

VIERICH/VILGIS

aroma

gemüse

DER WEG ZUM PERFEKTEN GESCHMACK



GRIECHISCHES HÖRNCHEN / GEMÜSE-EIBISCH // PAK CHOI / SA
BLÄTTERKOHL / TATSOI / SPINATSENF / LÖFFELSENF // PAPAYA // PASTINAKE
HIRSCHMÖHRE / WELSCHER PETERSILIE / MOORWURZEL // PEPINO / BIRNEN
MELONE // PILZE / SCHWAMM / SCHWAMMERL // PORTULAK / SOMMER
PORTULAK / BURZELKRAUT // RAUKE / RUCOLA / GARTEN-SENFRAUKE
ÖLRAUKE / SCHMALBLÄTTRIGER DOPPELSAME // RETTICH
RADIESCHEN / MONATSRETTICH / RADIESKNOLLEN / FORZ
WURZEL / RADII // RHABARBER // ROSENKOHL / BRÜSSELER
KOHL / KOHLSPROSSEN / BEBBELLESGMIAS / SPRUUTE // ROTE
BETE / RANDE / ROTE RÜBE / ROHNE // ROTKOHL / BLAUKRAUT



AROMA GEMÜSE

DER WEG ZUM PERFEKTEN GESCHMACK

GEMÜSE - GENUSS FÜR ALLE SINNE

Gemüse ist unglaublich vielfältig. Es schmeckt und duftet von süß bis sauer, von bitter bis herzhaft, blumig, schwefelig, nach Schokolade oder cremig wie alter Whiskey. Es kann knackig oder samtweich sein, die Zähne stumpf machen, kühlen oder schmeicheln. Dieses Kapitel erklärt, wie wir diese Vielfalt überhaupt wahrnehmen (können).

**FUNKTIONELLE GRUPPEN
CHARAKTERISIERUNG VON
GERUCHSBESTIMMENDEN STOFFEN
GESCHMACK UND VIEL MEHR
DAS ZUSAMMENSPIEL ALLER SINNE**

KLEINE NATURWUNDER

Warum riecht Kohl nach Kohl und Zwiebel nach Zwiebel? Wie bilden sich Gerüche in der Erde beim Wurzelgemüse und in der Luft beim Blattgemüse? Was sind „Generalisten“ und „Individualisten“? Die Antwort findet man in der molekularen Struktur der Gemüse – und das führt zu ganz neuen Ideen in der Küche.

**GENERALISTEN
ÜBER ISOPREN GEBILDETE GERUCHSSTOFFE
AMINOSÄUREN IN GEMÜSE**

GLUTAMINSÄURE

GEMÜSEKÜCHE

Gemüse kann man sehr vielfältig zubereiten und verzehren: roh, „pseudoroh“, fermentiert, eingelegt, blanchiert, gekocht, gebraten, gebacken, frittiert, gegrillt oder geräuchert. Das Spannende: Jedes Mal ändern sich Aroma, Geschmack und Textur. Das macht Gemüse zu den eigentlichen Stars in der Küche. Vor allem wenn man die molekularen Zusammenhänge versteht.

VERÄNDERUNG DER MIKRONÄHRSTOFFE

FODMAPS

MODERNE TECHNIKEN IN DER GEMÜSEKÜCHE

MAILLARDPRODUKTE

EINE KLEINE GESCHICHTE DES GEMÜSEANBAUS

Ohne die Erfindung des Ackerbaus gäbe es heute kein Gemüse. Und unsere Landschaften sähen völlig anders aus, wir hätten keine Städte, keine Schrift, keine Industrie. Denn Ackerbau und Gartenbau benötigen Planung, Organisation, Zusammenarbeit, Züchtung, Düngung, technische Hilfsmittel und vieles mehr. Das hat auch das Gemüse verändert. Und verändert es noch.

ENTWICKLUNG DES ACKERBAUS

DER WEG DES GEMÜSES

SO WIRD DAS GEMÜSE GENUTZT

GEMÜSE A BIS Z

Alle Arten und Sorten, die man bei uns kaufen und meistens auch anbauen kann, worin sie sich unterscheiden, wie sie sich in der Küche einsetzen lassen. Von Exoten bis zu wiederentdeckten alten Sorten, von Klassikern zu ganz neuen Kombinationen mit unserem einzigartigen Farbleitsystem und Rezepten zum Ausprobieren.

DAS FARBSHEMA: SO FUNKTIONIERT'S
AUBERGINEN RICHTIG LAGERN
WENN HÜLSENFRÜCHTE KEIMEN
ARTISCHOCKE UND CARDY - ENGE VERWANDTE
AROMAVERÄNDERUNG BEI DER REIFUNG
BITTERSTOFFE IN GURKEN
WO SITZT WAS IN DER KARTOFFEL?
DER KARTOFFELKLOSS
KÜRBIS IST NICHT GLEICH KÜRBIS
PEKTIN IN OKRA
NACHTSCHATTENGEWÄCHSE
RETTICH ROT WEISS SCHWARZ
FARBEN BEI KOHL
SCHNITTRICHTUNG VON SALATEN
DER ALLROUNDER IN DER KÜCHE
SPARGEL - MEHR GESCHMACK
STÄRKE IN SÜSSKARTOFFELN
TOMATEN HALTBAR MACHEN
BITTERGESCHMACK DURCH GLUCOSINOLATE
NIXTAMALISATION

ANHANG

WAS PASST WOZU?
MIKRONÄHRSTOFFE IM VERGLEICH
SAISONKALENDER
REGISTER

REZEPTE-REGISTER
LITERATUR
IMPRESSUM

GEMÜSE – GENUSS FÜR ALLE SINNE

Gemüse ist unglaublich vielfältig: Es gibt Samengemüse (Hülsenfrüchte) wie Erbsen und Bohnen, Fruchtgemüse wie Gurken, Paprika, Tomaten und Kürbis, Blattgemüse wie Spinat, Mangold, diverse Salate und Grünkohl, aber auch Blütengemüse, nämlich Brokkoli, Blumenkohl oder Artischocke, Stängelgemüse wie Spargel und Chicorée, Blattstiele von Mangold und nicht zuletzt Stielgemüse wie Rhabarber, Bleichsellerie oder Stielmus. All diese Arten schmecken und duften unterschiedlich, von süß über sauer bis bitter und herzhaft, blumig, schwefelig, nach Schokolade oder cremig wie ein schwerer Whisky, sie sind knackig oder weich, wässrig oder cremig, machen die Zähne stumpf

oder die Zunge rau, brennen, kühlen oder schmeicheln.

Ziel dieses Buchs ist es, Gemüse aus kulinarischer Sicht durch und durch kennen zu lernen. Wie riechen Auberginen, wie schmecken Zwiebeln, wie nehmen wir Aroma, Geschmack und Textur wahr, was ändert sich bei der Zubereitung und wie lassen sich Gemüse zu raffinierten Tellern und genussreichen Menüs zusammenstellen? Enthält das Gemüse besonders viele bestimmte Vitamine, Mineralstoffe und Spurenelemente, werden diese am Rande erwähnt. Das Hauptinteresse gilt jedoch Geschmack und Aroma und dem daraus resultierenden großen Küchenpotenzial. Und nicht zu vergessen: Wenn das Gemüse mit Verstand behandelt wird, gut riecht und schmeckt, ist es garantiert nicht ungesund.

