zugänglich sind.

Die Blüten besitzen den Nektar bis zu 15 mm tief in ihren Röhren, diese sind meist schmäler als der Bienenköper.
Die häufigsten Blütenfarben sind gelb, blau und weiß, um die Bienen anzulocken. Oftmals besitzen die Blüten Blütenmale, um besonders attraktiv auf die Bienen zu wirken. Die Düfte dieser Blüten sind meist süß nach Honig riechend. (vgl. Leins (2000))

1.2 Die Biene

Weltweit gibt es circa 20.000 Bienenarten, in Österreich findet man in etwa 690 verschiedene Arten. Neben der bekannten Honigbiene (Apis mellifera L.) gibt es noch 45 Hummel-, 140 Sand- circa 100 Furchenbienen- und 43 Mauerbienenarten, die in Österreich vorkommen. Außerdem findet man Pelz- Woll- und Maskenbienen, welche 4 bis 40 mm groß werden und in Totholz, Schneckenhäusern, oder markhaltigen Pflanzenstängeln nisten. Eine Eigenschaft, die alle genannten Arten teilen ist, dass sie sich von Pollen und Nektar ernähren. Die meisten Bienenarten sind im Gegenteil zur Honigbiene solitär lebend. Dabei legt das Weibchen in einer Nestzelle ein Ei, welches sie mit Pollen versorgt. Der Pollen wird von den Larven gefressen, diese verpuppen sich und schlüpfen aus, der Lebenszyklus beginnt von neuem. Die Honigbiene hingegen lebt in einem Bienenstaat (vgl. Naturschutzbund (2018) Online)

1.2.1 Apis mellifera L.

In diesem Kapitel wird die westliche Honigbiene (Apis mellifera L.), welche für die Imkerei von größter Bedeutung ist beschrieben. Sie gehört zu der Insektenordnung der Hymenoptera (Hautflügler) und im speziellen zur Familie

der Apoidea (Bienen) sowie zur Gattung Apis (Honigbienen). (vgl. Büdel et al (1960))

Ein internationales Forscherteam fand heraus, dass die Honigbiene Apis mellifera doch nicht aus Asien stammt. Forscher aus Deutschland und den USA entdeckten Hinweise, dass die Honigbiene schon vor 20 Millionen Jahren in Europa beheimatet war. Sie breiteten sich vor etwa 19 Millionen Jahren Richtung Asien aus und anschießend besiedelten sie auch Nordamerika. In Westdeutschland und Frankreich wurden einige Fossilien gefunden, die diese Annahmen belegen. (vgl. STANDARD (2018) Online)

Heutzutage gibt es in Europa und Afrika nur eine Honigbienenart, in Asien hingegen kommen zehn verschiedene Arten vor, daher nahm man früher auch an, dass die Honigbiene aus Asien stammt. (vgl. STANDARD (2018) Online)

Unter den Honigbienen gibt es in Österreich die Unterarten, Apis mellifera mellifera, Apis mellifera carnica und Apis mellifera ligustica.

Abbildung 5: Apis mellifera mellifera (vgl. Apis m.m. (2017) Online)

Abbildung 6: Apis mellifera carnica (vgl. Apis m.c. (2017) Online)

Abbildung 7: Apis mellifera ligustica (vgl: Apis m.l. (2017) Online)

Nach der Eiszeit, welche die Honigbienen im westlichen und östlichen Mittelmeergebiet überdauerten, besiedelte die dunkle Honigbiene Apis mellifera mellifera die nördlichen Alpen, Spanien und Frankreich sowie Mittel- und Nordeuropa bis Südskandinavien.

Bis zum 20. Jahrhundert war sie die einzige Honigbiene nördlich der Alpen.

Den Südosten, besiedelte bis zum Alpenhauptkamm, die Unterart Apis mellifera carnica und den Südrand der Alpen erreichte die italienische Unterart Apis mellifera ligustica. (vgl. Naturschutzbund (2018) Online)

1.2.2 Das Leben der Honigbiene

Die Honigbiene lebt in einem sozialen Gefüge. Es gibt eine klare Arbeitsaufteilung unter den zusammenlebenden Insekten. Der gesamte Bienenstaat umfasst im Durchschnitt 50.000 Arbeiterinnen, 1000 Drohnen und eine Königin. Am 16ten Tag nach der Eiablage schlüpft eine Königin aus der Weiselzelle aus. Bei gutem Wetter startet sie ihren Hochzeitsflug, auf dem sie von zehn bis zwanzig Drohnen begattet wird. Sie speichert bei ihrem Hochzeitsflug einen Vorrat an Samen, welcher drei bis vier Jahre, das ist die Zeit, die sie in etwa als Königin verbringen wird ausreichen muss. Nach der Begattung wählt die Königin einen Platz für ihren neuen Stock und beginnt die Eier abzulegen.

Die Königin ist das einzige Weibchen, welches fähig ist, Eier zu produzieren und somit ein neues Volk gründen kann. Sie ist das größte Insekt im gesamten Bienenvolk und ihre Aufgabe ist ausschließlich die Reproduktion.

Eine Arbeiterin benötigt 21 Tage, um aus dem Ei auszuschlüpfen, sie erhält nicht das gleiche Futter wie die Königin, somit bleibt die Arbeiterbiene infertil. Jene Arbeiterinnen die mit der Königin im Bienenstock überwintern, können aufgrund ihrer leichteren Tätigkeiten ein höheres Alter erreichen, dies beträgt in etwa sechs Monate.

Je nachdem wie alt die Arbeiterbiene ist, verrichtet sie unterschiedliche Arbeiten:

Tag 1-3 Putzen der Zelle für die Eiablage (Putzbiene)

Tag 4-11 Die Brut wird versorgt (Pflegebiene)

Tag 12-17 Wabenzellen werden gebaut (Baubiene)

Tag 18-20 Das Flugloch wird bewacht (Wächterbiene)

Ab dem 21. Tag Sammeln von Nektar, Honigtau Wasser und Pollen (Sammelbiene)

Ab dem 18. Lebenstag einer Arbeiterbiene ist die Giftdrüse aktiv, daraus ergibt sich ihr Arbeitsplan wie oben beschrieben. (vgl. Projekt 2020 (2018) Online)

Drohnen, die männlichen Bienen, schlüpfen 24 Tage nachdem die Königin die Eier gelegt hat aus einem unbefruchteten Ei aus.

Drohnen unterschiedlicher Bienenstöcke, versammeln sich auf bestimmten Plätzen zwischen Ende Mai und Anfang September, um eine junge paarungsbereite Königin begatten zu können. Durch dieses Verhalten der Drohnen, findet genetische Durchmischung statt, Inzucht wird dadurch verhindert. Die Drohne hat die einzige Aufgabe, die Königin zu begatten. Nach der Begattung stirbt die Drohne.

Während ihrer kurzen Lebensspanne, kümmern sich die Drohnen auch um den Wärmehaushalt und die Konservation im Bienenstock.

Im August werden die Drohnen nicht mehr mit Futter versorgt und aus dem Stock gesperrt, umgangssprachlich wird dieser Vorgang auch als „Drohnenschlacht“ bezeichnet. Sie werden im Winter nicht gebraucht und würden sonst den Futtervorrat dezimieren. (vgl. Projekt 2020 (2018) Online)

1.2.3 Das Bienenjahr

Abbildung 8: Das Bienenjahr (vgl. LS Leben im Stock (2017) Online)

Im Frühjahr starten die Bienen ihren „Reinigungsflug“, dies geschieht, wenn die Temperatur über zehn Grad erreicht hat und findet in Österreich meist in den Monaten von Ende Februar bis Anfang März statt.

Während der Winterzeit entleeren die Bienen im Bienenstock ihre Kotblase nicht, erst bei dem ersten Frühjahrsausflug können sie sich der Exkremente entledigen. Dadurch verhindern sie, dass Krankheitserreger in den Bienenstock gelangen, der Imker /die Imkerin kann anhand der Kotflecken erkennen, ob die Bienen mit einer Darmkrankheit infiziert, oder gesund sind. Nach dem Reinigungsflug beginnt die Zeit der Sammelfüge, die Arbeiterbienen sammeln Nahrung und die Königin setzt mit der Eiablage fort. Besonders zwischen April und August

benötigen die Bienen viele Arbeiterinnen, um den Pollen für den Winter, in den Bienenstock einzutragen.

Erst im Winter stellt die Königin die Eiablage ein, bis dahin sind ausreichend Arbeiterinnen produziert worden. Aus den letzten Eiern schlüpfen die Winterbienen, welche deutlich mehr Fett aufweisen, sie bilden eine Traube um die Königin und erzeugen durch das Flügelschlagen Wärme. Zwischen November und Februar findet die Winterruhe in den Bienenstöcken statt. Während dieser Zeit, ist die Anzahl der Bienen stark reduziert, der Bienenstock beinhaltet meist weniger als die Hälfte an Einwohnern, da die Drohnen nicht mit überwintern. (vgl. Projekt 2020 (2018) Online)

1.3 Honigproduktion

1.3.1 Honigproduktion in Österreich / ImkerInnen

In Österreich gibt es in etwa 26.600 Imker und Imkerinnen, von ihnen werden 354.000 Bienenstöcke betreut. Gesamt werden vier bis sechseinhalbtausend Tonnen Honig jährlich in Österreich produziert. In 99% der Fälle wird die Imkerei als Nebenerwerb oder als Freizeitbeschäftigung betrieben. In den Bundesländern Oberösterreich, Niederösterreich und Steiermark sind die meisten ImkerInnen ansässig.

