



DAS GROSSE «FEHLERKABINETT»: SENSORISCHE PRODUKTFEHLER ERKENNEN UND VERSTEHEN

Fehler bei Wein und in der Obstverarbeitung trüben nicht nur den Genuss, sondern können erhebliche wirtschaftliche Folgen haben. Sie entstehen durch chemisch-physikalische Prozesse, mikrobielle Einflüsse oder technologische Faktoren und sind in der Qualitätskontrolle oftmals eine Herausforderung. Eine zuverlässige Erkennung ist daher entscheidend. Dieser Artikel bietet einen Überblick über die häufigsten Fehler, ihre Ursachen und sensorischen Merkmale.

Stellen Sie sich die folgende Szene vor: Der Gastgeber öffnet mit sichtlicher Vorfreude eine Flasche Wein, schenkt sich einen kleinen Schluck ein und hebt das Glas prüfend an die Nase. Doch anstelle des erwarteten Genusses überrascht ihn ein irritierender, schwer greifbarer Geruch. Ein Hauch von feuchtem Keller? Ein Anflug von Essig? Die anfängliche Freude weicht fragenden Blicken – und schon beginnt das Rätselraten in der Runde. Liegt ein Fehler vor? Wenn ja, welcher?

Trotz der hierzulande hohen Produktqualität lassen sich sensorische Fehler nicht vollständig vermeiden. Sie können auf unterschiedlichste Weise entstehen und sich in vielfältigen Wahrnehmungen bemerkbar machen. Da einige der Fehlerarten sowohl in Fruchtsäften als auch Fruchtwinen, Wein, Spirituosen und Essig auftreten, wird im Folgenden eine umfassende Übersicht für diese Produkte gegeben. Die Informationen sowie die sensorischen Beschreibungen der Fehler stützen sich auf die aufgeführte Fachliteratur und unveröffentlichte Präsentationen von Daniel Pulver (2012 und 2024) und Jürg Gafner (2016).

SYSTEMATIK

SENSORISCHER FEHLER

Um eine klare und lösungsorientierte Systematik zu schaffen, werden Fehler häufig nach ihrer Ursache kategorisiert: chemisch, physikalisch, technologisch und mikrobiell.

- + **Chemische Fehler** entstehen durch Veränderungen der chemischen Zusammensetzung, etwa durch Oxidation oder Reaktionen zwischen Inhaltsstoffen.
- + **Physikalische Fehler** betreffen Veränderungen physikalischer Eigenschaften wie Trübungen oder Phasentrennungen, beispielsweise bei Likören.
- + **Technologische Fehler** entstehen durch fehlerhafte Prozesse, ungeeignete oder ungenügend gereinigte Materialien.
- + **Mikrobiologische Fehler** werden durch unerwünschte Mikroorganismen verursacht und lassen sich nach taxonomischen Gruppen unterteilen – Hefen, Bakterien oder Schimmelpilze.

Abbildung 1 zeigt eine Übersicht der wichtigsten Fehler mit in der Praxis verbreiteten sensorischen Beschreibungen und veranschaulicht ihre Kategorisierung. Viele dieser Fehler treten nur selten auf, da sie sich durch gute Herstellungspraktiken effektiv kontrollieren lassen. Daher liegt der Fokus in den folgenden Abschnitten auf einer Auswahl der relevantesten Fehlerarten.

