

Psychophysiologie der Sinneswahrnehmung

In der Sensorik wird der Mensch als Messinstrument eingesetzt. Damit sind eine Reihe von Problemen vorgegeben, welche sensorische Daten weniger zuverlässig als die Ergebnisse analytischer Messungen im Labor machen.

In den vorausgegangenen Teilen dieser Serie wurde der Frage nachgegangen, wie rein menschliche Eigenschaften psychologischer, organischer und besonders neurobiologischer Art in die sensorische Bewertung einfließen und das Prüferurteil relativieren. Mit dem Zusammenwirken dieser Faktoren beschäftigt sich die Psychophysiologie, ein Teilgebiet der sensorischen Forschung. Sie zeigt, wie in der Praxis die Bewertung bestimmter organoleptischer Parameter durch die Probenabfolge und das Probenumfeld beeinflusst wird. Konkret: **Warum bewerten wir eine gegebene Gesamtsäure unterschiedlich sauer in Abhängigkeit von Zustand und Zusammensetzung des Weins sowie den Weinen, die wir vorher verkostet haben?**

Konzentration-Intensitäts-Abhängigkeiten

Eine der essenziellen Fragen der Psychophysiologie liegt in der quantitativen Beziehung zwischen menschlicher Empfindung und Stoffkonzentration oder, anders ausgedrückt, in der Beziehung zwischen Reiz- und Empfindungsintensität. Der Laie erwartet einen direkten Zusammenhang zwischen analytischem Zahlenwert und sensorischer Wahrnehmung. Ein typisches Beispiel dafür ist der erwartete Zusammenhang zwischen dem Gehalt an flüchtiger Säure und der Intensität des durch sie hervorgerufenen kratzig-sauren Abgangs. Doch die **Realität ist ungleich komplexer.**

Die Beziehung zwischen Konzentration und Wahrnehmung kann annähernd in einer mathematischen Formel der Art

$$I = k \cdot S^n$$

ausgedrückt werden, die man auch Stevens' Gesetz nennt. Dabei ist I die empfundene Intensität, S die Stoffkonzentration, n ein substanzspezifi-

scher Exponent und k ein konstanter Systemfaktor, der von der Matrix bzw. in diesem Fall von dem betreffenden Wein abhängt.

Das Besondere daran ist, dass **die Intensität der sensorischen Wahrnehmung nicht linear mit der Stoffkonzentration ansteigt**, sondern der Konzentrationserhöhung meist hinterher läuft. Die sensorische Wahrnehmung steht also in exponentieller Beziehung zur Konzentration der verantwortlichen Substanz, dem Stimulus. Dies geschieht innerhalb der Grenzen zwischen sensorischem Schwellenwert und Sättigung. Der Schwellenwert ist die Konzentration, bei der die stimulierende Substanz gerade noch wahrgenommen wird. Als Sättigung wird die Konzentration bezeichnet, ab der eine weitere Konzentrationszunahme keine stärkere Wahrnehmung mehr hervorruft.

Diese Verhältnisse lassen sich anhand der Wahrnehmung von Ethylacetat in Abhängigkeit von seiner Konzentration verdeutlichen. Ethylacetat ist in allen Weinen vorhanden und trägt in geringen Mengen zu einem als positiv empfundenen Aroma bei. Ab einer gewissen Konzentration ist es jedoch verantwortlich für den Geruch nach Ester, Klebstoff, Nitroverdünner und ein mikrobiologisch bedingter Fehler, dessen sensorische Abgrenzung zur flüchtigen Säure nicht immer einfach ist. In einer Studie wurde ein Wein mit steigenden Mengen Ethylacetat versetzt, die gemittelte geruchliche Wahrnehmung der Prüfer mittels einer Intervallskala (0–10 Punkte) gemessen und mit der Konzentration in Verbindung gebracht. Abbildung 1 gibt den Zusammenhang zwischen empfundener Intensität und Konzentration wider. Klar ersichtlich, handelt es sich dabei keineswegs um eine lineare Funktion. Im unteren Konzentrationsbereich läuft die Wahrnehmung

der Konzentration hinterher. Ab ca. 220 mg/l Ethylacetat kehrt sich das Verhältnis um; die Wahrnehmung nimmt nun stärker zu als die Konzentration.

