

1. Einleitung

Honig wird durch den Menschen schon sehr lange als Süßungs- und Genussmittel genutzt. Damals wie heute erwartet der Mensch ein hochwertiges und reines Naturprodukt. Diesem Aspekt trägt auch der Gesetzgeber Rechnung und hat den Qualitätsanforderungen für Honig einen gesetzlichen Rahmen gegeben.

Neben qualitätsbestimmenden Parametern wie Enzym- oder Zuckergehalt (geregelt in der Honigverordnung) werden auch besonders strenge Anforderungen an Arzneimittelrückstände in Honig gestellt – deutlich strenger als beispielsweise für andere tierische Lebensmittel wie Fleisch oder Eier (EU-TierarzneimittelrückständeVO), obwohl diese zumeist in erheblich größeren Mengen verzehrt werden. Hintergrund hierfür ist die bereits beschriebene Verbrauchererwartung, mit Honig ein besonders reines und naturbelassenes Lebensmittel zu verzehren, weitgehend frei von Rückständen der modernen Tiermedizin.

Jedoch sind Bienen ebenso wie andere Nutztiere Krankheitserregern und Schädlingen ausgesetzt, und der Imker verwendet sowohl therapeutisch als auch prophylaktisch diverse synthetisch-chemische Arzneimittel – jedoch nicht immer nur die in der EU gesetzlich zugelassenen. Hinzu kommt, dass der größte Teil des in der EU gehandelten Honigs aus sog. Drittländern wie z. B. Argentinien oder Brasilien stammt, in denen bezüglich der Behandlung von Bienen mit Tierarzneimitteln zum Teil andere, weniger strenge Regelungen gelten. Um dennoch eine hohe Qualität des auf dem Markt befindlichen Honigs zu gewährleisten, ist somit die routinemäßige Untersuchung von Honig auf Rückstände gängiger Arzneimittel durch unabhängige Labore sowie staatliche Stellen unerlässlich.

An dieser Stelle knüpft die vorliegende Dissertation an. Sie beschäftigt sich mit modernen Analysemethoden zur Bestimmung des Breitbandantibiotikums Chloramphenicol (CAP). Dieses Antibiotikum ist nicht nur hochwirksam, sondern verfügt auch über einige unerwünschte Nebenwirkungen. Aus diesem Grund ist der Einsatz von Chloramphenicol als Arzneimittel für lebensmittelliefernde Tiere in der EU verboten. Zum Zeitpunkt des Beginns der Arbeiten zu dieser Dissertation im Jahre 2002 war der Einsatz von Chloramphenicol in der Imkerei üblich, insbesondere in China, dem Hauptexportland für Honig in die EU zum damaligen Zeitpunkt. Honig wurde damals jedoch nicht routinemäßig auf CAP untersucht, da das Problem von Chloramphenicol-Rückständen in Honig nicht bekannt war. Daher waren, als der sog. „Chloramphenicol-Skandal“ bekannt wurde, auch keine hinreichend empfindlichen Analysemethoden für die komplexe Matrix Honig verfügbar. Im Rahmen dieser Arbeit wurden Methoden zur Analyse mittels LC-MS entwickelt, die die vom Gesetzgeber verlangten niedrigen Bestimmungsgrenzen für CAP erreichen und gleichzeitig die Anforderungen an eine Analysemethode in der Routineanalytik erfüllen: eine Analyse muss schnell und kostengünstig durchzuführen sein und trotzdem maximale Sicherheit im Hinblick auf Identifizierung und Quantifizierung des Analyten bieten.

1.1. Honig

1.1.1. Geschichtliches

Das früheste Zeugnis für die Nutzung von Honig durch den Menschen sind Felszeichnungen in Ostspanien, die auf 10.000 v. Chr. datiert werden und Honigjäger erkennen lassen (siehe Abb. 1-1).

