

Wie kommt eigentlich die schwarze Johannisbeere in die Scheurebe?

Dr. Rainer Amann, Staatl.
Weinbauinstitut Freiburg

In Heft 12/2001 des Badischen Winzers wurde beschrieben, wie unser Geschmack- und Geruchssinn funktionieren. Nun soll in einer losen Artikelfolge beleuchtet werden, welche Aromastoffe für das Weinbouquet von Bedeutung sind. Im vorliegenden ersten Teil wird erläutert, wie sich die Aromastoffe des Weines einteilen lassen. Anschließend werden unter anderem einige besonders interessante, erst in den letzten Jahren im Wein nachgewiesene Aromastoffe vorgestellt.

Fruchtig, würzig und blumig gehören zu den meistgebrauchten Geruchsbeschreibungen für Wein. Häufig gelingt auch eine genauere Beschreibung, wenn der Duft an ganz bestimmte Früchte, Gewürze oder Blumen erinnert. Bekannte Beispiele hierfür sind der Geruch nach schwarzer Johannisbeere bei Scheurebe-Weinen oder der Duft nach grünem Paprika bei Cabernet sauvignon.

In jeder Frucht, jedem Gewürz und jeder Blume, aber auch in zubereiteten Lebensmitteln wie Kaffee, Braten oder Wein kann man Hunderte von flüchtigen Inhaltsstoffen finden, wenn man genügend aufwändig analysiert. Sie tragen jedoch nicht alle zum Duft bei und meistens ist es extrem schwierig, durch Kombination von Sensorik und Analytik die für den Geruch wichtigsten Substanzen zu erkennen. Das liegt daran, dass die Konzentration (also die Menge eines Aromastoffes pro Kilogramm oder Liter) alleine noch gar nichts über dessen Bedeutung aussagt. Entscheidend ist das Verhältnis von Konzentration zu Geruchsschwelle, das man als Aromawert bezeichnet. Die Substanzen, bei denen dieses Ver-

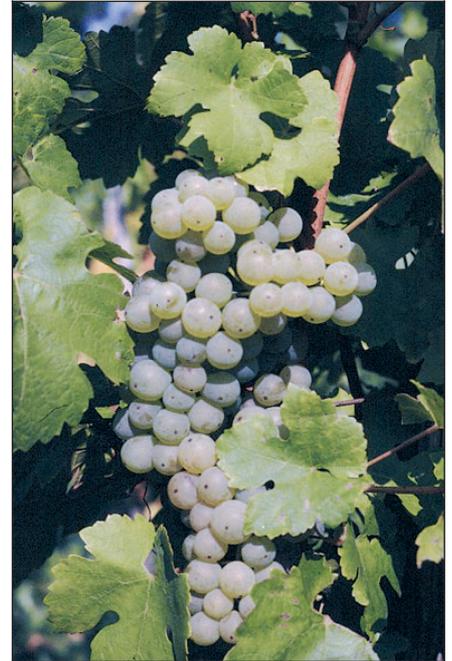
hältnis am höchsten ist, sind für den Geruch am wichtigsten.

Die Geruchsschwelle ist dabei die Konzentration, ab der die Substanz im untersuchten Lebensmittel gerade riechbar ist. Bei Wein kann man sie zum Beispiel ermitteln, indem man die Substanz in verschiedenen Konzentrationen einem neutralen Wein zusetzt. Die Konzentration, bei der die Hälfte einer größeren Anzahl von Verkostern den dotierten Wein vom nicht dotierten unterscheiden kann, ist dann die

Geruchsschwellenwerte in Wasser ermittelt

Geruchsschwelle. In einem bouquetreichen Muskateller liegt die Geruchsschwelle für die gleiche Substanz deutlich höher (das heißt man müsste mehr zusetzen, um sie wahrzunehmen), weil andere Aromastoffe den Geruch stärker überdecken. In Wasser liegt sie entsprechend niedriger als in einem neutralen Wein. Trotzdem verwendet man in der Sensorik gerne die Geruchsschwellenwerte in Wasser, weil das Medium hier exakter definiert ist. Außerdem kann man so die Schwellenwerte vieler Substanzen, die zuvor schon in anderen Lebensmitteln gefunden wurden, der Literatur entnehmen.

Manchmal ist der Geruch eines Lebensmittels stark von einer einzigen Substanz geprägt. Alleine diese Substanz in Wasser gelöst reicht in solchen Fällen aus, um das entsprechende Lebensmittel zu erkennen. Dazu gehören zum Beispiel Zimt (prägender Aroma-



Scheurebe-Traube (Silvaner x Riesling) – diese Rebsorte, deren Wein meist ein ausgeprägtes schwarzes-Johannisbeer-Aroma aufweist, wurde bereits 1916 von Georg Scheu gezüchtet. Bild: Huber

stoff: Zimtaldehyd), Vanille (Vanillin), Bittermandel/Marzipan/Amaretto (Benzaldehyd), Gewürznelke (Eugenol), grüner Paprika (2-Isobutyl-3-methoxyppyrazin) und die Vitis labrusca Traube (Anthranilsäuremethylester). Dass auch in solchen Fällen weitere Aromastoffe am Geruch beteiligt sind, kennt man aus dem Alltag am besten von der Vanille: Vanillezucker, der nur

Fortsetzung nächste Seite

Aromastoffe im Wein

reines Vanillin enthält, riecht weniger gut als eine Vanilleschote.

Man vermutet, dass bei den meisten Lebensmitteln relativ wenige der vielen hundert Aromastoffe maßgeblich den Geruch prägen und die anderen nur zur Abrundung beitragen. Wenn man nur die wichtigsten Aromastoffe, also die mit den höchsten Aromawerten, im richtigen Verhältnis mischen würde, sollte der Geruch dem des Lebensmittels sehr ähnlich sein.

In der Praxis gelingt es aber aus mehreren Gründen häufig nicht, die wichtigsten Aromastoffe zu ermitteln. Zunächst ist es viel einfacher, in einem Lebensmittel viele Aromastoffe zu identifizieren, als ihre genaue Konzentration zu bestimmen. Hinzu kommt, dass die Geruchsschwellenwerte, die man der Literatur entnimmt, eher Richtwerte sind, da sie unter ganz unterschiedlichen Bedingungen ermittelt wurden. Beides zusammen führt dazu, dass die ermittelten Aromawerte eher grobe Anhaltspunkte für die Bedeutung der einzelnen Aromastoffe liefern.

Ein noch größeres Problem ist oft, dass man vielleicht 100 oder 200 Aromastoffe in einem Lebensmittel identifiziert hat, aber einer oder mehrere ganz wichtige noch gar nicht bekannt sind. Das tritt besonders dann auf, wenn geringe Mengen von sehr geruchsintensiven Substanzen den Duft entscheidend mitprägen. Genau das ist bei vielen Weinen der Fall.

Woher kommen die Wein-Aromastoffe?

