

# Physiologie der Sinneswahrnehmung

**Im zweiten Teil der Serie wird auf die in der Sensorik involvierten physiologischen Prozesse eingegangen. Sie umfassen die Aufnahme sensorischer Eindrücke durch die äußeren Sinnesorgane, ihre Weiterleitung zum Gehirn und ihre Umsetzung zu dem so genannten sensorischen Bild.**

Der erste Teil dieser Reihe beschäftigt sich insbesondere mit den psychologischen Einflussgrößen, die auf professionelle Prüfer als auch Konsumenten einwirken und ihr sensorisches Urteil relativieren. Solche Faktoren wie Selbsteinschätzung, Unsicherheit, Erwartungshaltung und Gruppeneinflüsse werden oft unbewusst missachtet. Sie können aber auch bewusst zur eigenen Selbstdarstellung von Prüfern missbraucht werden, wenn die Fassade mangelnde Sachinhalte ersetzen muss. In beiden Fällen ist das Ergebnis rhetorische Oberflächlichkeit bis hin zu theatralem Schwulst, weit entfernt von den Normen sachlicher sensorischer Arbeit.

Die bei der Sensorik involvierten physiologischen Prozesse sind sehr komplex. Das liefert eine weitere Erklärung für die bekannte Diskrepanz zwischen Prüferurteilen bei ein und demselben Wein.

## Arten der sensorischen Wahrnehmung

Der sensorische Eindruck von Lebens- und Genussmitteln wird in geruchlicher, geschmacklicher, mechanischer, visueller und akustischer Form wahrgenommen. Getränke weisen grundsätzlich keine akustischen Eigenschaften auf, während ihre visuellen Eigenschaften wie Farbe und Klarheit relativ einfach zu messen sind. Die Summe der Eigenschaften, welche über das Zusammenwirken von Mund und Nase erfasst werden, geht weit über Geruch und Geschmack hinaus und beinhaltet zusätzliche Sinneseindrücke wie Tast-, Temperatur- und Schmerzsinne. Mangels eines treffenden deutschen Wortes werden sie am besten mit dem allgemeinen Begriff „Flavor“ umschrie-

ben. Abbildung 1 gibt einen Überblick über diese Zusammenhänge.

### Geschmack liegt auf der Zunge

Der Geschmackssinn ist überwiegend auf der Zunge und teilweise auf den Schleimhäuten des hinteren Rachenraums lokalisiert. Er umfasst die vier klassischen Grundgeschmacksarten sauer, süß, salzig und bitter sowie den aufgrund psychophysikalischer Methoden als eigenständige Geschmacksqualität etablierten Umami-Geschmack. Der japanische Begriff von Umami lässt sich am besten mit Wohlgeschmack übersetzen und ist der westlichen Kultur nur schwer zugänglich.

Der saure Geschmack wird überwiegend durch die Konzentration an Protonen (H<sup>+</sup>) vorgegeben, die von den verschiedenen Säuren in unterschiedlichem Ausmaß abgegeben und als pH-Wert gemessen werden. Dieser ist für die Charakterisierung des sauren Geschmacksbildes im Wein annähernd genau so wichtig wie die titrierbare Gesamtsäure.

Der salzige Geschmack basiert auf den Anionen und Kationen wasserlöslicher anorganischer Salze. Dabei löst ausschließlich das Kochsalz eine rein salzige Wahrnehmung aus, während andere Salze auch einen süßen, bitteren oder sauren Beigeschmack aufweisen. Salzig ist im Wein selten zu finden.

Der süße und bittere Geschmack wird von einer Vielzahl unterschiedlichster Substanzen hervorgerufen. Dabei genügen oftmals geringste Veränderungen ihrer chemischen Struktur, um die Geschmacksqualität von süß nach bitter zu verändern oder umgekehrt.

