

Station 1 - Zuckernachweise

Honig im Versuch

Literatur Versuche: A. Wörn, A. Lühken, I. Melle: PdN-Ch. 6/46, S.13 (1997), G. Schwedt: Exp. m. Supermarktprod.,S.20-21, Wiley-VCH (2001)
Literatur Information: H. Horn, C. Lüllmann: Das große Honigbuch, Ehrenwirth Verlag (1992); Friedrich Verlag: U-Mat. Biologie, Ernährung (CD)

Folgende Reaktionen sind mit Fruchtzucker (Diabetikerzucker, Fructose), Traubenzucker (Glucose), Kristallzucker (Rohr oder Rübenzucker, Saccharose) und Stärkelösungen (Mehl) durchzuführen und dann die Versuche mit Honig und Kunsthonig zu wiederholen. Gib daher zuerst in jeweils ein Reagenzglas einen Löffel (im RG daumendick) Zucker, etwas Honig und eine Spatelspitze Mehl. Nun fülle das RG zu 2/3 mit Wasser und schüttle um. Das RG mit Mehl musst du vorsichtig erhitzen.

V1: Seliwanoff - Nachweis

Gib etwas Lösung (von oben, daumendick) in ein Reagenzglas und tropfe etwas Seliwanoff Reagenz zu. (Vorsicht stark ätzend) Registriere eine etwaige Farbveränderung. Nun erhitze vorsichtig und beobachte wieder.

V2: Trommer – Nachweis von reduzierenden Zuckern (statt Fehling Nachweis):

Gib etwas Lösung (von oben, daumendick) in ein Reagenzglas, tropfe etwas Kupfersulfatlösung hinein und gib dann einige Spatellöffel Soda zu. Nun wird über dem Bunsenbrenner gleichmäßig erwärmt (**Schutzbrille!**) und die Zeit gestoppt, bis sich ein orangeroter Niederschlag bildet. Bei Glucose oder Fructose sollte diese Reaktion viel schneller eintreten als bei Saccharose. Prüfe dann deine Honiglösung.

(Nach dem Abkühlen, muss diese Lösung in einem **Schwermetallsammelgefäß** entsorgt werden!)

V3: Iod - Kaliumiodid-Nachweis von Stärke (Lugolsche Lösung)

Gib etwas Lösung (von oben, daumendick) in ein Reagenzglas, tropfe etwas Lugolsche Lösung zu und verdünne mit Wasser, falls du eine sehr dunkle Farbe beobachtest.

V4: Kaliumpermanganat im basischen Milieu:

Es wird jeweils etwas Lösung (von oben, daumendick) in ein RG gegeben, ein Spatel Soda zugegeben gut umgeschwenkt und mehrere Tropfen KMnO_4 Lösung ($c=0,2\%$) zugetropft.

Positive und negative Testergebnisse bei den Nachweisen

	Positive Testergebnisse	Negative Testergebnisse
Seliwanoff - Test	Rotfärbung	keine Färbung
Fehling - Test	oranger, roter oder brauner Niederschlag	Blaufärbung ohne Niederschlag
Iod - Test	Blaufärbung	Orange- oder Braunfärbung
KMnO_4 Test	Sofortige Entfärbung auch nach mehreren Tropfen	Entfärbung nach einiger Zeit

Nach den Versuchen sind alle Versuchsgeräte zu **REINIGEN** und diese Station ordentlich zu hinterlassen
Zusammengestellt von Dr. Karlheinz Kockert.

Station 1 - Zuckernachweise

Honig im Versuch

Literatur Versuche: A. Wörn, A. Lühken, I. Melle: PdN-Ch. 6/46, S.13 (1997), G. Schwedt: Exp. m. Supermarktprod.,S.20-21, Wiley-VCH (2001)

Literatur Information: H. Horn, C. Lüllmann: Das große Honigbuch, Ehrenwirth Verlag (1992); Friedrich Verlag: U-Mat. Biologie, Ernährung (CD)

Arbeitsauftrag: Protokolliere nun in deine Tabelle „Vergleich des Reaktionsverhaltens verschiedener Kohlenhydrate“ die Versuchsergebnisse und fülle aus.

Vergleich des Reaktionsverhaltens verschiedener Kohlenhydrate

	Fructose	Glucose	Saccharose	Stärke	Honig
Seliwanoff- Test	+	-	+	-	+
Fehling - Test	+	+	-	-	+
Iod - Test	-	-	-	+	-
KMnO ₄ -Test	+	+	(-)	-	+

Sachinformation:

Da Honig aus ca. 75% (Naturhonig) – ca. 82% (Kunsthonig) Zucker besteht, muss man prinzipiell alle Nachteile von Zucker auch bei der Verwendung von Honig berücksichtigen:

Dem Ernährungsbericht der Österreichischen Gesellschaft für Ernährung (OEGE) zufolge essen die österreichischen Bundesbürger zu viel, zu fett und zu süß. Einerseits werden große Mengen an Süßigkeiten und viel Fleisch verzehrt, andererseits mangelt es an Vitaminen, Ballaststoffen und bestimmten Mineralien. Nicht umsonst spricht man von einer Unterernährung im Überfluss, da es bei einer einseitigen Kost mit hohem Energiegehalt zu einer zu niedrigen bzw. unausgewogenen Zufuhr an essenziellen Nährstoffen kommt.

Zucker und Stärke sind wie Alkohol und isolierte Speisefette nahezu frei von essenziellen Nährstoffen. Wegen ihres unausgewogenen Nährstoffgehalts bezeichnet man zuckerhaltige Süßigkeiten (auch Honigprodukte!!!) auch als Produkte mit „leeren Kalorien“. Die Folgen der einseitigen Ernährung merkt der Konsument nicht sofort. Langfristig konnte jedoch z. B. eine hohe Korrelation zwischen hohem Zuckerverbrauch und Übergewicht, Zahnkaries, Diabetes mellitus (Erwachsenen-Diabetes) und vermutlich auch Arteriosklerose und Herzinfarkthäufigkeit festgestellt werden.