Man kann die Aromastoffe des Weines nach der Zugehörigkeit zu verschiedenen chemischen Substanzklassen (zum Beispiel Alkohole oder Ester) oder nach ihrer Herkunft ordnen. Bei der Einteilung nach Herkunft werden oft vier Gruppen unterschieden:

- traubeneigene Aromastoffe
- Aromastoffe aus der Traubenverarbeitung (Pressen, Einmaischen etc.)
- Gäraromen
- Lageraromen.

Für viele Aromastoffe ist die Zuordnung zu einer dieser vier Gruppen eindeutig. Fruchttige Ester der Essigsäure mit verschiedenen Alkoholen (Acetate) entstehen bei der Gärung und nehmen während der Lagerung ab. Sie gehören also zu den Gäraromen. Aromastoffe, die aus Holzfässern (insbesondere aus neuen Barriques) herausgelöst werden, gehören zu den Lageraromen. Dazu gehören zum Beispiel das Eichenlacton (Geruchseindruck: Kokos), Vanillin (Vanille), Eugenol (Gewürznelke).



Bei der Beschreibung des Weinbouquets spielen Gewürze wie Muskat, Gewürznelke, Zimt und Vanille eine wichtige Rolle.

Häufig ist jedoch keine so eindeutige Zuordnung möglich. So entstehen bei der Gärung aus dem Ethanol und verschiedenen Säuren Ethylester. Der Gehalt vieler Ethylester nimmt aber im Gegensatz zum Gehalt der Acetate bei der Weinalterung stark zu, so dass sie gleichzeitig zu den Gär- und Lageraromen gerechnet werden können.

Noch wesentlich komplizierter ist die Situation bei einem Großteil der Aromastoffe, die zum Sortentyp beitragen. Hierzu gehört zum Beispiel das blumige, an Maiglöckchen erinnernde Linalool. In Muskatellertrauben liegt Linalool bereits in freier Form vor und prägt neben weiteren Substanzen aus der Gruppe der Terpene das Bouquet dieser Trauben. Zum Teil wird das Linalool aber auch erst während der Gärung und der Weinlagerung aus geruchlosen Vorstufen freigesetzt, so dass sein Gehalt vom Most zum Wein zunimmt. Im Lauf der Weinalterung ent-

Aromenzusatz im Wein nicht erlaubt

stehen dann aus Linalool andere Terpene wie zum Beispiel das würzige Terpeneol und der Linaloolgehalt nimmt dadurch wieder ab.

Das für den Petrolton von altem Riesling verantwortliche TDN (eine Abkürzung für 1,1,6-Trimethyl-1,2-dihydronaphthalin, das auch zu den Terpenen gehört) ist eindeutig dem Lageraroma zuzuordnen, weil es in jungen Weinen nicht in geruchlich relevanten

Mengen vorkommt. Trotzdem ist sein Gehalt ganz wesentlich durch die Rebsorte bestimmt. So findet man in sehr alten Burgunderweinen nur geringe Mengen, so dass bei diesen keinerlei Petrolton auftritt.

Der Zusatz von Aromen ist bei Wein im Gegensatz zu vielen Getränken und anderen Nahrungsmitteln generell nicht erlaubt. Vom Effekt her ist natürlich auch die Extraktion von Aromastoffen aus Eichenholz eine Aromatisierung. Diese darf in der EU derzeit noch ausschließlich über die Verwendung von Eichenfässern erfolgen, während in vielen außereuropäischen Ländern der Zusatz von getoasteten Holzstücken verschiedener Größe (Chips) zugelassen ist.

Generell kann man natürlich unterschiedlicher Meinung darüber sein, ob ein solches Verfahren zugelassen sein sollte. Auf Unverständnis stößt häufig, dass Weine aus Chile, Australien, Südafrika, den USA etc. in der EU verkauft werden dürfen, die mit diesem hier nicht zugelassenen Verfahren aromatisiert wurden. Deutschland als weltweit größter Weinimporteur ist davon besonders betroffen. Der Zusatz

Wonach riecht denn ein Wein?

anderer Aromen einschließlich flüssiger Eichenholzextrakte ist allerdings auch in diesen Ländern verboten.

Der Sensoriker beantwortet die Frage, wonach ein bestimmter Wein riecht, indem er beschreibt, welche Gerüche von Gewürzen, Blumen, Früchten oder ganz anderen Dingen (zum Beispiel Leder, Pferdeschweiß, Teer) er in dem Wein wiederfindet. Der Aromastoff-Analytiker will zusätzlich wissen, warum zum Beispiel der eine Wein nach grünem Paprika und der andere nach schwarzer Johannisbeere riecht, also welche chemischen Substanzen den Geruch bewirken. Und die Lösung kann dann ganz unterschiedlich ausfallen. Wenn ein Wein intensiv nach grünem Paprika riecht, dann kommt der Geruch in beiden Fällen vom gleichen Aromastoff. Aber wenn ein Wein nach schwarzer Johannisbeere riecht, ist im Wein ein Aromastoff dafür verantwortlich, der in der Frucht überhaupt nicht vorkommt.

Die Vielfalt der Weinbouquets in Abhängigkeit von Rebsorte, Klon, unzähligen weinbaulichen und kellerwirtschaftlichen Faktoren sowie Lagerdauer und -bedingungen führt dazu, dass die Aromastoff-Analytik von Wein ein unerschöpfliches Thema ist. Hohe

Traubenqualität ist natürlich eine wichtige Voraussetzung für ein gutes Weinbouquet. Trotzdem spielen die in der Traube bereits frei (das heißt riechbar) vorhandenen Aromastoffe oft keine große Rolle für das Bouquet des Weines – eine Ausnahme bildet von den in Baden verbreiteten Rebsorten nur der Muskateller.

Auch die vegetativen Aromen aus der Traubenverarbeitung, die wesentlich zum Mostgeruch beitragen, sind für das Weinbouquet zumeist nicht besonders wichtig. Diese Aldehyde und Alkohole entstehen durch die Oxidation von ungesättigten Fettsäuren, werden aber im Lauf der Weinbereitung teilweise abgebaut beziehungsweise in fruchtige Gäraromen umgewandelt. So wird zum Beispiel das vegetativ riechende Hexanal zum weniger geruchsintensiven Hexanol reduziert, das wiederum zum Teil mit Essigsäure zum nach Birne riechen-

den Essigsäurehexylester reagiert.

Für das Sortenbouquet sind zumeist Aromastoffe verantwortlich, die in der Traube noch in gebundener, geruchlich nicht wahrnehmbarer Form vorliegen. Die daraus während und nach der Gärung freigesetzten Aromastoffe führen dann zum Beispiel zum typischen Scheurebe- oder Gewürztraminerbouquet. Am Duft dieser Bouquetsorten sind auch die Gäraromen beteiligt, aber die sortenspezifischen Aromen spielen hier eine besonders große Rolle. Bei weniger bukettierten Sorten kann dagegen auch das Gäraroma, besonders bei Jungweinen, ganz im Vordergrund stehen. Sowohl die Veränderung der Gäraromen als auch die der sortenspezifischen Aromastoffe trägt zur Änderung des Weinbouquets im Laufe der Reifung bei.