Laut Statistik Austria haben im Jahr 2015/2016 die ÖsterreicherInnen im Durchschnitt 1,1 kg Honig pro Kopf konsumiert. (vgl. BMNT (2017) Online) In Tabelle 1 sind die wesentlichen Schulen der ImkerInnen in Österreichaufgelistet:

1.3.2 Österreichische Imkerschulen

Institution	Anschrift	Telefon	Homepage
AGES Institut für Bienenkunde	Spargelfelderstr. 191 1226 Wien	05/0555-0	www.ages.at/ages/landwirtschaftlichesachgebiete/bienen/
NÖ Imkerverband	Georg Coch-Platz 3/9a	01/51234444	www.noe-imkerverband.at
Steirisches Imkerzentrum	An der Kanzel 41, 8046 Graz	0316/695849	www.imkerzentrum.at
Imkerhof Salzburg	Wolfgangseestraße 95 5321 Koppl bei Salzburg	06221/7342	www.imkerhof-salzburg.at
Tiroler Imkerschule	Imst 147 6460 Imst	05412/66346	www.tirolerbienenladen.at
Kärntner Imkerschule	Ochsendorf 16 9064 Pischeldorf	04224/2339	www.bienenzucht.org

Tabelle 1: Österreichische Imkerschulen (vgl. Pfaffeneder (2012) Online)

Nicht nur in den Bundesländern wird Imkerei betrieben, auch in der Metropole Wien gibt es Imker und Imkerinnen, welche Honig produzieren. (vgl. Imker (2017) Online)

1.3.2.1 Imkerschulen in Wien

Institut	Anschrift	Telefon	Homepage
Bienenzuchtverein Wien Ortsgruppe 1	Schutzhaus am Neugebäude Simmeringer Haupstraße 289 1110 Wien	0676 / 493 24 19	www.imkerverein.at
Bienenzuchtverein Wien Westende ehem. Ortsgruppe II	Hotel Hervicushof Hervicusgasse 21 1120 Wien		www.wien-westende.at
ImkerInnen Wien-West, Verein für Bienenzucht und Bienenhaltung	Hotel-Restaurant Fritz Matauschek Breitenseer Straße 14 1140 Wien	0664 / 301 11 23	www.imkerwienwest.at
Landesbienenzüchterverein Wien 19., Prof. Muck	"Heuriger Hans Maly" Sandgasse 8 1190 Wien	0664 / 262 37 42	www.bienenzucht.biz
Imkerverein Donaustadt Verein zum Schutz unserer Honigbiene ehem. Ortsgruppe V	Dorfheuriger Breitenlee Breitenleerstraße 257 1220 Wien	0664 / 238 24 00	www.imkerwien.at/index.php/imkerschule.html
Imkerverein Floridsdorf ehem. Ortsgruppe VI	Gasthaus Zeitelberger-Cermak Gerichtsgasse 7 1210 Wien	0680 / 332 05 20	www.imkervereinfloridsdorf. at
Bienenzuchtverein WienWest ehem. Ortsgruppe VII	Pfarrzentrum Hüttelbergstraße 1a 1140 Wien	0681 / 208 097 80	www.bienewienwest.at
Bienenzuchtverein Rodaun ehem. Ortsgruppe VIII	Pfarrtreff Ziedlergasse 14 1230 Wien	0664 / 908 03 48	www.bienenzuchtvereinrodaun.at

Tabelle 2: Wiener Imkerschulen (vgl. Imker (2017) Online)

1.3.3 Wiener Honig

Im Belvedere Schloßpark, im botanischen Garten, sowie im Schwarzenbergpark sammeln die Stadtbienen Pollen. An der Mauer des Parks stehen acht Bienenstöcke. Der in der Metropole gewonnene Honig wird von den Imkern I. Rachbauer und L. Bodingbauer vertrieben und zugestellt.
Sie selbst bezeichnen sich als „Lernimkerei“, die nicht quantitativ Großmengen an Honig produziert. Das Streben nach neuem Wissen und Informationen über die Honigproduktion in anderen Ländern steht für die Imker im Vordergrund.

Eine weitere Imkerei hat sich mit dem Gütesiegel „Bio-Honig aus der Stadt“ darauf spezialisiert, nicht nur Honig zu produzieren, sondern vor allem die Bienen zu schützen. Die Imker und Imkerinnen entnehmen nur einen Teil des produzierten Honigs aus dem Bienenstock, sodass die Bienen im Winter ihren gewonnenen Honig als Nahrungsquelle verwenden können.
Die Pollen werden vorwiegend auf naturbelassenen Grundstücken, Gartendächern, aber auch Verkehrsinseln und Balkonen von den Bienen gesammelt. Das um zwei bis drei Grad Celsius wärmere Klima in der Stadt, ist für die wärmeliebenden Bienen besonders von Vorteil. (vgl. Bee Vienna (2017) Online)

1.3.4 Prozess der Honigherstellung

Honig wird von Bienen aus Nektar oder Honigtau produziert und dient den Bienen als Nahrungsquelle während des Winters. Nektar und Honigtau sind zuckerhaltige
Vorstufen des Honigs und werden auch als Siebröhrensäfte der Pflanzen bezeichnet. Bienen saugen mit Hilfe ihres Saugrüssels den Nektar von Pflanzen auf und transportieren ihn in ihrer Honigblase zum Bienenstock. Dabei wird der Nektarmit Enzymen angereichert. Sie verwenden nur einen geringen Anteil für sich als Nahrung, der Großteil wird abgegeben. Im Bienenstock kann der Honigtau oder Nektar verarbeitet werden. Kommt die Trachtbiene im Bienenstock an, wird die gesammelte Flüssigkeit an die Stockbiene übergeben. Der Honig wird in den Stock eingetragen und als unreif bezeichnet, da er noch zu viel Wasser beinhaltet. Für die Reifung des Honigs übernehmen die Stockbienen eine wichtige Aufgabe. Zuerst pumpen sie den Honig aus ihrer Honigblase und

saugen ihn tröpfchenweise durch ihren Rüssel wieder auf. Dieser Prozess und die Innentemperatur von 30 bis 35 Grad Celsius im Bienenstock fördern das Verdunsten des Wassers im Honig. Sobald die Wasserkonzentration auf 30 bis 40% gesunken ist, wird der noch unreife Honig von den Stockbienen in Waben eingelagert, wodurch weitere Wasseranteile verdunsten können. Durch das Schlagen der Flügel, welches die Stockbienen bei den gefüllten Waben ausführen, wird der Feuchtigkeitsgehalt des Honigs zusätzlich reduziert bis der Wassergehalt auf ungefähr 18-20% gesunken ist. Ein entscheidender Prozess im weiteren Verlauf ist das Fermentieren des unreifen Honigs. Die Bienen saugen den Nektar und Honigtau immer wieder aus den Waben, um ihn in ihrem Magen mit Enzymen anzureichern. Durch die beigemengten Enzyme kann der Zucker verarbeitet werden, zum Beispiel wird Saccharose in Glucose und Fruktose gespalten (Invertierung der Saccharose) und die Glucosemoleküle können weiter zu Fructosemolekülen umgewandelt (Isomerisierung) werden. Der Honig nimmt nun seinen typischen Geruch, seine Farbe und seinen Geschmack an. (Zobel, 2005) Ist der Honig gereift, so verschließen die Stockbienen die Wabenzellen mit einem Wachsdeckel. Verbiegt sich der Wachsdeckel leicht nach innen, so ist der Honig genügend ausgereift. Nun ist es möglich, dass der Imker/die Imkerin die Waben entnimmt, um sie zu schleudern. (vgl. Lebensmittellexikon (2017) Online)

1.3.5 Honigqualitätsordnung des ÖIB

Die Honigqualitätsordnung des Österreichischen Imkerbundes (ÖIB) definiert Richtlinien für den Verkauf von Honig, welche für die Konsumenten eine Orientierungshilfe darstellen soll.

1.3.5.1 Allgemeine Auflagen

Um die hohe Qualität der Honige zu gewährleisten haben die Imker und Imkerinnen bestimmte Auflagen zu berücksichtigen. Grundsätzlich muss die Erzeugung des Honigs unter lebensmittelrechtlichen Bestimmungen ablaufen. Darüber hinaus muss der Honig vollwertig einwandfrei gewonnen, naturbelassen und rein sein damit er mit einem Qualitätssiegel ausgezeichnet werden kann.

Die Kriterien des ÖIB sehen ebenso vor, dass der Honig keine Stoffe beinhalten darf, welche gesundheitsgefährlich sind. Ebenso dürfen keine organischen

Komponenten im Honig auffindbar sein wie zum Beispiel kleine Insektenteile, aber auch keine Sandkörner oder Schimmel.
Der Honig darf keinen artfremden Geruch oder Geschmack annehmen und gären, oder schäumen. Ebenso darf er nicht zu stark temperiert werden, damit seine natürlichen Enzyme unbeschadet erhalten bleiben. Der Säuregrad des Honigs darf nicht künstlich verändert werden.

1.3.5.2 Auflagen für bestimmte Honigsorten

Bei Blütenhonigen, Blüten mit Waldhonigen und Waldhonigen soll der Wassergehalt nach der Methode nach Chataway/Wedmore bei 17,5% liegen.
Der HMF-Wert (Hydroxymethylfurfurolgehalt) soll den Wert von 10 mg/kg im Imkereibetrieb nicht übersteigen. Wenn der Honig verkauft wird, darf der Wert nicht über 15 mg/kg betragen.
Der pH-Wert bei Blütenhonigen soll im Bereich von 3,6 bis 4,5 liegen. Waldhonige sollen einen Wert von 4 bis 5,4 aufweisen.
Der Saccharosegehalt (scheinbar od. tatsächlich) des Honigs soll bei Blütenhonigen maximal 5% betragen. Honigtauhonige oder Akazienhonige können bis zu 10% an Saccharose beinhalten.

1.3.5.3 Pollenbild

Sortenhonige werden über ihren Gehalt an Leitpollen definiert. Ein Sortenhonig muss einen Mindesthalt an Leitpollen von 45% aufweisen. Begleitpollen sollen zwischen 16 bis 44% aufweisen und Einzelpollen sollen zu 1-15% vertreten sein. In Österreich findet man vor allem; Linden-, Löwenzahn-, Sonnenblumen-, Raps-, Robinien-, und Edelkastanienhonige, sowie Gebirgshonig. (vgl. SLB (2017) Online)

1.4 Der Honig

1.4.1 Vorstufen des Honigs

Die Honigbienen sammeln Nektar und Honigtau und legen sie in Vorräten an. Dadurch ist die Biene fähig den Winter zu überdauern, aber diese helfen ihr auch ungünstige Witterungen in der Sommerzeit schadlos zu überstehen. Im Sommer

besitzt das Bienenvolk Vorräte in Waben; Kohlenhydrate in Form von Honig und Eiweiß, welches in Pollen enthalten ist. Im Winter lagern die Bienenvölker Kohlenhydratvorräte und geringe Eiweißdepots in den Waben ein. Die Bienen selbst haben eine große Fett-und Eiweißreserve gespeichert.