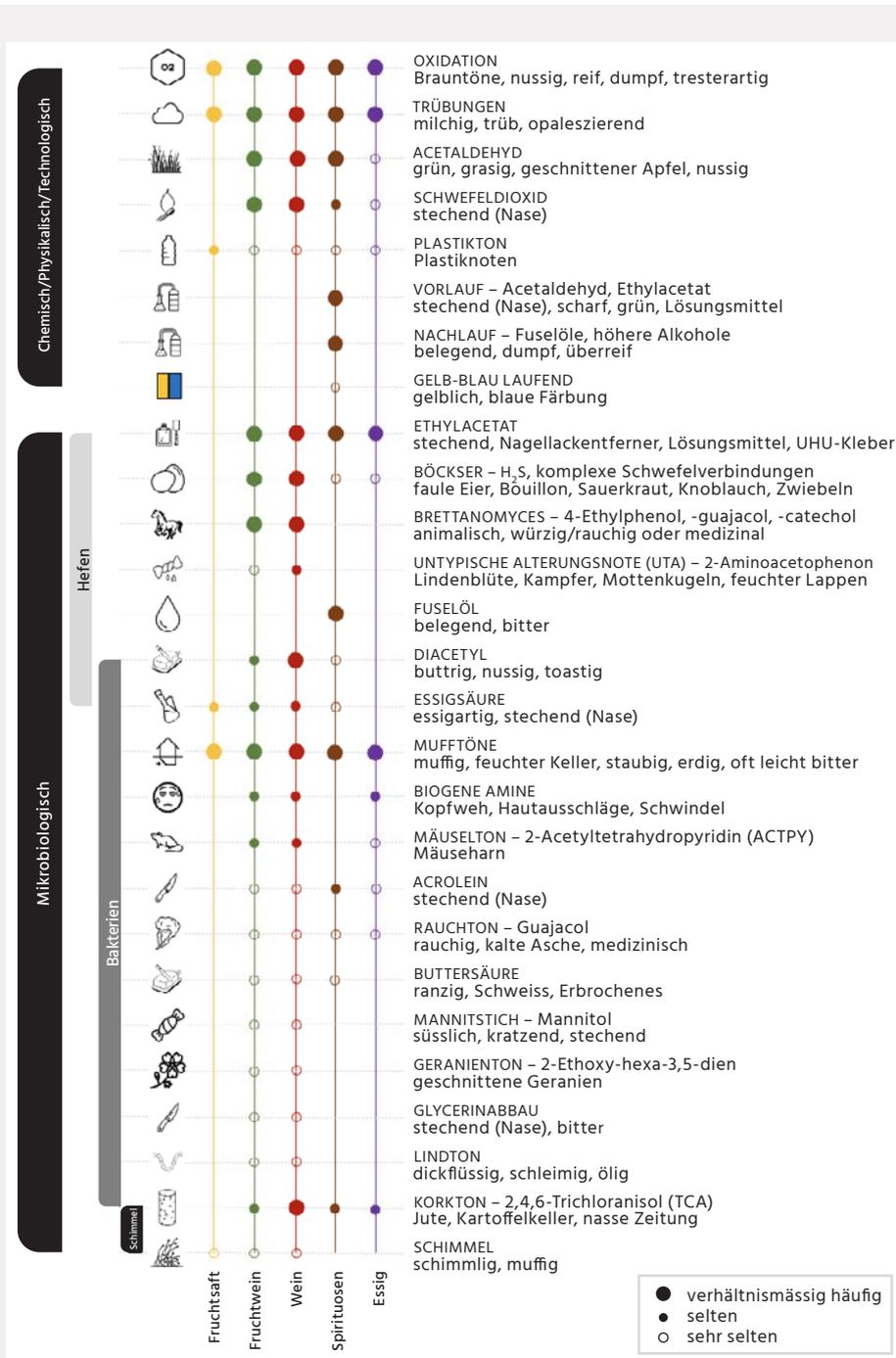


Abb. 1: Sensorische Fehler bei Fruchtsaft, Fruchtwein, Wein, Spirituosen und Essig, mit Leitsubstanz und sensorischer Erkennung, unterteilt nach deren Ursache. Die Angabe der Häufigkeit basiert auf der Einschätzung des Autors.

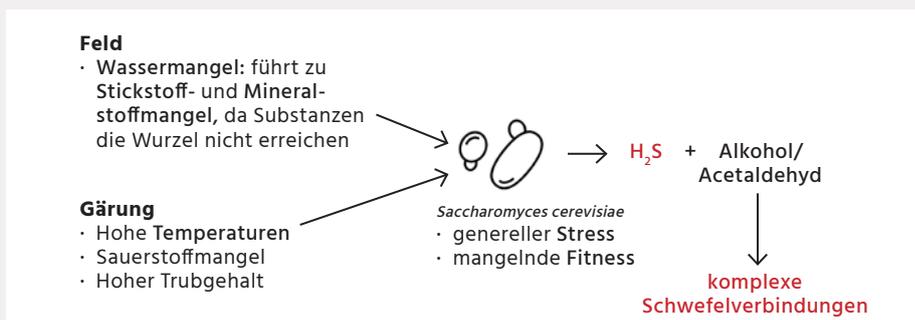


Abb. 2: Bildung von H₂S und komplexeren Schwefelverbindungen, verursacht durch Stressfaktoren der Hefe.

