

Önologisches Kompendium

No. 4 - IV./2002

Der Ausbau im Barrique: Einfluß von Eiche und Redoxführung

Volker Schneider, Önologisches Institut, Bingen

Die Geschichte des kleinen Holzfasses als Lagerbehälter reicht bis ins Altertum zurück. Doch erst seit den 70er Jahren des 20. Jahrhunderts versucht man, durch gezielten Einsatz neuer Eiche den Wein positiv zu verändern. So ist weltweit ein breites Spektrum von Barrique-Weinen entstanden, in denen der sensorische Einfluß der Eiche von kaum wahrnehmbar bis dominant reicht. Im letzten Fall spricht man von Barrique-Ton. Seine Intensität wird durch kellertechnische Stilmittel wie Lagerdauer, Hefe, Einsatz von Fässern verschiedenen Alters und Rückverschnitt entscheidend differenziert. Von Seiten des Holzes haben Herkunft, Trocknung und Intensität des Ausbrennens einen Einfluß auf das Profil des als Barrique-Ton wahrgenommenen Aromas.

Wenn es um die Wahl der Eiche geht, reagieren viele Winzer wie der Endverbraucher vor dem Weinregal: Sobald es französisch und teuer ist, muss es gut sein. Entscheidungen werden bekanntlich meist durch Emotionen gesteuert. In diesem Kontext ist die weltweite Nachfrage nach Allier-Eiche die Konsequenz eines gelungenen Marketings. Offen bleibt dabei die Frage, wie die strapazierten Waldbestände dieses überschaubaren französischen Départements die enorme Nachfrage zu decken vermögen.

In weiten Kreisen herrscht noch immer die Vorstellung vor, dass das Zusammenbringen eines guten Weines und einer renommierten Eiche automatisch zu einem ansprechenden Barriquewein führe. Diese Meinung ist nicht nur simplifiziert, sondern schlechthin falsch. Richtig ist, dass die jeweiligen Qualitäten von Eiche und Trauben eine unabdingbare Grundlage sind, auf der die Erzeugung guter Barriqueweine eventuell möglich ist. Alleine genügen sie jedoch nicht. Trotz optimalen Grundvoraussetzungen kann das Endprodukt auch missraten. Die Einflüsse von Lesegut und Eiche werden nämlich durch eine Reihe zusätzlicher Variablen überlagert, unter denen Vinifikation, Redoxführung und Klärung an erster Stelle stehen. Man kann diese Faktoren unter dem Begriff des fachmännischen Könnens zusammenfassen.

Mit schlechtem Holz kann man keine guten Barriqueweine herstellen. Die qualitativen Kriterien des Eichenholzes stehen in Zusammenhang mit den spezifischen Erfordernissen des Weinausbaus. Zunächst soll das Holz genügend porös sein, um eine langsame und kontinuierliche Aufnahme von Sauerstoff zuzulassen. Darüber hinaus muß es eine adäquate Menge phenolischer Substanzen wie Lignine, Ellagtannine, Phenolsäuren und daraus abgeleiteter aromatischer Verbindungen an den Wein abgeben, ohne dass sich bitter-adstringierende Geschmackskomponenten aufbauen und dass Aroma durch ein Übermaß von Holznoten überlagert wird. Um die Dichtigkeit herzustellen, müssen die Holzfasern geradlinig und nicht angeschnitten sein. Da es schwierig ist, all diese Kriterien gleichzeitig zu erfüllen, folgen die Hersteller einigen phenotypischen Kriterien zur Klassifizierung der Hölzer. Die wichtigsten davon sind die geographische Herkunft und der Abstand der Jahresringe. Sie bestimmen Nachfrage und Preis.

Stoffaufnahme im Barrique

Die aus dem Holz extrahierbaren, geruchlich wahrnehmbaren Verbindungen sind nur zum Teil identifiziert. Die meisten von ihnen liegen in Konzentrationen unterhalb ihres Geruchsschwellenwertes vor und kommen nur durch additives Zusammenwirken zu geruchlicher Geltung. Drei von ihnen sind aufgrund ihrer individuellen sensorischen Bedeutung (6,24,29,32,37) eingehender untersucht: Das Whisky- oder Eichen-Lacton, Vanillin und Eugenol. Hinter dem trivialen Begriff des Eichen-Lactons stehen zwei Isomere des β -methyl- γ -Octalactons, dessen Geruch an Kokos und frisches Holz erinnert. Es stellt den Hauptanteil des Aromapotenzials frischen Holzes dar. Eugenol riecht nach Gewürznelken. Das Vanillin mit seinem bekannten Geruch kann in manchen Barrique-Weinen Konzentrationen bis nahe 1 mg/l erreichen. Alle drei Verbindungen werden durch Thermolyse des Lignins während der Trocknung und insbesondere des Toastings der Eiche um ein Vielfaches erhöht. Daraus geht hervor, dass die Verarbeitung der Eiche von erheblichem Einfluß auf das Aromaprofil ist.

Das aus dem Holz extrahierte Tannin ist grundsätzlich anderer chemischer Natur als das aus der Traube. Letzteres stellt ein Polymerisat aus flavonoiden Phenolen einschließlich den Anthocyanen des Rotweins dar. Bei den Holzphenolen handelt es sich überwiegend um Polymerisate von Gallus- und Ellagsäure. Sie können durch saure Hydrolyse in kleinere Moleküleinheiten zerfallen, wobei unter anderem Ellagsäure entsteht. Doch ihre frühere Bezeichnung als hydrolysierbare Phenole ist inzwischen durch den Begriff Ellagtannin weitgehend ersetzt. Ähnlich wie das Tannin aus der Traube ist auch Ellagtannin oxidierbar, adstringierend und bitter.

Die Ellagatannine lösen sich während den ersten Monaten schnell im Wein und erreichen bei Erstbelegung nach ungefähr drei bis vier Monaten ein Maximum von 30 bis 60 mg/l. Danach reichern sie sich durch Oxidation oder Hydrolyse zu Ellagsäure wieder ab. Der momentane Gehalt an Ellagatannin entspricht dem Nettowert zwischen Extraktion aus dem Holz und Zerfall (18,34,37). Die entstehende Ellagsäure steigt asymptotisch. Sie bleibt zeitlich stabil erhalten und dient als sicherer analytischer Nachweis für einen Ausbau im Barrique oder den Zusatz kommerzieller Tannin-Präparate (12).