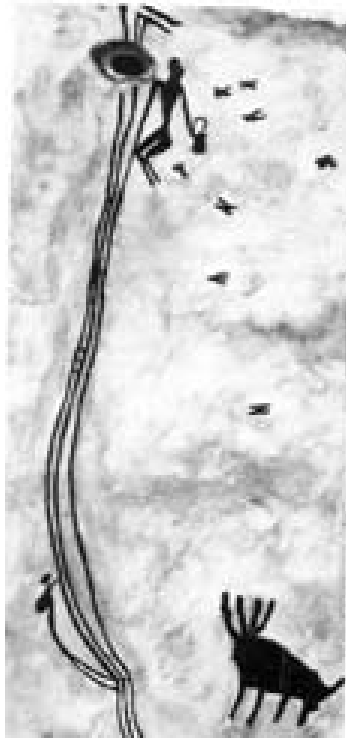


Abb. 1-1. Honigjäger – Felszeichnung
(Höhlen von Las Aranas, Ostspanien) [2]

In früheren Zivilisationen wurde der Honig als Substanz mit magisch-religiösem Charakter oder gar als Medizin angesehen. Die bis heute ersten bekannten Schriften über Honig sind Rezepte für Salben und Heilmittel auf Tontafeln, die im Irak entdeckt wurden und auf etwa 2100 v. Chr. zurückgehen.

Zeugnisse über die Nutzung von Bienenhonig als Nahrungs- und Genussmittel findet man im Alten Ägypten, in den Ländern des asiatischen Raumes, in der ältesten aller geheiligten Schriften Indiens, im Koran und in der Bibel. Erste naturwissenschaftliche Beobachtungen über Bienen und Honig wurden vom berühmten griechischen Philosophen Aristoteles beschrieben („Natürliche Geschichte“, 344 bis 342 v. Chr.). Die Verwendung von Honig als Nahrungs-, Heil- und Stärkungsmittel war demnach schon in früheren Zeiten nichts Außergewöhnliches und hat sich bis heute erhalten. Im Mittelalter war Honig um ein vielfaches billiger als der importierte Rohrzucker. Erst mit Einführung des Zuckerrübenanbaus in Europa vor ca. 150 Jahren stand einheimischer Rübenzucker als ein billiges Süßungsmittel zur Verfügung. Daher wurde Honig als Süßungs- und Nahrungsmittel durch den Zucker verdrängt. Durch den heutigen Trend der gesunden und natürlichen Ernährung bevorzugt der Verbraucher in letzter Zeit wieder mehr das Naturprodukt Honig. Zunehmende Bedeutung gewinnen Bienenprodukte auch als Naturheilmittel. Die Apitherapie

untersucht die Möglichkeit des Einsatzes von Bienenprodukten wie Gelée Royale, Propolis, Pollen und Bienengift zur Therapie von bestimmten Krankheiten [2] [5].

1.1.2. Definition von Honig

Der Gesetzgeber definiert Honig gemäß deutscher Honigverordnung vom 16. Januar 2004 als den natursüßen Stoff, „der von Honigbienen erzeugt wird, indem die Bienen Nektar von Pflanzen oder Sekrete lebender Pflanzenteile oder sich auf den lebenden Pflanzenteilen befindende Exkrete von an Pflanzen saugenden Insekten aufnehmen, durch Kombination mit eigenen spezifischen Stoffen umwandeln, einlagern, dehydratisieren und in den Waben des Bienenstocks speichern und reifen lassen“ [1].

1.1.3. Blüten- und Honigtauhonig

Aufgrund der Definition wird unterschieden zwischen Blütenhonig bzw. Nektarhonig und Honigtauhonig. Blütenhonig (Nektarhonig) stammt aus dem Nektar von Pflanzen, Honigtauhonig hauptsächlich aus auf lebenden Pflanzenteilen befindlichen Exkreten von an Pflanzen saugenden Insekten (Hemiptera), oder aus Absonderungen lebender Pflanzenteile [1].

Nektar ist das zuckerhaltige Ausscheidungsprodukt pflanzlicher Drüsen, den sogenannten Nektarien. Als Honigrohstofflieferanten sind die innerhalb der Blütenregion liegenden (floralen) Nektarien maßgebend. Nektar besteht zum größten Teil aus Wasser und enthält hauptsächlich Zucker, wobei Saccharose, Fructose und Glucose die wichtigsten Zuckerarten darstellen. Weiterhin enthält der Nektar Stickstoffverbindungen (Aminosäuren, Amide), Mineralstoffe, organische Säuren, Vitamine (z. B. Vitamin C) sowie Farb- und Aromastoffe [2].