Durch die Umlagerung der eingelagerten Vorräte, werden diese in ihrer ursprünglichen Beschaffenheit verändert.

Zunächst findet eine chemische Veränderung statt, welche den Rohrzucker und andere Mehrfachzucker, der gewonnenen Pflanzensäfte betrifft. Durch beigemengte Fermente können die Polysaccharide für die Bienen bedeutsam, weil daraus Monosaccharide entstehen. Wird der Rohrzucker gespalten entsteht zu den gleichen Teilen Fructose und Glucose. Als Mischung stellen sie den Invertzucker dar, welcher der größte Bestandteil des Honigs ist.

Die Biene mengt während der Aufnahme des Sammelgutes ein Zuckerinvertierendes Ferment bei, wodurch die Zuckerkonzentration in der Honigblase herabgesetzt wird. Die aufgenommenen Substanzen werden chemisch verändert. Die Sammelbiene beeinflusst so die gewonnenen Säfte schon während des Sammelfluges. In der Honigblase findet der Invertierungsprozess statt; dieser ist abhängig von der Menge des aufgenommenen Nektars, von der Temperatur, von der Menge der unterschiedlichen Zuckerarten, welche sich in der gesammelten Lösung befinden und von der Rohrzuckerkonzentration des Sammelgutes. Fructose und Glucose, welche die Spaltprodukte darstellen, verlangsamen den Invertierungsvorgang. Durch die Spaltung der Polysaccharide wird das Sammelgut der Honigbiene eine, für sie wertvolle Nahrungsquelle. (vgl. Büdel et al (1960))

1.4.1.1 Nektar

Unter Nektar versteht man die zuckerhaltige Flüssigkeit der Nektarien, welche divers gestaltet sein können und an allen Pflanzenteilen, die oberirdisch wachsen vorhanden vorkommen können. Der Hauptbestandteil des Nektars sind Kohlenhydrate und in geringeren Anteilen Eiweiß, Mineralstoffe und organische Säuren.

Die Bienen regen die Nektarproduktion an, indem sie ihn immer wieder sammeln. Die Honigbiene besitzt einen relativ kurzen Saugrüssel, welcher ihr es nur

ermöglicht an den Nektar von offenen Blüten, oder weiten Röhrenblüten zu gelangen. Ebenfalls entscheidend, ob der Nektar attraktiv zu sammeln ist, ist seine chemische Zusammensetzung und sein Zuckergehalt. (vgl. Büdel et al (1960))

1.4.1.2 Honigtau

Man definiert die zuckerhaltige Ausscheidung von Insekten, die sich von Pflanzensäften ernähren, als Honigtau. Die Honigtauproduzenten zählen zu den Schnabelkerfen. Insekten, die dieser Ordnung angehören, weisen einen einheitlichen Bau ihrer Mundwerkzeuge auf. Der Rüssel ist aus vier Stechborsten aufgebaut, welche abwechselnd gegeneinander verschiebbar sind. Dieser Mechanismus ermöglicht den Insekten auch in hartes Pflanzengewebe einzudringen.

Die Produzenten des Honigtaus sind Pflanzensauger, zu ihnen zählen die Wanzen. Zikaden, Mottenschildläuse, Blattflöhe und Blattläuse sowie Schildläuse gehören zu der Gruppe der Homopteren (Gleichflügler), welche wiederum den Wanzen angehören. Die Zikaden haben eine sehr flüssige Ausscheidung, welche spritzartig abgegeben wird, sie werden hauptsächlich von Ameisen besucht. Die Mottenschildläuse (Aleurodinen) sind für die Honigbiene nicht relevant zu besuchen, da sie keinen zuckerhaltigen Honigtau absondern. Die Blattflöhe besitzen eine gelbgrüne bis gelbbraune Farbe und saugen im Larvenstadium sowie als adultes Tier in den Siebröhren. Sie sind sehr sensibel auf Berührungen und dienen der Biene ebenso nicht mit erzeugtem Honigtau als Nahrung. Im Gegensatz dazu, ist der Blattfloh für die Honigbiene, eine wichtige Anflugstelle, um Honigtau zu sammeln. Besonders der Ulmenfloh, welcher sich auf Feldulmen massenhaft vermehrt, dient der Biene als Wirt.

Die größte Bedeutung für die Bienen haben jedoch die Pflanzenläuse, zu ihnen werden die Blattläuse und Schildläuse zugeordnet. Die Lachniden (Rindenläuse) stellen die größte Bedeutung für die Imkerei dar. Im Gegensatz zu anderen Läusen saugen sie nicht an Blättern, sondern an Zweigen, Stämmen, Ästen und sogar Wurzeln. Die Honigbiene besucht die Lachniden um den Honigtau zu sammeln, dieser beinhaltet die selben Anteile an Stickstoffverbindungen wie der Pflanzensaft der aufgesaugt wird.

Außerdem befinden sich darin Zuckerarten, welche durch das Passieren im

Verdauungstrakt der Pflanzensauger beigemengt werden. Die Zucker des Pflanzensaftes können ebenso gespalten werden oder sie dienen zur Bildung neuer Oligosaccharide. (vgl. Büdel et al (1960))

1.4.2 Sortenhonig

Unter Sortenhonig bezeichnet man Honig, welcher einen hohen Anteil an Pollen einer Trachtquelle aufweist. Dieser entsteht, wenn sich bestimmte Pflanzenarten in großer Anzahl in der Nähe des Bienenstockes befinden. Bienen besuchen häufig dieselbe Art, da sie meist bei der gleichen Pflanzenart verweilen, welche sie bei ihrem vorigen Sammelflug angeflogen haben. Man bezeichnet sie daher als blütenstetig. Durch die unterschiedlichen Blütezeiten der Trachtpflanzen kann der Imker/die Imkerin auch auf die Art der besuchten Pflanzen schließen.

Durch das Verfahren der Duftlenkung kann der Imker/die Imkerin auch die Trachtpflanze der Bienen vorbestimmen. Der Geruch der gewünschten Pflanzenart wird im Bienenstock verbreitet. Die Bienen sammeln bei dem nächsten Flug den Nektar oder den Honigtau der Pflanze, welche sie im Bienenstock riechen konnten.

Diese Beeinflussungsmethode der Bienen ist sehr aufwändig und wird von den Imkern eher abgelehnt, da es die natürlichen Abläufe manipuliert und dadurch in die Natur eingegriffen wird.

Manche Bienenarten bevorzugen auch bestimmte Pflanzenarten und sammeln den Pollen von der gleichen Art oder artverwandten Pflanzen. Dieses

Pollensammelverhalten wird als oligolektisch bezeichnet. Robertson (1925) hat diesen Begriff definiert. Das Sammelverhalten von Bienen, welche Pollen mehrerer

Pflanzenarten in den Bienenstock eintragen, wird als polylektisches Sammelverhalten beschrieben. Mac Swain (1957) hat den Begriff oligolektisch folgendermaßen näher erläutert. Wenn ein Großteil der weiblichen Honigbienen eines Bienenstocks Pollen ausschließlich einer Pflanzenart beziehungswiese einer nah verwandten Art sammelt, obwohl andere Pflanzenarten zur Verfügung stehen, wird dieses Sammelverhalten als oligolektisch bezeichnet. (vgl. Wildbienen (2017) Online)

1.4.3 Misch- oder Blütenhonig

Weiters gibt es den Misch- oder Blütenhonig. Er stellt den Gegensatz zu dem Sortenhonig dar. Mehrere Trachtquellen sind in ihm enthalten, der Nektar oder Honigtau kann von einer Vielzahl von unterschiedlicher Pflanzenarten stammen.

1.4.4 Scheibenhonig

Eine weitere Honigspezialität ist der Scheibenhonig, dieser wird in den Waben zurückgelassen und samt Waben verkauft. Durch das Kauen der Waben kann man an den süßen Honig gelangen. Diese Honigprodukte sind sehr teuer im Einkauf, da der Scheibenhonig nicht aus der Wabe ausgeschleudert wird und somit die gesamte Wabe zerstört wird. (vgl. Bioimkerhonig (2017)

1.4.5 Akazienhonig/Robinienhonig

Der Akazienhonig/Robinienhonig besitzt einen sehr hohen Fruchtzuckergehalt und hat eine flüssige Konstanz die hell und klar ist, er ist ebenfalls ein Sortenhonig und eignet sich gut zur Süßung von Speisen.

1.4.6 Edelkastanienhonig

Der Edelkastanienhonig ist hellbraun und stark aromatisch. In ihm befinden sich zahlreiche Pollen. Die männlichen Blüten der Edelkastanie stellen viel Pollen für die Bienen zu Verfügung, in manchen Jahren produzieren die Insekten am Baum aber auch Honigtau.

1.4.7 Lindenblütenhonig

Der Lindenblütenhonig hat eine gelblich bis grüne Färbung. Er wirkt beruhigend und schlaffördernd und entfaltet ein Minze-Aroma. (vgl. Honigland Oberösterreich (2017) Online)

1.4.8 Waldhonig

Der Waldhonig wird aus Honigtau und nicht aus Nektar produziert. Die Bienen sammeln den Honigtau, welcher vorwiegend von Schildläusen und Blattläusen abgegeben wird. Da der Honigtau zwei Mägen passiert, wird er mit wertvollen Enzymen angereichert.

Einige typische Vertreter von denen Waldhonig gewonnen werden kann sind; *Picea abies, Abies alba, Latrix decidua. Acer platanoides, Quercus petraea, Quercus robur, Acer campestre* und *Pinus sylvestris.* (vgl. Bee Info (2017) Online) Kriterien für den Waldhonig sind die Bestandteile: 16% H2O, 38% Fruchtzucker, 27%Traubenzucker, 3 % Rohrzucker, sowie 9% Dextrine und 7% Säuren und Mineralien. Der Mineral- und Enzymgehalt ist im Vergleich zu Blütenhonigen besonders hoch. Sein Geschmack ist herb würzig und die Farbe meist bräunlich. Manche Sorten haben einen reduzierten Wassergehalt, dadurch kann es schneller zur Auskristallisierung des Honigs kommen. (vgl. Bienenzauber (2018) Online)

2. METHODEN UND MATERIALIEN

Das folgende Kapitel handelt von der Methode der Azetolyse, welche zur Bearbeitung der Pollen angewandt wurde. Ebenso werden die lichtmikroskopischen Untersuchungen erörtert.

