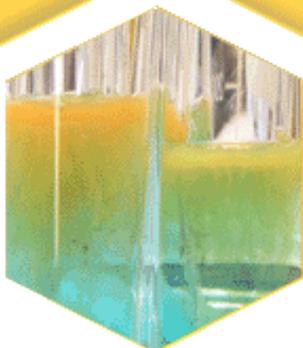


Honig

im Chemieunterricht

Sabine Binder
Prof. Dr. Verena Pietzner



*Theorie, Experimente und Arbeitsblätter
Sekundartufe I und II*

Diese Handreichung wird **kostenlos** zum Download unter dem folgendem Link angeboten:

www.uni-oldenburg.de/chemiedidaktik

Die Inhalte dieser Handreichung dürfen ohne vorherige Erlaubnis
für den Unterricht kopiert werden.

Eine kostenpflichtige Abgabe ist nicht gestattet!

2017, Version 1.0
Carl von Ossietzky Universität Oldenburg
Fakultät V - Didaktik der Chemie
Sabine Binder, Prof. Dr. Verena Pietzner

Inhaltsverzeichnis

Honig im Unterricht.....	1
1 Fachlicher Hintergrund.....	2
1.1 Herstellung - Von der Blüte ins Glas.....	3
Wie entsteht Honig?.....	3
Wie kommt der Honig ins Glas?	4
Bienen produzieren nicht nur Honig – Weitere Bienenprodukte	6
1.2 Honig – Chemie	7
Was ist „Zucker“?	7
Kohlenhydrate und Zucker in der Nährwerttabelle	8
Woraus besteht Honig?	9
Honig – Eine gesunde Alternative zu Zucker?	9
Chemische Abläufe während der Honigreifung	11
Invertzuckercreme – Kunsthonig	13
Unterscheidung von Honig und Invertzuckercreme	14
1.3 Der rechtliche Aspekt.....	15
Die Honigverordnung.....	15
Warum gibt es keinen „kaltgeschleuderten“	18
oder „wabenechten“ Honig mehr?	18
Was macht Bio-Honig „bio“?.....	19
1.4 Wissenswertes über Honig.....	20
Warum kristallisiert Honig?.....	20
Mein Honig ist auskristallisiert,.....	21
wie kriege ich ihn wieder flüssig?.....	21
Wie lagere ich meinen Honig richtig?	21
Geschichte: Ein süßes Urlaubsmitbringsel wird zum Verhängnis	23
Giftiger Honig?.....	24
2 Honig – Experimente	25
Honig Sensorik.....	26
Kunsthonig selbst herstellen	27
– Wichtige Anmerkungen für den Lehrer/die Lehrerin.....	27
Kunsthonig selbst herstellen	28
Reduzierende Zucker nach Benedict	29
Nachweis von Glucose.....	30
Nachweis von Fructose.....	31
Bestimmung des Säuregehaltes von Honig.....	32

Nachweis von Hydroxymethylfurfural (HMF).....	33
Enzymaktivität – Amylase in Honig	34
Pollen im Honig	36
Quantitative Wasserbestimmung	37
Elektrische Leitfähigkeit von Honig	38
Hygroskopie.....	39
Honigverderb – Alkoholische Gärung.....	40
Honigaroma – Maillard Reaktion	41
3 Honig – Arbeitsblätter	42
Wald- und Blütenhonig	43
Wie kommt der Honig ins Glas?	44
Aussagen aus dem Internet 1	45
Aussagen aus dem Internet 2.....	46
4. Literatur	47
4.1. Linksammlung.....	48
4.2 Weitere interessante Veröffentlichungen zum Thema Honig	49

Honig im Unterricht

Honig ist ein allgegenwärtiges Lebensmittel, das auf vielen Frühstückstischen und in vielen Fertigprodukten zu finden ist. Dass Honig von Bienen hergestellt wird ist allgemein bekannt. Welche Arbeitsschritte nötig sind, bis er ins Glas gelangt und welche Inhaltsstoffe Honig er enthält ist hingegen nur wenigen bewusst. Aus diesem Grund wurde diese Honig-Handreichung entwickelt, die neben einer breiten theoretischen Betrachtung des Honigs (u.a. Produktion, Inhaltsstoffe, Authentizität, rechtliche Aspekte) vor allem die experimentelle Auseinandersetzung mit dem Lebensmittel Honig ermöglicht.

In dieser Handreichung werden Einblicke in die Tätigkeit des Imkers gegeben und die chemischen Abläufe während der Honigreifung im Bienenstock erläutert. Auch werden und weitere Bienenprodukte wie Propolis und Geleé Royale vorgestellt.

Ein bislang für den Unterricht nicht aufbereitetes Thema ist die Honigverordnung, mit deren Hilfe ein erster Einblick in die rechtliche Beurteilung von Lebensmitteln ermöglicht werden kann. Auch diese wird in dieser Handreichung thematisiert und mit Experimenten verknüpft.

Zudem kann die Bewertungskompetenz der Schülerinnen und Schüler anhand des Lebensmittels Honig gefördert werden:

- Ist Honig wirklich gesünder als Zucker?
- Warum kristallisiert Honig aus?
- Wie lagere ich Honig richtig?
- Was macht Bio-Honig zu „Bio-Honig“?
- Warum ist Honig nicht für Säuglinge geeignet?
- Warum gibt es keinen „kalt geschleuderten“ Honig mehr zu kaufen?

Diese und andere Fragen werden in dieser Handreichung beantwortet.

Da viele seiner Inhaltsstoffe (Zucker, Wasser, Enzyme, Aromen, Säuren, Hydroxymethylfurfural) und Eigenschaften (Hygroskopie, alkoholische Gärung, Bildung von Wasserstoffperoxid) auch mit geringem experimentellem Aufwand im Einklang mit dem Kerncurriculum für das Fach Chemie im Unterricht erschlossen werden können, wurden entsprechende Experimente entwickelt, unter anderem:

- Sekundarstufe I: Nachweis von Wasser, Glucose und Fructose, Bestimmung des Säuregehaltes durch Titration, Hygroskopie
- Sekundarstufe II: Nachweis von Wasserstoffperoxid sowie der Amylase-Aktivität, Herstellung von Honig-Aroma

Neben der rein chemischen Betrachtung des Honigs wurden auch biologische Methoden, wie etwa die Pollenanalyse, um eine fachübergreifende Betrachtung des Honigs zu ermöglichen.

1 Fachlicher Hintergrund

1.1 Herstellung - Von der Blüte ins Glas

Wie entsteht Honig?

Aus Kohlenstoffdioxid (CO₂) und Wasser (H₂O) stellen Pflanzen durch Photosynthese Glucose (Traubenzucker), Sauerstoff (O₂) und Wasser her. In den Zellen der Pflanze wird die Glucose zum Teil in Fructose (Fruchtzucker) und Saccharose (Kristallzucker, Rohrzucker) umgewandelt. Die verschiedenen Zucker werden durch die Siebröhren („Adern der Pflanze“) innerhalb der Pflanze transportiert. Die transportierte Flüssigkeit wird als Siebröhrensaft bezeichnet. Der Hauptzucker dieses Saftes ist Saccharose.

Wird der Siebröhrensaft in die Blüte transportiert und dort abgegeben, spricht man von Nektar. Er dient dazu, Insekten anzulocken und über diese den Pollen von Blüte zu Blüte zu tragen. Aus Nektar entsteht Blütenhonig.

Ein weiterer Ausgangsstoff für Honig ist „Honigtau“. Insekten wie Läuse und Zikaden stechen Löcher in die Siebröhren, nehmen den Siebröhrensaft auf, verdauen ihn und scheiden ihn als Honigtau wieder aus. Aus Honigtau entsteht Waldhonig.

Sowohl Nektar als auch Honigtau enthalten neben Saccharose, Glucose, Fructose und weiteren Zuckern bereits verschiedene Aromastoffe, Aminosäuren, Vitamine und Mineralstoffe in unterschiedlichen Konzentrationen.

Bienen sammeln Nektar und Honigtau, um die Ernährung des Bienenvolkes auch in Zeiten ohne blühende Pflanzen („trachtlos“) sicher zu stellen, zum Beispiel im Winter.

Die Sammelbiene saugt Nektar oder Honigtau mit ihrem Rüssel auf und sammelt ihn in ihrer Honigblase. Dabei gibt sie Sekret aus ihrer Speicheldrüse hinzu. Dieses Sekret enthält die Enzyme Saccharase (Invertase), Amylase (Diastase) und Glucoseoxidase, die auf diesem Weg in den Honig gelangen.

Im Bienenstock wird das Sammelgut von Biene zu Biene weitergegeben. Bei jeder Weitergabe wird mehr Speichel hinzugegeben und Wasser entzogen, bis die letzte Biene ihren Honigblaseninhalt in eine Wabe gibt.

Das Sammelgut enthält zu Beginn noch sehr viel Wasser. Dieses muss weitestgehend entfernt werden, um den Honig haltbar zu machen (Honigreifung). Hierzu wird der gesammelte Nektar/Honigtau immer wieder aufgesaugt und ausgebreitet, wodurch immer mehr Wasser entzogen wird. Auch die warme Luft im Bienenstock von etwa 30 °C trägt zur Trocknung bei.

Neben dem Wasserentzug finden während der Honigreifung auch andere Veränderungen im Honig statt (siehe Honigreifung S. 11). Der reife Honig ist durch seinen hohen Zuckergehalt und seine Enzyme (siehe Experiment S. 34) vor Verderb durch Mikroorganismen geschützt. Ist der Honig reif, werden die Waben von den Bienen mit Wachs versiegelt.

Weiterführende Informationen:

LAVES Institut für Bienenkunde Celle
Dr. Werner von der Ohe „Honigentstehung und
Honiginhaltsstoffe“ Juli 2009

Wie kommt der Honig ins Glas?

Nach etwa 3 bis 7 Tagen ist die Honigreifung abgeschlossen. Dass der Honig reif ist, erkennt der/die Imker/in daran, dass mindestens zweidrittel der Waben mit Wachs verschlossen sind. Wichtig ist außerdem, dass sich keine Bienenbrut in den Waben befindet, dass die Waben unbeschädigt und frei von Schimmel und sonstigen Verunreinigungen sind. Zusätzlich wird mit einem Refraktometer der Wassergehalt des Honigs überprüft. Liegt dieser unter 20 % kann mit der Ernte begonnen werden.

Bei der Entnahme der Waben und den weiteren Arbeitsschritten muss der/die Imker/in sehr genau auf Sauberkeit achten, da der Honig nicht erhitzt wird und naturbelassen in den Handel kommt.

Die Waben werden in einem gut verschlossenen Behälter zur Verarbeitungsstätte transportiert. Dies kann sowohl die heimische Küche sein als auch ein speziell für die Honigverarbeitung hergerichteter Raum - je nachdem wie viele Bienenvölker der/die Imker/in besitzt.

Der nächste Arbeitsschritt ist das Entdeckeln. Hierbei wird mit einer Entdeckelungsgabel die Wachsschicht von den Waben gelöst. Für besonders große Mengen an zu entdeckelnden Waben gibt es auch spezielle Entdeckelungsmaschinen.

Anschließend wird der Honig, falls nötig, leicht erwärmt um die Fließfähigkeit zu verbessern. Hierbei werden maximal 30 °C erreicht - die Temperatur, die auch im Bienenstock herrscht. In der Regel wird aber mit niedrigeren Temperaturen um 25 °C gearbeitet.

Der erwärmte Honig wird anschließend in einer hand- oder maschinell-betriebenen Schleuder so lange geschleudert, bis die Waben keinen Honig mehr enthalten.

Frisch geschleudertes Honig kann Partikel enthalten, die nicht erwünscht sind. Hierzu

gehören Wachsreste der Waben, Chitin-Teile vom Bienenpanzer und manchmal auch Holzsplitter von einem beschädigten Rähmchen. Daher wird der Honig direkt nach dem Schleudern gesiebt. Hierzu wird der Honig durch ein feines Nylongewebe gegeben, das die unerwünschten Partikel zurück hält.

Das Sieben ist nicht mit „Filtrieren“ zu

Exkurs - Im Mittelalter wurden die reifen Honigwaben zu **Seim-Honig** verarbeitet. Die Waben wurden in einen Kessel gegeben und ausgekocht. Beim Abkühlen bildete sich im oberen Bereich eine Schicht aus Wachs, in der Mitte sammelten sich Fremdkörper und tote Bienenbrut, die unterste Schicht war der Seim-Honig. Diese Methode ist seit der Erfindung der Honigschleuder äußerst unüblich und wird in Deutschland bereits seit über 100 Jahren nicht mehr angewandt.

Eine weitere Variante ist der sogenannte **Presshonig**. Die Honigwaben werden hierfür zerkleinert und anschließend in einer Korb- oder Edelstahlpresse ausgepresst. Presshonig ist in der Regel etwas dunkler, herber im Geschmack und enthält mehr Pollen. Auch diese Variante der Honigherstellung ist mittlerweile eher unüblich, nur noch sehr wenige Imker stellen Presshonig her.

verwechseln! Beim Filtrieren werden deutlich feinere Porenöffnungen verwendet, die auch feinste Partikel wie Pollen entfernen. Weil Pollen ein wichtiges Qualitätsmerkmal darstellen, muss gefilterter Honig explizit gekennzeichnet werden!

