

Honig in der Wundbehandlung: Die Hauptwirkung des Zuckers

Honey in Wound Care: The Main Effect of Sugar

Autoren

A. Sanger¹, A. Fretz², E. David^{1,2}

Institute

¹ Universität Witten/Herdecke

² Zentrum für Elektropathologie und Umweltmedizin, Witten

Bibliografie

DOI <http://dx.doi.org/10.1055/s-0033-1344374>
 Online-Publikation: 6.8.2013
 Akt Dermatol 2013; 39: 385–388
 © Georg Thieme Verlag KG
 Stuttgart · New York
 ISSN 0340-2541

Korrespondenzadresse

Angela Sänger
 Galenstrae 1
 58452 Witten
 info@angela-saenger.de

Zusammenfassung

Die vorliegende Studie befasst sich mit Kohlenhydraten im Honig, dem mit fast 80% mengenmäßig größten Anteil seiner Inhaltsstoffe und deren keimhemmender Wirkung. Dabei ist die Hauptwirkung des Zuckers durch den a_w -Wert, die Wasseraktivität, bedingt. In den meisten Arbeiten über Honig wird Zucker als Wirkstoff nicht erwähnt oder seine antimikrobielle Wirkung osmotisch erklärt. Osmose muss von Wasseraktivität deutlich unterschieden werden.

Einleitung

Der vorliegende Artikel ist ein Auszug aus der entstehenden Dissertation „Honig in der Wundbehandlung“ der Autorin, die unter anderem die Inhaltsstoffe des Honigs und deren Wirkung auf die Wundheilung behandelt.

Zur besseren Übersichtlichkeit werden die Inhaltsstoffe des Honigs grafisch dargestellt (Abb. 1).

So wird deutlich: Die verschiedenen Kohlenhydrate stellen mengenmäßig den größten Bestandteil des Honigs dar und dürfen eine entscheidende Rolle in der Wundheilung spielen.

Es ist anzunehmen, dass die Eigenschaften und die restlichen Inhaltsstoffe des Honigs, wie Mineralien, Aminosäuren, Vitamine, Enzyme, Säuren, Inhibine und Aromastoffe, einen unterstützenden und synergistischen Effekt zur Wirkung der Kohlenhydrate in Bezug auf die Wundheilung haben. Auch wenn Zucker im Honig noch andere Wirkungen hat, beschränkt sich dieser Artikel primär auf die Wasseraktivität. Z.B. wird durch das Enzym Glukoseoxydase, ein Enzym aus den Hypopharynxdrusen der Bienen, der Abbau von Glukose über Gluconolacton zu Gluconsäure und Wasserstoffperoxid katalysiert. H_2O_2 hat eine antiseptische Wirkung [2, 6].

Wirkung des Zuckers – Haltbarmachung

Um die Verderbnis von Lebensmitteln hinauszuschieben, gibt es verschiedene Verfahren. Da Mikroorganismen zum Überleben und Vermehren Wasser benötigen, ist eines der ältesten Methoden die Trocknung.

Im Falle des Honigs übernehmen das bereits die Bienen selbst. Sie trocknen den Honig auf einen Wasseranteil von ca. 17% [6].

Nun ist aber nicht die absolute Wassermenge entscheidend für die Haltbarkeit eines Lebensmittels, sondern die frei verfügbare Wassermenge. In der Lebensmittelchemie wird dies mit der sogenannten Wasseraktivität, dem einheitslosen a_w -Wert, beschrieben. Wasseraktivität ist definiert als das Verhältnis des Wasserdampfdruckes über einem Lebensmittel (p) zu dem Wasserdampfdruck über reinem Wasser (p_0) bei der gleichen Temperatur:

$$a_w = \frac{p}{p_0}$$

Wichtig ist: Der a_w -Wert des Wassers sinkt bei abfallender Temperatur. Er beträgt bei 20°C 1, jedoch bei minus 30°C nur noch 0,7 [3]. Daher beziehen sich die nachfolgenden a_w -Werte auf Raumtemperatur um 20°C. Da der a_w -Wert nicht über 1 liegen kann, müssen die Wachstumsgrenzen der Bakterien auch in der Wundbehandlung bei 37°C Körpertemperatur zutreffen.

