

---

# Honig

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>PRODUKTION VON HONIG .....</b>	<b>2</b>
2.1	DEFINITION.....	2
2.2	ROHSTOFFE DES HONIGS .....	2
2.2.1	Blütennektar .....	3
2.2.2	Honigtau.....	3
2.3	HONIGBEREITUNG.....	4
2.3.1	Entwässern .....	4
2.3.2	Anreichern mit Enzymen.....	4
2.4	CHEMISCHE VORGÄNGE BEI DER HONIGREIFUNG .....	5
2.4.1	Biochemische Reaktionen.....	5
2.4.2	Chemische Reaktionen.....	5
2.5	WIRTSCHAFTLICHE BEDEUTUNG .....	6
<b>3</b>	<b>INHALTSSTOFFE DES HONIGS.....</b>	<b>6</b>
3.1	ZUCKER .....	6
3.2	WASSER.....	6
3.3	ENZYME.....	7
3.4	HMF.....	7
3.5	AMINOSÄUREN.....	8
3.6	MINERALSTOFFE .....	8
3.7	SÄUREN .....	8
3.8	POLLEN.....	9
<b>4</b>	<b>HONIG UND GESUNDHEIT.....</b>	<b>9</b>
4.1	ERNÄHRUNG.....	9
4.2	MEDIZIN .....	10
<b>5</b>	<b>VERSUCHSBESCHREIBUNGEN .....</b>	<b>10</b>
5.1	MODELL DER MAILLARD-REAKTION.....	10
5.2	NACHWEIS DER DIASTASE-AKTIVITÄT .....	11
5.3	BESTIMMUNG DES „PROLIN“-GEHALTES.....	11
5.4	NACHWEIS VON HMF.....	12
5.5	BETRACHTUNG DER GLUCOSEOXIDASE-AKTIVITÄT.....	13
5.6	ERSTELLUNG EINES ZUCKERCHROMATOGRAMMS .....	13
5.7	REFRAKTOMETRISCHE BESTIMMUNG DES WASSERGEHALTES.....	14
5.8	MESSUNG DES pH-WERTES .....	15
5.9	MESSUNG DER LEITFÄHIGKEIT.....	15
5.10	ERSTELLUNG EINES POLLENPRÄPARATES .....	15
<b>6</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS.....</b>	<b>16</b>

Anhang: Folien

# 1 Einleitung

Das Lebensmittel Honig wurde schon von den frühesten Menschen geerntet und wohl auch früher, denn noch heute holen sich viele Tiere den Honig von den Bienen.

Dem Honig werden dabei viele Heilwirkungen nachgesagt. Honig ist gesund. Honig ist ein natürliches Produkt. Solche Aussagen werden dabei gleichgesetzt und bedingen einander. Was ist aber an diesen beiden Aussagen dran? Wie natürlich ist das Produkt Honig und welche gesundheitsfördernden Wirkungen hat es?

Das Thema Honig ist außerordentlich weit gespannt, so daß hier wohl jeder etwas findet, daß seinem persönlichen Geschmack entspricht. Jeder kennt dieses Produkt. Es wird als Süßungsmittel verwendet, gibt aber gleichzeitig den Speisen ein besonderes Aroma und einen besonderen Geschmack. Experimentell läßt sich der Honig leicht handhaben, so daß hier besonders Schülern ein realitätsnaher, ihrer Lebenswelt entsprechender Einstieg in die Methoden der Lebensmittelchemie vermittelt werden kann, der auch in Form von Schülerversuchen durchaus möglich ist.

## 2 Produktion von Honig

### 2.1 Definition

Um sich einem Produkt leichter nähern zu können ist es von Vorteil es zunächst einmal klar zu definieren. Dies ist bei dem komplexen und äußerst vielseitigen und vielfältigen Produkt Honig nicht ganz einfach. Anhaltspunkte liefert aber die Definition für Honig, wie sie die Deutsche Honigverordnung angibt:

Honig ist ein „flüssiges, dickflüssiges oder kristallines Lebensmittel, das von Bienen erzeugt wird, indem sie Blütennektar, andere Sekrete von lebenden Pflanzenteilen oder auf lebenden Pflanzen befindliche Sekrete von Insekten aufnehmen, durch körpereigene Sekrete bereichern und verändern, in Waben speichern und dort reifen lassen“.

Dabei wird auch gleich die Vielseitigkeit von Honig klar, der nicht nur unterschiedliche Zustandsformen, sondern auch unterschiedliche Farbgebungen haben kann. Natürlich ist dies nicht weiter verwunderlich, wenn man die Vielfalt der möglichen Rohstoffe für Honig betrachtet.

### 2.2 Rohstoffe des Honigs

Im Endeffekt stammen die Rohstoffe für den Honig immer von den Pflanzen, wenn auch zum Teil über den Umweg anderer Insekten, und zwar aus ihrem Siebröhrensaft, in dem die Pflanze ihre über die Photosynthese erstellten Kohlenhydrate transportiert. Er enthält meist überwiegend Saccharose, aber auch andere höhere Zucker (Oligosaccharide) oder

Zuckeralkohole. Zusätzlich finden sich hier in geringen Mengen Stickstoffverbindungen, Fette, organische Säuren, Nucleinsäuren, Vitamine und Mineralstoffe. Diese Stoffe finden sich daher auch zum größten Teil im Honig wieder.

### **2.2.1 Blütennektar**

Pflanzen können mit Hilfe von Drüsen, den Nektarien, aktiv Siebröhrensaft ausscheiden. Dabei können sie selektiv Komponenten verstärkt ausscheiden und andere wiederum zurückhalten. Vor allem die Nektarien, die im Blütenbereich liegen, spielen für die Bereitstellung des Blütennektars eine wesentliche Rolle. Denn hier haben beide Parteien, die Biene und die Pflanze, etwas davon. Die Biene bekommt wertvolle Nährstoffe, während die Pflanze durch die Sammeltätigkeit der Biene, die von Blüte zu Blüte fliegt und dabei den Pollen der Pflanze mitnimmt und auf andere Pflanzen übertragen kann, eine bessere Sicherung ihrer Fortpflanzung hat. Unterschiede in der Zusammensetzung, ob das Sekret aus Nektarien oder anderen Pflanzenteilen ausgeschieden wurde sind die Regel. Auch von Pflanze zu Pflanze, wie auch zu verschiedenen Jahreszeiten und Klimaten gibt es Unterschiede in der Zusammensetzung dieses Rohstoffes.

### **2.2.2 Honigtau**

Honigtau ist das zuckerhaltige Ausscheidungsprodukt pflanzensaugender Insekten. Am wichtigsten sind Insekten der Ordnung Rhynchota, also vor allem Pflanzen befallende Blattläuse. Sie stechen die Siebröhren der Pflanzen an und saugen den Phloemsaft auf, der dadurch in ihren Darmkanal gelangt und hier mit Speichel- und Verdauungssäften angereichert wird. Einige von ihnen besitzen eine Filterkammer, die die überschüssigen Ballaststoffe Wasser und Kohlenhydrate aussortiert und sofort an den Enddarm abgibt. Der Rest geht den langen Darmweg, so daß Stickstoffverbindungen, die nur in geringen Mengen vorhanden sind besser resorbiert werden können. Ihre Ausscheidungsprodukte sind daher noch sehr reich an Zuckern. Ihre Zusammensetzung ist jedoch durch die Wirkung der Darm- und Speicheldrüsenenzyme abgeändert. So werden einige Zucker zu Einfachzuckern abgebaut und durch Gruppenübertragungen können dann wieder höhermolekulare Zucker aufgebaut werden. So kann z.B. Melezitose entstehen, die sehr früh auskristallisiert und vor allem in hohen Konzentrationen zu dem von den Imkern gefürchteten Zementhonig führen kann. Dann lassen sich die Waben nicht, oder nur sehr schwer ausschleudern, so daß kaum Honig gewonnen werden kann, aber auch für die Verdauung der Bienen ist die Melezitose schlecht geeignet, so daß sich solcher Honig auch als Winterfutter nicht gut eignet.

## **2.3 Honigbereitung**

Die Rohstoffe werden zur Bereitung des Honigs in zweierlei Weise durch die Biene behandelt. Zum einen entziehen die Bienen den Honigrohstoffen einen großen Teil des Wassers, zum anderen reichern sie sie mit Enzymen an, die chemische Veränderungen in den Rohstoffen hervorrufen.

### **2.3.1 Entwässern**

Die Trachtbienen geben den Honig aus ihrer Honigblase zunächst an die Stockbienen ab, die die weitere Bearbeitung übernehmen. Bienen haben zwei Mägen. Der eine ist für ihre persönliche Verdauung zur Energieversorgung bestimmt, der andere dient als Vorratsmagen und sein Inhalt kann leicht wieder abgegeben werden. Die Trachtbiene sammelt so lange, bis ihr Vorratsmagen gefüllt ist und begibt sich dann auf den Heimweg. Auf ihrem Flug verbraucht sie Energie, so daß sie etwas von ihrer gesammelten Beute wieder verbrauchen muß. Je länger der Weg, oder auch je weniger ertragreich das Sammelgebiet war, desto weniger bringt sie mit in den Stock und desto weniger Bienen werden auch in dieser Gegend suchen.

Die Stockbienen setzen den Honig nun wiederholt der trockenen warmen Stockluft aus, in dem sie den Honigblaseninhalte nach außen als Tropfen zwischen Rüssel und Mundwerkzeugen hängen lassen und dann wieder einsaugen. Diesen Prozeß wiederholen sie in schneller Folge mehrfach. Da die Stockluft bei einer Temperatur von 37°C gehalten wird und zudem eine geringe relative Luftfeuchtigkeit hat, wird damit die Verdunstung des Wassers aus dem Rohhonig gefördert. Eine geringe relative Luftfeuchtigkeit im Stock erhalten die Bienen, wenn sie nachts kühle Luft in den Stock fächeln, die dann aufgewärmt wird. Wenn der Honig schließlich nur noch einen Wassergehalt von etwa 30-40% hat und dadurch für das Lüften zu viskos ist, wird er in dünnen Schichten in die Waben eingelagert, je mehr Honig verarbeitet werden muß, desto dicker werden die Schichten. Dann stellen sich Bienen über diese Waben und „ventilieren“ sie mit den Flügeln bis der Honig einen Wassergehalt von 20% und weniger hat. Dann werden die Waben abgedeckelt um erneute Wasseraufnahme des Honigs durch seine hygroskopischen Eigenschaften und den Befall von Schädlingen und damit das Verderben des Honigs zu vermeiden.

### **2.3.2 Anreichern mit Enzymen**

Von der Biene werden den Honigrohstoffen vor allem die Enzyme Diastase, Invertase und Glucoseoxidase zugesetzt.

