

Zuckerspektrum und Kristallisationstendenz von Honigen

Autor(en): **Hadorn, H. / Zürcher, K.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène**

Band (Jahr): **65 (1974)**

Heft 4

PDF erstellt am: **09.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-983696>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Zuckerspektrum und Kristallisationstendenz von Honigen

H. Hadorn und K. Zürcher,
Zentrallaboratorium Coop Schweiz, Basel

Einleitung

Frisch geschleuderter Bienenhonig ist flüssig. Viele Honige beginnen früher oder später zu kristallisieren und werden schließlich fest (kandierter Honig). Andere Honige bleiben während Monaten oder Jahren flüssig. Von den Konsumenten werden teils kandierte, teils flüssige Honige bevorzugt. Die Art des Kristallisierens ist meistens dem Zufall überlassen. Oft bilden sich in dem ursprünglich flüssigen, in Gläser abgefüllten Honig einzelne Zuckerkristalle, welche sich zu erheblicher Größe entwickeln und sedimentieren. Die Folge davon sind Gläser, welche am Boden eine verschieden hohe Schicht von groben Zuckerkristallen enthalten. Darüber befindet sich eine oft dünnflüssige Schicht, in der das Wasser angereichert ist. Solche Honige präsentieren sich nicht gut, sie sind schlecht streichfähig und werden von den Konsumenten nicht geschätzt. Gelegentlich wird in derartigen Gläsern auch eine Oberflächengärung beobachtet, da sich Hefen in der wasserreicheren flüssigen Schicht leicht entwickeln können.

Vom Konsumenten gewünscht werden Honige, die im Glas entweder flüssig bleiben oder aber Honige, die vollständig, möglichst fein kristallisiert und gut streichfähig sind. Die Kristallisationszeit ist von Honigsorte zu Honigsorte außerordentlich verschieden.

Während beispielsweise Rapshonige schon nach wenigen Tagen zu kristallisieren beginnen, bleiben andere Honige wie Robinien-, Eukalyptus- und Honigtau-honige sehr lange flüssig.

Literaturübersicht

Schon früh wurde erkannt, daß die Kristallisationstendenz des Honigs vom Zuckerspektrum abhängt. Im Handbuch der Lebensmittelchemie hat *Duisberg* (1) die Ergebnisse der verschiedenen Forscher diskutiert. Von den Honigbestandteilen kristallisiert im allgemeinen die Glucose am leichtesten. Eine Ausnahme machen nur gewisse Honigtau-honige mit hohem Melezitosegehalt. Die Melezitose kann bereits in den Waben auskristallisieren. Derartige Honige lassen sich nicht schleudern (siehe *H. Hadorn* [2]).

Die Beziehungen zwischen Kristallisationstendenz und den einzelnen Zuckerarten wurden von *Jackson* und *Silsbee* (3) und *Zelikmann* (4) untersucht. Ueber-

wiegt die Fructose über die Glucose, so wird die Kristallisation gehemmt. Bei einer Serie von Mustern mit Glucose-Fructose-Verhältnissen von 1 : 1,06 — 1 : 1,55 stieg die Kristallisationszeit von 1 auf 27 Monate. *De Boer* (5) hat gezeigt, daß sich unterschiedlich kristallisierende Honige durch das Verhältnis der Zuckerarten unterscheiden. Er berechnet den Faktor $\frac{\text{Fructose}}{\text{Glucose}} \cdot 100$, welcher bei gut kristallisierenden Honigen (Raps, Weißklee) 105,4 und 113 beträgt, bei nicht kristallisierenden Honigen bis 171,6 ansteigt. Als neue Größe für das Kristallisationsvermögen führt *De Boer* die Verhältniszahl $\frac{\text{Glucose}}{\text{Nichtzucker}}$ ein, welche bei gut kristallisierenden Honigen 22,4, bei nichtkristallisierenden Honigen nur 3,9 beträgt.

Diese Werte sind allerdings problematisch, weil bei den älteren Analysen die Resultate nicht ganz zuverlässig waren. Die sogenannten Nichtzuckerstoffe lassen sich nur indirekt und nicht genau bestimmen. Vermutlich bestehen die von *De Boer* angegebenen, zum Teil recht hohen Werte (bis 6,77 % Nichtzucker) zu einem beträchtlichen Teil aus Di- und Oligosacchariden.

Erst durch Verbesserung der Analysemethoden durch *White* und *Mahrer* (6, 7) womit es gelang, die einzelnen Zuckerarten genau zu bestimmen, ergaben sich neue Gesichtspunkte zur Beurteilung der Beziehungen zwischen Zuckerspektrum und Kristallisationstendenz. Diese Forscher zeigten, daß die nach älteren Methoden bestimmten Glucose-Werte nicht den wirklichen Glucose-Gehalt wiedergeben, da Maltose und andere Oligosaccharide teilweise mitbestimmt wurden. *Austin* (8) hat vorgeschlagen, das Verhältnis wahre Glucose/Wasser (G/W) zur Beurteilung des Kristallisationsvermögens heranzuziehen. *White* und Mitarbeiter haben in einer äußerst gründlichen Arbeit (9) über 500 USA-Honige eingehend analysiert. Sie haben unter anderem auch die Beziehungen zwischen der Kristallisationstendenz des Honigs und den verschiedenen Verhältniszahlen statistisch geprüft. Es waren dies folgende Verhältniszahlen:

Glucose/Wasser

Glucose — Wasser

Fructose

Fructosegehalt

Fructose/Glucose

Nach obigen Autoren läßt sich die Kristallisationstendenz des Honigs am besten aufgrund des Glucose/Wasser-Verhältnisses beurteilen. Diese Korrelation ist statistisch am besten gesichert. Honige mit Glucose/Wasser-Verhältnis von 1,7 oder darunter kristallisieren in der Regel nicht, solche mit einem Verhältnis von 2,1 und darüber neigen zu rascher Kristallisation und werden fest.

