

Bienenprodukte

23A Honig

Bearbeitet von einer Expertengruppe „Bienenprodukte“

S. BOGDANOV, (Präsident), Agroscope Liebefeld-Posieux,
Eidg. Forschungsanstalt für Milchwirtschaft und Nutztiere (ALP),
Zentrum für Bienenforschung, Liebefeld-Bern
K. BIERI (Expertin), Biologisches Institut für Pollenanalyse, Kehrsatz
G. GREMAUD, Bundesamt für Gesundheit, Liebefeld-Bern
D. IFF, Narimpex AG, Biel
A. KÄNZIG, Kantonales Laboratorium, Aargau
K. SEILER, Laboratorium der Kantone AI, AR, GL, SH, Schaffhausen
H. STÖCKLI, Verband Schweiz. Bienenzüchtervereine, Allschwil
K. ZÜRCHER (EXPERTE), BASEL

Honig

Neuausgabe, November 1995
Ergänzung, Dezember 1999
Überarbeitung, November 2003

In der Schweiz ist eine durch das BAG begleitete Arbeitsgruppe von Fachleuten¹ damit beauftragt, die Methodensammlung für Honig regelmässig zu überprüfen. Die neu überarbeitete Ausgabe enthält gegenüber der letzten Version einige Änderungen. Es wurden veraltete Methoden aufgehoben, welche nicht mehr den aktuellen Anforderungen für Analyseverfahren und Qualitätssicherung entsprachen. Dazu gehören die Methoden 4 „Bestimmung des Aschegehaltes“ und 9.1 „Bestimmung des HMF nach Winkler“, sowie die Methoden für die Bestimmung der reduzierenden Zucker und des scheinbaren Saccharosegehaltes.

INHALTSVERZEICHNIS

Umschreibung

Richtlinien für die Beurteilung und Hinweise zur Analyse

- 1 Allgemeine Richtlinien
- 2 Lager- und Wärmeschädigungen
- 3 Honigfälschungen
- 4 Verunreinigungen
- 5 Literatur

¹(S. Bogdanov, ALP, A. Känzig, Kantonales Laboratorium Aargau, T. Frey, Kantonales Laboratorium Basel-Stadt, D. Iff, Narimpex)

Umschreibung²

Honig wird in [Art. 202 der LMV vom 1. März 1995 \(Stand am 30. April 2002\)](#) definiert.

DIE HONIGBEREITUNG

Die Honigbereitung beginnt in der Honigblase der Sammelbiene. Der aufgenommene Rohstoff wird schon während der Aufnahme durch Beimischung von Drüsensekreten verändert. Im Bienenvolk wird er von jungen Stockbienen übernommen, verarbeitet und in Wabenzellen eingelagert. Die Honigbereitung umfasst folgende Stufen:

Zunächst wird der von einer Stockbiene übernommene Honigblaseninhalt in etwa Sekundenfolge ruckartig herausgegeben, mit Hilfe des ausgeklappten Rüssels in einem flachen Tropfen ausgebreitet und wieder in die Honigblase eingezogen. Während dieses 15 - 20 Minuten dauernden aktiven Vorganges werden dem Tropfen immer wieder (vor allem aus den Pharynxdrüsen stammende) Sekrete beigemischt. Gleichzeitig verdunstet ein Teil des Wassers, so dass der ursprünglich 60 - 75 g Wasser/100 g Honig enthaltende Rohstoff in halbreifem Honig mit etwa 25 - 40 g Wasser/100 g Honig umgewandelt wird. Dieser wird nun in Wabenzellen eingelagert, womit der zweite, passive Abschnitt der Honigbereitung beginnt. Er beruht auf einer Eindickung des Honigs in den Zellen durch den an den Waben entlangstreifenden Ventilationsstrom trockener Stockluft. Erst wenn der Honig reif ist, d.h. 17 - 20 g Wasser/100 g Honig enthält, werden die Zellen von den Bienen mit Wachsdeckeln verschlossen.

Wird der Honig aus ungedeckelten Waben gewonnen, so hat er meistens mehr als 20 g Wasser/100 g Honig und lässt sich nur bedingt lagern (unreifer Honig). Bei der Honigbereitung nehmen die Gehalte an Proteinen (Enzyme) organischen Säuren und Mineralstoffen zu. Während des Reifungsprozesses und auch später in den gedeckelten Zellen erfährt der Honig weitgehende chemische Umwandlungen. Diese beruhen vor allem auf einer Zunahme der Hexosen (Fructose und Glucose) infolge Hydrolyse der Saccharose, unter gleichzeitiger Bildung neuer, zum Teil höhermolekularer Zuckerarten (Oligosaccharide).

HONIGGEWINNUNG

Honig soll unter schonenden Bedingungen gewonnen werden, so dass sein Aroma, die Enzyme und die anderen biologischen Begleitstoffe nicht geschädigt werden und der Honig frei von Fremdkörpern und Verunreinigungen bleibt.

Zur Reinigung darf der Honig mit einem grobmaschigen Sieb (lichte Maschenweite nicht kleiner als 0,2 mm) filtriert werden. Durch die Filtration dürfen Pollen nicht entfernt

² Wurde im Jahr 2002 vom BAG an die neue Gesetzgebung angepasst

werden. Es dürfen weiter keine Substanzen zugefügt und keine essentiellen daraus entfernt werden.

HONIGSORTEN

Je nach Tracht unterscheidet man Blütenhonig und Honigtauhonig, auch "Waldhonig" genannt. Honigtau stammt von Ausscheidungen Pflanzensaft saugender Insekten (Blattläuse, Schildläuse). Honigtau bildet einen klebrigen, zuckerreichen, glänzenden Überzug auf Blättern, Nadeln sowie anderen Pflanzenteilen und wird von den Bienen aufgeleckt und eingetragen.

Wird der Honig vorwiegend aus einer Blüte gewonnen, spricht man von Sortenhonig. Dementsprechend gibt es Sortenhonige von Blütentracht und von Honigtautracht. Sortenhonige haben spezifische sensorische, physikalische und chemische Merkmale (siehe "Richtlinien", Tabelle 23A.6 und 7).

Je nach Gewinnungsart wird nach verschiedenen Sachbezeichnungen unterschieden, welche in [Art. 204 der LMV vom 1. März 1995 \(Stand am 30. April 2002\)](#) definiert werden:

LITERATURHINWEISE

Lipp J.: Der Honig. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart (1994).

Horn H. und Lüllmann C.: Das grosse Honigbuch. Verlag Ehrenwirth, München (1992).

Kloft W.J. und Kunkel H. (Hrsg.): Waldtracht und Waldhonig in der Imkerei. Herkunft, Gewinnung und Eigenschaften des Waldhonigs. Verlag Ehrenwirth, München (1985).

Casuta G. (Hrsg.): Der Schweizerische Bienenvater. Fachbuch für Imker. Verlag Sauerländer, Aarau (1985).

Crane E, Walker P. und Day L: Directory of important world honey sources. International Bee Research Association (1984).

Maurizio A. und Duisberg H: Der Honig: Herkunft, Gewinnung, Eigenschaften und Untersuchung des Honigs. Ulmer Verlag, Stuttgart (1975).

Crane E. (Hrsg.): Honey. A Comprehensive Survey. Ed. Heinemann, London (1975).

Richtlinien für die Beurteilung und Hinweise zur Analyse

ALLGEMEINE RICHTLINIEN

Honig stellt ein komplexes biologisches Gemisch dar, dessen Zusammensetzung je nach Herkunft und Trachtquelle stark variieren kann. Die gesetzlichen Anforderungen an Honig sind in der Lebensmittelverordnung, der Fremd- und Inhaltsstoffverordnung, der Verordnung über die hygienisch-mikrobiologischen Anforderungen an Lebensmittel, Gebrauchsgegenstände, Räume, Einrichtungen und Personal geregelt.

In diesem Kapitel, insbesondere auch in den einzelnen Tabellen angegebene Werte haben orientierenden Charakter und sind im Sinne der "Wichtigen Hinweise" des Einleitungstextes zum Schweiz. Lebensmittelbuch (5. Auflage) vom Dez. 1996, Seite XV, Pkt. 5 zu verstehen.

In *Tabelle 23A.1* sind die wichtigsten Anforderungen und Empfehlungen der Europäischen Union und des Codex Alimentarius für Honig zusammengetragen. Diese werden gegenwärtig überarbeitet [siehe Diskussion bei *Bogdanov* und Mitarbeiter, (1999)].

Für die Beurteilung der Honigsorten müssen die chemischen, sensorischen und pollenanalytischen Eigenschaften berücksichtigt werden [*Talpay* (1985)]. Als Sorten- oder Tracht-honige gelten Honige, die überwiegend von bestimmten Blüten oder Pflanzen stammen.

Die sensorischen Eigenschaften der Sortenhonige sind in *Tabelle 23A.6*, die chemischen in *Tabelle 23A.7* zusammengestellt. Dabei handelt es sich um Sortenhonige verschiedener Länder. Die Tabellenwerte variieren in weiten Grenzen. Die Streuung kann auf verschiedene Untersuchungsmethoden und auf Unterschiede in der botanischen und geographischen Herkunft des Honigs zurückgeführt werden. In individuellen Arbeiten streuen die physikochemischen Eigenschaften der Sortenhonige in engen Grenzen [*Accorti* (1986)]. Die Zusammensetzung von Sortenhonigen verschiedener Provenienz kann variieren. Die Tabellenwerte *Tabelle 23A.6*, haben deshalb nur orientierenden Charakter. Es handelt sich um Richtwerte aus einzelnen Publikationen, die international nicht harmonisiert sind. Gegenwärtig arbeitet eine Internationale Honigkommission [Zusammensetzung: siehe *Bogdanov* und Mitarb. (1999)] an einer Richtlinie für chemische Qualitätskriterien für Sortenhonige.

Die wichtigsten Unterscheidungskriterien sind die Zuckerarten (Glucose und Fructose), das Verhältnis Fructose/Glucose sowie die elektrische Leitfähigkeit (*Tabelle 23A.7*). Die Internationale Honigkommission hat die Honiguntersuchungsmethoden harmonisiert [*Bogdanov* und Mitarbeiter (1997)]. Die meisten Analysenmethoden sind identisch mit den Methoden des Schweiz. Lebensmittelbuches. Ausnahmen sind: Bestimmung der Zucker, mittels GC und mit HPLC (pulsamperometrisch); Bestimmung des Säuregehalts mit Äquivalenzpunkttitration und Bestimmung der optischen Drehung.