Danach wird der Honig ruhen gelassen. Er enthält nach dem Schleudern und Sieben sehr viele Luftblasen und feinste Wachsteilchen. Mit der Zeit steigen die Luftblasen nach oben und ziehen dabei die Wachsteilchen mit. Hierdurch bildet sich auf der Oberfläche des Honigs Schaum, der abgeschöpft wird. Der/die Imker/in nennt diesen Vorgang „Absetzen“.

Besonders Blütenhonige neigen dazu, mit der Zeit auszukristallisieren (siehe S. 20). Um Kristallisationsfehler während der Lagerung zu vermeiden, wenden Imker/innen die

sogenannte „kontrollierte Kristallisation“ an. Hierbei gibt es zwei Methoden. Zum einen kann der bereits auskristallisierte Honig so lange gerührt werden, bis gleichmäßig feine Kristalle entstanden sind. Honig der nur zögerlich auskristallisiert kann mit bereits kristallisiertem Honig angeimpft werden um die Kristallisation zu starten. Anschließend wird auch hier so lange gerührt, bis er die gewünschte Konsistenz besitzt.

Anschließend wird der Honig in Gläser abgefüllt und ist bereit für den Verkauf.

Bienen produzieren nicht nur Honig – Weitere Bienenprodukte

Bienenwachs Bienenwachs wird von Bienen mit speziellen Drüsen hergestellt und besteht zu circa 70 % aus komplexen Wachsestern, Fettsäuren und Hydroxyfettsäuren sowie Kohlenwasserstoffen.

Nachdem der Honig aus den Waben herausgeschleudert wurde wird das übrige Wachs geschmolzen um es von Verunreinigungen zu trennen. Nach dem Erkalten wird es für verschiedene Zwecke verwendet.

Ein bekanntes Beispiel sind Bienenwachskerzen. Auch in Lederpflege- und Kosmetikprodukten kommt es zum Einsatz. Bienenwachs wird auch in Lebensmitteln verwendet. Es ist als Zusatzstoff E 901 als Überzugs- und Trennmittel zugelassen und sorgt zum Beispiel dafür, das Gummibärchen in der Packung nicht aneinanderkleben oder wird auf Citrusfrüchte und Äpfel gesprüht, um deren Glanz zu verstärken.

Pollen Bienen sammeln auch Pollen zur Ernährung des Bienenvolkes. Hierzu kleben sie die Pollen an ihren Beinen fest und tragen diese als „Pollenhöschen“ zurück in ihren Stock.

Der/die Imker/in kann den Eingang zum Bienenstock so verengen, dass die Biene ihre Pollenhöschen beim Eintritt in den Bienenstock absteifen muss. Die abgefallenen Pollen werden eingesammelt.

Oft werden diese Pollen als Nahrungsergänzungsmittel angepriesen. Dies ist für Menschen mit einer Pollenallergie nicht zu empfehlen.

Propolis ist eine harzige Masse, die von Bienen an Knospen verschiedener Bäume gesammelt wird. Im Bienenstock dient es der Abdichtung von Ritzen, dem Festkleben von Waben sowie der Umhüllung toter Insekten.

Propolis besitzt aufgrund seines hohen Gehalts an Harz, ätherischen Ölen und Flavonoiden antimikrobielle Eigenschaften. Durch verschiedene Kaffeesäure-Derivate wirkt es auch antiviral.

Propolis wird in Arzneimitteln (beispielsweise als Einreibmittel bei Rheuma und Gicht) oder auch in kosmetischen Produkten (Haut- und Lippenpflege) eingesetzt. Bei empfindlichen Menschen besteht jedoch das Risiko allergischer Reaktionen.

Gelée Royale oder „Königinnenfuttersaft“ wird in den Kopfdrüsen von Bienen gebildet um damit die Bienenkönigin bzw. Larven zu füttern.

Gelée Royale findet im Bereich Kosmetik (zum Beispiel „Duschgel mit Gelée Royale“) und Arzneimitteln Verwendung. Auch Lebensmittel und Nahrungsergänzungsmittel mit Gelée Royale sind im Handel erhältlich.

Da es derzeit nur wenige Studien zur Wirkung auf den Menschen gibt, wird der Nutzen von Gelée Royale kontrovers diskutiert. Besonders bei der Einnahme als Nahrungsmittel wurden bereits schwere allergische Reaktionen beschrieben.

1.2 Honig – Chemie

Was ist „Zucker“?

Beschäftigt man sich mit Nährstoffen gelangt man sehr schnell zu dem Begriff „Kohlenhydrate“ und im Rahmen dessen wird besonders der Begriff „Zucker“ immer wieder diskutiert.

„Zucker macht dick!“

„Zucker ist schlecht für die Zähne!“

„Süßigkeiten enthalten viel Zucker!“

Doch was sind Kohlenhydrate? Was ist Zucker? Bei dem Begriff „Kohlenhydrate“ handelt es sich um eine Sammelbezeichnung, unter der eine Vielzahl an Aldosen und Ketosen zusammen gefasst ist. Allgemein haben diese Summenformel $C_n(H_2O)_n$ und werden als „Hydrate des Kohlenstoffs“ bezeichnet.

Kohlenhydrate lassen sich grob in drei Kategorien unterteilen:

- „Einfachzucker“ (Monosaccharide): Pentosen/Pentulosen ($C_5H_{10}O_5$) sowie Hexosen/Hexulosen ($C_6H_{12}O_6$)
- „Mehrfachzucker“ (Oligosaccharide): Ketten aus zwei bis zehn Einfach-zuckern, die durch Wasserabspaltung miteinander verknüpft wurden.
- Polysaccharide: Ketten aus einer Vielzahl an Einfachzuckern.

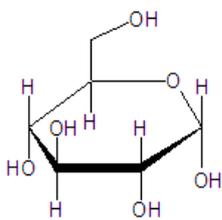


Abbildung 1 Glucose

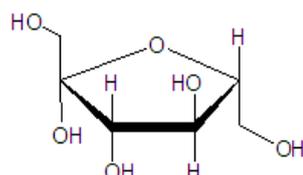


Abbildung 2 Fructose

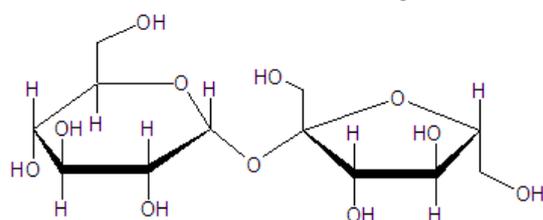


Abbildung 3 Saccharose

Ein- und Zweifachzucker werden häufig unter dem Begriff „Zucker“ zusammengefasst, da es sich bei ihnen um kristalline, wasserlösliche Verbindungen mit einem süßen Geschmack handelt. Polysaccharide sind häufig nur schwer wasserlöslich und weisen kaum Geschmack auf.

Die bekanntesten Vertreter der Ein- und Zweifachzucker sind Glucose, Fructose und Saccharose. Besser bekannt sind sie meist unter ihrem Trivialnamen.

Mit der Bezeichnung „Traubenzucker“ ist der Einfachzucker „Glucose“ gemeint (siehe Abbildung 1).

Hinter „Fruchtzucker“ steht der Einfachzucker „Fructose“ (siehe Abbildung 2).

Der Zweifachzucker „Saccharose“ (siehe Abbildung 3) besteht aus je einem Molekül Glucose und Fructose. Saccharose ist unter sehr vielen Trivialnamen bekannt, die jeweils von der Herkunft und/oder der Darreichungsform zurückzuführen sind. Hierzu gehören: Rübenzucker, Rohrzucker, Haushaltszucker, Puderzucker, Kandis (Kluntje), Kristallzucker und Raffinadezucker. Mit jedem dieser Namen ist aber letztlich derselbe Zucker gemeint. Die zum Teil unterschiedliche Färbung entsteht während der Aufreinigung bei der Herstellung. Braune Zucker enthalten *Maillard-Produkte* (vgl. XX), die bei weißem Zucker entfernt wurden.

Weiterführende Informationen:

H.-D. Belitz, W. Grosch, P. Schieberle

„Lehrbuch der Lebensmittelchemie“

6. Auflage, 2008, Springer Verlag Berlin Heidelberg

Kohlenhydrate und Zucker in der Nährwerttabelle

Bei einem Blick auf die Nährwerttabelle von Lebensmitteln (Beispiel siehe Abbildung 4) stellt man fest, dass Kohlenhydrate häufig in der Form „Kohlenhydrate X g je 100 g, davon X g Zucker“ angegeben sind. Was bedeutet das?

Mit „Kohlenhydrate“ in einer Nährwerttabelle ist die Gesamtheit aller Kohlenhydrate im Lebensmittel gemeint, die vom Menschen verdaut werden können. Unverdauliche Polysaccharide wie zum Beispiel Cellulose werden gesondert als „Ballaststoffe“ aufgeführt.

Allgemein zählen zu den verdaulichen Kohlenhydraten Stärke, Glykogen, Zuckeralkohole (z.B. Sorbitol), sowie die vielen verschiedenen Ein- und Zweifachzucker.

Ein- und Zweifachzucker werden als Anteil an den Gesamtkohlenhydraten unter der Bezeichnung „davon Zucker“ gesondert aufgeführt.

Die Angabe „davon Zucker“ bedeutet nicht automatisch, dass dem Lebensmittel zusätzlich Zucker hinzugegeben wurde!

Süßstoffe wie Aspartam, Saccharin, Cyclamat und Steviosid zählen nicht zu den Kohlenhydraten und werden nicht in der Nährwerttabelle angegeben. Diese findet man im Zutatenverzeichnis!

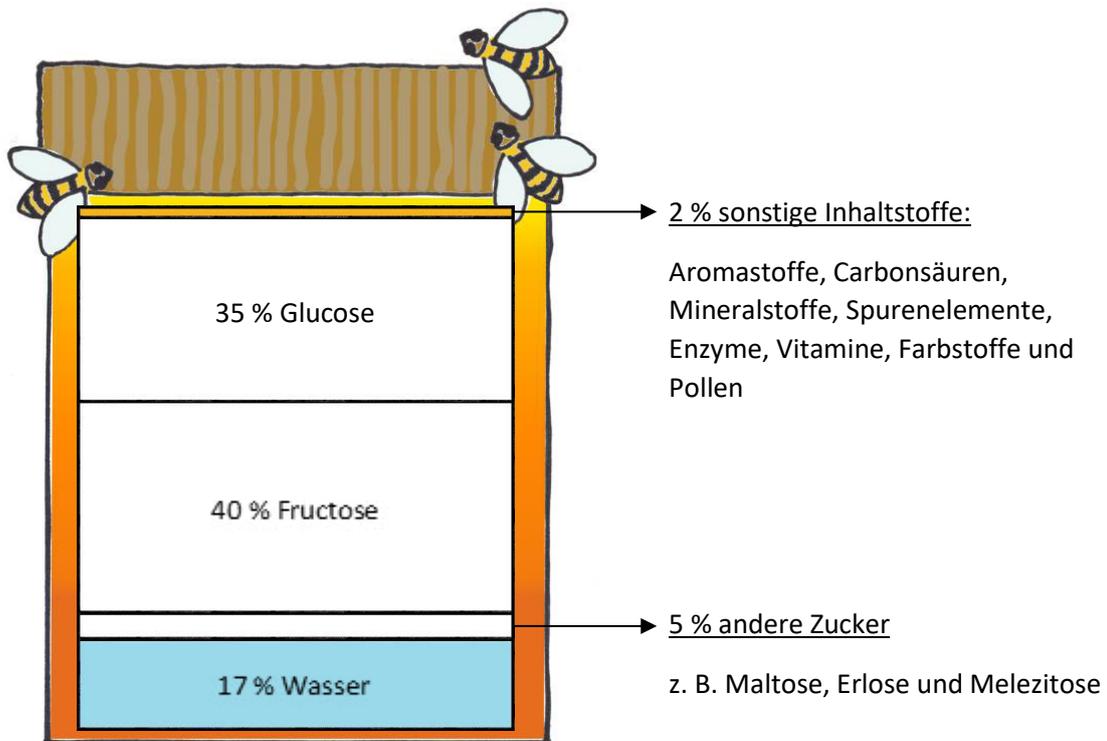
Weiterführende Informationen:
Verbraucherzentrale Bundesverband e.V.
www.lebensmittelklarheit.de

Durchschnittliche Nährwerte pro 100 g	
Brennwert	1396 kJ / 329 kcal
Fett	<0,5 g
davon gesättigte Fettsäuren	<0,1 g
Kohlenhydrate	82 g
davon Zucker	68 g
Eiweiß	<0,5 g
Salz	0,01 g

Abbildung 4 Nährwerttabelle eines Waldhonigs

Woraus besteht Honig?

Die folgende Abbildung zeigt die Durchschnittswerte der verschiedenen Honiginhaltsstoffe, wobei die Zusammensetzung je nach Herkunft deutlichen Schwankungen unterliegen kann.



Weiterführende Informationen:

LAVES Institut für Bienenkunde Celle
Dr. Werner von der Ohe
„Honigentstehung und Honiginhaltsstoffe“ Juli 2009

Honig – Eine gesunde Alternative zu Zucker?