2.1 Methode Azetolyse

2.1.1 Präparation nach Klaus (1987)

Die Pollenkörner differenzieren sich in; lebenden Zellinhalt, Intine und Exine.

Der Zellinhalt beinhaltet kaum wichtige Merkmale, die für die Bestimmung relevant sind, er wird meist bei der Präparation aufgelöst. Direkt um den Zellinhalt befindet sich die Intine, welche nach der Azetolyse, aufgrund ihrer Zusammensetzung (Zellulose, Pektin) nicht mehr vorhanden ist. Die Exine hingegen, ist sehr widerstandsfähig, daher bleibt sie nach der chemischen Behandlung erhalten. Ihre Gestaltungsvielfalt macht es möglich, die Pollenkörner genauer zu bestimmen. Sie bietet eine unterschiedliche Struktur und Skulptur, welche Merkmale liefern, die für die Bestimmung der Pollenkörner relevant sind.

Die Exinen, sind Träger der wichtigsten Bestimmungsmerkmale, daher wird versucht den lebenden Zellinhalt und die Intine zur Gänze zu entfernen. Für die Mikroskopie ist der Vorgang besonders wichtig, da durch das partielle Auflösen des Pollenkorns die wesentlichen Bestandteile besser sichtbar werden.

2.1.2 Aufbereitung des Honigs

Um die Pollentypen im Honig zu bestimmen, ist es wesentlich, dass der Honig im Labor aufbereitet wird. Der zu untersuchende Honig, wird mit Hilfe einer Spatel aufgerührt. Durch das Umrühren, werden die Pollen gleichmäßig im Honig verteilt und die Masse somit homogener. Dabei ist zu beachten, dass bereits kristallisierter Honig in einen flüssigen Aggregatzustand (durch Erhitzung) gebracht werden muss.

2.1.3 Bearbeitung im Labor

10 g Honig wurden mit 20 ml warmer Schwefelsäure (nicht über 40°C) in die Zentrifugenröhrchen gefüllt. (Konzentration der Schwefelsäure; 1,5ml auf 500 ml Wasser). Der Honig löst sich dabei in der Schwefelsäure auf. Die verdünnte

Schwefelsäure wird deshalb verwendet, weil sie die Kolloide entfernt und dadurch der Vorgang der Untersuchung vereinfacht wird.

Nachdem sich der Honig in der verdünnten Schwefelsäure aufgelöst hat, wird die Lösung 10 Minuten bei 3000 U/min zentrifugiert. Im Anschluss, wird die überstehende Flüssigkeit vom Bodensatz abgegossen, und 10 ml destilliertes Wasser beigemengt, um das restliche Sediment erneut zu dispergieren.

Die Lösung wird in ein kleineres Zentrifugenröhrchen mittels Pasteur-Pipette transferiert. Danach wird erneut zentrifugiert, wieder 10 Minuten lang und anschießend dekantiert, sowie mit 10ml Wasser gewaschen, um die Säurebestände zu entfernen. (vgl. Küster (1996))

Das Sediment soll bevor das Azetolysegemisch beigemengt wird, möglichst kein Wasser mehr beinhalten. Die Zentrifugenröhrchen werden mit der Öffnung nach unten auf ein Filterpapier gestellt, damit die übrig gebliebene Flüssigkeit abgeleitet werden kann. Ebenso ist es möglich, mit Hilfe von konzentrierter Essigsäure, das Sediment zu dehydrieren. Die konzentrierte Essigsäure wird auch als Eisessig bezeichnet. Das Wasser wird durch die Beimengung von 10 ml Eisessig dem Sediment entzogen. Im Anschluss daran wird das Sediment zentrifugiert und dekantiert sowie 10 ml des Azetolysegemisch beigemengt. Das Azetolysegemisch setzt sich aus einem Teil konzentrierter Schwefelsäure und neuen Teilen Essigsäureanhydrid zusammen. Das Sediment wurde durch Umrühren, nach Beimengung des Azetolysegemisch, dispergiert und anschließend in den Zentrifugenröhrchen bei 100°C, drei Minuten im Wasserbad gelassen. Die Zeit von exakt drei Minuten, ist die ideale Zeitdauer, da sie die bestmögliche Exinenfärbung erzielt, um im Anschluss mit den Präparaten arbeiten zu können.

Nach dem Wasserbad wird die Lösung im Zentrifugenröhrchen 5 Minuten zentrifugiert und dekantiert. Das Sediment wird mit 10 ml destilliertem Wasser zwei Mal gewaschen, sowie anschließend zentrifugiert und dekantiert (5 min). Die Zentrifugenröhrchen werden mit der Öffnung nach unten, zum Abtropfen der Flüssigkeit auf ein Filterpapier gestellt. (vgl. Küster (1996))

2.2 Lichtmikroskopische Untersuchungen

2.2.1 Erste Arbeitsschritte am Lichtmikroskop

Das Auge besitzt ein Auflösungsvermögen von circa. 50-100 µm.

Zum Vergleich, die Pollenkörner von Myosotis palustris (Vergissmeinicht) sind nur 4µm groß, hingegen die Pollenkörner des Cucurbita pepo einen vergleichsmäßig großen Durchmesser von ca. 200 µm besitzen. Manche Pollenkörner sind ausschließlich unter dem Lichtmikroskop für unser Auge erkennbar. (vgl. Wanner (2004))

Um zu analysieren, welche Pollen im Honig vorhanden sind, wurden die angefertigten Präparate mit einem Lichtmikroskop des Types Nikon, Labophot untersucht. Die ideale Vergrößerung, ist laut Bertsch, die 200-fache da, bei dieser Vergrößerung, noch alle wichtigen Merkmale zur Unterscheidung der Pollenkörner gut erkennbar sind. (vgl. Bertsch (1942)) Zu Beginn, versuchte man einen Überblick über die Zusammensetzung des Pollenspektrums zu schaffen. Durch das flüchtige Durchsehen einzelner angefertigter Präparate, konnte in etwa eingeschätzt werden, um welche Pollenarten es sich handelt.

Durch die zahlreichen Abbildungen, die in der melissopalynologischer Bestimmungsliteratur zu finden sind, konnten die einzelnen Pollentaxa grob analysiert werden.

2.2.2 Fotografische Aufnahmen der Pollenarten

Mit Hilfe einer speziell angefertigten Präpariernadel, konnten die einzelnen Pollen in die Mitte des Objektivs transferiert werden. Diese wurden mit einer Kamera des Types Nikon fotografiert und bestimmt. Während der lichtmikroskopischen Untersuchungen, war es wichtig, die Pollen genau zu transferieren, um ein exaktes Foto der einzelnen Pollenkörner zu erhalten. Ebenfalls musste darauf geachtet werden, dass kein Kolloid im Präparat war, um aussagekräftige Fotos zu produzieren. Luftblasen, welche sich unter dem Deckglas befanden, verhinderten ebenso einen einwandfreien Blick auf die Pollenstrukturen. Genaues Arbeiten mit speziell angefertigten Präpariernadeln machte es möglich, die Pollen exakt zu positionieren. Um die Bildqualität zu erhöhen, wurde versucht die Pollenkörner möglichst einzeln zu fotografieren.

2.2.3 Projekt „Ponet“

Am Institut für Bienenkunde ist das Projekt der Ages entstanden, welches eine Online Datenbank für die Klassifizierung von Pollenarten programmiert hat.
Mit Hilfe der Daten, welche man bei Lichtmikroskopischen Untersuchungen der Pollen erhält, kann die zu bestimmende Art zugeordnet werden.
Die Datenbank dient besonders den Imkern und Imkerinnen im Rahmen von Honig Qualitätsprogrammen, für Untersuchungs- und Forschungsarbeiten (z.B. Bienensterben), für den Bereich Lebensmittel der AGES, aber sie ist auch für die botanische und regionale Herkunftsbestimmung des Honigs nützlich. (vgl. AGES (2017) Online)
Die Datenbank „Ponet“ bietet 800 vollständige Datensätze, wo auch morphologische Detailbilder repräsentiert werden.

2.2.4 Pollenzählungen im Honig

Laut Bertsch 1942, erfolgt das Auszählen von Pollenkörner am einfachsten mit Hilfe eines Kreuztisches. Dadurch kann der Objektträger waagrecht, oder senkrecht unter dem Gesichtsfeld des Mikroskops durchbefördert werden. Gezählt wird in waagrechten Reihen, oder Zeilen. Ist eine Reihe, oder eine Zeile vollständig durchgezählt, wird der Objektträger 1mm weiter gerückt. (vgl. Bertsch (1942))

2.2.5 Überprüfung der botanischen Herkunft

In einem geografischen Gebiet kommen im Laufe der Jahre immer ähnliche Pollenspektren vor, wenn die Flora nicht durch invasive Eingriffe des Menschen (Vernichtung von Lebensräumen, Landschaftseingriffen, Kulturmaßnahmen) verändert wird. (Bucher, 2004)

Um zu wissen, welche Nektarquellen die Bienen aufgesucht haben, ist es wichtig, mindestens 300 Pollenkörner eines Präparates auszuzählen. Bei der Häufigkeitsberechnung werden die Pollenkörner der nektarliefernden Pflanzen von den Pollenkörnern der nektarlosen Pflanzen unterschieden.
Nach Bucher wird die Häufigkeit der Pollenarten nektarliefernder Pflanzen in % aller Pollen von nektarliefernder Pflanzen definiert.

Hingegen die Häufigkeit von Pollenarten nektarloser Pflanzen sich auf die Gesamtsumme der ausgezählten Pollen bezieht.