MIT SINN(EN) UND VERSTAND

Der Genuss von Nahrung ist vielschichtig. Viele Prozesse laufen gleichzeitig oder in kürzester Zeit ab und müssen vom Gehirn rasch zu einem Gesamteindruck zusammengefügt werden. Verfolgt man den Weg eines Stückchens Gemüse vom Anblick auf dem Teller über den ersten Mundkontakt, das Beißen und Kauen bis hin zum Schlucken, zeigt sich eine Kaskade unterschiedlicher sensorischer Ereignisse, die wir – oft unbewusst – mit all unseren Sinnen wahrnehmen. Nach dem Schlucken des Nahrungsbreis verbleiben Reste im Mund, ein Film kleidet den Mundraum aus und sorgt für den „Nachgeschmack“, bis auch dieser früher oder später verschwindet. Es macht daher durchaus einen Unterschied, ob auf einem Gemüseteller erst die Avocado und dann die Gurke gegessen wird oder umgekehrt oder sogar gleichzeitig. All diese Sinneseindrücke und -erfahrungen werden im Gehirn abgespeichert. War das Mahl exzellent, erinnern wir uns – oftmals sehr lange – an den in Gedanken abrufbaren Geruch und den Geschmack auf der Zunge.

Um zu verstehen, wie wir essen und die Nahrung wahrnehmen, ist es nötig, sich dieses Zusammenspiels unserer Sinneswahrnehmungen beim Essen bewusst zu werden. Als erste Instanz „isst“ bereits das Auge mit und prüft: Gehten die Farben und Formen des Gemüses? Gleichzeitig werden die Ohren gespitzt, wenn es in der Pfanne brutzelt, wenn zischend flambiert wird oder es beim ersten Biss in ein frisches rohes Radieschen oder in knusprige Maischips (ganz unterschiedlich) kracht. Und manchmal weiß man sogar die haptischen Eigenschaften

eines Gerichts zu schätzen – Gemüse wird oft als Rohkost zum Naschen gereicht, und selbst in der gehobenen Küche gibt es Fingerfood. Die zentrale Rolle beim Essen spielen aber Geruch, Geschmack und auch die Textur des Gemüses, die hier genauer unter die Lupe genommen werden sollen.

GERUCHSSINN UND AROMA

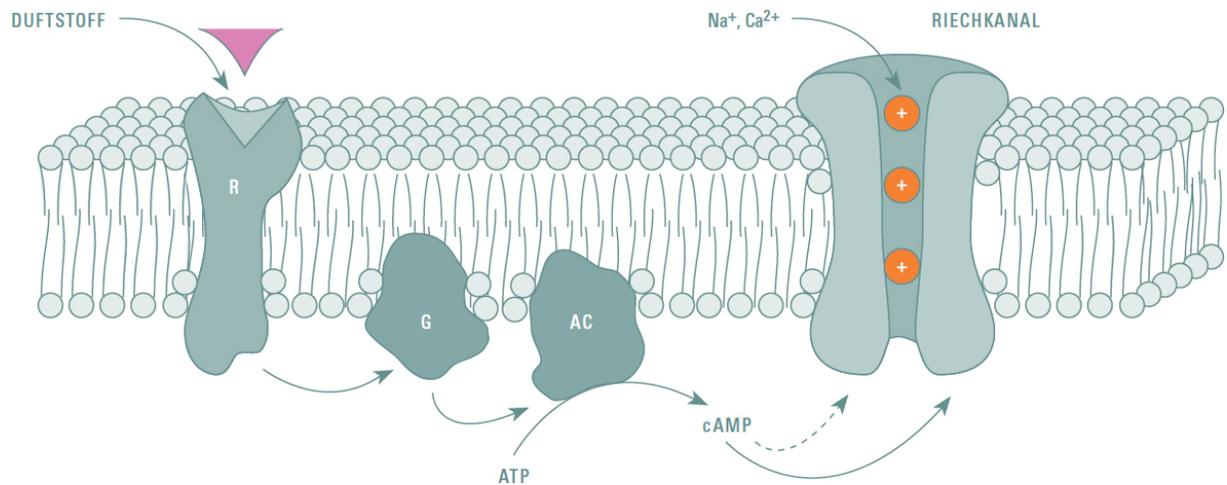
Was wäre ein Essen ohne Duft? Nur eine halbe Sache. Vor dem ersten Bissen prüft die Nase bereits: Riecht das Gemüse angenehm? Ungewöhnlich? Welche Erinnerungen, Assoziationen und Emotionen weckt der Duft? Wird die Speise anschließend gekaut, ermöglicht das retronasale Riechen im Rachenraum (→ [Seite 9](#)) die Verbindung von Aromen mit dem auf der Zunge wahrgenommenen Grundgeschmack (→ [Seite 22](#)). Doch was genau verbirgt sich hinter dem Begriff Aroma, wie funktionieren der Geruch und die olfaktorische Wahrnehmung?

RIECHEN MIT DER NASE

Die biologische Funktion des menschlichen Geruchssinns ähnelt der des Schmeckens: Gerüche warnen uns einerseits vor Gefahren. So kann der Mensch faulige Gerüche schon bei äußerst geringer Konzentration wahrnehmen, denn diese deuten auf Gifte hin. Andererseits weisen uns angenehme Gerüche auf wertvolle Stoffe hin, etwa wenn der Duft eines Gerichts uns nicht nur sprichwörtlich das Wasser im Mund zusammenlaufen lässt.

Gerüche werden durch eine Vielzahl von Molekülen ausgelöst, wobei der Begriff „Vielzahl“ ernstzunehmen ist.

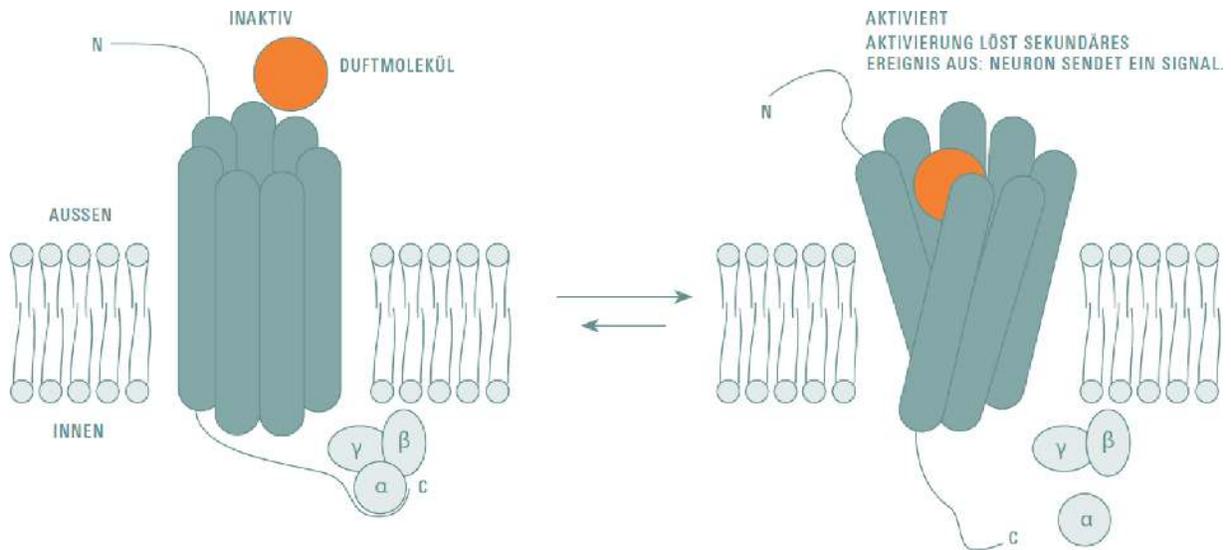
Tatsächlich gibt es Zigtausend verschiedener Duftmoleküle, von denen wir als Menschen gar nicht alle wahrnehmen können. Für das Riechen sind spezielle Geruchsrezeptoren verantwortlich. Diese haben die Aufgabe, geruchsaktive Moleküle - Aromaverbindungen - zu erfassen. Eine als Duftmolekül erkannte chemische Verbindung kann nur an einem einzelnen, speziell für ihre Wahrnehmung bestimmten Detektor andocken, woraufhin ein Signal an das Gehirn gesandt wird, in dem die Sinneswahrnehmung als Duft interpretiert wird.