Aufgrund seiner Naturbelassenheit hat Honig ein sehr positives Image. Daher wird Honig häufig als eine „gesunde“ Alternative zu herkömmlichem Haushaltszucker angepriesen.

Betrachtet man die Zusammensetzung von Honig stellt man fest, dass er zu annähernd 98 % aus Wasser und verschiedenen Zuckern, vorrangig Glucose und Fructose, besteht.

Richtig ist, dass Glucose und Fructose als Einfachzucker dem Körper schnell als Energielieferant zur Verfügung stehen. Besonders Glucose führt zu einem raschen Anstieg des Blutzuckerspiegels.

Des Weiteren schmeckt eine definierte Menge Honig in der Regel süßer als die gleiche Menge Haushaltszucker, weshalb zum Süßen etwas weniger verwendet werden kann um den gleichen Geschmackseindruck zu erzielen.

Die weiteren Inhaltsstoffe, zu denen Pollen, Vitamine, Mineralstoffe, Spurenelemente und eine Vielzahl weiterer Substanzen gehören, machen in der Summe etwa 2 % des Honigs aus. Aufgrund dieses geringen Gehaltes und der Mengen an Honig, die normalerweise verzehrt werden, spielt Honig bei der Versorgung mit diesen Nährstoffen keine nennenswerte Rolle.

Unter diesen Gesichtspunkten betrachtet ist Honig sicherlich eine Alternative zu Zucker, aber nicht „gesünder“.

Die im Honig enthaltenen Pollen können bei Menschen, die unter einer Pollenallergie (Heuschnupfen) leiden, allergische Reaktionen auslösen. Es ist aber auch möglich, durch den regelmäßigen Konsum von Honig aus seiner Region die Symptome von Heuschnupfen zu lindern („Desensibilisierung“).

Häufig wird den im Honig enthaltenen Enzymen eine besondere Wirkung in der Ernährung nachgesagt. Worin diese liegen soll wird nicht erklärt. Tatsache ist - sie werden in der Magensäure denaturiert und verdaut wie andere Lebensmittel auch. Weder entfalten sie eine besondere Wirkung im Körper, noch stellen sie eine besonders wertvolle Proteinquelle dar.

Die Enzyme stellen dennoch ein wichtiges Qualitätsmerkmal dar - sie haben einen Einfluss auf die Haltbarkeit des Honigs und über ihre Aktivität lässt sich nachweisen, ob der Honig erhitzt wurde oder nicht.

Honig ist und bleibt vor allem „Zucker“ und sollte, trotz seines positiven Images, genau wie andere Zucker auch, in Maßen genossen werden. Denn auch Honig führt zu Karies und macht dick, wenn man zu viel davon isst.

Chemische Abläufe während der Honigreifung

Durch die relativ hohen Temperaturen im Bienenstock (etwa 30 °C) wird dem rohen Honig immer mehr Wasser entzogen. Neben der Verminderung des Wassergehaltes finden während der Reifung aber auch andere Veränderungen im Honig statt.

Das Enzym Saccharase (veraltet: „Invertase“) katalysiert die Hydrolyse von Saccharose zu Glucose und Fructose. Dies wird auch als Inversion bezeichnet, das entstehende Gemisch aus Glucose und Fructose als „Invertzucker“. Dies rührt daher, dass sich die positive optische Drehung ($[\alpha]_D$) von Saccharose durch die deutlich negativ drehende Fructose im Gemisch ins Negative verschiebt (siehe Abbildung 5).

Obwohl aus einem Molekül Saccharose je ein Molekül Glucose und ein Molekül Fructose entsteht, ist das Verhältnis dieser Zucker im Honig nicht 1:1. Warum?

Das Ausgangsmaterial für den Honig (Nektar; Honigtau) enthält neben Saccharose bereits unterschiedliche Mengen dieser Zucker. Die Zusammensetzung ist sehr stark von der Herkunft abhängig. Außerdem kommt es während der Reifung zu weiteren „Umbaumaßnahmen“, wodurch das Verhältnis von Glucose zu Fructose nochmals verändert wird.

Diese Umbaumaßnahmen werden als Transglucosidierung und Transfructosidierung bezeichnet. Hierbei werden Monosaccharide wie Glucose und Fructose auf andere Zucker übertragen. Einige Beispiele sind auf der nächsten Seite dargestellt:

- Werden zwei Moleküle Glucose verknüpft, entsteht das Disaccharid Maltose (Abbildung 6).
- Wird ein Molekül Glucose auf die Glucose-Seite von Saccharose übertragen, entsteht das Trisaccharid Erlöse (Abbildung 7).
- Findet diese Übertragung Fructose-seitig statt, entsteht das Trisaccharid Melezitose (Abbildung 8).

Auf diese Art entstehen im Honig viele weitere Zucker in kleinen Mengen.

Nicht alle „sonstigen Zucker“ entstehen erst bei der Honigreifung. Viele gelangen auch über Nektar oder Honigtau in den Honig. Oft ist das sogenannte „Zuckerprofil“ typisch für eine bestimmte Herkunft. So ist der Zucker Melezitose besonders typisch für Honigtauhonige.

Ein weiteres wichtiges Enzym bei der Honigreifung ist die Glucoseoxidase (siehe Experiment S. 35). Dieses Enzym katalysiert die Umwandlung von Glucose zu Gluconsäure. Als Nebenprodukt entsteht Wasserstoff-peroxid (siehe Abbildung 9).

Zwar findet diese Reaktion nur in kleinen Mengen statt, dennoch haben Gluconsäure und Wasserstoffperoxid eine wichtige Funktion. Gluconsäure und andere organische Säuren (Citronensäure, Ameisensäure, freie Aminosäuren) führen zu einem niedrigen pH-Wert von 3,5 - 5,5. Dieser pH-Wert verhindert, dass sich Bakterien vermehren können. Das gebildete Wasserstoffperoxid besitzt ebenfalls eine keimhemmende Wirkung. Somit leistet die Glucoseoxidase einen wichtigen Beitrag zur Haltbarkeit des Honigs.

Auch nicht-enzymatische Abläufe spielen bei der Honigreifung eine wichtige Rolle. Das bekannteste Beispiel hierfür ist die Maillard-Reaktion (siehe Experiment S. 41), die man auch beim von Braten, Backen und Rösten beobachten kann.

Hierbei handelt es sich um eine sehr komplexe Reaktion, bei der in mehreren Stufen Aminosäuren mit reduzierenden Zuckern zu einer Vielzahl von gelblich-braunen Verbindungen reagieren. Diese haben sowohl einen Einfluss auf die Farbe als auch auf Geruch und Geschmack.

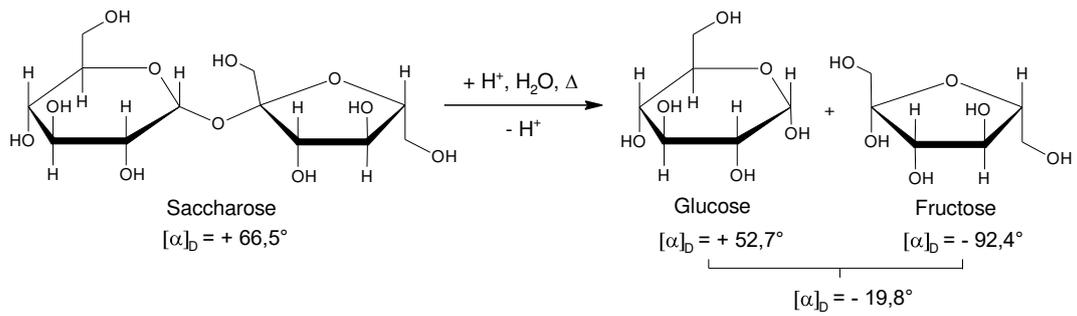


Abbildung 5 Inversion von Saccharose

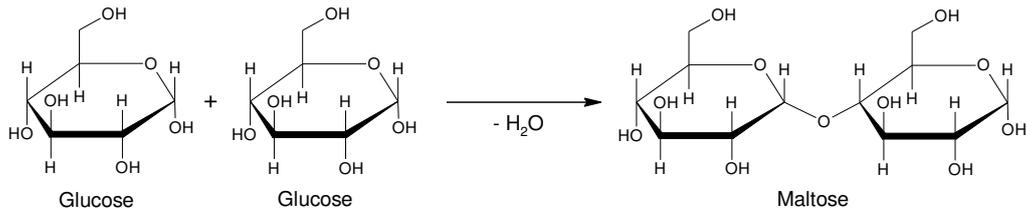


Abbildung 6 Maltose

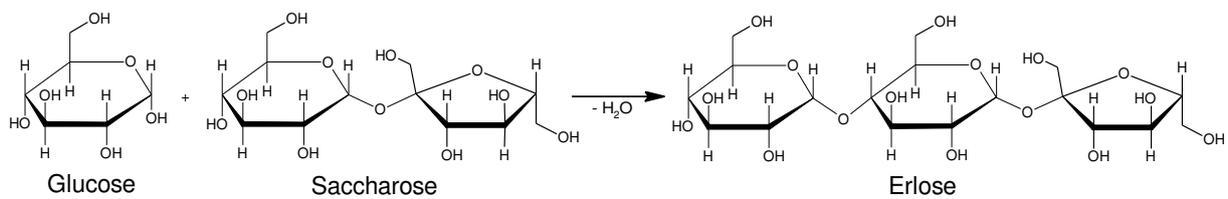


Abbildung 7 Erlöse

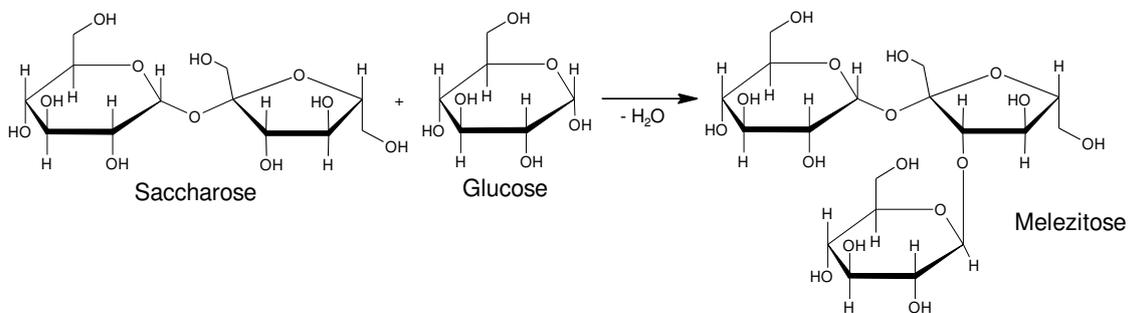


Abbildung 8 Melezitose

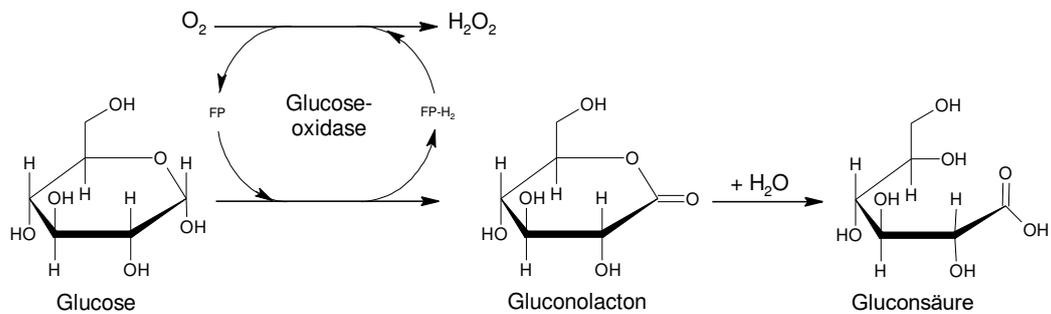


Abbildung 9 Umsetzung von Glucose zu Gluconsäure

Invertzuckercreme – Kunsthonig

Bei Invertzuckercreme handelt es sich um einen Sirup aus mehr oder weniger stark invertierter Saccharose. In Farbe und Geschmack ist Invertzuckercreme dem Honig ähnlich und wurde früher auch als Kunsthonig bezeichnet.

In einer wässrigen Lösung wird Saccharose säurehydrolytisch (durch Zusatz von z.B. Salz-, Phosphor- oder Schwefelsäure; aber auch organischen Säuren wie Milch- oder Citronensäure) in Glucose und Fructose gespalten (die sogenannte „Inversion“, siehe Experimente S. 29, 30 und 31).

Anschließend kann der entstandene Sirup aromatisiert werden, zum Beispiel mit stark schmeckendem Honig. Auch das Färben mit Lebensmittelfarbstoffen ist üblich.

Durch Einwirkung von Säure und Hitze (Δ) während der Herstellung reagiert ein Teil der Fructose zu Hydroxymethylfurfural (HMF) weiter, welches analytisch zur Unterscheidung von Honig und Invertzuckercreme genutzt werden kann (siehe Experiment S. 33).

Verwendet wird Invertzuckercreme als Brotaufstrich oder bei der Herstellung verschiedener Backwaren und Getränke als günstige Alternative zu Honig.