Die Pollenarten, welche im Honig vorkommen, können, nach Bucher, in folgende Häufigkeitsklassen eingeordnet werden;

Häufigkeitsklassen	**Ausgedrückt in Prozenten**
LP=Leitpollen (sehr häufig)	Mehr als 45 %
BP= Begleitpollen (häufig)	16-45%
wiEP= wichtiger Einzelpollen	3-15%
EP_2= Einzelpollen 2 (vereinzelt)	Weniger als 3 %
EP_1= Einzelpollen 1 (bei der Durchsicht aufgefunden, jedoch nicht in der Auszählung beinhaltend	

Tabelle 3: Häufigkeitsklassen nach Bucher (vgl. Bucher (2000))

3. FACHDIDAKTIK IN DER SCHULE ZUM THEMA POLLEN

3.1.1 Einleitung

Das Thema Pollen und Bienen ist in den Medien ständig präsent. Allein das Bienensterben, worüber immer wieder berichtet wird, wird den Schülern und Schülerinnen geläufig sein. Um die Schülerinnen und Schüler auf ihre Umwelt zu sensibilisieren, gibt es in zahlreichen Schulen Projekte zum Thema Bienen und Honig, einige Schulen haben auch Projektschwerpunkte zum Thema Pollen gestartet.

Die Schulen in Kärnten führen (führten) das Projekt „Pollen macht Schule“ durch:

- Hauptschule Ferlach – September 2008 bis Juli 2010
- Hauptschule St. Paul im Lavanttal – September 2010 bis Juli 2012
- Neue Mittelschule Kötschach-Mauthen – September 2012 bis Juli 2014.
- Neue Mittelschule Winklern im Mölltal – September 2014 bis Juli 2016

3.1.2 Projekt „Pollen macht Schule“

Das Projekt „Pollen macht Schule“ läuft 10 Jahre, es wird an der Sekundarstufe eins in fünf Schulen in Kärnten praktiziert. Über zwei Jahre hin, läuft das Projekt in Form von einigen Projekttagen die unter dem Schuljahr stattfinden.

3.1.2.1 Die Ziele des Projekts

Die Schülerinnen und Schüler, sollen das Mikroskopieren erlernen und sich dadurch einen Einblick in die Mikroskopie bekommen. Ebenso lernen sie das Herstellen von Präparaten und Pollenbildern.

Freude und Neugier am Erforschen der Natur sollen geweckt werden.

Die Schüler/innen erlernen einfache Techniken des Auszählens und das Darstellen von Ergebnissen in Diagrammen. Sie sollen Verständnis bekommen, für die Arbeit von WissenschaftlerInnen. Die unterschiedlichen Pollenarten werden ebenso erforscht. (vgl. PH-Kärnten (2017) Online)

3.1.3 Geplante Unterrichtseinheit

Rahmenbedingungen

Art des Unterrichts: Stationenbetrieb

Station: „Mikroskopieren der Pollen im Honig“

(Der Honig ist bereits von dem/der Lehrer/Lehrerin in einem Labor vorbearbeitet worden. Ist keine Möglichkeit der Vorbehandlung möglich, kann auch der Honig direkt verwendet werden.)

Dauer: 2 Schulstunden

Fach: Biologie und Umweltkunde

Material: Mikroskope, Honig, Objektträger, Pinzetten, Kameras

Arbeitsblätter, Bücher zum Thema Pollen, PC mit Internetzugang (Seite der AGES)

Sozialform: Teamarbeit

Aufbau der Unterrichtseinheiten: Die Schüler sollen die im Unterricht besprochenen Schritte am Mikroskop selbst durchführen. Die einzelnen Stationen zum Thema „Pollen“ werden im Team erarbeitet.

Einstieg: Besprechen der genannten Stationen in der Gesamtgruppe. Durchgehen der Arbeitsschritte. Durch die Einführung in die Handhabung des Mikroskops können die SchülerInnen eigenständig arbeiten. In der Schulstunde vor dem Stationenbetrieb wird das Mikroskop und seine Handhabung im Frontalunterricht mittels Power Point Präsentation genau erklärt. Anhand eines Gerätes in der Klasse, werden die einzelnen Teile des Mikroskops praxisnahe besprochen. Die SchülerInnen können Fragen stellen, um Unklarheiten zu beseitigen.

Hauptteil: Die Schüler und Schülerinnen starten in zweier Temas zu den Stationen und bearbeiten die genannten Aufgaben vor Ort. Jedes Team darf zusammen an einem Mikroskop tätig sein.

Aufgabenstellungen die die SchülerInnen mittels Arbeitsblatt bei den Stationen bearbeiten sollen;

1. Sieh dir die einzelnen Teile der Pollenkörner genau an.
2. Wie viele unterschiedliche Pollenarten findest du in deiner Probe?
3. Versuche eines der Pollenkörner, zu bestimmen und in dein Biologieheft abzuzeichnen.
4. Gibt es Pollenkörner die besonders häufig vertreten sind?
   Wenn ja, kannst du sie einer Pflanzenart mit Hilfe der AGES Seite im Internet, Büchern, etc. zuordnen?

Ergebnissicherung: Die Pollenkörner sollen gemeinsam bestimmt werden und im Anschluss fotografiert werden. In einer darauffolgenden Unterrichtseinheit werden die einzelnen Pollenkörner in der Gesamtgruppe gemeinsam besprochen. Mittels Beamer werden die Fotos in der Klasse veranschaulicht. Die Teams dürfen ihre gewonnen Erkenntnisse und die selbst gemachten Fotos der Klasse präsentieren. Falsch bestimmte Pollenkörner werden korrigiert.

Unterrichtsziele: Die SchülerInnen sollen die Handhabung eines Mikroskops erlernen. Die Geduld, sowie die Ausdauer werden gefördert. Die vorsichtige Handhabung mit der Pinzette und dem Pollensediment wird trainiert.
Die SchülerInnen sehen (wahrscheinlich erstmals) selbst, wie ein Pollenkorn unter
200-facher Vergrößerung aussieht. Die Schüler und Schülerinnen sollen die unterschiedlichen Arten der Pollenkörner wahrnehmen und so viele wie möglich selbst bestimmen.

Soziale Aspekte: Die SchülerInnen gehen in ihrem Tempo an die Arbeitsaufgabe heran. Gemeinsam sollen die gestellten Arbeitsaufträge bewältigt werden. Soziale Kompetenzen wie gemeinschaftliches Arbeiten und Teamfähigkeit werden gefördert.

3.1.3.1 Unterrichtsziele

Durch den aktiven Unterricht kann der Entwicklungsstand jedes Schülers/jeder Schülerin berücksichtigt werden. Während der Gruppenarbeit lernen die SchülerInnen Teamfähigkeit und werden zu einer Gemeinschaft.

Gemeinsames Mikroskopieren in einer Kleingruppe, neue Naturphänomene entdecken, sich an eigens gewonnenen Erkenntnissen über die Natur erfreuen, soll die Begeisterung am Biologie Unterricht fördern.

Durch das aktive Erarbeiten der einzelnen Stationen, können die SchülerInnen in ihrem Tempo das neue Wissen erwerben und festigen.

4. ANALYSE UND INTERPRETATION DER ERGEBNISSE

Nach einer erfolgreichen Auszählung der Pollen, behandelt dieses Kapitel die Auswertung, Analyse und Interpretation der aufgefundenen Pollenarten. Durch das genaue Betrachten der gesammelten Bilder, welche während der lichtmikroskopischen Untersuchungen entstanden sind, konnten die einzelnen Pollenarten bestimmt werden. Die aufgenommenen Fotos der Pollen werden im Anhang die TAFELN I-VII präsentiert. Um die Pollen verifizieren zu können wurden vergleichbare Bilder von Pollenarten auf der Seite der Österreichischen Agentur für Ernährungssicherheit - AGES herangezogen. (vgl. AGES Wien (2017) Online) Sie wurden nach dem Bestimmungsschlüssel von Faegri und Iversen (1993) verwendete Kriterien wie, Anzahl, Form und Anordnung der Aperturen, sowie die Exinenstruktur und -skulptur, in morphologische Gruppen eingeteilt.

4.1 Auszählung der Pollenkörner im Waldhonig

Durch die lichtmikroskopische Auszählung der Waldhonigproben konnte folgendes Pollenverhältnis dargestellt werden: Insgesamt ergibt sich ein weitläufiges Spektrum an unterschiedlichen Pollen bzw. Pflanzenarten, da fünfzehn unterschiedliche Pollenarten im Waldhonig aufgefunden wurden. Die Rosaceae sind mit rund 22% am häufigsten vertreten. Gefolgt von Plantago, welcher zu rund 16% im Honig vorgefunden wurde. Weitere Pollen wie beispielsweise Polygonum, Brassicaceae und Salix sind zwischen 8 und 11% vertreten.