Hat der Duftstoff angedockt, wird auf der „Unterseite“ der Membran ein Ionenfluss von Natrium und Calcium ausgelöst. Dem Gehirn wird ein Duft signalisiert. (R = Rezeptor, G = G-Protein, AC = Adenylatcyclase)

Das ist natürlich eine vereinfachte Darstellung. Im Detail ist es ein wenig komplizierter, allein aufgrund der ungeheuren Vielzahl an Düften. Man nimmt an, dass die Duftstoffe, nachdem sie mit der Luft in die Nase gesogen wurden, zunächst auf der mit einem Wasserfilm (Mucus) überzogenen Riechschleimhaut von wasserlöslichen, globulären Proteinen eingefangen werden. Diese Proteine

transportieren die Duftstoffe dann zu den Riechzellen. An deren Spitze sitzen die Zilien: Sie haben eine entscheidende Funktion, denn an ihnen befinden sich die entsprechenden Rezeptoren. Die Gestalt und die Funktion von Riechrezeptorproteinen wurde erst 1991 von Linda B. Buck und Richard Axel in einer wissenschaftlichen Veröffentlichung aufgeklärt. 2004 erhielten die beiden dafür den Nobelpreis für Medizin/Physiologie. Sie stellten fest, dass das Auslösen eines Geruchs durch Andocken eines Duftstoffes an eine bestimmte Stelle des Rezeptorproteins erfolgt. Dabei werden kleinste atomare bzw. molekulare Kräfte verändert, was die Riechkanäle aktiviert. Diese Signale sind sehr schwach, daher müssen molekularbiologische, physiologische Verstärkungsmechanismen in Gang gebracht werden. Dennoch ist bisher nicht endgültig geklärt, wie Riechen auf molekularer Ebene wirklich vonstattengeht. Der Ansatz beruht auf dem Schlüssel-Schloss-Prinzip, wenn die Rezeptorproteine die Form der Geruchsstoffe abfragen. Darüber hinaus spielt die Dynamik eine große Rolle. Die Rezeptorproteine bewegen sich und schwingen in einer ganz bestimmten, durch ihre Struktur und Wechselwirkungen festgelegten Weise. Binden sich die Geruchsstoffe an die für sie bestimmten Aminosäuren des Rezeptorproteins, verändert sich das Bewegungsmuster der Proteine. Der Auslöser eines Geruchs ist somit auch durch mikroskopische quantenmechanische Prozesse bestimmt. Der Duft eines Mittagessens ist also eine wirklich hochkomplexe Angelegenheit, die tief in den Grenzbereich zwischen Physiologie, molekularen Wechselwirkungen und Quantenmechanik hineinreicht.



Ein Geruch wird dadurch ausgelöst, dass ein Duftstoff an eine bestimmte Stelle des Rezeptorproteins andockt, wobei kleinste molekulare Kräfte verändert werden. Als Folge verändert das Membranprotein seine Gestalt, was innerhalb der Membran wiederum „Verstärkungsprozesse“ auslöst und die Riechkanäle aktiviert.

Wichtig für die Zwecke dieses Buches ist festzuhalten: Dockt ein Duftstoff an dem für ihn bestimmten Rezeptorprotein an, werden entsprechende Nervenreize ausgelöst. Liegt keine passende Form vor, ist ein Andocken nicht möglich. Die chemische und molekulare Struktur der Duftstoffe steht also in engem Zusammenhang mit ihrem Geruch. Das ist grundlegend für die Einteilung der Düfte in acht charakteristische Duftgruppen, wie sie auf den folgenden Seiten vorgestellt wird.

ORTHONASAL - RETRONASAL: GROSSE DUFTUNTERSCHIEDE

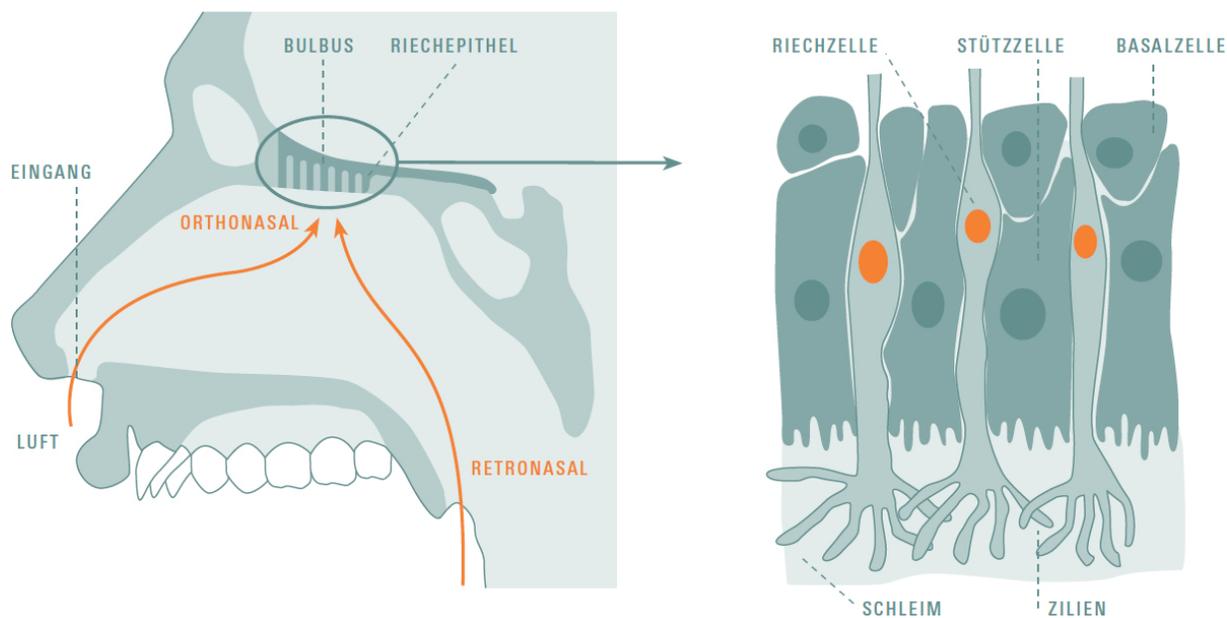
Riechen erfolgt auf zwei verschiedene Weisen: Wird durch die Nasenöffnung an einem Lebensmittel, etwa einem Gemüse oder Gewürz, gerochen, nutzt man das

„orthonasale Riechen“. Beim Kauen im Mund aktiviert man eine andere Form des Riechens: das „retronasale Riechen“. Ohne dieses wirkt das Essen fad, wie sich leicht überprüfen lässt, wenn man sich beim Kauen die Nase zuhält (oder wenn man Schnupfen hat). Das Essen „schmeckt“ zwar noch, denn die wasserlöslichen, geschmacksaktiven Substanzen lösen immer noch die Wahrnehmungen auf der Zunge aus (→ [Geschmackssinn und Grundgeschmack, Seite 22](#)), aber die flüchtigen Geruchsstoffe erreichen nicht mehr den Riechkolben. Es fehlt der retronasale Geruch, der Genuss bleibt aus. Man kann das ganz einfach selbst ausprobieren: Man verbindet sich die Augen, hält sich die Nase zu und lässt sich rohen Blumenkohl und Brokkoli geben. Beim Kauen sind die beiden Gemüse nicht voneinander zu unterscheiden, da die jeweils typischen Duftcharakteristiken nicht mehr gerochen werden können. Auf der Zunge schmecken beide lediglich „bitter“.