Tabelle 23A.1

Internationale Empfehlungen und Anforderungen

Qualitätsmerkmal	Anforderungen	Empfehlungen
	EU ¹	Codex ²
Wasser (g/100g) Honig allgemein Heidehonig, KleeHonig	max. 21 max. 23	max. 21 max. 23
<i>Scheinbarer Gehalt an reduzierenden Zuckern</i> (g/100 g) Blütenhonig	min. 65	min. 65
Honigtauhonig, bzw. Mischungen mit Blütenhonig	min. 60	min. 60
<i>Scheinbarer Gehalt an Saccharose</i> (g/100 g) Honig allgemein	max. 5	max. 5
Honigtauhonig, bzw. Mischungen mit Blütenhonig (Akazien, Lavendel, Banksia, Eucryphia)	max. 10	max. 10
Wasserunlösliche Stoffe (g/100 g)	0,1	0,1
Mineralstoffe (g/100g) Honig allgemein	max. 0,6	max. 1
Honigtauhonig, bzw. Mischungen mit Blütenhonig	max. 1	keine Angabe
Freie Säuren (Milliequivalent/kg)	40	40
<i>Diastasezahl</i> (in Schadeeinheiten) Honig allgemein	min. 8	min. 3
Enzymarme Honige wie Akazien-, Orangenhonige	min. 3	keine Angabe
Hydroxymethylfurfural (mg/kg)	max. 40	max. 80

Bei den aufgeführten Anforderungen/Empfehlungen handelt es sich um Auszüge aus der nachfolgend erwähnten EU-Richtlinie bzw. Codex-Norm.

¹Europäische Union: Richtlinie 74/409/EWG; Abl. EG L221/14 (12.8.1974)

²Codex Alimentarius: CX 5/10.2; CL 1993/14-SH, FAO, Rome (1993).

Sinnenprüfung. Honig wird auf Aussehen (Farbe, Trübstoffe, Konsistenz), Geruch und Geschmack geprüft. Siehe dazu *Tabelle 23A.6*, "Merkmale einiger Trachtenhonige", ferner SLMB Kapitel 63 "Sensorische Prüfung"; *Bogdanov* (1986; 1987); *Gonnet* und Mitarbeiter (1985); *Persano-Oddo* und Mitarbeiter (1995) .

Sediment, Mikroskopie. Bei der Sedimentbestimmung werden nur Bestandteile erfasst, die schwerer als Wasser sind. Wachssteilchen u.a., welche sich im Überstand befinden, werden dabei nicht erfasst. Der Gehalt an wasserunlöslichen Stoffen wird durch Filtration bestimmt; dies nach Codex Alimentarius Commission Dokument CX 5/10.2; CL (1993)/14-SH, Methode Nr. 2.2.3 (*siehe Anhang zum Kapitel*).

Die Bestimmung der geographischen Herkunft von Honig - qualitative Pollenanalyse - beruht auf der Bestimmung und Auszählung der im Honigsediment vorhandenen Pollenkörner und Honigbestandteile. Sie ist ein wirksames Instrument bei der Aufklärung der botanischen und geographischen Herkunft des Honigs. Es werden dabei natürlich nicht einzelne durch politische Grenzen umschlossene Länder ermittelt, sondern grössere pflanzengeographische und klimatisch charakterisierte Gebiete. Die Kontrolle von Honigen aus Grenzgebieten (z.B. Tessin, Norditalien) gestaltet sich deshalb schwierig. In Ausnahmefällen treten bestimmte Pollenkombinationen auf, die auf das Herkunftsland schliessen lassen.

Die Bestimmung der botanischen Herkunft des Honigs hat die Beurteilung des Anteils der einzelnen Pflanzen (Trachtenquellen) im Honig zum Ziel. Es ist wichtig, dass dabei die verschiedenen blütenbiologischen Gegebenheiten, die zu Über- bzw. Unterrepräsentation von Pollen im Honig führen, berücksichtigt werden. Für die Beurteilung der botanischen Herkunft müssen neben der mikroskopischen Analyse der Pollen und Honigtaubestandteile (Russtaupilze und Algen) auch chemische, physikalische und sensorische Eigenschaften beigezogen werden (*siehe Tabelle 23A.6 und 7*).

Eine Gärung kann durch die mikroskopische Erfassung der Hefen sowie durch eine Bestimmung von Stoffwechselprodukten wie Glycerin oder Ethanol nachgewiesen werden.

Die Methodik der Melissopalynologie (Honigpollenanalyse) wurde in internationaler Zusammenarbeit durch die Internationale Kommission für Bienenbotanik (IUBS) festgelegt und beschrieben. Sie wurde erstmals 1970 und 1978 in einer überarbeiteten Fassung publiziert [*Louveaux und Mitarbeiter* (1970 und 1978)]. Diese Arbeit bildet die Grundlage für die Pollenanalyse.

Für die Durchführung von Pollenanalysen ist ein fundiertes Wissen hinsichtlich der verschiedenen Pollenformen und dem Vorkommen bestimmter Pollen im Honig unerlässlich. Wichtiges und notwendiges Hilfsmittel nebst Literatur [Horn und Mitarbeiter (1992); Moore und Mitarbeiter (1991); Crane und Mitarbeiter (1984); Erdtman (1954); Zander (1935)] ist eine Sammlung mit Pollenvergleichspräparaten. Für einen seriösen Befund muss ein Pollenanalytiker, welcher mit der Melissopalynologie vertraut ist, beigezogen werden (Auskunft erteilt das Zentrum für Bienenforschung der Eidg. Forschungsanstalt Liebefeld, 3097 Liebefeld-Bern).

Kristallisation. Der Honig stellt eine übersättigte Zuckerlösung dar. Die Honigkristallisation ist somit ein natürlicher Vorgang [Horn (1991); Schley und Mitarbeiter (1987); Bogdanov (1986)]. Die Geschwindigkeit der Honigkristallisation hängt vor allem vom Glucosegehalt des Honigs ab [White (1962); Bogdanov und Mitarbeiter (1987)]. Honige mit einem Glucosegehalt von <28 g/100 g oder einem Glucose/Wasser Verhältnis von <1,7 bleiben längere Zeit flüssig. Schnellkristallisierende Honige kristallisieren meistens fein aus, währenddem langsam kristallisierende zur groben Kristallisation tendieren. Eine Feinkristallisation des Honigs kann durch spezielle Impfverfahren erreicht werden [Horn (1991); Bogdanov und Mitarbeiter (1988); Schley und Mitarbeiter (1987)].

Dichte. Der Honig hat eine relativ hohe Dichte, die von 1,40 bis 1,45 g/cm³ variiert [White (1975)]. Diese wird mit verschiedenen Methoden bestimmt: pyknometrisch, durch Auftriebsmessung und mit Aräometer (Spindeln). Sie kann auch nach dem Prinzip der Biegeschwingungsmethode z.B. mittels PAAR-Gerät bestimmt werden (siehe Kapitel 67 "Dichte").

Konsistenz. Hier handelt es sich um eine Sammelbezeichnung verschiedener rheologischer Eigenschaften wie Viskosität, Thixotropie, Oberflächenspannung, Kohäsion, Adhäsion usw. Die Bezeichnung Konsistenz wird im Zusammenhang mit der Beschreibung der Beschaffenheit benutzt. Man spricht von cremiger, dünn- oder zähflüssiger Konsistenz. Die Bezeichnung thixotrop gilt für Stoffe, die flüssig sind aber nicht fließen (gelartig). Ein Beispiel eines thixotropen Honigs ist der Heidehonig.

Viskosität. Die Viskosität ist ein Mass für die Zähigkeit, d.h. für die innere Reibung einer Flüssigkeit. *Tabelle 23A.2* [Horn und Mitarbeiter (1992), S. 116-119] gibt Auskunft über den Zusammenhang zwischen der dynamischen Viskosität, dem Wassergehalt und der Temperatur von 3 verschiedenen Honigen.

Tabelle 23A.2

Zusammenhang zwischen Wassergehalt, Temperatur, Viskosität
[Horn und Mitarbeiter (1992)]

	Wassergehalt	Temperatur	Viskosität (mPa · m)
Akazienhonig (flüssig)	17,8	20 °C	114,4
	17,8	35 °C	25,6
	19,8	20 °C	59,2
	21,8	20 °C	31,8
Tannenhonig (flüssig)	17,1	20 °C	184,4
	19,1	20 °C	74,7
	21,4	20 °C	37,3
Blütenhonig (cremig bzw. feinkristallin)	17,4	20 °C	1578,2
	19,4	20 °C	375,4
	21,4	20 °C	129,5

In der älteren Literatur, z. B. bei *White* (1975) ist für den Honig die kinematische Viskosität angegeben. Diese ist ca. 10mal höher als die dynamische.

Für weiterführende Literatur zu diesem Gebiet siehe *White* (1975), S. 207-239.

Wärmeleitfähigkeit. Die Wärmeleitfähigkeit ist ein Mass für die Wärmeübertragung und wird auch als Wärmeleitzahl bezeichnet. Die Wärmeleitfähigkeit des Honigs ist relativ klein. Ein flüssiger Honig hat eine Wärmeleitfähigkeit von $12 \cdot 10^{-4}$ cal/cm · s · grad, ein kristallisierter Honig $12,9 \cdot 10^{-5}$ cal/cm · s · grad. Weiterführende Literatur siehe *White* (1975).

Wasseraktivität (a_w). Die Wasseraktivität und nicht der Wassergehalt ist der bestimmende Faktor für die Haltbarkeit eines Lebensmittels. Im Kapitel 64 "Wasseraktivität" sind die Grundlagen für die a_w und deren Messung zusammengetragen.

Der Einfluss der Honigzusammensetzung auf den a_w -Wert wurde in den Arbeiten von *Rüegg* und Mitarbeiter (1981) untersucht. Die a_w -Werte des Honigs variieren zwischen 0,55 und 0,75. Honige mit einer $a_w < 0,60$ können als mikrobiologisch stabil bezeichnet werden. Obwohl die Wasseraktivität ein sehr wichtiger Qualitätsfaktor ist [*Bogdanov* und Mitarbeiter (1987)], hat sich ihre Bestimmung in der Routine nicht durchgesetzt.

Wassergehalt. Dieser liegt in den meisten Fällen zwischen 15-20 g/100g Honig. Besonders wasserreich sind die Heidehonige, die Wasser bis zu 23 g/100 g Honig enthalten können. Aus Gründen der Haltbarkeit sollte der Wassergehalt nicht über 19 g/100 g Honig liegen, da sonst die Gefahr der Oberflächengärung besteht. Hohe Wassergehalte können entstehen durch vorzeitige Ernte und feuchtes Klima. Es besteht

ein Zusammenhang zwischen dem Wassergehalt oder der Wasseraktivität und dem Hefegehalt [Stephen (1946)]. Danach nimmt, bei einer Erhöhung des Wassergehaltes um 1 g/100 g, der Gehalt an Hefen um das Fünffache zu. Unter einem Wassergehalt von 17 g/100 g ist der Hefegehalt so klein, dass nur eine minimale Fermentationsgefahr besteht. Siehe dazu auch Abschnitt "Mikrobielle Beschaffenheit".

In der Praxis hat sich zur Bestimmung des Wassergehaltes die refraktometrische Methode bewährt und durchgesetzt. Die Methode nach Karl Fischer liefert den wahren Wassergehalt. Verglichen damit liefert die refraktometrische Methode niedrigere Werte. Siehe dazu Zürcher und Mitarbeiter (1980) sowie Stephen (1946). Der Wassergehalt kann auch über die Dichtemessung mittels eines PAAR-Gerätes (z. B. DMA 48 mit 4 Dezimalen) bestimmt werden.

