



**Lebensmittelchemische
Gesellschaft**

Fachgruppe in der
Gesellschaft Deutscher Chemiker

Aromastoffe

**Ein wichtiges Stück
Lebens(mittel)qualität**

Arbeitsgruppe Aromastoffe 2010

Aromastoffe

Ein wichtiges Stück Lebens(mittel)qualität

Was sind Aromastoffe?

Unter Aromastoffen versteht man diejenigen Inhaltsstoffe von Lebensmitteln, die mit den Geruchsrezeptoren in der Nase detektiert werden können. Das charakteristische Aroma, das wir wahrnehmen, wenn wir ein frisch gegrilltes Hähnchen vor uns auf dem Teller liegen haben (orthonasale Aromawahrnehmung) und später, während wir das Hähnchen verspeisen (retronasale Aromawahrnehmung), wird von diesen Aromastoffen hervorgerufen.

Aromastoffe sind Substanzen in Lebensmitteln, die man riechen kann

Nachgefragt: Was bedeutet ortho- und retronasal?

Es handelt sich um zwei verschiedene Wege, auf denen Aromastoffe in die Nase gelangen können. Von orthonasaler Aromawahrnehmung spricht man, wenn die Aromastoffe mit der Atemluft beim Einatmen durch die Nasenlöcher in die Nase gelangen. Bei der retronasalen Aromawahrnehmung dagegen erreichen die Aromastoffe die Nasenhöhle über den Rachenraum von hinten. Das passiert vor allem nach dem Schlucken. Ein Reflex sorgt nämlich dafür, dass wir nach jedem Schluckvorgang ausatmen. Auch beim Degustieren findet retronasale Aromawahrnehmung statt. Dabei wird das Gaumensegel, das während des Kauens normalerweise den Mund- vom Rachenraum trennt, bewusst geöffnet.



Warum sind Aromastoffe so wichtig?

Aromastoffe sind entscheidend für den Genusswert von Lebensmitteln

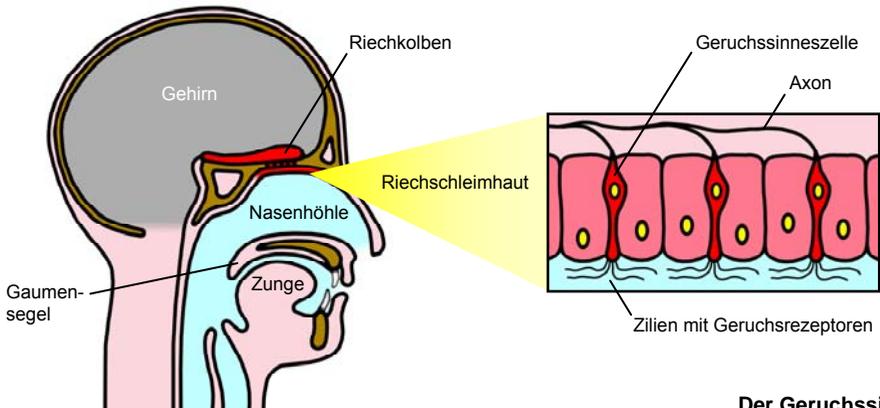
Ob uns ein Lebensmittel "schmeckt" oder nicht, hängt ganz wesentlich von seinen Aromastoffen ab. Beim Essen und Trinken bewerten wir alles, was wir zu uns nehmen, unwillkürlich mit allen unseren Sinnen. Aus der Gesamtheit der Sinneseindrücke beim Verzehr formt unser Gehirn dann einen Gesamteindruck, anhand dessen wir letztendlich entscheiden, ob uns etwas "schmeckt" oder nicht. Wenngleich der Volksmund zu recht behauptet: "Das Auge isst mit!", sind beim Essen in erster Linie der Tastsinn, der Geschmackssinn und der Geruchssinn für die Qualitätsbewertung von Bedeutung.

Der Tastsinn ist mit seinen haptischen Sensoren verantwortlich für die Wahrnehmung von Textur und Viskosität, mit seinen Thermosensoren für die Wahrnehmung von Temperatur und Scharfstoffen.

Der Geschmackssinn, dessen Sensoren auf der Zunge zu finden sind, erlaubt uns zwischen den fünf Geschmacksrichtungen süß, sauer, salzig, bitter und umami zu unterscheiden (umami ist der Geschmack von Glutamat; ausgesprochen umami schmecken zum Beispiel gebratenes Fleisch, Brühe und Speisewürze).