Eigene Versuche

Wir hatten kürzlich Gelegenheit, 54 Honige des Handels, die aus allen Kontinenten stammten, eingehend zu untersuchen. An anderer Stelle (10) sollen diese Resultate veröffentlicht werden, wobei das Hauptgewicht auf die Beziehungen zwischen botanischer Herkunft (Pollenbild) und chemischer Zusammensetzung gelegt wurde. Da wir von sämtlichen Honigen das Zuckerspektrum nach einer von uns überprüften gaschromatischen Methode (11) aufgenommen hatten, eignet sich das Material gut zum Studium der Frage, ob Zusammenhänge zwischen dem Verhältnis der einzelnen Zuckerarten und der Kristallisationstendenz des Honigs bestehen.

Die Kristallisation der Honige beurteilten wir, nachdem die Muster etwa 1 Jahr bei Zimmertemperatur gelagert worden waren. Zur Beschreibung der Kristallisation benutzten wir die von *White* und Mitarbeitern (9) aufgestellte Skala, die wir allerdings etwas ergänzt haben, da im Handel Honige vorkommen, die in dieser Skala nicht vorgesehen sind (siehe Tabelle 1). So fehlten beispielsweise

Tabelle 1 Bezeichnung des Kristallisationsgrades

Ziffer Code	Aussehen
0	vollständig flüssig
1	wenig vereinzelte Kristalle
2	1,5—3 mm hohe kristallisierte Bodenschicht
3	wenig Kristallklumpen
4	6—12 mm hohe kristallisierte Bodenschicht
5	$\frac{1}{4}$ der Honigschichthöhe kristallisiert
6	$\frac{1}{2}$ der Honigschichthöhe kristallisiert
7	$\frac{3}{4}$ der Honigschichthöhe kristallisiert
8	vollkommen weich durchkristallisiert (fest oder hochviskos) An der Oberfläche evtl. eine dünne flüssige Schicht (1—3 mm)
9	vollkommen hart durchkristallisiert
—	thixotrop

thixotrope Honige. Unter den vollständig weich kristallisierten Honigen fanden wir mehrere Muster, die nicht fest, sondern hochviskos waren. Wir haben daher jeweils angegeben, ob die Honige fest oder hochviskos (visk) waren.

In der Tabelle 2 sind die Analysenresultate der 54 Honige aufgeführt. Die Honige sind nach botanischer Herkunft geordnet. Wir haben aus Platzgründen nur die wichtigsten Pollenarten aufgeführt (* Leitpollen, ** Begleitpollen). Die Honigtau-Bestandteile haben wir mit Symbolen angegeben. Es bedeuten: 0 keine Honigtau-Bestandteile, + wenig bis ziemlich viel, ++ viel bis sehr viel. Es zeigte sich, daß in mehreren Fällen die Deklaration auf der Etiketle nicht mit

Tabelle 2 Bezeichnung und Herkunft der Honige,

Nr.	Bezeichnung Herkunftsland	* Leitpollen ** Begleitpollen	Honigtau	Wasser %	HMF mg/100 g	Enzyme	
						Saccharase- Zahl	Diastase- Zahl
<i>a) Blütenhonige aus einseitiger Tracht — Sortenhonige</i>							
1	Heidehonige Frankreich	* — ** Calluna, Castanea	0	18,7	4,20	1,3	21,2
2	Heidehonige	* — ** Eucalyptus, Ulex	0	19,4	2,40	1,0	7,1
3	Blütenhonig Schweiz	* Castanea ** —	0	15,6	0,11	15,0	13,7
4	Orangenhonig Amerika	* Salix ** Citrus	0	14,5	1,57	1,0	8,3
5	Orangenhonig Israel	* — ** Citrus, Eucalyptus	0	16,5	0,82	6,2	7,3
6	Blütenhonig Schweiz	* Cruciferae (Brassica) ** Acer	0	17,6	0,57	11,2	14,4
7	Blütenhonig Schweiz	* Cruciferae (Brassica) ** —	0	15,3	0,84	9,8	13,1
8	Arctic Nordamerika	* Cruciferae ** Trifo- lium repens, Melilot.	0	16,9	0,90	4,8	8,8
9	Blütenhonig China	* Cruciferae ** —	0	16,9	1,46	3,1	5,8
10	Pampashonig Argentinien	* Eucalyptus ** —	0	16,4	1,72	2,2	10,3
11	Blütenhonig Madagaskar	* Eucalyptus ** —	0	17,4	1,26	5,1	2,9
12	Blütenhonig Australien	* Eucalyptus ** —	0	17,3	0,40	9,0	12,1
13	Sonnenblumenhonig Ausland	* Eucalyptus ** Helianthus	0	16,0	1,13	3,5	19,4
14	Hochlandhonig China	* Labiatae L. ** Vicia	0	17,0	1,78	1,3	8,2
15	Blütenhonig Costa Rica	* Moraceae ** Bombax, Compositae	0	16,0	1,81	9,1	11,1
16	Palmenhonig Karibisch	* Palmae ** Eucalyptus	0	18,6	0,97	6,2	20,5
17	Zuckerrohrhonig Cuba	* Palmae ** —	0	18,0	1,72	5,5	21,5
18	Akazienhonig	* — ** Robinia, Eucalyptus	0	17,2	4,2	0,2	3,9