Die Abbauprodukte des Ellagatannins sind weniger adstringierend als das Ellagatannin selbst. Durch ein längeres Toasting kann seine Adstringenz auf dem Wege thermolytischen Zerfalls gemindert werden. Durch Oxidation mittels entsprechender Sauerstoffzufuhr kann die Adstringenz beseitigt werden. Deshalb werden besonders Rotweine nach einer längeren Reifung im Barrique und der damit verbundenen Sauerstoffaufnahme wieder weicher.

Im allgemeinen wird der Geschmacksbeitrag des Ellagatannins überschätzt. Seine realen Konzentrationen in Barrique-Weinen bewegen sich nahe dem Geschmacksschwellenwert. Insofern ist die geschmackliche Reifung von Rotweinen nach längerer Lagerung im Barrique nicht nur auf einen Abbau von Ellagatannin zurückzuführen, sondern auch auf begleitende Reaktionen des traubenbürtigen Tannins und eventuell vorhandener Feinhefe.

Die Aufnahme von Sauerstoff erfolgt durch die Holzporen, zwischen den Dauben, durch den Faßspund, über die schwundbedingte Luftglocke und durch das periodische Beifüllen. Mit der Anzahl der Belegungen erfolgt eine zunehmende Verlegung der Poren durch Mikroorganismen, Weinstein und ähnliches, so dass die Sauerstoffzufuhr mit der Zeit abnimmt und sich der eines alten Holzfasses annähert. Deshalb schwanken die Angaben über die Sauerstoffaufnahme von im Barrique gelagerten Weinen zwischen 20 bis 60 mg/l pro Jahr (19,37).

Bedeutung des Toastings

Zum Wölben der Dauben ist eine Erhitzung des Holzes erforderlich. Dieser Vorgang erfüllt mechanische Forderungen in Zusammenhang mit der Fertigung der Fässer und hat nur sehr beschränkte sensorische Konsequenzen. Bei der Fertigung traditioneller Holzfässer blieb es dabei. Diese wurden vor der ersten Belegung weingrün gemacht, um eine geschmackliche Neutralität des Holzes zu erreichen.

Zur Herstellung von Barriques erfolgt nach dem Zusammensetzen der Dauben ein weiteres, gezieltes Ausbrennen des Faßrumpfes und eventuell der Fassböden. Dabei erreicht das Holz eine Temperatur von ca. 200°C. Dieses Toasting, mit offener Flamme oder elektrisch durchgeführt, verfolgt ausschließlich sensorische Ziele. Es führt zu tiefgreifenden chemischen Veränderungen des Holzes und seiner extrahierbaren Aromakomponenten. Diese Veränderungen umfassen eine partielle Degradation von Ellagatannin und die thermolytische Zersetzung von Lignin zu flüchtigen Phenolen (Vanillin, Syringaldehyd) als aromatische Impaktsubstanzen. Sie sind Voraussetzung für die Entstehung des typischen Barrique-Aromas. Die Dauer des Toastings ist entscheidend für das Aromaprofil des späteren Weins.

Man unterscheidet in der Praxis leichtes, mittleres und starkes Toasting. Zur Lagerung von Wein wird ein mittleres Toasting bevorzugt. Schlechte oder nicht getoastete Barriques ergeben bittere Weine mit nachhängender Adstringenz und einem Geruch nach grünem Holz und Eichenstaub. Dieses Aroma kann man als Schreinereiton bezeichnen.

Wird das Toasting übertrieben, kommt es zum Abbau der angestrebten Aromastoffe und einer übermäßigen Bildung rauchig riechender Furanderivate durch Verbrennung von Zuckerstoffen (7). Es entstehen eindimensionale Aromanoten, die an verbranntes Brot, Rauch und gerösteten Kaffee erinnern und das herkunftsspezifische Aromaprofil der Eiche einseitig überlagern. Solche Fässer werden bevorzugt zur Reifung von Spirituosen herangezogen.

Erst ein idealer, mittlerer Grad des Toastings ergibt die im Wein gewünschte Komplexität des Aromaprofils, in dem Gerüche nach Vanille, Zimt, Gewürznelke, Mokka und Tabak dominieren und die bitter-adstringierende Geschmackskomponente auf ein Minimum reduziert wird. Die gewünschten aromatischen Verbindungen gehen im Wesentlichen aus der thermolytischen Zersetzung des Holzlignins hervor.

Insgesamt kann man feststellen, dass die Bedeutung der Herkunft der Eiche durch die Intensität des Toastings relativiert und überlagert wird. Tabelle 1 gibt einen Überblick über das Ausmaß des Toastings und seine sensorischen Konsequenzen für den Wein.

Bedeutung der Redoxführung

Eine gegebene Eiche bestimmten Toastings ist immer noch weit davon entfernt, die Qualität des gewünschten Barrique-Tons festzulegen. Die komplexen Einflüsse von Holz und Toasting werden weiter differenziert durch die Art des Weines und seinen jeweiligen Zustand. Diese Faktoren sind entscheidend für die Redoxführung während des Ausbaus.

Unter Redoxführung versteht man alle oenologischen Maßnahmen, die die chemischen Reaktionen von Oxidation und Reduktion in die gewünschte Richtung lenken. Die wichtigsten Parameter sind schweflige Säure, Hefe und zusätzliche Zufuhr von Sauerstoff durch Umlagern bzw. Abstiche. Sie können im Einzelfall mehr Bedeutung als das Holz selbst erlangen.

