

# Lebensmi

## Natürliche antibiotische Eigenschaften des Honigs

Stefan Bogdanov und Pascale Blumer, Schweizerisches Zentrum für Bienenforschung Forschungsanstalt für Milchwirtschaft, Liebefeld, CH-3003 Bern

Auskünfte: Stefan Bogdanov, e-mail: stefan.bogdanov@fam.admin.ch, Fax +41 (0)31 323 26 02, Tel. +41 (0)31 323 82 08

### Zusammenfassung

**D**ie antibakteriellen Eigenschaften des Honigs haben ihren Ursprung in einer Vielzahl von natürlichen Inhaltsstoffen, genannt Inhibine. Bisher wurde angenommen, dass Wasserstoffperoxid die wichtigste antibiotische Substanz des Honigs ist. Unsere Resultate zeigen, dass im Honig auch verschiedene andere, natürliche antibakterielle Substanzen enthalten sind. Im Gegensatz zu den Peroxidinhibitoren, sind sie weitgehend unempfindlich gegenüber Wärme, Licht und Lagerung. Die antibiotische Wirkung des Honigs bleibt am besten erhalten, wenn Honig kühl und dunkel gelagert und rasch konsumiert wird.

Die nicht-peroxiden Inhibine rühren teilweise von den Trachtpflanzen her. Der Beitrag der Bienen ist jedoch wichtiger.

Vier verschiedene Stoffgruppen der nicht-peroxiden Inhibine wurden auf ihre antibakterielle Wirkung getestet: Säuren, Basen, neutrale und flüchtige Stoffe. Die Säurefraktion, mit 45 % der Gesamtaktivität, ist die wirksamste. Es ist die Aufgabe zukünftiger Forschung, die antibakteriell wirksamen Substanzen zu identifizieren.

In der Volksmedizin wird Honig schon seit Jahrtausenden vielseitig angewendet und Aristoteles (ca. 350 v. Chr.) empfahl ihn zur Behandlung verschiedener Leiden. Heute steht fest: Honig hemmt das Wachstum zahlreicher Bakterien und Pilze. Aufgrund des Wissens über die antibiotische Heilwirkung des Honigs (Molan 1997), fand dieser jüngst Eingang bei einigen Spitälern. Dort wird er insbesondere als Wundheilmittel eingesetzt (Postmes 1997). Noch sind nicht alle antibakteriellen Faktoren des Honigs bekannt und dessen Heilkraft gibt den Forschern nach wie vor Rätsel auf. Die natürliche antibiotische Aktivität des Honigs, über die wir hier berichten, steht nicht in Verbindung mit den Antibiotika-Rückständen, die jüngst in Honigen nachgewiesen wurden und grosses Aufsehen erregten.

### Warum ist Honig antibakteriell?

Für die antibiotischen Eigenschaften des Honigs sind mehre-

re Faktoren verantwortlich. Zum Einen ist Honig eine konzentrierte Zuckerlösung; sein Wassergehalt liegt gewöhnlich zwischen 15 und 18 %. Somit wirkt Honig osmotisch und entzieht den Krankheitserregern das lebenswichtige Wasser. Zum Anderen weist Honig meist einen niedrigen pH von 3-4 auf. In diesem sauren Milieu können sich Bakterien nicht vermehren. Gewisse Honige haben jedoch einen deutlich höheren pH von 5 bis 6 (z.B. Kastanien- und Honigtau-honig). Diese sind trotzdem antibakteriell aktiv. Ausserdem wirken auch verdünnte Honige keimhemmend. Demzufolge muss es neben dem hohen Zuckergehalt und dem tiefen pH noch weitere antibakterielle Stoffe geben. In den letzten Jah-

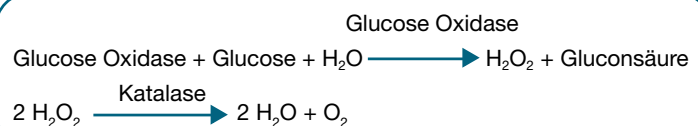
ren wurden verschiedene dieser sogenannten Inhibine identifiziert.