Pollenanalyse und chemische Zusammensetzung

Zuckerspektrum										Fructose/Glucose	Glucose/Wasser	Kristallinat.-Typ	Nr.
Monosacch.		Disaccharide						Tri-saccharide					
Fructose	Glucose	Saccharose	Maltose	X ₁	X ₂	M	X ₃	Raffinose	Melzitose				
54,2	38,3	0,2	6,2	0	0,8	0,1	0,2	0	0	1,41	1,66	thix.	1
52,3	35,0	0,1	9,8	1,1	0,6	0,4	0,6	0	0	1,49	1,45	thix.	2
51,4	30,9	0,2	13,3	0,9	0,5	0,5	1,2	0,5	0	1,66	1,67	8 visk.	3
47,0	40,7	1,6	8,6	0,5	0,5	0,1	0,2	0,1	0	1,15	2,07	8 visk.	4
47,9	42,3	0,3	6,9	0,7	0,7	0,1	0,3	0	0	1,13	2,16	7	5
43,5	47,0	0,1	8,5	0	0,2	0,1	0,3	0	0	0,93	2,20	8 fest	6
45,9	45,9	0,1	7,3	0,3	0,1	0,1	0,3	0	0	1,00	2,54	8 fest	7
44,9	46,1	0,3	6,3	0,6	0,6	0,2	0,2	0	0	0,97	2,28	8 fest	8
46,2	47,9	0,1	5,7	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0,96	2,36	8 fest	9
47,9	41,8	0,4	7,4	0,9	0,9	0,2	0,4	0	0	1,15	2,10	8 visk.	10
49,0	42,8	0,2	6,1	0,7	0,2	0,2	0,3	0	0	1,14	2,03	8 visk.	11
53,0	39,3	0,2	5,4	1,0	1,0	0	0	0	0	1,35	1,88	0	12
48,3	40,5	0,3	8,6	0,7	0,7	0,1	0,2	0	0	1,19	2,13	8 fest	13
48,1	44,2	0,7	6,0	0,8	0,2	0	0	0	0	1,09	2,16	8 fest	14
46,1	41,8	0,2	9,0	1,0	1,0	0,2	0,4	0	0	1,10	2,19	8 visk.	15
46,9	37,3	0,1	11,0	1,1	1,3	0,4	1,3	0	0	1,26	1,64	0	16
47,9	34,2	0,1	13,7	1,2	1,2	0,5	1,0	0	0	1,40	1,56	0	17
49,4	35,8	2,9	9,7	0,3	0,3	0,1	0,2	0	0	1,38	1,72	0	18

Nr.	Bezeichnung Herkunftsland	* Leitpollen ** Begleitpollen	Honigtau	Wasser %	HMF mg/100 g	Enzyme	
						Saccharase- Zahl	Diastase- Zahl
19	Akazienhonig Ungarn	* Robinia ** Cruciferae	0	16,9	1,66	1,3	6,2
20	Rosmarinhonig Spanien	* Hypecoum ** Rosmarinus	0	15,7	0,33	4,6	9,3
21	Wildblütenhonig Nordamerika	* Trifolium repens ** —	0	16,1	2,60	0,6	7,9
22	Wildblütenhonig Nordamerika	* Trifolium respens ** —	0	16,5	3,53	0,5	7,4
23	Wiesenblütenhonig Neuseeland	* Trifolium repens ** —	0	16,5	0,92	2,0	14,7
<i>b) Blüten-Mischhonige</i>							
24	Bienenhonig Schweiz	* — ** Rhododendron, Rubus	0	15,4	0,26	25,0	29,7
25	Alpenrosenhonig Ausland	* — ** Rhododendron, Rubus	0	14,9	2,18	9,9	13,4
26	Kleehonig Ausland	* — ** Trifolium repens, Cruciferae	0	15,6	1,77	0,7	3,8
27	Weißkleehonig Ausland	* — ** Trifolium repens, Cruciferae	0	19,2	1,57	1,8	7,5
28	Wiesenblütenhonig Ungarn	* — ** Cruciferae	0	17,5	2,47	3,5	9,1
29	Akazienhonig Jugoslawien	* — ** Cruciferae	0	16,1	0,64	6,0	9,1
30	Blütenhonig Jugoslawien	* — ** Cruciferae, Helianthus	0	17,8	11,34	1,8	5,9
31	Blütenhonig Italien	* — ** Castanea, Eucalyptus	0	16,4	0,81	6,5	13,5
32	Bienenhonig Ausland	* — ** Compositae (Ver. Typ.), Eucalypt.	0	16,5	1,61	2,8	13,2
33	Gebirgshonig Amerika	* — ** Compositae, Mimosa pudica	0	16,5	1,0	5,9	12,0
34	Cowboy Amerika	* — ** Mimosa pudica, Eucalyptus	0	15,8	0,48	10,2	16,6
35	Blütenhonig Mexiko	* — ** Mimosa pudica, Palmae	0	18,3	0,92	11,7	15,1
<i>c) Einseitige Waldhonige</i>							
36	Waldhonig Schweiz	* — ** Lotus, Myosotis	++	14,8	0,22	19,2	19,8