Der Geruchssinn ist ein sehr komplexer Sinn

Wesentlich komplexer als der Geschmackssinn ist der Geruchssinn. Die etwa 10 Mio. Geruchssinneszellen befinden sich in der Nase im oberen Teil der Nasenhöhle. Auf der Oberfläche feiner Zilien sitzen spezifische Rezeptormoleküle, die mit den Aromastoffmolekülen in Wechselwirkung treten können. Dadurch wird in der Zelle eine Signalkaskade ausgelöst, die schließlich zur Absendung eines Nervenimpulses führt. Dieser gelangt über Fortsätze der Riechzellen, die Axone, zum Riechkolben im Gehirn. Dort findet eine erste Verarbeitung der Geruchsinformationen statt, bevor diese weiter zu den verschiedenen Instanzen des Großhirns geleitet wird. Dort erfolgt an unterschiedlichen Stellen die Identifizierung, die Speicherung und die Verknüpfung des Geruchs mit Emotionen und Erinnerungen.



Der Geruchssinn

Der Mensch besitzt etwa 400 verschiedene Geruchssinneszellen, jede gekennzeichnet durch einen speziellen Typ von Geruchsrezeptormolekülen. Daraus ergibt sich eine extrem hohe Zahl an Kombinationsmöglichkeiten, die es dem Geruchssinn ermöglicht, zwischen tausenden verschiedenen Geruchsnoten unterscheiden zu können. Diese Bandbreite bedingt letztlich auch die große Bedeutung der Aromastoffe für den Genusswert von Lebensmitteln.

Wenn man also umgangssprachlich sagt: "Das schmeckt mir!", liegt das in erster Linie an der richtigen Kombination wichtiger Aromastoffe. Das weiß jeder, der schon einmal einen heftigen Schnupfen mit völlig verstopfter Nase erlebt hat: Dann "schmeckt" alles fade. Der Geschmackssinn ist jedoch intakt, nur die Wahrnehmung von Aromastoffen ist aufgrund der geschwellenen Nasenschleimhäute unterbunden. Trinkt man in diesem Zustand mit verbundenen Augen beispielsweise einen Fruchtsaft, so kann man die Geschmacksrichtungen "süß" und "sauer" trotzdem deutlich wahrnehmen. Da man das spezifische Aromastoffspektrum nicht detektieren kann, erkennt man aber nicht, ob es sich z. B. um Apfel- oder Kirschsafft handelt.

Es sind also vor allem die Aromastoffe, die das Konsumieren von Lebensmitteln zum Genuss machen – einem Genuss, der unbestritten ein wichtiges Stück Lebensqualität darstellt!

Nachgefragt: Was ist Geschmack?

"De gustibus non est disputandum" sagten die Römer, "über Geschmack lässt sich nicht streiten". Über den Begriff "Geschmack" im Deutschen lässt sich sehr wohl streiten. Das Problem ist, dass mit "Geschmack" drei unterschiedliche Dinge gemeint sein können. Im obigen Fall steht "Geschmack" im übertragenen Sinn für eine persönliche Vorliebe für etwas. Im Zusammenhang mit dem Genuss von Lebensmitteln wird der Begriff umgangssprachlich meist im weiteren Sinne als Summe der Sinnesempfindungen von Tastsinn, Geschmackssinn und Geruchssinn verwendet, z. B. wenn man fragt "Schmeckt's?". Im engeren Sinn schließlich bezeichnet "Geschmack" nur die mit dem Geschmackssinn wahrgenommenen Reize. Nicht zuletzt aufgrund der fehlenden sprachlichen Differenzierung der letzten beiden Bedeutungen wird von vielen Menschen die Bedeutung des Geruchssinns – und damit der Aromastoffe – für den Genusswert von Lebensmitteln oft unterschätzt.

Was macht eine Substanz zum Aromastoff?