Das Barrique, bedingt durch sein typisches Verhältnis von innerer Oberfläche und Volumen, versorgt den Wein mit geradezu idealen, aufeinander abgestimmten Mengen von Holzextrakten und Sauerstoff, die zu einer moderaten Oxidation und langsamen Reifung erforderlich sind. Der Sauerstoff erfüllt im Wesentlichen drei Funktionen:

- a) Aufbau des dem Geruchssinn zugänglichen typischen Barrique-Aromas. Allein die Zugabe von Eichenspänen zu einem inert in Edelstahl oder Glas gelagerten Wein ergibt nicht die für Barrique-Weine typische Aromatik. Erst die gleichzeitige Versorgung mit Sauerstoff führt zum Aufbau der bekannten geruchlichen Komponenten (1,7). Insofern ist der Barrique-Ton auf die Summenwirkung von Eiche und Sauerstoff zurückzuführen. Ein in diesem Zusammenhang bekanntes Phänomen ist der Geruch nach Vanille. Das Vanillin ist nur in seiner oxidierten, aldehydischen Form (Vanillal) geruchlich aktiv. Im reduktiven Milieu, bedingt durch zu wenig Sauerstoff, zu viel Hefe oder zu starkes Einschweifeln, erfolgt seine Reduktion zur alkoholischen Form (Vanillol), die geruchlos ist. Da die Reaktion reversibel ist, kann durch Sauerstoffzufuhr bzw. eine Erhöhung des Redoxpotenzials im weitesten Sinn der Geruchsausdruck wieder hergestellt werden.
- b) Geschmackliche Reifung der Rotweine durch Oxidation und Polymerisation ihres Tannins. Dabei wird die Farbe intensiviert und gegen Ausbleichung durch schweflige Säure stabilisiert. Die Polymerisation wird durch eine vorgängige Oxidation der phenolischen Grundkörper wesentlich beschleunigt. Die Polymerisation zwischen Tannin- und Anthocyan-Molekülen kann zu einer Minderung von Bittere und Adstringens führen (27).
- c) Beschleunigung der Hefeautolyse und Neutralisation von Bocksern. Die Lagerung in Verbindung mit der Fein- oder Vollhefe über einen längeren Zeitraum würde unweigerlich zur Bildung starker Bockser führen, wenn diese nicht im stadi nascenti durch Sauerstoff abgefangen werden würden.

Die Aufnahme von Sauerstoff lenkt die Entwicklung des Weins in die oxidative Richtung. Hefe und schweflige Säure wirken als Reduktionsmittel gegenläufig, wobei eine aufgerührte Hefe stärker reduktiv als schweflige Säure wirkt. Der gekonnte Ausbau im Barrique berücksichtigt das Zusammenspiel all dieser Faktoren in Hinblick auf Ausgangswein und gewünschtes sensorisches Ziel. Das heißt in der Kellertechnischen Praxis, dass man Hefe, SO₂ und Sauerstoffzufuhr gegeneinander ausspielen kann. Sie sind wie die Tasten eines Klaviers in der Komposition eines großen Stückes. Damit gelingt es, die Entwicklung des Weines mehr in die oxidative oder mehr in die reduktive Richtung zu treiben.

Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass im Gegensatz zu im Tank ausgebauten Weinen die schweflige Säure hier eine weniger zentrale Rolle in der Einstellung des Redoxniveaus einnimmt. Daher müssen die An- oder Abwesenheit von freier SO₂ sowie ihr absoluter Gehalt während des Ausbaus im Barrique anders interpretiert bzw. in ihrer Bedeutung relativiert werden. Dem Redoxpotenzial, ausgedrückt in mV, kommt eine größere Bedeutung zu.

Weißweine im Barrique

Die permanente Zufuhr von Sauerstoff erklärt, warum man mit dem Ausbau von Weißweinen im Barrique andere Ziele anstrebt als mit dem von Rotwein (25,37). Ursprünglich war für Weißwein das Barrique das Mittel, einen verlängerten Ausbau auf der Vollhefe durchführen zu können. Die reduktiven Bedingungen im Tank schließen ein gezieltes Arbeiten mit der Vollhefe praktisch aus, weil die Akku-

mulation von flüchtigen Schwefelverbindungen recht schnell zum Bockser führen würde. Erst die moderate Sauerstoffzufuhr im Barrique verhindert das Entstehen von Bocksern und macht den Ausbau auf der Vollhefe möglich.

Es ist eine gängige Empfehlung, Weißwein bereits zur Vergärung ins Barrique zu legen. Damit soll dem Bestreben Rechnung getragen werden, frühzeitig eine Wechselwirkung zwischen Holz, Hefe und Sauerstoff herzustellen, um einer einseitigen Dominanz von Holzaromen zu begegnen. Die Wirkung der Hefe im Barrique, auch und besonders nach Abschluß der alkoholischen Gärung, beruht im Wesentlichen auf drei Vorgängen:

a) Sie absorbiert spontan und vollständig zutretenden Sauerstoff, so dass der Wein selbst im ungeschwefelten Zustand reduktiv gehalten und vor Oxidation geschützt wird. Der aufgenommene Sauerstoff wird zur Synthese von Fetten in der Zelle verwertet und steht in keinem Zusammenhang mit einem eventuellen Atmungsstoffwechsel (23). Diese stark reduzierende Wirkung geht über die Reduktionskraft von schwefliger Säure oder Ascorbinsäure hinaus. Sie ist abhängig von dem Anteil der in Schwebelagerung befindlichen Hefezellen. Der durch die suspendierte Hefe absorbierte Sauerstoff steht zur Reaktion mit Weinhaltstoffen nicht mehr zur Verfügung. Schweflige Säure kann die Reduktionskraft der Hefe im Barrique nicht ersetzen. Durch die unvermeidbare und sogar gewünschte Aufnahme von Sauerstoff verschwände sie rasch durch Oxidation zu Sulfat.

