

rauchig, würzig, speckig



Foto: dulfata - stock.adobe.com

GÄRUNG Einfluss kommerzieller Hefen auf die Bildung flüchtiger Phenole.

Text: Dr. Martin Pour Nikfardjam, Adrian Traut, Dr. Theresa Farr, Simon Bachmann, Stefan Hirn

Flüchtige Phenole können laut aktuellem Kenntnisstand zu einer signifikanten Veränderung des weineigenen Aromas führen. Einerseits sind flüchtige Phenole dafür bekannt, Fehl aromen wie »Heftplaster, Würze und Gouache« zu bedingen. Andererseits können sie aber auch in positiver Hinsicht zum Gesamtaroma beitragen, zum Beispiel in Form von Aromaeindrücken wie »Ginster und Nelke« in Chardonnay und Gewürztraminer. Studien haben gezeigt, dass ungefähr ein Drittel der französischen Weine Vinylphenolgehalte oberhalb des sensorischen Schwellenwertes aufweist. Andere Studien verweisen hingegen darauf, dass der Gehalt an Vinylphenolen in der Regel unter 1 mg/l liegt. Doch nur wenn die 1 mg/l-Marke überschritten wird, zeigen die Weine normalerweise eine negativ veränderte Aromatik. Es scheint ein schmaler Grat zwischen sensorischer Geruchsschwelle und störendem Einfluss auf das Gesamtaroma zu herrschen. Ein Zuviel an Vinylphenolen soll-

te deshalb vermieden werden. Die Bildung von 4-Vinylphenol und 4-Vinylguajakol (Abb. 1) findet in der Regel während der alkoholischen Gärung aus ihren Vorstufen, den Hydroxymizsäuren p-Coumar- und Ferulasäure, durch bestimmte *Saccharomyces cerevisiae*- und nicht-*Saccharomyces cerevisiae*-Stämme, wie zum Beispiel *Candida* sp., *Pediococcus* sp., oder *Cryptococcus* sp., statt. Diese Stämme besitzen eine stereospezifische Decarboxylase für die E-(trans)-Formen der zuvor genannten Hydroxymizsäuren, führen also zur Abspaltung der Säuregruppe des Moleküls in Form von Kohlendioxid. In der Fachliteratur werden sie daher oft als POF+ (»Phenolic Off-Flavour positive«) bezeichnet.

Langkettige Polyphenole, sogenannte oligomere Procyanidine, die hauptsächlich in Traubenkernen vorkommen, blockieren das oben genannte Enzym, so dass in Rotwein generell nur sehr geringe Gehalte an Vinylphenolen zu finden sind. Zudem liegen durch die Rotweinfarbstoffe (Anthocyane) in ausreichender Menge gute Reaktionspartner für

die Vinylphenole vor. Aus beiden Stoffgruppen entstehen neue farbstabile Verbindungen, die auch als Pinotine bezeichnet werden. Im Weißweinebereich sind dagegen verschiedene kommerziell erhältliche Hefestämme dafür verantwortlich gemacht worden, die Gehalte an Vinylphenolen zu erhöhen. Dies liegt vermutlich an Decarboxylase-Seitenaktivitäten unzureichend aufgereinigter Hefepreparate. Die Vinylphenol-Gehalte bleiben aber nicht konstant, da diese Verbindungen recht reaktiv sind. Generell gehen die Gehalte über einen Zeitraum von sechs bis zwölf Monaten nach Gärungsende auf ein absolu-

Tab. 1 Chemische Zusammensetzung des Riesling-Ausgangsmostes

Zusammensetzung Riesling Most	
Mostgewicht [°Oe]	86,0
pH-Wert	3,2
titrierbare Gesamtsäure [g/l]	6,3
Pot. Alkohol nach Anreicherung [g/l]	100,0

Tab. 2 Eigenschaften der eingesetzten Hefepreparate laut Firmenwebseite

Proben-code	Beschreibung laut Herstellerwebseite
20-130-01	erzeugt keine unerwünschten Gärungsnebenprodukte
20-130-02	betont die Aromausprägung feiner Rieslingweine
20-130-03	zur Herstellung von frischfruchtig intensiven Weinen
20-130-04	zur Bereitung von komplexen und eleganten Weinen
20-130-05	bewahrt das ursprüngliche Rebsortenaroma
20-130-06	für ausgeprägten Rieslingcharakter
20-130-07	für frisch-fruchtige Weine

tes Minimum zurück. Damit lässt zwangsläufig auch deren Beitrag zur Sensorik nach.