In den Industriestaaten werden zwischen 40 und 45 % des Energiebedarfs eines Menschen durch Kohlenstoffhydrate (im folgenden Text kurz: Kohlenhydrate) gedeckt, in den Entwicklungsländern bis zu 80 %. Etwa 2g Kohlenhydrate pro kg Körpergewicht und Tag werden empfohlen. Kohlenhydrate können nur in geringem Umfang gespeichert werden, ansonsten werden sie in Fette umgewandelt, die deponiert werden. Beim Säugling deckt die Laktose (Milchzucker) in der Muttermilch gut 40 % der täglichen Energieaufnahme. Bei der Herstellung von Säuglingsnahrung wird vor allem Saccharose zugesetzt, deren Anteil jedoch 5 % der Nahrungsenergie nicht übersteigen darf, da sonst Gärungsdurchfall droht.

Kohlenhydrate sind ihrer chemischen Natur nach Polyhydroxyaldehyde bzw. -ketone. Man unterscheidet dabei Einfachzucker (Monosaccharide mit 3 bis 7 C-Atomen) Zweifachzucker (Disaccharide, zwei verknüpfte Einfachzucker) und komplexe Polymere (Oligo- und Polysaccharide). Das Monosaccharid Glucose (= Dextrose, Traubenzucker) ist Hauptbaustein der Polysaccharide Stärke, Glykogen und Cellulose. Bestimmte Organe und Gewebe, wie das Gehirn und die Erythrozyten, decken ihren Energiebedarf fast ausschließlich aus Glucose. Fructose ist der süßeste Zucker und findet sich auch in Honig und Früchten sowie zusammen mit Glucose und Saccharose in vielen Lebensmitteln. Saccharose (Rohrzucker, Rübenzucker)

ist der im Haushalt am häufigsten verwendete Zucker. Der Verzehr an Saccharose stieg in Westeuropa auf etwa 100 g pro Tag und Person. Das Polysaccharid Stärke ist das wichtigste Nahrungskohlenhydrat und Reservestoff vieler Pflanzen. In tierischem und menschlichem Gewebe dient Glykogen temporär als Kohlenhydratspeicher. Der Mensch nimmt Kohlenhydrate vorwiegend über Getreideprodukte, Obst Gemüse, Milch und Süßigkeiten auf. Süßigkeiten wie z. B. Gelees und Erfrischungsgetränke enthalten schnell lösliche Kohlenhydrate. Kohlenhydrate aus Früchten und Gemüsen können nicht so rasch resorbiert werden, weil sie in den pflanzlichen Zellen eingeschlossen sind und während der Verdauung erst aus ihnen herausgelöst werden müssen. Auch der enzymatische Abbau von Polysacchariden zu Di- und Monosacchariden verlangsamt die Resorption. Aus diesem Grund unterliegt der Blutzuckerspiegel nach dem Verzehr von Brot geringeren und langsamer ablaufenden Schwankungen als nach der Aufnahme derselben Kohlenhydratmenge in Form von Zucker.

Die Verdauung der Stärke beginnt im Mund: Die Speichelamylase spaltet die Stärke in Disaccharide. Im Dünndarm erfolgt dann der weitere Abbau zu Mono- sacchariden (vor allem Glucose). Nach der Resorption über die Mukosazellen des Dünndarms werden die Monosaccharide entweder direkt verwertet (etwa 25 % des Kohlenhydratumsatzes erfolgt in Gehirn und Nervengewebe), vorübergehend in Form von Glykogen gespeichert oder zu Fett umgewandelt. Letzteres geschieht nicht nur, wenn Kohlenhydrate im Überschuss aufgenommen werden (Depotfett); auch unter normalen Bedingungen erfolgt die Energieversorgung der Gewebe mit Glucose hauptsächlich indem Fett. zu Glucose umgewandelt werden.

Vitamin B₁ (Thiamin) ist als Enzymbestandteil Coenzym) notwendig für den Kohlenhydratabbau. Bei erhöhtem Kohlenhydratkonsum wird auch mehr Thiamin benötigt. Bei einseitiger, vitaminarmer und zuckerreicher Kost (z. B. Süßigkeiten, Honig) können nicht genügend Kohlenhydrate abgebaut werden. Da das Gehirn auf Zucker als Energiequelle angewiesen ist, fällt hier eine Unterversorgung am stärksten auf. (Selbst Naturhonig enthält nur sehr, sehr wenig Thiamin: 0,04-0,06 mg/kg. Dieser Gehalt ist, wie der anderer Vitamine im Honig, ernährungsphysiologisch unbedeutend!)

Vitamin B₁ muss daher zusätzlich aus anderen Quellen bereitgestellt werden, um die Kohlenhydrate abzubauen. Der Vitamin-B₁-Mangel ist in den USA bereits so ausgeprägt, dass eigens ein verursachernaher Name für ihn kreiert wurde: Junk Food Disease steht für Konzentrationsstörungen, Nervosität, Zittern und Schweißausbrüche infolge von Fast-Food-Dauergenuss. Übermäßiger Honig- (also Zucker-) genuss kann für dieses Phänomen also sogar verantwortlich sein.

Nach den Versuchen sind alle Versuchsgeräte zu **REINIGEN** und diese Station ordentlich zu hinterlassen
Zusammengestellt von Dr. Karlheinz Kockert.

Station 2 – Kunsthonig

Honig im Versuch

Literatur Versuch: G. Schwedt: Exp. m. Supermarktprodukten, S.20-21, Wiley-VCH (2001)

Literatur Information: H. Horn, C. Lüllmann: Das große Honigbuch, Ehrenwirth Verlag (1992) und Literaturliste

Kunsthonig

Mit Hilfe von Säuren kann Saccharose in Glucose und Fructose gespalten werden. Im Nektar (Naturhonig) erfolgt diese Spaltung enzymatisch mit Hilfe des Enzyms Saccharase (Invertase).