## **2.4 Chemische Vorgänge bei der Honigreifung**

### **2.4.1 Biochemische Reaktionen**

Das wichtigste Enzym ist die Saccharase, da in den Rohstoffen für die Honigbereitung sehr viel Saccharose vorhanden ist, die durch dieses Enzym in Glucose und Fructose gespalten wird. Durch seine Wirkung geht auch eine nicht zu vernachlässigende Abnahme des Wassergehaltes einher. Außerdem wirkt das Enzym auch transglucosidierend. Normalerweise wird der Glucosylrest, der bei der enzymkatalysierten Spaltung zunächst entsteht auf ein Wassermolekül übertragen, so daß Glucose entsteht. Wenn im Verlauf der Rohhonigbearbeitung aber immer weniger Wasser vorhanden ist, laufen die Reaktionen in Lösung langsamer ab. Zusätzlich wird der Glucosylrest von der Saccharase nicht mehr auf Wassermoleküle, sondern in Ermangelung von Wasser auf die OH-Gruppen anderer Zuckermoleküle übertragen. So kann Erlöse oder Maltose entstehen.

Dadurch wird auch für eine Verlangsamung der Zuckerauskrystallisation gesorgt, denn eine übersättigte Lösung verschiedener Zucker kristallisiert langsamer, als eine übersättigte Lösung nur einer Zuckersorte, aus. Zusätzlich wirkt die Erlöse auch in kleinen Mengen als Kristallisationshemmer, zumal sie selber nur sehr langsam auskristallisiert. Für die Biene wird ihre Nahrung dadurch länger leicht verfügbar.

Auch die Glucoseoxidase ist besonders wichtig. Sie setzt Glucose in geringen Mengen um. Dabei entstehen Gluconsäure und Wasserstoffperoxid. Die Gluconsäure sorgt für einen pH-Wert von 3,5-5,5 im Honig, so daß die Lebenstätigkeit vieler Bakterien von vornherein unterbunden ist. Wasserstoffperoxid hat keimhemmende und keimabtötende Wirkung. Es leistet damit einen Beitrag zur Haltbarmachung des Honigs.

Geringe Bedeutung hat die zugegebene Amylase, die zum Teil die Stärke der Blütenpollen aufspalten und damit nutzbar machen kann, aber im Honigrohstoff ist nicht viel Stärke enthalten.

### **2.4.2 Chemische Reaktionen**

Aminosäuren reagieren im sauren pH-Bereich bei erhöhter Temperatur mit reduzierenden Zuckern in der Maillard-Reaktion unter Bildung von gelb bis braun gefärbten Verbindungen. Diese Reaktionen sind sehr komplex und es gibt verschiedene Reaktionsprodukte, die unter anderem auch das Honigaroma mitbestimmen.

Im ersten Schritt reagiert der reduzierende Zucker in seiner offenkettigen Form über das Kation der Schiff-Base zum Glucosylamin. Im sauren Milieu entsteht dann als wichtiges Zwischenprodukt das 3-Desoxyoson, welches über komplexe Reaktionen an der Bildung von gefärbten Verbindungen beteiligt ist. Das 3-Desoxyoson kann mit Aminosäuren im Strecker-Abbau unter Transaminierung und Decarboxylierung zum Aminoketon und dem der Aminosäure entsprechenden geruchsaktiven Aldehyd reagieren, womit es einen Beitrag zum Honigaroma leistet. Mit Phenylalanin entsteht 2-Phenylacetaldehyd, ein intensiver Aromastoff; die Acetaldehyde anderer Aminosäuren leisten keinen so wichtigen Beitrag zum Honigaroma.

## **2.5 Wirtschaftliche Bedeutung**

Honig ist ein sehr umweltfreundliches Produkt, denn es kann nicht industriell hergestellt werden, braucht aber, um produziert werden zu können eine blüten- und pflanzenreiche Umgebung. Auch zu viele Schadstoffe, wie z.B. Insektizide, sorgen für eine Reduzierung der Honigausbeute, denn die sammelnden Bienen nehmen die Schadstoffe auf und sterben oft daran bevor sie den Stock erreichen und ihre giftige Tracht abgeben können. So ist z.B. der Import von Honig aus Entwicklungsländern, vor allem wenn es zu fairen Preisen geschieht, eine besonders gute Sache, denn die Imker in den Entwicklungsländern werden sich dann für den Erhalt der natürlichen Umgebung in ihrer Heimat einsetzen, um ihre Einnahmequellen nicht zu verlieren.

## **3 Inhaltsstoffe des Honigs**

Honig ist zunächst eine wässrige Zuckerlösung. So stellen die verschiedenen Zucker, vor allem Glucose und Fructose, und das Wasser den Hauptgehalt des Honigs dar. Trotzdem enthält Honig auch in geringen Mengen andere Inhaltsstoffe, die nicht ohne Bedeutung für die Eigenschaften des Honigs sind.

### **3.1 Zucker**

Die Saccharose aus den Honigrohstoffen ist im fertigen Honig durch die Tätigkeit der Saccharase nahezu völlig verschwunden. An ihre Stelle treten Glucose und Fructose mit den Hauptanteilen an Zucker im Honig. Aber es sind durchaus auch andere Zucker, wie die Maltose, die Erlöse oder die Melezitose und viele weitere Zucker, vorhanden. Sie sorgen für die Süßkraft des Honigs, der eine etwas geringere Süßkraft hat, als die reine Saccharose.

### **3.2 Wasser**

Der Wassergehalt im Honig sollte etwa 16-19% betragen. Von der Honigverordnung wird ein Wassergehalt von maximal 20% vorgeschrieben. Dieser Gehalt wird meist refraktometrisch unter Verwendung des Brechungsindex ermittelt.

Der Wassergehalt spielt für die Lagerung und die Haltbarkeit eine Rolle. Ein zu geringer Wassergehalt beeinflusst die Konsistenz des Honigs in negativer Weise, d.h. die Streichfähigkeit ist herabgesetzt, so daß er für den Verbraucher uninteressant wird.

Sorgen bereitet aber vor allem ein zu hoher Wassergehalt. Er kann entstehen, wenn Honig zu früh, also unreif geerntet wurde. Dann können sich leicht Mikroorganismen darin ansiedeln und den Honig ungewollt zum Gären bringen. Auf der anderen Seite kann man sich diesen Umstand in gelenkter Form zur Herstellung von Honigwein zunutze machen. Dabei setzen gezüchtete Kulturhefen in einer Lösung von Honig in Wasser den Zucker im Honig unter anaeroben Bedingungen zu Ethanol und Kohlenstoffdioxid um. Dadurch gewinnen sie die Energie für Lebenserhalt und Wachstum.

### **3.3 Enzyme**

Da Enzyme sehr empfindlich auf Veränderungen der Umgebungsparameter reagieren und vor allem bei Erhitzen leicht zerstört werden können, wird ihre Aktivität oft dazu verwendet mögliche Wärmeschädigungen des Honigs durch unsachgemäßes Erhitzen zu entdecken. In der Honigverordnung geschieht dies über die Betrachtung des Enzyms Diastase. Es sorgt für die Spaltung von Stärke und dient wohl zur Aufarbeitung der Pollennahrung. Seine Inaktivierungstemperatur liegt bei 60-100°C. Um den Gehalt an Enzym zu ermitteln wird die Aktivität des Enzyms gemessen. Bei konstanten Milieubedingungen, wie z.B. pH-Wert und Temperatur, wird die Zeit ermittelt, in der eine bestimmte Menge an Substrat, hier Stärke, umgesetzt wird. Die noch vorhandene Stärke wird mit einer Iod-Iodid-Lösung angefärbt und photometrisch bestimmt. Die Zeit, nach der nur noch eine bestimmte Stärkekonzentration verblieben ist wird ermittelt und daraus die Diastase-Zahl berechnet. Sie ist einer bestimmten Enzymmenge äquivalent.

Die Saccharase-Aktivität kann an Stelle der Diastase-Aktivität gemessen werden. Da die Saccharase jedoch empfindlicher auf Temperaturschwankungen reagiert und im Handelsgeschäft kleinere Temperaturerhöhungen nicht immer unterbunden werden können, wird sie in der Honigverordnung nicht angegeben. Der Deutsche Imker Bund verwendet sie jedoch für seine Qualitätsuntersuchungen. Die Bestimmung erfolgt analog zur Bestimmung der Diastase-Aktivität, jedoch wird hier als Substrat Saccharose angeboten und die Ermittlung erfolgt polarimetrisch.

Weiterhin sind im Honig noch Glucoseoxidase, Katalase und verschiedenen Phosphatasen vorhanden. Die Glucoseoxidase setzt Glucose und Sauerstoff zu Gluconsäure und Wasserstoffperoxid um, welches als Keimhemmer fungiert. Die Katalase ist dazu der Gegenspieler, denn sie reduziert das Wasserstoffperoxid. Vermutlich stammt sie von den Pollen. Für sie ist die Vernichtung des Wasserstoffperoxids wichtig, bevor ihre Zellen davon angegriffen werden.

Die Phosphatasen spielen keine wichtige Rolle im Honig. Sie spalten Phosphorsäuremonoester von Nucleinsäuren ab.

### **3.4 HMF**

5-(Hydroxymethyl)-Furfural entsteht aus einer irreversiblen Dehydratisierung von Zuckern, z.B. Fructose. Es ist wasserlöslich und wird an der Luft bzw. unter Lichteinfluß

rasch oxidiert. Im Honig entsteht es nach langer Lagerung oder bei Erhitzung. Damit ist es ein Merkmal für frischen Honig und auch für optimal gelagerten Honig. Besonders viel HMF entsteht bei der Hydrolyse von Saccharose durch Säure, womit vor allem früher der Invertzucker oder auch Kunsthonig gewonnen wurde. Dadurch läßt sich hier leicht echter Honig von Kunsthonig unterscheiden. Auch Beimischungen von Kunsthonig zu echtem Honig lassen sich dadurch gut erkennen. Nach der Honigverordnung liegt der Grenzwert für den HMF-Gehalt bei 40 mg/kg Honig. Der Deutsche Imker Bund erlaubt dagegen nur einen HMF-Gehalt von höchstens 15 mg/kg Honig.

### **3.5 Aminosäuren**

Aufgrund der Aminosäureverteilung ist eine regionale Zuordnung der Honige möglich, aber auch eine Trachtzuordnung. Der Prolingehalt gibt Auskunft über die Reife des Honigs. Bei unreifen, oder mit Zuckerfütterung versehenen Honigen ist er zu gering. So beurteilt der Zoll nach dem Prolingehalt, ob ein Produkt als zucker- oder als honighaltig verzollt werden muß.

Der durchschnittliche Aminosäuregehalt im Honig weltweit beträgt etwa 980 mg/kg Honig.

Für den Honig ist der Aminosäuregehalt auch wichtig, weil hiermit über die Maillard-Reaktion Farb- und Aromastoffe im Honig entstehen.