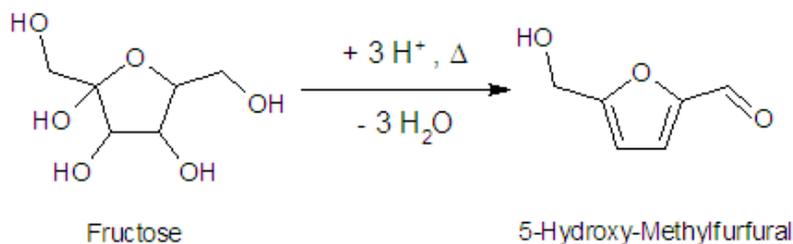


Abbildung 10 Umwandlung von Fructose zu HMF

Weiterführende
Informationen:
H.-D. Belitz, W. Grosch,
P. Schieberle „Lehrbuch der
Lebensmittelchemie“,
6. Auflage, 2008, Springer
Verlag Berlin Heidelberg

Unterscheidung von Honig und Invertzuckercreme

Einen Honig von Invertzuckercreme zu unterscheiden, gelingt durch die Kombination verschiedener Methoden.

Ein wichtiges Kriterium hierbei: Sind Pollen enthalten? Sind keine Pollen enthalten, liegt der Verdacht nahe, dass es sich nicht um Honig handelt. Eine Ausnahme ist gefilterter Honig, der allerdings entsprechend gekennzeichnet werden muss.

Einen weiteren Hinweis liefert der Gehalt an Hydroxymethylfurfural (HMF) (siehe S. 13). Auch Honig enthält kleinste Mengen an HMF. Durch zu hohe Temperaturen bei der Herstellung oder falsche Lagerung kann sich der Wert erhöhen. Jedoch wird ein echter Honig nicht den Gehalt an HMF erreichen, der bei der Herstellung von Invertzuckercreme zu Stande kommt.

Des Weiteren lässt sich die Aktivität der im Honig enthaltenen Enzyme bestimmen. Diese kann durch zu hohe Temperatur bei der Herstellung oder falsche Lagerung abnehmen, in Invertzuckercreme ist jedoch keinerlei Enzymaktivität nachweisbar.

Problematischer ist es nachzuweisen, ob ein Honig mit Invertzuckercreme oder anderen Zuckersirupen gestreckt wurde. Doch auch hierfür gibt es mittlerweile Mittel und Wege. Allerdings ist „Hightech“ notwendig.

Mit Hilfe der Stabilisotopenanalyse ist es möglich, Honigverfälschungen eindeutig nachzuweisen.

Kohlenstoff kommt in unserer Umwelt in drei verschiedenen Isotopen vor. Das häufigste Isotop ist ^{12}C (98,9 %), gefolgt von ^{13}C (1,1 %) und ^{14}C ($< 10^{-9}\%$). Das radioaktive ^{14}C wird zur Datierung von archäologischen Fundstücken verwendet.

Mit dem Verhältnis der Isotope $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ kann die Verfälschung von Honig durch die Zugabe von anderen Zucker nachgewiesen werden.

Das Isotopenverhältnis der dieser Kohlenstoffatome beträgt in Honig maximal -23,5 ‰. Dieses Verhältnis ist in Rohrzucker, Invertzucker und anderen Zuckerprodukten deutlich positiver.

Honig jedoch enthält neben Zuckern auch Proteine, die aus derselben ursprünglichen Quelle stammen. Somit müssen das Isotopenverhältnis im Zucker- und Proteinanteil bis auf geringe Abweichungen identisch sein. Wurde der Honig durch Zuckerzugabe verfälscht, weichen die Isotopenverhältnisse im Zucker- und Proteinanteil deutlich voneinander ab.

Weiterführende Informationen:

LAVES – „Wo kommt der Honig her?
Honigverfälschungen und falsche
Herkunftsangaben“

1.3 Der rechtliche Aspekt

Die Honigverordnung

Was unter der Bezeichnung „Honig“ verkauft werden darf regelt in Deutschland die Honigverordnung. Die Definition von Honig lautet hiernach wie folgt:

Honigverordnung - Anlage 1 Abschnitt 1 – Allgemeines

(Stand: Zuletzt geändert durch Art. 9 V v. 8.8.2007 | 1816)

„Honig ist der natursüße 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.“

Honig besteht im Wesentlichen aus verschiedenen Zuckerarten, insbesondere aus Fructose und Glucose, sowie aus organischen Säuren, Enzymen und beim Nektarsammeln aufgenommenen festen Partikeln. Die Farbe des Honigs reicht von nahezu farblos bis dunkelbraun. Er kann von flüssiger, dickflüssiger oder teilweise bis durchgehend kristalliner Beschaffenheit sein. Die Unterschiede in Geschmack und Aroma werden von der jeweiligen botanischen Herkunft bestimmt.“

Zusätzlich zu den in der Lebensmittelinformationsverordnung (LMIV) geforderten Kennzeichnungen, muss auf dem Honigglas das Ursprungsland angegeben werden (z.B. „Honig aus Deutschland“). Handelt es sich um eine Mischung von Honig aus mehreren Ländern, muss dies wie folgt angegeben werden:

- „Mischung von Honig aus EG-Ländern“
- „Mischung von Honig aus Nicht-EG-Ländern“
- „Mischung von Honig aus EG-Ländern und Nicht-EG-Ländern“

Noch genauere Herkunftsangaben können gemacht werden, wie zum Beispiel die Angabe einer bestimmten Region. Dies geschieht jedoch freiwillig.

Wird auf dem Glas darauf hingewiesen, dass es sich um einen Sortenhonig („Trachthonig“) wie etwa Sonnenblumen-, Raps- oder Akazienhonig handelt, muss der Honig die entsprechenden sensorischen Eigenschaften aufweisen (siehe Experiment S. 26). Auch die enthaltenen Pollen müssen zu einem überwiegenden Teil von der genannten Pflanze stammen (siehe Experiment S. 36).

Auch die Anforderungen an die Herstellung von Honig sind in dieser Verordnung definiert. So „dürfen Honig keine anderen Stoffe als Honig zugefügt“ werden. Das bedeutet zum Beispiel, dass Honig nicht mit Sirup gestreckt werden darf. Auch das Färben von Honig ist nicht erlaubt, ebenso wie die Zugabe von Zusatzstoffen wie Säuerungsmitteln oder Aromen.

Dem Honig dürfen keine honigeigenen Stoffe entzogen werden, es sei denn dies ist beim Entfernen von Verunreinigungen (zum Beispiel Wabenresten) unvermeidlich. Eine Ausnahme ist „gefilterter Honig“, bei dem die Pollen fehlen dürfen. Dieser Honig muss entsprechend gekennzeichnet werden.

Honig darf keinen fremden Geschmack oder Geruch aufweisen. Er darf nicht in Gärung übergegangen oder gegoren sein.

Bei der Herstellung muss darauf geachtet werden, dass der Honig nicht so stark erhitzt wird, dass die enthaltenen Enzyme erheblich oder vollständig inaktiviert werden. Für einen Nachweis von zu starkem Erhitzen sind Mindestwerte der Diastase-Zahl („Amylase-Aktivität“ siehe S. 34) sowie Grenzwerte für den Gehalt an Hydroxymethylfurfural-(HMF)- (siehe Seite 33) angegeben.

Eine Ausnahme ist der sogenannte „Backhonig“, der eindeutig als solcher gekennzeichnet werden muss. Bei Backhonig handelt es sich um einen Honig von minderer Qualität. Durch zu frühe Ernte hat er zum Beispiel einen zu hohen Wassergehalt, ist in Gärung übergegangen oder er wurde während der Produktion zu stark erhitzt. Dieser Honig darf nicht für den direkten Verzehr verwendet, jedoch zum Kochen oder Backen eingesetzt werden. Durch die hierbei stattfindende Erhitzung werden möglicherweise enthaltene Bakterien abgetötet.

Des Weiteren sind in der Honigverordnung spezifische Anforderungen (siehe Kasten) zu finden, die ein Honig in seiner Zusammensetzung zu erfüllen hat, wie etwa der maximale Wassergehalt (siehe Experiment S. 37), der Säuregehalt (Experiment S. 32), die Leitfähigkeit (siehe S. 38) und die Enzymaktivität.

Die in der Honigverordnung definierten Anforderungen muss ein Honig mindestens erfüllen um in den Handel zu kommen. Einige Imkerverbände, wie zum Beispiel der Deutsche Imkerbund (DIB), haben ihre Anforderungen noch strenger definiert, um eine besondere Qualität ihres Honigs sicher zu stellen.



Honigverordnung - Anlage 2, Abschnitt II - Spezifische Anforderungen

(Stand: Zuletzt geändert durch Art. 9 V v. 8.8.2007 I 1816)

- | | |
|---|---|
| 1. Zuckergehalt | 1.1. Fructose- und Glucosegehalt (Summe)
a) Blütenhonig mindestens 60 g/100 g
b) Honigtauhonig, allein oder in Mischung mit Blütenhonig mindestens 45 g/100 g

1.2. Saccharosegehalt
a) Im Allgemeinen höchstens 5 g/100 g
b) Honig von Robinie, Luzerne, Banksie, Süßklee, Roter Eukalyptus, Leatherwood-Honig, Scheinulme, Zitrus höchstens 10 g/100 g*
c) Honig von Lavendel und Borretsch höchstens 15 g/100 g* |
| 2. Wassergehalt | a) Im Allgemeinen höchstens 20%
b) Honig von Heidekraut und Backhonig im Allgemeinen höchstens 23%*
c) Backhonig von Heidekraut höchstens 25%* |
| 3. Gehalt an wasserunlöslichen Stoffen | a) Im Allgemeinen höchstens 0,1 g/100 g
b) Presshonig höchstens 0,5 g/100 g |
| 4. Elektrische Leitfähigkeit | a) Honigarten im Allgemeinen und Mischungen dieser Honigarten höchstens 0,8 mS/cm
b) Honigtauhonig und Kastanienhonig und Mischungen dieser Honigarten mindestens 0,8 mS/cm

Den unter den Buchstaben a und b festgelegten Anforderungen müssen die nachfolgend genannten Honigarten sowie Mischungen mit diesen Honigarten nicht entsprechen: Honige von Erdbeerbaum, Glockenheide, Eukalyptus, Linde, Heidekraut, Leptospermum, Teebaum* |
| 5. Gehalt an freien Säuren | a) Im Allgemeinen höchstens 50 Milliäquivalente Säure pro kg
b) Backhonig höchstens 80 Milliäquivalente Säure pro kg |
| 6. Hydroxymethylfurfural (HMF), bestimmt nach Behandlung und Mischung | a) Im Allgemeinen, mit Ausnahme von Backhonig höchstens 40 mg/kg (vorb. der Bestimmungen unter Nr. 7 Buchstabe b)
b) Honig mit angegebenem Ursprung in Regionen mit tropischem Klima und Mischungen solcher Honigarten untereinander höchstens 80 mg/kg |
| 7. Diastase-Zahl nach Schade, bestimmt nach Behandlung und Mischung | a) Im Allgemeinen mit Ausnahme von Backhonig mindestens 8
b) Honigarten mit einem geringen natürlichen Enzymgehalt (z. B. Zitrus-honig) und einem HMF-Gehalt von höchstens 15 mg/kg mindestens 3 |

**Botanischen Bezeichnungen der verschiedenen Pflanzen wurden für eine bessere Lesbarkeit gekürzt.*

Warum gibt es keinen „kaltgeschleuderten“ oder „wabenechten“ Honig mehr?

Bis vor einigen Jahren waren auf den Gläsern von Honig immer wieder Auslobungen wie „kaltgeschleudert“ oder „wabenecht“ zu lesen. Diese sind mittlerweile von den Gläsern verschwunden. Warum? Gibt es keinen kaltgeschleuderten oder wabenechten Honig mehr?

Nach Definition der Honigverordnung (siehe Seite 15) ist „Honig ist der natursüße Stoff, der von Honigbienen erzeugt [...] und in den Waben des Bienenstocks gespeichert [...] wird“. Was als Honig verkauft wird kommt demnach *immer* aus einer Wabe und ist *immer* „wabenecht“.

Genauso verhält es sich mit der Bezeichnung „kaltgeschleudert“. Honig darf während der Herstellung nicht erhitzt werden.

Das Schleudern findet in der Regel bei Zimmertemperatur statt. Bereits bei einer Temperatur von 37 °C verlieren die aus Wachs bestehenden Waben an Festigkeit und beginnen aus den Rähmchen zu brechen. Bei Temperaturen von über 60 °C beginnt das Wachs zu schmelzen.

Ein Schleudern bei höheren Temperaturen ist demnach nicht nur „nicht erlaubt“, sondern auch gar nicht möglich! Entsprechend ist jeder Honig „kaltgeschleudert“.

„Heißgeschleuderten“ Honig gibt es nicht!

Warum stehen diese Auslobungen dann nicht mehr auf dem Etikett?

Weil jeder Honig diese Eigenschaften besitzt handelt es sich bei diesen Auslobungen um „Werbung mit Selbstverständlichkeiten“. Nach § 11 Abs. 1 Nr. 3. LFGB ist dies verboten (siehe Kasten).