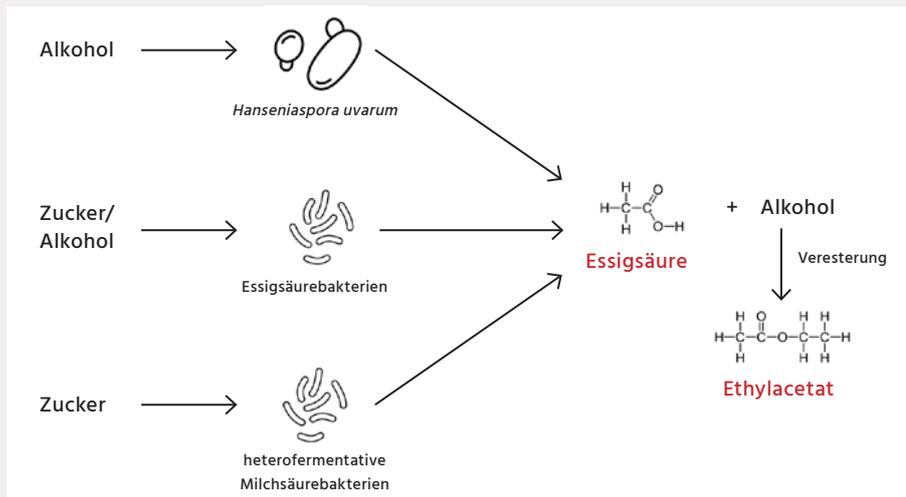


Abb. 3: Bildung von Essigsäure und Ethylacetat durch Hefen oder Bakterien.

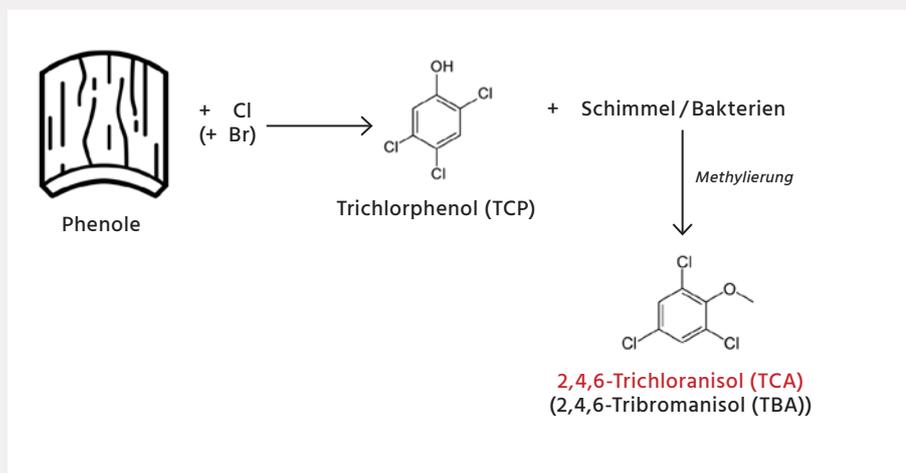


Abb. 4: Bildung von 2,4,6-Trichloranisol (TCA), insbesondere durch Schimmelpilze, die Phenole der Korkeiche in Verbindung mit Chlor oder auch Brom umsetzen können.

ACETALDEHYD UND OXIDATION

Oxidation ist ein steter Begleiter, sowohl bei der Verarbeitung von Obst als auch der Herstellung von Wein. Sie kann in jedem Prozessschritt auftreten und ist nicht per se als Fehler zu werten. In gewissem Masse gehört sie zum natürlichen Alterungsprozess, etwa bei gereiften Weinen, Spirituosen und Essigen. Tatsächlich wird sie bei Produkten wie Sherry, Portwein, Whisky oder Balsamessigen gezielt genutzt, um eine charakteristische Aromatik zu entwickeln.

Acetaldehyd spielt in alkoholhaltigen Produkten eine zentrale Rolle bei oxidativen Prozessen und gilt als Leitsubstanz. Diese Verbindung, die nussige, grüne und an frisch geschnittenes Gras erinnernde Noten aufweist und in der sensorischen Wahrnehmung manchmal auch als «Luftton» bezeichnet wird, entsteht durch die Reaktion

von Ethanol mit Sauerstoff und ist ein Indikator unerwünschter Oxidation bei jungen Produkten. In höherem Masse führt Oxidation zu Farbveränderungen (Brauntöne) sowie zu Verlust von frisch-fruchtigen Noten (besonders bei Fruchtsäften), während nussige und reife Aromen in den Vordergrund treten.