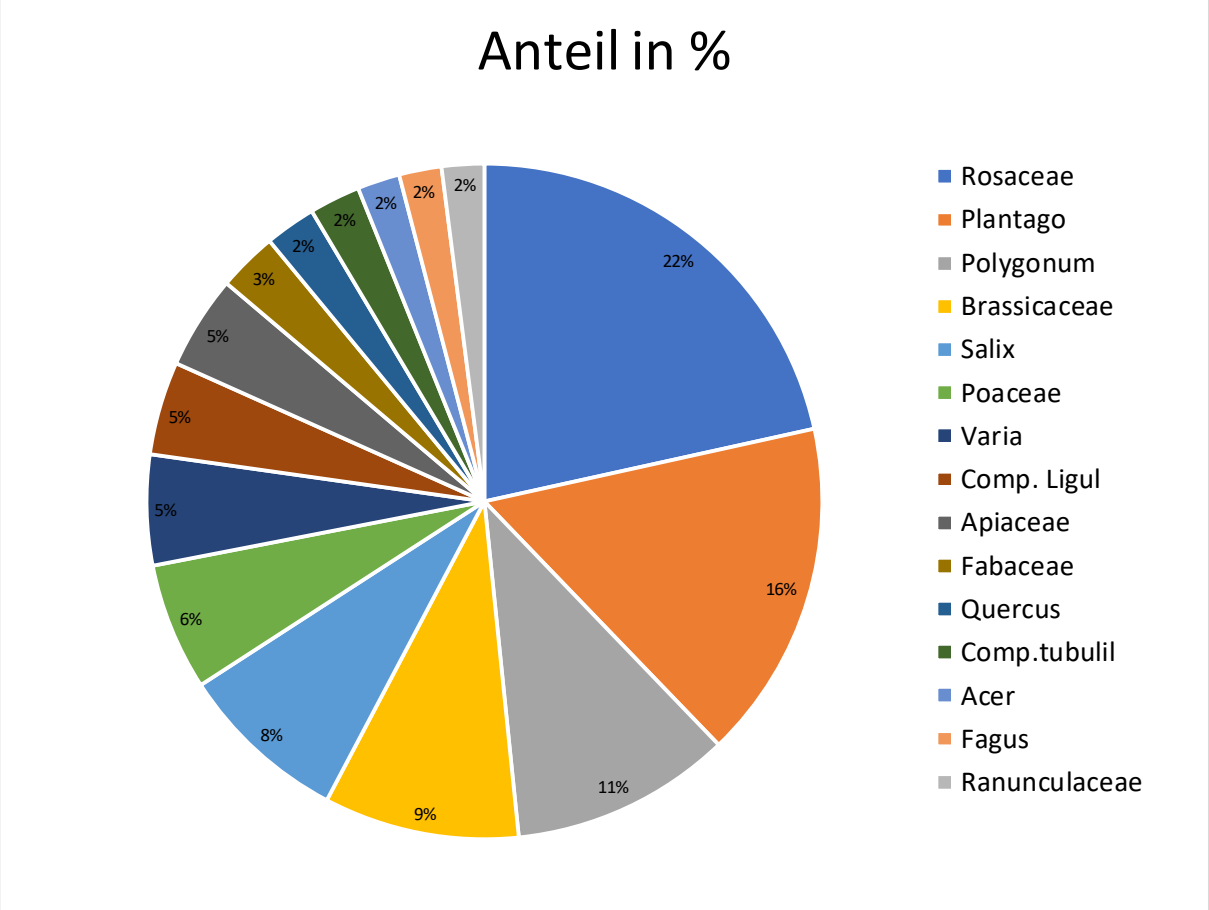


Abbildung 9: Anteil der Pollenarten vertreten im untersuchten Waldhonig in Prozent (Quelle: eigene Erhebungen)

4.2 Auszählung der Pollenkörner im Akazienhonig

Durch die lichtmikroskopischen Untersuchungen des Akazienhonigs konnten folgende Pollentaxa prozentuell ausgewertet werden: Robinia war mit 25% am häufigsten vertreten, gefolgt von den Brassicaceae welche mit 22% vertreten waren. Die Familie der Rosaceae war mit 19% in den Akazienhonigproben zu verzeichnen. Varia konnte zu 12% ausgezahlt werden, einen geringen Anteil der Labiatae, Poaceae, Salix, Apiaceae, sowie Comp. (Tub) konnten ebenfalls verifiziert werden.

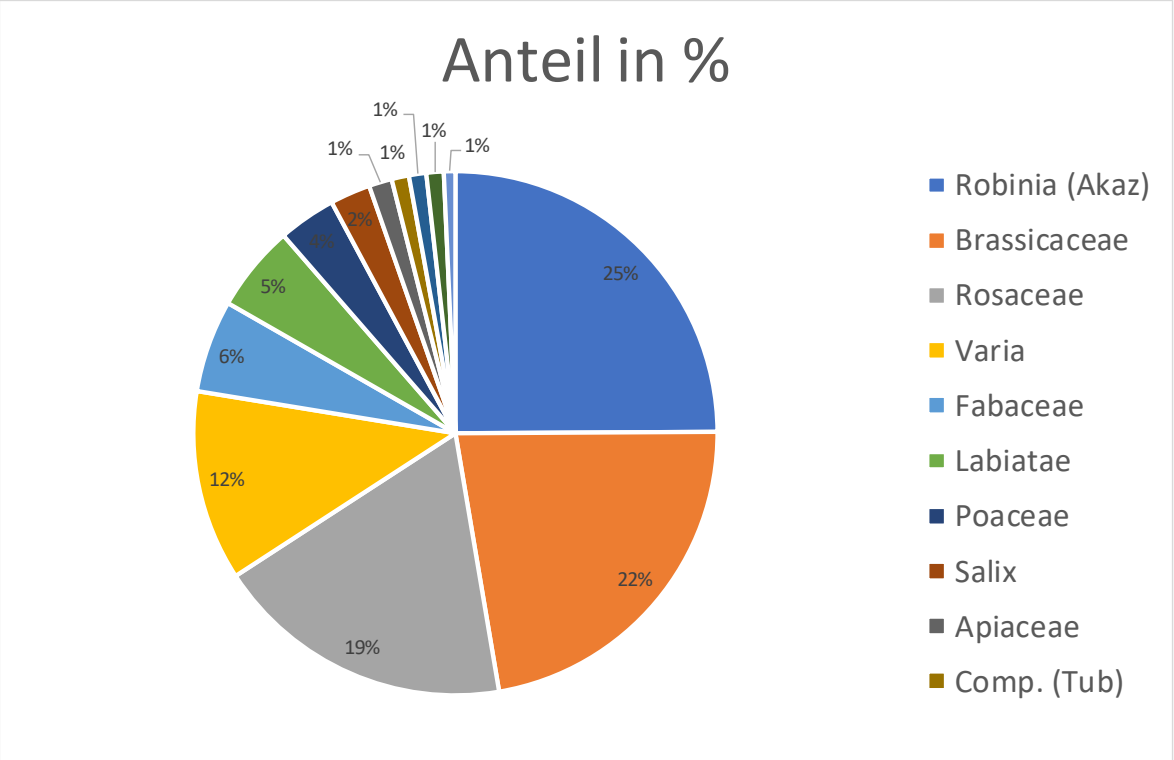


Abbildung 10: Anteil der Pollenarten vertreten im untersuchten Akazienhonig in Prozent (Quelle: eigene Erhebungen)

5. ZUSAMMENFASSUNG

Durch die lichtmikroskopischen Untersuchungen konnten in den oben angeführten Diagrammen 4.1 und 4.2 die Pollendiversität in % verifiziert und veranschaulicht werden. Die Honige repräsentieren deutlich unterschiedliche Pollentaxa, so kann annähernd belegt werden welche Pflanzentaxa in etwa von den Bienen aufgesucht wurden. Der Waldhonig weist mit 22% besonders viele Pollen der Rosaceae auf, der Pollen von Plantago war ebenso mit 16% vertreten. Der Akazienhonig beinhaltet hingegen 25% Robinia/ Akazien Pollen. Der Waldhonig und der Akazienhonig unterscheiden sich in ihrer Mikroflora deutlich, somit voneinander. Für eine Schulklasse sind Proben solcher Honige ideale Beispiele, um einen wissenschaftlich spannenden Bezug zur Umwelt herzustellen. Die SchülerInnen können dadurch aktiv Erfahrungen als JungforscherInnen sammeln und die Ergebnisse der Pollendiagramme können außerdem eindeutig interpretiert werden.

6. QUELLENANGABEN

6.1 Literatur

Bertsch Karl, Lehrbuch der Pollenanalyse, 1942, Verlag Ferdinand Enke Stuttgart, (Hrsg.). Reinerth Hans

Bucher Edith, Kofler Veronika, Zieger Emanuela, Das Pollenbild der Südtiroler Honige, 2004, Biologisches Labor der Landesagentur für Umwelt und Arbeitsschutz

Büdel Anton, Herold Edmund, Biene und Bienenzucht, Das gegenwärtige Wissen von der Biene und ihrer Zucht in einer zusammenfassenden Darstellung,1960, Ehrenwirt Verlag München

Klaus Wilhelm, Einführung in die Paläobotanik, Fossile Pflanzenwelt und Rohstoffbildung Band I, Grundlagen Kohlebildung Arbeitsmethoden einschließlich Palynologie, Franz Deuticke Verlagsgesellschaft, 1987 Wien

Küster Lars, Vergleich zweier Präparationsmethoden (Acetolyse und klassische Methode zur Melissopalynologie) für die lichtmikroskopische Herkunftsbestimmung von Honig, Universität Karlsruhe, 1996

Leins Peter, Blüte und Frucht, Aspekte der Morphologie, Entwicklungsgeschichte, Phylogenie, Funktion und Ökologie, E. Schweizerbart´sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart 2000

Pfaffeneder Christian, Dreimal Biene bitte-Der Weg der Bienen in der Schule, Universität Wien, 2012

Straka Herbert, 1975, Pollen- und Sporenkunde eine Einführung in die Palynologie, Gustav Fischer Verlag Stuttgart, Grundbegriffe der modernen Biologie Band 13 ISBN

Ternes Waldemar, Täufel Alfred, Tunger Lieselotte, Martin Zobel Martin (Hrsg.): Lebensmittel-Lexikon. 4., umfassend überarbeitete Auflage. Behr, Hamburg 2005, Behrs Verlag

Wanner Gerhard, Mikroskopisch Botanisches Praktikum, Georg Thieme Verlag, 2004 Stuttgart

6.2 Internetquellen

AGES (2017) Online, Österreichischen Agentur für Ernährungssicherheit – Honig und Bienenprodukte (2017 August 18.) Zugriff unter: https://www.ages.at/themen/umwelt/bienen/honig-und-bienenprodukte/pollen/

AGES Wien (2017) Online, Österreichischen Agentur für Ernährungssicherheit – Pollen (2017 Oktober 11) Zugriff unter: https://www.ages.at/themen/umwelt/pollen/#downloads

Apis m. c. (2017) Online, Wikimedia Commons - mellifera carnica (2017 Dezember 18.) Zugriff unter: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f5/Apis_mellifera_carnica_worker_hive_entrance_2.jpg/800px-Apis_mellifera_carnica_worker_hive_entrance_2.jpg

Apis mellifera ligustica (2017) Online, Wikipedia - Apis mellifera ligustica (2018 Februar 20.) Zugriff unter: https://en.wikipedia.org/wiki/Italian_bee

Apis m. m. (2017) Online, Bee Improvement and Bee Breeders Association - Apis mellifera mellifera (2017 Dezember 16.) Zugriff unter: https://bibba.com/wp-content/uploads/2015/01/Apis-mellifera-mellifera-f-2.jpg

Bee Info (2017) Online, Bee-info – Waldhonig (2017 Juli 09.) Zugriff unter; http://www.bee-info.de/honig/waldhonig.html

Bee Vienna (2017) Online, BEEVIENNA (2017, Juli 04) Zugriff unter: https://www.beevienna.at/

Bienenzauber (2018) Online, Bienenzauber – Honigprodukte (2018 Mai 12.) Zugriff unter: https://www.bienenzauber-honigprodukte.at/