Die längere Abwesenheit von schwefliger Säure während der Lagerung erklärt, dass der BSA fast zwangsläufig mit der Herstellung weißer Barriqueweine verbunden ist. Eine Schwefelung wäre in dieser Phase sinnlos und, unter dem Aspekt der Bockserbildung, sogar kontraproduktiv. Die SO₂-Stabilisierung wird erst vor dem Abfüllen, das heißt bei der Auslagerung und Filtration in einen Tank durchgeführt und erfordert mehrere Tage, bis die Reaktionen zwischen noch gelöstem Sauerstoff und schwefliger Säure abgelaufen sind.

b) Die Autolyse der Hefe nach der Gärung führt zu einer Abgabe von Mannoproteinen und Glucanen. Deren Akkumulation im Wein führt zu einer Verstärkung der Sinneseindrücke von Körper und Vollmundigkeit. Das ist das eigentliche Ziel des Ausbaus sur-lie unabhängig davon, ob er im Barrique oder durch Mikrooxidation im Tank durchgeführt wird. Der autolytische Zerfall der Hefe wird beschleunigt durch die kontinuierliche Aufnahme von Sauerstoff und das periodische Aufrühren der Hefe. Der Einsatz von β -Glucanase kann den Zerfall der Zellmembran beschleunigen. Frequenz, Intensität und damit einhergehende mechanische Effekte des Aufrührens sind jedoch entscheidender Aspekte.

c) Die in Schwebelagerung befindliche Hefe fixiert die aus dem Holz extrahierten Ellagttannine auf dem Weg der klassischen Eiweiß-Gerbstoff-Reaktion, indem die Holzgerbstoffe an Mannoproteine auf der Zellmembran gebunden werden. Dieser Vorgang entspricht dem einer kontinuierlichen Hefeschönung. Er verhindert die Anreicherung von der Qualität des Weißweins abträglichen Gerbstoffen (4,13,14,26). Weißweine, die geklärt ins Barrique eingelagert werden, entwickeln eine einseitige Gerbigkeit und tendieren, mehr als im Tank, zur oxidativen Alterung.

Die Einlagerung ins Barrique bereits als Most schließt die Kontrolle zweiter mikrobiologischer Vorgänge ein – Gärung und BSA – in einer Vielzahl kleiner Gebinde. Die Praxis hat aber gezeigt, dass nicht die Vergärung im Barrique als solche die gewünschten sensorischen Effekte herbeiführt, sondern ausschließlich die Anwesenheit der Hefe während des Kontaktes mit dem Holz. Dies gilt auch für die nicht mehr gärfähige Hefe in der postfermentativen Phase. Ihre Fähigkeit zur Zehrung von Sauerstoff bleibt über Monate hinaus erhalten. Deshalb ist es durchaus angängig, Gärung und BSA im Tank zu Ende zu führen und erst anschließend, eventuell nach einem Aufrühren der Depotheke, den Wein in die Barriques einzulagern.

Die Bereitung weißer Barriqueweine erfordert ein gewisses Umdenken, weil sich das Konzept ihres Ausbaus in wesentlichen Punkten von dem roter Barriqueweine als auch dem traditioneller Weißweine unterscheidet. Es beinhaltet eine zusätzliche Komponente, die sich unter dem Begriff der Hefe zusammenfassen läßt, wobei es sich um eine mehr oder weniger komplette Vollhefe handelt. Ihre Anwesenheit im Wein führt zu grundlegenden geschmacklichen Veränderungen. Die wichtigste davon ist die Intensivierung der Mundfülle durch die aus der Autolyse resultierenden Kolloide.

In diesem Sinn beinhaltet die Herstellung weißer Barriqueweine in erster Linie ein Arbeiten mit der Hefe. Sie setzt eine sehr scharfe Mostvorklämung voraus. Dem periodischen Aufrühren der Hefe, der

bâtonnage, kommt eine erhebliche Bedeutung zu. Die Aufnahme von geruchlich als angenehm empfundenen Aromen aus neuer Eiche stellt nur eine zusätzliche Bereicherung des durch Hefekontakt angereicherten Weines dar.

Da dieser Aufbau von Eichenaroma zunehmend in den Vordergrund rückt, kommen für Weißweine vorzugsweise neue Barriques zum Einsatz, die in der Zweitbelegung für Rotwein genutzt werden. Tendenziell benötigen Weißweine ein kürzeres Lager im Barrique als Rotweine, da die zeitaufwendige Strukturierungs- und Reifephase des dem Rotwein eigenen Tannins entfällt. Angestrebt werden Eichenaromatik und Mundfülle, weniger eine wie immer auch definierte Reifung.

Mit dem Aufrühren der Hefe wird das erklärte Ziel verfolgt, den Aufbau von Mundfülle durch ihren autolytischen Zerfall zu fördern und gleichzeitig die Reduktivität des Weins aufrecht zu erhalten. Abgesetzte Depothefe ist der Sache wenig dienlich. Der Häufigkeit des Aufrührens kommt eine entscheidende Bedeutung zu, die das fachmännische Können ausmacht. Zu viel Hefe in Suspension erhöht die Reduktivität des Milieus und verlangsamt damit die geruchliche Ausprägung des Eichenaromas, beschleunigt aber die geschmackliche Entwicklung. Umgekehrt führen zu seltenes Aufrühren oder zu wenig Hefe zu Oxidationsschäden und einem Aufbau von Gerbigkeit. Insofern gibt es keine verbindlichen Regeln für die Frequenz des Aufrührens. Abstände von ein bis zwei Wochen sind eine realistische Größe in der Praxis. Entscheidend ist die Gesamtmenge – Feinhefe oder Vollhefe – der im Barrique befindlichen Hefe, die Intensität der Hefetrübung und ihr Sedimentationsverhalten im Einzelfall.

Weißweine unterscheiden sich von den fruchtigen Weißweinen durch ihre zurückhaltende Säure, eine betonte Mundfülle und ein Aromaprofil, in dem die fruchtigen Noten weitgehend durch solche aus der Eiche ersetzt sind. Schmeckbare Restsüße, Kohlensäure und betonte Fruchtsäure wirken in solchen Weinen unharmonisch. Der für die geschmackliche Harmonie erforderliche Alkoholgehalt von mindestens 12 % kann eventuell durch Anreicherung herbeigeführt werden. Da der Sortentyp mehr oder weniger überlagert wird, steht die Frage der Rebsorte nicht unbedingt an erster Stelle. Unter Erfüllung der genannten Prämisse sind prinzipiell auch reife Weine der Riesling-Art geeignet, da ihre typische Säure durch den mit dem Ausbau im Barrique untrennbar verbundenen BSA zum Schwinden kommt.