Interessant ist dabei, dass die Duftstoffe häufig verschieden wahrgenommen werden, je nachdem, ob sie orthonasal durch die Nase oder retronasal im Nasenrachenraum erfasst werden. Identische Moleküle werden nicht nur unterschiedlich intensiv wahrgenommen, sondern lösen auch andere Duftbeschreibungen aus. Diese Erfahrungen lassen sich an einem Beispiel leicht nachvollziehen. Das Molekül **(E,Z) 2,6-NONADIENAL** erinnert sehr stark an Gurke und Wassermelone. Püriert man eine Gurke ohne weitere Gewürze oder Salz, riecht das Püree auf dem Teller stärker und eindeutiger nach „Gurke“, als es im Mund wirkt. Orthonasal riecht man „Gurke“ und leicht fettige, wachsiges Noten, wie sie auch vom Borretsch bekannt sind. Retronasal hingegen entdeckt man bei der Gartengurke außerdem fruchtige und melonenartige Noten.

Diese Unterschiede werden im Lexikonteil dieses Buches (→ ab [Seite 117](#)) kenntlich gemacht. Die Attribute der

Duftmoleküle sind dort jeweils der orthonasalen (Δ) und retronasalen (\square) Wahrnehmung zugeordnet, d. h. an erster Stelle stehen die orthonasalen, dann die retronasalen und zuletzt die oralen und die trigeminalen Eindrücke (\diamond), die der jeweilige Duftstoff hervorruft, also z.B.: **(E,Z)-2,6-NONADIENAL** (Δ grün, gurkenartig, \square melonenartig, \diamond fettig).



Zwei unterschiedliche Wege zur Geruchswahrnehmung: orthonasal und retronasal.
Orthonasal: Duftstoffe strömen über die Luft in die Nase und treffen auf den Riechkolben, den Bulbus, und das Riechepithel. Dieses Gebilde besteht aus vielen Riechzellen, die in Zilien enden. Letztere sind von Schleim (einer protein-reichen Flüssigkeit) umgeben, der in der Lage ist, Duftstoffe zu lösen.
Retronasal: Die aromatischen Verbindungen gelangen über die Mundhöhle und den Rachenraum zu den Rezeptoren.

RIECHEN IM GEHIRN

Riechen spielt sich natürlich nicht allein im Detektor Nase ab, die Signale müssen im Gehirn auch umgesetzt werden.

Dazu werden die Signale verstärkt und über Nervenleitungen von den Riechzellen in das Gehirn gesendet. Dort wird der Duft zunächst mit den anderen Sinneseindrücken verbunden. Dieser Eindruck wird dann weiterverknüpft mit dem Bereich für Emotionen und demjenigen für Hormone. Dabei wird wichtig, dass jede Riechzelle mit nur einem Typus ausgestattet ist, sodass die Verschaltung zum Gehirn „einfach“ erfolgen kann.

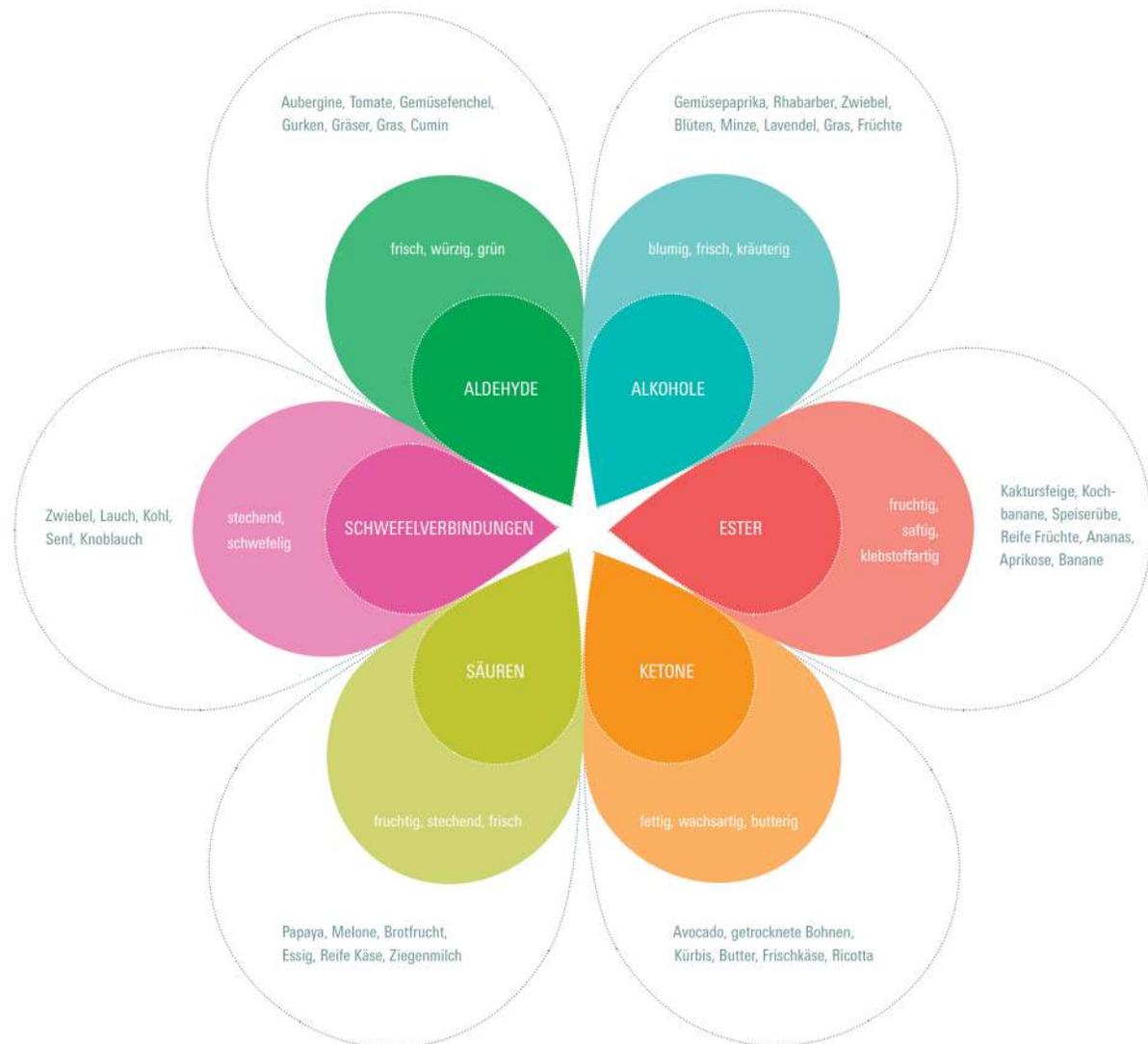
Ähnlich wie beim Geschmack hat der Mensch ein „Geruchsgedächtnis“, d. h., er kann bekannte Gerüche einordnen und assoziiert sie sogar mit einer schönen Erinnerung – oder mit Gefahr. Allerdings existieren, wie bereits gesagt, Tausende verschiedener Düfte. Daher spielt bei der Dufterkennung auch das Sprachzentrum eine wichtige Rolle. Kann ein Duft nicht benannt werden, wird er zwar genauso wahrgenommen, aber viel ungenauer „abgespeichert“ und wahrscheinlich nicht wiedererkannt oder mit einem ähnlichen Duft verwechselt. Ein Problem stellt dabei das begrenzte Vokabular der gegenwärtigen westlichen Sprachen dar, das kaum ausreicht, um all die Duftnuancen treffend zu umschreiben. In den Sprachen mancher Naturvölker wie der Jahai gibt es ungleich mehr Geruchsadjektive, die Bewohner können Düfte ebenso leicht wie Farben benennen. In der englischen (wie auch in der deutschen) Sprache gibt es im Vergleich dazu viele Adjektive für Farben, jedoch kaum für Gerüche. Daher neigen wir bei der Duftbeschreibung zu Vergleichen und Umschreibungen wie „fuselartig“, „zimtig“ oder „frisch gemähtes Gras“.