### Bisher bekannte Inhibine des Honigs

Als wichtigstes Inhibin des Honigs gilt heute das Wasserstoffperoxid ( $H_2O_2$ ). Es entsteht zusammen mit Gluconsäure bei der Oxidation von Wasser und Glucose. Diese Oxidation wird durch die Glucoseoxidase angetrieben. Sie ist ein Honigenzym aus der Futtersaftdrüse der Biene.

Der Gegenspieler der Glucoseoxidase ist die Katalase. Dieses Enzym, das auch in vielen Honigen vorhanden ist, reduziert das Wasserstoffperoxid. Während die Glucoseoxidase das Wasserstoffperoxid produziert, wird es durch die Katalase abgebaut. Die im Honig zu messende Peroxidkonzentration resultiert aus der Aktivität dieser beiden Enzyme; vgl. Kasten.

Die Bildung von Wasserstoffperoxid wird ausserdem durch Wärme und Licht beeinflusst. Diese schädigen die Glucoseoxidase und bremsen somit die Produktion von Wasserstoffperoxid. Da bei der Oxidation Wasser beteiligt ist, wird Wasserstoffperoxid nur in unreifem Honig gebildet. In reifem Honig ist das



# ttel

System blockiert. Wenn der Honig verdünnt wird, kann es zwar wieder aktiviert werden, doch reifer Honig enthält nur kleine Mengen an Wasserstoffperoxid, die das Bakterienwachstum kaum hemmen können.

Welche Stoffe sind in reifem Honig antibakteriell aktiv? Verschiedene sogenannte «nicht-peroxide Inhibine» wurden bereits nachgewiesen, so zum Beispiel Lysozym, Flavonoide, aromatische Säuren und andere, unbestimmte Honigbestandteile. Auch flüchtige Substanzen und Aromakomponenten des Honigs erwiesen sich als antibakteriell wirksam. Eine umfassende Übersicht der antibakteriellen Substanzen und der Wirkung von Honig liefern die Publikationen von Molan, 1992 und 1997. Zwar wurde die antibakterielle Wirksamkeit einzelner Inhaltsstoffe des Honigs identifiziert, doch eine systematische Untersuchung der chemischen Natur der nicht-peroxiden Stoffe blieb bisher aus.

Welche Rolle spielen die nicht-peroxiden Inhibine für die antibakterielle Wirkung des Honigs? Neben der Bedeutung wird auch die Herkunft der nicht-peroxiden Inhibine heftig diskutiert. Gemäss verschiedener Studien sind einige Stoffe pflanzlichen Ursprungs, andere werden von den Bienen während der Verarbeitung des Honigs beigemischt. Wie wichtig ist aber dieser Beitrag der Bienen? Um diese Fragen zu klären, wurden am Zentrum für Bienenforschung in Liebefeld Studien über die nicht-peroxiden



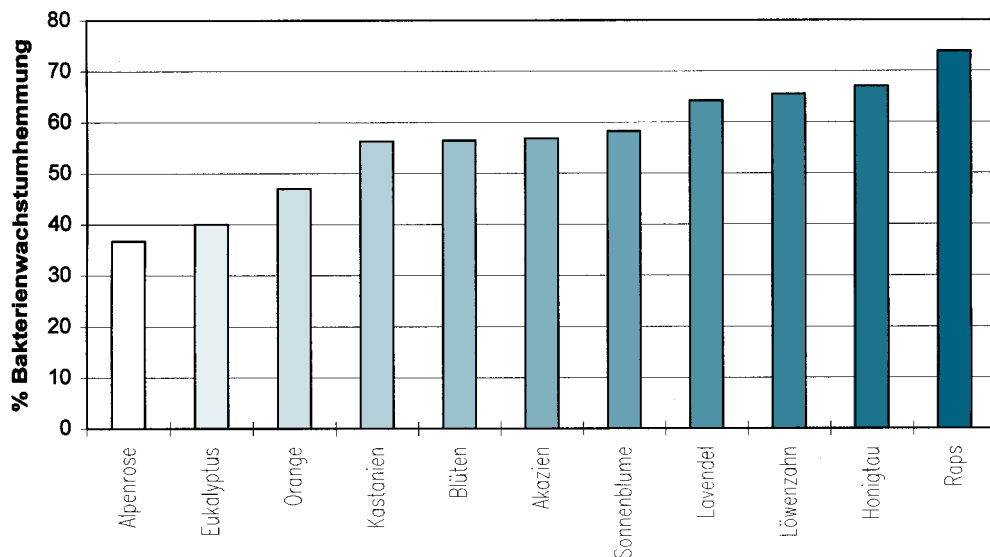
**Honig und Tee.** Ein altbewährtes Hausmittel: Kräutertee mit Honig gegen Halsschmerzen. Verschiedene Stoffe im Honig wirken nachweislich antibakteriell. Da Hitze jedoch die antibakteriellen Stoffe des Honigs teilweise zerstört, soll Honig nur in trinkwarmen Tee eingerührt werden.