Rotweine im Barrique

Die Modifizierung des Geruchsprofils durch die Aufnahme von Aromen aus dem Holz ist allen Barrique-Weinen, weißen und roten, gemeinsam. Differenzierter verhält es sich mit der geschmacklichen Aufwertung. Während sie bei weißen Barrique-Weinen überwiegend aus der Autolyse der Hefe resultiert, steht bei roten Barrique-Weinen die Reifung ihres Tannins im Vordergrund. Insofern verschieben sich Schwerpunkte und Ziele.

Bekanntlich ist die Reifung des Rotweins im Wesentlichen auf eine Polymerisation seines Tannins zurückzuführen, wobei die Farbe intensiviert und stabilisiert wird. Die Polymerisation wird durch eine vorgängige Oxidation der phenolischen Grundkörper gefördert. Der oxidierte Zustand der Phenole wird durch ihre nachfolgende Polymerisation wieder aufgehoben. Deshalb können Rotweine beachtliche Mengen Sauerstoff binden, ohne dabei wie Weißweine oxidativ zu werden. Bei diesem Vorgang entstehen tiefdunkle Tannin-Anthocyan-Komplexe, die geschmacklich von einer Minderung der Gerbigkeit und einer Zunahme der Mundfülle begleitet werden. Schweflige Säure und Hefe verlangsamen den Ablauf dieser Reaktionen, weil sie als Reduktionsmittel mit dem Tannin um den verfügbaren Sauerstoff konkurrieren. Aus diesem Grund erfolgt die Lagerung von Rotweinen im Barrique mit –weniger Hefe und geringen Gehalten (0-30 mg/l) an freier schwefliger Säure (20). Das Tannin-Anthocyan-Verhältnis muß ausgeglichen sein, um eine Zerstörung von Farbe und eine Ausflockung von Tannin zu verhindern. Zu starke Oxidationen sind auf jeden Fall schädlich, weil sie durch die nachfolgende Polymerisation sensorisch nicht mehr neutralisiert werden können (27).

Die aus dem Holz extrahierten Tannine greifen in dieses Geschehen ein. Sie fördern den Effekt einer moderaten Oxidation. Aus diesem Grund wird auf die Anwesenheit einer Vollhefe im Rotwein verzichtet; sie würde diese Verbindungen adsorbieren. Bestenfalls kommt die nach dem BSA noch in Suspension befindliche Feinhefe zum Einsatz. Die Wirkung der Ellagtannine im Rotwein läßt sich wie folgt beschreiben:

- Sie erhöhen das Redoxpotenzial, ohne dazu Sauerstoff zu benötigen. Sie machen das Milieu oxidierbarer und erleichtern die Gesamtheit der Oxidationsreaktionen (37).
- Sie sind leichter oxidierbar als die meisten anderen Weininhaltsstoffe. Sie fangen Sauerstoff ab und bringen ihn nach und nach in zahlreiche nachgelagerte Oxidationen ein. Sie binden Sauerstoff schneller als das traubenbürtige Tannin (35).
- Sie fangen freie Radikale ab und schützen die Weininhaltsstoffe vor dem brutalen Effekt einer direkten, radikalischen Oxidation (35).
- Sie erhöhen die Farbintensität unter Betonung der roten Farbkomponente (11).
- Ihre antiradikalische Wirkung addiert sich zu der der Traubenphenole und verstärkt den als French Paradox bekannten gesundheitlichen Effekt der Rotweine (22).
- Sie bauen flüchtige Schwefelverbindungen auf oxidativem Weg ab (11) und wirken somit der Bildung von Böcksern entgegengesetzt.

Insgesamt besteht die wesentliche Funktion der Ellagatannine also darin, die Oxidationsreaktionen zu regulieren, sie auf eine langsame Entwicklung der phenolischen Struktur des Rotweins hin zu orientieren, und die Reaktionen oxidativer Zerstörung von Tannin und Farbe deutlich zu verlangsamen.

Vergleich von Eichen verschiedener Herkünfte

Vor dem Hintergrund der komplexen Interaktionen zwischen Wein und Holz stellt sich die Frage, inwiefern die Unterschiede zwischen Eichen verschiedener Provenienz relevant sind und welche Eichen zu bevorzugen sind. Die Beantwortung einer solchen Frage im Rahmen einer Versuchsanstellung setzt voraus, dass die einzelne Variable die Herkunft der Eiche ist, während alle anderen Parameter wie Wein, Vorbehandlung und Nutzungsgrad der Eiche, Lagerdauer und –temperatur identisch sind.

Zu diesem Zweck wurde ein Rotwein (Pfalz, Dornfelder, Maischegärung), dessen Tannin-Anthocyan-Verhältnis für den Ausbau im Barrique geeignet schien, nach alkoholischer und malolaktischer Gärung feinfiltriert, auf 30 mg/l freie SO₂ eingestellt, homogenisiert und in Barriques folgender Herkünfte eingelagert:

- Deutschland, 2 x 225 l,
- Portugal, 3 x 225 l,
- Slowenien, 2 x 225 l,
- Allier, 2 x 225 l,
- Limousin, 2 x 225 l,
- USA (Missouri), 2 x 225 l,
- Edelstahltank als Standart, randvoll befüllt.

Alle Barriques waren aus luftgetrockneter Eiche hergestellt, medium-toasted und völlig neuwertig zwecks Erstbelegung. Wiederholungen dienten zur Ermittlung der Schwankungsbreite innerhalb einer Herkunft. Die Barriques der Herkünfte Portugal, Allier, Limousin und Missouri waren in der gleichen Käferei gefertigt und daher in der Intensität des Toastings direkt vergleichbar. Während einer Lagerdauer von 92 Tagen im gleichen Keller wurden die Barriques periodisch mit dem gleichen Grundwein begefüllt. Nach Ablauf dieser Frist wurden alle Varianten auf einen vergleichbaren Gehalt an freier SO₂ eingestellt und Proben entnommen. Die Proben wurden einen weiteren Monat in Flaschen mit Schraubverschluß bei 5°C gelagert und im Anschluß daran einer chemischen und sensorischen Analyse unterzogen.