BÖCKSER

Hierbei handelt es sich um einen Gärungsfehler, der sowohl durch Faktoren im Feld als auch Bedingungen während der Gärung begünstigt werden kann (Abb. 2). Eine der Hauptursachen ist eine unzureichende Nährstoffversorgung der Hefen, insbesondere ein Mangel an Stickstoff oder Spurenelementen. Auch übermäßig reduktive Bedingungen während der Gärung können die Bildung von Böcksern erleichtern.

Als Leitsubstanz ist Schwefelwasserstoff (H_2S) zu nennen, der durch die Hefen während der Gärung gebildet werden kann. H_2S fällt sofort durch einen intensiven schwefeligen Geruch nach faulen Eiern auf. Ein leichter H_2S -Böckser ist meist reversibel und kann sich durch Belüftung respektive der Zugabe von Sauerstoff reduziert werden. In Verbindung mit Alkohol oder Acetaldehyd können jedoch aus Schwefelwasserstoff komplexere Verbindungen entstehen: Mercaptane, die an Knoblauch, Sauerkraut, Zwiebeln oder verbrannten Gummi erinnern, oder Diethyldisulfid, das eher an Käse erinnert und nur sehr schwer aus den Produkten zu entfernen ist. Es existieren auch Übergangsformen, die oft als «reduktiv» oder «Reduktionsnoten» bezeichnet werden.

Ein etwas unkonventioneller, aber pragmatischer Trick zur Erkennung eines Böckser ist das Einbringen einer Kupfermünze in das Glas mit dem betroffenen Produkt – Kupfer bindet Schwefelwasserstoff und reduziert damit den Fehlton.

ESSIG UND FLÜCHTIGE SÄURE

Die Leitsubstanzen bei diesen Fehlern sind Essigsäure und Ethylacetat: Essigsäure zeichnet sich durch einen stechenden, essigtypischen Geruch aus, während Ethylacetat in höheren Konzentrationen Assoziationen zu Lösungsmittel, Nagellackentferner oder UHU-Kleber hervorruft.

Flüchtige Säure, insbesondere Ethylacetat, entsteht durch die Aktivität von Mikroorganismen während der Gärung (Abb. 3). Essigsäurebakterien spielen dabei eine zentrale Rolle, indem sie Ethanol zu Essigsäure oxidieren. Diese verestert danach mit Alkohol zu Ethylacetat, einer Verbindung, die in geringen Mengen zur Komplexität und Fruchtigkeit des Aromas beitragen kann, in höheren Konzentrationen jedoch als sensorischer Fehler wahrgenommen wird.

Die Beurteilung von flüchtiger Säure hängt von der Art des Produktes ab. Insbesondere bei jungem Essig tritt sie häufig auf, wird dann aber mit der Lagerung abgebaut. Bei Spirituosen hingegen gilt ein hoher Gehalt als gravierender Fehler, der durch eine gezielte Abtrennung des Vorlaufs vermieden werden kann.

KORKTON UND WEITERE MUFFTÖNE

Mufftöne entstehen durch die Kontamination von Produkten mit bestimmten Substanzen

und können in allen Produktkategorien auftreten. Besonders bekannt ist der sogenannte Korkton, der insbesondere durch 2,4,6-Trichloranisol (TCA) und seltener durch 2,4,6-Tribromanisol (TCB) verursacht wird. TCA entsteht durch die Interaktion von Schimmel oder seltener auch von Bakterien mit chlorhaltigen Reinigungsmitteln und Holzbestandteilen (Abb. 4). TCA verleiht dem Wein einen charakteristischen, muffigen Geruch, der an Jute, Kartoffelkeller oder nasse Zeitung erinnert (s. Artikel S. 14).

Obwohl der Korkton hauptsächlich mit Naturkorken in Verbindung gebracht wird, kann er in seltenen Fällen auch in Weinen mit Schraub- oder Kunststoffverschluss auftreten. Dies geschieht, wenn das TCA bereits in Fässern, Kellermaterialien oder der Umgebungsluft vorhanden ist.

Neben TCA gibt es weitere Substanzen, die für Mufftöne verantwortlich sind. Diese entstehen meist durch unsaubere Behältnisse, unzureichend gereinigte Werkzeuge oder feuchte Lagerbedingungen.