Nur ein kleiner Teil der flüchtigen Substanzen in einem Lebensmittel sind Aromastoffe

Ein Aromastoff muss flüchtig sein, das heißt aus dem Lebensmittel in die Raumluft übergehen können, denn nur dann kann er mit der Atemluft in die Nase gelangen. Flüchtigkeit ist eine wichtige, jedoch bei weitem nicht hinreichende Voraussetzung für einen Aromastoff. Aromastoffe müssen darüber hinaus mit den spezifischen Rezeptoren der Riechsinneszellen wechselwirken können. Außerdem müssen sie in ausreichend hoher Konzentration vorhanden sein, denn nur wenn eine genügend große Zahl der Aromastoffmoleküle gleichzeitig an die Rezeptoren einer Zelle bindet, führt das zu einem Nervenimpuls, der im Gehirn als Geruch interpretiert werden kann. Daher besitzt jeder Stoff einen substanzspezifischen Geruchsschwellenwert. Erst die Überschreitung dieser Schwellenkonzentration in der Atemluft macht eine Substanz aromaaktiv.

Die Geruchsschwellenwerte typischer Lebensmittelaromastoffe sind extrem unterschiedlich. So ist Ethanol (Trinkalkohol) erst ab einer Konzentration von etwa 1 g pro Liter Wasser wahrnehmbar. Die Substanz Di-(2-methyl-3-furyl)-disulfid, die für das Aroma von Fleisch bedeutend ist, ist 3.000.000.000 mal wirksamer als Ethanol. Ihr Schwellenwert in Wasser liegt bei 0,00000000032 g/L. Entsprechend unterschiedlich sind

Nachgefragt: Wie bestimmt man, welche Substanzen die Schlüsselaromastoffe eines Lebensmittels sind?

Zunächst werden die flüchtigen Verbindungen aus dem Lebensmittel isoliert. Das geschieht mit äußerst schonenden Destillationsverfahren, um die ursprüngliche Zusammensetzung nicht zu verändern. Mit Hilfe eines Gaschromatographen wird das Gemisch der flüchtigen Verbindungen anschließend aufgetrennt. Nach der Trennung können die einzelnen Substanzen mit Hilfe eines Massenspektrometers identifiziert werden. Ersetzt man das Massenspektrometer durch die Nase eines Probanden, kann man erkennen, welche Substanzen aromaaktiv sind. Mischt man die aromaaktiven Substanzen, die man in einem Lebensmittel gefunden hat, in den natürlich vorkommenden Konzentrationen zusammen, so erhält man ein Modell, das genauso riecht wie das Ausgangslebensmittel. Jetzt lässt man einzelne Stoffe aus dem Modell weg. Ergibt sich durch das Weglassen eines Aromastoffs ein eindeutiger Aromaunterschied zum vollständigen Modell, so hat man gezeigt, dass er für das Aroma des Lebensmittels essentiell ist - er ist ein Schlüsselaromastoff.

Die Schlüsselaromastoffe sind wichtige Qualitätsparameter

Die Schlüsselaromastoffe sind wichtige Parameter für die sensorische Qualität von Lebensmitteln. Ihre Bestimmung ist von Bedeutung für die Qualitätskontrolle und für die Optimierung von Prozessen in der Lebensmittelverarbeitung.



Identifizierung aromaaktiver Verbindungen mit Hilfe eines Gaschromatographen

Woher stammen die Aromastoffe, die man in Lebensmitteln findet?

Zum Teil werden Aromastoffe bereits durch den natürlichen Stoffwechsel der Zellen in Tier oder Pflanze gebildet. Sie liegen dann bereits im unverarbeiteten Ausgangsmaterial vor. Auf solchen Substanzen beruht beispielsweise das Aroma vieler Gewürze.

Aromastoffe können aber auch erst beim Zerkleinern des Gewebes durch enzymatische Prozesse gebildet werden. Das ist zum Beispiel bei den Schlüsselaromastoffen von Gurken, Zwiebeln und Tomaten der Fall. Dass eine ganze Gurke kaum riecht, liegt also daran, dass wichtige Aromastoffe erst beim Schälen und Schneiden entstehen.



Bei vielen Lebensmitteln, die mit Hilfe von Mikroorganismen hergestellt werden, spielen deren Stoffwechselprodukte als Aromastoffe eine große Rolle. Dazu gehören unter anderem Bier, Brot, Butter, Joghurt, Käse, Salami und Wein.



Viele Aromastoffe entstehen erst bei der Lebensmittelherstellung oder -zubereitung

Eine große Zahl an Aromastoffen wird durch chemische Reaktionen beim Erhitzen von Lebensmitteln gebildet. So hat ein rohes Steak kaum Aroma, beim Anbraten werden aber aus geruchlosen Vorstufen zahlreiche intensive Aromastoffe gebildet, die das typische Brat-aroma ausmachen. Ähnliches passiert beim Backen von Brot und beim Rösten von Kaffee und Kakao.