Die den Geschmack wahrnehmenden Sinneszellen im Mund reagieren nicht spezifisch auf eine bestimmte

Basalqualität, z. B. süß oder sauer, sondern sie sprechen gleichzeitig auf mehrere Geschmacksarten mit jeweils unterschiedlicher Intensität an. So ergeben sich für jede Geschmacksknospe unterschiedliche Reaktionsspektren, die meist für einen bestimmten Geschmack ein Erregungsmaximum zeigen. Die klassische Kartographierung der Zunge in Regionen, wo bestimmte Geschmacksqualitäten bevorzugt wahrgenommen werden, ist eine unzulässige Vereinfachung. Abgesehen von der unsensiblen zentralen Zone werden alle Basalqualitäten auf der ganzen Zunge geschmeckt.

### Leistungsfähige Nase

Der Geruchssinn nimmt ausschließlich Stimuli flüchtiger Natur wahr. Diese Flüchtigkeit ist Voraussetzung, dass die betreffenden Moleküle durch Verdunstung aus der Flüssigkeit entweichen, durch die Luft migrieren und bis zur Nase vordringen, um dort das Geruchsepithel zu aktivieren. Die Aufnahme von Geruchsstimuli kann von außen durch die Nasenlöcher erfolgen (orthonasales Riechen), aber auch durch die direkte Verbindung des Rachens mit dem inneren Nasenraum bei oraler Aufnahme der Probe (retronasales Riechen). Flüchtige Stimuli lösen eine große Anzahl unterschiedlichster Geruchsqualitäten aus, die sich noch zusätzlich je nach Konzentration des Stimulus völlig verändern können.

Die geruchliche Wahrnehmung spielt in der Sensorik eine so große Rolle, weil sie ungleich sensibler, komplexer und informativer ist als die geschmackliche Wahrnehmung mit ihrer bescheiden geringen Anzahl von Basalqualitäten. Nicht nur in seiner Empfindlichkeit ist der Geruchssinn leistungsfähiger als der Geschmackssinn, sondern auch in seiner Fähigkeit, eine sehr hohe Anzahl von Geruchsqualitäten zu erkennen und zu unterscheiden. Mit ihm wird nicht nur das so genannte Bukett beurteilt, sondern gleichzeitig auch die geruchliche Komponente beim so ge-

nannten Schmecken der Weine. Deshalb können erfahrene Prüfer über 90 % der Qualität eines Weins aus dem Geruchseindruck herleiten. Sind die geruchlichen Eigenschaften bereits durch das Abriechen der Weine erfasst worden, kann sich der Verkoster während des Verweilens der Probe im Mund auf die eigentlichen Geschmackswahrnehmungen konzentrieren.

Mangelnde Differenzierung oder gar Verwechslung von geruchlichen und geschmacklichen Eindrücken stellen ein seriöses Problem der Sensorik im Weinbereich dar. Ein Großteil dessen, was landläufig als Geschmack des Weines firmiert, wird nämlich nicht mit dem Geschmackssystem, sondern vom Geruchssinn wahrgenommen. Ist die Nase verschnupft oder wird sie unter experimentellen Bedingungen mit Luft durchblasen, können flüchtige Geruchsstoffe nicht mehr zum Geruchsepithelium vordringen, wobei das retronasale Riechen unterbunden wird. Speisen und Getränke schmecken fader und werden weniger sicher erkannt. Ein Sauvignon „schmeckt“ nur deshalb nach Stachelbeeren, weil dieses Aroma mit dem Geruchssinn aufgenommen wird.

### **Prickeln, Stechen und Brennen**

**Trigeminale Wahrnehmungen** sind solche, die über den 5. Hirnnerv, den Nervus trigeminus, zum Gehirn abgeleitet werden. Dabei handelt es sich um meist irritierende Reize mehr physikalischer als chemischer Natur. Sie umfassen Kälte und Wärme, besonders aber das Stechen der schwefligen Säure, das Prickeln der Kohlensäure, das Brennen des Alkohols und die Adstringenz der Gerbstoffe. All diese für den Wein relevanten Sinneseindrücke werden häufig mit Geschmack verwechselt, weil sie meist über den Mund aufgenommen werden. Dennoch stehen sie in keinem direkten Zusammen-

hang mit einer der Grundgeschmacksarten.