Herstellung:

Gib in ein sauberes 100ml Becherglas (bitte vorher gründlich reinigen) ca. bis zur 10 ml Marke Kristallzucker (Saccharose), fülle dann mit 20 ml Wasser auf und löse den Zucker durch rühren mit dem Glasstab. Gib nun etwas (einige Kristalle, eine kleine Spatelspitze, oder 0,05g) Zitronensäure oder Apfelsäure zu und verdampfe am Bunsenbrenner das Wasser auf ca. ein Drittel des Volumens unter ständigem Rühren mit dem Glasstab (ca. 10-15 Min. erhitzen und ständig rühren - besonders gegen Ende dieses Vorgangs vorsichtig sein)

Beobachtung:

Nach dem Abkühlen ist eine gelbbraune, zähe Masse mit charakteristischem süß-säuerlichen Honiggeschmack entstanden. **Du darfst die kalte Masse kosten!!!**

Nimm dir deinen Kunsthonig mit. Mache die Versuche bei Station 1,3,4 und 5 mit deinem Kunsthonig. So merkst du den Unterschied zu echtem Honig!

Station 2 – Kunsthonig

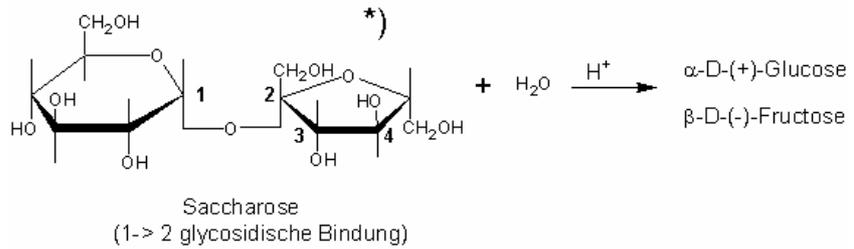
Honig im Versuch

Literatur Versuch: G. Schwedt: Exp. m. Supermarktprodukten, S.20-21, Wiley-VCH (2001)

Literatur Information: H. Horn, C. Lüllmann: Das große Honigbuch, Ehrenwirth Verlag (1992) und Literaturliste

Informationen:

Honig ist im wesentlichen Invertzucker, eine fast gleichmolare Mischung aus Glucose und Fructose.*)



Dieses Monosaccharid-

Gemisch entsteht beim

Kunsthonig durch hydrolytische Spaltung des Zuckers (Saccharose) unter der katalytischen Mitwirkung der Zitronen- oder Apfelsäure, bei echtem Honig durch spaltende Enzyme.

Stoffgruppe	Inhaltsstoff	Herkunft	Blütenhonig	Honigtauhonig	Kunsthonig
	Wasser	Nektar	17,0 %	16,3 %	20%
Monosaccharide	Glucose	Pfl/HT/Bie	31,3 %	21,1 %	30%
	Fructose	Pfl/HT/Bie	38,2 %	31,8 %	30%
Disaccharide	Saccharose	Pfl/HT	1,3 %	0,8 %	20%
Trisaccharide	Melezitose	Honigtau	Spuren	bis 20%	0%
	Erlöse	HT/Bie	3,0 %	bis 10%	0%

Tabelle über typische Honigzusammensetzungen. Die Zusammensetzungen können sich in Abhängigkeit vom Gebiet und von der Jahreszeit wesentlich verändern.

Melezitose: ist ein Zucker der aus drei Einfachzuckern besteht. Man kann sich vorstellen, dass an einem Saccharosemolekül, und zwar am Fructose Teil noch eine Glucoseeinheit gebunden ist. (Genauer: am C2-OH der Fructose mit dem C1-OH der Glucose)

Erlöse: Ist ein Zucker der aus drei Einfachzuckern besteht. Man kann sich vorstellen, dass an einem Saccharosemolekül, und zwar am Glucose Teil noch eine Glucoseeinheit gebunden ist. (Genauer: am C4-OH der Glucose von der Saccharose mit dem C1-OH der Glucose)

Beide Zucker treten vor allem beim **Honigtauhonig** (Waldhonig) auf, da die Honigtaulaus, die den Pflanzensaft (Phloemsaft) ansaugt und sich daraus vor allem die Aminosäuren herausholt, die Saccharose enzymatisch spaltet und die freiwerdende Glucose mit noch nicht gespaltenen Saccharose reagieren kann. (Transglucosidierung) Nachdem die Laus den Honigtausaft auf Nadeln und Blätter wieder ausgeschieden hat verdunstet dort schon etwas Wasser und die Bienen sammeln diesen Tauhonig. Während des weiteren Weges des Tauhonigs bis zum verdeckelten Einschluss in der Wabe können diese Vorgänge weiter ablaufen.

Honig der stark melezitosehaltig ist, **kristallisiert** leicht. Der Imker hat daher beim Honigschleudern ein Problem, da der Honig dann nicht oder nur mehr schwer aus der Wabe geschleudert werden kann.

Als Einschätzung für eine **Kristallisationstendenz** kann das Verhältnis Glucose zu Fructose angesehen werden: Je näher dieses Verhältnis bei eins liegt, desto weniger leicht kristallisiert der Honig.

Nach den Versuchen sind alle Versuchsgeräte zu **REINIGEN** und diese Station ordentlich zu hinterlassen
Zusammengestellt von Dr. Karlheinz Kockert.

Station 3 – Wassergehalt/Leitfähigkeit/pH - Honig im Versuch

Literatur Versuche: A. Wörn, A. Lühken, I. Melle: PdN-Ch. 6/46, S.14 (1997)

Literatur Information: H. Horn, C. Lüllmann: Das große Honigbuch, Ehrenwirth Verlag (1992) und Literaturliste

Wassergehalt:

Wir haben im Unterricht 10 g Honigprobe in einer Porzellanschale auf mg genau eingewogen und auch das Gewicht der leeren Porzellanschale notiert. Dann haben wir diese zusammen mit einer mit Wasser gefüllten Schale unter eine große Kristallisierschale gestellt und das Wägedatum notiert. Nun wiegst du wieder und notierst deine Ergebnisse.