Inhibine durchgeführt. Hier werden die wichtigsten Resultate zusammengefasst vorgestellt. Detaillierte Informationen über die Forschungsarbeiten sind nachzulesen in den wissenschaftlichen Publikationen (Bogdanov, 1984, 1987, 1997).

## Messung von Honiginhaltsstoffen

Für die Messung der nicht-peroxiden Inhibine in Honigen und Honigfraktionen wurde ein verbreiteter Bakterientest (Turbiditäts-Test) angewendet. Als Testbakterium diente der Eitererre-

**Abb. 1.** Die antibakterielle Wirksamkeit verschiedener Honige wurde gemessen und verglichen. Je stärker ein Honig das Wachstum des Test-Bakteriums (*Staphylococcus aureus*) hemmt, desto wirksamer ist er. Testsieger war der Raps-honig.



ger *Staphylococcus aureus*. Teilweise wurde zusätzlich *Micrococcus luteus* eingesetzt. Beide Bakterienarten reagieren erwiesenermaßen sensitiv auf antibakterielle Stoffe des Honigs, werden aber bei den in unserem Test herrschenden Bedingungen vom Wasserstoffperoxid nicht beeinflusst. Künstliche Antibiotika, welche im Honig enthalten sein können, sind gewöhnlich im angewendeten Test nicht wirksam.

Die Hemmwirkung des Wasserstoffperoxids wurde indirekt über die Messung der Peroxidbildung im Honig bestimmt und wird als Peroxidwert bezeichnet.

In unseren Honigen konnten wir kein Lysozym nachweisen. (Für methodische Details wird verwiesen auf die Publikationen: Bogdanov, 1984 und Bogdanov, 1997.)

### Wer produziert die nicht-peroxiden Inhibine?

**Beitrag der Pflanzen:** Die antibakterielle Wirkung von neun verschiedenen Sortenhonigen sowie einem Blüten- und einem Honigtauhonig wurde gemessen und verglichen (Abb.1). Die verschiedenen Honige hemmen das Wachstum von *Staphylococcus*

**Tab. 1. Die peroxiden und nicht-peroxiden Inhibine von Zuckerfütterungshonig im Vergleich zum natürlichem Waldhonig (=100 %).** Sowohl die peroxiden wie auch die nicht-peroxiden Inhibine des Zuckerfütterungshonigs waren nur wenig geringer als diejenigen des natürlichen Waldhonigs. Dies ist ein Indiz dafür, dass die Bienen wesentlich zu den antibakteriellen Eigenschaften des Honigs beitragen. (Mittelwert von 2 Versuchen  $\pm$  Abweichung).

Nicht-peroxide Hemmwirkung (%)	Peroxidwert (%)
95 $\pm$ 5	82 $\pm$ 18

*aureus* unterschiedlich. Als besonders aktiv erweisen sich Raps- und Honigtauhonig, während Rhododendron- und Eukalyptushonig weniger wirksam sind. Die Unterschiede sind statistisch nicht signifikant, da die antibakterielle Aktivität von Honigen derselben Sorte stark variiert. Trotzdem lassen die Resultate vermuten, dass die nicht-peroxiden Inhibine teilweise von den Pflanzen geliefert werden.