**Haptische Wahrnehmungen** werden über den Kraft-Tast-Sinn des Mundbereichs erfasst und weitergeleitet. Da sie mit der Zunge ertastet werden, nennt man sie auch taktile Empfindungen. Im Weinbereich zählen dazu die Sinneseindrücke von Körper, Mundfülle, Konsistenz und Visko-

*Deshalb können erfahrene Prüfer über 90 % der Qualität eines Weins aus dem Geruchseindruck herleiten.*

sität, ihrerseits hervorgerufen durch Inhaltsstoffe wie kolloidale Makromoleküle, Glycerin, phenolische Substanzen und Alkohol innerhalb bestimmter Konzentrationsbereiche.

### **Vom Sinnesorgan zum Gehirn**

Geruchliche, geschmackliche, trigeminale und taktile Reize werden wahrgenommen, weil die peripheren Sinnesorgane wie Mund und Nase mit sensiblen Zellen ausgestattet sind, die man als Rezeptorzellen bezeichnet. Auf ihrer Zellmembran befinden sich unterschiedlichste Moleküle, welche eine chemische Reaktion mit sensorisch aktiven Substanzen eingehen. Diese Chemorezeption ist der Ursprung der sensorischen Empfindungen von Wein, Getränken und Lebensmitteln. Sie ist teilweise genetisch geprägt. So ist bekannt,

*... dass Frauen eine höhere Geruchssensibilität als Männer aufweisen.*

dass der Speichelfluss von Mensch zu Mensch variiert. Das hat zur Folge, dass die Adstringenz des Tannins eines gegebenen Rotweins unterschiedlich stark wahrgenommen wird. Unterschiedliche Ausstattung

der Zunge mit Geschmacksknospen und deren altersbedingte Rückbildung erklären, warum die Sensibilität gegenüber den Grundgeschmacksarten differiert. Geschlechtsspezifische Unterschiede in Gehirnanatomie und Hormonhaushalt führen dazu, dass Frauen eine höhere Geruchssensibilität als Männer aufweisen. Schließlich sind in der Sensorik auch pathologische Anormalitäten bekannt wie geruchliche Übersensibilität (Hyperosmie), geruchliche Untersensibilität (Hyposmie) und Geruchsblindheit (Anosmie). Bereits bei der Chemorezeption als erste Phase der Sinneswahrnehmung sind rein organisch

bedingte Unterschiede zwischen den Verkostern zu erkennen, zu denen sich im weiteren Verlauf Unterschiede anderer Art addieren. Der chemische Reiz führt in der Folge zu einer Erregung von spezialisierten Nervenfasern, die mit den Rezeptorzellen in Verbindung stehen. Dabei wird er als nervöses Erregungsmuster in Form eines elektrischen Potentials verschlüsselt. Chemische Energie wird in elektrische Energie umgesetzt. Diesen Vorgang nennt man Transduktion. Die Weiterleitung der ursprünglichen Signale als nervöse Impulse bis zum Gehirn entspricht einer **elektrophysiologischen Kettenreaktion**.

Die Art, wie der Mensch sensorische Stimuli verarbeitet, ist von ihrer Weiterleitung durch die Nervenbahnen des sensorischen Systems abhängig. Diese Nerven sind hintereinander geschaltet, das heißt, jeder von ihnen empfängt als Eingangssignal das Ausgangssignal des vorhergehenden. Auf diese Art wird die sensorische Information über drei oder vier aufeinander folgende Etappen oder Schaltstellen verarbeitet, bevor sie zum Bewusstsein gelangt.