Messung der elektrischen Leitfähigkeit, pH Wert:

Du wiegst 12g Honig in einem 150ml Becherglas ab und füllst Wasser ein bis du 50g erreichst und löst. (ca. 20% Honiglösung) Dann misst du mit dem beiliegenden Messgerät die Leitfähigkeit und den pH Wert. Führe diesen Versuch mit Waldhonig, mit Blütenhonig und mit selbst gemachtem Kunsthonig durch und protokolliere deine Ergebnisse.

Information Wassergehalt:

Steigt der Wassergehalt, so vermehren sich Keime, die durch den geringen Wassergehalt inaktiv sind. Bei offener Lagerung des Honigs gelangen darüber hinaus Hefen in den Honig und bewirken Gärungsprozesse, die zum Verderb des Honigs führen. Honig ist hygroskopisch!!!

Der Wassergehalt darf die gesetzlich vorgeschriebenen 21% (Ausnahme Heidehonig) nicht überschreiten. Der Wassergehalt wird refraktometrisch bestimmt, wobei mit Hilfe einer Tabelle der gemessene Brechungsindex direkt als % Wassergehalt abgelesen werden kann.

Elektrische Leitfähigkeit (EL)

Sie wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst. Zu ihnen zählen die Konzentration der Lösung, der Dissoziationsgrad der gelösten Elektrolyte, die Ionenbewegung und die Temperatur als sehr entscheidendes Kriterium. Als Elektrolyte wirken im Honig Mineralstoffe, Aminosäuren und organische Säuren. Diese dissoziieren teilweise und liegen im Honig in Form von Ionen vor. In der Honiganalytik bedient man sich der Bestimmung der EL, um eine Unterscheidung zwischen Blüten- und Honigtauhonig zu treffen, da sich erhebliche Unterschiede abzeichnen. Diese können leicht durch näheres Betrachten der Entstehung aufgezeigt werden.

Honigtauhonig enthält weitaus mehr Phloemsaft als Nektar. Da der Phloemsaft (oder Siebröhrensaft = Saft in den Gefäßen der Pflanzen) einen hohen Anteil an Mineralstoffen hat und der Nektar einen sehr niedrigen, besitzen Honigtauhonige zugleich eine deutlich höhere EL. Typische Leitfähigkeitswerte: Honigtauhonig $1000 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ und mehr; Blütenhonig (ca. $500 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$). Kaliumsalze sind dominierend (siehe Tabelle).

$R = \rho \cdot l / A$ R = el. Widerstand, ρ = spez. Widerstand, l = Elektrodenabstand, A = Elektrodenfläche

$1/\rho = \lambda$ λ = Leitwert (Wir messen ρ mit einem einfachen Ohmmeter und rechnen um)

Nach den Versuchen sind alle Versuchsgeräte zu **REINIGEN** und diese Station ordentlich zu hinterlassen
Zusammengestellt von Dr. Karlheinz Kockert.

Station 3 – Wassergehalt/Leitfähigkeit/pH - Honig im Versuch

Literatur Versuche: A. Wörn, A. Lühken, I. Melle: PdN-Ch. 6/46, S.14 (1997)

Literatur Information: H. Horn, C. Lüllmann: Das große Honigbuch, Ehrenwirth Verlag (1992) und Literaturliste

Blütenhonig:

Dieser wird durch Sammeln des Blütennektars von den Pflanzenblüten gewonnen. Eine Pflanze sondert Nektar aus dem Siebröhrensaft (Phloemsaft) in den Nektarien ab.

Diese Flüssigkeit besteht aus ca. 20% Zucker und 0,3% Aminosäuren. Fast alle Mineralstoffe des Phloemsaftes fehlen. Das Zuckerspektrum des Nektars ist je nach Pflanze verschieden und die Verhältnisse von Glucose, Fructose und Saccharose zueinander sind charakteristisch für gewisse Pflanzen. Blütennektar enthält ca. 80% Wasser.

Waldhonig:

Dieser wird durch pflanzensaugende Insekten (Lachiniden) erzeugt. Dies sind Insekten (z.B. Honigtaulaus), die Siebröhren anstechen, den Pflanzensaft (Phloemsaft) saugen und vor allem Aminosäuren resorbieren. Da der Pflanzensaft eine geringe Aminosäurekonzentration hat, wird der Großteil des Zuckers wieder ausgeschieden. In weiterer Folge kommt es hier auch zu Zuckerumwandlungen. (Transglucosidierungen, siehe Station 2, Melezitose, Erlöse). Die Mineralstoffe des Phloemsaftes bleiben dem ausgeschiedenen Honigtau fast vollständig erhalten. Honigtau enthält frisch ausgeschieden ca. 80-95% Wasser.

Weitere Entstehung des Honigs:

Die Flugbienen sammeln die Rohstoffe – Nektar und Honigtau – bringen sie in den Bienenstock und verteilen diese durch Hervorwürgen des Honigblaseninhaltes an die Stockbienen. Dieser süße Saft wird dann von Biene zu Biene weitergegeben. Honigtau und Nektar bekommen dabei von den Stock- und den Flugbienen Sekrete (vor allem Enzyme) mitgemischt. Ebenso sinkt dabei der Wassergehalt. Der nun fast fertige Honig (mit einem Wassergehalt von ca. 30%) wird dann in der Wabe abgelegt und reift dort nach. (Wassergehalt sinkt auf 16-23%, Enzymreaktionen)

Tabelle: Mineralstoffe im Honig:

Mineral	Anteil mg/kg	Empf. tägl. Aufnahme mg/kg	% des Tagesbedarfs Person 75 kg/30g Honig
Kalium	100-5500	2000	bis zu 9
Natrium	22-500	1000	bis zu 1,5
Calcium	32-313	1000	bis zu 1
Magnesium	10-120	400	bis zu 1
Eisen	6-190	18	bis zu 32
Zink	2-140	5	bis zu 84

Nach den Versuchen sind alle Versuchsgeräte zu **REINIGEN** und diese Station ordentlich zu hinterlassen
Zusammengestellt von Dr. Karlheinz Kockert.