Bisweilen fehlen auch schlicht Analogien, auf die zurückgegriffen werden kann: Der Geruch einer Gurke lässt sich tatsächlich am genauesten mit „gurkenartig“ beschreiben – ein Geruch, der auch in Melone, Borretsch und Avocados zu finden ist. Und mögen die poetischen

Anflüge in Weinführern und Parfümbeschreibungen auch oft belächelt werden, einige Gerüche lassen sich einfach am besten als „grün“, „warm“ oder „schwer“ charakterisieren.

FUNKTIONELLE GRUPPEN

In der Chemie werden Moleküle gewöhnlich nicht nach Ähnlichkeiten bei ihrer Flüchtigkeit und nach ähnlichen Duftcharakteristika unterteilt, sondern gemäß ihrer funktionellen Gruppe. Für die Küchenanwendung ist das unpraktikabel, das System soll aber einmal vorgestellt werden. Die jeweilige Gruppe lässt sich oft an der Endung erkennen: Moleküle, die auf -ol enden, sind Alkohole, Ketone enden auf -on, Schwefelverbindungen auf -thiol. Diese Einteilung ist aber zu verschieden, als dass sie parallel zum Aromagruppen-System bestehen könnte.



ACHT CHARAKTERISTISCHE MOLEKÜLGRUPPEN PLUS EINS

Die große Zahl der Duftmoleküle, die in jedem einzelnen Gemüse und dazu noch in mannigfaltigen Kombinationen vorliegen, erscheint auf den ersten Blick vollkommen unübersichtlich. Sie lässt sich aber aus der Sicht der Chemie – mit kulinarischem Bezug – in acht Gruppen plus eine Gruppe, Geruchs- und Strukturfamilien, einordnen. Jede dieser Gruppen von Duftstoffen zeichnet sich einerseits durch ähnlich chemische Strukturen und andererseits durch

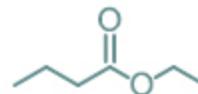
einigermaßen abgrenzbare olfaktorische Eigenschaften aus, d. h., man kann aufgrund der Gruppenzugehörigkeit schon erahnen, wie ein Aromastoff oder ein Gemüse, das diesen enthält, wohl duften wird.

Eine genauere Kenntnis der Duftstoffe erweist sich in vielen Fällen als nützlich. So eröffnen sich über die Prinzipien des Food-Pairings und des Food-Completings (→ [Seite 99](#)) ganz neue und außergewöhnliche Kombinationen, wie sie bisher, je nach Kulturkreis, kaum eingesetzt werden. Tatsächlich erlaubt das Zusammenwirken kleiner Moleküle große Effekte auf den Tellern.

Acht Gruppen beinhalten Duftstoffe – sie werden hier thematisiert. Die neunte Gruppe beinhaltet Stoffe, die für einen Schärferreiz oder einen anderen trigeminalen Effekt verantwortlich sind. Als Eselsbrücke dient die Nummer der Gruppe: Je höher sie ist, desto weniger flüchtig ist ein Duft, desto „schwerer“, „tiefer würzig“ riecht er und desto hitzebeständiger ist er. Ein Überblick über alle Aromagruppen findet sich auf [Seite 16](#), hier im Folgenden werden sie im Detail vorgestellt.



GRUPPE 1: ALIPHATISCHE KOHLENWASSERSTOFFE, FRUCHTESTER - WACHSIG, GRÜN, PILZIG, FRUCHTIG



HEXANAL Δ *grün, blattartig, grasig, fettig*, \square *gemüseartig, apfelartig*, \diamond *leicht holzig*

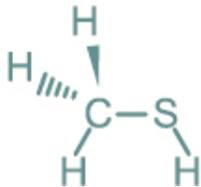
1-OCTEN-3-ON Δ *pilzig, erdig, roher Champignon*, \square *moderig, herbal*, \diamond *hähnchenhautartig*

ETHYLBUTANOAT Δ *fruchtig, fruchtsaftartig, ananasartig,*
 \square *süßlich, apfelartig, eingemachtes Obst*

Aliphatische (kettenförmige) Kohlenwasserstoffe bestimmen eine ganze Reihe von Grundaromen bei Lebensmitteln, Gemüse und Gewürzen. Sie sind meist von linearer Struktur und es sind häufig Fettabkömmlinge, etwa kurzkettige Fettsäuren und deren Aldehyde, Ester oder Alkohole.

Die Komplexität der Aromachemie ist bereits an den „grünen Blattduftstoffen“ zu erkennen. Der „Generalist“ **HEXANAL** ist ein wesentlicher Bestandteil des Duftspektrums (\rightarrow [Generalisten, Seite 37](#)), das „grüne“ Gerüche wie die von Gras ausmacht. Er dominiert den Duft von Tomaten, ist aber auch Gurken, Melonen oder Kartoffeln zu eigen und findet sich außerdem in grünen Äpfeln, Orangen, Olivenöl, Bananen, Trauben, Ananas oder in (grünen) Tees sowie in den Blütenblättern vieler Blumen. Kein Wunder also, dass sich daraus naheliegende Ansätze zum \rightarrow [„Food-Pairing“ \(Seite 99\)](#) ergeben. Ein weiterer „Generalist“ ist das nach Champignons duftende **1-OCTEN-3-ON**, das zahlreichen Gemüsen einen Hauch „Pilz“ verleiht. Auch Geruchsstoffe wie das Gurkenaldehyd (**(E,Z)-2,6-NONADIENAL**) sind typische Vertreter dieser leicht flüchtigen Aromen. Aufgenommen in die Gruppe 1 wurden außerdem Fruchttester, die für viele fruchtige Düfte, etwa bei Melonen, Äpfeln, Süßkartoffeln, Tomaten, Papaya oder Brotfrucht, eine wichtige Rolle spielen. Ihr Molekulargewicht ist ähnlich, die Flüchtigkeit ebenso. Typische Beispiele sind **ETHYLBUTANOAT**, das fruchtig riecht und in Richtung Ananas deutet, sowie **AMYLACETAT**, ein Ester der Essigsäure, der stark nach Banane duftet und sich in Melone und Pepito findet.