Honigtau ist das zuckerhaltige Ausscheidungsprodukt pflanzensaugender Insekten. Die wichtigsten Wirtspflanzen von Honigtauerzeugern sind unter den Nadelhölzern die Rottanne, die Weißtanne, verschiedene Kiefernarten (wie Pinie) und die Lärche, unter den Laubbäumen die Eiche, die Linde und der Ahorn. Den Hauptbestandteil des Honigtaus bilden verschiedene Zucker, des Weiteren findet man Sterine, Vitamine, Aminosäuren, organische Säuren und Enzyme. Honigtau kann neben den Hauptzuckern Saccharose, Glucose und Fructose auch Melezitose und Erlöse in beträchtlicher Menge sowie größere Mengen an Maltose, Raffinose und höhere Oligosaccharide enthalten. Häufig findet sich im Honigtau noch Trehalose, der „Blutzucker“ der Insekten. Im Gegensatz zum Nektar ist Honigtau mineralstoffreich [2][5].

1.1.4. Sortenhonige

Als Trachthonige gelten Honige, die im Sinne des § 3 Abs. 3 Nr. 1 der Honigverordnung vom 16. Januar 2004 überwiegend von bestimmten Blüten oder Pflanzen stammen. Die Gewinnung von Trachthonig ist ein natürlicher Vorgang, der auf Blütenstetigkeit der Bienen zurückgeführt werden kann. Es gibt Trachthonige sowohl von Blütentracht als auch von Honigtautracht.

In Tabelle 1-1 sind einige Beispiele für Trachthonige getrennt nach Blüten- und Honigtautrachten aufgeführt.

Blütentrachten	Honigtautrachten
Akazienhonig	Weißtannenhonig (Abies-Arten)
Edelkastanienhonig	Rottannenhonig (Piscea-Arten – Fichten)
Heidehonig	Pinienhonig
Kleehonig	
Lindenhonig	
Rapshonig	
Orangenhonig	
Sonnenblumenhonig	

Tab. 1-1. Beispiele für Trachthonige [2]

Die Unterscheidung und Identifizierung von Sortenhonigen erfolgt durch die Pollenanalyse. Jedoch sind zwischen den einzelnen Sorten auch starke Unterschiede in den sensorischen (Geruch, Geschmack, Farbe, Konsistenz) und physikalisch-chemischen Eigenschaften (Leitfähigkeit, pH-Wert, Fructose/Glucose-Verhältnis) vorhanden [2].

1.1.5. Rohstoffsammeln durch die Biene

Ein Bienenvolk besteht aus mehreren Zehntausend Arbeitsbienen, mehreren Hundert bis Tausend Drohnen und einer Königin. Weibliche Bienen entwickeln sich aus einem befruchteten Ei, während die Drohnen aus unbefruchteten Eiern entstehen.

Von den drei in einem Bienenstock lebenden Bienenarten (Königin, Arbeiterinnen und Drohnen) spielen nur die Arbeiterinnen eine Rolle in der Honigbereitung. Feste und flüssige Nahrungsstoffe werden von ihnen mit den Mundteilen aufgenommen. Der wichtigste Teil der Mundwerkzeuge (Mandibeln) der Biene ist der Saugrüssel. Er besteht aus einem von den Außenlader der Mittelkiefer und den Unterlippentastern gebildeten Saugrohr, in welchem sich die Zunge vor und rückwärts bewegt und somit als Kolben fungiert (siehe Abb.1-2). Der Saugrüssel ist daher nicht immer geschlossen, sondern beruht auf dem lückenlosen Zusammenschluss der beteiligten Mundteile und der Arbeit der Schlundmuskulatur. So wird ein luftdichter Abschluss des Saugrohres erreicht, welcher der Biene erlaubt, flüssige Nahrung durch Mundhöhle, Schlund und Speiseröhre in die Honigblase zu pumpen. Mittels des Saugrüssels kann aber auch, zum Zwecke der Futterabgabe an andere Bienen, der Honigblaseninhalte wieder zurück in Schlund und Mundhöhle gepumpt (oder gesaugt) werden. Die Abgabe des Honigblaseninhaltes an andere Bienen erfolgt jedoch nicht durch den Saugrüssel selbst; dieser wird nach hinten eingeklappt und es entsteht ein klaffender Spalt, welcher zur Futterrinne, einer an der Zungenwurzel liegenden unbehaarten seichten Rinne, führt.