Station 4 – Aminosäuren/Enzyme - Honig im Versuch

Literatur Versuche: A. Wörn, A. Lühken, I. Melle: PdN-Ch. 6/46, S.14 (1997), A. Deifel: PdN-Ch, 8/43, S. 34ff (1997)

Literatur Information: H. Horn, C. Lüllmann: Das große Honigbuch, Ehrenwirth Verlag (1992) und Literaturliste

Freie Aminosäuren im Honig:

Sicherheitshinweis: Ninhydrin färbt die Hände intensiv violett. Bei diesem Versuch muss deshalb mit Handschuhen gearbeitet werden.

Durchführung:

Fülle saubere Reagenzgläser jeweils 1 cm hoch mit verschiedenen Zucker-, Aminosäuren- und Honiglösungen (jew. ca. 10%). Nun tropfe 10 Tropfen Ameisensäure_{konz.} und 10 Tropfen der Ninhydrinlösung zu und erwärme 15 Min. in einem Becherglas mit kochendem Wasser.

Proteine im Honig:

Diastase/Amylase-Nachweis:

Drei RG werden mit jew. 10 ml 1%iger Stärke-Lösung gefüllt. Glas 1 bleibt unverändert. Zur Lösung in den zwei anderen RG werden ein Tropfen Kunsthonig bzw. Bienenhonig gegeben. Die Lösungen werden dann in einem Wasserbad bei ca. 40°C gehalten, nach jeweils 5 Min. jeweils ca. 0,5ml entnommen und nach dem Abkühlen jeweils einige Tropfen Jodlösung (Lugolsche Lösung) zugegeben und beobachtet.

Glucoseoxidase Nachweis:

Man füllt 5x 50ml Bechergläser mit 40 ml Wasser und erhitzt auf 20, 40, 60, 80 bzw. 100 °C. Nach Erreichen der gewünschten Temperatur (miss die Temp. mit dem beiliegenden Thermometer) gibt man jeweils einen Löffel Waldhonig in das Wasser und rührt mit dem Glasstab so lange, bis der Honig vollständig gelöst ist. Fünf Minuten nach Zugabe des Honigs rührt man kurz und heftig. Nach weiteren fünf Minuten bestimmt man die Wasserstoffperoxidkonzentration der Lösung mit Hilfe der Teststäbchen. (Schwache Färbung ist positiv!)

Stoffgruppe	Inhaltsstoff	Herkunft	Blüten/Honigtau honig	Kunsthonig
Protein	Enzyme	Poll/Bie	0,04 % - 5,6 %	0%
Enzyme	Amylase/Diastase	Biene	20-200 U/kg	0%
	Saccharase/Invertase	Biene	Hauptenzym	0%
	Glucoseoxidase	Biene	10-300 U/kg	0%
	Phosphatase	Poll/Bie	7-40 U/kg	0%
	Katalase	Mikro/Poll	wenig	0%
Aminosäuren	vor allem Prolin wenig Phenylalanin	Pfl/Bie	0,02-0,2%	0%

U/kg bedeutet die Umsetzung von 1 Mikromol Substrat in 1 Minute

Ninhydrinreaktion:

Aminosäuren bilden mit Ninhydrin einen rotvioletten bzw. blauen Farbstoff

Saccharase oder Invertase: Analog Station 2 – Spaltet Saccharose in Glucose und Fructose

Nach den Versuchen sind alle Versuchsgeräte zu **REINIGEN** und diese Station ordentlich zu hinterlassen
Zusammengestellt von Dr. Karlheinz Kockert.

Station 4 – Aminosäuren/Enzyme - Honig im Versuch

Literatur Versuche: A. Wörn, A. Lühken, I. Melle: PdN-Ch. 6/46, S.14 (1997), A. Deifel: PdN-Ch, 8/43, S. 34ff (1997)

Literatur Information: H. Horn, C. Lüllmann: Das große Honigbuch, Ehrenwirth Verlag (1992) und Literaturliste

Diastase (Amylase) - Nachweis:

Entfärbt sich die Lösung, so ist Diastase vorhanden, da diese die Stärke abbauen kann, wobei der Zeitbedarf von der Honigsorte abhängig ist: Die Blaufärbung zu Beginn beruht auf der Bildung eines Iod-Stärke-Komplexes. Die im Honig enthaltene Diastase spaltet Stärke (Aufgebaut aus mehreren hundert miteinander verknüpften Glucoseeinheiten, spiralenförmig) in kürzere Einheiten. Der Iod-Stärke-Komplex kann nicht ausgebildet werden. Daten: Inaktivierungstemperatur: 60-100°C, wirksam zw. pH Wert 3,3 und 7,0, optimal bei pH 5.

Beobachtung Versuch:

In Glas 1 und 2 tritt auch nach längerer Zeit noch eine tiefblaue Färbung auf. Die Lösung in Glas 3 bleibt später (30 Min.) nach Zugabe der Lugolschen Lösung farblos.

Glucoseoxidasewirkung oder hilft heißer Tee gegen Halsschmerzen?

Die Glucoseoxidase wandelt einen Teil der Glucose des Honigs in Gluconsäure um, wobei als Zwischenprodukt das Glucono- δ -lacton gebildet wird. Außerdem entstehen kleine Mengen an Wasserstoffperoxid. Dieses ist für die keimhemmende Wirkung des Honigs verantwortlich und sorgt für eine natürliche Konservierung. Im Gegensatz zu den anderen unten angeführten Enzymen ist die Glucoseoxidase nicht nur Wärme- sondern auch sehr lichtempfindlich, weshalb bei Honig auf eine vor Licht geschützte Lagerung geachtet werden soll. Optimaler pH Wert ca. 6, optimale Temperatur ca. 35 – 40°C.

