

## BIOCHEMIE

## Was die Walnuss mit Liebstöckel und Haferflocken verbindet

Bei der Walnuss führt die Kombination bekannter Aromastoffe zu einem völlig neuen Geschmackseindruck: Der Aromastoff des Liebstöckel, Sotolon (3-Hydroxy-4,5-dimethylfuran-2(5H)-on), und das für den Geruch von Haferflocken verantwortliche (2E,4E,6Z)-Nona-2,4,6-trienal prägen im Mischungsverhältnis 1:1 den typischen Walnussgeschmack.

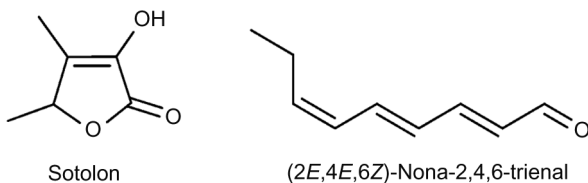


ABB. 1 Struktur der geschmacksbildenden Substanzen der Walnuss.

Unser Eindruck vom Geschmack einer Speise basiert bekanntlich auf dem Zusammenspiel verschiedener chemischer Sinne: Die hauptsächlich auf der Zunge gelegenen Geschmackssinneszellen nehmen die Qualitäten süß, sauer, salzig, bitter oder umami wahr, Schmerzrezeptoren tragende Sinneszellen der Zunge vermitteln den Eindruck scharf und die Riechsinneszellen der Nasenschleimhäute registrieren flüchtige Geruchsstoffe. Die große Vielfalt solcher Aromen und dazu passender olfaktorischer Rezeptoren ermöglicht eine differenzierte Geschmacksempfindung.

Der typische Geschmack der Walnuss (*Juglans regia* L.) unterscheidet sich klar von dem anderer Nusskerne wie Haselnuss, Mandeln oder Cashew. Bereits seit etwa 50 Jahren geht man davon aus, dass der Geschmack der Walnuss durch eine Kombination mehrerer Aromastoffe entsteht, ohne dass die relevanten Komponenten bislang identifiziert werden konnten. Wissenschaftler vom Leibniz-Institut für Lebensmittel-Systembiologie an der Technischen Universität München gelang jetzt an Diethylether-Extrak-

ten aus Walnusskernen die massenspektroskopische Identifizierung von 50 flüchtigen Aromastoffen, überwiegend Oxidationsprodukte von Fettsäuren, darunter Aldehyde, Ketone und Lactone [1]. Die Mehrzahl der Substanzen wurde in Walnüssen erstmals nachgewiesen, ist aber in anderem Zusammenhang als Aromastoffe bekannt. Die ihnen zugeschriebenen Geruchsqualitäten reichen vom Fettgeruch über Blütenduft bis hin zu grasartig, süßlich oder käsig. Im Einklang mit der Ausgangshypothese zeigt keine dieser Substanzen für sich allein den typischen Walnussgeruch.

Bei Riechtesten an Verdünnungsreihen fiel auf, dass zwei Substanzen selbst bei äußerst starker Verdünnung noch wahrnehmbar waren (Abbildung 1): Sotolon (Verdünnungsfaktor 512) und (2E,4E,6Z)-Nona-2,4,6-trienal (Verdünnungsfaktor 1024). Beide gehörten mit Konzentrationen von jeweils ca. 10 µg/kg zu den abundanteren Geruchskomponenten, nach Essigsäure (44 mg/kg), anderen niedermolekularen Alkansäuren und Vanillin (105 µg/kg). Dies war insofern bemerkenswert, als der Geruch der Einzelsubstanzen nicht an Walnüsse erinnert: Sotolon vermittelt den charakteristischen Geruch der Samen und Blätter des Liebstöckel (*Levisticum officinale*) und weiterer Gewürzpflanzen wie Bockshorn- und Schabzigerklee. Bei verarbeiteten Lebensmitteln bestimmt es den Geruch bekannter Suppenwürzen sowie von Currypulver und Sojasauce. Sotolon wird nicht nur im Stoff-

wechsel von Pflanzen gebildet, sondern auch im Rahmen der so genannten Maillard-Reaktion, die beim Erhitzen bestimmter Lebensmittel zur Bräunung führt. (2E,4E,6Z)-Nona-2,4,6-trienal wird für den Geruch von Haferflocken verantwortlich gemacht, trägt unter anderem zum Geruch von schwarzem sowie grünem Tee bei und wird von den Pflanzen aus Linolensäure gebildet.