GRUPPE 2: LINEARE SCHWEFEL- UND STICKSTOFFVERBINDUNGEN - SCHWEFELIGE, STECHENDE DÜFTE NACH KOHL, ZWIEBELN UND MEERRETTICH



METHANTHIOL Δ *schwefelig, gekochter Kohl, lauchartig, \square ölig, gekochte Eier, \square schweißig*

DIMETHYLSULFID Δ *schwefelig, zwiebelartig, radieschenblätterartig, kohllartig, \square fischartig, maisartig, spargelartig, \diamond ein Hauch gekochte Milch/Sahne*

4-(METHYLTHIO)BUTYLISOTHIOCYANAT Δ *schwefelig, stechend, \square brokkoliartig, rettichartig, \diamond kohllartig*

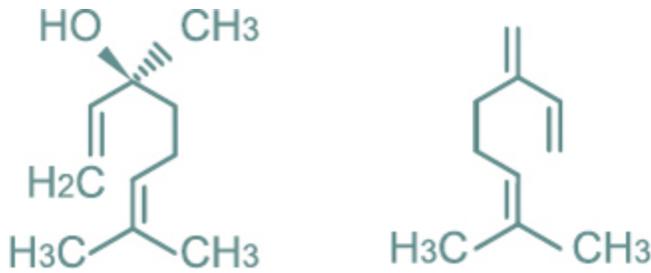
Eine weitere Gruppe (die in den ersten Auflagen von „Aroma – Die Kunst des Würzens“ noch in die erste Gruppe integriert war) umfasst die einfachen schwefeligen Duftstoffe, die eine ähnliche Molekularstruktur aufweisen wie die Aromen in Gruppe 1. Sie spielen in Lauch, Zwiebel, Schnittlauch, Rucola, Kressen und in allen Kohlsorten die Hauptrolle und finden sich auch in vielen Rüben. „Senföle“ gehören zu dieser Kategorie. Ein typisches Molekül ist das extrem duftaktive, stark flüchtige **METHANTHIOL**, dessen Geruch sich nur durch ein vielschichtiges Duftattribut wie „schwefelig, knoblauchartig, gekochter Kohl, lauchartig, ölig, gekochte Eier, herzhaft-fleischartig, reifer Käse“ beschreiben lässt - kein Wunder, denn es findet sich in Gemüsen wie Blumenkohl, Brokkoli, Speiserübe, Spinat, Wurzelpetersilie

und Zwiebel. Ein ebenso allgegenwärtiger und sehr duftaktiver Geruchsstoff ist **DIMETHYLSULFID**, das mit seinen Duftattributen „schwefelig, zwiebelartig, radieschenblätterartig, kohllartig, fischartig, maisartig, spargelartig, ein Hauch gekochte Milch/Sahne“ einen Großteil der Gemüse und Lebensmittel aufzählt, deren Duft es mehr oder weniger stark mitbestimmt. Es kommt in zahlreichen Gemüsen bereits roh vor (u. a. Blumenkohl, Chinakohl, Grünkohl, Haferwurzel, Kartoffel, Tomate, Zwiebel), in anderen - etwa in Aubergine, Fenchel oder Hülsenfrüchten - und in tierischen Lebensmitteln wie Eiern und Milch entsteht es erst beim Erhitzen. In vielen Gemüsen tritt es zusammen mit dem „Generalisten“ (→ [Seite 37](#)) **METHIONAL** auf und zeigt typische „gekochte“ Gerüche. Ein weiterer Vertreter ist **DIALLYLDISULFID** mit seinem schwefeligen Duft, der an Lauch und Zwiebeln, in höheren Konzentrationen auch an Meerrettich erinnert.

In dieser Gruppe werden Isothiocyanate mit eingeschlossen. Moleküle mit diesen S=C=N-Gruppen sind in Kohl- und Zwiebelgewächsen häufig zu finden. Sie weisen neben den typischen Schwefeldüften stechende Komponenten auf, wie sie in Rettichen und Radieschen, aber auch in Senfblättern, Mizuna und Rucola vorkommen, beispielsweise das **4-(METHYLTHIO)BUTYLISOTHIOCYANAT**. Viele Moleküle dieser Gruppe weisen neben ihrer Geruchsaktivität eine stark trigeminale Wirkung auf, die sich in schmerzenden Kältereizen äußert.



GRUPPE 3: ACYCLISCHE TERPENE - ZITRUSARTIG, FRUCHTIG, BLUMIG



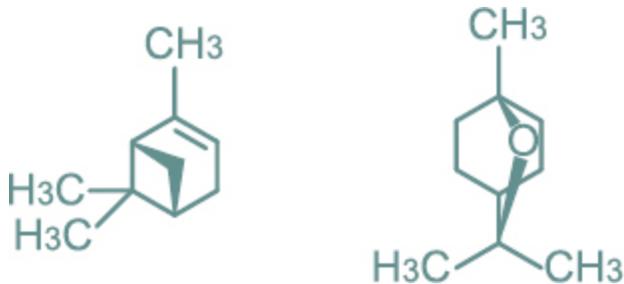
LINALOOL Δ *floral, zitrusartig, rosenholzartig, grün, □ orangenartig, zitronenartig, ◇ leicht wachsig, holzig*

MYRCEN Δ *würzig, floral, balsamisch, kräuterartig, □ holzig, möhrenartig, fruchtig, mangoartig*

Die Gruppe der acyclischen Terpene (ohne Ringstruktur) bestimmt den Großteil der leicht flüchtigen blumigen Aromastoffe. Moleküle dieser Familie duften nach Blumen, Rosen und Zitrusfrüchten. Ein typischer Vertreter ist etwa das florale und nach Zitrusfrüchten duftende **LINALOOL**. Diese Duftstoffe kommen in erster Linie in den verschiedensten Kräutern und Gewürzen vor, finden sich aber auch in Gemüse, etwa in Tomaten, in Taro und im Hintergrund mancher Kartoffelsorten. In süßlich anmutendem Wurzelgemüse, etwa der Kerbelrübe, sind diese Blütenduftstoffe ebenfalls zu finden. **MYRCEN**, das holzig und nach Blüten duftet, findet sich in Avocado, Chinakohl, Erbsen, Rhabarber, Speiserübe, Wurzelpetersilie, in der Fenchelknolle oder in Kaktusfeigen, in der Kichererbse und in Karotten. Das nach Zitrusfrüchten und gleichzeitig nach Kiefernharz riechende **OCIMEN** spielt nicht nur in blumig wirkenden Kräutern, etwa Basilikum oder Lavendel, eine wesentliche Rolle, es findet sich auch im Duft von Pastinaken und Zucchini. Auch bei den acyclischen Monoterpenen verändern kleine Modifikationen der chemischen Strukturen den Geruch. Der Monoterpenalkohol **GERANIOL** riecht blumig, das Aldehyd Geranial zitronenartig – nur, weil sich eine funktionelle Endgruppe ändert.