Zum Versuch:

Bei 20°C werden nur sehr geringe Wasserstoffperoxidkonzentrationen nachgewiesen. Die maximale Wasserstoffperoxidkonzentration wird bei einer Anfangstemperatur von 40°C erreicht. Bei 60°C ist die Aktivität schon deutlich herabgesetzt. Bei 80°C und 100 °C ist kein Wasserstoffperoxid mehr in der Lösung vorhanden, da das Enzym denaturiert (verändert) wird.

Anmerkungen:

Heißer Tee mit Honig ist seit jeher ein beliebtes Hausmittel gegen Halsschmerzen. Die keimhemmende Wirkung dieses Getränks beruht auf der im Honig enthaltenen Glucoseoxidase, die in warmer Lösung Wasserstoffperoxid freisetzt. Der Versuch sollte wegen des höheren Enzymgehaltes mit einem Waldhonig durchgeführt werden. Die Aktivität der Glucoseoxidase ist temperaturabhängig. Die maximale Aktivität erreicht sie bei etwa 40°C. Oberhalb dieser Temperatur sinkt die Aktivität deutlich, bis sie schließlich bei 80°C vollständig zum Erliegen kommt. Das „bewährte“ Hausmittel heißer Tee mit Honig ist somit unwirksam, sofern der Honig zum wirklich heißen und nicht lauwarmen Tee zugegeben wird.

Station 5 – Hydroxymethylfurfural (HMF) - Honig im Versuch

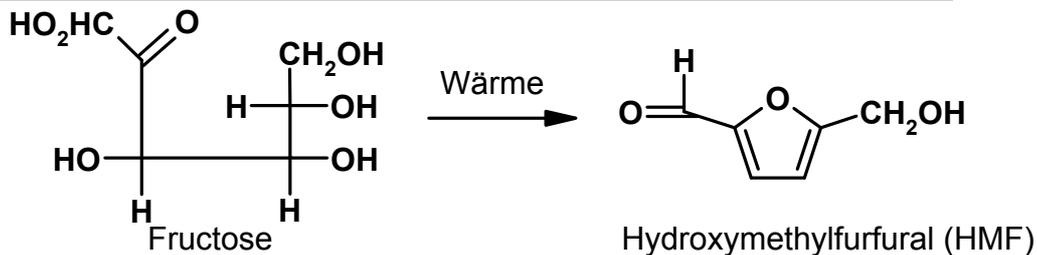
Literatur Versuche: A. Wörn, A. Lühken, I. Melle: PdN-Ch. 6/46, S.16 (1997)

Literatur Information: H. Horn, C. Lüllmann: Das große Honigbuch, Ehrenwirth Verlag (1992) und Literaturliste

Versuch: HMF Nachweis:

Gib von jeder Honigprobe jeweils ca. ½ Löffel in eine Reibschale und versetze mit ca. 10 ml Diethylether. Nun knete den Honig möglichst sorgfältig mit dem Pistill durch und gieße die Etherlösung in eine Porzellanschale. Danach stelle diese Schale mit dem Ether in den Abzug und lasse den Ether vollständig verdunsten (ca. 15 Min.). Jetzt tropfe vorsichtig auf den Rückstand in der Porzellanschale Resorcinlösung. (Seliwanoff-Reagenz)

Reaktionsgleichung - Bildung von Hydroxymethylfurfural (HMF):



Aussagen des HMF – Nachweises:

Durch Erhitzen von Fructose entsteht das irreversibel gebildete Dehydratationsprodukt HMF, wobei die gebildete Menge von Temperatur, Zeit und (saurem) pH-Wert abhängig ist.

Honige über 40 ppm HMF entsprechen nicht mehr dem Lebensmittelgesetz, Honige über 30 ppm (parts per million), gelten als geschädigt. Die folgende Tabelle gibt die Zeit an, in der ein Honig 30 ppm HMF bei der jeweiligen Temperatur gebildet hat:

Temperatur °C	Zeit
30	150-250 Tage
40	20-50 Tage
50	4,5-9 Tage
60	1-2,5 Tage
70	5-14 Stunden

Frisch geschleuderter Honig enthält kein oder nur sehr wenig HMF. Durch erhöhte Lagertemperaturen oder Erwärmung beim Schleudern oder Abfüllen kann der HMF-Gehalt stark steigen. Kunsthonig enthält große Mengen von HMF, da Kunsthonig ja durch Erhitzen von sauren Saccharoselösungen gewonnen wird. Beim Erhitzen in schwach saurer Lösung kommt es durch

Wasserabspaltung aus Hexosen zur Bildung von HMF, welches durch die obige Farbreaktion nachgewiesen werden kann.

Daher ist dieser Nachweis ein wichtiges Indiz für das unerlaubte schädigende Erhitzen von Honig (es werden vor allem die temperaturempfindlichen Enzyme geschädigt), für die verbotene Verschneidung von Honig mit Kunsthonig und für einen alten Honig (lange Lagerung)

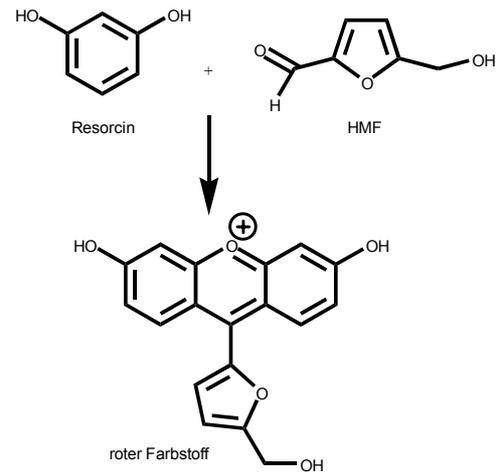
Station 5 – Hydroxymethylfurfural (HMF) - Honig im Versuch

Literatur Versuche: A. Wörn, A. Lühken, I. Melle: PdN-Ch. 6/46, S.16 (1997)

Literatur Information: H. Horn, C. Lüllmann: Das große Honigbuch, Ehrenwirth Verlag (1992) und Literaturliste

Anmerkungen zum Versuch:

Im Fall von Kunsthonig zeigt sich eine intensive Rotfärbung, bei altem und bei zuvor erhitztem Honig kann ebenfalls eine Rotfärbung beobachtet werden. Bei frischem Honig (direkt nach dem Schleudern) ist auch nach mehreren Stunden keine Rotfärbung zu beobachten.