Der durchschnittliche a_w -Wert für Honig ist 0,75, der für gesättigte Fruktoselosung entspricht 0,63 [3]. Danach müssten Honige mit einem hohen Fruktoseanteil, wie z.B. Robinienhonig, einen niedrigeren a_w -Wert besitzen.

Mikroorganismen benötigen eine Mindestmenge an freiem Wasser, um zu überleben. Diese Wassermindestmenge wird als untere Wachstumsgrenze mit dem niedrigsten a_w -Wert angegeben. Bei Bakterien allgemein liegt die Wachstumsgrenze bei einem a_w -Wert von 0,9, bei Clostridien bei 0,95 bis 0,98. Staphylokokken als Haut- und

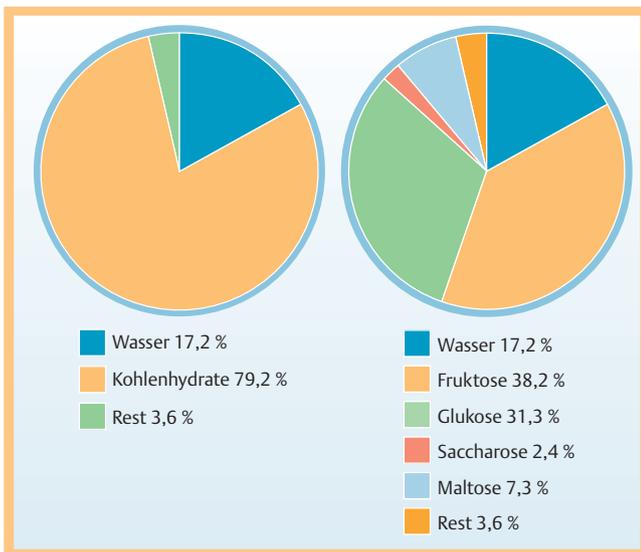


Abb. 1 Inhaltsstoffe des Honigs nach [8], S. 21.

Wundkeime benötigen einen minimalen a_w -Wert von 0,78, für *Staphylokokkus aureus* ist ein a_w -Wert von 0,86 erforderlich. Schimmelpilze allgemein wachsen noch bei 0,75. Nur die osmophilen, also Zucker liebenden, Hefen und einige xerophile, also Trockenheit liebende, Pilze wie die *Xeromyces* tolerieren sogar noch einen a_w -Wert von 0,6.

Die nachfolgende **Tab. 1** listet die ungefähren minimalen a_w -Werte und pH-Werte für das Wachstum von Mikroorganismen auf. Honig und Fruktoselösung sind fett hervorgehoben.

Tab. 1 Wachstumsgrenzen verschiedener Mikroorganismen in Abhängigkeit vom a_w - und pH-Wert.

Mikroorganismen	Minimaler a_w -Wert	Minimaler pH-Wert
<i>Clostridium botulinum</i> Typ E	0,96	5,0–5,2
Clostridien allgemein	0,95–0,98	
<i>Bacillus cereus</i>	0,95	4,9
<i>Clostridium botulinum</i> A, B	0,95	4,5
Salmonellen	0,95	4,0–4,5
<i>Listeria monocytogenes</i>	0,93	5,6
<i>Mucor</i> , <i>Botrytis</i> , <i>Rhizopus</i>	0,93	
Laktobazillen	0,91–0,95	3,8–4,4
Bakterien allgemein	0,90–0,95	4,0–4,5
<i>Penicillium</i>	0,90	
Hefen allgemein	0,87–0,94	3,0–4,0
<i>Aspergillus niger</i>	0,87	
<i>Staphylokokkus aureus</i>	0,86	4,0 (Toxinbildung ab 4,8)
Halophile Arten	0,86–0,91	5,6
Staphylokokken	0,78	
Schimmelpilze allgemein	0,75–0,93	2,0–4,0
Xerotolerante Schimmelpilze	0,60–0,78	2,0–4,0
Osmotolerante Hefen	0,60–0,65	3,0–4,0
Honig	0,75	3,5–5,5
Fruktose (gesättigte Lösung)	0,63	