GRUPPE 4: CYCLISCHE TERPENE - BALSAMISCH, KAMPFERARTIG, HOLZIG



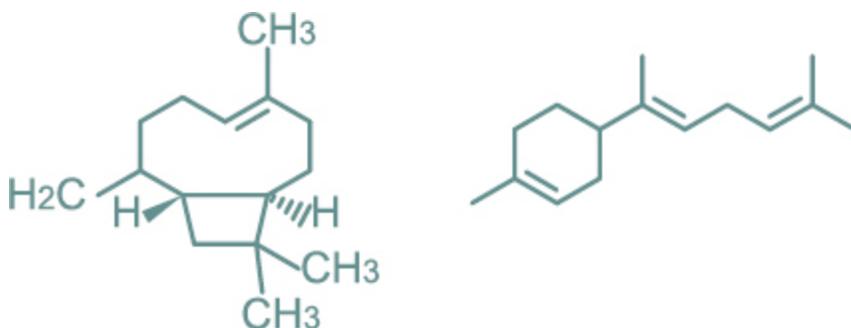
α -PINEN Δ *herbal, kampferig, pinienartig*, \square *stark holzig, erdig*, \diamond *terpentinartig, holzig-würzig*

1,8-CINEOL Δ *herbal, eukalyptusartig, kampferig*, \square *minzig*, \diamond *trigeminal kühlend*

Die Gruppe der cyclischen Terpene lässt sich unterteilen in einfache monocyclische Terpene (eine Ringstruktur) und in höhercyclische Terpene (mehrere Ringstrukturen). Diese Unterteilung ist in der organischen und Naturstoffchemie nicht zwingend erforderlich, mit Blick auf kulinarische Anwendungen allerdings durchaus sinnvoll. Monocyclische Terpene sind in den meisten Kräutern und vielen Gewürzen enthalten. Sie sind, ähnlich wie die acyclischen Terpene, relativ leicht flüchtig und daher für den ersten nasal-Dufteindruck bestimmend. Sie duften „terpentinartig“, nach Minze und mitunter „würzig“ und sind in ihrem Duft daher schon etwas „schwerer“ als die acyclischen Monoterpene. Ein typischer Vertreter ist der Monoterpenalkohol **MENTHOL**, der neben seinem minzigen Duft noch trigeminal kühlende Wirkung aufweist. **TERPINOLEN** und beide Isomere des **PELLANDREN** sind in vielen Gemüsen duftbestimmend, vor allem in Wurzelgemüse wie Karotte, Pastinake, Topinambur, Wurzelpetersilie, aber auch in Blattsalaten. Des Weiteren sind α -**PINEN** und β -**PINEN** wichtige Vertreter, sie kommen in

Bohne, Fenchel, Grünkohl, Karotte, Kartoffel, Kerbelrübe, Kichererbse, Kürbis, Papaya, Pastinake, Sellerie, Speiserübe, Topinambur und Zucchini vor. Diese mono- und bicyclischen Terpene sind häufig auch für kampferartige, leicht holzige und harzige Aromen verantwortlich. Die Moleküle sind komplexer aufgebaut und in ihrer Struktur reichhaltiger. Manche dieser Terpene lösen angenehme trigeminale Reize im Temperaturbereich zwischen 30 °C und 38 °C aus, also in dem üblichen „Wohlfühlbereich“, aber auch in dem für den Mund angenehm kühlen Bereich zwischen 18 und 27 °C, wie das **MENTHOL** der Minze. Derartig trigeminale Reize sind, wenn sie gezielt eingesetzt werden, ein willkommener Mehrwert. Ein weiterer wichtiger Vertreter ist **1,8-CINEOL**, das im Geruchsspektrum von Erbse, Fenchel, Gartenbohne, Kerbelrübe, Linse, Okra, Rotkohl und Zucchini vorkommt. Bicyclische Terpene definieren im Gemüse harzige, kräuterige Duftnoten. Sie sind aromaführend in Blattsalaten, deutlich zu riechen im Löwenzahn, Mangold und Spinat, aber auch in vielen Wurzelgemüsen, wie Karotten, Pastinaken, Sellerie, Topinambur oder Wurzelpetersilie.

● GRUPPE 5: SESQUITERPENE - DUNKEL, SCHWER-FLORAL



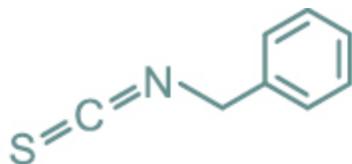
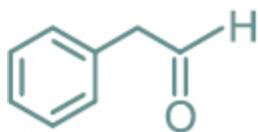
α -CARYOPHYLLEN Δ *holzig, süßlich-herbal*, \square *kampferig, leicht pfefferig, mit Zitrushintergrund*

α -BISABOLEN Δ *holzig, fruchtig*, \square *zitrusartig*

Sesquiterpene sind von ihrer Struktur her noch komplexer und damit noch weniger flüchtig. Bei den Gerüchen herrschen dunkle, warme Töne vor, wie sie in der Küche etwa mit Gewürznelken und Pfeffer oder auch Rosmarin assoziiert werden können. Zu dieser Gruppe gehören monocyclische Biterpene wie **BISABOLEN** oder die Sesquiterpene **CARDINEN** und **CARYOPHYLLEN**, die durch harzige bis erdige Töne bestechen. Sesquiterpene spielen in vielen Wurzelgemüsen eine wesentliche Rolle, etwa in Karotten, Pastinaken, Sellerie, Speiserüben und Schwarzwurzel. Auch die Haferwurzel verströmt im gegarten Zustand einen hohen Anteil an diesem von Sesquiterpenen verursachten holzigen, würzigen Duft, der im Geschmack die Erwartung an einen deutlichen Bitterton auslöst. In Salaten, wie Kopfsalat, Frisée und Löwenzahn, ist der Sesquiterpenanteil im Geruch ebenfalls sehr stark. Lineare Sesquiterpene, wie **NEROLIDOL**, **FARNESOL** oder **DAMASCENON** liefern floral-holzige und würzig-beerenartige Düfte, wie sie von Rosen, Rosenholz oder Waldblüten bekannt sind. Diese findet man in der Roten Bete, der Kerbelrübe oder den Kaktusblättern, in Rhabarber, Papaya, Süßkartoffeln und Tomatillos.



GRUPPE 6: AROMATEN - TIEF UND AROMATISCH



PHENYLACETALDEHYD Δ *aromatisch, grün, honigartig, floral*, \square *hyazinthenartig, kakaoartig, schokoladig*, \diamond

leicht erdig

BENZYLISOTHIOCYANAT Δ *aromatisch, brunnenkresseartig,*
 \square *medizinal,* \diamond *ölig, meerrettichartig*

Der Begriff der „Aromaten“ hat zunächst wenig mit dem alltäglichen Begriff „aromatisch“ zu tun. In diesem Buch wird der Begriff „aromatisch“ stets im Zusammenhang mit Molekülen einer bestimmten chemischen Struktur, dem Benzolring, verwendet. Die Intensität der Gerüche aus dieser Gruppe ist noch stärker, sie werden als „schwer“, „tief“, „rauchig“, „nussig“, „phenolisch“ oder „bitter“ beschrieben – wobei besonders „bitter“ im übertragenen Sinne zu verstehen ist, denn „bitter“ ist eine Geschmacksrichtung, die mit Aromen zunächst einmal nichts zu tun hat – oder eben kurz: als „aromatisch“.