**Beitrag der Bienen:** Wenn die Trachtpflanzen allein für die nicht-peroxide antibakterielle Aktivität verantwortlich wären, müsste die Hemmwirkung von Zuckerfütterungshonig gering sein, da bei diesem der pflanzliche Anteil vermindert ist. Um dies zu testen, wurden während einer Waldtracht zwei Bienen-

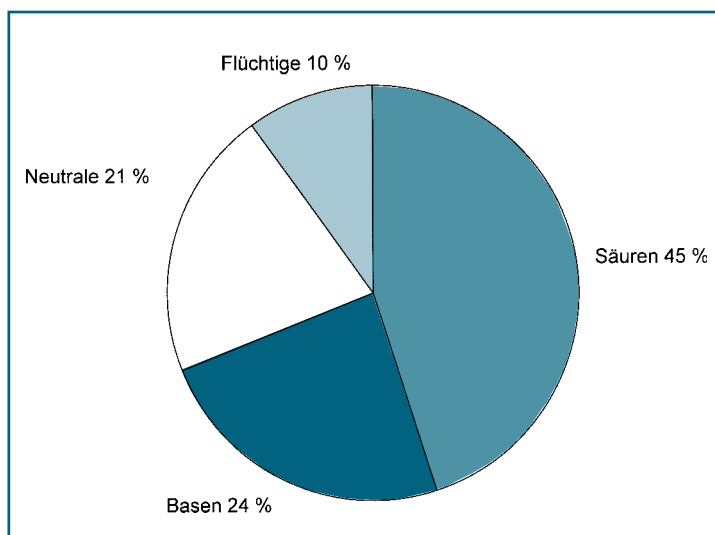
völker mit Zuckerwasser gefüttert. Neben dem eingetragenen Nektar und Honigtau verarbeiteten die Bienen dieser Völker auch den raffinierten Zucker zu Honig. Die übrigen Bienenvölker auf dem Stand produzierten jedoch reinen Waldhonig. Die antibakterielle Aktivität der verfälschten sowie der unverfälschten Waldhonige wurden später gemessen und verglichen (Tab.1).

### Chemische Natur der Inhibine

Verschiedene chemische Stoffgruppen des Honigs haben antibiotische Eigenschaften. Um deren Bedeutung zu beleuchten, wurden von zehn verschiedenen Honigtypen schrittweise einzelne Stoffgruppen physikalisch und chemisch abgetrennt. Zuerst wurden die flüchtigen (volatilen) Stoffe im Vakuum abdestilliert und darauf die neutralen Stoffe, die Basen und zuletzt die Säuren mittels spezifischer Säulenchromatographie entfernt. Vor und nach dem Entzug jeder Stoffgruppe wurde die nicht-peroxide antibakterielle Aktivität getestet. Die Abnahme der antibakteriellen Aktivität gibt Aufschluss über die Wirksamkeit der jeweiligen Stoffgruppe.

Von den vier betrachteten Stoffgruppen leisten die Säuren den wichtigsten Beitrag an der antibakteriellen Aktivität der Honige (Abb. 2). Sie hemmen das Wachstum von *Staphylococcus aureus* und *Micrococcus luteus*

**Abb. 2. Die nicht-peroxiden Inhibine wurden in Stoffgruppen getrennt und deren antibakterielle Wirksamkeit separat untersucht. Die Säurefraktion ist antibakteriell besonders aktiv. Die Säuren werden von den Bienen dem Honig während dessen Verarbeitung zugefügt. Durchschnittswert von zehn Honigen 4 Honigtauhonige aus Europa, 1 Bergblüten- und 1 Raps- und 1 Rapshonig aus der Schweiz, 1 Blütenhonig aus Südamerika, 1 Lavendelhonig aus Frankreich, 1 Sonnenblumenhonig aus Italien, 1 Manuka-honig aus Neuseeland.**



gleichermaßen. Auf die Säuren folgen die Basen und die neutralen Stoffe. Den flüchtigen Stoffen schliesslich kommt die geringste antibakterielle Aktivität zu.