PROJEKTIDEE UND VERSUCHSAUFBAU

In den letzten Jahren kam es im Rahmen der Qualitätsweinprüfung für das Anbaugebiet Württemberg häufiger zu Beanstandungen aufgrund eines erhöhten Gehaltes an flüchtigen Phenolen. Die Weine wurden als »medizinisch und flüchtig« bezeichnet, und sogar fälschlicherweise mit dem Attribut »Brettanomyces« belegt. Dies nahmen wir zum Anlass, verschiedene kommerzielle Hefepreparate auf ihre spezifische Bildung an flüchtigen Phenolen sowie deren sensorische Relevanz zu untersuchen. Als Grundlage diente uns ein Riesling-Most, dessen Zusammensetzung in Tabelle 1 dokumentiert ist. Insgesamt kamen sieben verschiedene Präparate zum Einsatz, die sich hinsichtlich ihrer Eigenschaften laut Herstellerangaben deutlich voneinander unterscheiden (Tab. 2). Die Versuche fanden in einfacher Wiederholung in 5 Liter-Glasballons statt.

Nach einer Hefedosis von 20 g/hl erfolgte die alkoholische Gärung bei Temperaturen zwischen 15 und 18 °C. Hefenährstoffe wurden wie in Tabelle 3 angegeben eingesetzt.

Nach Abstich, SO₂ Gabe und Abfüllung in 0,5 Liter-Glasflaschen wurden die Weine im Dunkeln bei 12 °C bis zur Verkostung gelagert und zeitgleich zur Verkostung fand die chemische Analyse auf flüchtige Phenole statt. Die Analyse auf flüchtige Phenole erfolgte mittels Hochdruckflüssigkeitschromatographie (HPLC) mit Fluoreszenz-Detektion (FLD).

Tab. 3 Nährstoffe bei der Vergärung

Nährstoff	Dosage je Gabe	Anzahl der Gaben
Vitamin B1	60 mg/hl	1 – bei Hefegabe
Diammoniumphosphat (DAP)	15 g/hl	2
Inaktivierte Hefezellen	10 g/hl	2

Zur sensorischen Charakterisierung der Weine wurde eine deskriptive Sensorik beschränkt auf die geruchliche Beurteilung der Proben durchgeführt. In Anlehnung an eine QDA (Quantitative Deskriptive Analysis) wurden in einer Vorverkostung Aromaattribute gemäß den Aromarädern für deutsche Weiß- und Rotweine ausgewählt und diese auf ihre Eignung für die Proben geprüft. Kriterium dabei war es, Aromen auszuwählen, die sowohl charakteristisch für die Rebsorte Riesling, als auch für flüchtige Phenole, wie Vinylphenol, Vinylguajakol, Ethylphenol und Ethylguajakol, sind (Tab. 4)

Die Weine wurden von einem geschulten Panel (n=23) an einem Termin bewertet. Die Gruppe der Prüfer setzte sich zusammen aus Studierenden sowie Mitarbeitern der LVWO Weinsberg. Die Bewertung der Weine erfolgte in Einzelkabinen in dem an der LVWO Weinsberg eingerichteten Sensorikstudio. Die Weine wurden in zwei Blöcken mit vier bzw. drei Proben bewertet. Innerhalb der Blöcke wurden die Proben randomisiert dargereicht. Die Attribute zur Feindifferenzierung wurden hierarchisch zu der jeweiligen Hauptaromenklasse abgefragt (Tab. 4). Die Intensität der olfaktorischen Wahrnehmung zu den einzelnen Attributen wurde mit kontinuierlichen Linienskalen mit den Ankerpunkten wenig bzw. viel abgefragt. Ziel der Prüfmethode war es, eine Aufschlüsse-