Schließlich können Lebensmitteln auch gezielt Aromastoffe zugesetzt werden, die vorher aus natürlichen Quellen – einzeln oder in Mischung – isoliert oder auf biotechnologischem oder synthesechemischem Weg hergestellt worden sind.

Nachgefragt: Welche chemischen Stoffgruppen findet man unter den Aromastoffen in Lebensmitteln?

Aromastoffe sind eher kleine Moleküle und bestehen meist aus einem Kohlenwasserstoffgerüst mit sauerstoff-, stickstoff- oder schwefelhaltigen funktionellen Gruppen. Die vertretenen Stoffgruppen sind vielfältig. Unter den Aromastoffen findet man ungesättigte Kohlenwasserstoffe, Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester, cyclische Verbindungen wie Furanone, Pyranone, Pyrazine, Pyrrole, Pyridine, Phenole und Lactone, sowie schwefelhaltige Thiazole, Sulfide und Thiole. Letztere besitzen oft extrem niedrige Geruchsschwellenwerte.

Welchen Veränderungen unterliegen Aromastoffe in Lebensmitteln?

Wie alle anderen Inhaltsstoffe können auch Aromastoffe Veränderungen bei der Verarbeitung und der Lagerung von Lebensmitteln unterliegen. Dabei kann es sowohl zur Bildung wie auch zum Verlust von Aromastoffen kommen. Beides kann im Einzelfall erwünscht oder nachteilig sein.

Kommt es durch ungünstige Bedingungen zur Bildung sensorisch relevanter Mengen unerwünschter Aromastoffe, spricht man von einem Fehlroma. Solche Fehlparomen entstehen z. B. wenn Bier dem Sonnenlicht ausgesetzt wird ("nach Stinktief"), bei einer Fehlfermentation von weißem Pfeffer ("nach Kuhstall") oder beim Lagern von Orangensaft ("nach Gewürznelke").



Weißer Pfeffer zeigt gelegentlich ein "kuhstallartiges" Fehlroma

Es gibt auch Fälle, wo erst der Abbau unvermeidlicher Fehlparomastoffe im Herstellungsprozess zu einem ansprechenden Produkt führt. So wird beispielsweise beim Conchieren von Schokolade ein Großteil der bei der Kakaofermentation gebildeten Essigsäure ausgetrieben und erst durch die Nachgärung wird die nach Butter riechende Substanz 2,3-Butandion aus dem Jungbier entfernt.

Andererseits führt der Verlust erwünschter Aromastoffe im Rahmen der Lebensmittelverarbeitung oft zu einer deutlichen Verschlechterung der sensorischen Qualität des Produkts. Kann dieser Effekt im industriellen Rahmen nicht durch Optimierung der Herstellungsprozesse minimiert werden, kann eine gezielte (Re-)Aromatisierung des Produkts sinnvoll sein.

Wie werden Lebensmittel aromatisiert?

Traditionell dienen Kräuter und Gewürze der Aromatisierung von Lebensmitteln

Zur gezielten Aromatisierung von Lebensmitteln werden traditionell vor allem Kräuter und Gewürze eingesetzt. Bereits zu Beginn der Neuzeit begann man aus Kräutern und Gewürzen aromaangereicherte Produkte herzustellen, indem man beispielsweise die flüchtigen wasserunlöslichen Bestandteile, das "ätherische Öl" durch Destillation isolierte.

Mit der erstmaligen Synthese des Vanillins, des Schlüsselaromastoffs aus der Vanilleschote, durch die deutschen Chemiker Wilhelm Haarmann und Ferdinand Tiemann begann im Jahr 1874 die Ära der synthetisch hergestellten Aromastoffe. Das war gleichzeitig der Beginn der industriellen Aromenproduktion.

Vanillin war der erste industriell hergestellte Aromastoff



Nachgefragt: Was steht hinter dem Begriff "Aroma"?

"Aroma" bezeichnet in erster Linie die Summe der mit dem Geruchssinn wahrnehmbaren sensorischen Eigenschaften eines Lebensmittels.

In der Lebensmittelindustrie wird jedoch auch ein zur Aromatisierung eingesetztes industrielles Erzeugnis als Aroma bezeichnet. Solche Aromen sind durch das Lebensmittelrecht definiert. Sie bestehen aus einer Mischung von Aromastoffen, die weitere Substanzen wie Trägerstoffe und Antioxidantien enthalten können.