BRETTANOMYCES («BRETT»)

«Brett» wird durch die Hefe *Brettanomyces bruxellensis* (manchmal auch *Dekkera bruxellensis* genannt) verursacht, die in unsachgemäss gereinigten Holzfässern oder auf Gerätschaften überdauern können. Das Vorkommen dieser Hefen in solchen Umgebungen ist auf ihre hohe Alkohol- und Schwefeltoleranz zurückzuführen und ihre Fähigkeit, den Holzzucker Xylose als Energiequelle zu nutzen. *Brettanomyces*-Hefen bilden charakteristische aromatische Verbindungen, die je nach Konzentration und Verhältnis unterschiedlich wahrgenommen werden (Abb. 5). Die drei Leitsubstanzen sind:

- + **4-Ethylphenol** sorgt für animalische Noten und erinnert an Pferdestall, Pferdeschweiss oder Stallgeruch.
- + **4-Ethylguajacol** ist würzig und erinnert an Barbecue-Sauce, geräuchertes Fleisch oder kalten Rauch.
- + **4-Ethylcatechol** erzeugt einen medizinischen, an Heftpflaster oder nasses Leder erinnernden Geruch.

In niedrigen Konzentrationen können diese Verbindungen zur Komplexität eines Weins oder Cidres beitragen, während sie in höheren Mengen als fehlerhaft empfunden werden. In vielen klassischen Weinbaure-

gionen wird «Brett» als unerwünschter Fehler betrachtet und durch gezielte Hygiene- und Reinigungsmaßnahmen vermieden. Allerdings gibt es auch Produkte, bei denen *Brettanomyces* akzeptiert oder gar gewünscht wird. In bestimmten traditionell spontanvergorenen Cidres werden «Brett»-Noten als charakteristisch angesehen und sind oftmals in der regionalen Kultur verankert und akzeptiert. Die Beurteilung und Akzeptanz von «Brett» hängt also stark vom Kontext ab.

VOR- UND NACHLAUF

Bei der Destillation wird die alkoholhaltige Maische erhitzt, um die verschiedenen Inhaltsstoffe nach ihrem Siedepunkt zu trennen (Abb. 6). Dabei wird zwischen drei Hauptfraktionen unterschieden: Vorlauf, Mittellauf und Nachlauf. Die sorgfältige Abtrennung von Vor- und Nachlauf ist eine entscheidende Grundlage für die Qualität von Spirituosen.

- + **Vorlauf:** Die erste Fraktion des Destillats enthält leichtflüchtige Verbindungen, die bei niedrigen Temperaturen verdampfen. Dazu gehören unter anderem Acetaldehyd und Ethylacetat, die für stechende, grasige, lösungsmittelartige Aromen sorgen und unerwünschte Schärfe in das Destillat bringen.
- + **Mittellauf:** Diese Fraktion ist sensorisch am reinsten und bildet das eigentliche Destillat. Hier befinden sich erwünschte

EMPFOHLENE FACHBÜCHER

- + **Fruchtsaft:** Rouwen und Hühn, 2023: Frucht- und Gemüsesäfte
- + **Fruchtwein:** Jolicoeur, 2014: The New Cider Maker's Handbook
- + **Wein:** Steidl et al., 2019: Kellerwirtschaft
- + **Spirituosen:** Gössinger et al., 2024: Technologie der Obstbrennerei
- + **Essig:** Hagemann und Graf, 2014: Essig selbst gemacht

Aromen und Ethanol in hoher Konzentration.

- + **Nachlauf:** Gegen Ende des Brennvorgangs verdampfen immer mehr schwerer flüchtige Substanzen wie höhere Alkohole und Fuselöle, die das Destillat trüb machen und eine unangenehm belegende, verkochte oder bittere Wahrnehmung hinterlassen können.

SO VERBESSERTEN SIE IHRE SENSORISCHEN FÄHIGKEITEN

Das persönliche Training und das Einlesen in die Fachliteratur helfen, Fehler zu verstehen und sicher zu erkennen. In der Infobox ist eine Auswahl an Fachbüchern zusammengestellt, in denen vertiefte Hintergründe zur guten Herstellungspraxis und Vermeidung von Fehlern zu finden sind.