Zuckerspektrum										Fructose/Glucose	Glucose/Wasser	Kristallinat.-Typ	Nr.
Monosacch.		Disaccharide						Tri-saccharide					
Fructose	Glucose	Saccharose	Maltose	X ₁	X ₂	M	X ₃	Raffinose	Melzitose				
51,5	35,2	1,5	9,5	0,2	0,2	0,1	0,2	0,8	0	1,46	1,74	0	19
45,4	42,7	0,3	8,7	1,3	0,4	0,4	0,5	0	0	1,06	2,29	8	20
48,2	41,5	1,7	8,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0	1,16	2,16	8	21
47,4	43,0	1,0	6,9	0,5	0,3	0	0,2	0	0	1,10	2,18	8	22
46,2	43,9	0,3	7,2	0,7	0,8	0,3	0,5	0	0	1,05	2,22	8	23
48,2	38,9	0	10,3	0,8	0,7	0,4	0,7	0	0	1,24	2,14	8	24
46,4	36,8	0	15,1	0,3	0,1	0,5	0,7	0	0	1,26	2,10	8	25
48,9	41,4	1,8	7,7	0,1	0,1	0	0,1	0	0	1,18	2,24	8	26
49,5	42,8	0,1	6,9	0,2	0,2	0,1	0,2	0	0	1,16	1,80	8	27
49,5	36,3	1,9	11,4	0,2	0,1	0,1	0,1	0,3	0	1,36	1,71	8	28
50,3	36,3	0,7	10,1	0,2	0,1	0,1	0,1	1,5	0	1,39	1,89	8	29
46,8	42,4	1,6	7,1	0,7	0,7	0,1	0,2	0	0	1,10	1,96	8	30
51,5	40,2	0,2	6,7	0,5	0,5	0,1	0,2	0	0	1,28	2,05	8	31
46,9	39,3	0,6	10,3	1,0	1,0	0,1	0,4	0,3	0	1,19	1,99	8	32
48,7	43,6	0,4	6,2	0,3	0,3	0,1	0,3	0	0	1,12	2,21	8	33
49,5	42,2	0,5	6,2	0,6	0,6	0,1	0,2	0	0	1,17	2,27	8	34
46,9	46,4	0,1	6,6	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	1,01	2,09	6	35
41,0	33,7	0,2	8,8	0,6	0,7	0,4	0,7	1,5	12,6	1,22	1,94	8	36

Nr.	Bezeichnung Herkunftsland	* Leitpollen ** Begleitpollen	Honigtau	Wasser %	HMF mg/100 g	Enzyme	
						Saccharase- Zahl	Diastase- Zahl
37	Tannenhonig Ausland	* — ** Trifolium repens, Cruciferae	++	16,9	0,59	15,1	20,5
38	Bienenhonig Schweiz	* — ** Trifolium repens	++	14,4	0,11	17,2	20,4
39	Tannenhonig B. R. D.	* — ** Trifolium repens, Tr. pratense	++	15,5	0,49	12,7	14,9
40	Waldhonig Schweiz	* Trifolium repens ** —	++	15,8	0,85	6,4	9,6
<i>d) Mischhonige aus Blüten- und Waldtracht</i>							
41	Blütenhonig Bulgarien	* — ** Trifolium repens	+	16,5	2,50	4,8	10,2
42	Waldhonig Rumänien	* Trifolium repens ** —	+	16,5	0,13	16,2	15,1
43	Blütenhonig Rumänien	* — ** Cruciferae, Helianthus, Trif. rep.	+	16,3	0,44	11,2	12,9
44	Waldhonig Jugoslawien	* Castanea ** —	+	17,8	1,30	8,7	13,5
45	Himbeerhonig Tschechoslowakei	* — ** Trifolium repens	+	16,5	2,30	11,5	13,2
46	Waldblütenhonig Tschechoslowakei	* — ** Trifolium rep., Rubus, Cruciferae	+	16,6	1,15	8,1	9,7
47	Bienenhonig Schweiz	* Castanea ** —	+	16,8	1,39	6,4	14,2
48	Waldhonig Frankreich	* Castanea ** —	+	18,0	0,36	8,6	9,5
49	Salbeihonig Jugoslawien	* — ** Castanea, Salvia	+	17,4	7,3	0,4	3,8
50	Lindenhonig Rumänien	* — ** Tilia, Helian- thus, Cruciferae	+	17,9	1,52	4,9	7,4
51	Lindenhonig Rumänien	* — ** Tilia, Helian- thus, Trifolium repens	+	19,0	1,72	9,3	12,0
52	Lindenhonig Ausland	* — ** Trifolium rep., Crucif., Eucalyptus	+	17,6	1,26	5,6	8,7
53	Blütenhonig San Salvador	* — ** Coffea, Eucalyptus	+	18,4	0,77	2,4	7,0
54	Blütenhonig San Salvador	* Coffea ** Eucalyptus	+	18,2	0,66	2,6	8,4