Die meisten geruchlichen Stimuli haben einen Exponenten von kleiner als 1, das heißt, die Intensität der Wahrnehmung nimmt weniger stark zu als die Konzentration des Stimulus. Geschmackliche Stimuli weisen im realen Konzentrationsbereich von Wein einen Exponenten von nahe 1 auf; in diesem Fall steigt die Intensität der Wahrnehmung fast linear mit der Konzentration. Während sich die Konzentrations-Intensitäts-Abhängigkeiten für Geschmackssubstanzen sehr ähneln, weist die Vielzahl der Geruchsstoffe stark abweichende Abhängigkeiten dieser Art auf. Darüber hinaus können Geruchsstoffe je nach Konzentration unterschiedliche Duftqualitäten auslösen.

Die nicht lineare Abhängigkeit zwischen Konzentration und Wahrnehmung geruchlich empfundener Stimuli ist eine der Erklärungen dafür, warum aus dem Gehalt eines Aromastoffes nicht direkt auf seine geruchliche Intensität geschlossen werden kann. Bei ausschließlich über den Geschmackssinn empfundenen Stimuli ist dies einfacher. So steigt mit zunehmendem Zuckergehalt eines Weins dessen süßer Geschmack annähernd linear an.

Intensität-Zeit-Abhängigkeiten

Die klassischen sensorischen Untersuchungen beschränkten sich auf die Messung der Intensität, mit der ein Stimulus gegebener Konzentration wahrgenommen wird. Dieses Vorgehen ist ausreichend, wenn die stimulierende Substanz innerhalb kurzer Zeit dem Sinnesorgan, Nase oder Mund, zugeführt wird: zum Beispiel beim Riechen des Buketts eines Weins. Die Wahrnehmung von geschmacklichen Stimuli sowie physikalischen Reizen wie das Prickeln der Kohlensäure oder das Brennen hoher Alkoholgehalte verläuft jedoch über einen längeren Zeitraum, während-

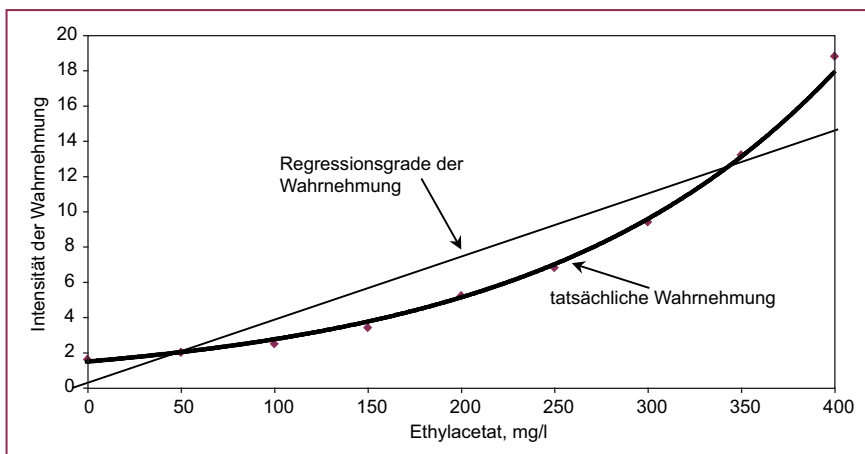


Abb. 1: Beziehung zwischen Geruchsintensität und Konzentration am Beispiel von Ethylacetat. Die Intensität der Wahrnehmung ist ausgedrückt als Faktor im Vergleich mit einer Konzentration von 25 mg/l Ethylacetat.

dessen die Intensität der Wahrnehmung nicht konstant ist.

Mittels Zeit-Intensität-Methoden wird die Intensität eines Stimulus zwischen der Einnahme der Probe bis zum Verschwinden des Sinneseindrucks gemessen. Dazu bewegt der Prüfer die Maus innerhalb eines auf einem Computermonitor niedergelegten Koordinatensystems entspre-

chend der von ihm empfundenen Intensität, auch über das Ausspucken oder Schlucken der Probe hinaus bis zum völligen Verschwinden des Reizes. Auf Basis dieser Technik wurden Zeit-Intensitäts-Kurven erstellt, wie in Abbildung 2 schematisch wiedergegeben. Sie geben Information über die Intensität der Wahrnehmung am Maximum, über die Zeit bis zum Er-

reichen des Maximums sowie über die Gesamtdauer des Sinneseindrucks.