Sensorik

Die sensorische Auswertung erfolgte mit Hilfe der quantitativen deskriptiven Analyse durch eine Prüfergruppe, die sowohl in dieser Art der Bewertung als auch im Barrique-Ausbau Erfahrung besaß. Im Rahmen einer informellen Vorprobe wurden zunächst jene sensorischen Parameter selektioniert, die die Varianten differenzierten und von der Mehrheit der Prüfer erkannt wurden. Von diesen Parametern

wurden Referenzlösungen hergestellt. Die zur Auswertung gelangten sensorischen Parameter und die Zusammensetzung ihrer Referenzlösungen sind in Tabelle 2 wiedergegeben. Während der eigentlichen quantitativen Auswertung wurden für jeden Wein die einzelnen Parameter innerhalb einer Skala von 0 bis 10 Punkten in Ablehnung an die jeweilige Referenzlösung bewertet. Dabei war das Intensitätsmaximum von 10 Punkten durch die Referenzlösung vorgegeben. Die Proben wurden kodifiziert gereicht und von zwölf Prüfern in Einzelkabinen ausgewertet.

In Abbildung 1 sind die Mittelwerte der sensorischen Daten für jede Provenienz dargestellt. Alle Barrique-Varianten erfuhren eine Verstärkung der Aromaintensität (Summe der Einzelintensitäten) gegenüber der Tank-Variante. Der Zugewinn an Aroma ist bei Allier am geringsten und bei slowenischer, portugiesischer und deutscher Eiche am höchsten. Wichtiger ist jedoch die Bewertung einzelner sensorischer Parameter. So waren naturgemäß „Buntfrüchte“ in der Tank-Variante am stärksten wahrnehmbar, während sie in den Barrique-Varianten durch die aus der Eiche extrahierten Aromakomponenten mehr oder weniger stark maskiert wurden.

Die deutsche Eiche zeichnete sich aus durch die höchste Intensität für rauchig und die slowenische durch die für Tabak. Bei der amerikanischen Eiche stand Vanille im Vordergrund, während die portugiesische Eiche durch eine harmonische Verteilung der allgemein positiv bewerteten Parameter Zimt, Mokka, Vanille, Tabak und rauchig auf mittlerem Intensitätsniveau auffiel. Allier lag in allen Parametern mit Ausnahme von Mokka auf einem eher niedrigen Niveau. Das Aromaprofil von Limousin zeichnete sich durch hohe Intensitäten für Leder und Tresterschnaps aus. Die Intensitäten für Bittere und Adstringens waren in den Eichen aus Deutschland, Portugal und Limousin am stärksten ausgeprägt.

Die erhaltenen Daten können jedoch nur Tendenzen wiedergeben. Betrachtet man nämlich die Streuung der Werte zwischen Eichen der gleichen Herkunft, so fällt auf, dass die im arithmetischen Mittel wiedergegebenen Tendenzen im Einzelfall durchaus nicht zutreffen können. Abbildung 3 gibt Beispiele für die sensorische Variabilität innerhalb von Herkünften. Während zum Beispiel der Mittelwert des Parameters Tabak für portugiesische Eiche höher als für amerikanische Eiche war, wies eines von drei Barriques aus portugiesischer Eiche dennoch eine geringere Intensität für Tabak auf als beide Barriques amerikanischer Herkunft. Da diese Fächer in der gleichen Küferei gefertigt und gleich stark getoasted wurden, sind solche Abweichungen von der Tendenz offensichtlich in der natürlichen Variabilität der Eichen innerhalb eines Herkunftsgebietes zu suchen. Es ist bekannt, dass die sensorische Qualität des Holzes stark differiert in Abhängigkeit vom einzelnen Baum, Stammhöhe der Entnahme, Standort und botanischer Zugehörigkeit (10,13,16,24,31).

Es ist zu berücksichtigen, dass es sich bei dem sensorischen Vergleich nach drei Monaten um eine Momentaufnahme handelt. Die aus dem Holz extrahierten Ellagttannine erreichen nach diesem Zeitraum ihre maximale Konzentration, um sich danach durch Oxidation und Hydrolyse wieder abzureichern (37). Intakte Ellagttannine sind bitter und adstringierend. Insofern spiegeln die erhaltenen sensorischen Daten eine Intensität für Bittere und Adstringens wider, die sich nahe dem Höhepunkt bewegt. Eine über diesen Zeitraum hinausgehende Reifung im Barrique, wie sie in der Praxis üblich ist, macht Rotweine geschmacklich weicher. In geruchlicher Hinsicht ist es möglich, durch längeres Lager eine höhere Komplexität zu erreichen. Die Verhältnisse werden zusätzlich differenziert durch die Redoxverhältnisse, die sich aus Sauerstoffaufnahme beim Abfüllen und dem Gehalt an freier schwefliger Säure ergeben. Mikrobiologische Aktivitäten im Barrique mit Konsequenzen wie Nachgärung, BSA, Luftton, Brettanomyces-Ton, Ethylacetat oder gar flüchtiger Säure führen in der Praxis oft dazu, dass sich vorübergehende oder bleibende Veränderungen in Geruch und Geschmack einstellen, die fälschlicherweise dem Holz angelastet werden.

Analytische Veränderungen

Die relevanten analytischen Veränderungen, die sich durch das dreimonatige Lager in den Barriques im Vergleich mit der Tank-Variante einstellten, gehen aus Tabelle 3 hervor. In allen Barriques erfuhr der Wein trotz der Aufnahme von Ellagttannin eine mehr oder weniger große Minderung des Gesamtphenolgehaltes. Der Gesamtphenolgehalt ist kein geeigneter Parameter, um Eichen untereinander zu differenzieren. Seine Zunahme durch die Extraktion von Ellagttannin wird durch Verluste phenolischer Substanz andererseits kompensiert.