### **3.6 Mineralstoffe**

Sie stammen vor allem aus den Honigrohstoffen. Über die Leitfähigkeitsmessung ist hier ein einfaches Mittel der Unterscheidung von Honigtauhonigen und Blütenhonigen gegeben, denn die Honigtauhonige enthalten ein vielfaches an Mineralstoffen. Dies liegt mit daran, daß die Pflanzen, wenn sie über die Nektarien Siebröhrensaft abgeben, vor allem Mineralien zurückbehalten, daß sie aber, wenn sie von den pflanzensaugenden Insekten angezapft werden keine Möglichkeiten zur Kontrolle haben, so daß der gesamte Gehalt an Mineralien im Siebröhrensaft abgegeben wird.

### **3.7 Säuren**

Honig ist eine Säure, da der pH-Wert stets unter 7 gelegen ist. Er enthält viele verschiedene organische Säuren, wie z.B. Gluconsäure, Essigsäure, Zitronensäure, Ameisensäure und weitere Säuren.

Auch hiermit ist eine Unterscheidung von Honigtauhonigen und Blütenhonigen möglich. In den Honigtauhonigen sind zwar mehr Säuren enthalten, jedoch zeigen diese eine bessere Pufferwirkung, so daß die Honigtauhonige im allgemeinen weniger sauer sind.

Honigtauhonige: pH 4 – 5,4            Blütenhonige: pH 3,6-4,5

## 3.8 Pollen

Anhand der im Honig gefundenen Pollen können Aussagen über die regionale Herkunft, die trachtmäßige Herkunft und eventuell auch über „Honigpanschereien“ gemacht werden.

Beim Auszählen der Pollen werden Leitpollen, mit der häufigsten Anzahl, Begleitpollen und Einzelpollen ausgezählt. Einige Pflanzen, die besonders viel oder wenige Pollen produzieren, müssen in ihrer Anzahl relativiert werden. Aber es lassen sich so Sortenhonige identifizieren. Möglich ist dies, weil die Bienen blütenstet sind und im allgemeinen stets Blüten einer Pflanzenart anfliegen, solange dies möglich ist. Dies ist natürlich auch für die Pflanzen von Vorteil, da so gewährleistet wird, daß der Pollen auf Blüten der selben Art übertragen wird.

Zusätzlich lassen sich bei diesen mikroskopischen Untersuchungen auch die Anzahl der Hefezellen bestimmen und somit eine abgebrochene Gärung ermitteln.

## 4 Honig und Gesundheit

### 4.1 Ernährung

Honig ist ernährungstechnisch als Zuckerprodukt, als Süßungsmittel einzustufen. Dem normalen Haushaltszucker gegenüber hat es dennoch einige Vorteile. Vor allem aufgrund seines feinen differenzierten Geschmacks wird der Honig gerne eingesetzt, z.B. als Frühstücksaufstrich oder beim Weihnachtsgebäck. Dabei spielen vor allem die Aromastoffe im Honig eine große Rolle.

Durch die verschiedenen Zucker, die im Honig enthalten sind, hat er auch eine andere Auswirkung auf den Blutzuckerspiegel, als der Haushaltszucker. Während bei der Aufnahme von Haushaltszucker der Blutzuckerspiegel kurzfristig in die Höhe schnellt und dann recht schnell wieder absinkt, können die Zucker im Honig nicht alle sofort aufgenommen werden. Daher steigt der Blutzuckerspiegel nicht sofort so steil an, bleibt dafür aber über längere Zeit erhöht, so daß nicht so schnell wieder ein Hungergefühl aufkommt, wie dies bei der Aufnahme von Haushaltszucker der Fall ist. Aufgrund dieses Befundes wird auch diskutiert, ob Honig in geringen Mengen auch für Diabetiker geeignet ist. Dies ist jedoch wohl von Fall zu Fall auch verschieden.

Auf der anderen Seite hat Honig eventuell schlechte Auswirkungen auf die Zähne, denn durch die klebrigen Eigenschaften bleibt er länger an den Zähnen haften, so daß Bakterien länger einen Nährboden haben. Dem ist entgegenzuhalten, daß im Honig durch die Aktivität der Glucoseoxidase Wasserstoffperoxid enthalten ist, das im Zusammenhang mit den Inhibinen vor allem Bakterien hemmt und abtöten kann.

Für die Aufnahme von Vitaminen ist Honig nicht geeignet, denn sie befinden sich nur in sehr geringen Anteilen im Honig. Selbst das Vitamin B<sub>4</sub>, daß im Körper bei der Verwertung der Zucker mitwirkt ist in so geringem Maße im Honig vorhanden, daß es für den Abbau der Zucker im Honig nicht ausreicht. Auf der anderen Seite sind im Honig mehr Vitamine enthalten als im Haushaltszucker.

## 4.2 Medizin

Unbestritten ist die Wirkung von Honig bei Erkältungskrankheiten. Man erklärt dies mit der Wirkung der schon angesprochenen Inhibine und des Wasserstoffperoxids. Jedoch werden dem Honig auch Wirkungen bei vielen anderen Krankheiten nachgesagt. So soll er bei der Wundheilung, bei Magen-Darm-Krankheiten, bei Herz-und Kreislaufkrankheiten, bei Lepra und vielem mehr helfen. In wie weit dies zutreffen kann ist in den meisten Fällen nicht wissenschaftlich erforscht, zumal man von unserem heutigen Wissensstand bei den geringen Mengen an anderen Inhaltsstoffen außer Zucker im Honig, von einer Dosis spricht, die kaum wirksam sein kann, so daß in den meisten Fällen von einem Placebo-Effekt ausgegangen werden muß, wenn es überhaupt einen Effekt gibt.

Auf der anderen Seite sind noch längst nicht alle Inhaltsstoffe im Honig analysiert und es mag auch Stoffe geben, die in noch geringerer Dosis, als man es sich heute vorstellen kann, wirksam sind. Hier ist noch ein weites Feld der Forschung offen.

## 5 Versuchsbeschreibungen

### 5.1 Modell der Maillard-Reaktion

Geräte: Erlenmeyerkolben (100 ml), Glasstab, Spatel, Waage, Alufolie

Chemikalien: Glucose, Phenylalanin, Salzsäure (konz.) (R 34: Verursacht Verätzungen, R 37: Reizt die Atmungsorgane, S 2: Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen, S 26: Bei Berührung mit den Augen gründlich mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren, C), entionisiertes Wasser

Versuchsbeschreibung: In einen Erlenmeyerkolben werden je 1g Glucose und 0,25g Phenylalanin eingewogen und mit etwa 10 ml Wasser aufgeschlämmt. Dazu werden zwei bis drei Tropfen Salzsäure gegeben. Der Erlenmeyerkolben wird mit Alufolie zugedeckt und man läßt die Lösung bei 80°C einige Stunden (mindestens zwei Stunden) reagieren.

Reaktion:  $\text{Glucose} + \text{Phenylalanin} \rightarrow \text{Phenylacetaldehyd (Aromastoff)} + \text{Wasser} + \text{Kohlenstoffdioxid} + \text{Aminoketon (der Glucose)}$  (Strukturformel siehe Folie 5)

Auswertung: Das erhaltene Produkt riecht intensiv süßlich. Es wird auch in der Parfümindustrie als Aromastoff verwendet.

## 5.2 Nachweis der Diastase-Aktivität

Geräte: Wasserbad, Erlenmeyerkolben (100 ml), Glasstab, Meßpipette (5 ml), Waage, 2 Bechergläser (250 ml), Spatel, Dreifuß, Drahtnetz, Bunsenbrenner, Stoppuhr, Reagenzgläser, Reagenzglasgestell, Peleusball, Meßzylinder (25 ml)

Chemikalien: Stärke, entionisiertes Wasser, Honig, Iod (R 20/21: Gesundheitsschädlich beim Einatmen und bei Berührung mit der Haut, S 23: Dampf nicht einatmen, S 25: Berührung mit den Augen vermeiden, Xn), Kaliumiodid

Versuchsbeschreibung: 2 g Stärke werden im Becherglas in 100 ml Wasser aufgeschlämmt. Die Lösung wird über der Bunsenbrennerflamme zum Kochen gebracht und etwa drei Minuten lang gekocht. Dann läßt man sie auf Zimmertemperatur auskühlen und ergänzt das Wasser wieder auf 100 ml. 0,2 g Iod und 0,4 g Kaliumiodid werden in 60 ml Wasser gelöst. 10 g Honig werden in Wasser gelöst und auf 50 ml aufgefüllt. In einen Meßzylinder werden 10 ml Honig gegeben, mit 2 ml Stärke versetzt und ins Wasserbad bei 40°C gestellt. Man entnimmt zunächst eine Probe von 5 ml und versetzt sie mit 2 ml der Iod-Iodid-Lösung. Nach einer Stunde wird die restliche Honig-Stärke-Lösung ebenfalls mit 2 ml Iod-Iodid-Lösung versetzt.

Reaktion: Stärke + Wasser + Diastase → (viele) Maltose + Diastase

Stärke + Iod → Iod-Stärke-Komplex (Strukturformel siehe Folie 9)

Auswertung: Iod lagert sich in den Windungen des Stärkemoleküls an. Dadurch entsteht die Möglichkeit von Charge-Transfer-Wechselwirkungen zwischen den Iod-Atomen, so daß eine blaue Farbreaktion hervorgerufen wird. Die Honig-Stärke-Lösung ist damit zunächst blau. Da die Stärke jedoch durch die Diastase abgebaut wird, ist die Lösung am Ende der Reaktion nicht mehr blau gefärbt.