Bioimkerhonig (2017) Online, Bioimkerhonig (2017 Juli 06.) Zugriff unter: http://www.bioimkerhonig.de/

BMNT (2017) Online, Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus – Imkerei (2017 Juli 08.) Zugriff unter: https://www.bmlfuw.gv.at/land/produktion-maerkte/tierische-produktion/anderetierarten/Imkerei.html

BR (2017) Online, Wikimedia Commons - Blütenbau der Fabaceae (2017 Dezember 10.) Zugriff unter: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/53/Faboideae_diagrams_Taub48.png

FM (2017) Online, NatureGate promotions - Flachblättriger Mannstreu - Eryngium planum (2017 Dezember 06.) Zugriff unter: http://www.luontoportti.com/suomi/de/kukkakasvit/flachblattriger-mannstreu

Honigland Oberösterreich (2017) Online, Honigland Oberösterreich – Honigsorten (2017 Juli 09) Zugriff unter: http://www.honigland.at/bienenprodukte/honigsorten.html

Imker (2017) Online, Landesverband für Bienenzucht in Wien – Österreichische Imkerschulen (2017 Jänner 17.) Zugriff unter: http://www.imker-wien.at/index.php/vereinewien.html

Lebensmittellexikon (2017) Online, Lebensmittellexikon – Honig (2017 Juli 08.) Zugriff unter: https://www.lebensmittellexikon.de/h0000240.php#0

LS Leben im Stock (2017) Online, HOFER Kommanditgesellschaft – Das Bienenjahr (2017 März 16.) Zugriff unter: https://www.projekt2020.at/fileadmin/Leuchtturmprojekte/Bienenprojekt/Bienenjahr/Zeitstrahl.jpg

Naturschutzbund (2018) Online, NATURSCHUTZBUND – Die Biene (2018 Februar 04) Zugriff unter: https://naturschutzbund.at/die-biene.html

PH-Kärnten (2017) Online, Pädagogische Hochschule Kärnten – Pollen macht Schule (2017 August 09.) Zugriff unter: http://www.ph-kaernten.ac.at/organisation/institute-zentren/5/naturwissenschaften/1/aufgabenfelder/projekte/2/

PK (2017) Online, Bioweb - Pollenkornwand (2017 Dezember 03.) Zugriff unter: http://www.bioweb.lu/Pollen/images/Pollenaufbau.jpg

PN (2017) Online, Freunde der Perchtoldsdorfer Heide - Habitus von Pinus nigra (2018 Jänner 17.) Zugriff unter: http://www.perchtoldsdorfer-heide.at/img/heide/lexikon/schwarzfoehre.jpg

Projekt 2020 (2018) Online, HOFER Kommanditgesellschaft - Projekt 2020 (2018 Februar 02.) Zugriff unter: https://www.projekt2020.at/leuchtturmprojekte/bienenprojekt/die-honigbiene.html

PS (2017) Online, H. Lorberg Baumschulerzeugnisse GmbH & Co. KG - Pinus sylvestris habitus (2018 Jänner 18.) Zugriff unter: http://www.lorberg.com/productimages/Habitus/Preview/PinsylXXX_H_Pinus.jpg

SLB (2017) Online, Steirischer Landesverband für Bienenzucht – Honigqualitätsordnung (2017 Juli 10.) Zugriff unter: http://www.imkerzentrum.at/wp-content/uploads/2015/10/HonigqualitaetsordnungOEIB.pdf

STANDARD (2018) Online, STANDARD Verlagsgesellschaft m.b.H. – Honigbiene (2018 Februar 01.) Zugriff unter: https://derstandard.at/1371170631242/Doch-nicht-aus-Asien-Ursprung-der-Ur-Honigbiene-enthuellt

TR (2017) Online, NatureGate promotions - Trifolium repens (2017 Dezember 08.) Zugriff unter: http://www.luontoportti.com/suomi/images/26220.jpg

Wildbienen (2017) Online, Faszination Wildbienen (2017, Juli 09.) Zugriff unter: http://www.wildbienen.info/einfuehrung/einfuehrung2.php

7. ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Beschreibung der Pollenkornwand (vgl. PK (2017) online) 4
Abbildung 2: Flachblättriger Mannstreu - Eryngium planum (vgl. FM (2017) Online) 10
Abbildung 3: Trifolium repens (vgl. TR (2017) Online) 11
Abbildung 4: Blütenbau der Fabaceae (vgl. BR (2017) Online) 11
Abbildung 5: Apis mellifera mellifera (vgl. Apis m.m. (2017) Online)..... 13
Abbildung 6: Apis mellifera carnica (vgl. Apis m.c. (2017) Online)..... 13
Abbildung 7: Apis mellifera ligustica (vgl: Apis m.l. (2017) Online) 14
Abbildung 8: Das Bienenjahr (vgl. LS Leben im Stock (2017) Online) 16
Abbildung 9: Anteil der Pollenarten vertreten im untersuchten Waldhonig in Prozent (Quelle: eigene Erhebungen)..... 38
Abbildung 10: Anteil der Pollenarten vertreten im untersuchten Akazienhonig in Prozent (Quelle: eigene Erhebungen)..... 39

8. TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Österreichische Imkerschulen (vgl. Pfaffeneder (2012) Online) 18
Tabelle 2: Wiener Imkerschulen (vgl. Imker (2017) Online) 19
Tabelle 3: Häufigkeitsklassen nach Bucher (vgl. Bucher (2000))..... 32

9. TAFELN I-III Beispiele für Pollentaxa aus dem Waldhonig

Tafel I

Fig. A: Rosaceae sp.

Fig. B: Liguliflore composite sp.

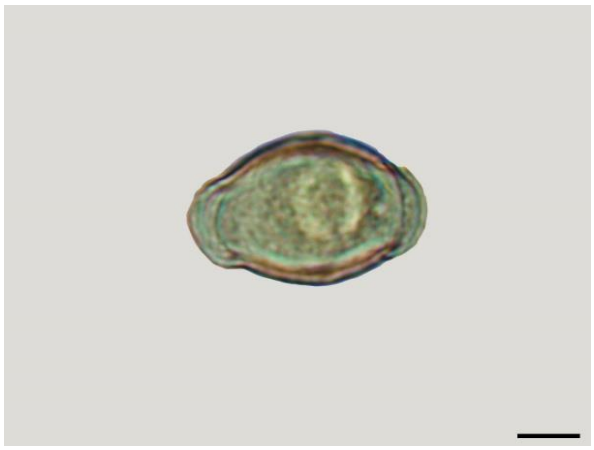
Fig. C: Brassicaceae sp.

Fig. D: Brassicaceae sp.

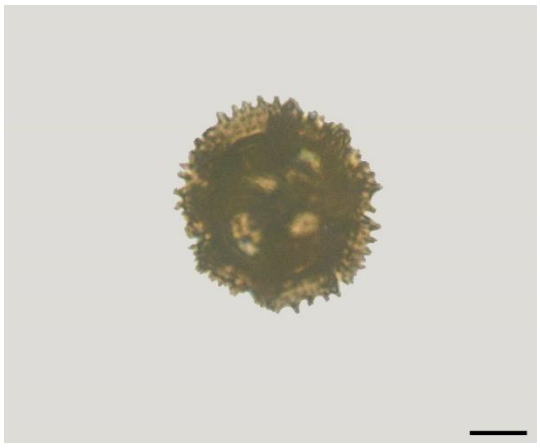
Fig. E: Tilia sp.