Zuckerspektrum										Fructose/Glucose	Glucose/Wasser	Kristallisat.-Typ	Nr.
Monosacch.		Disaccharide						Tri-saccharide					
Fructose	Glucose	Saccharose	Maltose	X ₁	X ₂	M	X ₃	Raffinose	Melzitose				
43,7	35,8	0,1	12,7	1,3	1,3	0,6	1,3	0,9	2,2	1,22	1,76	8 fest	37
43,8	33,6	0,2	14,2	1,0	1,0	0,6	1,2	2,1	2,1	1,30	2,00	8 fest	38
45,4	33,7	0,1	12,8	0,8	0,8	0,2	0,8	2,0	3,3	1,35	1,84	7	39
42,6	43,0	0,2	8,1	0,8	0,8	0,3	0,5	1,6	1,9	0,99	2,29	8 fest	40
46,7	40,1	1,1	9,8	0,2	0,2	0,1	0,1	0,9	0,9	1,16	2,03	8 fest	41
47,6	36,6	0,2	11,4	0,6	0,6	0,2	0,6	0,7	1,4	1,30	1,85	7	42
48,7	43,4	0,2	6,2	0,4	0,4	0,1	0,2	0	0	1,12	2,15	8 visk.	43
44,8	36,4	0,2	11,1	0,3	0,3	0,2	0,7	0,9	5,0	1,23	1,68	0	44
40,9	31,1	0,2	18,7	1,5	1,1	1,1	2,0	0,8	3,7	1,32	1,57	0	45
47,6	36,0	0,2	11,0	0,8	0,8	0,1	0,5	0,1	2,8	1,32	1,81	8 fest	46
45,6	33,6	0,2	11,3	1,1	1,0	0,4	0,8	0,6	5,1	1,35	1,66	8 visk.	47
45,5	31,3	0	13,3	1,2	1,2	0,3	1,2	1,4	4,6	1,45	1,43	0	48
55,5	39,6	2,7	9,6	0,2	0,2	0,1	0,1	1,0	0,7	1,40	1,88	5	49
49,4	37,8	0,4	9,6	1,1	0,6	0,3	0,6	0	0	1,31	1,73	7	50
50,2	41,0	0,3	6,8	0,4	0,4	0,1	0,3	0	0	1,22	1,75	6	51
48,8	42,3	0,7	7,2	0,3	0,3	0,1	0,3	0	0	1,15	1,99	7	52
47,6	42,9	0,5	8,6	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1,11	1,90	7	53
49,4	41,5	0,5	7,0	0,8	0,6	0	0,2	0	0	1,19	1,87	7	54

dem Pollenbild übereinstimmte. Die vollständige Pollenanalyse findet sich in der erwähnten Arbeit von *K. Zürcher*, *A. Maurizio* und *H. Hadorn* (10). Pollenbild, chemische Gehaltszahlen und das Verhältnis der einzelnen Zuckerarten zueinander (Zuckerspektrum) wurden dort eingehend diskutiert. Hier sollen nur die wichtigsten Ergebnisse zusammengefaßt werden.

Die Wassergehalte bewegen sich durchwegs innerhalb normaler Grenzen (14,4 bis 19,4 %) und geben zu keinen Bemerkungen Anlaß. Auch die pH-Werte und Säuregehalte sind durchwegs normal. Die Hydroxymethylfurfuroolgehalte der meisten Honige sind niedrig. In 24 Proben betrug der HMF-Gehalt 0,1—1,0 mg⁰%, in 19 Honigen 1—2 mg⁰%. Erhöhte HMF-Gehalte über 4 mg⁰%, welche auf wärmebeschädigte oder überlagerte Honige hindeuten, fanden wir nur in 4 Mustern. Wir bestimmten außerdem die beiden Honig-Enzyme Saccharase und Diastase. Die meisten Honige zeigten normale Enzymaktivitäten. Extrem niedrige Werte (0—3) deuten in der Regel auf wärmebeschädigte Honige.

In der Tabelle 2 wurde, wie üblich, die prozentuale Verteilung der Zucker berechnet, wobei die Summe aller Zucker = 100 % gesetzt wurde. Mengenmäßig vorherrschend sind Fructose und Glucose, deren Summe 50—80 % der Trockensubstanz des Honigs ausmacht. Auf das gegenseitige Verhältnis dieser beiden Monosaccharide kommen wir im nächsten Abschnitt zurück. Auffallend ist die Tatsache, daß Saccharose in vielen Honigen überhaupt nicht nachweisbar ist oder nur in relativ geringen Mengen vorkommt. In 40 Proben betrug der Saccharosegehalt 0—0,5 %. Den höchsten Wert (2,9 % Saccharose) fanden wir im Robinienhonig Nr. 18. In älteren Arbeiten wurden zum Teil recht hohe (scheinbare) Saccharose-Gehalte angegeben, was auf mangelhafte Methoden zurückzuführen ist. Nach Codex-Norm sind 10 % Saccharose zulässig. Maltose kommt in allen Honigen in recht beträchtlichen Mengen vor (5,7—18,7 %). Diese Zuckerart hat man früher in Honig nicht bestimmt. Es folgen im Gaschromatogramm dann eine Reihe weitere Disaccharide, welche alle nur in geringen Mengen (0—1,3 %) vorkommen. Bei den mit X₁, X₂, X₃ bezeichneten Peaks handelt es sich um Zucker, welche von uns nicht identifiziert worden sind. M ist ein Disaccharid, dessen Retentionszeit mit derjenigen der β -Melibiose übereinstimmt. Wie wir jedoch an anderer Stelle (11) gezeigt haben, handelt es sich nicht um Melibiose. Dieses Disaccharid konnten wir in keinem Honig nachweisen. Von anderen Autoren wurden in Bienenhonig die folgenden, von uns nicht identifizierten Disaccharide nachgewiesen: Isomaltose, Maltulose, Turanose, Trehalose und Nigerose.