Eine solche Kurve könnte für die Adstringens stehen, mit der das Tannin eines Rotweins wahrgenommen wird. Adstringens wird durch die Denaturierung und Ausfällung von Eiweißen des Speichels hervorgerufen entsprechend der klassischen Eiweiß-Gerbstoff-Reaktion, wie sie von der Schönong tanninreicher Rotweine mittels eiweißhaltigen Schönongsmitteln bekannt ist. Mit der Fällung der Speichelproteine verliert der Speichel seine Wirkung als Gleitmittel im Mund-Rachen-Raum unter Entstehung eines Sinneseindrucks, den man als scheuernd, reibend, pelzig, gerbend oder austrocknend beschreibt. Die Reibung ergibt sich aus der Bewegung verschiedener Teile der Mundschleimhaut aneinander vorbei und spricht den Tastsinn an. Dieses Gefühl verstärkt sich nach der Probenaufnahme bis zum Erreichen eines Maximums, um danach abzufachen. Es verschwindet erst einige Zeit nach dem Ausspucken der Probe, wenn durch eine erhöhte Speichelsekretion die ursprüngliche


Anton Paar

Die DMA 35N Dichtemessgeräte stecken alle in die Tasche

Sie wollen Gärstockung vermeiden, eine kontrollierte Gärung gewährleisten?

Das tragbare Dichtemessgerät DMA 35N mit stoßfestem Gehäuse sorgt in Sekundenschnelle für perfekte Messergebnisse. Nur 2 mL Probe und ein Daumendruck genügen. Und schon geben Dichte und Temperatur der Probe Auskunft über den Gärverlauf.

- ▶ Bewährtes Prinzip
- ▶ Genaue, schnelle Messung
- ▶ Bequemste Bedienung



:: Unit 14 Density/0 Concentration 1.1800

www.anton-paar.com/de/dma35n | info@anton-paar.com | +43 316 257-180

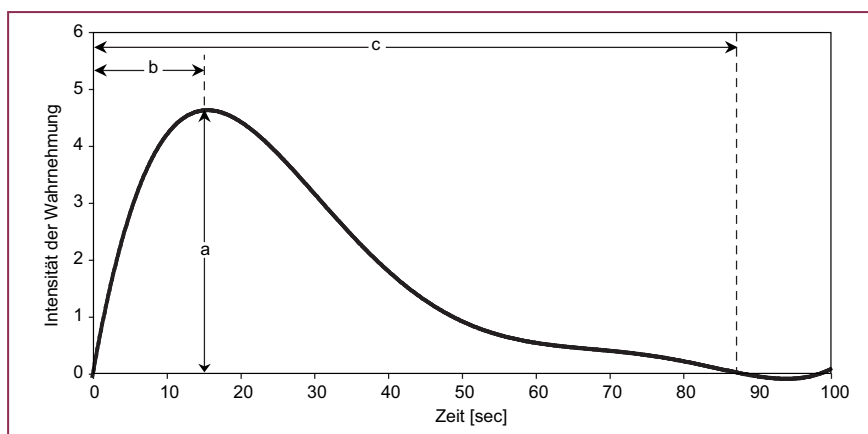


Abb. 2: Beispiel einer Zeit-Intensitäts-Kurve: a = Intensität am Maximum, b = Zeit bis zum Maximum, c = Gesamtdauer der Wahrnehmung

Schmierwirkung des Speichels wieder hergestellt ist. Der individuelle, **genetisch bedingte Speichelfluss hat erheblichen Einfluss auf Stärke und zeitliche Dauer der Wahrnehmung** und erklärt, warum eine gegebene Adstringens subjektiv unterschiedlich stark bewertet wird.

Zeit-Intensitäts-Messungen sind von besonderer Bedeutung zur Beurteilung der Nachhaltigkeit der Weine, da das zeitliche Anhalten eines Sinnesindrucks ebenso entscheidend wie seine maximale Intensität ist.

Antagonismen und Synergismen

Antagonismen sind Gegensätze. Im Bereich der Sensorik versteht man darunter das Vorliegen **gegensätzlicher Geschmacks- oder Geruchskomponenten, die sich gegenseitig überlagern**, maskieren, kompensieren und letztlich die Intensität ihrer Wahrnehmung wechselseitig herabsetzen. Einfachstes Beispiel maskierender Effekte dieser Art ist die Wechselwirkung zwischen Säure und Zucker. Bei gleich bleibender Gesamtsäure nimmt die Wahrnehmung der sauren Geschmackskomponente ab, wenn der Zuckergehalt erhöht wird. Aber die saure Geschmackskomponente verringert sich auch, wenn bei gleicher Gesamtsäure der Gehalt an Alkohol oder Kaliumsalzen steigt. Kaliumsalze verleihen dem Wein Körper und Fülle und insofern tragen sie zur Maskierung der Säure bei. Man sagt, der Wein oder die Säure ist gut gepuffert, wenn er einen hohen Kaliumgehalt aufweist. Da das Kalium als solches alkalisch reagiert, erhöht es den pH-Wert. Erhöht man andererseits die Kohlensäure, wird der süße Geschmack des Restzuckers verringert. Ein solcher Effekt tritt besonders bei

Schaumweinen auf. Deshalb sind dort die Obergrenzen des Zuckers für die einzelnen Geschmacksrichtungen höher als bei Stillwein angesetzt.