Leider wird häufig nicht korrekt zwischen den beiden Wortbedeutungen differenziert. Ursprünglich stammt das Wort Aroma übrigens aus dem Altgriechischen (άρωμα) und bezeichnete im klassischen Altertum Gewürze und wohlriechende Kräuter.

Hohe Ansprüche der Verbraucher an die sensorische Qualität und die zunehmende Verbreitung von sogenannten Convenience-Produkten machen heute die Verwendung von Aromen bei vielen Lebensmitteln unumgänglich. Industriell produzierte Aromen können natürliche und synthetische Aromastoffe enthalten.

Aromen spielen eine zunehmende Rolle bei modernen Lebensmitteln

Natürliche Aromastoffe werden entweder aus Pflanzen, Tieren oder Mikroorganismen auf rein physikalischem Weg, zum Beispiel durch Extraktion oder Destillation isoliert, oder mit Hilfe enzymatischer oder biotechnologischer Verfahren hergestellt.

Die industriell eingesetzten synthetischen Aromastoffe kommen in der Regel in chemisch identischer Form auch natürlich in Lebensmitteln vor. Synthetische Aromastoffe ohne Entsprechung in der Natur spielen in der Praxis kaum noch eine Rolle. Lediglich das nach Vanille riechende Ethylvanillin, das etwas intensiver nach Vanille riecht als das natürlich vorkommende Vanillin, wird in einigen Lebensmitteln eingesetzt.

Die Formulierung "natürliches Aroma" verweist auf eine enzymatische, biotechnologische oder rein physikalische Gewinnung aus natürlichen Rohstoffen. Sie bedeutet jedoch nicht, dass beispielsweise das Aroma in einem Erdbeerjoghurt auch aus Erdbeeren gewonnen wurde. Steht in der Zutatenliste jedoch "natürliches Erdbeer-Aroma" so müssen mindestens 95 % des Aromas tatsächlich aus Erdbeeren gewonnen worden sein.



Nachgefragt: Was sind Reaktionsaromen?

Reaktionsaromen erhält man typischerweise durch Erhitzen eines reduzierenden Zuckers und einer Aminosäure. Unter diesen Bedingungen, die denen beim Braten und Backen entsprechen, entstehen durch die Maillard-Reaktion zahlreiche Aromastoffe. Vor allem fleischartige Aromen lassen sich auf diese Weise herstellen.

Die Einhaltung der rechtlichen Vorgaben bei der Aromatisierung von Lebensmitteln wird regelmäßig überprüft. Dies geschieht im Rahmen der amtlichen Lebensmittelüberwachung der Bundesländer.

Sind Aromastoffe gesundheitsschädlich?

Die allermeisten Aromastoffe sind gesundheitlich völlig unbedenklich. Manche pflanzlichen Lebensmittel, z. B. bestimmte Gewürze wie Zimt, enthalten jedoch Aromastoffe, die unter bestimmten Umständen eine Gefahr für die Gesundheit darstellen können. Aus Gründen des vorbeugenden Verbraucherschutzes wurden daher für einige Aromastoffe Höchstmengen festgelegt, die nicht überschritten werden dürfen. Außerdem dürfen diese Substanzen selbst nicht zur Aromatisierung verwendet werden, sondern nur die entsprechenden Gewürze. Damit wird sicher gestellt, dass der Verbraucher bei normalen Verzehrsgewohnheiten vor gesundheitlichen Beeinträchtigungen geschützt ist.

**Gesetzliche Höchst-
mengen für kritische
Aromastoffe verhindern
Gesundheitsgefahren**

Darüber hinaus führt die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) kontinuierlich eine umfassende Sicherheitsbewertung aller in der EU eingesetzten Aromastoffe durch.

Impressum

Herausgeber:

Gesellschaft Deutscher Chemiker e. V.
Postfach 90 04 40
60444 Frankfurt/Main
Varrentrappstraße 40-42
60486 Frankfurt/Main
www.gdch.de

Autoren:

Dr. Martin Steinhaus
Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie
Lise-Meitner-Str. 34
85354 Freising
www.dfal.de

Dr. Ulrich Arzberger
Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt Stuttgart
Schaflandstr. 3/2
70736 Fellbach
www.cvua-stuttgart.de

Bildnachweis:

Fotos und Zeichnungen: Dr. Martin Steinhaus