Lebensmittel-, Bedarfsgegenstände- und Futtermittelgesetzbuch (LFGB)

(Stand: zuletzt geändert durch Art. 1 V v. 28.5.2014 | 698)

§ 11 Vorschriften zum Schutz vor Täuschung

Es ist verboten, Lebensmittel unter irreführender Bezeichnung, Angabe oder Aufmachung in den Verkehr zu bringen oder für Lebensmittel allgemein oder im Einzelfall mit irreführenden Darstellungen oder sonstigen Aussagen zu werben. Eine Irreführung liegt insbesondere dann vor, wenn [...]

3. zu verstehen gegeben wird, dass ein Lebensmittel besondere Eigenschaften hat, obwohl alle vergleichbaren Lebensmittel dieselben Eigenschaften haben

Was macht Bio-Honig „bio“?

Jeder Honig ist ein Naturprodukt und die Bienen fliegen, wohin so wollen. Worin liegt dann eigentlich der Unterschied zwischen Bio und konventionellem Honig?

Die Anforderungen, die ein Honig zu erfüllen hat, um als „Bio Honig“ bezeichnet zu werden sind in der Verordnung (EG) Nr. 889/2008 festgelegt („Durchführungsvorschriften über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen hinsichtlich der ökologischen/biologischen Produktion, Kennzeichnung und Kontrolle“).

Bei der Auswahl seiner Bienen muss sich der/die Imker/in auf Arten beschränken, die natürlich in der Region vorkommen.

Ein besonderes Augenmerk liegt auf der Auswahl von Standort und Unterbringung der Tiere. In der Zeit der Pflanzenblüte sind „die Bienenstöcke [...] so aufzustellen, dass im Umkreis von drei Kilometern um den Standort Nektar- und Pollentrachten im Wesentlichen aus ökologischen/biologischen Kulturen und/oder Wildpflanzen und/oder Kulturen bestehen, die nach Methoden mit geringer Umweltauswirkung behandelt werden [...]“.

Die Bienenstöcke müssen grundsätzlich aus natürlichen Materialien bestehen, wie zum Beispiel Holz. Für den Aufbau verwendetes Bienenwachs darf nur ökologisch/biologisch produziert sein. In den Stöcken dürfen nur natürliche Produkte wie Propolis, Wachs und Pflanzenöle verwendet werden.

Dem/der Bio-Imker/in ist es verboten, die Flügel von Bienenköniginnen zu beschneiden. Dies ist wird in der konventionellen Honigherstellung gelegentlich gemacht, um das Ausschwärmen des Bienenvolkes zu verhindern. Werden die Flügel der Königin nicht geschnitten kann es durchaus passieren, dass ein Teil des Schwarmes einfach „umzieht“ und sich eine neue Behausung sucht.

Wenn der Honig geerntet wird darf nur so viel Honig entnommen werden, dass für das Bienenvolk genug Nahrung zum Überwintern bleibt. Der/die Imker/in darf seine/ihre Bienen nur dann zusätzlich Füttern, wenn sonst das Überleben des Schwarmes witterungsbedingt nicht gewährleistet ist. In diesem Fall muss der als Bienenfutter verwendete Honig, Zuckersirup oder Zucker aus ökologischer/biologischer Herstellung stammen.

Des Weiteren gibt es für Bio-Imker strengere Auflagen bezüglich der Verwendung von Tierarzneimitteln.

Diese Aufzählung ist nicht vollständig, beschreibt jedoch die deutlichsten und für den Verbraucher wichtigen Unterschiede. Will ein/e Imker/in seinen/ihren Honig als „Bio Honig“ verkaufen, muss er/sie sich an die genannten Anforderungen halten. Er/sie darf ihn erst dann als „Bio Honig“ bezeichnen, wenn er/sie sich bereits ein Jahr an die ökologischen/biologischen Produktionsvorschriften gehalten hat.

Außerdem muss er/sie sich bei der zuständigen Öko-Kontrollstelle anmelden. Diese führt auch regelmäßige Kontrollen durch, um sicherzustellen, dass sich der/die Imker/in an die Regeln hält.



Abbildung 11 Bio-Siegel

1.4 Wissenswertes über Honig

Warum kristallisiert Honig?

Jeder kennt es: Das Glas Honig steht im Regal, irgendwann nimmt man den Deckel ab und stellt fest: Der Honig ist gar nicht mehr cremig oder flüssig, anstatt dessen sind überall Zuckerkristalle, die Farbe ist nicht mehr so gleichmäßig und irgendwie... sieht der Honig einfach nicht mehr appetitlich aus. Was ist passiert? Ist der Honig schlecht geworden? Muss man ihn jetzt wegwerfen?

Echter Verderb ist bei Honig äußerst selten. In diesen Fällen wirkt der Honig aber sehr flüssig und riecht stark nach Alkohol.

Dass Honig auskristallisiert ist ein natürlicher Vorgang und hat keinen Einfluss auf die genießbarkeit. Natürlich sieht er nicht mehr so schön aus und die Kristalle führen zu einem körnigen Mundgefühl beim Essen, was viele Menschen unangenehm finden. Unpraktisch kann es auch sein - der Honig lässt sich aus Plastik-Spendern nicht mehr so leicht heraus drücken oder sich nur ungleichmäßig auf dem Brot verteilen. Aber warum kristallisiert Honig nach einer gewissen Zeit aus?

Die Neigung eines Honigs zum Auskristallisieren hängt von verschiedenen Faktoren ab.

Ein wesentlicher Faktor ist der Wassergehalt des Honigs. Bei einem Wassergehalt zwischen 15-18 % kristallisiert der Honig recht schnell und gleichmäßig aus. Bei einem höheren Gehalt bleibt der Honig länger flüssig, ist aber anfälliger für spontane Gärung. Ist der Gehalt niedriger, bilden sich schnell ungleichmäßig große Kristalle.

Die Lagerungstemperatur ist ebenfalls wichtig. Die optimale Temperatur für gleichmäßiges und gewolltes Auskristallisieren liegt bei 10 bis 18 °C. Honig, der im Tiefkühlfach gelagert wird,

bleibt länger flüssig, ebenso, wenn die Lagerungstemperatur bei über 20 °C liegt. Im Kühlschrank hingegen setzt schnell eine ungleichmäßige Kristallisation ein.

Der wichtigste Faktor ist der Glucose-Gehalt des Honigs. Im Gegensatz zu einer gesättigten Fructose-Lösung, die auch bei geringem Wassergehalt flüssig bleibt, ist die Sättigung mit Glucose bereits ab einem Gehalt von 32 g je 100 g Honig erreicht. Durch die im Honig allgegenwärtigen Kristallisationskeime (zum Beispiel Pollen) fällt die Glucose aus der Lösung aus und bildet Kristalle.

Das bedeutet, dass besonders Honige mit einem hohen Glucose-Gehalt zum Auskristallisieren neigen. Betroffen sind vor allem Blütenhonige wie zum Beispiel Raps, Heide oder Edelkastanie. Dies ist auch der Grund, warum es keinen richtig flüssigen Raps Honig gibt.

Waldhonige enthalten in der Regel deutlich weniger Glucose und bleiben länger flüssig. Hier gibt es jedoch eine Ausnahme: In Jahren mit mildem Winter und daher hohem Blattlausvorkommen kann es passieren, dass die Bienen besonders viel Honigtau mit dem Zucker Melezitose (siehe Seite 11) sammeln. Waldhonige mit einem Gehalt von über 10 % dieses Zuckers kristallisieren zu sogenannten „Zement Honig“ aus. Dies ist oft schon in der Wabe der Fall. Zement Honig lässt sich nur mit sehr großem Aufwand aus der Wabe entfernen und ist daher bei Imkern gefürchtet.

Weiterführende Informationen:

S. Bogdanov „Lagerung, Kristallisation und Verflüssigung des Honigs“

Mein Honig ist auskristallisiert,
wie kriege ich ihn wieder flüssig?

Bei Wärme lösen sich die Zuckerkristalle wieder auf. Um den Honig wieder flüssig zu machen bietet es sich an, ihn in einem Wasserbad zu erwärmen.

Hierzu nimmt man einen Topf mit Wasser, stellt das gut verschlossene Glas (oder auch den Plastik-Spender) mit Honig hinein und erwärmt das Wasser vorsichtig auf etwa 40 °C. Nach und nach lösen sich die Kristalle. Es hilft, den Honig hin und wieder umrühren oder den Spender „durchzukneten“.

Nach dem Abkühlen ist der Honig wieder flüssig.

Wie lagere ich meinen Honig richtig?

Trocken

- Immer gut den Deckel schließen
 - verhindert Wasseraufnahme aus der Luft
 - verhindert die Aufnahme von Fremdgerüchen

Dunkel

- Durch Licht werden die Enzyme geschädigt
- Durch Licht kann sich der Honig verfärben

Kühl

- Möglichst Kühl, aber nicht im Kühlschrank!
- Möchte man die Kristallisation verlangsamen im Tiefkühlfach aufbewahren

„Nicht für die Ernährung von Säuglingen geeignet“

Auf Honiggläsern findet man den Warnhinweis „Nicht für die Ernährung von Säuglingen unter 12 Monaten geeignet“. Warum ist das so?

Honig ist ein Naturprodukt, das während seiner Herstellung nicht erhitzt werden darf. Wie bei anderer Rohkost auch, kann dies für Säuglinge gefährlich werden, da möglicherweise enthaltene Krankheitserreger nicht abgetötet werden. Außerdem ist Honig eine bekannte Quelle für den sogenannten „Säuglingsbotulismus“.

Bei Botulismus handelt es sich um eine Vergiftung durch das Bakterium *Clostridium botulinum*. Das von *Cl. botulinum* gebildete Gift kann zu Lähmungen und sogar zum Tod führen. Manchmal kann die lähmende Wirkung auch gewünscht sein: Botulinum Toxin A ist im Bereich der Kosmetik auch als „Botox“ bekannt.

Cl. botulinum kommt weltweit im Erdboden vor, kann sich jedoch nur unter sauerstofffreien Bedingungen vermehren, beispielsweise in luftdicht verschlossenen Konserven, die unzureichend erhitzt wurden. In Konserven macht sich dies in der Regel durch ein Aufblähen des Behälters bemerkbar.

Wie kann *Cl. botulinum* in den Honig gelangen? Da das Bakterium überall vorkommt, können Bienen durch Staub Sporen von *Cl. botulinum* ungewollt in den Honig einbringen.

Die Sonderform „Säuglingsbotulismus“ kann bei Kindern im ersten Lebensjahr, besonders in den ersten sechs Lebensmonaten, auftreten. Die Darmflora ist in diesem Alter noch nicht voll ausgebildet, so dass die *Cl. Botulinum*-Sporen im Darm auskeimen, sich vermehren und ihre Gifte bilden können. Die ersten Symptome sind ungewöhnliche Schläfrigkeit und Lethargie. Es kommt zu einer schleichenden Muskellähmung, je weiter die Vergiftung voranschreitet. Saug- und Würgereflexe lassen nach, die Kopfkontrolle nimmt ab und sämtliche Muskeln erschlaffen. Diese Lähmung kann letztlich tödlich sein.

Da es sich hierbei um eine ernsthafte Infektion mit unter Umständen tödlichen Folgen handelt, sollte die Gabe von Honig an Kindern unter 12 Monaten unbedingt unterlassen werden. Für ältere Kinder und Erwachsene besteht keine Gefahr!

Durch die verstärkte Aufklärung und Warnhinweise kommt es in Deutschland nur noch sehr selten zu Fällen von Säuglingsbotulismus. Kommt es dennoch zu einer Infektion handelt es sich in der Regel um Fälle von Unwissenheit gepaart mit der Anwendung alter Hausmittel (z.B. honiggesüßter Tee im Fläschchen bei Erkältung).

Weiterführende Informationen:

Bundesinstitut für Risikobewertung
„Hinweise für Verbraucher zum Botulismus durch Lebensmittel“, aktualisierte Fassung, Berlin 2005

Geschichte: Ein süßes Urlaubsmitbringsel wird zum Verhängnis

An einem ganz normalen Wochentag gegen 10 Uhr ruft eine völlig verzweifelte Frau die Notrufnummer. Ihrem Mann geht es furchtbar schlecht, sie befürchtet einen Herzinfarkt!

Als der Notarzt eintrifft sitzt der Mann völlig blass auf dem Sofa im Wohnzimmer. Er hat Schmerzen in der Brust, seine Haut ist kalt. Er schwitzt kalten Schweiß. Ihm ist schwindelig, furchtbar schlecht und er hat das Gefühl ohnmächtig zu werden.

Der Arzt misst den Puls des Patienten und stellt fest, dass dessen Herz nur noch 34 Mal in der Minute schlägt. Das ist viel zu wenig, denn schließlich liegt der normale Ruhepuls eines Erwachsenen zwischen 60 und 80 Schlägen pro Minute!

Sofort wird der Mann ins Krankenhaus gebracht. Dort werden mit ihm verschiedene Tests gemacht, die Ergebnisse sind jedoch unauffällig. Immerhin kann ein Herzinfarkt ausgeschlossen werden, aber was ist dann die Ursache für seine Symptome?