In Tabelle 1 auf der nächsten Seite sind einige Aromastoffe aufgelistet, die in Wein eine wichtige positive



Sehr geruchsintensive schwefelhaltige Aromastoffe der Passionsfrucht sind vermutlich auch für das Bouquet mancher Weine von Bedeutung.

oder negative Rolle spielen (da die einzelnen Werte aus verschiedenen Quellen stammen, sind die Schwellenwerte in verschiedenen Medien ermittelt worden). Die Liste zeigt, dass die Geruchsschwellenwerte von Milligramm pro Li-

Fortsetzung nächste Seite



Kaffee-Verkostung: Kaffee gehört neben Wein zu den sensorisch und analytisch meistuntersuchten Lebensmitteln.

ter (mg/l) über Mikrogramm pro Liter (1 Mikrogramm = 0,001 mg = 1 Millionstel Gramm) bis zu Nanogramm pro Liter (1 Nanogramm = 0,000.001 Milligramm = 1 Milliardstel Gramm) reichen.

Schon lange ist bekannt, dass sehr geruchsintensive Substanzen für einige Weinfehler wie Kork, Böckser oder Mäuselton verantwortlich sind. So reichen bei den meisten Weinen 4 bis 10 Milliardstel Gramm TCA (= 2,4,6-Trichloranisol) aus, um einen leichten Korkton zu erzeugen. In den letzten Jahren wurde aber immer deutlicher, dass es auch viele geruchsintensive Aromastoffe gibt, die in äußerst geringen Konzentrationen positiv zum Weinbouquet beitragen.

Faszinierende Mercaptane

Mercaptane sind äußerst übel riechende Schwefelverbindungen. Chemisch sind sie mit dem nach faulen Eiern riechenden Schwefelwasserstoff (Formel: H_2S) verwandt. Eines der beiden Wasserstoffatome ist bei ihnen durch einen kohlenstoffhaltigen Molekülteil ersetzt. Schon lange ist bekannt, dass Ethylmercaptan an den meisten Böcksern beteiligt ist. Diese Substanz ist in Wein ab etwa einem Millionstel Gramm wahrnehmbar und riecht auch in den niedrigsten gerade noch wahrnehmbaren Konzentrationen immer

noch sehr unangenehm fäkalisch.

In den 90er Jahren gelang es in Bordeaux, mit sehr aufwändigen Analysemethoden eine Reihe von anderen Mercaptanen in Wein zu entdecken, die ganz erstaunliche Eigenschaften haben. Als Reinsubstanzen, aber selbst noch wenn man ein Milligramm in einem Liter Wasser löst, riechen sie äußerst unangenehm. In sehr starker Verdünnung ändert sich aber der Geruchseindruck komplett: sie riechen dann beispielsweise nach schwarzer Johannisbeere, Maracuja, Grapefruit oder auch Röstkaffee.

Das erst im Jahr 1999 in Wein entdeckte 2-Mercaptomethylfuran (auch 2-Furanmethanthiol genannt) war bereits zuvor als wichtigster Bestandteil des Röstaromas von Kaffee bekannt. Die in Wein gefundenen Mengen lagen bisher immer deutlich unter einem Millionstel Gramm pro Liter. Trotzdem nimmt man an, dass es wegen der äußerst niedrigen Geruchsschwelle (Tab. 1) eine wichtige Rolle bei Röstaromen spielen könnte. Obwohl bisher hauptsächlich französische Weine aus alten und neuen Barriques untersucht wurden, scheint die Substanz eher nicht aus dem Eichenholz zu

Fortsetzung auf Seite 30

Tabelle 1: Schwellenwerte von Aromastoffen des Weines

| Substanz | Geruchsbeschreibung | Medium zur Ermittlung der Geruchsschwelle | Geruchsschwelle [Milligramm/l] |
|---|---|---|--------------------------------|
| Benzaldehyd | Marzipan, Bittermandel | Weißwein | 3 |
| Isoamylacetat (= Essigsäureisoamylester) | Eisbonbon (Komponente des Kaltgäraromas) | Weißwein | 1 |
| Linalool | blumig, Maiglöckchen (Komponente des Muskateller-Bouquets) | Wasser 12 % Ethanol | 6 25 |
| 4-Vinylguajacol | blumig, Gewürznelke (Komponente des Gewürztraminer-Bouquets) | Wasser Wein | 0,03 0,4 |
| Vanillin | Vanille (Komponente des Barrique-Bouquets) | Wasser | 0,02 |
| TDN (= 1,1,6-Trimethyl-1,2-dihydronaphthalin) | Petrolton von altem Riesling | Wein | 0,02 |
| Anthranilsäuremethylester | Orangenblüten, Vitis labrusca Trauben | Wasser | 0,003 |
| AAP (= 2-Aminoacetophenon) | Kirschlorbeerblüte, Akazienblüte (an „Untypischer Alterungsnote“ beteiligt) | Wein | 0,001 |
| Ethanthiol (= Ethylmercaptan) | fäkalisch, Verwesung (Böckser) | Wasser Wein | 0,000.008 0,001 |
| 3-Mercaptohexanol | Passionsfrucht, Grapefruit | Wasser 12 % Ethanol | 0,000.017 0,000.060 |
| TCA (= 2,4,6-Trichloranisol) | muffig (typischer Korkton) | Wein | 0,000.010 |
| IBMP (= 2-Isobutyl-3-methoxy-pyrazin) | grüne Paprika (Komponente des Cabernet-Bouquets) | Wasser Wein | 0,000.002 0,000.010 |
| MMP (= 4-Mercapto-4-methyl-2-pentanon) | schwarze Johannisbeere (Komponente des Scheurebe-Bouquets) | Wasser 12 % Ethanol | 0,000.000.1 0,000.000.8 |
| 2-Mercaptomethylfuran | Röstaroma | 12 % Ethanol | 0,000.000.4 |



Art und Menge der Eichenholz-Aromen, die bei der Weinlagerung aus den Barriques extrahiert werden, hängen unter anderem von der Stärke der Fasstoastung ab.

stammen. Außer in roten Bordeaux-Weinen wurde sie auch in edelsüßen Weißweinen aus dem Jura und in Weinen aus der Champagne nachgewiesen. Insgesamt sind aber die Daten noch zu gering für genauere Aussagen über die sensorische Bedeutung und Entstehung der Substanz. Auch enthält die Literatur keine Angaben darüber, ob bei den Weinen, in denen höhere Mengen gefunden wurden, sensorisch Röstaromen wahrnehmbar waren.