Kohlenhydrate. Die Hauptzuckerarten des Honigs sind Fructose und Glucose. Daneben sind kleinere Mengen von verschiedenen Disacchariden (Saccharose, Turanose, Maltose, Isomaltose etc.) und Trisacchariden (Melezitose, Erlöse und Raffinose) vorhanden [Donner(1977) und Siddiqui (1970)]. Ca. 95 g/100 g der Honigtrockenmasse besteht aus Zuckerarten.

Tab. 23A.3

Gehalt an Zuckerarten in Blüten- und Honigtauhonigen

Zuckerarten	Blütenhonig (g/100 g)			Honigtauhonig (g/100 g)		
	IC* (m)	HPLC** (m)	Bereich***	IC* (m)	HPLC** (m)	Bereich***
	Anzahl 12	Proben 118		Anzahl 7	Proben 38	
Fructose	37,8	39,6	32,5 – 45,2	35,7	2,3	28,3 - 39,8
Glucose	30,2	30,9	24,3 - 39,9	25,0	23,9	19,0 - 31,5
Sacharose	0,05	0,7	0,05 - 6,2	0,07	0,5	0,05 - 1,0
Maltose ¹	0,9	0,6	0,1 - 2,3	--	1,4	0,5 - 2,5
Turanose	1,1	1,4	0,8 - 2,9	1,7	1,8	0,5 - 2,5
Trehalose	<0,05	0,3	0,05 - 1,5	0,5	1,1	0,1 - 2,4
Isomaltose ²	1,3	0,3	0,2 - 2,2	4,1	0,3	0,1 - 10,8
div. Disaccharide	--	2,3	1,1 - 5,5	--	1,8	0,5 - 5,0
Erlöse	0,4	0,7	0,1 - 6,0	0,4	1,4	0,1 - 5,3
Melezitose	0,1	0,2	0,1 - 1,0	1,8	5,3	0,3 - 22,0
Raffinose ³	0,5	Nn	0,3 - 0,7	1,4	0,5	0,1 - 2,5
Melezitose + Raffinose	--	0,2	0,1 - 1,1	--	5,8	1,1 - 23,5
Maltotriose	0,2	--	0,1 - 0,4	0,6	--	0,1 - 1,3
Unbekannte Oligasaccharide	4	--	1 - 3	2	--	1 - 3
Zucker total	78,1	77	61,5 - 82,5	74,8	70,4	60,5 - 81,0

Legende:

*IC: Mittels gepulstamperometrischer Detektion erhaltene Werte vom Kant. Laboratorium Basel-Stadt (provisorische Methode)

**HPLC: Siehe Methode 23A/8.1

***Bereich: Dieser gilt für beide Methoden zusammen

m: arithmetische Mittelwerte

-- = nicht analysiert; nn = nicht nachweisbar; "div. Disaccharide = Zusammenfassung von Nigerose, Maltulose und Kojibiose.

¹bei der HPLC-Methode wird oft auch Maltulose miterfasst

²bei der IC-Methode wird zusätzlich auch Maltulose miterfasst

³bei der IC-Methode wird zusätzlich auch Nigerose miterfasst.

Das Spektrum der Zuckerarten ist z. T. charakteristisch für gewisse Honigsorten (siehe *Tabelle 23A.3*). Melezitose und Raffinose sind nur in Honigtauhonigen vorhanden. Aufgrund des Zuckerartenspektrums kann man aber nicht mit Sicherheit auf die Honigsorte schliessen.

Zum Nachweis der Zuckerarten bedient man sich heute vor allem der HPLC auf aminogebundenem Silikagel [*Bogdanov* und Mitarbeiter (1988) und Methode nach DIN-Norm Nr. 10758 (1992)]. In letzter Zeit wurde die Ionenchromatographie mit gepulstamperometrischer Detektion angewandt [interne Methode des Kantonalen Laboratoriums Basel-Stadt; *Bogdanov* und Mitarbeiter (1997), siehe Anhang sowie *Swallow* und Mitarbeiter (1990)]. Der Vorteil dieser Methode gegenüber der herkömmlichen HPLC: Höhere Empfindlichkeit, bessere Trennung, Gebrauch von umweltverträglichem Eluent, längere Lebensdauer der Trennsäule. Nachteil: Erfordert korrosionsfeste Apparatur.

Die Zuckerarten können auch mittels Kapillargaschromatographie bestimmt werden [*Sabatini* und Mitarbeiter (1984) sowie *Mateo* und Mitarbeiter (1987)]. Die Methode ist aber viel aufwendiger als die flüssigchromatographische. Zudem können damit nicht mehr Zuckerarten bestimmt werden.

Bei den Honigtauhonigen können 10 bis 15 g/100 g der Zuckerarten nicht mit der flüssigchromatographischen oder kapillar-gaschromatographischen Methode bestimmt werden (siehe *Tabelle 23A.3*). Bei diesen damit nicht erfassbaren Zuckerarten handelt es sich wahrscheinlich um höhere Oligosaccharide.

Enzymatisch bestimmt man insbesondere Fructose und Glucose (Methode 23A/8.3). Für die dünnschichtchromatographische Bestimmung siehe *Gauch* und Mitarbeiter (1979).

Die in den internationalen Normen zur Zeit beschriebenen Bestimmungen der reduzierbaren Zuckerarten sowie der scheinbaren Saccharose werden im EG-Raum noch gebraucht [*Bogdanov, S., Martin, P. and Lüllmann, C.: Harmonised methods of the European honey commission. Apidologie (extra issue) 1-59, (1997): Determination of apparent reducing sugar and apparent sucrose. Siehe Anhang zum Kapitel.*

Säuregehalt. Der Honig enthält viele organische Säuren. Die meisten von ihnen werden von den Bienen zugesetzt [*Echigo* und Mitarbeiter (1974)]. Die Hauptsäure ist die Gluconsäure. Daneben sind noch folgende Säuren nachgewiesen worden: Ameisen-, Wein-, Äpfel-, Citronen-, Bernstein-, Butter-, Milch- und Oxalsäure sowie verschiedene aromatische Säuren. Im EG-Bereich beträgt die höchstzulässige Menge an Säuren 40 Milliequivalent pro kg Honig. Dieser Gehalt kann in gewissen Honigsorten natürlicherweise überschritten werden (siehe *Tabelle 23A.7*).

Im EG-Raum werden die freien Säuren zur Hauptsache mit Natriumhydroxidlösung und Phenolphthalein als Indikator titriert [Codex Alimentarius Commission CX 5/10.2; CL (1993)/14-SH]. Nach der deutschen DIN-Norm (Vorschlag 1989) wird bis pH 8,3 titriert. Die mit diesen beiden Methoden erhaltenen Werte sind etwa gleich aber infolge

der Hydrolyse der Lactone zu hoch. Die Methode von *Hadorn* und Mitarbeiter (1963), wo bis *pH* 7,0 titriert wird, liefert niedrigere Werte.

Die offizielle französische Methode [*Journal Officiel* (1977)] besteht aus einer Äquivalenzpunkttitration. Diese Methode liefert von der Theorie der Säurebestimmung her am ehesten den wahren Wert, erfordert aber für die Durchführung eine Titrationsapparatur.

Mineralien und Spurenelemente. Blütenhonige enthalten 0,1 - 0,35 g Mineralien und Spurenelemente/100 g Honig (Ausnahme Kastanienhonig mit mehr als 1 g/100 g), Honigtauhonige bis 1 g/100 g und mehr. Der Gehalt an Mineralien und Spurenelementen von Honig ist in *Tabelle 23A.4* angegeben. Die Werte wurden in Honig verschiedener Provenienz gemessen [*Morse* und Mitarbeiter (1980); *Petrov* (1970) sowie interne Angaben des Kantonalen Laboratoriums Zürich]. Der Hauptmineralstoff ist Kalium.

Heute wird anstatt des Aschegehaltes die elektrische Leitfähigkeit des Honigs bestimmt. Sie ist viel einfacher messbar und wird vor allem für die Charakterisierung der Sortenhonige gebraucht (siehe *Tabelle 23A.7*). Ursachen für die Unterschiede im Aschegehalt und der Leitfähigkeit der verschiedenen Honige ist ihre unterschiedliche geographische und botanische Herkunft.

Zwischen elektrischer Leitfähigkeit und Aschegehalt eines Honigs gibt es eine lineare Beziehung, aufgrund deren man den Aschegehalt aus elektrischen Leitfähigkeitsmessungen berechnen kann [*Accorti* und Mitarbeiter (1987) sowie *Samcjo* und Mitarbeiter (1991)].

pH-Wert. Reine Blütenhonige besitzen meistens niedrige *pH*-Werte (3,3 bis 4,6). Eine Ausnahme bilden die Kastanienblütenhonige mit relativ hohem *pH*-Wert von 5 bis 6 (siehe *Tabelle 23A.7*). Honigtauhonige haben wegen ihres höheren Gehaltes an puffernden Salzen durchschnittlich höhere *pH*-Werte (4,2 bis 5,5).

Tabelle 23A.4

Mineralien und Spurenelemente in Honig verschiedener Provenienz

	mg/kg				mg/kg		
Kalium	200	-	1500	Mangan	0,2	-	10
Natrium	16	-	170	Chrom	0,1	-	0,3
Calcium	40	-	300	Kobalt	0,01	-	0,5
Magnesium	7	-	130	Nickel	0,3	-	1,3
Eisen	0,3	-	40	Aluminium	3	-	60
Zink	0,5	-	20	Kupfer	0,2	-	6,0
Blei ³	<0,02	-	0,8	Cadmium ¹	<0,005	-	0,15

³ Kontamination

Stickstoffhaltige Substanzen. Solche finden sich in Blütenhonigen zu ca. 0,3 g/100 g, in Honigtauhonigen zu 1 g/100 g und mehr. Für die Honigbeurteilung sind sie, abgesehen von den Enzymaktivitäten, bis jetzt ohne Bedeutung [Bogdanov (1981)]. Die stickstoffhaltigen Substanzen sind die Enzyme und Aminosäuren.

Enzyme. Die Hauptenzyme des Honigs sind: Invertase (1,4- α -Glucosidase), Diastase (Amylase; α -Amylase), Glucoseoxidase, Katalase und Phosphatase. Sie stammen hauptsächlich von den Bienen [White und Mitarbeiter (1978)]. Wichtig für die Beurteilung des Honigs sind die Invertase und die Amylase; siehe dazu den 2. Abschnitt der Richtlinien, "Lager- und Wärmeschädigungen". Die Enzymaktivitäten variieren allerdings bereits in frischen Honigen innerhalb weiter Grenzen (siehe *Tabelle 23A.7*).

Die Diastase lässt sich am einfachsten mit einem modifizierten Phadebatest bestimmen [Bogdanov (1984)]. Die klassische Methode nach Schade [Methode 23A/6.2; Hadorn und Mitarbeiter (1972); Hadorn (1961)] ist die offizielle Methode im europäischen Raum (EU), ist aber weniger gut reproduzierbar wegen der Uneinheitlichkeit der gebrauchten Stärken. Die Werte aus beiden Methoden korrelieren gut, d.h. man kann aus Messungen mit der Phadebasmethode die Diastaseaktivität nach Schade berechnen.