Vorerkrankungen sind keine bekannt. Probleme mit dem Herzen hatte er noch nie. Hinzu kommt, dass sich der Patient innerhalb weniger Stunden erholt. Er fühlt sich wieder völlig gesund. Der Herzschlag ist wieder normal und auch Schwindel und Ohnmachtsgefühle sind verschwunden. Ohne Diagnose fährt er nach Hause.

Wenige Tage später, wieder am Vormittag, erscheinen der Mann und seine Frau erneut in der Notaufnahme. Wieder sind es dieselben Symptome, bloß dass es dieses Mal beiden schlecht geht!

Die durchgeführten Tests sind erneut unauffällig. Eine organische Ursache kann ausgeschlossen werden, denn schließlich sind diesmal beide betroffen.

Im Gespräch stellt sich heraus, dass das Paar vor zwei Wochen aus einem Urlaub in der Türkei zurückgekommen ist. Haben sich die beiden mit irgendeiner Krankheit angesteckt? Dagegen spricht, dass keiner der beiden Fieber hat und sie auch sonst keine Symptome einer Infektionskrankheit zeigen. Wieder erholen sich die beiden innerhalb weniger Stunden und können nach Hause.

Zu Hause setzen sich die beiden an den Küchentisch und überlegen. Was kann das bloß sein? Ihnen fällt auf, dass beide Male die Symptome kurz nach dem Frühstück aufgetreten sind. Hat es vielleicht etwas mit dem Frühstück zu tun?

Während sie da sitzen und überlegen fällt ihr Blick auf das Glas Honig, das noch immer auf dem Küchentisch steht. Der Honig ist ein Urlaubsmitbringsel aus der Türkei. Sie haben ihn dort bei einem Ausflug zu einem kleinen Dorfmarkt gekauft. Zu Hause wollten sie sich beim Essen des Honigs an den schönen Urlaub zu erinnern. Könnte mit diesem Honig irgendetwas nicht stimmen?

Die Neugierde der beiden ist geweckt. Sie beginnen im Internet zu recherchieren und werden schnell fündig...

* * *

Diese Geschichte ist frei erfunden, gibt jedoch den typischen Ablauf der in Deutschland vorkommenden Vergiftungen mit Pontischem Honig wieder.

Giftiger Honig?

Berichte über giftigen Honig gibt es bereits seit der Antike.

So berichtet bereits der griechische Feldherr Xenophon im Jahr 401 v. Chr. davon, dass seine Soldaten bei der Durchquerung einiger Dörfer an der Schwarzmeerküste von den Dorfbewohnern Honigwaben zu essen bekamen und anschließend die Besinnung verloren. Sie begannen zu torkeln und glichen Betrunknen. Einige bekamen heftigen Durchfall.

Auch der römische Geschichtsschreiber Strabo beschreibt einen Feldzug des Konsuls Gnaeus, dessen Soldaten im Jahr 67 v. Chr. in der gleichen Gegend von den Einheimischen Honigwaben zu essen bekamen. Dieser machte die Soldaten kampfunfähig, so dass sie von den Einheimischen überwältigt werden konnten.

Die giftige Wirkung dieses auch als „türkischer Wildhonig“, „pontischer Honig“ oder „mad honey“ genannten Honigs ist heute in der wissenschaftlichen Fachliteratur ausführlich beschrieben. Die Ursache der Vergiftungen sind sogenannte Grayanotoxine. Hierbei handelt es sich um giftige Diterpene, die in Blättern und Blüten von Rhododendrongewächsen vorkommen.

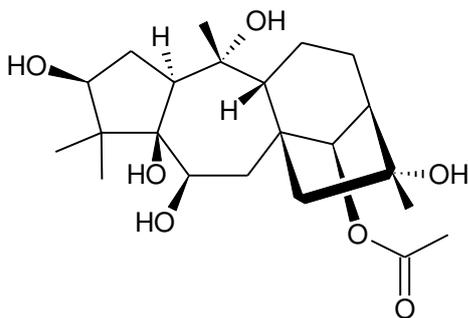


Abbildung 12 Grayanotoxin I

Rhododendron kennt man in Deutschland als Ziergewächs aus dem Garten. Weil hier für die Bienen aber auch reichlich andere Pflanzen zum Sammeln von Nektar vorhanden sind, geht von deutschen Honigen keine Gefahr aus.

Anders sieht es in Regionen aus in den in denen Rhododendrongewächse die Vegetation dominieren. In Europa ist dies in der türkischen Schwarzmeerregion der Fall. Hier haben die Bienen wenig Sammelalternativen, sodass sich die Grayanotoxine im Honig anreichern können.

Das deutsche Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) empfiehlt in einer Stellungnahme, Honige aus der türkischen Schwarzmeerregion nicht zu essen, weil gesundheits-schädliche Mengen an Grayanotoxinen enthalten sein können.

Bei Menschen, die diesen Honig essen, kann er zu schweren Vergiftungserscheinungen führen. Hierzu gehören ein deutlich verlangsamter Herzschlag, niedriger Blutdruck, Schwindel, Übelkeit, Lähmungen, Erbrechen und Durchfall. Häufig muss ein Arzt verständigt werden.

Den Menschen in der Schwarzmeerregion ist die Wirkung dieses Honigs bekannt. Im Gegensatz zu noch vor 2400 Jahren, als er zur Kriegsführung eingesetzt wurde, verwenden sie ihn heute in kleinen Mengen als Alternativmedizin bei Schmerzen und Verdauungsstörungen. Außerdem wird ihm eine aphrodisierende Wirkung nachgesagt.

Es ist nicht bekannt, ob sich diese Honige in Deutschland im Handel befinden. Zu dokumentierten Vergiftungen kam es in der Vergangenheit allerdings nur bei türkischstämmigen Personen, die Honig aus der Heimat mitbrachten, um ihn hier zu verwenden - oder wenn der Honig aus Unwissenheit im Urlaub gekauft wurde.

Weiterführende Informationen:

Bundesinstitut für Risikobewertung
„Vergiftungsfälle durch Grayanotoxine in Rhododendron-Honigen aus der türkischen Schwarzmeerregion“

2 Honig – Experimente

Name:

Datum:

Proben (Liste hier die Honige auf, die vor dir stehen):

Unterschiedlich schmeckende Sortenhonige, zum Beispiel:

- Rapshonig (weiß bis hell beige, mild, kohlrartig)
- Heidehonig (rötlich-braun, herb)
- Lindenhonig (hell bis beige, aromatisch, „medizinartig“)
- Sonnenblumenhonig (gelb bis leicht bräunlich, harzig, leicht säuerlich)
- Buchweizenhonig (dunkel, sehr untypischer getreideartiger Geschmack)

Materialien:

- Probierstäbchen/Löffel in ausreichender Menge. Aus hygienischen Gründen für jeden Schüler und jeden Honig ein eigenes Stäbchen (z.B.: 5 Honige, 20 Schüler = 100 Stäbchen)

Durchführung:

Sieh dir die verschiedenen Honig an. Beschreibe: Wie sieht der Honig aus? Wie ist die Konsistenz?

Nimm für jeden Honig ein eigenes, sauberes Probierstäbchen/Löffel!

Tauche dein Probierstäbchen/Löffel in die verschiedenen Honige und probiere sie.

Beschreibe den Geschmack. Schmeckst du Unterschiede?

Beobachtung:

Kunsthonig selbst herstellen

– Wichtige Anmerkungen für den Lehrer/die Lehrerin:

Selbst herstellen Für die Durchführung der Unterscheidungs-Experimente wird empfohlen, selbst eine Invertzuckercreme herzustellen. Die Invertzuckercreme, die im Handel erhältlich ist, ist zur Aromatisierung oft mit bis zu 20 % Honig versetzt. Hierdurch ist nicht gewährleistet, dass mit den hier aufgeführten Experimenten eine eindeutige Unterscheidung möglich ist. Die Unterscheidung oder auch der Nachweis von Invertzuckerzugabe erfolgt in der Praxis oft mit deutlich aufwendigeren Methoden, die im Unterricht selbstverständlich nicht durchführbar sind.

Sicherheit Bei der Herstellung ist Vorsicht geboten, da die Zuckerlösung sehr heiß wird und auf der Haut kleben bleibt. Aus diesem Grund wird dringend davon abgeraten - gerade jüngeren SUS - dieses Experiment als „Hausaufgabe“ aufzugeben.

Besser am Herd als im Labor Das hier dargestellte Rezept ist für die Küche gedacht. Invertzuckercreme lässt sich zwar im Labor herstellen, dies hat sich jedoch als unpraktisch erwiesen. Ein Bunsenbrenner ist zum Erhitzen nicht geeignet, da hier die Lösung zu schnell anbrennt. Das Verdampfen des Wassers auf dem Magnetrührer dauert sehr lange. Durch die zunehmende Viskosität der Lösung kann kein Rührkern verwendet werden. Das Umrühren im Becherglas mit einem Spatel ist deutlich aufwendiger, als zu Hause im Topf mit einem Kochlöffel. Außerdem fallen die im Labor hergestellten Mengen zwangsläufig kleiner aus.

Zeitaufwand und Haltbarkeit Die Herstellung dauert, je nach hergestellter Menge, etwa eine Stunde. Bis die Creme soweit abgekühlt ist, dass mit ihr experimentiert werden kann, dauert es noch mal etwa 2 Stunden. Es wird daher empfohlen, die Invertzuckercreme für den Unterricht vorzubereiten. Wird die hergestellte Creme verschlossen aufbewahrt, beispielsweise in einem sauberen Marmeladenglas, ist sie ähnlich wie Honig, sehr lange haltbar.

Reinigung der Arbeitsgeräte Es empfiehlt sich, den verwendeten Topf mit Wasser füllen und regelmäßig umrühren um den erkalteten Zucker zu lösen. Dies ist weniger Aufwendig als Schrubben.

Name:

Datum:

Materialien:

- Topf
- Teelöffel
- Herd
- Kochlöffel
- Ein sauberes Marmeladenglas

Chemikalien:

- 100 g Haushaltszucker
- 200 mL Leitungswasser
- 10 %ige Citronensäure-Lösung
(1 g Citronensäure in 10 mL Wasser)

Vorsicht! Die Zuckerlösung wird sehr heiß und bleibt bei Berührung auf der Haut kleben!
Solange die Lösung heiß ist auf keinen Fall probieren!

Durchführung:

1. Löse 100 g Haushaltszucker in 200 mL Leitungswasser und gib einen Teelöffel 10 %ige Citronensäure-Lösung hinzu.
2. Erhitze die die Lösung auf mittlerer Stufe des Herdes bis zum Sieden rühre dabei regelmäßig um. Umso mehr Wasser verdampft, desto feiner werden die aufsteigenden Blasen (die Lösung beginnt zu „knistern“). Ab diesem Punkt solltest du permanent rühren, damit die Lösung nicht anbrennt!
3. Sobald du die erste gelbe Farbe in der Lösung siehst, nimm den Topf von der Herdplatte und lasse sie abkühlen. Wichtig! Den Topf vom Herd nehmen, sobald die erste Färbung zu erkennen ist. Wird die Lösung länger auf dem Herd gelassen wird sie sehr schnell dunkelbraun und sehr bitter!
4. Rühre während des Abkühlens 3-4 Esslöffel Wasser gleichmäßig in die Lösung, damit sie zähflüssig bleibt.
5. Ist die Lösung kalt füllst du sie in ein sauberes Marmeladenglas.

Name:

Datum:

Materialien:

- Waage
- Magnetrührer und Rührkern
- Becherglas mit Wasser
- Thermometer
- 5 Bechergläser (50 mL)
- Messzylinder (20 mL)
- 6 Pasteurpipetten mit Gummisauger
- Reagenzglasständer
- 5 Reagenzgläser

Chemikalien:

- Natriumcitrat
- Natriumcarbonat
- Destilliertes Wasser
- Blaues Kupfersulfat
- Saccharose
- Glucose
- Fructose
- Invertzuckercreme
- Honig

Herstellen der Benedict-Reagenzien:

Benedict I: 17,3 g Natriumcitrat und 10,0 g Natriumcarbonat in 70,0 mL destilliertem Wasser lösen.

Benedict II: 1,72 g blaues Kupfersulfat in 20,0 mL destilliertem Wasser lösen.

Durchführung:

1. Erhitze das Wasser im Becherglas auf dem Magnetrührer auf mindestens 80 °C.
2. Gib jeweils 1 g Saccharose, Glucose, Fructose, Honig und Invertzuckercreme in ein eigenes Becherglas und löse sie Zucker in je 20 mL destilliertem Wasser. Vergiss nicht die Bechergläser zu beschriften!
3. Gebe jeweils 6 mL der verschiedenen Zuckerlösungen in ein eigenes Reagenzglas. Gib tropfenweise 1 mL Benedict-Reagenz hinzu. Beschrifte auch die Reagenzgläser!
4. Schalte die Rührfunktion des Magnetrührers aus (wichtig!) und halte die Reagenzgläser vorsichtig ins Wasser um sie zu erwärmen (ca. 3 min).