## 5.3 Bestimmung des „Prolin“-Gehaltes

Geräte: Bechergläser, Glasstab, Waage, Reagenzgläser, Reagenzglasgestell, Alufolie, Magnetrührer, großes Becherglas, Küvetten, Photometer, Filter 525 nm, Meßkolben (1000 ml), 2 Meßkolben (100 ml), 6 Meßkolben (50 ml)

Chemikalien: Ninhydrin (R 22: Gesundheitsschädlich beim Verschlucken, R 36/37/38: Reizt die Augen, Atmungsorgane und die Haut, Xn), Ethylenglykolmonomethylether (R 60: Kann die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen, R 61: Kann das Kind im Mutterleib möglicherweise schädigen, R E20/21/22: Auch gesundheitsschädlich beim Einatmen, beim Verschlucken und bei Berührung mit der Haut, S 53: Exposition vermeiden – vor Gebrauch besondere Anweisungen einholen, S 45: Bei Unfall oder Unwohlsein sofort Arzt zuziehen (wenn möglich dieses Etikett vorzeigen), T), Isopropanol (R 11: Leichtentzündlich, S 7: Behälter dicht geschlossen halten, S 16: Von Zündquellen fernhalten – Nicht rauchen, F), entionisiertes Wasser, verschiedene Honige, Prolin, Ameisensäure (konz.) (R 35: Verursacht schwere Verätzungen, S 2: Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen, S 23: Dampf nicht einatmen, S 26: Bei Berührung mit den Augen gründlich mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren, C)

Versuchsbeschreibung: 4 g Prolin werden in einen 1 l Meßkolben überführt, in Wasser gelöst und auf 1000 ml aufgefüllt. Davon werden 2 ml in einen 100 ml Meßkolben gegeben und auf 100 ml aufgefüllt (8 mg Prolin /100ml), davon werden 5 ml in einen 100

ml Meßkolben und je 5 ml, 10 ml, 15 ml, 20 ml und 25 ml in einen 50 ml Meßkolben überführt und jeweils mit Wasser bis zur Marke aufgefüllt. Man erhält eine Konzentrationsreihe mit: 0,4 mg, 0,8 mg, 1,6 mg, 2,4 mg, 3,2 mg und 4,0 mg pro 100 ml. Eine frische Ninhydrinlösung wird hergestellt, in dem 1,5 g Ninhydrin in einem 50 ml Meßkolben in Ethylenglykolmonomethylether gelöst und bis zur Marke aufgefüllt werden. 50 ml Isopropanol werden mit 50 ml Wasser gemischt. Von jeder Honigprobe werden 5 g Honig in einem 100 ml Meßkolben in Wasser gelöst und bis zur Marke aufgefüllt. Von jeder der Prolinlösungen und der Honigproben gibt man 1 ml in ein Reagenzglas und gibt je 2 ml der Ninhydrinlösung und 2 ml Ameisensäure dazu. Die Reagenzgläser werden mit Alufolie verschlossen und in ein großes Becherglas mit siedendem Wasser gegeben. Darin werden sie 15 min belassen, dann je mit 10 ml der Propanol-Wasser-Lösung versetzt und kräftig geschüttelt. Man läßt auf Zimmertemperatur abkühlen, bevor man die Lösungen in Küvetten füllt und im Photometer mißt.

Reaktion: Ninhydrin + Aminosäuren → Farblack (im Falle des Prolins einen roten, sonst einen violetten Farblack) (Strukturformel siehe Folie 11)

Auswertung: aus den Daten der Prolinlösungen erhält man eine Kalibriergerade. Trägt man nun die Daten der Honigprobe in die Grafik der Kalibriergerade ein, so läßt sich der Prolingehalt ablesen.

## 5.4 Nachweis von HMF

Geräte: Mörser, Pistill, Spatel, Waage, Tropfflasche, flache Schale

Chemikalien: Honig, Saccharose, Salzsäure (c=2 mol/l) (R 36/38: Reizt die Augen und die Haut, S 2: Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen, S 28: Bei Berührung mit der Haut sofort abwaschen mit viel Wasser, Xi), Diethylether (R 12: Hochentzündlich, R 19: Kann explosionsfähige Peroxide bilden, S 9: Behälter an einem gut gelüfteten Ort aufbewahren, S 16: Von Zündquellen fernhalten – Nicht rauchen, S 29: Nicht in die Kanalisation gelangen lassen, S 33: Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladungen treffen, F+), Resorcin (R 22: Gesundheitsschädlich beim Verschlucken, R 36/38: Reizt die Augen und die Haut, R 50: , S 26: Bei Berührung mit den Augen gründlich mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren, S 61: , Xn, N), Salzsäure (konz.) (R 34: Verursacht Verätzungen, R 37: Reizt die Atmungsorgane, S 2: Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen, S 26: Bei Berührung mit den Augen gründlich mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren, C)

Versuchsbeschreibung: Kunsthonig läßt sich leicht selbst herstellen. 10 g Saccharose werden in 10 ml Salzsäure (c=2 mol/l) gelöst und einige Tage stehen gelassen.

Man stellt eine frische 1%ige Resorcin-Lösung mit konzentrierter Salzsäure p.A. her. 5g der Honigprobe werden im Mörser mit Diethylether gründlich durchgeknetet und der Diethylether wird danach in eine flache Schale gegossen. Man läßt ihn verdampfen. Ebenso verfährt man mit anderen Honigproben (z.B. Honig, der 2 Tage bei 80°C temperiert wurde, mehrere Jahre alter Honig, Kunsthonig). Zum Nachweis des HMF gibt man ein paar Tropfen Resorcin-Lösung auf verschiedene Stellen der flachen Schale.

Reaktion: HMF + Resorcin → Farblack (rot) (Strukturformel siehe Folie 14)

Auswertung: In Kunsthonig ist genügend HMF enthalten, so daß hier sofort eine Rotfärbung entsteht. Bei frischem Honig ist keine Farbreaktion zu beobachten und bei erhitztem oder altem Honig entsteht eine Farbreaktion nur zögerlich, denn es ist nur wenig HMF vorhanden.

## 5.5 Betrachtung der Glucoseoxidase -Aktivität

Geräte: 3 Bechergläser (100 ml), Bechergläser, Thermometer, Glasstab, Spatel, Waage  
Chemikalien: Honig, entionisiertes Wasser, Wasserstoffperoxid-Teststäbchen, Stoppuhr  
Versuchsbeschreibung: In jedes der drei 100 ml Bechergläser werden 11 g Honig eingewogen. Man stellt Wasser in drei Temperaturbereichen her: einmal Zimmertemperatur, einmal etwa 40°C und einmal etwa 80°C. Von jedem der drei Wassertemperaturen wird die genaue Temperatur bestimmt. Dann wird in jedes der drei Bechergläser Wasser einer anderen Temperatur bis zur 80 ml Marke aufgefüllt. Der Honig wird rasch umgerührt, um eine baldige Auflösung zu erreichen und die Stoppuhr wird gestartet. Nach etwa 15 min kann erneut die Temperatur in den Behältern gemessen werden. Mit den Teststäbchen wird die Wasserstoffperoxidkonzentration in den drei Honiglösungen bestimmt.

Reaktion:  $\text{Glucose} + \text{Sauerstoff} + \text{Glucoseoxidase} + \text{Wasser} \rightarrow \text{Gluconsäure} + \text{Wasserstoffperoxid} + \text{Glucoseoxidase}$

Auf den Teststäbchen überträgt eine Peroxidase die Energie des Wasserstoffperoxids auf ein farbgebendes Molekül. Bei Anwesenheit von Wasserstoffperoxid färbt es sich blau.

Auswertung: Man erhält eine geringe Wasserstoffperoxidkonzentration bei Zimmertemperatur, die höchste bei 40°C und keine bei 80°C, da dann das Enzym durch die Hitze zerstört wird.

## 5.6 Erstellung eines Zuckerchromatogramms

Geräte: DC-Kammer, Bechergläser, Glasstab, Spatel, Waage, Sprühflasche, Kapillaren, Fön

Chemikalien: Glucose, Fructose, Maltose, Saccharose, Honig, entionisiertes Wasser, 1-Propanol (R 11: Leichtentzündlich, S 7: Behälter dicht geschlossen halten, S 16: Von Zündquellen fernhalten – Nicht rauchen, F), Toluol (R 11: Leichtentzündlich, R 20: Gesundheitsschädlich beim Einatmen, R 47: Kann Mißbildungen verursachen, S 16: Von Zündquellen fernhalten – Nicht rauchen, S 25: Berührung mit den Augen vermeiden, S 29: Nicht in die Kanalisation gelangen lassen, S 33: Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladungen treffen, S 53: Exposition vermeiden – vor Gebrauch besondere Anweisungen einholen, Xn, F), Essigsäureethylester (R 11: Leichtentzündlich, S 16: Von Zündquellen fernhalten – Nicht rauchen, S 23: Dampf nicht einatmen, S 29: Nicht in die Kanalisation gelangen lassen, S 33: Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladungen treffen, F), Anisaldehyd, Ethanol (R 11: Leichtentzündlich, S 7: Behälter dicht geschlossen halten, S 16: Von Zündquellen fernhalten – Nicht rauchen, F),

Schwefelsäure (konz.) (R 35: Verursacht schwere Verätzungen, S 2: Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen, S 26: Bei Berührung mit den Augen gründlich mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren, S 30: Niemals Wasser hinzugießen, C), Eisessig (R 10: Entzündlich, R 35: Verursacht schwere Verätzungen, S 2: Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen, S 23: Dampf nicht einatmen, S 26: Bei Berührung mit den Augen gründlich mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren, C), Kieselgelplatte

Versuchsbeschreibung: Je 1 g der Zucker bzw. der Honig werden in 100 ml Wasser gelöst. Aus je 10 ml der Zuckerlösungen wird eine Zuckermischlösung hergestellt. Auf eine Kieselgelplatte wird etwa 1 cm vom unteren Rand ein dünner Bleistiftstrich gezogen und eine regelmäßige Einteilung gemacht. Darauf werden die Zucker- und Honiglösungen mit einer Kapillare aufgetragen, die einzelnen Punkte werden markiert. Das Laufmittel (Propanol:Toluol:Essigsäureethylester:Wasser=50:10:25:15) wird in die DC-Kammer gefüllt und man wartet, bis die Kammer gesättigt ist. Dann stellt man die Kieselgelplatte in die Kammer und wartet, bis die Laufstrecke bis etwa 1 cm unter den oberen Rand der Platte gekommen ist. Man markiert die Laufmittelfront und läßt die Platte abtrocknen. Sie wird dann mit einer Mischung aus 0,5 ml Anisaldehyd, 9 ml Ethanol, 0,5 ml Schwefelsäure und 0,1 ml Eisessig besprüht, getrocknet und 5-10 min bei 90-100°C entwickelt. Sollten sich dann noch keine braunen Flecken auf der Platte zeigen, läßt man sie einige Tage liegen, die Flecken entwickeln sich dann noch langsam. Auswertung: Die Rf-Werte betragen: Glucose = 0,54; Fructose = 0,53; Maltose = 0,71 und Saccharose = 0,61

## 5.7 Refraktometrische Bestimmung des Wassergehaltes

Geräte: Refraktometer, Spatel

Chemikalien: Honig

Versuchsbeschreibung: Der Honig muß zunächst abgedeckt leicht erwärmt werden, um ihn flüssig zu machen, falls er schon auskristallisiert ist. Da die Meßgeräte normalerweise bei 20°C geeicht sind, sollte der Honig auch auf diese Temperatur gebracht werden. Man gibt dann eine Probe des Honigs auf den Objektträger des Refraktometers und liest auf der Skala den Wassergehalt ab.

Auswertung: Der Wassergehalt wird aufgrund des Brechungsindex ermittelt. Dabei bezieht man sich auf die Konzentration einer Rohrzuckerlösung mit diesem Brechungsindex. Da der Honig verschiedene Zucker enthält, die unterschiedliche Auswirkungen auf den Brechungsindex haben, wird dadurch nicht der wahre Wassergehalt ermittelt. Es ist jedoch eine normierte Vorschrift in den Qualitätsrichtlinien der Imker, so daß überall damit gearbeitet und der entstehende Fehler in Kauf genommen wird.