Im äußeren Teil eines sensorischen Kanals, der die eigentlichen Sinnesorgane und die ersten zwei oder drei

# Kraftwerk

Fulllinien von Kraft zeichnen sich durch hohe technische Qualität und extreme Langlebigkeit aus. Umfangreiches Ersatzteillager all inclusive\*. [www.kraft-co.at](http://www.kraft-co.at)



**KRAFT**  
Da steckt Kraft dahinter

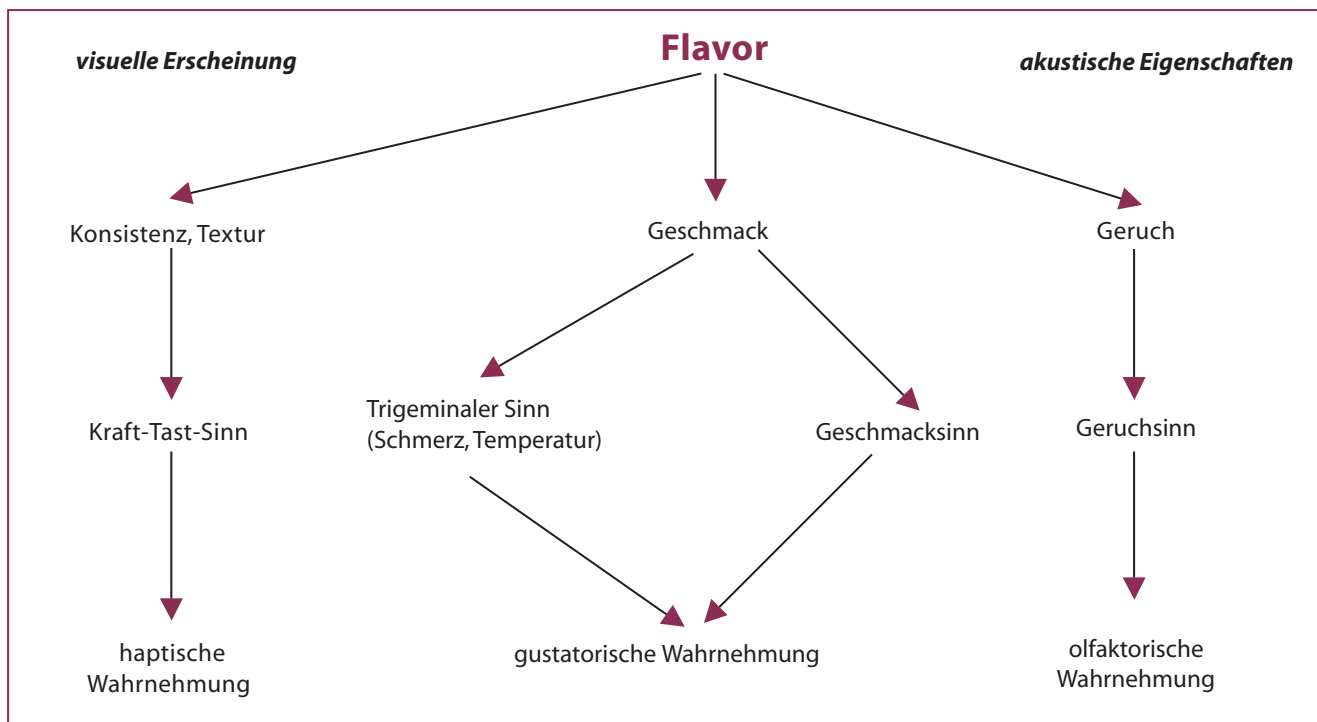


Abb. 1: Die an der Wahrnehmung von Flavor beteiligten Sinne

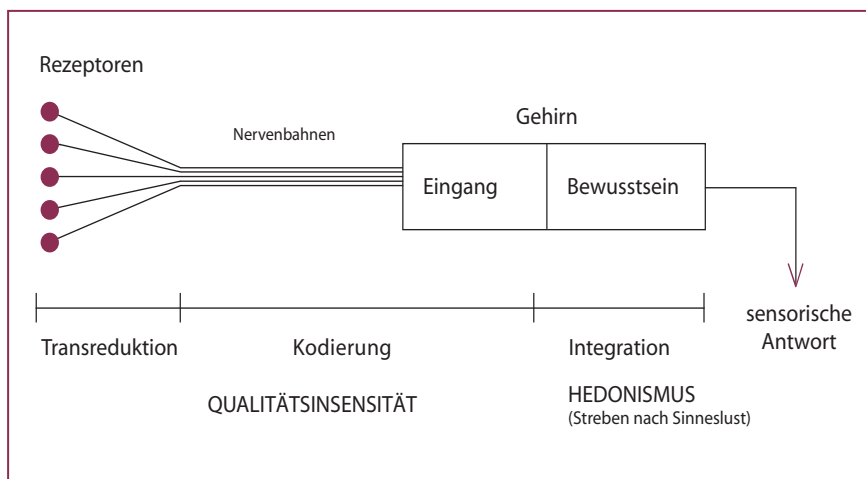
Schaltstellen umfasst, wird die Information in Realzeit ohne Bezug zu vorgehenden Wahrnehmungen verarbeitet. Dabei kommt es zu einer Kodifizierung von Qualität und Intensität des Stimulus, ohne dass ein Bezug zu seiner biologischen Bedeutung oder hedonischen Qualität hergestellt wird. Die Kodifizierung unterliegt Regeln, die praktisch für alle Arten sensorischer Wahrnehmung gelten. Nur sehr schematisch weiß man, dass die sensorische Intensität durch die globale nervliche Aktivität dargestellt wird, während die Qualität durch die räumliche Verteilung dieser Aktivität wiedergegeben wird.

Abbildung 2 stellt die Sequenz dieser Vorgänge dar. Die elektrophysiologischen Grundlagen von Kodifizierung und Weiterleitung der Sinnesindrücke stellen, nach der Chemo-rezeption, **die zweite Phase der Sinneswahrnehmung** dar. Sie sind eine weitere Erklärung dafür, warum Menschen unterschiedlich auf bestimmte sensorische Stimuli reagieren. Die Funktionsweise des Nervensystems wird nämlich deutlich durch die psychische und emotionale Verfassung des Verkosters beeinflusst. Ein einfaches Beispiel dafür ist seine sensorische Reaktion unter Stress oder bei Hunger- bzw. Sättigungsgefühl.