Waldhonig	Gehalt ist ...
Melezitose	größer als im Blütenhonig
Aminosäuren	kleiner als im Blütenhonig
Mineralstoffe	größer als im Blütenhonig
Enzyme	größer als im Blütenhonig

Station 6 – Aromastoffe

Honig im Versuch

Literatur Versuche: A. Wörn, A. Lühken, I. Melle: PdN-Ch. 6/46, S.16 (1997)

Literatur Information: H. Horn, C. Lüllmann: Das große Honigbuch, Ehrenwirth Verlag (1992) und Literaturliste

Maillard-Reaktion

a) Beschreibung

In einem Reagenzglas werden je eine Spatelspitze der ausgewählten Aminosäure und Glucose mit einem Spatel gemischt, 2 Tropfen Wasser zugetropft und zunächst vorsichtig in einem kochenden Wasserbad (Brenner, Gestell, Becherglas mit Wasser und Siedesteinchen) erwärmt. Es wird ab und zu die Geruchsprobe gemacht und der Geruch notiert. Nun wird noch vorsichtig über der rußenden Brennerflamme erhitzt und die Beobachtungen notiert. Wenn der optimale Geruch erreicht ist, beendet man das Erhitzen und verschließt das Reagenzglas.

Nimm als Aminosäure jedenfalls Phenylalanin und Prolin. Verwendest du Methionin, so machst du diesen Versuch im Abzug.

b) Beobachtungen

Im Einzelnen sind folgende Geruchsnoten feststellbar:

Aminosäure	Aroma 100°C	Aroma 180°C	Intensität	Bräunungsbeginn
Cystein	Gebratenes Fleisch	Geruch nach Zwiebeln	+	
Methionin	Kartoffeln	Kartoffeln	++	110°C
Prolin	Frisches Brot	Backaroma	++	120°C
Glycin	Semmel	Karamel	+	100°C
Valin	Roggenbrot	Schokolade	+	80°C
Glutaminsäure	Schokolade	Krokant	++	130°C
Arginin	Popkorn	verbrannter Zucker	++++	60°C
Phenylalanin	Veilchen	Veilchen Flieder	+	80°C
Leucin	Schokolade	verbrannt, Käse	-	120°C
Isoleucin	muffig	verbrannt, Käse	++	110°C

Aromastoffe

Darunter versteht man den für Honig typischen Geschmack und Geruch. Man unterscheidet:

Honigtypisches Aroma

Geschmacksvermittelnd sind die Monosaccharide, die Gluconsäure sowie Prolin. Prolin (aber auch andere Aminosäuren) reagiert als sekundäres Amin bei den herrschenden Stocktemperaturen und dem sauren pH-Wert mit reduzierenden Zuckern in der Maillard Reaktion. Diese nichtenzymatische Bräunungsreaktion bildet gelb bis braun gefärbte Verbindungen.

Trachttypisches Aroma

Bereits in der Pflanze bilden sich über membrangebundene Enzymsysteme eine Vielzahl flüchtiger Verbindungen. Eine wichtige Rolle spielt dabei der vom Phenylalanin bzw. vom Tyrosin ausgehende Phenylpropanmetabolismus.

Als Methode zur Aromastoffbestimmung wird die Gaschromatographie angewandt. Es lassen sich dadurch Aromagramme erstellen, aus denen die Vielzahl der Aromakomponenten deutlich hervorgeht.

Auswertung Versuche:

In diesem Versuch wird die Maillardreaktion jedenfalls zwischen Phenylalanin/Prolin und Glucose als Modellversuch für die im Honig ablaufenden Reaktionen zwischen Aminosäuren und Zuckern durchgeführt. Diese Ausgangsstoffe führen zu einem Produkt mit Veilchen- und Backaroma Geruch. Die Reaktion kann sowohl als Feststoffreaktion als auch in Lösung durchgeführt werden. Wie häufig bei Maillardreaktionen, ist der resultierende Geruch von der Reaktionsdauer und -temperatur abhängig.

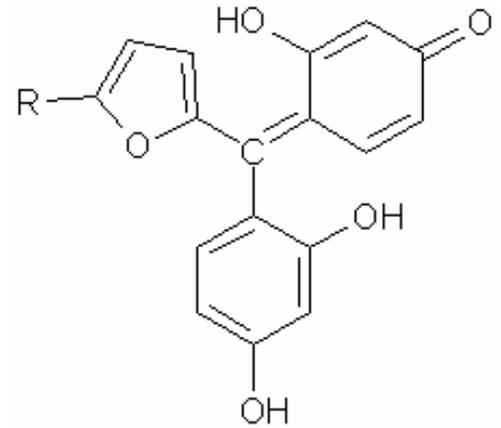
Literaturliste:

- Bader, H.J., Flint, A.: Beiträge zur Didaktik der Chemie, Bd. 2, Verlag Deutsch, 1999
- Belitz, H., Grosch, W.: Lehrbuch der Lebensmittelchemie, Springer Verlag, 1982
- Deifel, Anton: Die Chemie des Honigs. ChiuZ, 1/23, S.25ff, 1989
- Deifel, Anton: Heißer Tee mit Honig, Wirkstoffe in einem alten Hausrezept. PdN-Ch, 8/43, S. 34ff, 1997
- Friedrich Verlag: Unterrichtsmaterialien Biologie, Honigbiene, Hummel, Wespe (CD)
- Friedrich Verlag: Unterrichtsmaterialien Biologie, Ernährung (CD)
- Frings, Hans Joachim: Experimentelle Bienenkunde in der Schule. Aus vorhandenen Unterlagen fertiggestellt von Gerhard Winkel. [Schulbiologiezentrum Hannover und Verein zur Förderung des Schulbiologiezentrums Hannover e.V.]. Verein zur Förderung des Schulbiologiezentrums, 1994.
- Horn, H., Lüllmann, C.: Das große Honigbuch, Ehrenwirth Verlag, 1992
- Lipp, J.: Handbuch der Bienenkunde - Der Honig, Ulmer Verlag, 1994
- Mascher, Manuela: Die Honigbiene - ein Insekt mit besonderen Leistungen: Gestaltung von Arbeitsmaterialien für Formen offenen Unterrichts, Diplomarbeit Uni Salzburg, 2000.
- Römpp Chemielexikon, 8. Auflage, Franck'sche Verlagshandlung, 1979.
- Schwedt, Georg: Experimente mit Supermarktprodukten, Wiley-VCH, 2001
- Ternes, W.: Naturwissenschaftliche Grundlagen der Lebensmittelzubereitung, Behr's Verlag, 1998
- Wörn, A., Lühken, A, Melle I.: Honig, Chemieunterricht an einem interessanten Lebensmittel, PdN-Ch, 6/46, S9ff, 1997.
- <http://www.hobbythek.de/archiv/266/index.html>
- <http://www.chemie.uni-ulm.de/experiment/index.html>

Anmerkung: Im Besonderen danke ich Kollegen Mag. Werner Schalko für die Erfahrungen, die ich bei einem Workshop zum Thema Honig im Februar 2002 machen durfte. Sie haben mir den Einstieg in und die experimentelle Umsetzung dieses Themas sehr erleichtert.

Seliwanoff - Reagenz:

0,05g Resorcin (1,3- Dihydroxybenzol; X_n, mindergiftig) in 100ml Salzsäure (n = 6 mol/l, C, ätzend) gelöst; im Kühlschrank längere Zeit haltbar.



Formel des roten Farbstoffs bei der Seliwanoff – Reaktion

Trummer Reaktion zum Nachweis von red. Zucker:

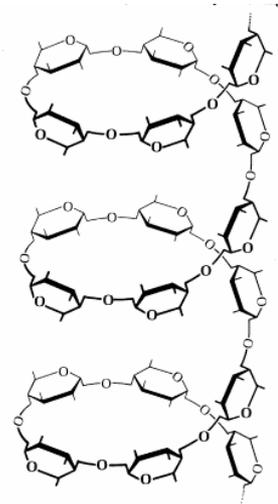
Komponente I: 7 g Kupfer(II)-sulfat.5H₂O (X_n) in 100 ml dest. Wasser lösen.

Lugolsche Lösung:

1 g Iod (X_n) und 2 g Kaliumiodid werden in etwa 5 ml dest. Wasser gelöst. Danach mit Wasser auf 300 ml auffüllen. Unbegrenzt haltbar.

Reaktionsmechanismus:

Der Iod - Test ist ein spezifischer Nachweis für Stärke. Stärke besteht aus vielen (100 - 1400) 1,4-glykosidisch verknüpften α-D-Glucoseeinheiten. Diese Art der Verknüpfung ergibt bei der unverzweigten Amylose eine spiralförmige Helix (Schraube) mit sechs D-Glucosemolekülen pro Windung. In diesen tunnelförmigen Hohlraum kann sich Iod als I₃⁻, I₅⁻ oder I₇⁻ - Ion einlagern. Aufgrund von Wechselwirkungen zwischen den OH-Gruppen der Stärke und Elektronen des Iods bildet sich eine tiefblaue Färbung.



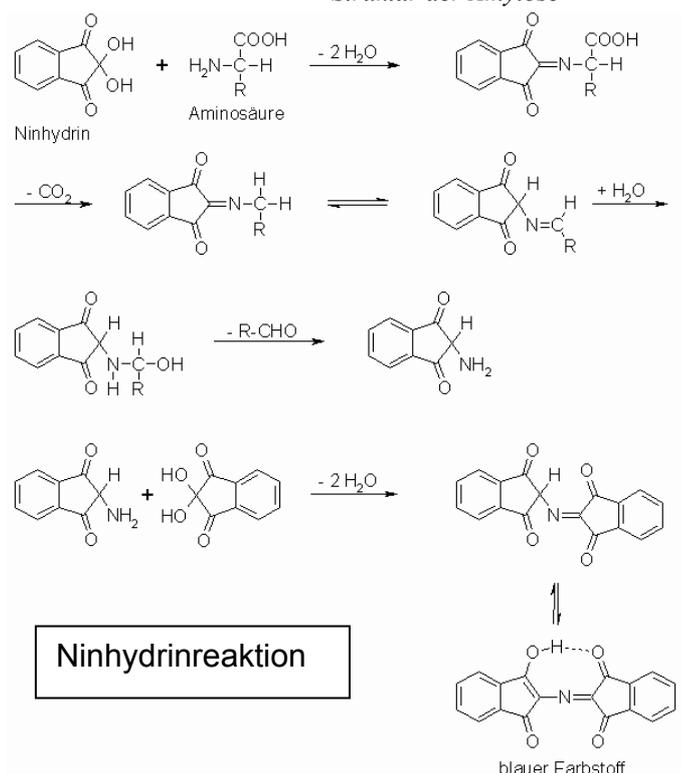
Struktur der Amylose

El. Leitfähigkeit:

Die el. Leitfähigkeit ist auch Abhängig vom Abstand der beiden Messelektroden zueinander. Daher die Elektrodenabstände konstant halten. Hat man kein Leitfähigkeitsmessgerät, so bestimmt man den el. Widerstand, da dieser indirekt proportional zur Leitfähigkeit ist!!!!

Ninhydrinreagenz, Aminosäurenachweis:

Ninhydrinlösung (w = 0,25 % in Propanol), Glucoselösung und Saccharoselösung, Honiglösung (möglichst heller Honig)



blauer Farbstoff