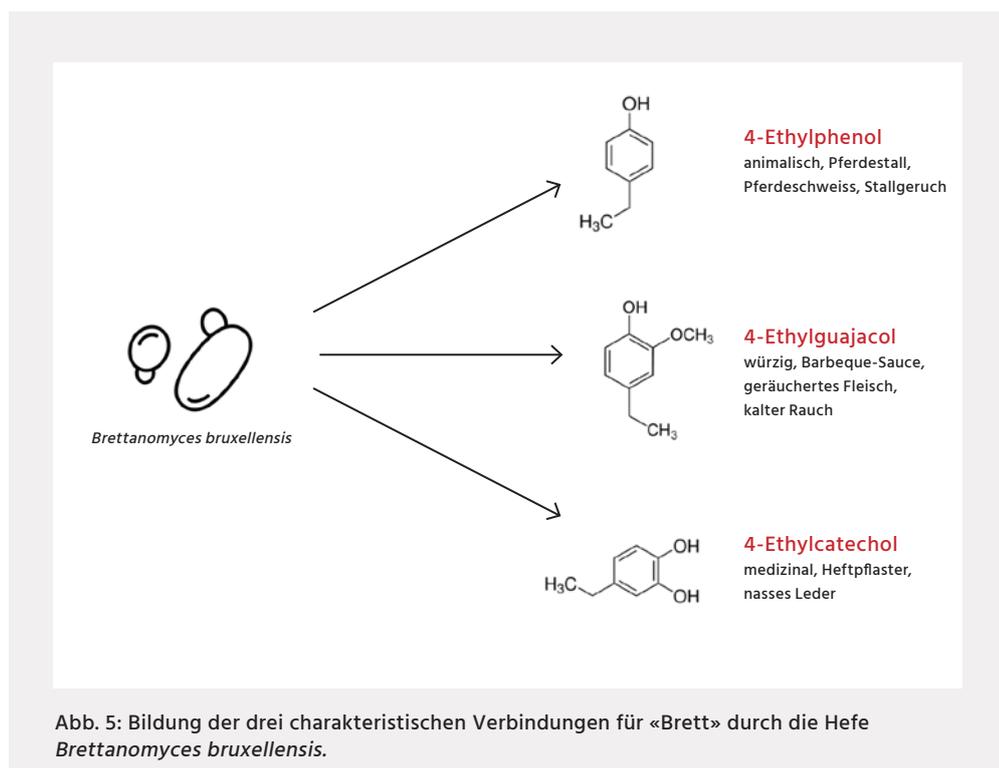


Abb. 5: Bildung der drei charakteristischen Verbindungen für «Brett» durch die Hefe *Brettanomyces bruxellensis*.