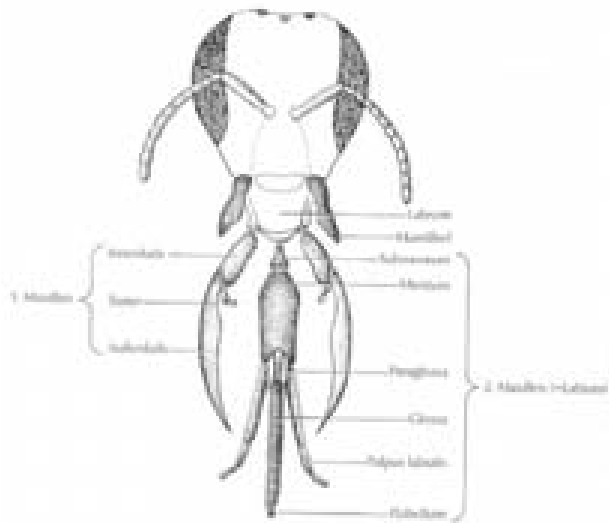


Abb. 1-2. Mundwerkzeuge der Honigbiene.

Der Saugrüssel wird von den Außenladen der Mittelkiefer (= 1. Maxillen) und den Tastern der Unterlippe (= 2. Maxillen) gebildet. [5]

Die Honigblase ist anatomisch eine Erweiterung der Speiseröhre und stellt ein Sammelorgan dar. Gegen den Mitteldarm ist die Honigblase durch den Ventiltrichter abgeschlossen, der anatomisch zum vorderen Darm gehört. Der Ventiltrichter reguliert den Futterdurchgang aus der Honigblase in den Mitteldarm, um eine gewisse Menge des Sammelgutes dem bieneneigenen Kreislauf zugänglich zu machen; des Weiteren ist er für das Zurückhalten des flüssigen Sammelgutes in der Honigblase während des Transportes in den Stock zuständig. Der Ventiltrichter kann außerdem kleine feste Bestandteile (z. B. Pollenkörner, Sporen) aus dem Honigblaseninhalte abfiltrieren und zur Verdauung in den Honigmagen weitergeben. Dadurch wird dem Nektar ein Teil der Pollen entzogen und der in die Wabenzellen gelangende Saft wird von Sporen und Pilzen gereinigt. [5][7]

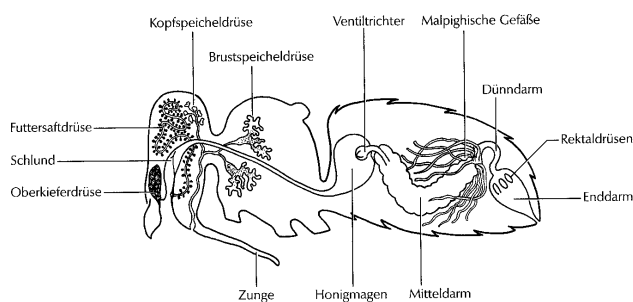


Abb. 1-3. Verdauungsapparat der Biene [5]

1.1.6. Honigbereitung

Aufgenommen werden die zuckerhaltigen Rohstoffe über den Rüssel. Über den Schlund werden sie dann weiter in die Honigblase transportiert. Schon während des Vorgangs der Aufnahme werden dem Nektar oder Honigtau fermentreiche Sekrete zugesetzt. Die Futtersaftdrüsen sondern ein Sekret ab, das die kohlenhydrat-

spaltenden Enzyme Diastase, Invertase (Saccharase) und Glucoseoxidase enthält. Im Stock wird der Inhalt des Honigmagens hervorgewürgt und an Stockbienen abgegeben, die dieses Sammelgut an andere Stockbienen weitergeben, wobei eine „Futterkette“ entsteht. Der eingetragene zuckerhaltige Rohstoff ist zu wasserreich, um über eine längere Zeit haltbar zu sein und muss daher eingedickt werden. Während des Honigreifungsprozesses kommt es deshalb im Stock zu einem Eindickungsvorgang, der in zwei Phasen zerfällt:

In der ersten Phase pumpen die Bienen den Inhalt ihrer Honigblase heraus, setzen ihn an der Unterseite ihres Rüssels als kleine Tropfen der etwa 30 bis 35 °C warmen Stockluft aus, wodurch ein Teil des Wassers verdunstet, und saugen ihn anschließend wieder ein. Diesen Vorgang wiederholen sie in schneller Folge über einen Zeitraum von etwa 15 bis 20 Minuten. Zusätzlich werden dem Rohstoff dabei noch Enzyme beigemischt, die u.a. für die Invertierung der im Nektar enthaltenen Saccharose sorgen. Da bei der Invertierung dem Zuckergemisch auf chemischem Weg Wasser entzogen wird, bedeutet dies eine zusätzliche Eindickung.

In der zweiten Phase wird der halbreife Honig in kleinen Tröpfchen oder als dünner Film an den Zellwänden oder am Zellboden abgelagert. Insbesondere während der Nacht wird trockene kühle Außenluft in das Stockinnere gebracht und erwärmt. Die relative Luftfeuchte sinkt ab, und im trockenen, warmen Luftstrom verdunstet das überschüssige Wasser aus dem halbreifen Honig, bis ein Wassergehalt von 20 % und weniger erreicht ist.

Ist der Honig reif, werden die Zellen mit Honig aufgefüllt und mit einem Wachsdeckel verschlossen. Der Verschluss verhindert weitestgehend eine nachträgliche Wasseraufnahme und -abgabe des Honigs und eine Kontamination mit Mikroorganismen. Verdeckelter Honig gilt beim Imker als reif und daher als schleuderbar [2][5].

1.1.7. Zusammensetzung des Honigs

Kohlenhydrate

Vorherrschende Zucker im Honig sind die Monosaccharide Fructose mit Gehalten zwischen 32,5 und 45,2 % und Glucose mit 24,3 bis 39,9 %. Daneben wurden mehr als 20 verschiedene Oligosaccharid-Verbindungen identifiziert. Aufgrund der zugegebenen Speichel-Saccharase (Invertase) bleibt im allgemeinen nur ein geringer Rest der Saccharose des Rohstoffs enthalten. Der Saccharosegehalt kann in Abhängigkeit vom Reifegrad des Honigs stark schwanken (0,05-6,2 %). Das Spektrum der Zuckerarten ist z.T. charakteristisch für manche Honigsorten. Jedoch kann man aufgrund des Zuckerspektrums nicht mit Sicherheit auf die Honigsorte schließen. Melezitose und Raffinose kommen nur in Honigtauhonigen vor [2][3][4][5].

Wasser

Der Wassergehalt des Honigs liegt durchschnittlich bei 16-19 %. Honige mit höheren Gehalten sind sehr anfällig gegenüber einer Vergärung durch osmophile Hefen. Außerdem sind erhöhte Wassergehalte oftmals ein Beweis für einen unreif geernteten Honig [2][3].

Enzyme

Die wichtigsten Enzyme im Honig sind α -Glucosidasen (Invertase, Saccharase), α - und β -Amylasen (Diastase), Glucoseoxidase, Katalase und saure Phosphatase [3].

Diastase

Die Diastase gehört zur Gruppe der Hydrolasen. Diastasen können Stärke direkt oder über Dextrine zu Maltose und Glucose abbauen.

Sie befinden sich im Kopfdrüsensekret der Biene (Bienenspeichel) und dienen im Bienenstock dem Abbau der Pollenstärke.

Die Diastase ist wärmeempfindlich und somit ein guter Indikator für die Abschätzung der thermischen Belastung, die ein Honig erfahren hat [2][3].

Saccharase

Saccharase bzw. Invertase spaltet Saccharose in Glucose und Fructose.

Die Saccharase ist empfindlicher gegen Wärme als die Diastase und kann schon von kleineren Temperaturerhöhungen beeinflusst werden, daher ist sie für die Beurteilung einer Wärmeschädigung kein geeigneter Indikator.