Diese Minderung ist nicht allein durch Oxidation phenolischer Verbindungen zu erklären, sondern deutet darüber hinaus auf einen effektiven Verlust an Tannin durch Ausfällung hin. Damit einher geht eine Minderung des Gehaltes an Anthocyanen. Ursache ist die Polymerisation von Anthocyanen und Tannin zu polymeren Pigmenten, die zu einem geringen Anteil als unlösliche Kolloide ausflocken. Der in das Fass eindiffundierende Sauerstoff beschleunigt diese Reaktion. Die Polymerisation wird durch vorgängige Oxidation angeregt (17,19,20,27).

Die rote Farbe und der Gehalt an ionisierten, farblich aktiven Anthocyanen wurde durch den Verlust an phenolischer Substanz im Barrique nicht wesentlich beeinflusst. Gleichwohl sind geringe Farbverluste während den ersten drei Monaten im Barrique möglich und bekannt; die zu erwartende und in der Praxis bekannte Farbintensivierung erfordert ein längeres Lager (17). Mit zunehmender chemischer Alterung des Weines, die im Barrique durch die Aufnahme von Sauerstoff und Ellagtannin beschleunigt wird, übernehmen die neu entstehenden Tannin-Anthocyan-Komplexe zunehmend die Rolle der monomeren Anthocyane als farbgebende Substanzen. Dementsprechend nimmt der Gehalt polymerer Pigmente sowie ihr Anteil an der roten Farbe zu. Die aus der Polymerisation von Tannin und Anthocyanen entstehenden Pigmente sind sehr farbintensiv und sprechen auf schweflige Säure nicht mehr an.

Es gibt verschiedene Wege, die Polymerisation analytisch zu verfolgen (33). Polymere Pigmente und ihr Anteil an der gesamten roten Farbe (chemisches Alter, Tab. 3) differenzieren die Barrique-Varianten jedoch am stärksten untereinander (17,19). Von allen Barrique-Varianten zeigte die in slowenischer Eiche gelagerte den höchsten Index für das chemische Alter, während Allier farblich etwas benachteiligt war. Die Weine aus portugiesischer, amerikanischer und deutscher Eiche wiesen unter Berücksichtigung aller analytischen Parameter ein ausgeglichenes chemisches Alter im Mittelfeld der Schwankungsbreite auf.

Ursachen der Variabilität

Zur Herstellung von Barriques werden in Europa ausschließlich Eichen der Gattung *Quercus robur* (Sommereiche) und *Quercus petraea* (Steineiche) herangezogen. In Nordamerika finden Hölzer der Weißeiche, überwiegend von *Quercus alba*, Verwendung.

Die aus dem Holz extrahierbaren Komponenten, die sich dem Wein mitteilen, variieren in Abhängigkeit von Gattung und Herkunft. Darüber hinaus wird in einschlägigen Untersuchungen (8,9,10,13,15,16,24,29,37) immer wieder auf erhebliche Unterschiede in der Holzqualität in Abhängigkeit vom einzelnen Baum, seinem Alter und der Stammhöhe der Entnahme hingewiesen, selbst wenn es sich um Eichen der gleichen Gattung und vom gleichen Standort handelt. So kann zum Beispiel das aus der Eiche extrahierbare Ellagtannin zwischen Individuen der gleichen Gattung stärker variieren als zwischen Bäumen unterschiedlicher Gattungen (13). Allein diese natürliche Schwankungsbreite erklärt, warum Barriques aus einem handelsrechtlich homogenen Eichenholz, das heißt gleiche Herkunft und gleiche Gattung, selbst unter identischen Herstellungsbedingungen in der gleichen Kuferei zu unterschiedlichen sensorischen Konsequenzen führen können. Die sensorischen Charakteristika der Herkünfte überlappen sich. Deshalb wird der Dichte der Jahresringe zum Teil mehr Bedeutung als der Herkunft beigemessen (9), obwohl sie nach neueren Untersuchungen (24) in keinem Zusammenhang mit der Aromatik stehen.

Definiert man eine Charge als einen speziellen Barrique-Typ eines gegebenen Herstellers, so sind innerhalb einer Charge Unterschiede von 15-40 % im Gehalt an extrahierbaren flüchtigen Aromastoffen festgestellt worden. Durch statistische Extrapolation ergibt sich, dass dieser Gehalt eine Abweichung vom tatsächlichen Mittelwert erwarten läßt, die mit abnehmender Zahl der untersuchten Einzelstücke progressiv zunimmt. Die zu erwartende Abweichung beträgt 10 % bei einem Stichprobenumfang von 39 Barriques, 20 % bei zehn Barriques, 30 % bei vier Barriques und 50 % bei der Untersuchung von nur einem Barrique (31). Mit anderen Worten, leitet man aus einem einzigen Barrique eine Aussage über Eiche dieser Herkunft ab, so ist mit einer Abweichung von bis zu 50 % vom realen Mittelwert zu rechnen. Die sensorischen Unterschiede zwischen den Fässern sind auf die hohe Variabilität des biologischen Systems zurückzuführen.

Wird die gleiche Holzcharge durch verschiedene Kufereien verarbeitet, vergrößern sich diese Unterschiede durch die geringe Reproduzierbarkeit der traditionellen Herstellungsverfahren. In diesem Zusammenhang ist besonders die Intensität des Toastings eine ausgesprochen empirische und normen-

feindliche Größe (3,4,13,16,37). So wird verständlich, dass die sensorischen Charakteristika eines Barrique-Loses selbst aus einer eng umschriebenen Herkunft nur begrenzt festgeschrieben und reproduzierbar sind. Bei sehr ausdrucksstarken Grundweinen können Unterschiede zwischen einzelnen Herkünften nicht mehr differenziert werden (1).

Tendenzen

Trotz der hohen natürlichen Variabilität des Rohstoffes Holz und seiner Verarbeitung konnte die internationale Barrique-Forschung, konzentriert in USA und Frankreich, mittels Diskriminanzanalyse einige tendenzielle Unterschiede zwischen einzelnen Herkünften herauskristallisieren. So weist amerikanische Eiche weniger extrahierbare Tannine und mehr Eichen-Lacton in der geruchlich aktiven cis-Form auf als die meisten europäischen Eichen (5,8,14,15,16,21,29,32,34,36). Der geringe Tanningehalt kann sensorisch umgesetzt werden dahingehend, dass Weine aus amerikanischer Eiche mit die geringste Intensität für Adstringens aufweisen. Andererseits tendieren sie in der Aromatik nach einem etwas einseitigen Aufbau der Geruchskomponente Vanille, die sich in nachfolgenden Belegungen rasch verliert.