Aminosäuren. Ein Teil der Honigaminosäuren stammt von der Biene, ein anderer aus dem Nektar [Bergner und Mitarbeiter (1972)]. Die Hauptaminosäure ist das Prolin. Der Aminosäuregehalt eines Honigs gibt Auskunft über die botanische Herkunft des Honigs [Bosi und Mitarbeiter (1978) sowie Davies (1975)]. Der Prolingehalt gibt Auskunft über die Honigreife und kann zum Nachweis der Honigfälschungen dienen [von der Ohe und Mitarbeiter (1991)]. Ein Honig wäre demnach erst ab einem Prolingehalt von mehr als 183 mg/kg als reif anzusehen. Niedrigere Werte weisen auf unreife oder verfälschte Honige hin.

Hydroxymethylfurfural (5-[Hydroxymethyl]-furan-2-carbaldehyd; HMF).

Frische, sogleich nach der Tracht geerntete, aus gemäßigtem Klima stammende Honige enthalten kein oder nur Spuren von HMF (meistens unter 3 mg/kg). Während der Lagerung bildet sich aus Zucker unter dem Einfluss der Säuren je nach pH-Wert und Temperatur des Honigs verschieden schnell HMF. Bei normaler Lagerung in unserem Klima findet pro Jahr eine HMF-Erhöhung um ca. 5 bis 10 mg/kg statt. Bei der Lagerung in der Wärme und beim Umschmelzen bei höheren Temperaturen (50 bis 70 °C) steigt der HMF-Gehalt rascher an. Siehe Hadorn und Mitarbeiter (1962).

HMF-Werte über 40 mg/kg sind für Speisehonig qualitätsmindernd, da sie auf eine Lager- oder Wärmeschädigung hindeuten (siehe 2. Abschnitt, "Lager- und Wärmeschädigungen"). Unzweckmässig behandelte Honige können HMF-Gehalte von bis 100 mg/kg oder mehr enthalten.

Die photometrische Bestimmung von Winkler (Methode 23A/9.1; offizielle Methode im europäischen Raum) sollte wegen der Kanzerogenität des p-Toluidins nicht angewandt werden. Die photometrische Bestimmung nach White (23A/9.2) und die Bestimmung mittels HPLC (23A/9.3) erlauben eine schnelle und zuverlässige HMF-Bestimmung.

Aromastoffe. Es sind 100 bis 150 verschiedene Aromastoffe in Honig isoliert und zum Teil chemisch charakterisiert worden [Bousseta und Mitarbeiter (1992); Häusler und Mitarbeiter (1990); Maga (1983)]. Diese spielen für die sensorische Honigbeurteilung eine Rolle. Die Aromastoffe bleiben am besten erhalten, wenn der Honig verschlossen und kühl gelagert wird. Bei der Erhitzung des Honigs geht ein Teil der Aromastoffe verloren.

Toxine. Berichte über giftige Honige gibt es von White (1981), Culvenor (1986) sowie Lampe (1988). Es handelt sich dabei meistens um Honige von Pflanzen der Familie der Ericaceen. Vergiftungen beschränkten sich meistens auf Einzelfälle (Touristen, welche im Kaukasus oder in der Türkei giftigen Honig konsumiert oder dort gekauft haben). Es gibt auch Berichte über giftige Honige in Japan, Neuseeland, Australien und den USA. Solche aus Mitteleuropa sind nicht bekannt. Die Substanzen, die diese Wirkungen verursachen, sind charakterisiert worden [White (1981), wo auch die Originalliteratur entnommen werden kann].

Tabelle 23A.5 gibt eine Übersicht der wichtigsten Toxine mit den Honigen, in welchen sie gefunden worden sind.

Über Vergiftungen ist vor allem beim Konsum von solchen Honigen berichtet worden, die Substanzen der Andromedotoxinegruppe und der Tutin-, Hyenanchingruppe enthalten [White (1981); Gössinger und Mitarbeiter (1983)]. Folgende Symptome sind beschrieben worden: Bewusstlosigkeit, Erbrechen, Sehschwäche, Delirium, Nausea, Magen- und Kopfschmerzen, schwacher Puls etc. Bei Konsumation von Honigen von *Echium plantagineum*, die Pyrrolizidinalkaloide enthalten, sind keine Vergiftungsfälle bekannt [Culvenor und Mitarbeiter (1981)].

Der Nachweis der Honigtoxine geschieht mit Dünnschichtchromatographie [White (1981)] sowie mit Hochdruckflüssigchromatographie und Gaschromatographie [Love (1990)].

Antibakterielle Stoffe. Die antibakterielle Wirkung des Honigs beruht auf dem hohem Zuckergehalt und dem Vorhandensein von spezifischen antibakteriellen Substanzen (Inhibine). Auch in sehr verdünnten Honigen sind diese Inhibine wirksam. Ein Teil der Inhibinwirkung ist auf das Wasserstoffperoxid zurückzuführen [White und Mitarbeiter (1963)], das von Glucoseoxidase gebildet worden ist. Dieses Inhibin ist wärme- und lichtempfindlich. Ein anderer Teil der Inhibine ist wärme- und lichtstabil [Bogdanov (1984) sowie Molan (1992)] und besteht in erster Linie aus Säuren, aber auch aus Basen, lipophilen, nicht-flüchtigen und flüchtigen Substanzen unbekannten Ursprungs [Bogdanov (1997)].

Tabelle 23A.5
Honigtoxine, Herkunft

<i>Toxische Substanz</i>	<i>Herkunft</i>	<i>Gehalt mg/kg</i>	<i>Literatur Angabe</i>
Acetylandromedol	Kalmia latifolia Thododendron thompsoni	100 108	White (1981)
Andromedol	Honig unbekannter Herkunft Rhododendronarten	7	White (1981); Gösinger u. Mit- arbeiter (1983)
Anthydroandromedol	Honig unbekannter Herkunft	3	White (1981)
Desacetyl- Pieristoxin B	Honig unbekannter Herkunft	>7	White (1981)
Tuntin Hyenanchin	HonigtauHonig von Scolopyra aus Neuseeland	20 160	White (1981)
Pyrrolizidinalkaloide (Senecionin, Senscyp- hyline, Jacolin, Jacobin)	Senecio jacobea	0,3 - 3,9	White (1981)
Echimidine, 7-Ace- tylcopsamine, Achiu- mine, Uplandicine, Ly- copsamin, Intermedine	Echium plantagineum	0,3 - 1,0	Culvenor (1981)

Vitamine. Diese kommen in Honig nur in unbedeutenden Mengen vor. Zur Bestimmung einzelner Vitamine siehe Kapitel 62 "Vitaminbestimmungen in Lebensmitteln und Kosmetika".

Mikrobielle Beschaffenheit. Bienenhonig stellt eine konzentrierte Zuckerlösung mit hohem osmotischem Druck dar. Mikroorganismen, die in den Honig gelangen, können sich nicht weiter vermehren. Man findet im Honig weniger Bakterien als in anderen rohen Tierprodukten [Tysset und Mitarbeiter (1981)], vor allem keine für den Menschen gefährliche Bacillusarten. Von Bedeutung ist aber Bacillus larvae, das die gefürchtete Bienenseuche (böartige europäische Faulbrut) verursacht. Honigbehälter und Honigabfälle dürfen für Bienen nicht zugänglich sein.

In einigen Publikationen ist vom Vorkommen von *Clostridium botulinum* in Honig [Arnon und Mitarbeiter (1979); Sugiyama und Mitarbeiter (1978)] berichtet worden. Untersuchungen in Europa [Hartgen (1980); Fleming und Mitarbeiter (1980)] bestätigen diese Befunde nicht, mit Ausnahme eines Befundes in italienischem Honig [Criseo und Mitarbeiter (1993)]. Toxine können zwar nicht gebildet werden, da ein Auskeimen und Wachstum durch tiefe Wasseraktivität verhindert wird; Sporen hingegen können überleben. [Wellford und Mitarbeiter (1978)]. In einer Übersicht über das Botulismus-Problem in Honig wird der gegenwärtige Stand des Wissens dargestellt [P. Vlaven (1995)]. Es hat Einzelfälle von Säuglingsbotulismus bei Säuglingen (bis zu 1 Jahr alt) nach Honigkonsum gegeben. Aus diesem Grund wird in den USA und in manchen europäischen Ländern vom Honigkonsum für bis zu 1 Jahr alten Säuglingen abgeraten. Da *Clostridium botulinum* ubiquitär, d.h. in vielen anderen Lebensmitteln auch anzutreffen ist, verzichten die Gesundheitsbehörden in der Schweiz gegenwärtig darauf, entsprechende Warnungen auf der Honigetikette vorzuschreiben. Honig enthält verschiedene osmotolerante Hefen [Tysset und Mitarbeiter (1981)], die für die Gärung verantwortlich sind (siehe auch Abschnitt über den "Wassergehalt").

Untersuchungen in mikrobiologischer Hinsicht können nach Kapitel 56 "Mikrobiologie" vorgenommen werden.

Honiglagerung. Die Honigqualität bleibt am besten erhalten bei kühler und trockener Lagerung. In undichten Verpackungen nimmt der Honig bei feuchter Lagerung Wasser auf wobei es zu einer Gärung des Honigs kommen kann.

Honigverpackungen

Industrie und Handel

Grossgebilde: 150 - 300 kg Metallfässer, die innen eine intakte, lebensmitteltaugliche Schutzlackschicht haben.

Die Innenbeschichtung der Fässer muss intakt und vollständig sein. Gegenüber mangelhafter oder fehlender Beschichtung wirkt der Honig wegen seines tiefen *pH*-Wertes und der hohen Zuckerkonzentration korrosiv, wodurch sich der Eisengehalt im Honig erhöht.

Fässer die innen mit Paraffin beschichtet sind, sollten nicht mehr verwendet werden.

Laboratoriumsuntersuchungen haben gezeigt, dass der Honig durch diese Art von Verpackung mit Paraffin verunreinigt wird.

Der äussere Zustand eines Fasses sagt meistens nichts aus über die Innenbeschichtung.

Eimer: 25 - 30 kg aus Weissblech, Chromstahl, Aluminium und Kunststoff.

Detailhandel

Konsumentenpackungen aus Glas, Kunststoff, Metall. Paraffinierte Kartondosen sollten, wie oben erwähnt, nicht mehr verwendet werden.

RAGENZIEN UND LÖSUNGSMITTEL

Wenn nicht anders angegeben,

- sind analysenreine Chemikalien zu verwenden
- ist Wasser dest., deionisiert od. von entsprechender Reinheit
- ist unter "Lösung" eine wässrige Lösung zu verstehen.

Bei einzelnen Methoden gelangen toxische organische Lösungsmittel zum Einsatz. Die SK 7 bemüht sich, giftige Reagenzien generell durch andere und umweltschonende zu ersetzen. Infolge des damit verbundenen hohen Arbeitsaufwandes wird dies aber nur beschränkt und längerfristig möglich sein. Methoden von internationaler Bedeutung (siehe Anhang) können nur im grossen Rahmen entsprechend modifiziert werden, was je nach Wichtigkeit der Methode mindestens angeregt werden kann.