Cassis-Aroma der Scheurebe jetzt erklärbar

Deutlich mehr weiß man bereits über drei andere Mercaptane. MMP (4-Mercapto-4-methylpentanon) wurde in Bordeaux als die Komponente identifiziert, die in manchen Sauvignon-blanc- oder Cabernet-sauvignon-Weinen ein an schwarze Johannisbeeren erinnerndes Bouquet verursacht. 1997 wurde diese Substanz an der Deutschen Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie in wesentlich höheren Konzentrationen (mit 0,4 Mikrogramm aber immer noch weniger als ein Millionstel Gramm pro Liter) in einem Scheurebe-Wein nachgewiesen. Damit lässt sich endlich das oft ausgeprägte Cassis-Aroma der Scheurebe erklären.

In höherer Konzentration wird für MMP oft auch die negative Beschreibung „Katzenurin“ verwendet, die auch von der Beschreibung unharmonischer, einseitig nach dieser Sub-

stanz riechender Scheurebe-Weine bekannt ist. Der wichtigste Aromastoff der schwarzen Johannisbeere konnte in Wein bisher nicht nachgewiesen werden. Diese Substanz ist ein dem MMP chemisch eng verwandtes Mercaptan mit der Bezeichnung 4-Methoxy-2-mercapto-2-methylbutan.

3-Mercaptohexanol (Geruch nach Passionsfrucht plus Grapefruit) und dessen Essigsäureester 3-Mercaptohexylacetat (Passionsfrucht plus schwarze Johannisbeere) konnten ebenfalls in vielen Weinen in Konzentrationen über ihrer Geruchsschwelle nachgewiesen werden. Beide Aromastoffe waren auch zuvor schon als wichtige Aromastoffe der Passionsfrucht bekannt. Besonders hohe Gehalte an Mercaptohexanol fand man in elsässischen Gewürztraminern (bis zu 3 Millionstel Gramm pro Liter). Deutsche Weine wurden bisher noch nicht auf diese Substanzen analysiert.

Von allen drei Substanzen weiß man inzwischen, dass sie in der Traube in gebundener Form vorliegen. Sie sind an die Aminosäure Cystein geknüpft und werden erst während der Gärung aus diesen geruchlosen Verbindungen freigesetzt. Dies erklärt auch, warum der Geruch nach schwarzer Johannisbeere bei der Scheurebe in der Traube noch nicht wahrnehmbar ist.

Durch enzymatische Mostbehandlung gelang es, die in Trauben gebundenen Mercaptane ohne Gärung freizusetzen. So konnte man die Konzentrationsänderungen während der

Traubenreife verfolgen. Die ersten Versuche lieferten jedoch nur widersprüchliche Aussagen. Für MMP fand man bei Sauvignon blanc 1998 eine starke Zunahme, 1999 eher eine leichte Abnahme, für Mercaptohexanol war der Verlauf in den gleichen Trauben fast entgegengesetzt.

Ebenfalls bei Versuchen mit Sauvignon blanc stellte man fest, dass die während der Gärung gebildete MMP-Menge von der Hefe abhängt. Die vier verglichenen Hefen sind allerdings bei uns nicht im Handel. Von der Hefe Simi White ist bekannt, dass sie selbst bei neutralen Sorten ein starkes Cassis-Bouquet erzeugen kann, sie wurde jedoch bei den Untersuchungen in Bordeaux nicht geprüft. Die Sensorik lässt vermuten, dass Simi White auch über die Freisetzung von MMP wirkt. Dies würde bedeuten, dass auch in den Trauben von Sorten, die sonst gar kein Cassis-Bouquet ausbilden, eine gewisse Menge der geruchlosen Vorstufen enthalten sein müssen. Es ist aber auch nicht auszuschließen, dass Simi White selbst in der Lage ist, diese Substanzen zu synthetisieren.

Kupfersulfat neutralisiert Mercaptane

Die Wirkung von Kupfersulfat bei der Bockserbehandlung beruht darauf, dass es Mercaptane wie Ethylmercaptan geruchlich neutralisiert. Auch von der in Baden üblichen Kupfer-Abschlussbehandlung der Trauben erhofft man sich als Nebeneffekt eine vorbeugende Wirkung gegen Bockser. Dies lässt befürchten, dass Kupfer auch solche Mercaptane mit erwünschten Aromen bindet. Tatsächlich fand man in Weinen aus Kupfer-behandelten Parzellen weniger MMP und Mercaptohexanol als in Wein aus den Kontrollparzellen. Auch wurde das Bouquet dieser Weine (Sauvignon blanc, Merlot, Cabernet sauvignon) als weniger fruchtig und komplex beurteilt.

Voreilige Schlüsse sollte man aus diesen Einzelexperimenten jedoch nicht ziehen. In einem Versuch am Freiburger Weinbauinstitut wurde eine stark Cassis-geprägte Scheurebe mit verschiedenen Mengen Kupfersulfat behandelt. Dabei konnte bei Verwendung der zulässigen Höchstmenge von 10 mg/l keine Abnahme des Cassis-Bouquets festgestellt werden.

Dieser Artikel wird im Dezember fortgesetzt. Im Mittelpunkt stehen dann die Terpene, die das Bouquet des Muskatellers prägen, aber auch wichtig für den Sortencharakter vieler anderer Sorten sind. □

lung auf der Maische wiederum bewährt. Um feinfruchtige Weine zu erhalten, ist ein zügige und schonende Kelterarbeit unumgänglich, wobei das Keltern mit niedrigen Drücken und eine schärfere Mostvorklärung wichtige Voraussetzungen sind. Es hat sich auch in diesem Jahr gezeigt, dass Resttrubwerte von 0,5 bis 0,8 % die Reintönigkeit der Weine fördern und trotzdem eine gute Hefeverteilung im Gärgebilde ermöglichen. Eine vollständige Durchgärung wurde erreicht.

Die Ferm-N-Werte, als Indikator für einen befriedigenden Nährstoffgehalt im Most, lagen über den durchschnittlichen Werten der Vorjahre, vereinzelt auch darunter. Dadurch war es bei stärker botrytisbelastetem Lesegut angebracht, den daraus gewonnenen Most mit Hefenährstoffen zu versehen.

Keine nennenswerten Schwierigkeiten gab es bei der Vergärung der Moste. Es gab keine Gärverzögerungen oder gar Gärstörungen und auch die so genannten „kühlen Gärungen“ verliefen bis zur vollständigen Umsetzung des Traubenzuckers in Alkohol. Ebenso gab es keine stärkere Entwicklung der unerwünschten flüchtigen Säure.

Der Bedarf an schwefliger Säure bewegt sich in normalen bis eher niedrigeren Bereichen, was sicherlich auch mit der problemlosen Gärung zusammenhängen dürfte.

Ausblick

Der Weinausbau und die Entwicklung der Weine verläuft sehr positiv. Der recht hohe Weinsäureanteil an der Gesamtsäure im Most führte nach der Gärung zu einem stärkeren Weinsteinanfall, so dass sich die weißen Jungweine bereits jetzt mit harmonischen bis milden Säurewerten zeigen. Trotz der hohen Bodenfeuchte und der damit verbunden größeren Beeren probieren sich die Weine derzeit schon sehr ausgewogen.