## 5.8 Messung des pH-Wertes

Geräte: Bechergläser, pH-Meter

Chemikalien: Honig, entionisiertes Wasser

Versuchsbeschreibung: 10 g jeder Honigprobe werden in 75 ml Wasser gelöst. Die Honiglösung wird dann mit dem pH-Meter gemessen.

Auswertung: Blütenhonige haben im allgemeinen einen niedrigeren pH-Wert als Honigtauhonige.

## 5.9 Messung der Leitfähigkeit

Geräte: Bechergläser, Trafo, Leitfähigkeitselektrode, Anzeigegerät

Chemikalien: siehe 5.8

Versuchsbeschreibung: Honiglösungen wie 5.8. Die Leitfähigkeitselektrode wird in die Honiglösungen eingetaucht.

Auswertung: Honigtauhonige zeigen im allgemeinen eine höhere Leitfähigkeit als Blütenhonige, da sie mehr Mineralien und dissoziierte Säuren enthalten.

## 5.10 Erstellung eines Pollenpräparates

Geräte: Bechergläser, Zentrifuge, Zentrifugengläser, Mikroskop, Objektträger, Deckglas, Spatel, Glasstab

Chemikalien: Honig, entionisiertes Wasser

Versuchsbeschreibung: 10 g Honig werden in 20 ml Wasser gelöst und in ein Zentrifugenglas überführt. Man zentrifugiert 5 min bei 3500 U/min. Die Lösung wird vom Bodensatz abdekantiert und dieser in weiteren 10 ml Wasser aufgenommen und nochmals 5 min zentrifugiert. Der Überstand wird abdekantiert und der Bodensatz in Suspension auf einen Objektträger übertragen und mit einem Deckglas bedeckt. Zur Aufbewahrung für einige Monate reicht es, den Ausstrich über der Heizung eintrocknen zu lassen, oder mit etwas Honig als Binde und Klebemittel zu versetzen. Bei längerer Aufbewahrung kristallisiert der Honig leider aus und das mikroskopische Bild zeigt vor allem Zuckerkristalle.

Auswertung: Man kann leicht verschiedene Pollen und Pollenformen erkennen. Zur genauen Bestimmung sollte man ein Pollenherbar zu Rate ziehen. Auch Pilzsporen und Hyphen lassen sich vor allem beim Honigtauhonig leicht finden.

## 6 Literaturverzeichnis

- Deifel, A. (1989): Die Chemie des Honigs. In: Chemie in unserer Zeit. 1. S. 25-33.
- Deifel, A. (1994): Heißer Tee mit Honig. In: Praxis der Naturwissenschaften-Chemie, 8, S. 34-37.
- Deutscher Imker Bund: Informations und Schulungsmappe. Wachtberg.
- Deutscher Imker Bund (1997): Bienenwelt. Wachtberg.
- Donadieu, Y. (1980): Der Honig. Paris.
- Frank, R.: Die Bedeutung des Honigs in der heutigen Ernährung. Bad Segeberg.
- Herold, E. (1970): Heilwerte aus dem Bienenvolk. München.
- Horn, H.; Lüllmann, C.(1992): Das große Honigbuch. München.
- Kloft, W.; Maurizio, A.; Kaeser, W. (1965): Das Waldhonigbuch. München.
- Wörn, A.; Lühken, A.; Melle, I.(1997): Honig-Chemieunterricht an einem interessanten Lebensmittel. In: Praxis der Naturwissenschaften-Chemie. S. 9-16

# Honig



## Definition:

„Flüssiges, dickflüssiges oder kristallines Lebensmittel, das von Bienen erzeugt wird, indem sie *Blütennektar*, andere Sekrete von lebenden Pflanzenteilen oder *auf lebenden Pflanzen befindliche Sekrete von Insekten* aufnehmen, durch *körper eigene Sekrete bereichern und verändern*, in Waben speichern und dort reifen lassen“

Honigverordnung von 1976



# Entstehung von Honig

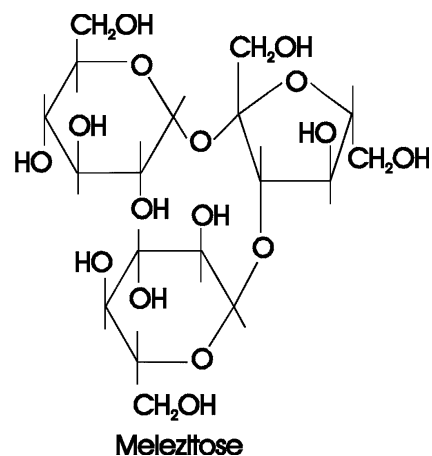
## Rohstoffe

### Blütennektar

- aus pflanzlichen Drüsen, den Nektarien
- größtenteils aus Wasser bestehend
- Zucker: Saccharose, Glucose, Fructose und weitere Zucker
- Stickstoffverbindungen
- Mineralstoffe
- Organische Säuren
- Vitamine
- Farb- und Aromastoffe

### Honigtau

- Ausscheidungsprodukte pflanzensaugender Insekten
- Enthält Speichel- und Verdauungssäfte
- Größtenteils aus Wasser bestehend, kann aber eintrocknen
- Zucker: Saccharose, Glucose, Fructose, Meleztose und andere Zucker
- Stickstoffverbindungen
- Mineralstoffe
- Organische Säuren
- Vitamine
- Farb- und Aromastoffe
- Enzyme



## Honigbereitung

### Reduzierung des Wassergehaltes

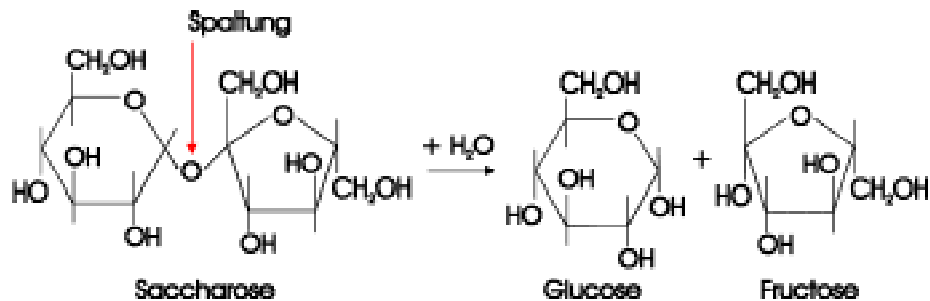
- Lüften des Honigblaseninhaltes
- Ventilation des halbreifen, eingelagerten Honigs

### Anreichern mit Enzymen

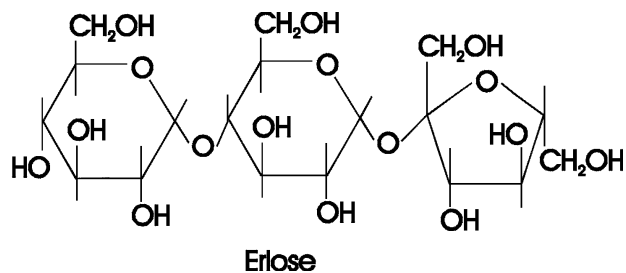
- Saccharase
- Diastase
- Glucoseoxidase

## Biochemische Vorgänge

- Saccharase spaltet Saccharose in Glucose und Fructose  
– Reduzierung des Wassergehaltes



- Durch Transglucosidierung entsteht Erlöse oder Maltose
- Langsame Kristallisation durch verschiedene Zucker
- Erlöse kristallisiert langsam und wirkt als Kristallisationshemmer



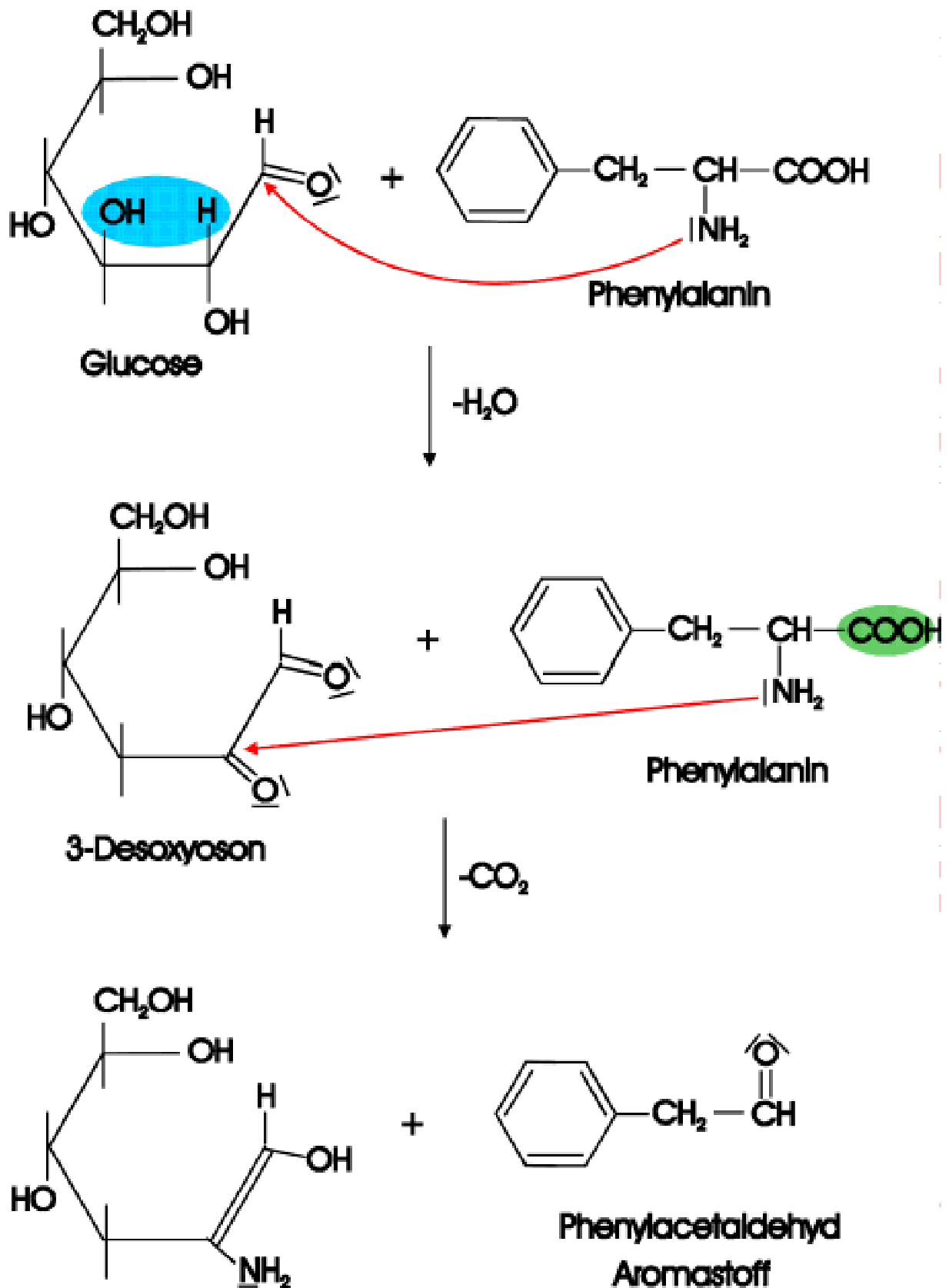
- Glucoseoxidase produziert Wasserstoffperoxid als Keimhemmer