Die antibakterielle Wirksamkeit der vier Stoffgruppen variiert von Honig zu Honig sehr stark, so dass sich nur ein allgemeiner Trend ablesen lässt. Beispielsweise wurde beim neuseeländischen Manukahonig 90 % der antibakteriellen Aktivität der Säurefraktion zugeschrieben, beim Rapshonig hingegen waren die neutralen Stoffe besonders aktiv und beim Schweizer Bergblütenhonig die Basen. Je nach Trachtpflanzen zeichnen sich also auch hier Unterschiede ab. Dies bedeutet nicht zwangsläufig, dass alle Inhibine vorwiegend von den Pflanzen stammen. Möglicherweise verarbeiten die Bienen Nektar und Honigtau je nach Herkunft unterschiedlich und fügen dem Honig somit nicht immer dieselbe Menge an Inhibinen bei.

### Einfluss von Hitze, Licht und Lagerung

**Hitze:** Bekanntlich schädigen Wärme und Licht die Glucoseoxidase und vermindern somit die Produktion von Wasserstoffperoxid. Welchen Einfluss aber haben Hitze, Licht und Lagerung auf die nicht-peroxiden Inhibine? Um dies zu testen wurden in Liebefeld Blüten- und Waldhonige während 15 Minuten einer Temperatur von 70 °C ausgesetzt. Vor und nach dieser Wärmebehandlung wurden der Peroxidwert sowie die nicht-peroxiden Inhibine bestimmt (Tab. 2).

Blütenhonig weist nach der Erwärmung einen geringen Peroxidwert auf, er büsst also seine Fähigkeit Wasserstoffperoxid zu bilden beinahe vollständig ein. Die antibakterielle Wirkung der nicht-peroxiden Inhibine hingegen vermindert sich nur wenig. Auch beim Waldhonig

**Tab. 2. Einfluss von Hitze auf die nicht-peroxiden und peroxiden Inhibine.** Hitze schädigt Waldhonig weit weniger als Blütenhonig. Während der Peroxidwert durch die Wärmebehandlung deutlich vermindert wurde, erwiesen sich die nicht-peroxiden Inhibine als recht hitzeresistent. (Mittelwert ± SED)

	n	% der anfänglichen nicht-peroxiden Hemmwirkung	% des anfänglichen Peroxidwertes
Blütenhonig	3	86 ± 4	8 ± 1
Waldhonig	4	94 ± 1	78 ± 3

**Tab. 3. Einfluss von Licht und Lagerung auf die nicht-peroxiden und peroxiden Inhibine.** Licht vermindert die antibiotischen Eigenschaften von Honig. Die Peroxidwerte reagieren empfindlicher auf Einflüsse einer 15-monatigen Lagerung als die nicht-peroxiden Inhibine. Insbesondere die Peroxidwerte des Blütenhonigs werden bei Lagerung im Licht stark reduziert. (Mittelwert ± SED).

Lagerung bei:	n	% der anfänglichen nicht-peroxiden Hemmwirkung		% des anfänglichen Peroxidwertes	
		Licht	Dunkel	Licht	Dunkel
Blütenhonig	7	76 ± 4	86 ± 2	19 ± 5	48 ± 5
Waldhonig	5	78 ± 3	80 ± 4	63 ± 3	70 ± 3

nehmen die Peroxidwerte durch die Wärmebehandlung deutlich ab, während die nicht-peroxiden Stoffe kaum an Wirksamkeit verlieren. Allgemein wird Waldhonig durch Hitze weniger geschädigt als Blütenhonig.

### Lagerung und Licht

Der Einfluss von Licht und Lagerung auf die beiden antibakteriellen Systeme wurde ebenfalls in einem Test untersucht. Blüten- und Waldhonige wurden 15 Monate bei Raumtemperatur



Honiglagerung in verschiedenen Gefässen. Wird Honig bei Licht im Glas gelagert, so nimmt seine antibakterielle Aktivität Schaden. Honige, die in lichtundurchlässigen, für Lebensmittel geeigneten Behältern gelagert werden, bewahren ihre antibakterielle Aktivität länger. Um die antibakterielle Wirkung des Wasserstoffperoxids zu erhalten, soll Honig kühl und dunkel aufbewahrt werden. Zu Heilzwecken empfiehlt es sich frischen, naturbelassenen Honig zu verwenden.