Bei den Rotweinen zeigt sich ein gutes bis teilweise sehr gutes Farbbild. Hier wird der biologische Säureabbau in Kürze beginnen und zur Säureharmonie führen. Auch die Rotweine probieren sich gut strukturiert und kräftig.

Über die Stabilität lässt sich zu diesem Zeitpunkt noch nicht viel sagen. Die pH-Werte lagen etwas höher, so dass eine längere Phase, insbesondere zur Weinsteinstabilisierung nicht ausgeschlossen werden kann. Bei den Weinklärungsmaßnahmen werden keine Erschwernisse erwartet.

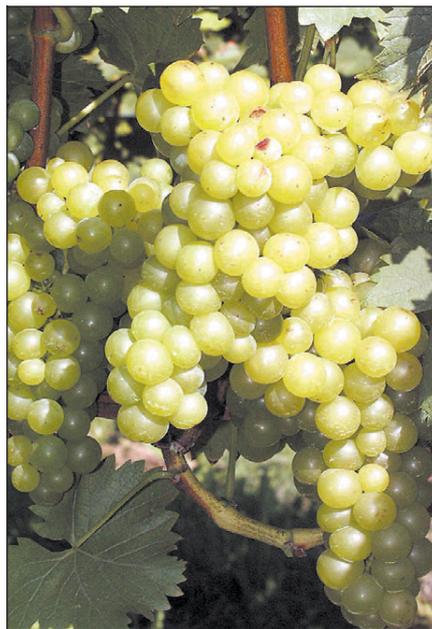
Insgesamt dürfen wir uns auf einen guten Weinjahrgang, auch mit einigen Qualitätsspitzen, freuen. □

Wie kommt Muskatbouquet und Rosenduft in den Wein?

Dr. Rainer Amann, Staatl. Weinbauinstitut Freiburg

In der Oktober-Ausgabe des Badischen Winzers beleuchtete der Autor Weinaromastoffe, die schon in der Traube oder erst bei der Traubenverarbeitung, der Gärung oder der Weinlagerung gebildet werden, dabei vor allem die so genannten Mercaptane, die nach Früchten oder geröstetem Kaffee riechen. Der vorliegende Artikel befasst sich mit der Gruppe der Terpene. Sie prägen den Duft der Muskatellertraube und sind am Bouquet vieler fruchtiger Weine beteiligt.

Als Terpene bezeichnet man eine sehr vielfältige Gruppe von Naturstoffen, die nicht nur Aromastoffe umfasst. Zu den Terpenen gehören zum Beispiel auch das Vitamin A und die



Muskatellertraube - von allen in Baden verbreiteten Rebsorten schmeckt nur diese intensiv aromatisch. Bild: WBI

Farbstoffe der Karotte und der Tomate. Außerdem erfolgt die Biosynthese des Cholesterins und der Sexualhormone über Terpene. Der Duft vieler Blüten und Früchte, zum Teil auch von Gewürzen, wird durch Aromastoffe aus der Gruppe der Terpene geprägt.

Vieles, was man über die Terpene in Wein weiß, wurde in den 60er bis 90er Jahren am Institut für Rebenzüchtung im pfälzischen Geilweilerhof (bei Landau) von Professor Rapp und dessen Mitarbeitern erforscht. Aber obwohl auch international schon lange die Bedeutung dieser Substanzen für das Weinaroma untersucht wird, geben sie immer noch Rätsel auf. Dies liegt zum Teil daran, dass sich die Zusammensetzung der Terpene nicht nur vom Most zum Wein, sondern auch bei der Weinreife ständig ändert.

Für welche Weine sind die Terpene wichtig?

Nach dem Terpengehalt der Weine kann man die Rebsorten in aromatische und neutrale Sorten einteilen. Bei allen aromatischen Sorten sind die Terpene am Bouquet beteiligt. Zu den aromatischen Sorten zählen alle Bouquetsorten, deren Anbaufläche in Tabelle 2 aufgelistet ist. Die Bouquetsorten spielen in Deutschland immer noch eine große Rolle, zum Beispiel ist die Anbaufläche der Scheurebe noch größer als die des Weißburgunders. Allerdings gehen die Flächen der Neuzüchtungen Bacchus, Scheurebe und Morio-Muskat jährlich stark zurück. Auch in Baden ist der Anbau von Bouquetsorten rückläufig. Hier ist der Marktanteil aber nie sehr groß gewesen und Muskateller sowie – je nach Bereich – Traminer oder Gewürztraminer werden als Spezialitäten erhalten bleiben.

Tabelle 1 zeigt, dass Riesling und Müller-Thurgau die beiden mit Abstand wichtigsten Sorten Deutschlands sind. Sie sind keine Bouquetsorten, zählen aber wie der Kerner zu den aromatischen Sorten. Der Anbau dieser drei Sorten ist ebenfalls stark rückläufig. Dass Riesling den Müller-Thurgau von Platz eins verdrängt hat, liegt nur daran, dass seine Anbaufläche langsamer zurückgeht als die des Müller-Thurgau. In Baden, wo Müller-Thurgau lange die mit Abstand verbreitetste Sorte war, steht ihm vermutlich in we-

nigen Jahren schon doppelt so viel Spätburgunder gegenüber.

Alle in Tabelle 1 aufgelisteten Sorten außer Riesling, Müller-Thurgau und Kerner gehören zu den neutralen Sorten. Die Bezeichnung neutral besagt dabei nur, dass die Weine geringe Mengen Terpene enthalten. Auch bei ihnen müssen neben den Gäraromen sortenspezifische Aromastoffe vorhanden sein. Aber welche aus der Traube stammenden Aromastoffe zum Beispiel für einen fruchtigen Dornfelder besonders wichtig sind, ist noch unbekannt.

Bei der Kreuzung einer aromatischen und einer neutralen Sorte lässt sich nicht vorhersagen, welche Eigenschaft die neue Sorte haben wird. Die pilzresistente Freiburger Neuzüchtung Johanniter mit Riesling als „Mutter“ erwies sich zum Beispiel als neutrale Sorte. Erstaunlich ist, dass auch aus zwei neutralen Sorten eine Bouquetsorte mit hohem Terpenegehalt entstehen kann. Das bekannteste Beispiel ist der Morio-Muskat, eine Kreuzung aus Silvaner als „Mutter“ und Weißem Burgunder als „Vater“.

Probiert man reife Trauben, so fällt auf, dass von den in Baden verbreiteten Sorten nur die Muskatellertrauben intensiv aromatisch schmecken. Sie enthalten große Mengen der Terpene Linalool, Geraniol und Nerol. Vom Most zum Wein erhöht sich der Terpenegehalt noch und auch die Zusammensetzung verändert sich. Der Wein enthält auch größere Mengen der

Korrigierter Geruchsschwellenwert

in der Traube nur in Spuren vorhandenen Terpene Citronellol und alpha-Terpineol. Terpene riecht ausgesprochen würzig, die vier anderen Terpene dagegen blumig bis citrus-fruchtig. Linalool als blumigste Komponente erinnert an Maiglöckchen, hat aber auch deutlich fruchtige Noten.