Von den Trisacchariden haben wir Raffinose und Melezitose bestimmt. In reinen Blütenhonigen findet man nie Melezitose, dagegen in vielen Honigtau- oder Waldhonigen. Letztere erkennt man im mikroskopischen Präparat an charakteristischen Honigtaubestandteilen, wie Algen und Pilzsporen. Melezitose wird von verschiedenen Blattläusen ausgeschieden, sie ist häufiger Bestandteil der Honigtau-Tracht. Den höchsten Melezitosegehalt (12,6 %) finden wir im Waldhonig Nr. 36.

In unserem Zusammenhang interessieren vor allem das Zuckerspektrum, einige Verhältniszahlen sowie die Kristallisation der Honige. Nach *Duisberg* (1) ist zunehmendes Ueberwiegen der Fructose gegenüber der Glucose einer der Faktoren,

die die Kristallisation hemmen. Von den Honigbestandteilen kristallisiert die Glucose am leichtesten. In Tabelle 3 haben wir die von uns beobachteten Schwankungsbreiten der Verhältniszahlen für flüssige Honige, teilweise kristallisierte sowie vollständig kristallisierte Honige zusammengestellt.

Tabelle 3

Schwankungen der Verhältniszahlen für flüssige und kristallisierte Honige

Aussehen der Honige	Anzahl Proben	Fructose/Glucose	Glucose/Wasser
Flüssige Honige	9	1,23—1,46	1,43—1,88
teilweise kristallisiert	10	1,01—1,40	1,73—2,16
vollständig kristallisiert	33	0,77—1,66	1,66—2,54

Die beiden thixotropen Heidehonige wurden hier nicht berücksichtigt. Man erkennt, daß die Verhältniszahlen innerhalb weiter Grenzen schwanken und sich für flüssige und kristallisierte Honige überschneiden.

Beziehungen zwischen Fructose/Glucose-Verhältnis und Kristallisationstendenz

Um zu prüfen, ob eine Korrelation besteht zwischen dem Kristallisationsgrad und dem Verhältnis Fructose/Glucose, haben wir die Resultate in Abbildung 1 graphisch dargestellt. Für den Kristallisationsgrad benutzten wir die von White und Mitarbeitern angegebene Skala (siehe Tabelle 1). Man erkennt, daß eine deutliche, jedoch nicht sehr ausgeprägte Korrelation besteht. Die Honige mit sehr niedrigem Fructose/Glucose-Verhältnis (unter 1,23) sind alle kristallisiert. Honige mit Fructose/Glucose-Verhältnis oberhalb dieser Limite, welche in Abbildung 1 durch eine gestrichelte Linie angegeben ist, sind teils flüssig, teils fest (9 flüssige und 11 kristallisierte Honige). Für einen großen Teil (40 %) der Honige sind aufgrund obiger Verhältniszahl keine Aussagen möglich ob der Honig flüssig bleibt oder ob er kristallisiert. Damit sind die Befunde von White und Mitarbeitern (9) bestätigt, wonach die Korrelation zwischen Verhältniszahl Fructose/Glucose und der Kristallisationstendenz keine große Signifikanz zeigt.

Beziehungen zwischen Kristallisation und Verhältnis Glucose/Wasser

Nach White und Mitarbeitern läßt sich die Kristallisationstendenz des Honigs am besten aufgrund des Glucose/Wasser-Verhältnisses beurteilen. Für diese Berechnung muß der wirkliche Glucose-Gehalt des Honigs in die Formel eingesetzt werden. In der Tabelle 2 sind die einzelnen Zuckerarten in Prozent des Gesamtzuckers angegeben (Summe aller Zucker = 100 %). Zur Berechnung der wirklichen Zuckergehalte im Honig müssen diese Werte mit dem Trockensubstanz-Gehalt des betreffenden Honigs multipliziert und durch 100 dividiert werden.

Diese Berechnung gibt allerdings nur Näherungswerte, weil die Trockenmasse des Honigs nicht ausschließlich aus der Summe der von uns bestimmten Zucker besteht. Asche, Säure, Proteine und evtl. höhere Oligosaccharide sind in dieser Rechnung nicht berücksichtigt. Die Summe aller dieser Stoffe dürfte jedoch höchstens 2—3 % betragen, so daß der Fehler bei der Berechnung des Glucose-Gehaltes des Honigs vernachlässigt werden darf.