Natürlich gibt es auch geruchliche Antagonismen. Sie sind schwieriger zu erfassen als solche geschmacklicher Natur, weil sich die geruchlich aktiven Substanzen mit einer höheren chemischen Dynamik während Reifung und Alterung des Weins verändern. In der Praxis kann dies mitunter zu unangenehmen Überraschungen führen. So hat ein Jungwein in den ersten Wochen und Monaten nach der Gärung ein starkes, fast lärmendes Fruchtaroma. Es handelt sich hierbei um Sekundäraromen aus dem Hefestoffwechsel wie Ethylester, Acetate und höhere Alkohole, die innerhalb weniger Monate zerfallen und an geruchlicher Intensität verlieren. Dabei können Fehltonen freigelegt werden, die früher, durch diese Jungweinaromen maskiert, nicht wahrgenommen wurden. Ein prägnantes Beispiel ist der weit verbreitete untypische Alterungston (UTA). Eigentlich handelt es sich dabei um einen Fehlton, der schon im frühen Entwicklungsstadium des Weins auftreten kann. Die chemischen Reaktionen, die zur Synthese der den UTA hervorgerufenen Substanzen führen, allen voran das 2-Aminoacetophenon, werden bereits mit dem ersten Aufschwefeln der Jungweine ausgelöst. In dieser Phase wird ihr charakteristischer Geruch nach schmutziger Wäsche, Naphtalin, Mottenkugeln, Bohnerwachs, Seife und Zitronenblüte nicht unbedingt wahrgenommen. Erst nachdem maskierende Gäraromen während der Lagerung zerfallen oder durch strapaziöse Weinbehandlung ausgetrieben sind, tritt der UTA geruchlich in Erscheinung.

Sensorische Synergismen wirken in

umgekehrter Richtung, wenn die Wahrnehmbarkeit eines Stimulus durch eine zweite Substanz verstärkt wird. **So intensiviert sich der bittere Geschmack des Tannins im Rotwein, wenn man den Alkoholgehalt erhöht.** Seine adstringierende Komponente hingegen wird durch die Säure synergistisch erhöht. Aus diesem Grund kommt dem Alkohol und dem Säuremanagement bei der Ausprägung des Rotweintyps eine größere Bedeutung zu als im Weißwein.

Ein interessantes Beispiel dafür, wie die Wahrnehmbarkeit eines Weininhaltsstoffes durch antagonistische als auch synergistische Effekte beeinflusst wird, ist das der flüchtigen Säure. Ihr sensorischer Ausdruck ist bei weitem nicht so stark an ihren analytischen Wert geknüpft, als gemeinhin angenommen wird. Zum einen kann ihr Sinnesindruck durch eine hohe Gesamtsäure oder gleichzeitig auftretendes Ethylacetat verstärkt werden (Synergismus). Unabhängig davon kann ihre geruchliche Erscheinung im Jungwein durch den maskierenden Effekt von Gäraromen herabgesetzt werden (Antagonismus). Ist der Wein noch hefetrüb, eventuell in Verbindung mit einigen g/l Restzucker, wird auch der durch die flüchtige Säure hervorgerufene kratzige Abgang teilweise maskiert. Die Minderung maskierender Effekte während Lagerung und Ausbau erklärt, warum ein Wein mit 0,7 g/l flüchtiger Säure im sehr jungen Stadium durchaus die amtliche Prüfnummer erhalten kann (nicht muss), während im gleichen Wein, steril und randvoll gelagert, die identische Menge flüchtiger Säure einige Monate später zunehmend unangenehm in Erscheinung tritt.