Im Oktoberheft des Badischen Winzers wurde erläutert, wie man Geruchsschwellenwerte ermittelt. In der Tabelle der Schwellenwerte von Wein-Aromastoffen war leider ein Fehler enthalten. Die Geruchsschwellenwerte von Linalool in Wasser und in 12 % Ethanol betragen nicht 6 und 25 mg/l, sondern 6 und 25 µg/l (Mikrogramm pro Liter), also nur 0,006 bzw. 0,025 mg/l. Tabelle 3 enthält die Geruchsschwellenwerte weiterer Terpene. Da sie aus verschiedenen Quellen stammen, sind die relativen Geruchsintensitäten nur begrenzt vergleichbar. Zu beachten ist, dass ein Gemisch ähnlicher Aromastoffe auch dann geruchlich wahrnehmbar sein kann, wenn die Konzentrationen der einzelnen Substanzen unter dem Schwellenwert liegen.

Tabelle 1: Die Rebsorten mit über vier Prozent Flächenanteil in Deutschland und in Baden, 2000

| Anbaufläche in Deutschland 2000 | | | Anbaufläche in Baden 2000 | | |
|---------------------------------|---------------|-------------|---------------------------|---------------|-------------|
| Rebsorte | ha | % | Rebsorte | ha | % |
| Riesling | 22 117 | 21,1 | Spätburgunder | 5 291 | 33,3 |
| Müller-Thurgau | 20 024 | 19,1 | Müller-Thurgau | 3 780 | 23,8 |
| Spätburgunder | 9 255 | 8,8 | Grauburgunder | 1 466 | 9,2 |
| Silvaner | 6 691 | 6,4 | Riesling | 1 309 | 8,2 |
| Kerner | 6 543 | 6,2 | Gutedel | 1 146 | 7,2 |
| Portugieser | 5 026 | 4,8 | Weißburgunder | 1 046 | 6,6 |
| Dornfelder | 4 372 | 4,2 | (alle übrigen < 2 %) | | |
| Summe | 74 028 | 70,6 | Summe | 14 038 | 88,3 |

Tab. 2: Anbau von Bouquetsorten in Deutschland und in Baden

| Rebsorte | Anbaufläche in Deutschland 2000 | | Anbaufläche in Baden 2000 | |
|-------------------|---------------------------------|------------|---------------------------|------------|
| | ha | % | ha | % |
| Bacchus | 3209 | 3,1 | 54 | 0,4 |
| Scheurebe | 2948 | 2,8 | 44 | 0,3 |
| Morio-Muskat | 1059 | 1,0 | <1 | <0,01 |
| (Gewürz-)Traminer | 854 | 0,8 | 199 | 1,3 |
| Muskateller | 91 | 0,1 | 39 | 0,3 |
| Summe | 8161 | 7,8 | 336 | 2,3 |

Tab. 3: Geruchsschwellenwerte von Terpenen des Weines

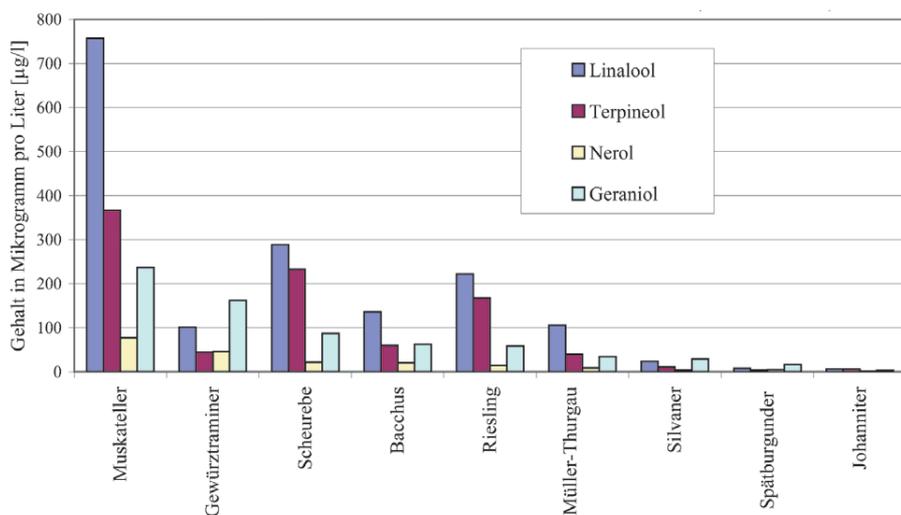
| Substanz | Geruchsbeschreibung | Medium zur Ermittlung der Geruchsschwelle | Geruchsschwelle [Milligramm/l] |
|---|---|---|--------------------------------|
| alpha-Terpineol | würzig, auch an Flieder erinnernd | Wasser 12 % Ethanol | 0,33 0,25 |
| Nerol | Citrus + Rose | Wasser | 0,3 |
| Citronellol | Citrus + Rose | Wasser 10 % Ethanol | 0,04 0,10 |
| Linalool | blumig, Maiglöckchen, Muskateller-Traube | Wasser 10 % Ethanol 12 % Ethanol | 0,006 0,015 0,025 |
| Geraniol | blumig + Citrus | Wasser 10 % Ethanol | 0,04 0,03 |
| TDN (= 1,1,6-Trimethyl-1,2-dihydronaphthalin) | Petrolton von altem Riesling | Wein | 0,02 |
| cis-Rosenoxid | würzig, Traminer | Wasser 10 % Ethanol | 0,000.5 0,000.2 |
| Damascenon | Damascenerose (Bedeutung für das Weinbouquet noch unklar) | Wasser 12 % Ethanol | 0,000.002 0,000.05 |

stoffe auch dann geruchlich wahrnehmbar sein kann, wenn die Konzentrationen der einzelnen Substanzen unter dem Schwellenwert liegen.

Eine ältere französische Publikation enthält erheblich höhere Geruchsschwellenwerte: Linalool 0,1 mg/l, Geraniol 0,13 mg/l, Nerol 0,40 mg/l und

Terpineol 0,46 mg/l in zuckerhaltigem Wasser als Most-Modelllösung. Der Unterschied beruht auf einer unterschiedlichen Definition der Schwellenwerte. Die niedrigeren Konzentrationen sind die, bei denen man die mit einem Aromastoff dotierte Lösung von der Kon-

Fortsetzung nächste Seite

Abb. 1: Terpenegehalte in Weinen verschiedener Rebsorten

trolllösung unterscheiden kann. Diesen Wert bezeichnet man auch als Entdeckungsschwellenwert. Erst bei einer höheren Konzentration, dem Erkennungsschwellenwert, ist der Unterschied zwischen Kontrolle und dotierter Lösung eindeutig zu beschreiben.