Tab. 23A.6

Merkmale einiger Trachtenhonige von Blütentracht und Honigtautracht
Blütenhonige

Honigsorte	Hauptherkunft	Geruch	Geschmack	Farbe	Konsistenz
Akazienhonig	Mittel- und Südeuropa, China	schwach fruchtig	sehr süß	Wasserhell-hellgelb (fl)	Bleibt längere Zeit flüssig (in der Regel mehr als 1 Jahr)
Alpenrosenhonig	Europa	Schwach fruchtig	süß, wenig ausgeprägt	Wasserhell (f)	Bleibt 3 - 6 Monate flüssig
Edelkastanie	Europa	Intensiv	bitter, herb	Braun-rot (fl)	Bleibt 6 - 12 Monate flüssig
Heidehonig	West- und Nordeuropa		herb, sehr aromatisch	Rötlich-braun dunkelgelb (f)	Tixotrophe, gelatinartige Konsistenz
Kleehonig	Übersee		mild süß	Hellbeige-weiss (f)	Sehr fein und schnell kristallisierend
Lavendelhonig	Mittelmeerraum	nach Lavendelblüten	Lavendel	Wasserhell (f)	Fein-kristallin
Lindenblütenhonig	Europa, China	ausgeprägt nach ätherischen Ölen	Leicht bitter lindengeschmack	Zartgelb-zartgrün (fl)	Flüssig oder mittel bis grob kristallin ⁴
Löwenzahnhonig	Europa	charakteristisch fruchtig	fruchtig, intensiv	Hellgelb-dunkelgelb (f)	Fein- und schnell kristallisierend
Orangenblütenhonig	Mittelmeerraum, Australien, Mexico, USA	wenig ausgeprägt	zitrusgeschmack	Hellgelb-gelborange (fl)	Kristallisiert langsam Kristalle fein bis mittel

Honigsorte	Hauptherkunft	Geruch	Geschmack	Farbe	Konsistenz
Rapshonig	Europa Nordamerika	Mehr oder weniger Kohl	Typisch, weniger ausgeprägt als Geruch	Hell, weisslich (f)	Schnell kristallisierend, z. T. harte Konsistenz
Rosmarinhonig	Mittelmeerraum	Fein, aromatisch	Rosmarin	Hell (f)	Kristallisiert rasch, Kristalle fein bis mittel
Sonnenblumenhonig	Europa	Schwach	Nicht ausgeprägt	Goldgelb (f)	Kristallisiert rasch, Kristalle fein bis mittel
Eucalyptus	Mittelmeerraum Übersee	Intensiv, aber nicht nach Eucalyptus	Intensiv, stark	Gelb-braun	Kristalle fein bis mittel

Honigtauhonig

Honigsorte	Herkunft	Geschmack	Farbe	Konsistenz
Honig (Tannenhonig) von Nadelhölzern (Weisstanne, Rottanne, Föhre, Pinie)	Osteuropa gemässigte Zone	Würzig, harzig	Weisstanne: tiefbraudunkel bis schwarz-grün am Glasrand bräunlichgrüner Schimmer Honige anderer Nadelhölzer: braun oder rotstichig	Bleibt längere Zeit flüssig
Honige von Nadelbäumen und Laubbäumen	Ganze Welt	Malzig bis würzig	Rötlich-braun	Bleibt längere Zeit flüssig

(fl) = flüssig

(f) = fest kristallisiert

Tab. 23A.7

Beurteilungskriterien verschiedener Sortenhonige [nach PERSANO-ODDO¹ sowie TALPAY (1985)]

Honig Sorte	Amylase zahl	Leitfähigkeit 10 ⁴ S·cm ⁻¹	pH-Wert	Freie Säure (meq/kg)	Fructose (g/100g)	Glucose g/100g	Saccharose (g/100g)	Verhältn. Fructose/ Glucose	Mineralien Spurenelem. (g/100g)
Akazien	3 - 15	1 - 3	3,5 - 4,3	6 - 11	38 - 49	21 - 30	0 - 8	1,55-1,78 ¹	0,1
Alpenrosen	10 - 18	2 - 4	3,7 - 4,1	4 - 9	34 - 41	23 - 31	1 - 4	1,00 - 1,60 ¹	**
Edelkastanien	11 - 27	7 - 21	4,2 - 6,5	12 - 32	35 - 47	22 - 31	0 - 4	1,30 - 1,70 ¹	0,5 - 1
Heide	21 - 37	6 - 12	4,0 - 5,4	29 - 53	33 - 43	22 - 34	0 - 1	0,95 - 1,25 ¹	0,2 - 0,8
Klee	12 - 33	1 - 3	3,5 - 3,8	9 - 33	36 - 41	29 - 34	0 - 5	**	0,02 - 0,1
Lavendel	14 - 37	2 - 10	3,2 - 3,9	22 - 42	33 - 39	28 - 34	0 - 12	1,04 - 1,14 ²	**
Lindenblüten	4 - 34	4 - 10	3,9 - 5,2	13 - 35	30 - 47	26 - 35	0 - 1	1 - 1,4 ⁴	**
Löwenzahl	3 - 17	3 - 17	3,9-4,6	6 - 19	34 - 37	32 - 37	0 - 3	0,8 - 1,10 ²	**
Orangenblüten	3 - 16	1 - 3	3,5 - 4,2	9 - 32	33 - 44	27 - 44	0 - 8	1,0 - 1,4 ¹	0,01 - 0,2
Raps	11 - 26	1 - 4	3,7 - 4,3	5 - 26	36 - 38	31 - 37	0 - 1	0,76 - 1,00 ²	0,1 - 0,5
Rosmarin	10 - 43	1 - 3	3,2 - 4,1	4 - 11	33 - 41	28 - 35	0 - 7	1,02 - 1,13 ²	0,1
Sonnenblumen	8 - 38	2 - 6	3,6 - 4,1	**	34 - 45	35 - 42	0 - 3	≤1,2 ¹	0,1 - 0,3
Eucalyptus	13 - 34	4 - 9	3,7 - 4,9	13 - 30	33 - 44	31 - 35	0 - 4	1,00 - 1,40 ¹	0,1 - 0,3
Wald	17 - 66	min. 8 ⁴	4,2 - 6,0	28	31 - 38	26 - 33	0 - 1	**	**
Tannen	11 - 34	min. 10 ⁴	4,6 - 5,9	22 - 39	25 - 40	18 - 32	0 - 4	1,10 - 1,60 ¹	**

** Keine ausreichenden Daten vorhanden;

Legende zu den übrigen Indices siehe folgende Seite

Legende zu Tabelle 23A.7

Kolonne Verhältnis Fructose/Glucose: hier werden die einzelnen Zahlenwerte den einzelnen Autoren zugeordnet.

- ¹ Angaben aus *Accorti* und Mitarbeiter (1986) sowie *Bogdanov* (1997).
- ² Angaben aus: Rapport Institut Technique de l'Apiculture française, Association loi de 1901, N° 1148, Paris (1988); erhältlich bei der Sektion Bienen der Eidg. Forschungsanstalt Liebefeld, 3097 Liebefeld-Bern.
- ³ nach *Talpay* (1985).
- ⁴ nach *Persano-Oddo L.* und Mitarbeiter (1995).
- ⁵ Leitfähigkeitswerte sind aus *Bogdanov* und Mitarbeiter (1999) entnommen.

Alle übrigen Tabellenwerte stammen aus *Persano-Oddo L.*: Interner EU-Bericht, 1992; Istituto Zool. Agraria, Sezione Apicoltura, Via Leonida Rech 36, 00156 Roma (1992); erhältlich beim Schweiz. Zentrum für Bienenforschung der Eidg. Forschungsanstalt Liebefeld, 3097 Liebefeld-Bern.

LAGER- UND WÄRMESCHÄDIGUNGEN

Die Qualitätskriterien Hydroxymethylfurfural (HMF), Invertase- (α -Glucosidase-) und Diastase- (α -Amylase-; Amylase-) Aktivitäten werden zur Beurteilung von Lager- und Wärmeschäden herangezogen [*Hadorn* und Mitarbeiter (1962); *White* und Mitarbeiter (1964); *Sancho* und Mitarbeiter (1992)].

In *Tabelle 23A.8* sind hierzu die wichtigsten Kriterien zusammengefasst.

Tabelle 23A.8

Beurteilungskriterien für frisch gewonnenen sowie wärmegeschädigten Honig

Honig	HMF ⁴	DZ ⁵	IZ ⁶
1. Normen¹			
EU-Norm: Honig, allgemein	max. 40	min. 8	
Honig, enzymarm	max. 15	min. 3	
Codex-Norm: Honig, allgemein	max. 80	min. 3	
2. Richtwerte²			
frisch gewonnener Honig, allgemein	<0,5 - 15	13 - 30	10 - 25
frisch gewonnener Honig, enzymarm	<0,5 - 15	4 - 8	8 - 12
Handelshonig, allgemein	10 - 40	8 - 14	4 - 10
Handelshonig, enzymarm	3 - 15	5 - 12	2 - 6
Geschädigt durch kurze Erwärmung	1 - 30	- ³	<0,5 - 4
Geschädigt durch lange Erwärmung	40 - 150	- ³	<0,5 - 4

LEGENDE

¹ Nach *Richtlinie der EU (74/409/EWG)* sowie Norm des Codex Alimentarius CX 5/10.2; CL 1993/14-SH. FAO, Rome. Siehe auch Tab. 23A.1

² Nach *Duisberg* und Mitarbeiter (1966) sowie *Hadorn* und Mitarbeiter (1962)

³ Der Einfluss der Erhitzung ist viel kleiner als bei der Invertase. Einschlägige Werte variieren produkt- und technologieabhängig sehr stark.

⁴ Hydroxymethylfurfural

⁵ Diastasezahl (Amylasezahl)

⁶ Invertasezahl

Am aussagekräftigsten ist dabei der HMF-Gehalt. Frisch gewonnener Honig enthält praktisch kein HMF. Bei langer oder zu warmer Lagerung steigt dieser an (*Tabelle 23A.9*). Die HMF-Zunahme ist abhängig vom *pH*-Wert. Bei Honig mit tiefen *pH*-Werten (z.B. Blütenhonig) erfolgt die Zunahme schneller als beim übrigen Honig (z.B. Honigtauhonig); siehe *Hadorn* und Mitarbeiter (1962).

Tabelle 23A.9

Zeitbedarf zur Bildung von 40 mg HMF/kg Honig in Abhängigkeit der Lagerungstemperatur [nach White und Mitarbeiter (1964), Hadorn und Mitarbeiter (1962) und Sancho und Mitarbeiter (1992)].

Temperatur °C	Zeit für die Bildung von 40 mg HMF/kg
4	20 - 80 Jahre
20	2 - 4 Jahre
30	0,5 - 1 Jahr
40	1 - 2 Monate
50	5 - 10 Tage
60	1 - 2 Tage
70	6 - 20 Stunden

Die Invertase- und Diastase-Aktivitäten variieren von Honig zu Honig sehr stark und sind nur in beschränkter Masse für Lager- und Wärmeschäden aussagekräftig. Bei frisch gewonnenem Honig stehen die Enzymaktivitäten in einem bestimmten Verhältnis zueinander. Die Invertase ist wesentlich lagerungs- und hitzeempfindlicher als die Diastase (Tabelle 23A.10). Kiermeier und Mitarbeiter (1954) setzen deshalb den Quotienten zwischen der Invertase- und der Diastasezahl (Kiermeier Quotient, KQ) als Beurteilungskriterium ein. Der KQ von nicht geschädigtem Honig ist grösser als 0,5, ansonsten variiert er zwischen 0,2 und 0,5 [Duisberg und Mitarbeiter (1966)]. Da der KQ jedoch sehr breiten natürlichen Schwankungen unterworfen ist, kann er nicht als alleiniges Kriterium für die Beurteilung von Lager- und Wärmeschäden herangezogen werden.