Tab. 4 ausgewählte Aromaattribute zur sensorischen Charakterisierung

Hauptaromenklasse	Feindifferenzierung
würzig	Nelke Vanille
pflanzlich/vegetativ	Wacholderbeere grünes Gras
rauchig	medizinisch geräucherter Speck
fruchtig	Pfirsich Grapefruit
mikrobiologisch	Sherry Hefe

lung des geruchlichen Gesamteindrucks gemäß den ausgewählten Attributen der Aromaräder für deutsche Weiß- und Rotweine zu erhalten.

SIGNIFIKANTE UNTERSCHIEDE

Die Ergebnisse der HPLC-Analyse sind in Tabelle 5 dargestellt. Es zeigen sich signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Hefepreparaten, dargestellt durch unterschiedliche Buchstaben in den jeweiligen Tabellenspalten. Es fällt auf, dass insgesamt fünf Hefen über der kritischen Summe von 1 mg/l an flüchtigen Phenolen liegen. Besonders interessant ist die Tatsache, dass diejenige Hefe mit dem höchsten Gehalt an flüchtigen Phenolen mit den Worten »bewahrt das ursprüngliche Rieslingaroma« beworben wird. Die geringsten Gehalte wies ein Hefepreparat auf, das in der Werbung konsequenterweise mit »erzeugt keine unerwünschten Gärungsnebenprodukte« umschrieben wird. Allerdings kam es auch in diesem Fall in Summe zu einer Bildung von fast 700 µg/l.

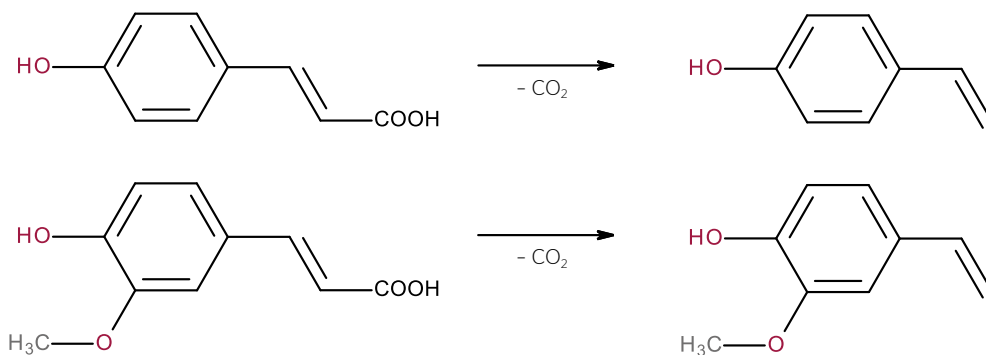
Auffällig ist die sehr geringe Bildung von Vinylguajakol durch das Präparat mit der Versuchsnummer -02. Aufgrund des würzigen

Tab. 5 Ergebnisse der HPLC-Analyse (Mittelwerte, n=2) auf flüchtige Phenole, Spalten mit unterschiedlichen Buchstaben sind signifikant verschieden (p<0,05)

Probencode	Vinylphenol [µg/l]	Vinylguajakol [µg/l]	Summe [µg/l]
20-130-01	336 a	355 ab	691 a
20-130-02	650 bc	78 a	728 a
20-130-03	745 bc	472 ab	1217 b
20-130-04	670 bc	427 ab	1097 b
20-130-05	845 c	751 bc	1596 d
20-130-06	595 b	941 c	1536 cd
20-130-07	578 ab	691 bc	1269 bc
Pr > F(Modell)	0,002	0,002	<0,0001
Signifikant	Ja	Ja	Ja

1 Bildung von 4-Vinylphenol

aus p-Courmarsäure (oben) und 4-Vinylguajakol aus Ferulasäure (unten)



Charakters der Verbindung trägt die Substanz in geringen Konzentrationen sicherlich zur Komplexität des Gesamtaromas bei. Bei solch geringen Gehalten, die weit unterhalb der geruchlichen Wahrnehmungsschwelle von circa 700 µg/l liegen, ist folglich eher nicht von einem Einfluss auf das Gesamtaroma auszugehen.