Quelle: [3], S. 512, 1151, 1152

Daraus ist abzuleiten, dass normale Bakterien schon einfach aufgrund der Trockenheit, also des nicht frei verfügbaren Wassers, im Honig nicht überleben können. Allerdings bilden einige Arten wie die aeroben Bazillen und die anaeroben Clostridien überlebensfähige Dauerformen, nämlich Sporen, die bei verbesserten Lebensbedingungen auskeimen. Hefen sind sicher vorhanden, und eventuell auch Schimmelpilze.

In der Lebensmittelchemie ist bekannt, dass steigende Zuckerkonzentrationen ab 40% zunehmend haltbarkeitsverbessernd sind. Zucker und damit auch Honig ist hygroskopisch, Wasser bindend. Das frei verfügbare Wasser wird dem Honig durch Wasserstoffbrückenbindungen entzogen.

Die Interaktion tritt bei Zuckern zwischen dem Wasserstoff des Zuckers und dem Sauerstoff des Wassers oder zwischen dem Sauerstoff des Zuckers und dem Wasserstoff des Wassers auf.

Wie viel Wundwasser kann Honig aufnehmen, damit Bakterien nicht wachsen? Meine Annahme ist eine Rechnung über Dreisatz.

Wenn 100 g Honig 17 g Gesamtwasser enthalten und der a_w -Wert 0,75 beträgt, dann könnte Honig 20 g Wundwasser aufnehmen und hätte einen a_w -Wert von 0,9, was der unteren Wachstumsgrenze von Bakterien allgemein entspräche (**Tab. 2**).

Tab. 2 Veränderung des a_w -Wertes in Abhängigkeit vom aufgenommenen Wasser und der unteren Wachstumsgrenze verschiedener Mikroorganismen.

Aufgenommenes Wundwasser (g)	Honigmenge (g)	a_w -Wert als untere Wachstumsgrenze	Mikroorganismus
0	100	0,75	
33,3	133,3	1	
20	120	0,9	Bakterien allgemein
4	104	0,78	Staphylokokken
14,6	114,6	0,86	Staphylokokkus aureus

Da jeder Mikroorganismus eine andere untere Wachstumsgrenze hat, wäre das z.B. bei Staphylokokken mit einem a_w -Wert von 0,78 nur 4 g Wundwasser, die der Honig aufnehmen könnte, jedoch bei *Staphylokokkus aureus* mit einem a_w -Wert von 0,86 könnten gut 14 g Wundwasser aufgenommen werden.

Wundverbände mit Honig werden in der Regel täglich gewechselt [5]. Aus **Tab. 2** geht die antibakterielle Wirkung des Zuckers im Honig auch bei multiresistentem *Staphylokokkus aureus* nach Aufnahme von Wundwasser hervor. Danach müssten nur stark nässende Wunden mehrmals täglich verbunden werden, bereits gut abgeheilte trockene Wunden könnten sogar alle zwei Tage verbunden werden.

Häufig wird auch der saure pH-Wert des Honigs als Grund für die keimhemmende Wirkung angegeben.

Der pH-Wert des Honigs liegt zwischen 3,5 und 5,5. Der oben aufgeführten **Tab. 1** ist zu entnehmen, dass Bakterien allgemein noch bei einem minimalen pH-Wert von 4,0 bis 4,5 wachsen, Clostridien bei pH 4,5 bis 5,2. Die osmophilen Hefen tolerieren sogar einen pH-Wert von 3,0 bis 4,0. All diese Wachstumsgrenzen liegen im Bereich des pH-Wertes von Honig.

Es ist somit nicht der pH-Wert, der das Wachstum der Mikroorganismen primär hemmt.



Abb. 2 Mutterlauge
(Foto: Autorin).

Das frei verfügbare Wasser in Lebensmitteln, ausgedrückt durch den a_w -Wert, muss unbedingt von Osmose unterschieden werden.

Osmose ist definiert als Diffusion an einer semipermeablen Membran, die zwei Lösungen mit unterschiedlicher Teilchenkonzentration voneinander trennt.