Maßstab: 10 µm

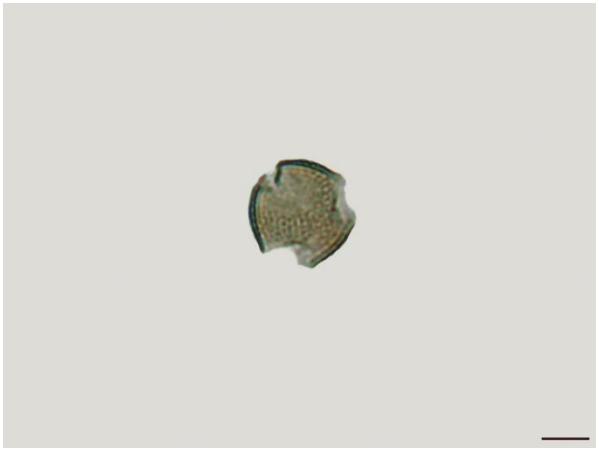
A



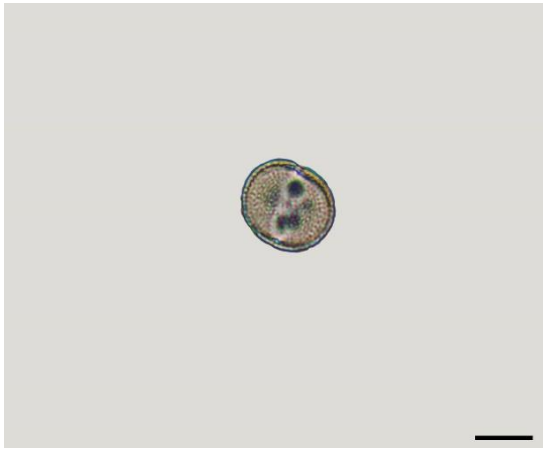
B



C



D



E

Tafel II

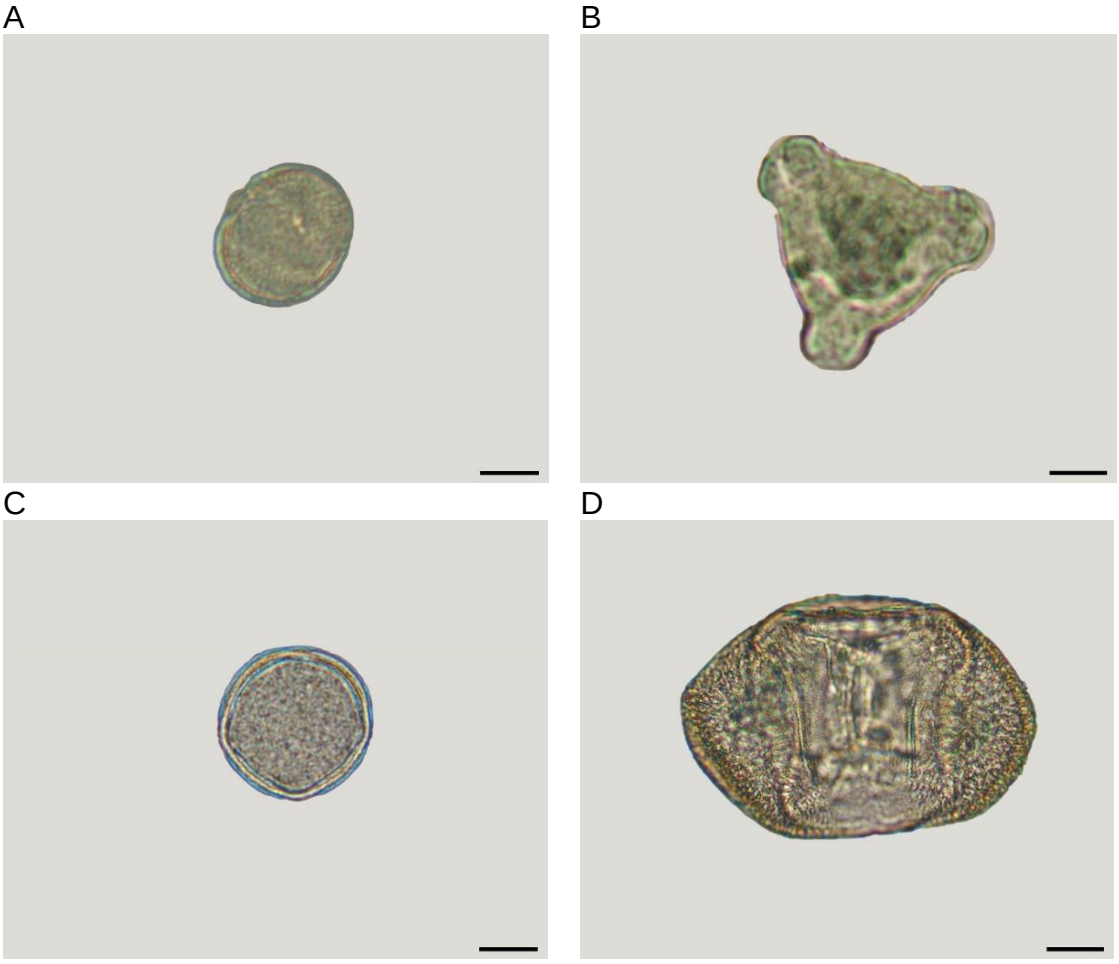
Fig. A: Lamiaceae sp.

Fig. B: Rosaceae sp.

Fig. C: Monocotyle sulcat sp.

Fig. D: Picea sp.

Maßstab: 10 µm


A
B
C
D

Tafel III

Fig. A: Rosaceae sp.

Fig. B: Liguliflore composite sp.

Fig. C: Pinus sp.

Fig. D: Pinus sp.

Maßstab: 10 µm

A

B

C

D

Tafel IV

Fig. A: Pinus sp.

Fig. B: Poaceae

Fig. C: Brassicaceae

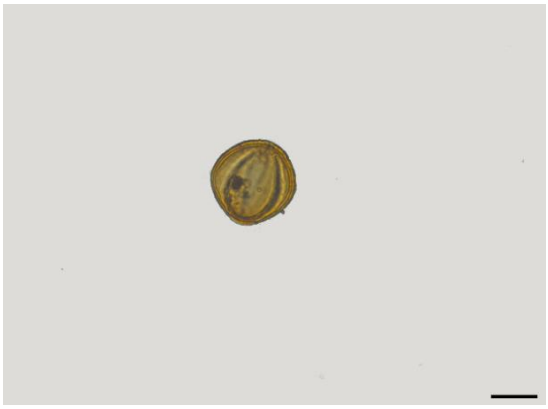
Fig. D: Alnus sp.

Maßstab: 10 µm

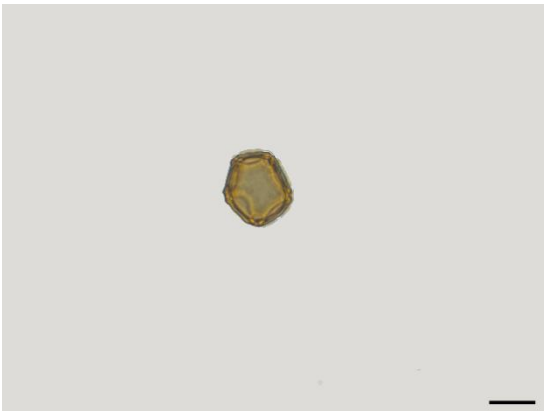
A

B

C



D



10. TAFELN V - VII Beispiele für Pollentaxa aus dem Akazienhonig

Tafel V

Fig. A: Asteraceae

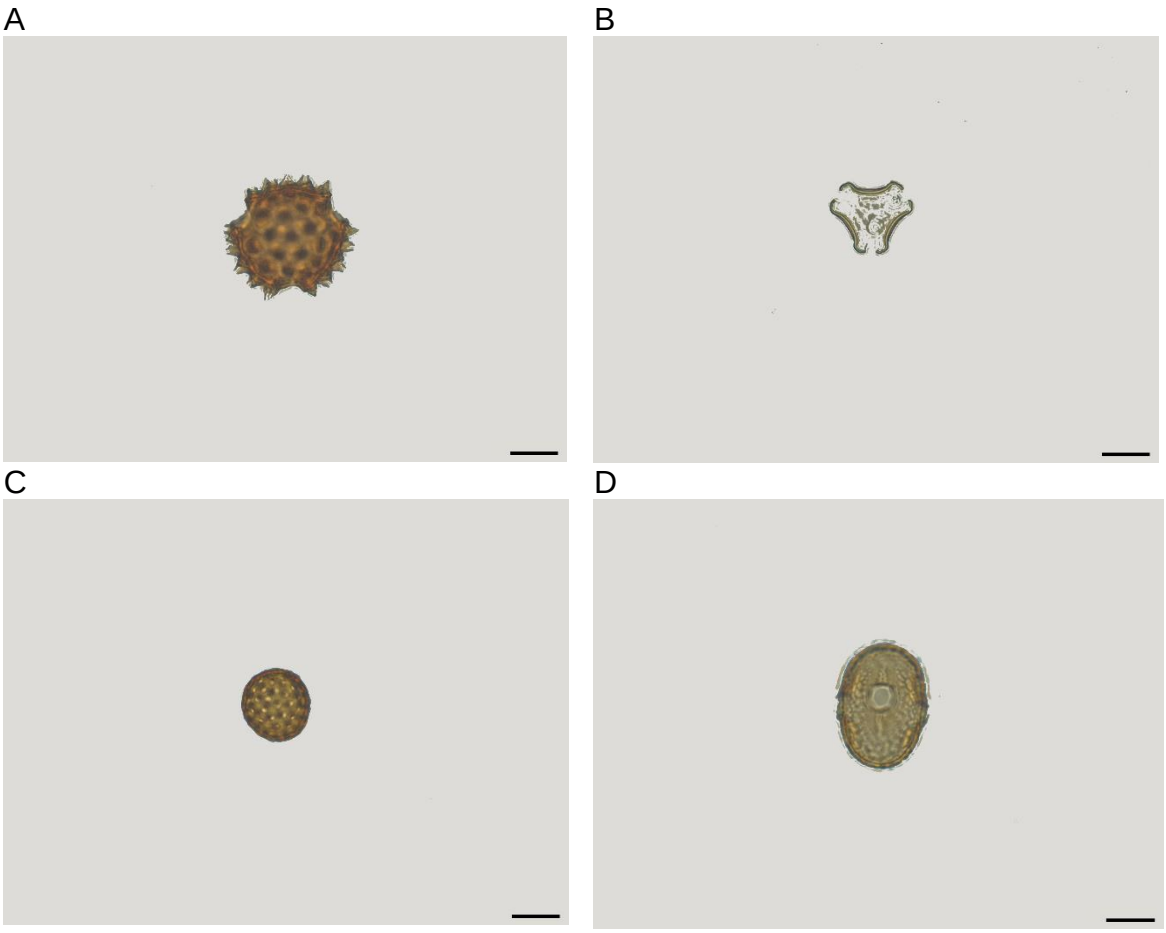
Fig. B: Lorantus europaeus

Fig. C: Amarantaceae

Fig. D: Fabaceae

Maßstab: 10 µm

4



Tafel VI

Fig. A: Boranginaceae

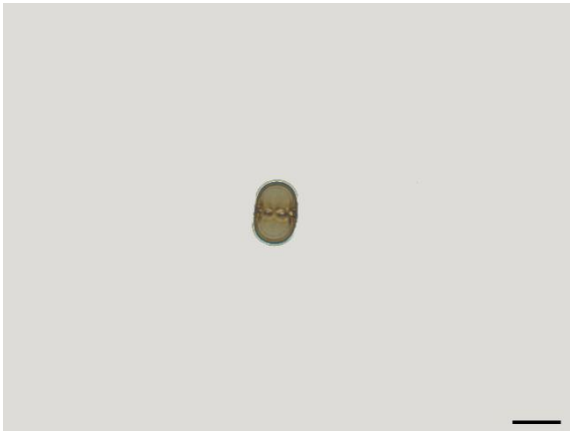
Fig. B: Robinia

Fig. C: Asteraceae

Fig. D: Brassicaceae

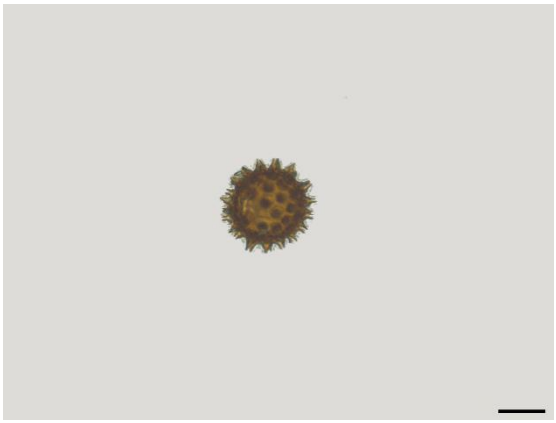
Maßstab: 10 µm

A



B

C



D

Tafel VII

Fig. A: Rosaceae

Fig. B: Hedera araliaceae

Maßstab: 10 µm

A

B