In Abbildung 2 haben wir unsere Resultate graphisch dargestellt. Mit gestrichelten waagrechten Linien wurden die von obigen Autoren angegebenen Limiten eingezeichnet. Honige mit Verhältniszahl unter 1,7 sollten demnach flüssig bleiben. Zwei der von uns untersuchten Honige mit niedriger Verhältniszahl sind trotzdem vollständig durchkristallisiert. Honige mit einem Glucose/Wasser-Verhältnis über 2,1 sollten nach *White* und Mitarbeitern kristallisieren. Dies war bei den von uns untersuchten Honigen durchwegs der Fall. Innerhalb der beiden Schranken von 1,7—2,1 befinden sich eine größere Anzahl Honige. Vier davon blieben flüssig, 20 sind kristallisiert. Für 46 % der von uns untersuchten Honige des Handels läßt sich demnach aus dem Glucose/Wasser-Verhältnis nichts über die Kristallisationstendenz aussagen.

Möglicherweise hängt dies auch mit der technischen Bearbeitung der Honige zusammen. Bei frisch geschleuderten Honigen, welche keinerlei technische Wärmebehandlung erfahren haben, ließe sich vielleicht eine bessere Korrelation zwischen Glucose/Wasser-Verhältnis und der Kristallisationstendenz feststellen. Durch eine gezielte Wärmebehandlung der Honige, wobei möglichst alle Kristallkeime vernichtet werden, kann das Kristallisieren des Honigs verhindert oder stark verzögert werden (siehe *H. W. de Boer* [5]). Im eigenen Betrieb ist es uns gelungen, aus kristallisiertem ausländischem Honig durch eine genau festgelegte schonende

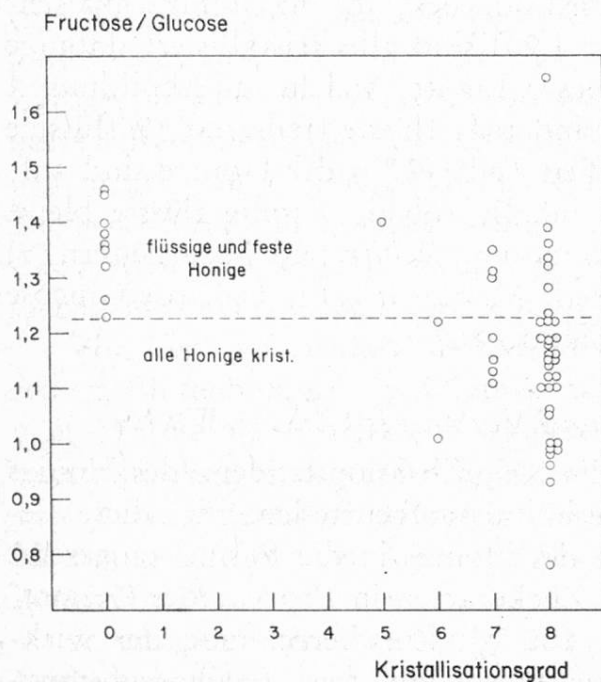


Abb. 1. Beziehung zwischen Fructose/Glucose-Verhältnis und Kristallisationsgrad.

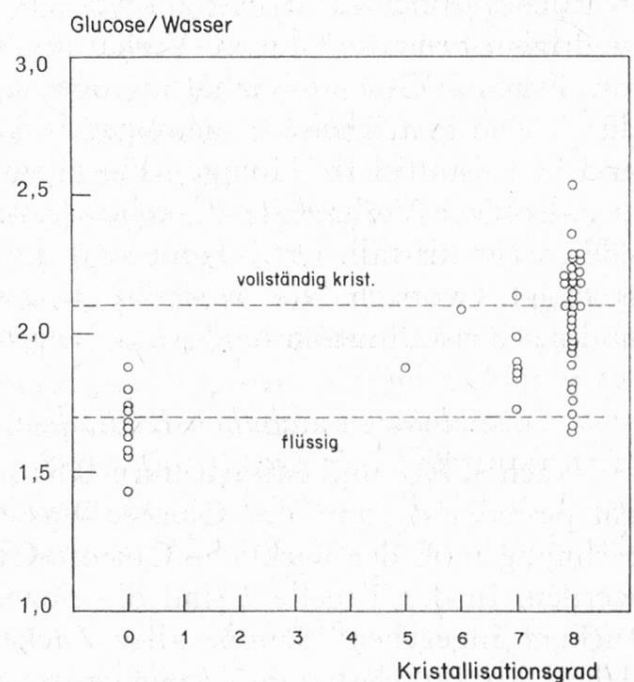


Abb. 2. Beziehung zwischen Glucose/Wasser-Verhältnis und Kristallisationsgrad.

Wärmebehandlung flüssigen Honig zu erhalten, der in den abgefüllten Gläsern während 8—12 Monaten flüssig blieb.

Andererseits kann durch Impfen des Honigs mit feinkristallisiertem Honig die Kristallisation ausgelöst werden (12, 13, 14). Auf diese Weise sollen weich durchkristallisierte, gut streichfähige Honige entstehen.

Bei den von uns untersuchten Handelshonigen war uns nichts über die wärmetechnische Behandlung im Abfüllbetrieb bekannt. Einzelne Honige mit stark abgeschwächter Saccharase und Diastase sind zweifellos übermäßig erhitzt worden, so daß sich eine Wärmeschädigung bemerkbar machte.