In verschiedenen europäischen Ländern haben die Imkerorganisationen Mindestanforderungen für sogenannten "Qualitäts- oder naturbelassenen" Honig aufgestellt. Für diese Klasse sollte der HMF-Wert < 15 mg/kg und die Invertasezahl ≥ 10 sein [Duisberg und Mitarbeiter (1966)].

Tabelle 23A.10

*Lagerungstemperatur und Schädigung der Honigenzyme**[nach White und Mitarbeiter (1964)].*

Temperatur °C	Halbzeitwert			
	Amylase		Invertase	
10	12'600	Tage	9'600	Tage
20	1'480	Tage	820	Tage
30	200	Tage	83	Tage
40	31	Tage	9,6	Tage
50	5,4	Tage	1,3	Tage
60	1	Tag	4,7	Stunden
70	5,3	Stunden	47	Minuten
80	1,2	Stunden	8,6	Minuten

Eine thermische Behandlung wird durchgeführt, um die Hefen abzutöten oder um die Kristallisation zu verzögern. Je nach den technologischen Bedingungen wird die Invertase mehr oder weniger stark geschädigt, währenddem der HMF-Gehalt und die Diataseaktivität weniger beeinflusst werden [Gonnet und Mitarbeiter (1964); Hadorn und Mitarbeiter (1962)].

HONIGFÄLSCHUNGEN

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, Honig zu verfälschen. Am wahrscheinlichsten ist die Verfütterung oder Beigabe von Zucker. Zucker wird in den meisten Industrieländern als Winternahrung an die Bienen verfüttert. Verwendet werden reiner Zucker (Saccharose), Invertzucker oder zuckerhaltige Produkte aus Mais, Kartoffeln, Weizen, Reis u.a., die durch enzymatische Invertierung oder Hydrolyse gewonnen wurden. Von einer Fälschung kann jedoch erst dann gesprochen werden, wenn diese Produkte während der Tracht verfüttert oder dem Honig direkt beigemischt werden.

Weitere Fälschungsmöglichkeiten sind der Zusatz von Salz (Erhöhung der Leitfähigkeit von Waldhonig zur Vortäuschung von Tannenhonig), Wasser und Pollen, die jedoch von untergeordneter Bedeutung sind.

Falsche Angaben bzgl. botanischer und geographischer Herkunft gelten ebenfalls als Fälschungen.

Bei der Routinekontrolle des Honigs sollten die Enzymaktivitäten, der HMF-Gehalt, die Leitfähigkeit (Asche) und der Prolingehalt bestimmt werden. Im allgemeinen hat verfälschter Honig eine tiefere Enzymaktivität, eine niedrigere Leitfähigkeit und weniger Pollen als der authentische. Diese Kenngrössen können Hinweise auf eine Verfälschung geben, genügen aber nicht für einen stichhaltigen Nachweis, da die Variationsbreite dieser Parameter von Honig zu Honig sehr gross ist. Der HMF- und Prolingehalt sind aussagekräftiger, gelten aber auch nicht als sichere Beweise für eine Verfälschung.

HMF: Manche Stärkehydrolysatprodukte haben einen erhöhten HMF-Gehalt. Durch solche Produkte verfälschter Honig weist deshalb ebenfalls einen erhöhten HMF-Wert auf [White und Mitarbeiter (1980)]. Da ein hoher HMF-Wert auch durch Lagerung und Erhitzung des Honigs zustande kommen kann, ist dies ebenfalls kein eindeutiger Beweis für eine Verfälschung.

Prolin: Beim Prolingehalt eines unverfälschten, reifen Honigs wird ein Mindestwert von 180 mg/kg vorausgesetzt [Von Der Ohe und Mitarbeiter (1991)]. Tiefere Werte weisen auf Zuckerfütterungs- oder mit Zucker verfälschten Honig hin.

Geben die Resultate der Routinekontrolle einen Hinweis auf eine Verfälschung, sollte dieser mittels spezifischer Methoden erhärtet werden. Mit deren Hilfe werden Parameter erfasst, die für die Zuckerprodukte typisch sind, mit denen der Honig verfälscht worden ist.

Zuckerspektrum: Mit Ausnahme einiger enzymschwacher oder Massentrachthonigen wie Akazien-, Alpenrosen-, Orangen- und Lavendelhonig, ist der Erlöse- wie der Saccharosegehalt normalerweise tief (Saccharose <1g/100g). Zuckerfütterungshonig kann einen erhöhten Saccharose- und Erlösegehalt aufweisen. Beide Disaccharide werden mit der Zeit durch honigeigene Enzyme gespalten, weswegen auch sie sich für einen sicheren Verfälschungsnachweis nicht eignen [Deifel und Mitarbeiter (1985)].

Der Nachweis von Verfälschungen mit Stärkehydrolysaten über das Verhältnis von Isomaltose/Maltose gemäss Doner und Mitarbeiter (1979) hat sich in der bisherigen Praxis ebenfalls als zu unsicher erwiesen.

Lipp und Mitarbeiter (1988) verbesserten ein dünnschichtchromatographisches Verfahren von Kushnir (1979), mit dem eine wesentlich bessere Auftrennung von Oligosacchariden erreicht wird. Oligosaccharide sind ausserdem im Honig und in Stärkehydrolysaten vorhanden. Mit Hilfe dieser Methode kann zwischen den Oligosacchariden von Honigtauhonig und Stärkehydrolysaten unterschieden werden.

Dieselben Autoren entwickelten zudem ein HPLC-Verfahren, mit dem sich die typischen Oligosaccharide der Stärkehydrolysatprodukte und des Honigs ebenfalls unterscheiden lassen. In einem ersten Schritt wird die Oligosaccharidfraktion an Aktivkohle adsorbiert und anschliessend mittels der HPLC-Technik analysiert. Wird dabei die Ionenaustausch-HPLC mit gepulstamperometrischer Detektion angewandt, kann die Empfindlichkeit deutlich gesteigert werden [Swallow und Mitarbeiter (1994)]. Dieses Verfahren erlaubt einen Zuckerzusatz von 10 g/100g Honig sicher nachzuweisen.

Isotopenmethode: Die Bienen benützen nur Pflanzen vom sogenannten C₃-Typ als Nektarlieferanten. Pflanzen wie Zuckerrohr und Mais sind hingegen vom C₄-Typ. Das Isotopenverhältnis ¹³C/¹²C ist spezifisch für beide Pflanzengruppen. Basierend auf diesem Sachverhalt entwickelten *White* und Mitarbeiter (1978) ein Verfahren zum Nachweis von Verfälschungen mit Zuckerprodukten aus Zuckerrohr und Mais [*Official Methods of AOAC*, Nr. 44.4.17 (1995)]. Mit der Einführung eines internen Protein-Standards wurde die Methode weiter verbessert [*White* und Mitarbeiter (1989); *White* (1992)]. Damit können Zuckerzusätze von ≥ 7 g/100 g Honig nachgewiesen werden [*Rossmann* und Mitarbeiter (1992)].

Mikroskopische Methode: Rohrzucker enthält Parenchym- und Epidermiszellen, sowie pflanzliche Gefäßringe, welche im unverfälschten Honig nicht vorhanden sind. In Honigen, welche mit Rohrzucker verfälscht sind, können solche Partikel mikroskopisch nachgewiesen werden [*Kerkvliet* und Mitarbeiter (1995)]. Die Mikroskopie ist eine leicht durchführbare Screening Methode. Zur Bestätigung kann der Isotopentest angewandt werden.

VERUNREINIGUNGEN

Honig kann partikuläre Verunreinigungen und Kontaminationen verschiedener Fremdstoffe enthalten.

Partikuläre Verunreinigungen

Durch Augenschein kann festgestellt werden, ob der Honig frei von Wachs-, Schmutz- und Insektenteilen, insbesondere Bienenbrut sowie anderen makroskopischen Verunreinigungen ist. Konsumfertiger, vorverpackter Honig, der optisch stark verunreinigt ist, kann beanstandet werden. Für den Gesamtgehalt an wasserunlöslichen Stoffen wird international ein Wert von maximal 0,1 g/100 g empfohlen (*Tabelle 23A.1*); für Presshonige ein solcher von maximal 0,5 g/100 g.

Verunreinigungen durch Fremdstoffe

Fremdstoffe können durch die Sammeltätigkeit der Bienen in den Honig gelangen. Andere wiederum werden durch den Imker selbst in das Bienenvolk eingebracht [*Bogdanov* (1988)] oder sie gelangen nachträglich z. B. durch die Verpackung hinein.

Mineralien und Spurenelemente

Honig enthält natürlicherweise viele Mineralien und Spurenelemente in unterschiedlicher Konzentration. Siehe *Tabelle 23A.4*. Einige Spurenelemente wie Blei, Cadmium, Quecksilber, Eisen, Zink, Aluminium u.a. können z.B. aus ungeeigneten Verpackungsmaterialien, Imkergeräten sowie direkt aus der Umwelt in den Honig gelangen. Bei Kontaminationen aus der Umwelt wirkt die Biene als "Filter", so dass der Honig schwach belastet ist (*Bogdanov* und Mitarbeiter 1991 und 1985; *Bogdanov* 1988).

Erhöhte Gehalte an Eisen und Zink, die für den Metallgeschmack von Honig verantwortlich sind, stammen hauptsächlich aus ungeeigneten Honiggefäßen.

Tierarzneimittel und Imkereihilfsstoffe

Tabelle 23A.11 führt die wichtigsten Stoffe auf, welche zur Zeit in der Bienenhaltung verwendet werden und die als Rückstände in Honig vorkommen können. Die vollständige Liste der weltweit verwendeten Wirkstoffe ist sehr umfangreich.

Die wichtigsten Bienenseuchenbekämpfungsmittel sind Akarizide, bei denen es weltweit über 50 Wirksubstanzen gibt. Mit wenigen Ausnahmen (z. B. die organischen Säuren) sind dies meistens lipophile Stoffe, die den Honig wenig belasten und im Bienenwachs zu finden sind [*Bogdanov* (1988); *Bogdanov und Mitarbeiter* (1998a)]. Diejenigen organischen Säuren, die als Akarizide eingesetzt werden, sind bereits natürliche Bestandteile des Honigs [*Horn und Mitarbeiter* (1992)] und deren Gehalte variieren sehr stark von Honig zu Honig (siehe *Tabelle 23A.7*). Thymol, ein weiteres natürliches, nicht toxisches Akarizid wird ebenfalls eingesetzt, aber die Rückstände sind normalerweise weit unter dem Toleranzwert [*Bogdanov und Mitarbeiter* (1998b)].