## Chemische Vorgänge

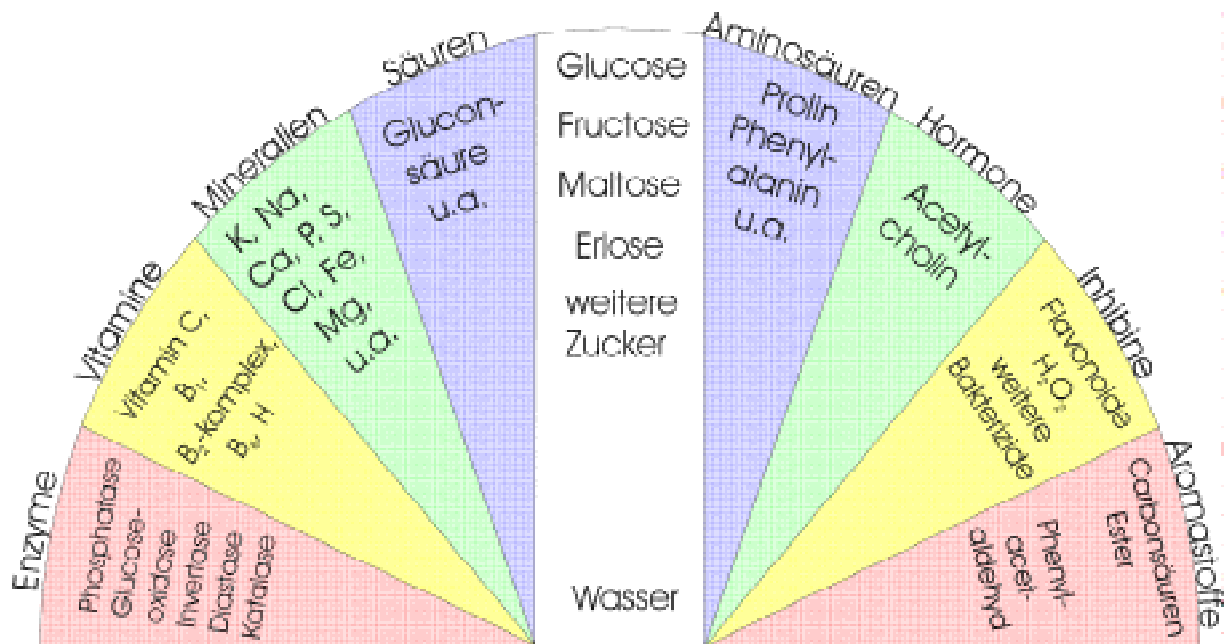
### Maillard-Reaktion

- Aminosäuren und reduzierende Zucker reagieren im sauren, bei erhöhter Temperatur
- Gelb-braun gefärbte Verbindungen
- Honigaroma

Versuch 1: Maillard-Reaktion



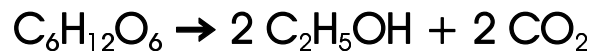
# Inhaltsstoffe des Honigs



## 1. Wasser

- Wassergehalt sollte etwa 16-19% betragen
- nach Honigverordnung max. 21% (mit Ausnahmen)
- niedriger Wassergehalt: hart, wenig streichfähig
- hoher Wassergehalt: Gefahr der Gärung vor allem durch Hefen

Herstellung von Met durch Vergärung von Honig durch Hefen:



Glucose → 2 Ethanol + 2 Kohlenstoffdioxid

## 2. Enzyme

- Saccharase – spaltet Saccharose in Glucose und Fructose
- Diastase – spaltet Stärke in Maltose-Einheiten
- Glucose-Oxidase – setzt Glucose zu Gluconsäure und Wasserstoffperoxid um
- Katalase – zerlegt Wasserstoffperoxid in Wasser und Sauerstoff
- Phosphatasen – spalten Phosphorsäuremonoester von Nucleinsäuren ab

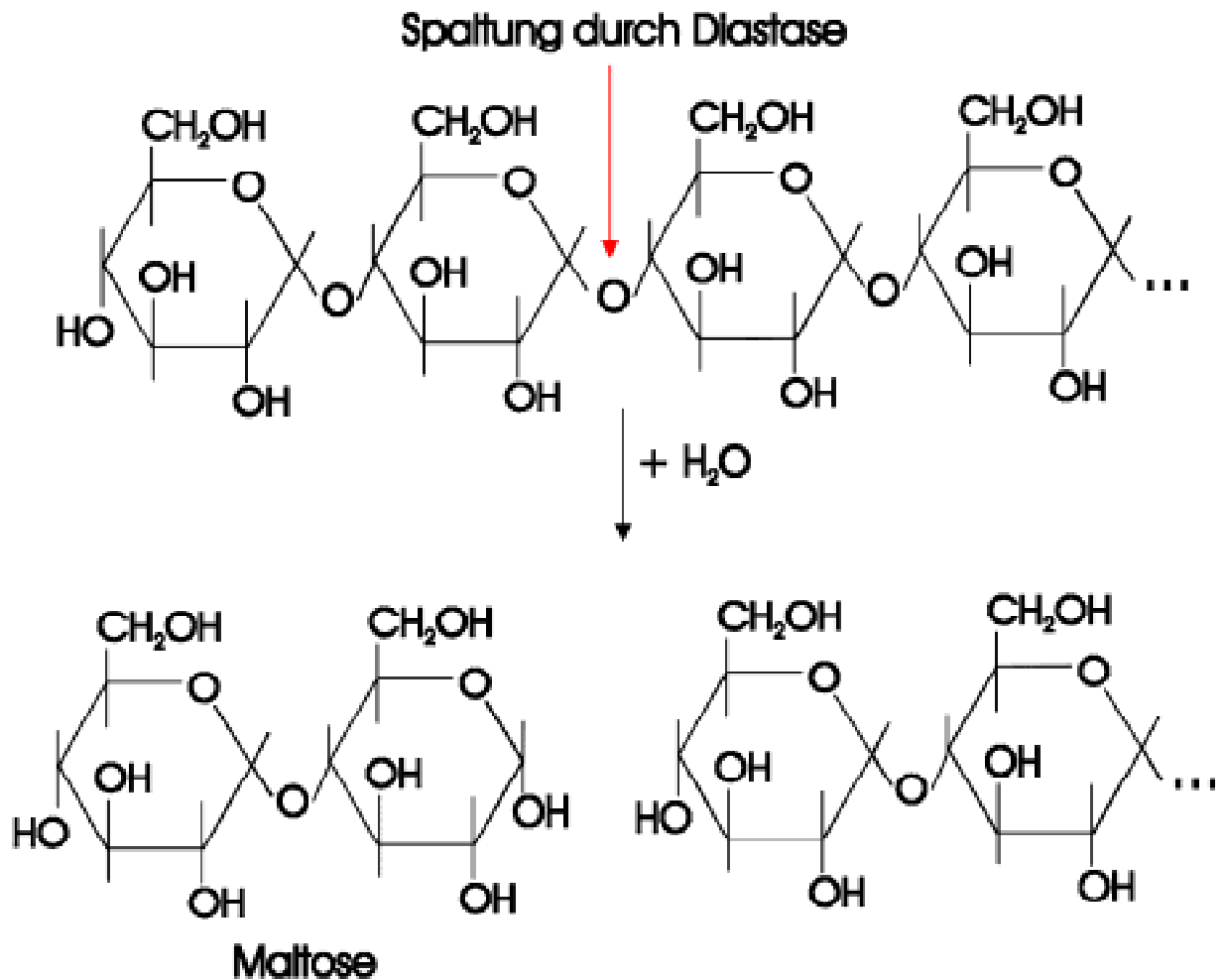
### Saccharase / Invertase

- Hydrolysiert Saccharose
- Wärmeempfindlich, Indikator für geringe Wärmeschädigung
- Bestimmung über Aktivität:  
definierte Zuckermenge bei definiertem pH-Wert und definierter Temperatur wird in bestimmter Zeit abgebaut  
Messung über Polarimetrie
- Gehaltsbestimmung nach DIB (Deutscher Imker Bund) gefordert

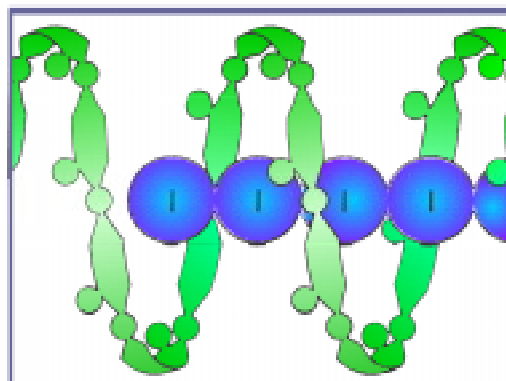
### Diastasen / Amylasen

- Dienen der Aufarbeitung der Pollennahrung
- wärmeempfindlich, daher als Indikator für Wärmeschädigungen des Honigs geeignet
- Bestimmung über Aktivität:  
eine definierte Stärkemenge wird in einer bestimmten Zeit abgebaut  
Messung über Photometrie
- Angabe als DZ (Diastase-Zahl) – äquivalent einer bestimmten Enzymmenge
- Gehaltsbestimmung nach HVO (Honigverordnung) gefordert