Paradebeispiel für eine duftintensive aromatische Verbindung ist das **BENZALDEHYD**, das den typischen Geruch von Bittermandeln erzeugt. Das **VANILLIN** der Vanille gehört zu den Aromaten, ebenso wie **ANISALDEHYD**, das in Anis, aber auch in Fenchel, Bambussprossen, Kochbananen und sogar Gartenbohnen vorkommt. Diese Auflistung zeigt, wie breit das Spektrum der Aromaten ist.

Weitere Vertreter sind das aromatisch-grün und nach Honig, Kakao und Schokolade duftende **PHENYLACETALDEHYD**, das sich in zahlreichen und so unterschiedlichen Gemüsearten wie Artischocke, Chinakohl, Kartoffel, Papaya und Gurke findet, und das **BENZYLACETAT**, das das „chemisch“ aromatische Grundmuster vieler (süßer) Melonensorten definiert. Das terpentinartige **P-CYMOL** lässt sich in Kartoffeln und Kichererbsen erahnen, das kampferartig und balsamisch duftende **METHYLSALICYLAT** ist vor allem in der Kerbelwurzel, Speiserüben und Tomatillos sehr präsent.

Typische Raucharomaten, wie **GUAIACOL**, Kresole, **4-VINYLGUAIACOL** oder **NAPHTALIN** finden sich in Linsen,

Lotuswurzeln, in Feldsalat, Gemüsepaprika oder Tomatillos. In vielen Fällen bilden sich Aromaten erst nach dem Erhitzen, beim Kochen und Braten aus. In geräucherten Lebensmitteln und Gemüse, auch in jenen, die bei Tisch mit der Räucherpfeife geräuchert werden, gehören die Aromaten zu einer Hauptkomponente des „Gewürzes“ Rauch. Beim Erhitzen bilden sich außerdem häufig aromatische Schwefelstoffe. Sie verbinden eine lineare Kette mit einem Benzolring (und werden deswegen nicht zur Gruppe 2 gezählt). Ein typischer Vertreter ist **BENZYLISOTHIOCYANAT**, das mit seinen Attributen „aromatisch, brunnenkresseartig, medizinal, ölig, meerrettichartig“ auf eine eindrucksvoll riechbare Weise die „Aromatik des Benzolrings“ mit typischen Gerüchen der Schwefel-Stickstoffverbindungen aus der Gruppe 2 verbindet. Des Weiteren fñgt es leichte trigeminale Reize bei.

CHARAKTERISIERUNG VON GERUCHSBESTIMMENDEN STOFFEN

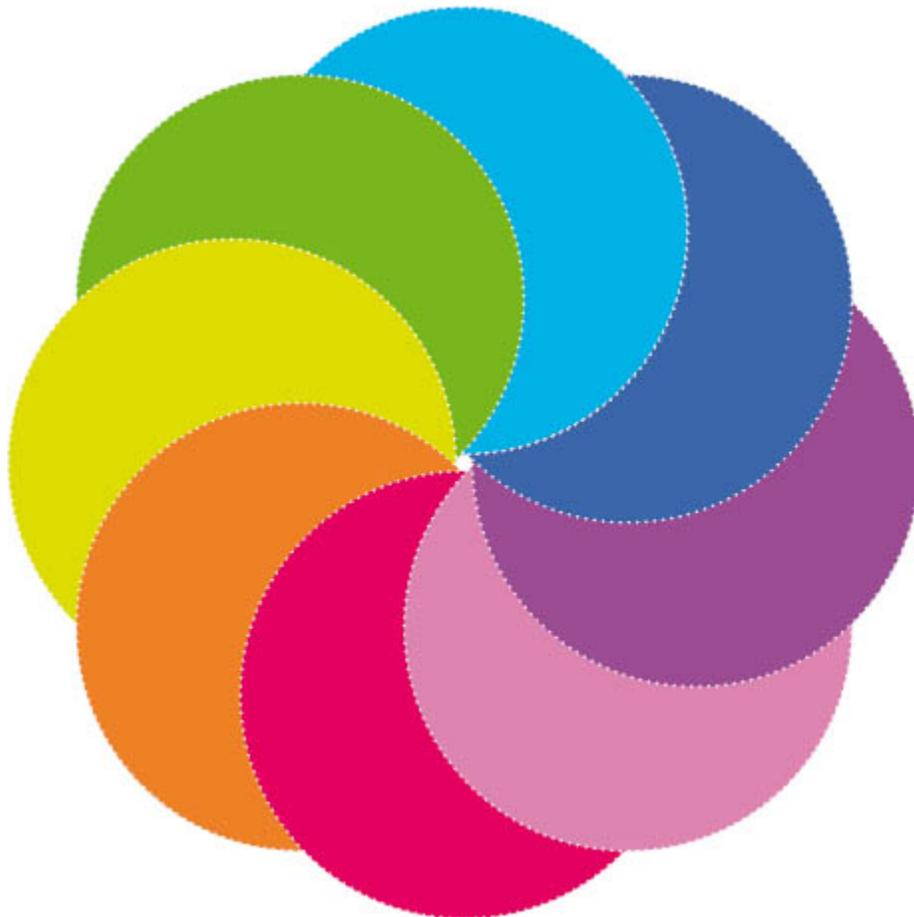
1. ALIPHATISCHE KOHLENWASSERSTOFFE

(z. B. (Z)-3-Hexenal, Decanal, (E,Z)-2,6-Nonadienal)

GERUCHSTYP *grün, wachsig, fettig, fruchtig*

GEWÜRZE *Weizengras, Olivenöl*

GEMÜSE *Okra, Avocado, Aubergine, Gurke, Artischocke, Papaya, Tomate, Zichorie*



2. SCHWEFEL- UND STICKSTOFFVERBINDUNGEN

(z. B. Dipropylsulfid, Allicin, Methional, Nitrile)

GERUCHSTYP *schweflig stechend, kohlartig, zwiebelartig*

GEWÜRZE *Kala Namak, Schnittlauch, Knoblauch, Kresse*

GEMÜSE *Lauch, Spargel, Zwiebel, Rettich, Salate, Kohl*

3. ACYCLISCHE TERPENE

(z. B. Citronellol, Geranial, Geraniol, Linalool, Nerol, Myrcen)

GERUCHSTYP *floral, zitronenartig leicht blumig, rosenartig, lavendelartig*

GEWÜRZE *Zitronengras, Lorbeer, Rose, Bohnenkraut, Basilikum, Oregano, Minze, Salbei*

GEMÜSE *Kaktusfeige, Karotte, Fenchel, Erbse, Tomate, Tomatillo, Melone*

4. CYCLISCHE MONOTERPENE

(z. B. Borneol, 3-Caren, Carvon, 1,8-Cineol, Fenchon, Limonen, Pinen, Safranal)

GERUCHSTYP *kampferartig, minzig, würzig, bitter, erdig, thymianartig*

GEWÜRZE *Wacholder, Rosmarin, Minze, Tannennadeln, Dill, Thymian*

GEMÜSE *Okra, Topinambur, Brokkoli, Schwarzwurzel, Sellerie, Rote Bete*

5. SESQUITERPENE

(z. B. Bergamoten, Bisabolol, Bisabolen, Camphen, α -Caryophyllen, β -Caryophyllen, α -Selinen)

GERUCHSTYP *kampferartig, holzig, balsamisch, terpentinartig, erdig-gemüsig*

GEWÜRZE *Bergamotte, Kamille, Bockshornklee, Oregano*

GEMÜSE *Aubergine, Möhre, Salat, Kaktusblätter, Cardy, Speiserübe, Sellerie, Pastinake, Okra*

6. AROMATEN