Dank

Fräulein Dr. *A. Maurizio*, Liebefeld-Bern besorgte uns in freundlicher Weise die Pollenanalyse. Fräulein *Odette Rychen* bestimmte die physikalischen Daten, die chemischen Gehaltszahlen und die Enzym-Aktivitäten. Mit der gaschromatographischen Untersuchung der Zucker befaßte sich Herr *Charles Strack*. Allen Beteiligten möchten wir an dieser Stelle für ihre sorgfältige Mitarbeit bestens danken.

Zusammenfassung

1. Wir haben 54 Handelshonige aus aller Welt analysiert. Neben Wassergehalt, pH-Wert, Säure- und HMF-Gehalt bestimmten wir die Saccharase- und Diastasezahl. Das Hauptgewicht wurde auf die gaschromatographische Bestimmung der Zuckerarten (Zuckerspektrum) gelegt.
2. Zwischen Kristallisationstendenz und gewissen Verhältniszahlen wie Fructose/Glucose und Glucose/Wasser besteht nur eine lockere Korrelation. Für 40—50 % der Honige läßt sich aufgrund der Verhältniszahlen nicht vorhersagen, ob der Honig flüssig bleibt oder kristallisiert.
3. Durch die technische Behandlung des Honigs im Abfüllbetrieb kann das Verhalten des Honigs beeinflußt werden. Durch Wärmebehandlung läßt sich das Kristallisieren stark verzögern. Durch Impfen mit feinkristallisiertem Honig wird die Kristallisation beschleunigt, es entstehen durchkristallisierte streichfähige Honige.

Résumé

1. Nous avons analysé 54 miels de commerce du monde entier. A côté du taux d'humidité, du pH, de l'acidité et du taux d'hydroxyméthylfurfurol, l'activité de la saccharase et celle de la diastase furent également déterminées. Mais l'essentiel de l'analyse porta sur le dosage des sucres par chromatographie en phase gazeuse.
2. Entre la tendance à cristalliser et certains rapports comme ceux fructose/glucose et glucose/teneur en eau n'existe qu'une faible corrélation. En se basant uniquement sur ces relations on ne peut pas prévoir dans 40 à 50 % des miels analysés s'ils resteront liquides ou s'ils cristalliseront.
3. Le comportement du miel peut être influencé par le traitement qu'il subit avant la mise en verre à l'usine de remplissage. Un traitement à la chaleur retarde fortement la cristallisation. Par inoculation de miel finement cristallisé on peut accélérer la cristallisation et obtenir des miels entièrement cristallisés et faciles à tartiner.

Literatur

1. *Duisberg, H.*: Handbuch der Lebensmittelchemie, Band V/1. Teil, S. 491—559, Springer Verlag, Berlin/Heidelberg/New York 1967.
2. *Hadorn, H.*: Kritische Betrachtungen zur Bestimmung der Zuckerarten in Honig. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **43**, 353—357 (1952).
3. *Jackson, R. F.* and *Silsbee, C. G.*: Saturation relations in mixtures of sucrose, dextrose and levulose. Technol. Papers Bureau of Standards 259, **18**, 227—304 (1924).
4. *Zelikmann, I. F.*: Excessive supersaturation of sugar solutions and the speed of crystallisation. Doklady Akad. Nauk Uzbek, S. S. R. **4**, 27—30 (1955) (russisch); zit. nach Handbuch (1).
5. *De Boer, H. W.*: Kristallisatie van honig en het verhitten van gekristalliseerden honig. Chem. Weekblad **28**, 282—286 (1931); zit. nach Handbuch (1).
6. *White jr., J. W.* and *Mahrer, J.*: Selective adsorption method for determination of the sugars of honey. J. Assoc. Offic. Analyt. Chemists **37**, 466—478 (1954).
7. *White jr., J. W.* and *Mahrer, J.*: Sugar analysis of honey by a selective adsorption method. J. Ass. Off. Agr. Chem. **37**, 478—486 (1954).
8. *Austin, G. H.*: Maltose content of canadian honeys and its probable effect of crystallisation. 10th Internat. Congr. Entomol. Proc. **4**, 1001—1006 (1956); zit. nach Handbuch (1).
9. *White jr., J. W.*, *Riethof, Mary L.*, *Subers, Mary H.* and *Kushnir, Irene*: Composition of American honeys. Agricultural Research Service. Techn. Bull. No. 1261, Government Printing Office, Washington D. C. 1972.
10. *Zürcher, K.*, *Maurizio, A.* und *Hadorn, H.*: Untersuchungen an Handelshonigen mit spezieller Berücksichtigung des Zuckerspektrums. Apidologie (im Druck).
11. *Hadorn, H.*, *Zürcher, K.* und *Strack, Ch.*: Gaschromatographische Bestimmung der Zuckerarten in Honig. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **65**, 198—208 (1974).
12. *Townsend, G. F.*: Preparation of honey for market. Ont. Dep. Agr. Toronto Publ. No. 544 (1961).
13. *Dyce, E. J.*: Fermentation and crystallisation of honey. Cornell Univ. Bull. 528 Ithaca New York (1931).
14. *Dyce, E. J.*: Crystallisation of honey J. Econ. Entomol. **24**, 597—602 (1931).

Dr. H. Hadorn
K. Zürcher
Zentrallaboratorium Coop Schweiz
Thiersteinerallee 14
CH-4002 Basel