Zur Bekämpfung von Bienenseuchen werden auch Antibiotika eingesetzt, vor allem im Ausland. In der Schweiz ist die Antibiotikaaanwendung verboten. Deshalb sind im Honig keine Antibiotikarückstände zu erwarten. Erfahrungen der Kantonalen Laboratorien haben gezeigt, dass viele ausländische Honige mit Antibiotika belastet sind.

Paradichlorbenzol wird zur Bekämpfung der Wachsmotten verwendet. Dieser Einsatz ist jedoch nicht gerechtfertigt, denn die Wachsmotte kann auch ohne Paradichlorbenzol bekämpft werden. Deshalb werden nur minimale Rückstände toleriert (siehe Fremd- und Inhaltsstoffverordnung). Der Einsatz von Phenol als Repellent kann im Honig zu Rückständen bis 12 mg/kg führen [*Daharu und Mitarbeiter* (1985)].

Tabelle 23A.11

Tierarzneimittel und Imkereihilfsstoffe

Wirkstoff und Handelsbeziehung
<i>Akarizide/Insektizide</i> Amitraz Brompropylat (Folbex VA) Chlorbenzilat (Folbex) Chlordimeform und Abbauprodukte Coumaphos (Perizin) Cymiazol (Apitol) Dibrombenzophenon (Abbauprodukt von Brompropylat) Flumethrin (Bayvarol) Fluvalinat (Apistan, Klartan) Malathion Thymol
<i>Organische Säuren mit akarizider Wirkung</i> Ameisensäure Milchsäure Oxalsäure
<i>Antibiotika</i> Chloramphenicol Sulfonamide (Sulfamethazine, Sulfamerazine, Sulfathiazol) Tetracyclin, Oxytetracyclin Streptomycin
<i>Andere</i> Chlorethanol Paradichlorbenzol (Global), gegen Wachsmotten Phenol als Repellent

Pestizide und halogenierte Kohlenwasserstoffe

Neben den üblichen Pestiziden, welche hauptsächlich in der Landwirtschaft eingesetzt werden, gelangen auch Substanzen aus der Umwelt wie polychlorierte Biphenyle (PCB) in den Honig. Von imkerlicher Seite könnten Holzschutzmittel (z. B. Pentachlorphenol), die Bestandteil der Beutenfarben sind, in den Honig gelangen [Kalinis und Mitarbeiter (1984)]. Die meisten Pestizide und halogenierten Kohlenwasserstoffe sind lipophile Stoffe, die sich hauptsächlich im Bienenwachs anreichern und deswegen im Honig direkt nur in Spuren vorhanden sind [Bogdanov (1988)].

Weitere Verunreinigungen

Organische Substanzen können aus Verpackungsmaterialien wie Kunststoffen, Wachskarton u.ä. migrieren. Siehe dazu Kapitel 48 "Bedarfsgegenstände aus Kunststoff".

Die Bestimmung der verschiedenen Verunreinigungen wird nach Methoden folgender Kapitel durchgeführt:

- Toxische Metalle und Spurenelemente: Kapitel 45 "Spurenelemente".
- Pestizide und halogenierte Kohlenwasserstoffe: Kapitel 46 "Pestizidrückstände".
- Migrationsstoffe: Kapitel 47A "Materialien aus Papier, Karton und Pappe für Lebensmittel" sowie Kapitel 48 "Bedarfsgegenstände aus Kunststoff".
- Bienenseuchenbekämpfungsmittel: Kapitel 55 "Tierarzneimittelrückstände".
- Radionuklide: Kapitel 68 "Radionuklide in Lebensmitteln".

LITERATUR (REIHENFOLGE DER ZITATE NACH ERSCHEINUNGSJAHR)

Official Methods of Analysis of AOAC International. Suite 500, 481 North Frederick Avenue, Gaithersburg, Maryland 20877 - 2417 USA (neue Auflage ca. alle 5 Jahre).

Bogdanov, S. und die Internationale Honigkommission: Honey quality, methods of analysis and international regulatory standards: review of the work of the International Honey Commission. Mitt. Lebensmittelunters. Hyg. **90**, 108 - 125 (1999).

Bogdanov, S., Kilchenmann, V. and Imdorf, A.: Acaricide residues in some bee products, J. Apicult. Research **37**, 57 - 67 (1998a).

Bogdanov, S., Imdorf, A. and Kilchenmann, V.: Residues in wax and honey after Api Life VAR treatment, Apidologie **29**, 513 - 524 (1998b).

Bogdanov, S., Martin, P. and Lüllmann, C.: Harmonised methods of the European honey commission, Apidologie (extra issue) 1 - 59, (1997).

Bogdanov, S.: Nature and origin of the antibacterial substances in honey. Lebensm.-Wiss. und Technol. **30**, 748 - 753 (1997).

Bogdanov, S.: Charakterisierung von Schweizer Sortenhonigen. Agrarforsch. **4**, 427 - 430 (1997).

Persano-Oddo, L., Sabbatini, A.G., Marcazzan, G.L. e Accorti, M.: Conoscere il miele. Edizioni, Avenue Media Bologna (1995).

Kerkvliet, J.D., Shrestha, M., Tuladhar, K. and Manandhar, H.: Microscopic detection of adulteration of honey with cane sugar and cane sugar products. Apidologie **26**, 131 - 139 (1995).

Vlayen, P.: Miel et Botulisme. Les Carnets du CARI, **46**, 14 - 16 (1995).

Zander, E. und Koch, A.: Der Honig. 3. von J. Lipp völlig neubearbeitete und erweiterte Auflage. Ulmer Verlag, Stuttgart (1994).

Swallow, K. and Low, N.: Determination of honey authenticity by anion-exchange liquid chromatography. J. Assoc. Off. Anal. Chem. **77**, 695 - 702 (1994).

- Criseo, G. und Mitarbeiter:* Isolation of *C. botulisme* typ B from Sicilian honey samples. *Riv. sci. alim.* **22** (2), 175 - 181 (1993).
- Codex Alimentarius Commission:* Revised Codex Standards for Sugars and Honey; CX 5/10.2; CL (1993)/14-SH; Via delle Terme di Caracalla, Rome (1993).
- DIN-Norm Nr. 10756 (1993):* Bestimmung des Gehalts an freier Säure. Beuth Verlag GmbH, Berlin; Vertretung Schweiz: Schweiz. Normen-Vereinigung (SNV), Zürich.
- Horn, H. und Lüllmann, C.:* Das grosse Honigbuch. Verlag Ehrenwirth. München (1992).
- Rossmann, A., Lüllmann, C. und Schmidt, H.L.:* Massenspektrometrische Kohlenstoff- und Wasserstoff-Isotopen-Verhältnismessung zur Authentizitätsprüfung bei Honigen; *Z. Lebensm.-Unters. Forsch.* **195**, 307 - 311 (1992).
- Bogdanov, S.:* Wiederverflüssigung des Honigs, *Schweiz. Bienen-Zeitung* **115**, 519 - 525 (1992).
- Molan, P.:* The antibacterial activity of honey, *Bee world* **73**, 5 - 28 und 59 - 76 (1992).
- Boussetta, A., Collins, S. and Dufour, J.P.:* Characteristic aroma profiles of unifloral honeys obtained with dynamic headspace GC-MS system, *J. Apic. Res.* **31**, 96 - 109 (1992).
- White, J.:* Internal standard stable carbon isotope ratio method for determination of C₄ plant sugars in honey: collaborativ study and evaluation of improved protein preparation procedure; *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* **75**, 543 - 548 (1992).
- DIN-Norm-Vorlage Nr. 10758 (1992):* Bestimmung des Gehaltes an Sacchariden (HPLC). Beuth Verlag GmbH, Berlin; Vertretung Schweiz: Schweiz. Normen-Vereinigung (SNV), Zürich.
- Sancho, M.T., Muniategui, S., Huidobro, J.F. and Simal, J.:* Aging of honey. *J. Agric. Food Chem.* **40**, 134 - 138 (1992).
- Horn, H.:* Die Kristallisation des Bienenhonigs. Teile 1 bis 4; 1991: Hefte **11**, 323 - 326 und **12**, 361 - 363; (1992): Hefte 1, 9 - 13 und 2, 44 - 48 (1991-2).
- Moore, P.D., Webb, J.A. and Collinson, M.E.:* Pollen analysis. Blackwell Scientific Publications (1991).
- Sancho, M.T., Muniategui, S., Sanchez, M.P., Huidobro, J.F. and Simal, J.:* Relationship between electrical conductivity and total and sulphated ash contents in Basque honeys. *Apidologie*, **22**, 487 - 494 (1991).
- Von Der Ohe, W., Dustman, J. und Von der Ohe, K.:* Prolin als Kriterium der Reife des Honigs, *Dtsch. Lebensm.-Rundsch.* **87**, 383-386 (1991).
- Bogdanov, S. und Kilchenmann, V.:* Zink- und Aluminiumrückstände aus Varroagittern. *Schweiz. Bienenztg.* **114**, 197 - 199 (1991).
- Swallow, K. and Low, N.:* Analysis and Quantitation of the carbohydrates in honey using HPLC. *J. Agric. Food Chem.* **38**, 1828 - 1832 (1990).
- Häusler, M. und Montag, A.:* Minorbestandteile des Honigs mit Aromarelevanz. *Dtsch. Lebensm.-Rundsch.* **86**, 171 - 174 (1990).
- Love, J.L.:* Toxic honey - a New Zealand story. *Anal. Proc.* **27**, 87 - 89 (1990).

- Bogdanov, S., Imdorf, A., Kilchenmann, V. und Gerig, L.:* Rückstände von Fluvalinat in Bienenwachs, Futter und Honig. Schweiz. Bienenztg. **113**, 130 - 134 sowie **113**, 250 - 254 (Rückstände von Folbex in Wachs, Futter und Honig) (1990).
- White, J. and Winters, K.:* Honey protein as internal standard for stable carbon isotope detection of adulteration of honey; J. Assoc. Off. Anal. Chem. **72**, 907 - 911 (1989).
- Bogdanov, S. und Baumann, E.:* Bestimmung von Honigzuckern mit HPLC. Mitt. Geb. Lebensmittelunters. Hyg. **79**, 198 - 206 (1988).
- Bogdanov, B. und Lehnher, B.:* Honig kann fein umkristallisieren und cremig gemacht werden. Schweizerische Bienen-Zeitung **111**, 300 - 303 (1988).
- Lipp, J., Ziegler, H. and Conrady, E.:* Detection of high fructose- and other syrups in honey using high-pressure liquid chromatography; Z. Lebensm.-Unters. Forsch. **187**, 334 - 338 (1988).
- Lampe, K.F.:* Rhododendrons, mountain laurel and mad honey. JAMA **259**, 2009 (1988).
- Bogdanov, S.:* Bienenvolk und Schadstoffbelastung. Schweiz. Bienenztg. **111**, 571 - 575 (1988).
- Bogdanov, S.:* Honigkristallisation und Honigqualität. Schweizerische Bienen-Zeitung **110**, 84 - 92 (1987).
- Bogdanov, S., Rieder, K. und Rüegg, M.:* Neue Qualitätskriterien bei Honiguntersuchungen, Apidologie, **18**, 267 - 278 (1987).
- Mateo, R., Bosch, F., Pastor, A. and Jimenez, M.:* Capillar column gas chromatographic identification of sugars in honey as trimethylsilyl derivatives. J. Chromatogr. **410**, 319 - 328 (1987).
- Accorti, M., Piazza, M.G. et Persano-Oddo, L.:* La conductivité électrique et le contenu en cendres du miel. Apiacta, **22**, 19 - 20 (1987).
- Schley, P. und Schultz, B.:* Die Kristallisation des Bienenhonigs, Die Biene Nr.1, 5 - 10, Nr.2, 46 - 50, Nr.3, 114 - 118, Nr.4, 186 - 187, Nr. 5, 245-247 (1987).
- Accorti, M., Oddo, L.P., Piazza, M.G. e Sabatini, A.G.:* Schede di caratterizzazione delle principali qualità di miele Italiano. Apicoltura (appendice a) Nr. 2 (1986).
- Bogdanov, S.:* Honigsensorik und Honigdegustation. Schweizerische-Bienenzeitung **109**, 453 - 457 (1986).
- Gonnet, M. et Vache, G.:* Le goût du miel. Edition U.N.A.F. Paris (1985).
- Talpay, B.:* Spezifikationen für Trachtenhonige. Deutsch. Lebensm.-Rundsch. **81**, 148 - 151 (1985).
- Culvenor, C.C.J.:* Patterson's curse and toxic alkaloids. Search. Australia **16**, 219 - 223 (1985).
- Deifel, A., Gierschner, K. und Vorwohl, G.:* Saccharose im Honig: Saccharose und deren Transglykosidierungsprodukte in natürlichen und Zuckerfütterungshonigen; Dtsch. Lebensm.- Rundsch. **81**, 356 - 362 (1985).
- Bogdanov, S., Zimmerli, B. und Erard, M.:* Schwermetalle in Honig. Mitt. Geb. Lebensmittelunters. Hyg. **77**, 153 - 158 (1985).