Praktisch die gesamte Invertaseaktivität eines Honigs stammt aus dem Speichel der Biene [2][3].

Glucoseoxidase

Die Glucoseoxidase geht ebenfalls auf die Biene zurück. Die enzymatische Oxidation von Glucose führt zu Gluconsäure, der Hauptsäure des Honigs, und Wasserstoffperoxid [2][3].

Proteine

Die Proteine des Honigs stammen zum Teil aus dem pflanzlichen Material, zum Teil von der Biene. Ihr Gehalt ist je nach Sorte stark schwankend (0,2 – 2 %) [2][3].

Aminosäuren

Honig enthält freie Aminosäuren in Mengen von 100 mg/100 g Trockenmasse. Prolin überwiegt stark und macht 50 – 85 % der Aminosäurefraktion aus [3].

Der Prolingehalt ist ein wichtiges Kriterium zur Untersuchung der Qualität des Honigs und gibt Aufschluss über dessen Reife [2]. Reife eines Honigs bedeutet nicht nur, dass er trocken genug ist, sondern er muss auch von den Bienen genügend bearbeitet, also bespeichelt worden sein. Ein charakteristischer Bestandteil des Bienenspeichels ist Prolin, daher lässt sich diese Aminosäure im Honig in um so höheren Konzentrationen nachweisen, je intensiver der Rohstoff (Nektar, Honigtau) durch die Biene bearbeitet wurde [6].

Mineralstoffe

Die Mineralstoffe im Honig stammen hauptsächlich aus den von der Biene gesammelten Rohstoffen. Honigtauhonige haben mit 40 bis 100 mg/100 g einen höheren Mineralstoffgehalt als Blütenhonig mit ca. 10 mg/100 g [2]. Das liegt daran, dass in den meisten Nektarien der Großteil der Mineralsalze rückresorbiert wird, während die Pflanzensauger den relativ hohen Mineralstoffgehalt des Phloemsafes im Honigtau fast unverändert ausscheiden. Aus dem daraus resultierenden hohen Mineralstoffgehalt des Honigtauhonigs lässt sich auch seine höhere elektrische Leitfähigkeit ableiten [5].

Säuren

Honig hat einen sauren pH-Wert. Obwohl Honigtauhonige mehr Säure enthalten als Blütenhonige, haben sie einen höheren pH-Wert (pH 4,0 - 5,4) als Blütenhonige (pH 3,6 - 4,5). Dies ist dadurch bedingt, dass Honigtauhonig mehr kolloidale und auch andere Eiweißsubstanzen, Mineralstoffe und Salze enthält, die den Säuregehalt des Honigs abpuffern und so einen höheren pH-Wert bewirken.

Die Hauptsäuren im Honig sind die organischen Säuren Gluconsäure, Essigsäure, Buttersäure, Milchsäure, Citronensäure, Ameisensäure, Maleinsäure und Oxalsäure [2][5].

1.2. Gelée Royale

1.2.1. Definition von Gelée Royale

Gelée Royale hat im Bienenvolk eine wichtige Funktion bei der Ernährung und Differenzierung der Königin, die sich trotz gleicher Gene anatomisch und physiologisch von der Arbeitsbiene unterscheidet. Sog. Ammenbienen produzieren aus den Rohstoffen Pollen und Honig in ihren Futtersaft- und Mandibeldrüsen Gelée Royale. Die Futtersaftdrüsen befinden sich bei den Arbeitsbienen in der Kopfkapsel, während sie dem Drohn und der Königin gänzlich fehlen.