### Entstehung des sensorischen Bildes

Die sensorische Information, noch vage und ungenügend differenziert bei ihrem Eingang ins Gehirn, wird auf ihrem Weg zu den höheren Gehirnzentren zunehmend dekodifiziert, filtriert, stabilisiert, spezifiziert und kontrastiert („Der Wein riecht nach Äpfeln und Honig, aber eigentlich stärker nach Apfelmus, noch stärker als der Vorgängerwein.“). Dabei kommt es zu einer gegenseitigen Beeinflussung der verschiedenen Wahrnehmungen, die den Gesetzen der Psychophysik unterliegt. In den höheren Gehirnzentren, wo Gedächtnis und Bewusstsein zusätzlich ins Spiel treten, laufen die von den Sinnesorganen kommenden Informationen in einem Integrationssystem zusammen. Aus unterschiedlichen Signalen zusammengesetzte Erregungsmuster werden zu integrierten Sinnesindrücken dechiffriert. Es entstehen die eigentlichen Geruchs- und Geschmacksempfindungen. Nach ihrer Identifizierung oder Wiedererkennung werden sie schließlich **mit bereits bekannten sensorischen Mustern verglichen und gespeicherten Kategorien zugeordnet**. Es entsteht das so genannte sensorische Bild, welches sich der Verkoster vom Wein macht. Erkennung, Vergleich und Einordnung der Empfindungen sind eine geistige Leistung, ohne die dieses Bild nicht entstehen kann. Insofern

Abb. 2: Physiologische Phasen der Sinneswahrnehmung



spielt sich Sensorik im Gehirn ab.