Beobachtung:

Lösung	Vor dem Erhitzen	Nach dem Erhitzen
Saccharose	hellblau	hellblau
Glucose	Hellblau	rot-orange
Fructose	Hellblau	rot-orange
Honig	Hellblau	rot-orange
Invertzuckercreme	Hellblau	rot-orange

Auswertung:

Name:

Datum:

Materialien:

- Glucose-Teststäbchen
*aus der Apotheke z.B.
Diabur-Test[®] von Roche
Diagnostics*
- 6 Bechergläser (50 mL)
- 5 Spatel oder Löffel

Chemikalien:

- Saccharose
- Glucose
- Fructose
- Invertzuckercreme
- Honig
- Leitungswasser

Durchführung:

1. Gib jeweils eine Spatel/Löffelspitze der verschiedenen Zucker sowie des Honigs in ein eigenes Becherglas und löse die Proben in Wasser
2. Halte jeweils ein Teststäbchen in die verschiedenen Lösungen. Ist in der Probe Glucose enthalten erfolgt ein Farbumschlag von gelb nach blau.

Beobachtung:

Name:

Datum:

Materialien:

- 5 Bechergläser (50 mL)
- Messzylinder (20 mL)
- 6 Pasteurpipetten mit Gummisauger
- Reagenzglasständer
- 5 Reagenzgläser,
- Bunsenbrenner
- Reagenzglaszange
- Siedesteinchen

Chemikalien:

- Resorcin
- konzentrierte Salzsäure
- destilliertes Wasser
- Saccharose
- Glucose
- Fructose
- Honig
- Invertzuckercreme

Resorcin-Lösung:

2 g Resorcin in 20 mL Wasser und 20 mL konzentrierter Salzsäure lösen.
Frisch ansetzen!

Durchführung:

1. Gib jeweils 1 g Saccharose, Glucose, Fructose, Honig und Invertzuckercreme in ein eigenes Becherglas. Gib je 10 mL destilliertes Wasser dazu und löse die Proben. (Bechergläser beschriften!)
2. Gib die Lösungen in die Reagenzgläser und gebe ein paar Siedesteinchen dazu. (Reagenzgläser beschriften!)
3. Gib zu jeder der Lösungen 1 mL Resorcin-Lösung.
4. Die Lösungen auf dem Bunsenbrenner vorsichtig zum Sieden erhitzen und anschließend in den Reagenzglasständer stellen.

Beobachtung:

Auswertung:

Name:

Datum:

Materialien:

- pH Elektrode (alternativ Indikator s.o.)
- 100 mL Becherglas
- Magnetrührer und Rührkern
- Bürette (25 mL)
- Bürettentrichter
- Bürettenhalterung
- Messkolben: 10 mL, 100 mL (zur Herstellung der 0,01 M NaOH)

Probe:

- Honig

Chemikalien:

- 0,01 M Natriumhydroxid -Maßlösung

Alternativ zur Maßlösung:

Stammlösung: 0,4 g Natriumhydroxid-Plättchen in 10 mL dest. H₂O lösen

1 mL der Stammlösung mit dest. H₂O auf 100 mL auffüllen und zur Titration verwenden

Wenn keine pH-Elektrode verwendet wird:

Indikator: 1% Phenolphthalein in Ethanol

(Farbumschlag bei pH 8,2 von farblos zu violett)

Wichtig: Phenolphthalein ist als krebserregend eingestuft und darf nicht in Konzentrationen von höher als 1 % im Unterricht verwendet werden.

Durchführung:

1. Befülle die Bürette mit 0,01 M Natriumhydroxid-Lösung und stelle den Meniskus ein.
2. Wiege 10 g Honig in ein Becherglas ein und gib 75 mL destilliertes Wasser hinzu.
3. Gib einen Rührkern hinzu und stelle das Becherglas auf einen Magnetrührer. Warte bis sich der Honig vollständig gelöst hat. Lasse den Magnetrührer weiter rühren und titriere die Lösung wie folgt:
 - 3.1. Elektrode: Tauche die Elektrode ein und titiere bis pH 8,3. Notiere den Verbrauch an Natriumhydroxid-Lösung.
 - 3.2. Indikator: Gib 5-6 Tropfen des Indikators hinzu und titriere bis zum Farbumschlag von farblos zu violett. Notiere den Verbrauch an Natriumhydroxid- Lösung.

Auswertung:

Der Gehalt an freier Säure (b) in mmol/kg Honig wird mit folgender Formel berechnet:

$$b = \frac{100 \times a}{m}$$

Dabei ist a = Verbrauch an Natronlauge in mL
m = Honigeinwaage in g

Die Honigverordnung gibt einen Höchstgehalt an freien Säuren an. Hält dein Honig diesen ein?

Name:

Datum:

Proben:

- Honig
- Invertzuckercreme
- ggf. alten oder hitzebehandelten Honig (2 Tage bei 80 °C)

Materialien:

- 2 x Mörser & Pistill
- 2 Porzellanschalen
- Meßzylinder (10 mL)

Chemikalien:

- Resorcin-Lösung (0,1g Resorcin in 10 ml konzentrierter Salzsäure)
- Methyl-*tert*-butylether

Durchführung:

1. Gebe jeweils 5 g der Proben in einen eigenen Mörser. Gib jeweils 10 mL Methyl-*tert*-butylether hinzu und knete die Probe mit einem Pistill gründlich durch.
2. Gieße die verschiedenen Lösungen in jeweils ein eigenes Porzellanschälchen und lasse die Lösung verdunsten.
3. Gebe einige Tropfen der Resorcin-Lösung auf den Rückstand.

Beobachtung:

Ist HMF enthalten wird eine rötliche Färbung sichtbar.

Auswertung:

Durch Einwirkung von Säure und Hitze entsteht aus Fructose Hydroxymethylfurfural (HMF).

In frischem Honig, der nicht erhitzt und richtig gelagert wurde, ist kein oder nur sehr wenig HMF enthalten. In Invertzuckercreme, die durch Erhitzen von Saccharose mit Säure hergestellt wurde ist HMF deutlich höheren Konzentrationen nachweisbar.

Wird Honig erhitzt oder mehrere Jahre gelagert steigt auch hier der Gehalt an HMF. Entsprechend lässt sich über HMF auch die lange/falsche Lagerung/Herstellung von Honig nachweisen.

Name:

Datum:

Materialien:

- 2 Reagenzgläser mit Stopfen
- Reagenzglasständer
- 2 Bechergläser (50 mL)
- Messzylinder für 10 mL
- Pasteurpipetten mit Gummisauger

Chemikalien:

- Honig
- Invertzuckercreme
- Wasser
- Stärke (löslich)
- Iod
- Kaliumiodid

Stärke-Lösung:

1 g lösliche Stärke in 100 mL Wasser geben und erhitzen (Magnetrührer o. Bunsenbrenner) bis die Lösung klar ist. Anschließend abkühlen lassen.

Iod/Kaliumiodid-Lösung: 0,5 g Iod, 1 g Kaliumiodid in 150 mL Wasser lösen.

Iod braucht u.U. einige Stunden um sich vollständig zu lösen! Anschließend ist die Lösung lange haltbar.

Reaktionslösung:

20 mL der Stärke-Lösung mit 2 mL Iod/Kaliumiodid-Lösung versetzen.

Durchführung:

1. Gib jeweils 2 g Honig und 2 g Invertzuckercreme in ein eigenes Becherglas (beschriften!)
2. Löse die Proben in den Bechergläsern in jeweils in 10 mL Wasser. Gib die Lösungen anschließend in Reagenzgläser.
3. Gib zu beiden Lösungen 10 mL der Reaktionslösung. Verschließe die Reagenzgläser mit Stopfen und schüttele sie vorsichtig, damit sich die Lösungen gleichmäßig zu vermischen.

Beobachtung:

Die Honig-Lösung wird sehr schnell farblos.

Die Lösung mit Invertzuckercreme behält ihre tief-blaue Farbe.

Auswertung:

Name:

Datum:

Materialien:

- Tüpfelplatte
- Pipetten (1 mL, mit Skalierung)
- Peleusball
- 10-100 μ L Eppendorfpipette mit Spitzen
- Spatel
- (Fein-)Waage (benötigte Einwaage 20 mg)

Chemikalien:

- POD Lösung (Merck) EC 1.11.1.7 – Peroxidase (170 U/mg)
- 0,1 M Phosphatpufferlösung (pH 6) mit 0,1 M Iodid
- 1 % Stärkelösung

Durchführung:

1. Gib in zwei Felder der Tüpfelplatte jeweils 0,1 mL Phosphatpuffer/Iodid-Lösung und 0,1 mL Stärkelösung auf eine Tüpfelplatte.
2. Rühre in das eine Feld etwa 20 mg Honig, in die das andere die gleiche Menge Invertzuckercreme in die Lösung ein
3. Gebe je 10 μ L der POD-Lösung dazu und vermische die Lösungen gut.
4. Lasse die Lösungen etwa 20 Minuten stehen und vergleiche die Farbe.

Beobachtung:

Im Honig ist nach 20 Minuten eine blauviolett-Färbung erkennbar, in der Invertzuckercreme nicht.

Name:

Datum:

Materialien:

- Mikroskop
- Objektträger und Deckgläschen
- Pasteurpipetten mit Gummistopfen
- Faltenfilter mit Trichter oder Zentrifuge mit Zentrifugenröhrchen

Proben:

- Waldhonig
- Sortenhonig z.B. Sonnenblume oder Raps
- Leitungswasser

Durchführung:

1. Löse 5 g Honig in 10 mL Wasser
- 2.1. Zentrifuge: Gib die Lösung in ein Zentrifugenröhrchen und sedimentiere die Lösung 10 min bei 10000 G. Gieße den Überstand vorsichtig ab. Nimm den Rückstand mit einer Pasteurpipette auf und gib ihn auf einen Objektträger.
- 2.2. Faltenfilter: Gib die Lösung durch einen Faltenfilter. Nimm den Rückstand vorsichtig mit einer Pasteurpipette auf, möglichst ohne am Filter zu kratzen, und gebe ihn auf einen Objektträger.
3. Betrachte die Lösungen unter einem Mikroskop. Beschreibe was du siehst!

Beobachtung:

Waldhonig enthält kaum Pollen. Dafür sind Wachsröhren, Algen und kristalline Masse zu erkennen.

In Sortenhonigen können die Pollen identifiziert werden. Unter www.ponet.ages.at/ ist eine kostenlose Pollendatenbank einsehbar. Hierfür ist es sinnvoll, eine grobe Vorstellung zu haben, welche Pollen gesucht werden.

Beispiel – Sonnenblumenhonig – Die Sonnenblume hat den botanischen Namen „*Helianthus annuus*“. Wird „*Helianthus*“ unter „Genus“ und „*annuus*“ unter „Spezies“ eingegeben können Bilder der entsprechenden Pollen angesehen werden.

Name:

Datum:

Materialien:

- Trockenschrank (alternativ Backofen)
- Wägeschale
- Seesand
- Glasstäbchen
- Exsikkator

Probe:

- Honig

Durchführung:

1. Befülle die Wägeschale mit etwa 20 g Seesand. Gib das Glasstäbchen hinzu und lasse alles gemeinsam bei 100 °C im vorgeheizten Trockenschrank eine Stunde trocknen.
2. Lasse die Wägeschale mitsamt Seesand und Glasstab im Exsikkator abkühlen. Notiere dir anschließend das Gewicht (Leergewicht m_1).
3. Gib etwas Honig (etwa 4 g) auf den Seesand und verreihe Sand und Honig gleichmäßig mit dem Glasstab. Notiere dir das Gewicht (Gesamtgewicht m_2)
4. Stelle die Schale mitsamt Seesand, Honig und Glasstab zurück in den Trockenschrank und lasse sie etwa 2 Stunden trocknen. Lasse sie anschließend erneut im Exsikkator abkühlen und notiere dir das Gewicht. Stelle sie anschließend erneut für 30 Minuten in den Trockenschrank und notiere das Gewicht. Die Trocknung ist vollständig, wenn du keine nennenswerte Gewichtsabnahme mehr feststellen kannst. Notiere dir das letzte Gewicht als Trockengewicht m_3 .

Auswertung:

Der prozentuale Trockensubstanzgehalt (T) wird mit der folgenden Formel berechnet:

$$T [\%] = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} * 100$$

wobei:

- m_1 = Leergewicht (Wägeschale, Seesand, Glasstab)
 m_2 = Gesamtgewicht (Wägeschale, Seesand, Glasstab, Honigeinwaage)
 m_3 = Trockengewicht (Wägeschale, Seesand, Glasstab, Honigeinwaage)

Berechne aus dem Trockensubstanzgehalt den Wassergehalt und vergleiche ihn mit den rechtlichen Vorgaben.