Basierend auf diesen Ergebnissen kann geschlussfolgert werden, dass die getesteten Hefepräparate deutliche enzymatische Nebenaktivitäten besitzen, die die Gehalte an flüchtigen Phenolen in den Weinen si-

gnifikant erhöhen können. In der Sensorik konnte allerdings nur bei zwei Attributen ein signifikanter Unterschied zwischen den Hefepräparaten festgestellt werden (Abb. 2). Zum einen war dies das Attribut »Grapefruit«, zum anderen das Attribut »Nelke«. Letzteres wäre mit Vinylguajakol zu assoziieren, da es dessen Aroma entscheidend prägt. Interessanterweise zeigte die höchste Bewertung für dieses Attribut das Präparat -02, das in der Analytik aber die geringsten Gehalte an Vinylguajakol aufwies. Insofern scheint die Sensorik nicht kongruent zur HPLC-Analy-

tik zu sein. Dies zeigte sich auch an Präparat -06, das in der Sensorik den geringsten Wert für »Nelke« erhielt, in der Analytik jedoch weit abgeschlagen die höchste Konzentration aufwies. Dieses Präparat wird als Hefe für einen »ausgeprägten Riesling-Charakter« bezeichnet.

Warum die Präparate -05 und -03 eine signifikant höhere Bewertung beim Attribut »Grapefruit« erhielten, erschließt sich aus den hier vorgestellten analytischen Daten nicht, da Citrusaromen nicht Teil der durchgeführten Untersuchungen waren.

Ansonsten ergaben sich keinerlei Signifikanzen zwischen den einzelnen Hefepräparaten und ihren Einflüssen auf die Sensorik. Wie wir schon in vorherigen Untersuchungen zeigen konnten (ddw 18/2020), korrelieren die sensorischen Eindrücke nur selten mit den analytischen Werten. Das Aroma der Weine ist zu komplex und durch eine Vielzahl an weiteren geruchlichen Charakteristiken bestimmt, als dass eine oder zwei Substanzen in Mengen knapp über der sensorischen Wahrnehmungsschwelle einen entscheidenden Einfluss auf das Gesamtaroma haben könnten. Zumindest kann diese Aussage für das komplexe und terpenlastige Aroma des Rieslings gelten. Bei Rebsorten mit filigranerer Aromatik, wie zum Beispiel Müller-Thurgau, Weiß- und Grauburgunder, Silvaner oder Chardonnay, mag es je nach verwendetem Hefepräparat zu deutlicheren Ausprägungen der vorgestellten Fehl-töne kommen.

FAZIT

Insgesamt kann festgehalten werden, dass die getesteten Hefepräparate offensichtlich nicht frei von enzymatischen Nebenaktivitäten sind, die zur Bildung sensorisch relevanter Vinylphenole führen können. In unserem Versuch mit der Rebsorte Riesling liegen die gebildeten Gehalte zwar teilweise deutlich über der kritischen Geruchsschwelle von 1 mg/l, in der sensorischen Prüfung fallen die Weine hingegen nicht durch etwaige Fehl-töne auf. Dies mag der stark terpenlastigen Aromatik der Rebsorte Riesling geschuldet sein, kann bei filigraneren Rebsorten aber schon zu vollständig anderslautenden Bewertungen führen. Daher sollen weitere Versuche mit Rebsorten empfindlicherer Aromatik in der Zukunft folgen. Die erhaltenen Ergebnisse werden zu gegebener Zeit der Weinbranche zur Verfügung gestellt. ◀

2 Netzdiagramm zur Sensorik der Rieslingweine

Teilnehmeranzahl = 23