Die Phase der Integration ist die komplexeste, weil intellektuelle Anforderungen ins Spiel kommen. Ihr stufenweises und langsames Arbeiten steht im Gegensatz zu dem schnellen und parallelen Arbeiten der Kanäle, die die Information von außen zuführen. Erst nach und nach werden die kodifizierten Informationen in Intensität und Qualität erkannt („Die unterschwellige Note nach Kiwi habe ich beim ersten Eindruck nicht bemerkt.“). Ab diesem Augenblick versteht sie das Gedächtnis mit einer hedonischen Bedeutung („Ein Geruch nach frischen Äpfeln wäre mir lieber als der nach Apfelmus.“).

In dem Moment, wo die bewusste Wahrnehmung einsetzt, ungefähr 0,1 bis 0,2 Sekunden nach der äußeren Zuführung des Stimulus, wird die gesamte Information in einer globalen Botschaft vereinigt, die sowohl sensorisch („Der Wein ist zu süß.“) als auch affektiv („Ich mag ihn nicht.“) oder emotional („Zweigelt mag ich grundsätzlich nicht.“) ist. Der Prüfer ist gehalten, sie sprachlich auszufor-

mulieren und eventuell mit einer quantitativen Bedeutung zu versehen. Dabei gelingt es ihm oft nicht, die einzelnen Aspekte zu unterscheiden. Drückt er spontan aus, was er fühlt, erwähnt er gewöhnlich zuerst seinen persönlichen hedonischen Eindruck (gut, schlecht), danach die wahrgenommene Qualität („Der Wein ist sauer oder riecht nach tropischen Früchten.“) und erst am Schluss die Intensität der Wahrnehmungen („Der Wein ist wenig sauer und riecht stark nach tropischen Früchten.“).

Die Aufnahme der Stimuli durch die äußeren Sinnesorgane, ihre kodifizierte Weiterleitung durch das Nervensystem bis zu ihrer Dechiffrierung und Integration im höheren Gehirnzentrum sind ein rein physiologischer Vorgang. Insofern ist die Fähigkeit, **chemosensorische Merkmale mittels guter Sensorik zu erfassen, teilweise angeboren**. Sie kann aber **durch Schulung verbessert werden**, sofern eine grundsätzliche Bereitschaft zum Lernen gegeben ist. Erst die Bewertung, Beschreibung und Klassifizierung der sensorischen

Merkmale stellt nennenswerte intellektuelle Anforderungen, weil sie Eloquenz und sensorisches Gedächtnis voraussetzt. In dieser dritten und letzten Phase der Sinneswahrnehmung kommen schließlich auch die psychologischen Faktoren (Teil I) wie Motivation, Selbsteinschätzung und Gruppeneinflüsse ins Spiel, welche die sensorische Aussage mit einer weiteren Unsicherheit belasten.

### Zusammenfassung

Die Wahrnehmung geruchlicher, geschmacklicher, trigeminaler und haptischer Eindrücke ist ein physiologischer Prozess in drei Phasen: Chemorezeption der Stimuli durch die äußeren Sinnesorgane, Umsetzung in elektrochemische Erregungsmuster der Nervenbahnen und Integration der dekodifizierten Erregungsmuster zu einem sensorischen Bild im höheren Gehirn. Die Funktion jeder Phase wird beeinflusst durch genetische, organische und psychische Begleitumstände, die zur Diskrepanz zwischen Prüferurteilen beitragen.

#### Der Autor

Volker Schneider,  
Schneider-Oenologie,  
Am Entenbach 5, 55411 Bingen/Deutschland,  
Tel.: +49(0)6721/18 27 64, Fax: 18 27 65,  
www.Schneider-Oenologie.com





S

### Topweine durch kontrollierte Gärung?



...sprechen Sie gleich mit den Profis!

Kühlanlagen  
PC Bus-Steuerungen  
Schranksteuerungen  
Erntestarksteuerungen  
Kühlplatten  
Kühlschildecke  
Rohrwärmetauscher  
Verrohrung und Installation

WFT-Technologien Ges.m.b.H.  
34011 Kitzbühler  
Mellergasse 6  
Tel: 03243 83468

www.wfttechnologie.com