Für Lösungen gilt:

„Im weitesten Sinne können wir eine Lösung als eine homogene Mischung verschiedener Stoffe mit variabler Zusammensetzung und statistischer Verteilung aller Komponenten definieren, bei der an jedem Ausschnitt aus der Mischung die gleiche Zusammensetzung angetroffen wird“ ([1], S. 158).

Nach dieser Definition ist Honig keine Lösung, sondern ein Stoffgemisch. Dieses wird deutlich, wenn sich Stoffe absetzen und z. B. Mutterlauge entsteht (● **Abb. 2**).

Die beiden wichtigsten Zucker im Honig sind Glukose und Fruktose. Glukose kristallisiert wesentlich schneller als Fruktose [8]. Wenn Glukose auskristallisiert, wird durch zuvor mit Wasserstoffbrückenbindungen gebundenes Wasser frei. Es entstehen zwei Phasen. Eine feste untere Phase reich an kristallisierter Glukose und eine flüssige ungesättigte obere Phase reich an Fruktose. Diese obere wasserreiche Phase heißt Mutterlauge und bietet den osmophilen Hefen gute Wachstumsbedingungen mit Gärungstendenz [4]. Ein solcher Honig hat also zwei Phasen mit unterschiedlichen a_w -Werten, unten einen niedrigeren a_w -Wert als oben. Horn gibt die Gärungstendenz wie folgt an (● **Tab. 3**):

Tab. 3 Gärungstendenz in Abhängigkeit des absoluten Wassergehaltes.

Wassergehalt in %	Gärungstendenz
< 17,1	keine, unabhängig von der Zellzahl
17,1 – 18,0	keine, wenn Zellzahl < 1000/g
18,1 – 19,0	keine, wenn Zellzahl < 10/g
19,1 – 20,0	keine, wenn Zellzahl < 1/g
> 20,1	permanente Gärungsgefahr

Quelle: [4], S. 81

Dies bedeutet, je niedriger der absolute Wassergehalt und damit auch der a_w -Wert, desto seltener tritt Gärung ein. Steigt das frei verfügbare Wasser, sind stetig weniger Hefen zur Auslösung einer Gärung nötig.

Auf Bakterien bezogen, wachsen diese umso weniger, je niedriger der a_w -Wert ist.

Grundsätzlich sind Zellmembranen der Mikroorganismen und die Zellen des Wundgrundes durchlässig für kleinmolekulare Stoffe, wie Ionen, Harnstoff und Glukose. Daher stellen diese Membranen keine ideale semipermeable Membran dar. Dennoch besitzen sie meist eine erhöhte Permeabilität für Wasser und gelöste Teilchen. Dies bedingt bei einem Stoffaustausch in der Regel einen begleitenden osmotischen Wasserstrom. Besonders durchlässig sind Kapillarwände, die nur die großen Plasmaproteine zurückhalten [9].

Osmose wirkt zellunabhängig. Wenn Bakterien durch eine angenommene osmotische Wirkung geschädigt würden, müssten auch die neu gebildeten Granulationszellen der Wunde geschädigt werden. Dann hätten Zucker oder Honig eine zelltoxische Wirkung und wären für die Wundbehandlung nicht geeignet.

Krämer-Eis schreibt in Bezug auf den Wundgeruch:

„Wahrscheinlich schalten die Wundbakterien bei dem plötzlichen Angebot von Zucker ihren Stoffwechsel auf den Abbau von Kohlehydraten um, sodass die übel riechenden Stickstoff- und Schwefelverbindungen erst gar nicht entstehen“ ([5], S. 20).

Somit sind Bakterien, die bei dem wenig frei verfügbaren Wasser noch überleben können, in der Lage, ihren Stoffwechsel an die neuen Bedingungen der hohen Zuckerkonzentration anzupassen.

Resümee



Entsprechend der oben aufgeführten Mechanismen ist davon auszugehen, dass eine wichtige antibakterielle Wirkung von Honig bzw. Zucker auf das nicht zur Verfügung stehende freie Wasser, ausgedrückt durch den a_w -Wert, und nicht durch Osmose bewirkt wird.