Die Entwicklung der drei Bienenwesen findet in unterschiedlichen Zellen statt. In den typischen sechseckigen Zellen entwickeln sich Arbeiterinnen und Drohnen. Die Königinnenzelle, auch Weichselzelle genannt, entsteht aus einem nach unten geöffneten Näpfchen, in welches von der Königin das Ei gelegt wird. Die Larve der Königin erhält ausschließlich das hochkonzentrierte Gelée Royale, während die Larven der Arbeiterinnen und Drohnen diese Nahrung in verdünnter Form nur die ersten dreieinhalb Tage erhalten und danach nur noch Honig und Pollen bekommen. Die Königinnenzelle wird am 8. Tag mit einem Wachsdeckelchen verschlossen. Zuvor erhält die Larve einen großen Futternvorrat an Gelée Royale, den sie bis zum Schlupf aufbraucht. Durch die intensive Fütterung der Larve mit Gelée Royale im Zusammenhang mit der intensiven Betreuung durch die Ammenbienen entsteht aus dieser Larve eine Königin. Daher wird Gelée Royale auch als Königinnenfuttersaft bezeichnet. Gelée Royale enthält wesentlich mehr Mandibeldrüsensekret als der Arbeiterinnen- und der Drohnenfuttersaft. Die durch Gelée Royale bewirkte Differenzierung der Larve zur Königin führt zur Ausbildung der paarigen Ovarien und Ovidukte und der Spermatheka. Des Weiteren werden spezielle Duftdrüsen zur Produktion von Pheromonen gebildet, die das königintypische Duftbouquet bewirken, das zur Durchsetzung der königlichen Autorität und Kommunikation im Bienenvolk

unersetzlich ist. Zusätzlich bewirkt Gelée Royale wichtige Verhaltensänderungen (z.T. auf genetischer Ebene), so dass z. B die Königin zum Begattungsflug ausfliegt und sich der Eiablage widmet. Die Königin hat mit 3 - 4 Jahren eine viel höhere Lebenserwartung als die Arbeiterinnen, die im Sommer nur drei Wochen und im Winter sechs Monate leben [7][8].

1.2.2. Gewinnung des Gelée Royales

Bei der Gewinnung von Gelée Royale wird durch spezielle Bienenzucht der Trieb der Bienen, bei Verlust der Königin eine neue nachzuziehen, ausgenutzt. Wird besonders starken Bienenvölkern die Königin entnommen, so sind die Bienen bestrebt, mindestens eine neue Königin aus der vorhandenen Brut nachzuziehen. Zur Sicherheit und zur Selektion legen die Bienen Dutzende neuer Königinnenzellen an. Hierzu bringt der Imker Rähmchen mit vorgefertigten Königinnennäpfchen, die mit einer wenige Millimeter großen Larve bestückt sind, in das Bienenvolk ein. Diese Larven werden von den Ammenbienen mit Gelée Royale versorgt. Vor der Verdeckelung der Königinnenzellen entfernt der Imker die Larven und saugt den Vorrat an Gelée Royale ab. Eine Zelle liefert ca. 0,3 g Gelée Royale, der Gesamtertrag eines Volkes kann innerhalb eines Jahres mehrere hundert Gramm betragen. Im Handel wird neben frischem auch lyophilisiertes (gefriergetrocknetes) Gelée Royale angeboten. Das Lyophilisat ist einfacher zu lagern und zu transportieren. Während das frische Gelée Royale bei 0 - 5 °C oder tiefgefroren gelagert werden muss, kann man das Lyophilisat bei Raumtemperatur in gut schließenden dunklen Gefäßen aufbewahren.

Die Gewinnung von Gelée Royale ist sehr arbeitsaufwändig und lohnt sich in gemäßigten Klimaregionen wie Deutschland aufgrund der kurzen Vegetationsperiode nicht. In wärmeren Gebieten ist die Vegetationsperiode der Bienenvölker und Trachtpflanzen länger und intensiver, so dass erheblich größere Mengen an Gelée Royale produziert werden können. Mit ca. 1,5 t pro Jahr hat China einen Anteil von 90 % an der Weltproduktion [7][9].

1.2.3. Zusammensetzung des Gelée Royales

Die wichtigsten Inhaltsstoffe des frischen Gelée Royales im Überblick [8] [4]:

Inhaltsstoff	Menge in %
Wasser	60-70
Zucker	11-23 (hauptsächlich Fructose und Glucose)
Proteine und Aminosäuren	9-18
Fette	4-8
10-Hydroxy-2-decensäure	1-6
weitere Bestandteile: Vitamine (Thiamin, Riboflavin, Pyridoxin, Niacin, Pantothensäure, Biotin, Folsäure) Sterine Bioterin und Neopterin Mineralstoffe und Spurenelemente	

Tab. 1-2. Inhaltsstoffe des frischen Gelée Royales