- Daharu, P. and Sporns, P.:* Residue levels and sensory evaluation of bee repellent phenol found in honey. *Can. Inst. Food Sci. Technol.* **18**, 63 - 66 (1985).
- Sabatini, A.G., Nanetti, A., Maurizi, M. e Lercker, G.:* Studio dell'origine botanica dei mieli attraverso il profilo gaschromatographico dei componenti neutri. *Rivista di merceologia* **23**, 71 - 81 (1984).
- Bogdanov, S.:* Honigdiastase; Gegenüberstellung verschiedener Bestimmungsmethoden, *Mitt. Geb. Lebensmittelunters. Hyg.* **75**, 214 - 320 (1984).
- Bogdanov, S.:* Characterization of Antibacterial Substances in Honey, *Lebensm. Wiss. u. Technol.* **17**, 74 - 76 (1984).
- Crane, E., Walker, P. and Day, R.:* Directory of important world honey sources. Verlag International Bee Research Association, London (1984).
- Kalnins, M. and Detroy, B.:* Effect of Wood preservative treatment of beehives and hive products. *J. Agric. Food Chem.* **32**, 1176 - 1180 (1984).
- Maga, J.:* Honey flavour, *Lebensm. Wiss. u. Technol.* **16**, 65 - 68 (1983).
- Gössinger, H.; Hruby, K., Pohl, A., Davogg, S., Sutterlüthi, G. und Mathis, G.:* Vergiftungen mit andromedolotoxinhaltigem Honig. *Dtsch. med. Wschr.* **108**, 1555 - 1558 (1983).
- Bogdanov, S.:* Bestimmung von Honigprotein mit Coomassie Brilliantblau G 250, *Mitt. Geb. Lebensmittelunters. Hyg.* **72**, 411 - 417 (1981).
- Rüegg, M. and Blanc, B.:* The water activity of honey and related solutions, *Lebensmitt. Wiss. Technol.* **14**, 1 - 6 (1981).
- Tysset, C. et Rousseau, M.:* Le probleme du microbisme et de l'hygiene des miels du commerce, *Rev. Med. vet.* **132**, 591 - 600 (1981).
- White, J.:* Natural honey toxicants. *Bee world* **62**, 23 - 28 (1981).
- Zürcher, K. und Hadorn, H.:* Vergleichende Wasserbestimmungen in Honig nach Karl Fischer, aus Dichte, refraktometrisch und gravimetrisch. *Mitt. Geb. Lebensmittelunters. Hyg.* **71**, 396 - 403 (1980).
- Fleming, R. und Stojanovic, V.:* Untersuchungen von Bienenhonig auf Clostridium botulinum-Sporen, *Arch. Lebensm. Hyg.* **31**, 179 - 180 (1980).
- Hartgen, H.:* Untersuchungen von Honigproben auf Botulinustoxin, *Arch. Lebensm. Hyg.* **31**, 177 - 178 (1980).
- Morse, R. and Lisk, D.J.:* Elemental analysis of honeys from several nations, *Am. Bee J.* Nr. 7, 522 - 523 (1980).
- White, J. and Siciliano, J.:* Hydroxymethylfurfural and honey adulteration; *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* **63**, 7 - 10 (1980).
- Arnon, S., Midura, T., Damus, K., Thompson, B., Wood, R. and Chin, J.:* Honey and other enviromental risk factors for infant botulinism, *J. of Pediatrics* **94**, 331 - 336 (1979).
- Gauch, R., Leuenberger, U. and Baumgartner, E.:* Quantitative determination of mono-, di- and trisaccharides by thin-layer chromatography. *J. Chromatogr.* **174**, 195 - 200 (1979).

- Doner, L., White, J. and Philips, J.:* Gas-liquid chromatographic test for honey adulteration by high fructose corn syrup; J. Assoc. Off. Anal. Chem. **62**, 186 - 189 (1979).
- Kushnir, I.:* Sensitive thin layer chromatographic detection of high fructose corn syrup and other adulterants in honey; J. Assoc. Off. Anal. Chem. **62**, 917 - 920 (1979).
- White, J. and Rudyi, O.:* The protein content of honey, J.apic.res. **17**, 234 - 238 (1978).
- Bosi, G. and Battaglini, M.:* Gas chromatographic analysis of free and protein amino acids in some unifloral honeys, J. apic. res. **17**, 152 - 166 (1978).
- Louveaux, J., Maurizio, A. und Vorwohl, G.:* Internationale Kommission für Bienenbotanik der IUBS: Methods of Melissopalynology. Bee World **59**, 139 - 157 (1978).
- Sugiyama, H., Mills, D. and Kuo, K.:* Number of Clostridium botulinum Spores in Honey, J. Food Protection **41**, 848 - 850 (1978).
- Wellford, T., Eadie, T. and Liewellyn, G.:* Evaluation the Inhibitory action of Honey on Fungal Growth, Sporulation and Aflatoxin Production; Z. Lebensm.-Unters. Forsch. **166**, 280 - 283 (1978).
- White, J. and Doner, L.:* Mass spectrometric detection of high fructose corn syrup in honey by use of $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ratio; J. Assoc. Off. Anal. Chem. **61**, 746 - 750 (1978).
- Doner, L.:* Sugar of honey. A review. J. Sci. Fd. Agric. **28**, 443 - 456 (1977).
- Journal Officiel:* Methodes officielles d'analyses du miel. Textes d'intérêt général No 77 - 79. Imprimerie des Journaux officiels, Paris (1977).
- Siegenthaler, U.:* Eine einfache und rasche Methode zur Bestimmung der Invertase im Honig, Mitt. Geb. Lebensmittelunters. Hyg. **68**, 251 - 258 (1977).
- Davies, A.:* Amino acid analysis of honeys from eleven countries. J. Apicultural research **14**, 29 - 39 (1975).
- White, J.:* in "Honey"; Ed. E. Crane: Physical Characteristics of Honey. Heinemann, London (1975).
- Echigo, T.E. and Takenaka, T.:* Production of organic acids in honey by honeybees. J. of the Agr. Chem. Soc. of Japan (japanisch) **48**, 225 - 230 (1974).
- Hadorn, H. und Zürcher, K.:* Eine einfache kinetische Methode zur Bestimmung der Diastasezahl im Honig. Dtsch. Lebensm.-Rundsch. **68**, 209 - 216 (1972).
- Bergner, K.G. und Hahn, H.J.:* Zum Vorkommen und zur Herkunft der freien Aminosäuren in Honig, Apidologie **3**, 5 - 34 (1972).
- Siddiqui, I.:* The sugars of honey. Advances in carbohydrate chemistry and biochemistry **25**, 285 - 309 (1970).
- Petrov, V.:* Mineral constituents of some australian honeys as determined by atomic absorption. J. Apic.Res. **9**, 95 - 101 (1970).
- Louveaux, J., Maurizio, A. und Vorwohl, G.:* Internationale Kommission für Bienenbotanik der IUBS: Methodik der Melissopalynologie. Apidologie **1**, 193 - 209 (1970).
- Louveaux, J.:* Annexes Microphotographiques, Tome III. Atlas Photographique d'Analyse Pollinique des Miels. Service de la Répression des Fraudes et du Contrôle de la Qualité (1970).

- Duisberg, H. und Hadorn, H.:* Welche Anforderungen sind an Handelshonige zu stellen. Mitt. Geb. Lebensmittelunters. Hyg. **57**, 386 - 407 (1966).
- Gonnet, M., Lavie, P. et Louveaux, J.:* La pasteurisation des miels. Ann. Abeilles **7**, 81 - 102 (1964).
- White, J., Kushnir, I. and Subers, M.:* Effect of storage and processing temperatures on honey quality. Food Technology **18**, 153 - 156 (1964).
- White, J., Subers, M. and Schepartz, A.:* The identification of inhibine, the antibacterial factor in honey, as hydrogen peroxide and its origin in a honey glucose oxidase system; Biochim. Biophys. Acta **73**, 57 - 70 (1963).
- Hadorn, H. und Zürcher, K.:* Formolzahl von Honig. Gleichzeitige Bestimmung von Formolzahl, pH, freie Säure und Lactongehalt in Honig. Mitt. Geb. Lebensmittelunters. Hyg. **54**, 304 - 321 (1963).
- Hadorn, H., Zürcher, K. und Doevelaar, F.:* Über Wärme- und Lagerschädigungen von Bienenhonig, Mitt. Geb. Lebensmittelunters. Hyg. **53**, 191 - 229 (1962).
- White, J.:* Composition of American honeys. Techn. Bull. No 1261. US Department of Agriculture (1962).
- Hadorn, H.:* Zur Problematik der quantitativen Diastasebestimmung in Honig. Mitt. Geb. Lebensmittelunters. Hyg. **52**, 67 - 103 (1961).
- Erdtman, G.:* An introduction to pollen analysis. Chronica Botanica Company. Waltham, Mass. (1954).
- Kiermeier, F. und Köberlein, W.:* Über die Hitzeinaktivierung von Enzymen in Honig. Z. Lebensm.-Unters. Forsch. **98**, 329 - 347 (1954).
- Stephen, W.:* The relationship of moisture content and yeast count in honey fermentation. Scientific Agriculture **26**, 258 - 264 (1946).
- Zander, E.:* Beiträge zur Herkunftsbestimmung bei Honig. I. Pollengestaltung und Herkunftsbestimmung bei Blütenhonig. Verlag der Reichsfachgruppe Imkerei e.V., Berlin (1935).