Die Eigenschaften und weiteren Inhaltsstoffe des Honigs unterstützen die keimhemmende Wirkung des Zuckers und fördern die Wundheilung. Dies wird in vielen Studien und Arbeiten bestätigt.

Interessenkonflikt



Die Autorin gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Abstract

Honey in Wound Care: The Main Effect of Sugar



The present study deals with carbohydrates in honey and their part on the germ reducing effect. Carbohydrates are with nearly 80% the major amount of the content of honey.

Therefore the main effect of sugar depends on the water activity (a_w -value). Most papers about honey do not mention the effect of sugar or describe it osmotic. But osmosis must be clearly distinguished from water activity.

Literatur

- 1 *Binnewies M, Jäckel M, Willner H et al.* Allgemeine und Anorganische Chemie. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag; 2004
- 2 *Davies EA.* Honig in der Wundversorgung: Theoretische und praktische Aspekte für den Einsatz im modernen Wundmanagement. Fachbereichsarbeit zur Diplomierung im gehobenen Dienst für Gesundheits- und Krankenpflege an der Schule für allgemeine Gesundheits- und Krankenpflege am Allgemeinen Krankenhaus der Stadt Wien. 2006
- 3 *Frede W (Hrsg.)* Handbuch für Lebensmittelchemiker: Lebensmittel – Bedarfsgegenstände – Kosmetika – Futtermittel. 3. Aufl. Berlin: Springer; 2010
- 4 *Horn H, Lüllmann C.* Das große Honigbuch: Entstehung, Gewinnung, Gesundheit und Vermarktung. 3. Aufl. Stuttgart: Franckh-Kosmos; 2006
- 5 *Krämer-Eis I.* Die Apitherapie: Neue medizinische Erkenntnisse zur Heilung aus der Bienenapotheke: 150 erprobte Rezepturen und Behandlungsbeispiele. 3. Aufl. Trier: WVT Wissenschaftlicher Verlag; 2012
- 6 *Lipp J, Zander E, Koch A.* Handbuch der Bienenkunde: Der Honig. 3. Aufl. Stuttgart: Ulmer; 1994
- 7 *Stryer L.* Biochemie. Übersetzung aus der 3. amerikanischen Aufl. von 1988. Heidelberg: Spektrum der Wissenschaft; 1990
- 8 *Schwedt G.* Zuckersüße Chemie: Kohlenhydrate & Co. Weinheim: Wiley-VCH; 2010
- 9 *Thews G, Mutschler E, Vaupel P.* Anatomie, Physiologie, Pathophysiologie des Menschen. 5. Aufl. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH; 1999

Allgemeine Literatur



- Borneff J, Borneff M.* Hygiene: Ein Leitfaden für Studenten und Ärzte. 5. Aufl. Stuttgart: Thieme; 1991
- Bort R.* Honig, Pollen, Propolis: Sanfte Heilkraft aus dem Bienenstock. Stuttgart: Franckh-Kosmos; 2010
- Grey JE, Harding KG.* Ärztliche Wundversorgung: ABC der Wundheilung. München: Urban & Fischer; 2008
- Hahn H, Falke D, Klein P.* Medizinische Mikrobiologie. Berlin: Springer; 1991
- Hainbuch F.* Die Heilkraft der Bienen: Honig & Co. bei Beschwerden von A-Z. Kandern: Narayana Verlag; 2013
- Harms V.* Physik für Mediziner und Pharmazeuten. 18. Aufl. Lindhöft: Harms; 2010
- Münstedt K, Hoffmann S.* Bienenprodukte in der Medizin: Apitherapie nach wissenschaftlichen Kriterien bewertet. Aachen: Shaker Verlag; 2012
- Potschinkova P.* Apitherapie: Die Heilkraft von Honig & Co. 2., Aufl. München: Ehrenwirth; 1999
- Stangaciu S, Hartenstein E.* Sanft heilen mit Bienen-Produkten: So nutzen Sie die gesunde Kraft von Honig, Propolis, Gelée Royale & Co. Stuttgart: Trias; 2010