## Versuch 2: Nachweis der Diastase-Aktivität



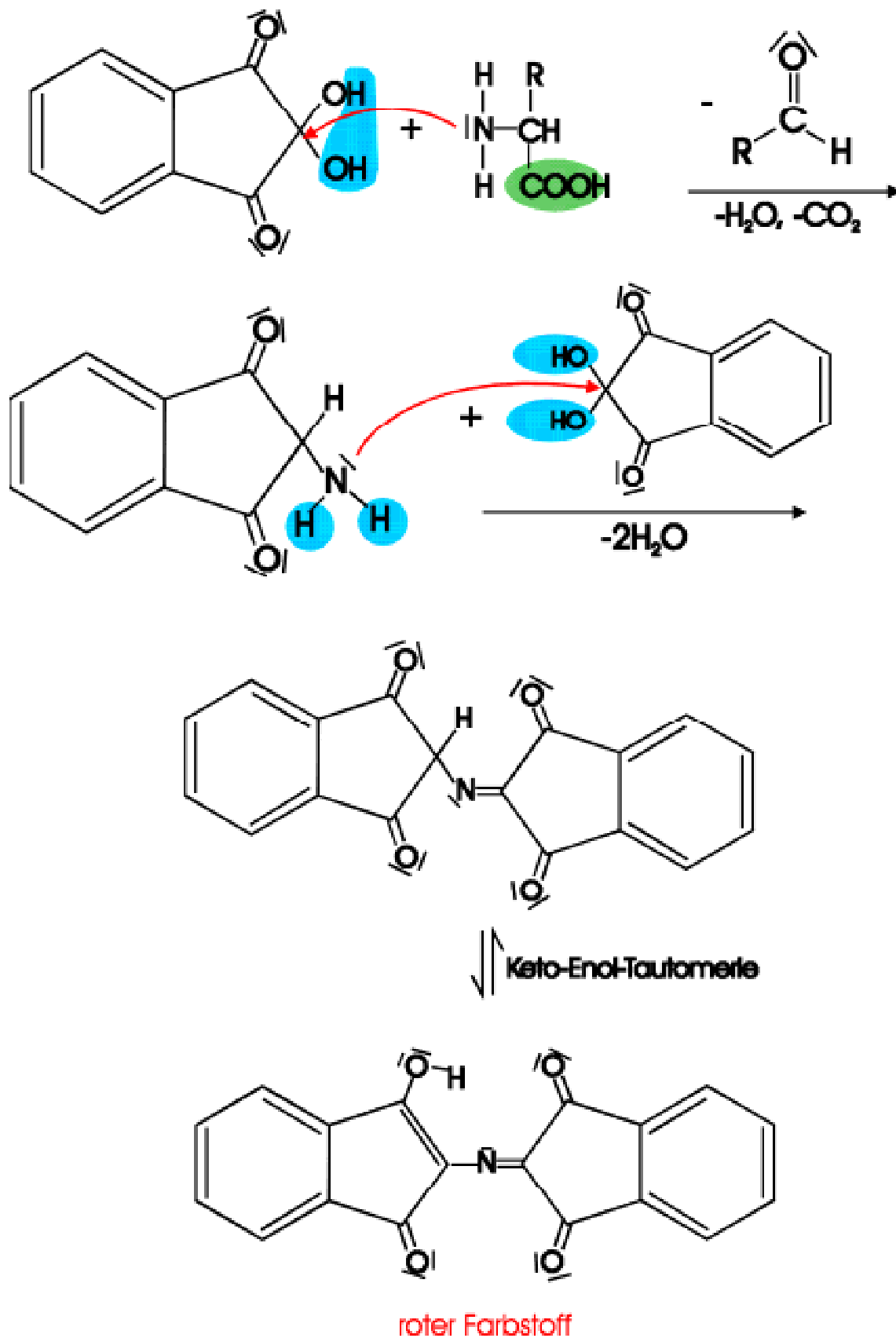
### Nachweis über Iod-Stärke-Komplex



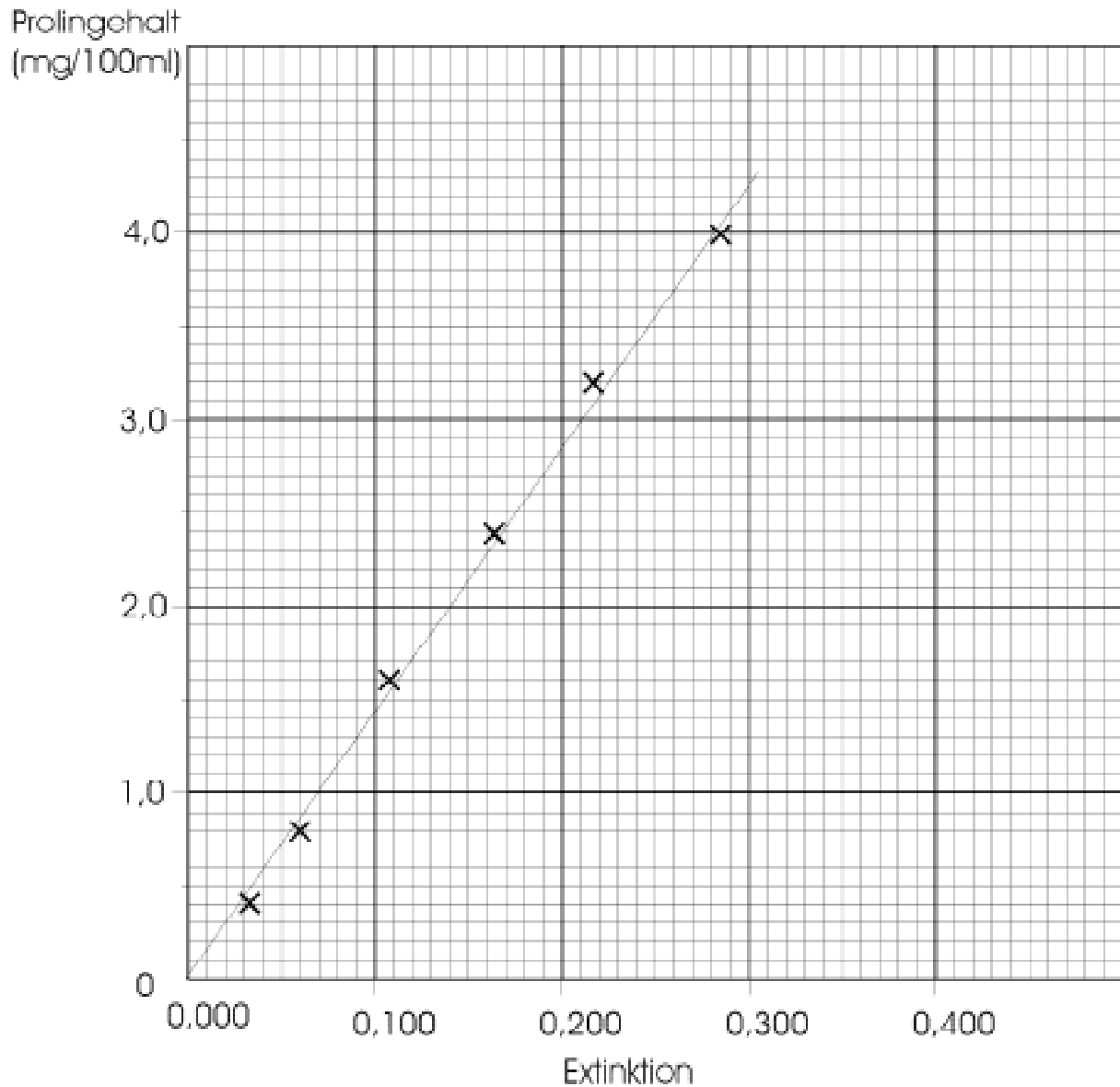
### 3. Aminosäuren

- anhand ihrer Zusammensetzung ist regionale Zuordnung möglich
- Hauptkomponente: Prolin
- Prolingehalt gibt Auskunft über Reife des Honigs
- Geringer Prolingehalt: unreifer oder mit Zuckerfütterung versetzter Honig
- Durchschnittlicher Aminosäuregehalt: 980 mg/kg Honig
- Aromabildung: über Maillard-Reaktion, wichtigste Aminosäure: Phenylalanin

Nachweis von Aminosäuren über Ninhydrin



Kalibriergerade zur photometrischen Bestimmung von Prolin



Auswertung:

Frühhonig: \_\_\_\_\_

$$\frac{\text{mg}}{5000 \text{ mg}} * 100 = \text{_____} \%$$

Sommerhonig: \_\_\_\_\_

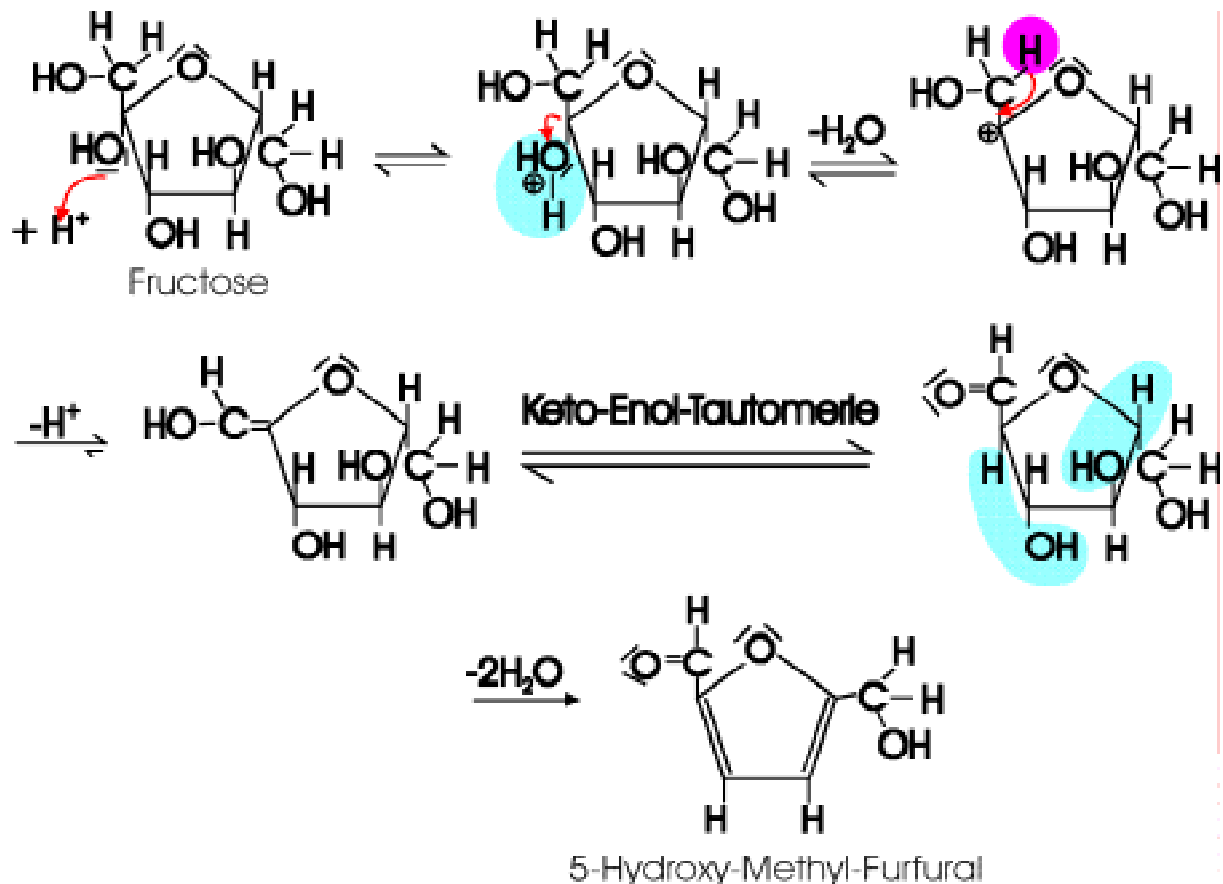
$$\frac{\text{mg}}{5000 \text{ mg}} * 100 = \text{_____} \%$$