Elektrische Leitfähigkeit von Honig		E13
Name:	Datum:	
Materialien:	Probe	
<ul style="list-style-type: none">LeitfähigkeitsmessgerätBecherglas (200 mL)Waage	<ul style="list-style-type: none">Honig	
<u>Durchführung:</u> <p>Für dieses Experiment wird die Trockenmasse des Honigs benötigt. Ist dir diese nicht bekannt kannst du dich näherungsweise am Kohlenhydratgehalt laut der Nährwertangabe orientieren (Beispiel: 82 g Kohlenhydrate je 100 g entsprechen 18 g Wasser).</p> <ol style="list-style-type: none">Berechne, wieviel deines Honigs du einwiegen musst, um auf 20 g Trockenmasse zu erhalten. Wiege diese Menge ein und löse sie in 100 mL Wasser.Messe die Leitfähigkeit dieser Lösung und vergleiche die mit den gesetzlichen Vorgaben.		
<u>Beobachtung:</u>		
<u>Auswertung:</u>		

Name:

Datum:

Materialien:

- Bechergläser (50 mL),
- Eine „Käseglocke“ (eine große Schale, unter der beide Bechergläser Platz haben, alternativ ein leerer Exsikkator)

Chemikalien:

- Honig
- Leitungswasser

Durchführung:

1. Wiege zunächst das leere Becherglas gewogen [A].
2. Wiege danach etwas Honig (etwa 4 g) in das Becherglas ein und notiere das Gesamtgewicht [B].
3. Befülle das zweite Becherglas mit Wasser und stelle anschließend beide Bechergläser gemeinsam unter die „Käseglocke“.
4. Wiege das Becherglas mit Honig täglich oder im Abstand mehrerer Tage [D].
5. Trage die gemessenen Gewichte in die unten stehende Tabelle ein. Berechne die Gewichtszunahme des Honigs in Prozent.

Beobachtung / Auswertung:

Aus der Differenz von [B] - [A] erhält man die Honigeinwaage [C].

Die Gewichtszunahme [E] wird durch die Differenz [D] – [B] berechnet.

Die Gewichtzunahme in Prozent wird mit der folgenden Formel berechnet:

$$\text{Gewichtszunahme [\%]} = \frac{[E]}{[C]/100}$$

[A] =

[B] =

[C] =

Tag						
[D] Gewicht Becherglas nach x Tagen in g						
[E] Gewichtszunahme in g						
Gewichtzunahme [%]						

Honigverderb – Alkoholische Gärung		E15
Name:		Datum:
Materialien: <ul style="list-style-type: none"> • Erlenmeyerkolben (25 mL) • Gummistopfen mit Gärröhrchen 	Proben/Chemikalien: <ul style="list-style-type: none"> • Honig • Leitungswasser • Kalkwasser (gesättigte Calciumoxid-Lösung) 	
<u>Durchführung:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Gib 10 g Honig und 20 mL Wasser in einen Erlenmeyerkolben geben und schwenke den Kolben, bis sich der Honig gelöst hat (Es sollte nur ein kleiner Luftraum über der Lösung bleiben). 2. Befülle ein Gärröhrchen mit Kalkwasser und verschlieÙe hiermit den Erlenmeyerkolben 3. Stelle den Erlenmeyerkolben an einen warmen Ort (~20 °C). 4. Beobachte, wie sich das Kalkwasser in den nächsten Tagen/Wochen verändert 		
<u>Beobachtung:</u> <p>Nach einigen beginnt sich die Lösung im Gärröhrchen zu trüben.</p>		
<u>Auswertung:</u> <p>Honig enthält wilde Hefen, die aufgrund des geringen Wassergehaltes nicht mit der alkoholischen Gärung beginnen können.</p> <p>Wird Honig, wie hier, mit Wasser verdünnt können die Hefen mit der alkoholischen Gärung beginnen.</p> <p>Die im Honig enthaltenen Zucker werden nach und nach zu Ethanol und Kohlenstoffdioxid vergoren.</p> <p>Das entstehende Kohlenstoffdioxid fällt im Gärröhrchen als Calciumcarbonat aus. Dieses führt zur Trübung des Kalkwassers.</p>		

Name:

Datum:

Materialien:

- Erlenmeyerkolben (100 mL)
- Waage
- Spatel
- Trockenschrank
- Alufolie

Chemikalien:

- Phenylalanin
- Glucose
- Salzsäure (w = 25 %)
- Wasser

Durchführung:

1. Wiege 10 g Glucose und 2,5 g Phenylalanin ein und gib sie zusammen in einen Erlenmeyerkolben.
2. Gib 50 mL Wasser und drei Tropfen Salzsäure hinzu schwenke den Erlenmeyerkolben, damit sich die Glucose und das Phenylalanin lösen.
3. Verschließe den Kolben mit Alufolie erhitze in und einige Stunden im Trockenschrank auf 80 °C.
4. Nimm den Erlenmeyerkolben aus dem Trockenschrank und lass ihn abkühlen. Entferne die Alufolie und rieche an der Lösung.

Beobachtung:

3 Honig – Arbeitsblätter

Wald- und Blütenhonig		A1
Name:	Datum:	
Was ist der Unterschied zwischen Nektar und Honigtau?		
<i>Nektar ist eine zuckerreiche Flüssigkeit, die Pflanzen an ihren Blüten abgeben. Er dient dazu Insekten anzulocken damit diese den Pollen von Blüte zu Blüte zu tragen.</i>		
<i>Honigtau entsteht wenn verschiedene Insekten, wie zum Beispiel Blattläuse, Löcher in die Siebröhren einer Pflanze stechen, den Siebröhrensaft aufsaugen und wieder ausscheiden.</i>		
Was ist der wichtigste Unterschied zwischen Blüten- und Waldhonig?		
<i>Für Blütenhonig wird Nektar gesammelt.</i>		
<i>Für Waldhonig wird Honigtau gesammelt.</i>		
Durch was lassen sich Blüten- und Waldhonig mikroskopisch unterscheiden?		
<i>Blütenhonig enthält Pollen der Pflanzen, an denen der Nektar gesammelt wurde.</i>		
<i>Waldhonig enthält nur wenig Pollen, dafür Wachsröhren und Wachswolle, Pilzsporen, Algen und kristalline Masse</i>		

Wie kommt der Honig ins Glas?		A2
Name:		Datum:
Sortiere die folgenden Arbeitsschritte es Imkers in die richtige Reihenfolge und beschreibe sie kurz.		
Drei Arbeitsschritte gehören nicht dazu, welche?		
<ul style="list-style-type: none"> • Kontrollierte Kristallisation • Pasteurisieren • Ernten • Sieben • Abfüllen • Ruhen lassen • Schleudern • Aromatisieren • Entdeckeln • Wassergehalt prüfen • Filtern 		
1. Wassergehalt prüfen	Honig kann erst ab einem Wassergehalt von unter 20 % geerntet werden, da er sonst verdirbt.	
2. Ernten	(Rahmen aus dem Bienenstock entfernen und gut verschlossen zur Verarbeitungsstätte transportieren)	
3. Entdeckeln	Wachsdeckel von den Waben entfernen	
4. Schleudern	Honig wird aus den Waben heraus geschleudert.	
5. Sieben	Der frisch geschleuderte Honig wird durch ein Nylongewebe gegeben um Wachsreste, Holzsplitter, Bienenbeine etc. zu entfernen.	
6. Ruhen lassen	Aufsteigende Luftblasen ziehen feine Wachsteilchen an die Oberfläche	
7. Kontrollierte Kristallisation	Rühren des Honigs bis die gewünschte Konsistenz erreicht ist	
8. Abfüllen	Der Honig wird in saubere Gläser abgefüllt und ist bereit für den Verkauf.	
Nicht dazugehörig:		
Filtern	Beim Filtern werden auch Pollen entfernt, die ein Qualitätsmerkmal darstellen. Daher wird normaler Honig nicht gefiltert. Gefilterter Honig muss als solcher gekennzeichnet werden.	
Aromatisieren	Beim Aromatisieren werden natürliche/künstliche Aromen oder andere Zutaten hinzugefügt, um einem Lebensmittel einen besonderen intensiven Geschmack zu verleihen. Honig darf nicht aromatisiert werden.	
Pasteurisieren	Beim Pasteurisieren wird ein Lebensmittel kurz stark erhitzt, um es keimfrei zu machen. Honig darf nicht erhitzt werden.	

Name:

Datum:

Frage

Hallo!

Ich habe eine Frage. Mein Freund sagt, Honig wäre viel gesünder als Zucker, stimmt das?

Antwort

Du musst aufpassen, dass der Honig ohne zusätzlichen Zucker hergestellt wurde, dann ist er viel gesünder!

Antwort

Ich weiss nur das Honig sehr gesund ist. Mit Sicherheit ist da nichts drin was mit Zucker zu tun hat! Zucker durch Honig zu ersetzen ist außerdem ganz toll wenn du abnehmen willst!

Beantworte die Frage die der Fragestellerin:

Diskutiert die Antworten:

Name:

Datum:

Frage

Hilfe!

Ich habe meinem anderthalbjährigen Sohn Honig in den Tee gegeben und er hat angefangen zu husten. Meine Schwiegermutter ist grad zu Besuch und hat gesagt, dass so junge Kinder auf keinen Fall Honig kriegen dürfen weil sie sich daran vergiften können! Jetzt habe ich Angst, sollte ich mit meinem Sohn ins Krankenhaus fahren?

Beantworte die Frage die der Fragestellerin:

4. Literatur

4.1. Linksammlung

Hinweis: Die hier aufgeführten Links sind Webseiten Dritter, auf deren Inhalte wir keinen Einfluss haben. Deshalb können wir für diese fremden Inhalte auch keine Gewähr übernehmen. Für die Inhalte der angegebenen Seiten ist stets der jeweilige Anbieter oder Betreiber der Seiten verantwortlich. Die Seiten wurden zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Handreichung (29.05.2017) auf mögliche Rechtsverstöße überprüft. Rechtswidrige Inhalte waren zu diesem Zeitpunkt nicht erkennbar.

Eine permanente inhaltliche Kontrolle der verlinkten Seiten ist jedoch ohne konkrete Anhaltspunkte einer Rechtsverletzung nicht zumutbar. Bei Bekanntwerden von Rechtsverletzungen werden wir derartige Links umgehend entfernen.

www.laves.niedersachsen.de

Homepage des Niedersächsischen Landesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit. Reichlich Informationen zum Thema Verbraucherschutz und den verschiedensten Lebensmittelgruppen.

- LAVES Institut für Bienenkunde Celle; Dr. Werner von der Ohe „Honigentstehung und Honiginhaltsstoffe“ Juli 2009

www.laves.niedersachsen.de/download/42939/Honigentstehung_und_Honiginhaltsstoffe.pdf

- LAVES „Wo kommt der Honig her? Honigverfälschungen und falsche Herkunftsangaben“

http://www.laves.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation_id=20056&article_id=73357&psmand=23

- LAVES - Honig-Kristallisation

www.laves.niedersachsen.de/download/41274

www.bfr.bund.de

Homepage des Bundesinstituts für Risikobewertung. Viele Informationen zum Thema Gesundheit und Verbraucherschutz. Die Stellungnahmen zu verschiedenen Themen sind frei zugänglich.

- Bundesinstituts für Risikobewertung „Hinweise für Verbraucher zum Botulismus durch Lebensmittel“, aktualisierte Fassung, Berlin 2005

http://www.bfr.bund.de/cm/350/hinweise_fuer_verbraucher_zum_botulismus_durch_lebensmittel.pdf

- Bundesinstitut für Risikobewertung „Vergiftungsfälle durch Grayanotoxine in Rhododendron-Honigen aus der türkischen Schwarzmeerregion“ Stellungnahme Nr. 043/2010 des BfR vom 3. September 2010

http://www.bfr.bund.de/cm/343/vergiftungsfaelle_durch_grayanotoxine_in_rhododendron_honigen_aus_der_tuerkischen_schwarzmeerregion.pdf

www.lebensmittelklarheit.de

Homepage der Verbraucherzentralen mit vielfältigen Informationen rund um Kennzeichnung und Aufmachung von Lebensmitteln. Ziel dieser Homepage ist es, Verbrauchern die sich von Lebensmitteln und der Werbung für diese getäuscht fühlen Informationen zu bieten und Fragen zu beantworten.

www.die-honigmacher.de

Homepage der Apis e. V. - Verein zur Förderung der Bienenkunde der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen und der Agentur lernsite. Vielfältige Informationen zum Thema und Honig und Bienen.

www.taunusimker.de

Homepage des Bienenzuchtvereins Obertaunus mit vielen interessanten Artikeln und Videos zum Thema Bienen und Honig.

www.ponet.ages.at

Pollendatenbank „PONET“ des Instituts für Bienenkunde der Österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH (AGES). Große Datenbank zur Identifikation von Pollen.

4.2 Weitere interessante Veröffentlichungen zum Thema Honig

H.-D. Belitz, W. Grosch, P. Schieberle (2008) „Lehrbuch der Lebensmittelchemie“, 6. Auflage, 2008, Springer Verlag Berlin Heidelberg S. 299, S. 912 ff, S. 919 ff

A. Wörn, A. Lühken, I. Melle (1997) „Honig - Chemieunterricht an einem interessanten Lebensmittel“ *Praxis der Naturwissenschaften – Chemie*, 46(6), 9-16.

D. Scherr (2000) „Die enzymatische Katalyse, hochwirksam und sehr sensitiv!“ *Chemkon*, 7(3), 127–130.

H..J. Bader, I. Melle, A. Wörn (1999) „Honig – Ein interessantes Thema nicht nur für den Chemieunterricht“ *Frankfurter Beiträge zur Didaktik der Chemie*, Verlag Harri Deutsch, 1. Auflage S. 65-98