Abbildung 1 zeigt den Gehalt von vier Terpenen in einigen sortenreinen Weinen. Es handelt sich um Einzelwerte von Weinen des Staatsweingutes Freiburg und Blankenhornsberg. Obwohl die Gehalte in verschiedenen Weinen aus der gleichen Rebsorte stark schwanken können, gilt viel von dem, was in der Abbildung erkennbar ist, grundsätzlich. Der Terpenegehalt ist beim Muskateller erheblich größer als bei den übrigen Bouquetsorten. Untersuchungen in anderen Ländern zeigten aber, dass es zwischen den vielen weltweit angebaute Muskatnussarten große Unterschiede im Terpenegehalt gibt.

Bei Weinen der Sorten Riesling, Müller-Thurgau, Scheurebe und Bacchus ist das Terpenemuster sehr ähnlich (dies gilt auch für das in Abb. 1 nicht enthaltene Citronellol). Ob allerdings die Gehaltsunterschiede (bei Scheurebe am höchsten, bei Müller-Thurgau am niedrigsten) sortenbedingt sind oder nur zufällig bei den gemessenen Einzelproben auftraten, müssen weitere Untersuchungen zeigen.

Für die starken Unterschiede im Sortenbouquet sind ganz überwiegend andere Substanzen verantwortlich. Bekannt ist bisher nur das im Oktoberheft des Badischen Winzers beschriebene Mercaptan, das die Cassis-Note der Scheurebe hervorruft. Bei Pfirsichen und Aprikosen prägen Aromastoffe aus der Gruppe der Lactone das Aroma. Die gleichen Substanzen findet man zwar auch in Wein, aber nach neueren Untersuchungen ist ihre Konzentration

wohl zu gering, um zum Beispiel am Sortenbouquet von Riesling beteiligt zu sein. Die Herkunft der berühmten Pfirsichnote bei Riesling ist also derzeit noch ungelöst und auch beim Müller-Thurgau kennt man die neben den Terpenen für das Sortenbouquet wichtigen Aromastoffe noch nicht.

Terpene erst bei Weinreife freigesetzt

Auch die Veränderungen des Terpenegehaltes verlaufen bei Scheurebe, Riesling und Müller-Thurgau ähnlich. Lagen die im Wein nachweisbaren Terpene schon in den Trauben frei vor, würde dies zu einem ausgeprägten Muskatellergeschmack führen. Im Gegensatz zu Muskatellertrauben



Zweig des Muskatnussbaumes mit zum Teil aufgeschnittenen Früchten. Bild: av

sind die Terpene jedoch ganz überwiegend gebunden und werden erst bei der Weinbereitung und Weinreife freigesetzt. Bekannt ist die Freisetzung von an Zucker gebundenen, in dieser Form geruchlosen Terpenen. Weniger klar ist bisher, wie wichtig die Rolle der Terpendiole ist. Dabei handelt es sich um eine Gruppe von oft in großen Mengen vorhandenen geruchsarmen Terpenen. Sie können zumindest teilweise auch in geruchsintensive Terpene umgewandelt werden.

Beim Muskateller ist das Muskat schon im Namen enthalten und auch einem typischen Müller-Thurgau spricht man gerne eine Muskatnote zu. Sind hier tatsächlich auch Muskataromen vorhanden? Das unten stehende Foto zeigt einen Zweig des Muskatnussbaumes mit zum Teil aufgeschnittenen Früchten. Die Muskatnuss ist botanisch betrachtet keine Nuss, sondern ein Fruchtkern. Das rote, um den Kern gewundene Gewebe wird, ebenfalls botanisch falsch, als Muskatblüte bezeichnet. Die getrocknete vermarktete, dann blassgelbe Muskatblüte weist ein ähnliches Aroma wie die Muskatnuss auf. Beide enthalten ein ätherisches Öl, das überwiegend aus Terpenen besteht. Die im Muskateller und anderen Rebsorten wichtigen Terpene haben darin jedoch nur einen geringen Anteil. Zwischen dem Aroma der Muskatnuss und der Muskatellertraube gibt es zwar Ähnlichkeiten, aber sie sind viel geringer als zwischen der grünen Paprika und stark vom Paprika-Aromastoff IBMP geprägten Weinen.

Traminer und Gewürztraminer wurden am Freiburger Weinbauinstitut bisher noch wenig untersucht. Auch hier wiesen Trauben und Moste immer sehr geringe Mengen freier Terpene auf. Nach umfangreicheren italienischen Untersuchungen gibt es aber auch Klone, die schon im Most größere Mengen enthalten. Die Terpenegehalte im Wein scheinen bei den bisher in Freiburg untersuchten Weinen in der gleichen Größenordnung zu liegen wie bei Riesling oder Scheurebe, nur die Verteilung ist anders. Der Terpeneol- und vor allem der Citronellol-Anteil sind bei vergleichbar alten (Gewürz-) Traminer-Weinen deutlich höher.

Dieser Unterschied in der Zusammensetzung der fünf Terpene ist aber nicht der Hauptgrund für das unterschiedliche Bouquet von Riesling und Traminer. Der wahrscheinlich wichtigste sortenspezifische Aromastoff der (Gewürz-)Traminer-Weine ist ein anderes Terpene, das Rosenoxid. Von dieser Verbindung gibt es zwei Isomere (cis- und trans-Rosenoxid), von denen

das cis-Isomer deutlich überwiegt. Rosenoxid allein ist sehr würzig und die Beschreibung Rosenduft wäre nicht sehr treffend. Aber in Kombination mit den anderen Terpenen passt die Beschreibung Rosenduft für Traminer oft gut. Rosenoxid ist auch in Muskateller vorhanden, wird dort aber durch den viel höheren Gehalt an anderen Terpenen überdeckt. Wichtig könnte es nach unseren bisherigen Untersuchungen auch für die Sorten Morio-Muskat und Muskat-Trollinger sein, während es in Riesling oder Müller-Thurgau offensichtlich gar keine Rolle spielt.