Waldbhonig: \_\_\_\_\_

$$\frac{\text{mg}}{5000 \text{ mg}} * 100 = \text{_____} \%$$

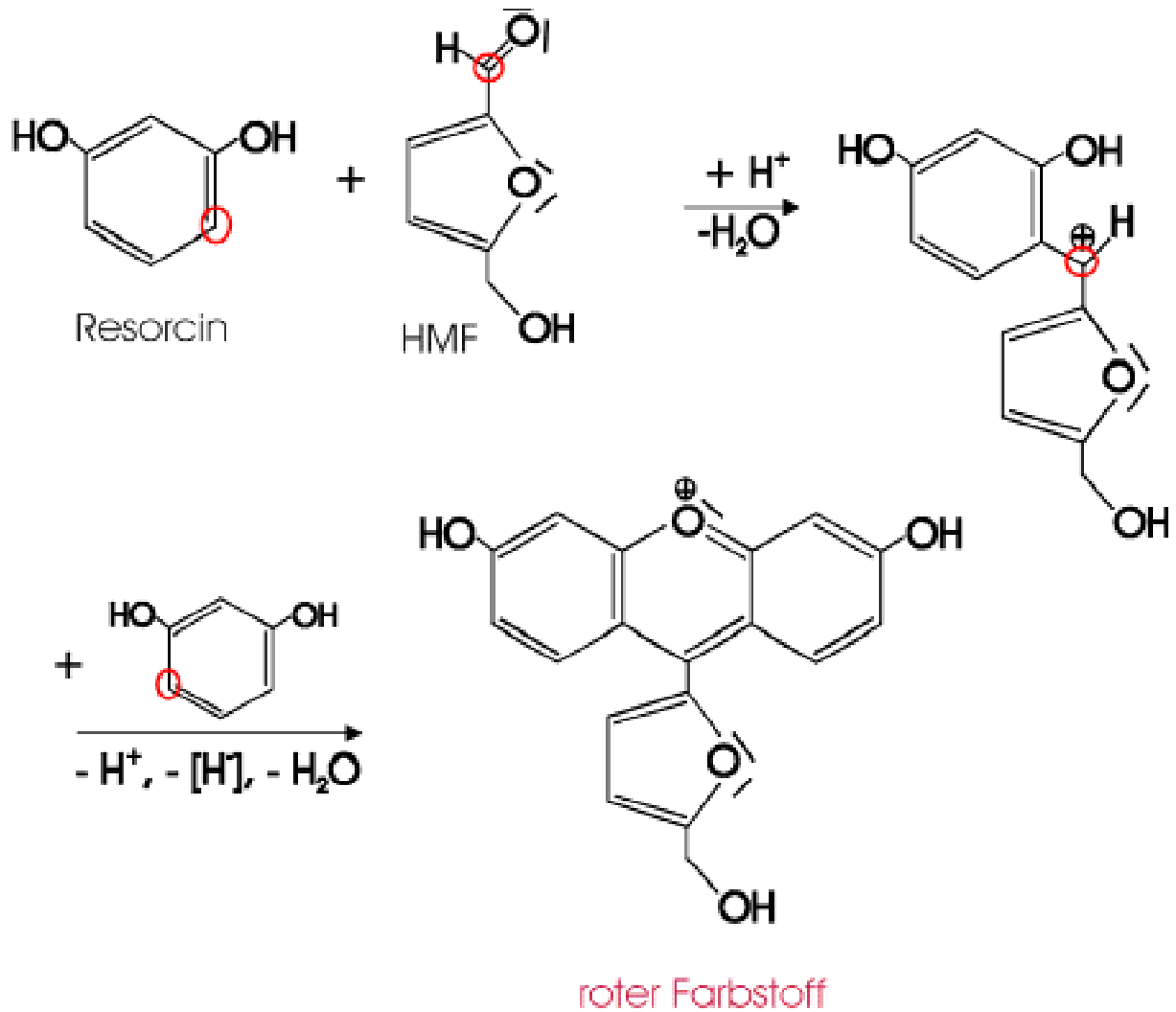
## 4. HMF (5-(Hydroxy-methyl)-furfural)

- wasserlöslich
- an Luft und Licht rasch oxidierbar
- entsteht aus irreversibler Dehydratisierung von Zuckern



- entsteht im Honig nach langer Zeit oder bei Erwärmung  
Indikator für Frische und optimale Lagerung
- entsteht bei Invertzuckerbildung durch Säure  
Unterscheidung: Kunsthonig – echter Honig

Versuch 4: Nachweis von HMF



## 5. Inhaltsstoffe zur Sortenbestimmung

### a) Säuren

- Honig enthält viele verschiedene Säuren
- pH-Wert  $< 7$

Honigtauhonig:

- mehr Säuren, bessere Pufferwirkung
- pH-Wert = 4 – 5,4

Blütenhonig:

- pH-Wert = 3,6 – 4,5

Frühhonig: pH-Wert =

Sommerhonig: pH-Wert =

Waldhonig: pH-Wert =

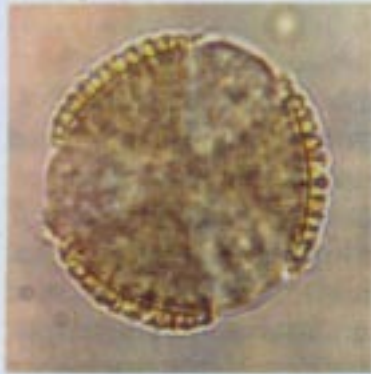
### b) Mineralstoffe

- Mineralstoffe stammen aus den Honigrohstoffen
- Honigtauhonig enthält mehr Mineralstoffe

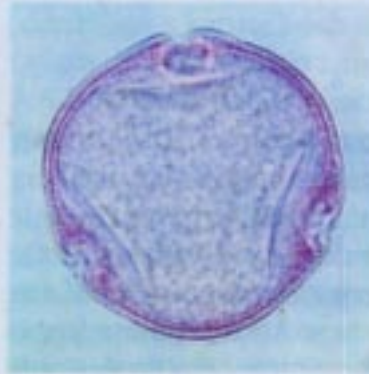
### c) Pollen

- Blütenhonige enthalten mehr Pollen als Honigtauhonige
- Pollenbestimmungen ergeben Honigsorte
- Hefezählungen können stattgefundenen Gärung nachweisen

*Pollenformen, die in einheimischen Honigen besonders häufig anzutreffen sind (2000fach)*



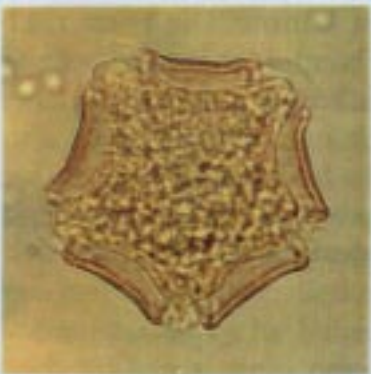
- Raps (*Brassica napus*)



- Linde (*Tilia spec.*)



- Weißklee (*Trifolium repens*)



- Veilchen (*Viola tricolor*)



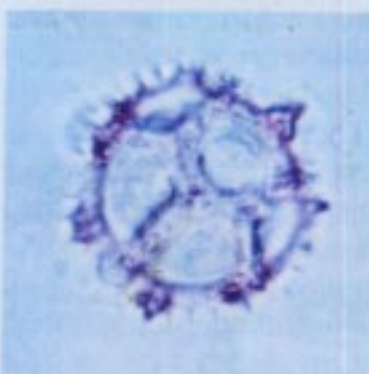
- Rotklee (*Trifolium pratense*)



- Kernobst (*Pirus spec.*)



- Sonnenblume  
(*Helianthus annuus*)

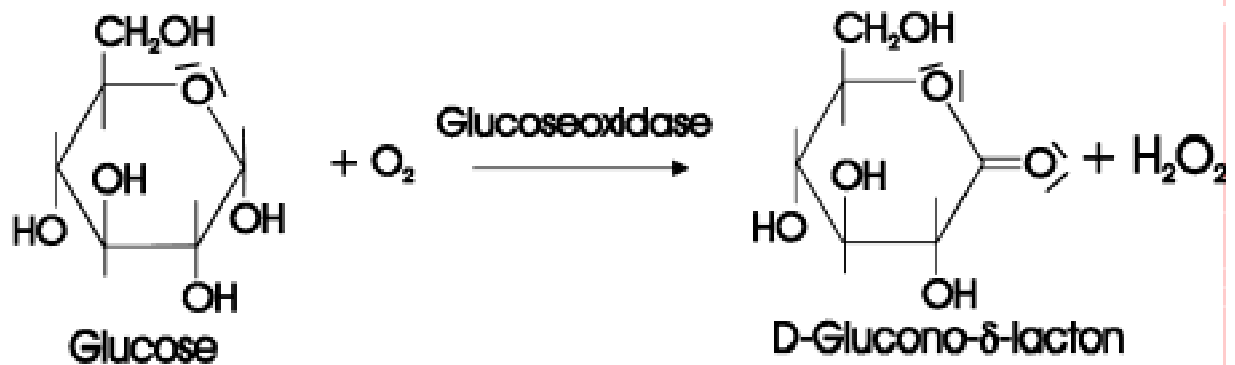


- Löwenzahn  
(*Taraxacum officinale*)



- Kornblume  
(*Centaurea cyanus*)

## Versuch 5: Aktivität der Glucoseoxidase



Auswertung:

nach \_\_\_\_\_ min

bei Zimmertemperatur (\_\_\_\_\_ °C): \_\_\_\_\_ mg H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> / l

bei Temperaturoptimum (\_\_\_\_\_ °C): \_\_\_\_\_ mg H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> / l

bei heissem Wasser (\_\_\_\_\_ °C): \_\_\_\_\_ mg H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> / l

# Honig und Gesundheit

## Zuckergehalt

- verschiedene Zucker
- langsamere Aufnahme – geringer Blutzuckerspiegelanstieg
- klebt an Zähnen länger
- enthält Inhibine

## Vitamine

- geringe Mengen
- Unterstützung der Zuckerverwertung

## Enzyme

- wichtig: Glucoseoxidase
- spaltet Glucose in Gluconsäure und Wasserstoffperoxid
- Wundheilung durch Inhibine
- Anwendung bei Bronchialerkrankungen

Hegel: „Das Ganze ist mehr als die Summe aller Teile“