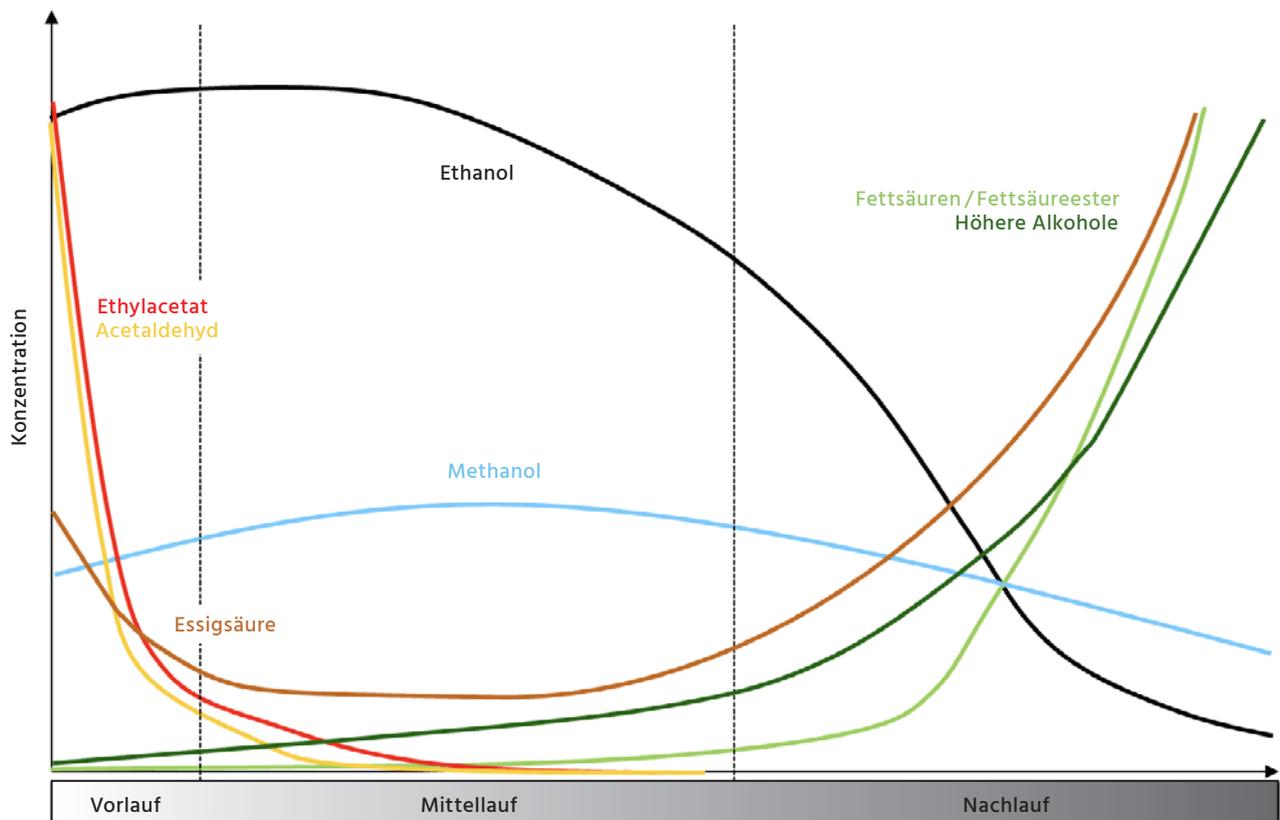


Abb. 6: Schematische Darstellung einer Brennkurve mit Konzentrationen wichtiger Substanzen in Vor-, Mittel- und Nachlauf. (Quelle: Agroscope)

Auf individueller Ebene sind Trainings mit produktspezifischen Aromakoffern hilfreich. Diese enthalten oft Referenzsubstanzen für diverse Fehlerarten. Auch die Arbeit mit eigens hergestellten Verdünnungsreihen von Leitsubstanzen ermöglicht es, zu trainieren und dabei Wahrnehmungsschwellen zu bestimmen, womit die persönliche Sensitivität besser eingeschätzt werden kann. Fachkurse und Seminare bieten eine zusätzliche Möglichkeit, das eigene Wissen zu vertiefen und die Beurteilungssicherheit zu verbessern. Auch die Teilnahme an Prämierungen ist anzustreben, da diese nicht nur den Austausch mit Fachkollegen und -kolleginnen fördert, sondern auch viel Produkterfahrung in kurzer Zeit bieten.

Für Produzierende empfiehlt es sich nach Möglichkeit und Bedarf, weitere Mittel zur Qualitätssicherung beizuziehen. Zum einen kann ein geschultes Sensorikpanel objektive und reproduzierbare Analysen durchführen

und zum anderen können externe Verkoster oder Beraterinnen wertvolle Rückmeldungen geben. Ergänzend dazu ermöglichen technische Verfahren wie Gaschromatographie-Massenspektrometrie (GC-MS), Spektralanalysen oder mikrobiologische Untersuchungen eine Quantifizierung der Fehlersubstanzen oder Mikroorganismen.

Mit sensorischem Training, fundiertem Wissen über Ursachen und allfälligen ergänzenden analytischen Methoden verwandeln sich Vermutungen in verlässliche Erkenntnisse. Was früher ein Rätselraten über sensorische Fehler war, kann somit zur gezielten Spurensuche werden. 



Jonas Inderbitzin

Agroscope, Wädenswil

jonas.inderbitzin@agroscope.admin.ch

Literatur

- Gössinger M., Albrecht W., Bauer-Christoph C., Hagmann K., Hofmann, D., Pulver D., Röhrig G., Scholten G., Schwarz P., 2024: Technologie der Obstbrennerei, Ulmer Eugen Verlag, Stuttgart, 4. Auflage.
- Hagmann K., Graf H., 2014: Essig selbst gemacht, Ulmer Eugen Verlag, Stuttgart, 2. Auflage.
- Jolicoeur C., 2013: The New Cider Maker's Handbook: A Comprehensive Guide for Craft Producers, Chelsea Green Publishing, Vermont.
- Rouwen F.-M., Hühn T., 2023: Frucht- und Gemüsesäfte, Ulmer Eugen Verlag, Stuttgart, 4. Auflage.
- Steidl R., Schödl H., Gössinger M., Prinz M., Scheibelhofer H., 2019: Kellerwirtschaft, Cadmos Verlag GmbH, München, 12. Auflage.