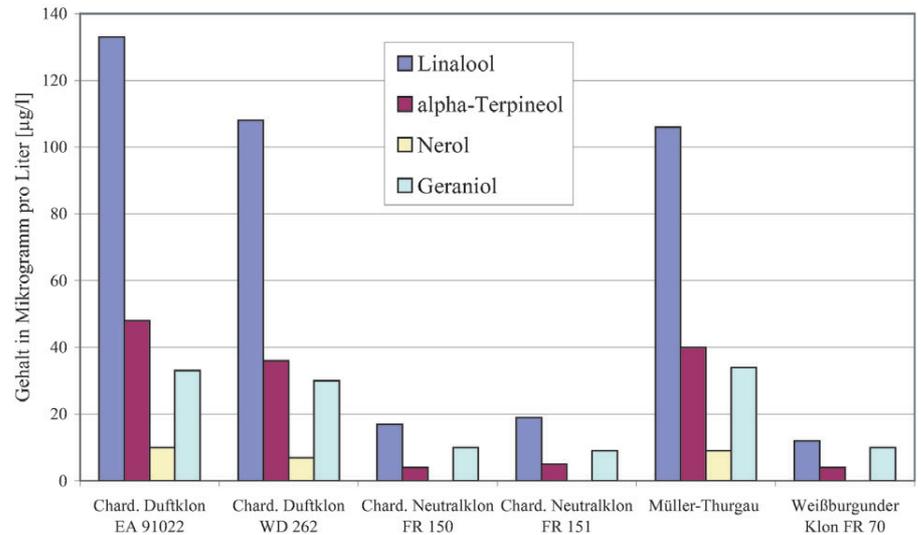
Ein weiterer wichtiger Aromastoff der Traminer ist das Vinylguajacol, eine sehr blumige, aber auch würzige, an Gewürznelke erinnernde Substanz. Chemisch ist sie eng mit Eugenol, dem wichtigsten Aromastoff der Gewürznelke, verwandt. Während ein Traminer-Bouquet ohne Rosenoxid wohl nicht möglich ist, variiert Vinylguajacol eher den Typ von Rosenduft (wenig Vinylguajacol) zu anderen blumigen oder würzigen Noten bis hin zu Räucheraromen, wenn der Gehalt sehr hoch ist. Vinylguajacol ist einer der interessantesten Weißwein-Aromastoffe überhaupt. Es kann nämlich auch in anderen Sorten in hohen Mengen vorkommen, zum Beispiel beim Einsatz bestimmter Enzyme oder in Weinen aus Pressfraktionen. Wer den Geruch einmal kennt, findet auch in Baden viele Weißweine aus unterschiedlichen Sorten, deren Geruch hauptsächlich von Vinylguajacol geprägt ist. Dieses Bouquet kann sogar so stark sein, dass es als negativ (zum Beispiel als „medizinisch“) empfunden wird.

Im August 2002 begannen am Freiburger Weinbauinstitut Untersuchungen zu den Aromastoffen von Chardonnay. Bei dieser Burgundersorte unterscheidet man zwischen Duftklonen und Neutralklonen. Häufig wird der Chardonnay als Klonengemisch angebaut. Zunächst wurden vier 2001er Weine untersucht. In Abbildung 2 sieht man, dass der Unterschied eindeutig auf die Terpene zurückzuführen ist. Die Weine der Neutralklone entsprechen in der Terpen-Zusammensetzung dem Weißburgunder vom gleichen Standort, die Duftklone dem 2001er Blankenhornsberger Müller-Thurgau.

Diese einfache Unterscheidung durch Aromastoffanalyse ist für die Klonenselektion sehr hilfreich. Hier vergärt man ja zunächst in Kleingebinden, am Anfang teilweise sogar in Weinflaschen. Dabei ist es unvermeidbar, dass öfter auch Weine wegen erhöhter flüchtiger Säure, leichten Böckern oder anderen Fehlern nicht

Abb. 2: Terpengehalte von Weinen verschiedener Chardonnay-Klone

Weine des Jahrgangs 2001, im August 2002 untersucht



beurteilbar sind. Die Analyse der Terpene wird dadurch nicht beeinträchtigt und für die verwendete Methode (Kaltron-Mikroextraktion) reichen 10 Milliliter Probe.

Unterschiede zwischen Neutral- und Duftklonen

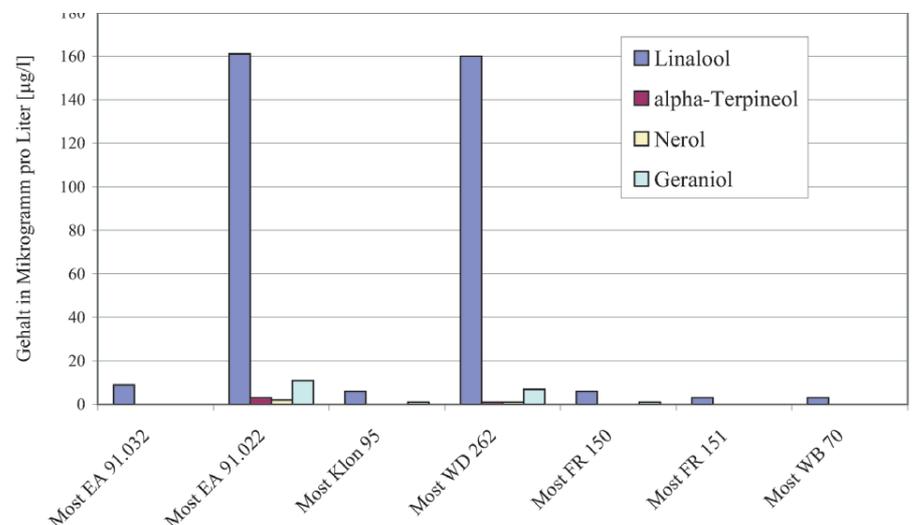
Damit war der Unterschied zwischen Neutral- und Duftklonen des Chardonnay schnell geklärt. Die Ähnlichkeit im Terpengehalt von Müller-Thurgau-Wein und dem Wein aus Chardonnay-Duftklonen warf aber eine neue Frage auf: Wieso schmecken die Trauben dieser Chardonnay-Klone wie Muskatellertrauben, aber die Müller-Thurgau-Trauben relativ neutral? Das konnte durch Analyse der 2002er

Moste geklärt werden. Die beiden Moste der Duftklone enthielten bereits hohe Mengen freies Linalool (zirka 160 Mikrogramm pro Liter), während Müller-Thurgau-Moste ähnlich niedrige Werte aufweisen wie die in der unten stehenden Abbildung 3 gezeigten Chardonnay-Neutralklone.

Abbildung 4 auf der nächsten Seite zeigt für je einen Duftklon und einen Neutralklon die Terpengehalte im Most und im Jungwein. Man erkennt, dass beim Duftklon auch im Wein das Linalool dominiert, obwohl sich die Gehalte der anderen Terpene im Gegensatz zum Linalool erhöht haben. Im Lauf der Reifung wird sich die Zusammensetzung der Terpene beim aromatischen Chardonnay zum Beispiel durch Umwandlung von Linalool

Fortsetzung nächste Seite

Abb. 3: Terpengehalte von 2002er Most versch. Chardonnay-Klone



in Terpeneol so ändern, dass sie dem gereiften Wein in Abbildung 2 ähnlich wird. Vermutlich wird sich der Gesamtgehalt an freien Terpenen auch noch etwas erhöhen. Ganz im Gegenteil zum Müller-Thurgau liegt aber der wesentliche Teil der Terpene schon in der Traube frei vor. Diese Untersuchungen werden zurzeit mit 13 weiteren Klonen aus einer Opfinger Anlage fortgeführt. Der Weinausbau beschränkte sich hierbei auf „Badische Viertel“, die Analyse der jeweiligen Proben läuft gerade an.

Ein weiteres Projekt des Weinbauinstitutes ist, die Entwicklung der Terpene vom Most zum reifen Wein für alle in Baden wichtigen Sorten zu verfolgen. Die Leser des Badischen Winzers werden davon erfahren, sobald genügend neue, interessante Ergebnisse erarbeitet wurden. □

Abb. 4: Terpenegehalte von 2002er Chardonnay - Most und Jungwein