(20-25 °C) aufbewahrt. Die eine Hälfte der Honige wurde vor Licht geschützt, die andere Hälfte aber dem Licht ausgesetzt. Vor und nach der Lagerung wurden wiederum der Peroxidwert und die nicht-peroxiden Inhibine bestimmt (Tab. 3).

Wird Blütenhonig bei Licht gelagert, so nimmt der Peroxidwert stark ab, bei Lagerung im Dunkeln jedoch vermindert er sich um nur rund die Hälfte. Beim Waldhonig wird der Peroxidwert durch die Lagerung deutlich weniger reduziert als beim Blütenhonig. Die nicht-peroxiden Inhibine werden durch Licht und Lagerung nur gering geschädigt.

Nicht-peroxide Inhibine sind nicht nur weitgehend unempfindlich gegenüber Wärme, sondern auch gegenüber Licht und Lagerung.

Es ist die Aufgabe zukünftiger Forschung, die antibakteriell wirksamen Substanzen zu identifizieren.

## Literatur

- Bogdanov S. (1984), Characterisation of antibacterial substances in honey. *Lebensm.-Wiss. u. Technol.* 17, 74-76.
- Bogdanov S. (1989), Determination of pinocembrin in honey using HPLC. *Journal of Apicultural Research* 28 (1), 55-57.
- Bogdanov S. (1997), Nature and origin of the antibacterial substances in honey. *Lebensm.-Wiss. u. Technol.* 30, 748-753.
- Molan P. C. (1992), The antibacterial activity of honey *Bee World*, 73. Part 1: 5-28. Part 2: 59-76.
- Molan P. C. (1997), Honey as an antimicrobial agent. *Bee Products. Properties, Applications, and Api-*

*therapy*, Symposium Tel Aviv, 27-37.

- Postmes T. (1997), Honig und Wundheilung. Honig-Wundverbände gegen Verbrennungen. Altera Verlag, Bremen.

## RÉSUMÉ

### Propriétés antibiotiques naturelles du miel

Les propriétés anti-bactériennes du miel ont leur origine dans une multitude de facteurs naturels appelés inhibines. Jusqu'alors, on a supposé que l'eau oxygénée était la substance antibiotique la plus importante du miel. Nos résultats montrent qu'il existe d'autres substances anti-bactériennes naturelles dans le miel. Au contraire des inhibines peroxydes, elles sont dans une large mesure insensibles à la chaleur, à la lumière et à la durée de stockage. L'effet antibiotique du miel demeure intact à condition que celui-ci soit entreposé dans un endroit frais, à l'abri de la lumière et consommé rapidement. Les inhibines non peroxydes proviennent en partie de la flore mellifère. Cependant la contribution des abeilles est plus importante.

Nous avons analysé 4 groupes de substances d'inhibines non peroxydes quant à leur effet anti-bactérien : les acides, les bases, les substances neutres et volatiles. C'est la fraction acide, avec 45% de l'activité totale, qui s'est révélée la plus efficace. À l'avenir, les travaux de recherche auront pour objectif d'identifier les substances anti-bactériennes efficaces.

## SUMMARY

### Natural antibiotic properties of honey

In honey there are different natural antibacterial substances, or so called inhibines. One of them, hydrogen peroxide, was thought to be the most important one. However, our studies show, that there are different non-peroxide antibacterial substances. Contrary to the peroxide inhibines, they are not sensitive towards heat, light and storage. The antibacterial effect of honey is optimal, when it is stored in a cool, dark place and when it is consumed in fresh condition.

The non-peroxide inhibines originate partly in the honey plants. However, the main part of the antibacterial agents is added by the bees.

Four honey fractions were tested for antibacterial activity: acids, bases, lipophilic, non-volatile and volatile. The main antibacterial fraction was the acidic one, with 45 % of the total activity. Future research should elucidate the chemical nature of these antibacterial substances.

**Key words:** honey, inhibine, natural antibiotic, antibacterial activity, properties, origin.