Für Geruchstests wurden die isolierten Komponenten des Etherextrakts als Einzelsubstanzen oder in unterschiedlichen Kombinationen in Öl mit einem geringen Anteil an gepufferter Phosphatlösung gelöst, um die Verhältnisse in den fettreichen Walnüssen nachzustellen. Der Geruch dieser Proben wurde systematisch mit dem kompletten, nach Walnuss riechenden Extrakt verglichen. Dabei repräsentierte ein binäres Gemisch aus Sotolon und (2E,4E,6Z)-Nona-2,4,6-trienal im Verhältnis von 1:1 am besten den Walnussgeruch. Dazu passend enthielt der Walnussextrakt beide Substanzen ebenfalls im 1:1-Verhältnis, während anders riechende Nusskerne (Cashew, Haselnuss, Mandeln) davon abweichende Mischungsverhältnisse aufwiesen. Dies galt auch für die mit der Walnuss verwandte Pekannuss, obwohl deren Geruch eine gewisse Ähnlichkeit mit dem der Walnuss aufweist. Demnach bestimmt das Mengenverhältnis der beiden Substanzen den ausgeprägten Walnussgeruch. Das Ergebnis wurde in Weglass-Versuchen bestätigt, bei denen die Proben die Zusammensetzung des Walnussextrakts jeweils ohne einzelne Komponenten repräsentierten. Der verblüffende Befund lässt sich nach Martin Steinhaus, dem federführenden Autor der Studie, im Mischversuch einfach nachvollziehen [2]: einen Esslöffel Haferflocken in einem Glas tropfenweise mit Liebstöckel enthaltender Suppenwürze mischen und riechen.

Abschließend sei bemerkt, dass das verblüffende Phänomen völlig neuer Geschmacksqualitäten durch

die Kombination von Geruchsstoffen nicht unbekannt ist: Beispielsweise ergibt sich durch Mischen des nach gekochten Kartoffeln riechenden Methional mit dem nach Geranienblättern riechenden (5Z)-Octa-1,5-dien-3-on im Verhältnis von

100:1 ein fischartiger Geruch. Im Hinblick auf die große Zahl bekannter Geruchsstoffe stellt sich die Frage, ob sich bei genauem Hinsehen weitere derartige Beispiele finden lassen.

## ARTENSCHUTZ

# Waldameisen sind vom Aussterben bedroht!

**Obwohl die Waldameisen seit über 200 Jahren unter Naturschutz stehen, sind sie in Deutschland inzwischen vom Aussterben bedroht. Die Gründe dafür sind vielfältig. Neben einer menschengemachten Vernichtung ihres Lebensraumes und witterungsbedingtem Nahrungsmangel werden Ameisen auch an vielen Orten direkt mit Insektiziden bekämpft. Ein Verlust der Ameisen wird aber ökologische Konsequenzen haben – nicht zuletzt, weil sie die Nahrungsquelle vieler Vögel sind.**

In Deutschland leben 116 verschiedene Ameisenarten, in Bayern sind 87 Ameisenarten bekannt. Davon werden bereits 59 Arten in der „Roten Liste gefährdeter Ameisen Bayerns“ geführt. Am auffälligsten sind die heimischen Waldameisen mit ihren großen Nesthügeln. In einem Waldameisennest können mehr als eine Million Arbeiterinnen leben, diese wiegen zusammen etwa nur 7 kg. In den Nestern kön-

nen eine Königin oder auch mehrere hundert leben und diese werden bis zu 25 Jahre alt. Die Arbeiterinnen werden bis zu 6 Jahre alt und können etwa das 40-fache ihres Eigengewichtes tragen. Durch ihre räuberische Tätigkeit vertilgen große Waldameisenvölker bis zu 100.000 Insekten pro Tag. Durch die Pflege von Rinden-, Schild- und Blattläusen tragen die Ameisen zur Steigerung der Honigtauproduktion



**ABB. 1 Buntspecht mit Ameisen.** Foto: Kirsten Krebs.

## Literatur

- [1] C. A. Stübner, M. Steinhaus (2023) J. Agric. Food Chem. 71, 7099–7108.  
[2] <https://idw-online.de/de/news815982>

Annette Hille-Rehfeld, Stuttgart

bei. Hiervon haben nicht nur unsere Honigbienen einen großen Vorteil. Ameisen sind eine wichtige Nahrungsquelle für viele Tierarten, vor allem viele Vogelarten; besonders die Spechte (Abbildung 1) benötigen die Ameisen zur Aufzucht ihrer Brut.

Obwohl die Waldameisen seit über 200 Jahren unter Naturschutz stehen, sind sie neben den vielen kleineren Ameisenarten nun vom Aussterben bedroht. Waren es vor 35 Jahren nur punktuelle Ausfälle von Waldameisenvölkern oder Kolonien, haben wir seit ca. 6 Jahren einen enormen Verlust aus allen Regionen Deutschlands zu verzeichnen. In Bayern betrifft dies ebenfalls alle Gegenden. Selbst durch Ameisenheger intensiv betreute Bestände sind davon betroffen.

Hier einige Beispiele: Von den ehemals drei großen Kolonien der Wiesen-Waldameise (*Formica pratensis*, Abbildung 2) in der Rhön leben heute nur noch drei. Eine Kolonie mit 16 großen Einzelnestern der Kahlrückigen Waldameise (*Formica polyctena*) im Landkreis Erding ist innerhalb von vier Jahren auf drei kleine Nester geschrumpft. Im Jahr 2017 ist über den Winter eine Waldameisenkolonie mit 20 großen Einzelvölkern im Landkreis Wunsiedel ausgestorben. Im Landkreis Regensburg ist innerhalb von 20 Jahren eine Kolonie der Kahlrückigen Waldameise von 134 Völkern auf 4 kleine Völker geschrumpft. Im Landkreis Schwandorf sind bayernweit die meisten Waldameisenbestände kartiert, hier ist der Rückgang ebenso gravierend.