Adaption und kontextuale Einflüsse

Die Sinne des Menschen unterliegen einer Adaption. Darunter versteht man die Fähigkeit des Gehirns, die Empfindungsintensität eines zeitlich lang anhaltenden konstanten Reizes zu reduzieren, bis sie schließlich unterhalb der Wahrnehmungsschwelle liegt. Jeder hat dieses Phänomen schon in einem mit Rauch belasteten Raum erfahren: Bei einer Person, die selbst raucht, lösen die geruchsaktiven Aromen des Tabakrauchs einen Dauerreiz aus, der zur Adaption führt und die Empfindung für Rauch so verringert, dass dieser schließlich nicht mehr wahrgenommen wird. Anders bei ihrem Gegenüber, der durch den Rauch eine kurz-

zeitige Reizung seines Geruchssinns erfährt und diesen Geruch als störend wahrnimmt. In der Sensorik ist Rauch absolut schädlich für Prüfer, die selbst nicht rauchen.

Wer eine Reihe von Weinen aus Bukettsorten verkostet, gewöhnt sich an dieses Aroma und nimmt es immer schwächer wahr. Danach können Weine aus neutralen Sorten sogar als ungewöhnlich aromaarm wirken. Ein säurereicher Wein erscheint im Zusammenhang mit säurereichen Weinen noch flacher, als er wirklich ist. Ähnliches gilt für Weißweine nach Rotweinen, für trockene Weine nach süßen Weinen. Solche Adaptionerscheinungen sind letztlich dafür verantwortlich, **dass die Beurteilung einer Einzelprobe von den Reizimpulsen der vorgehenden Proben beeinflusst wird.** Man nennt dies kontextuale Einflüsse, weil der Sinneseindruck vom Probenkontext abhängt.

Um die Störung durch kontextuale Einflüsse zu reduzieren, erweist es sich als sinnvoll, die Proben nach bestimmten Charakteristika zu ordnen, zum Beispiel nach Restzucker, Tannin, Rebsorten usw. Im Einzelfall muss auf längere Wartezeiten zwischen den Proben geachtet werden, damit die Adaptionerscheinungen abgebaut werden. Nach einer Phase der Desadaptation führen die Stimuli wieder zu den ursprünglichen Empfindungsintensitäten.

Eine wichtige Ausnahme besteht für die bittere Geschmackskomponente und das Gefühl der Adstringens, beide hervorgerufen durch Tannin. Verkostet man ohne Unterbrechung eine längere Serie von Rotweinen, werden Intensität und zeitliches Anhalten der Adstringens immer stärker wahrgenommen, und zwar umso mehr, je kürzer die Intervalle zwischen den Proben sind. Ursache ist der fortschreitende Verbrauch der Speichelleiweiße. Bei Dauerbelastung kommt es deshalb zu einer Sensibilitätszunahme. Die Adstringens einer Probe ist noch nicht abgeklungen, bevor die Aufnahme des nächsten Weins zu einer erneuten Stimulierung führt. Die Übertragung der Adstringens von einem auf den nächsten Wein (carry-over) löst additive Effekte aus mit der Folge, dass sie subjektiv immer stärker wahrgenommen wird. Insofern liegt ein Synergismus vor. Die Bewertung größerer Serien von Rotwein erfordert deshalb genormte Phasen der Desensibilisierung, um reproduzierbare Prüferleistungen zu erhalten.

Zusammenfassung

Die Intensität einer sensorischen Wahrnehmung steht nur selten in linearem Zusammenhang mit der Konzentration der zugrunde liegenden Substanz. Sie wird beeinflusst durch die Effekte von Antagonismen und Synergismen mit weiteren Weininhaltsstoffen. Einflüsse von Adaption und Probenkontext sind weitere Gründe, das eigene Urteil mit kritischer Distanz zu interpretieren. Sinnvolle Probenabfolge und genormte Phasen der Desensibilisierung verbessern die Reproduzierbarkeit sensorischer Daten.

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



Bitte beachten Sie die Gebrauchsanleitung, Gebrauchshinweise und Sicherheitsrichtlinien

Mit dieser Strategie schneiden Sie besser ab:

- ▶ Das einzige Botrytizid mit doppelter Kraft aus zwei Wirkstoffen
- ▶ Breite Wirkung auch gegen Sekundärfäulen.
- ▶ Raschere Lese durch gesunde Trauben

→ Universeller Vorbeugender Einsatz ab abgehende Blüte
→ Zusätzlich zum Traubenschluss
→ = Gesunde Trauben!



Syngenta Agro GmbH
Anton Brucknerstrasse 125654
A-1220 Wien
SyngentaHotline: 000020 71 01
www.syngentaagro.at