Limousin-Eiche weist nur sehr geringe Gehalte an Eichen-Lacton und Eugenol auf. Sie ist aromatisch arm, aber sehr tanninhaltig (14,37). Traditionell wird sie für die Lagerung von Destillaten genutzt.

Allier gilt als aromareiche Eiche mit geringem Tanningehalt. Die vorliegende sensorische Auswertung (Abb. 1) lässt keinen Vorteil hinsichtlich der Aromatik erkennen. Erfahrene wine-maker sagen ihr ein Aroma nach, in dem Gewürze und Gewürznelke („spicy“) dominieren.

Die einzige Untersuchung über portugiesische Eiche (2) erlaubt keine Abgrenzung gegenüber anderen Herkünften, während über deutsche und slowenische Eichen jegliche Untersuchungen fehlen. Die Praxis hat gezeigt, dass portugiesische Eiche innerhalb kürzester Zeit nach der Einlagerung des Weins ein intensives Aroma aufbaut, das auch nach der dritten und vierten Belegung noch deutlich zu erkennen ist. Sie ist eine recht ergiebige und betriebswirtschaftlich interessante Eiche, kann jedoch in der Erstbelegung empfindliche Rotweine einseitig mit Komponenten des Holzes überlagern. Die Hölzer Zentraleuropas (Ungarn, Slowenien usw.) sind aromatisch weniger dominant und für den Aufbau eines komplexen Aromas während längerer Lagerung auch für empfindliche Weine geeignet. Sie können der Eiche aus dem Allier recht nahe kommen. Deutsche Eichen sind in ihrer Variabilität noch nicht ausreichend bekannt, so dass die Grundlagen für eine definitive Charakterisierung gegenwärtig fehlen.

Grundsätzlich kann jede Provenienz brauchbare Eiche für gute Barriques liefern. Einige davon können den Hölzern renommierter französischer Herkünfte austauschbar ähnlich sein, ohne indessen deren Preisniveau zu erreichen.

Einsatz von Chips

Eiche ist ein begrenzt nachwachsender Rohstoff, und die Abholzung ganzer Wälder zur Profilierung gewisser Weintypen ist ökologisch nicht zu rechtfertigen. Die zu erwartende generelle Zulassung von Eichenchips, ein Abfallprodukt der Fassindustrie, ist somit von berechtigtem Interesse. Chips liefern das komplette Aromapotenzial der Eiche einschließlich des Ellagtannins. Menge und Geschwindigkeit, mit der diese Substanzen in den Wein übergehen, hängt entscheidend von der Größe der Holzpartikel bzw. ihrem Verhältnis von Gewicht zu Oberfläche ab.

Chips enthalten jedoch nicht den Sauerstoff, der das vorhandene Aromapotenzial in geruchlich aktives Aroma umsetzt. Alle Versuche (1,7) zur Anwendung von Chips unter Sauerstoffabschluss sprechen eine eindeutige Sprache: Im absolut sauerstofffreien Milieu bleibt das typische Eichenaroma aus. Sensorische Daten aus solchen Versuchen haben nur Gültigkeit in Verbindung mit einer bestimmten, in der Praxis meist unbekanntem Aufnahme und Umsetzung von Sauerstoff. Mittels kontrollierter Sauerstoffdosage durch Mikrooxidation können im Tank aus Chips hergestellte Pseudo-Barriqueweine sensorisch optimiert werden. Solche Weine können richtigen Barrique-Weinen täuschend ähnlich sein, ohne jedoch ihre Komplexität zu erreichen.

Ein interessantes Einsatzgebiet von Chips besteht in der Verlängerung der Nutzungsdauer gebrauchter Barriques. Das Fass als solches fungiert in dieser Situation nur noch als Lieferant von Sauerstoff, während die eingebrachten Chips die Inhaltsstoffe der Eiche zur Verfügung stellen.

Zusammenfassung

Die Frage, welcher Eiche der Vorzug einzuräumen ist, kann angesichts der Subjektivität des Qualitätsbegriffs nicht konklusiv beantwortet werden. Jede Eiche hat ihre Liebhaber. Es muß im Vorfeld definiert werden, in welche Richtung man das sensorische Profil des Weines lenken will. Interessant scheint in diesem Zusammenhang die Feststellung, dass die Herkünfte mit dem höchsten Prestige nicht unbedingt die höchsten Bewertungen für allgemein als positiv erachtete Aromakomponenten erhalten.

Sensorische Aussagen können grundsätzlich nur tendenzieller Natur sind. Technische Einzelheiten der Fertigung wie Trocknung und Toasting sind mindestens ebenso wichtig wie die Herkunft. Selbst innerhalb der gleichen Herkunft können trotz gleicher Herstellungsbedingungen erhebliche Unterschiede zwischen den Barriques auftreten, welche auf die natürliche Variabilität zwischen den einzelnen Bäumen zurückzuführen sind. Die Herkunft der Eiche hat deshalb nur eine beschränkte Aussagekraft.

Bei der Herstellung von Barrique-Weinen ist das Holz nur einer von vielen Faktoren. Die ursprünglichen Eigenschaften des Weines wie das Tannin-Anthocyan-Verhältnis bei Rotwein, sowie die Redoxführung während der Lagerung im Barrique spielen eine mindestens ebenso wichtige Rolle. Unter Redoxführung versteht man das gezielte Arbeiten mit Hefe, Sauerstoff und schwefliger Säure, um das Redoxpotenzial mehr in die reduktive oder in die oxidative Richtung zu lenken. Dabei wirkt die Hefe stärker reduktiv als die schweflige Säure. Zu starke Reduktivität hemmt den Aufbau des Eichenaromas. Bei weißen Barrique-Weinen steht der Aufbau von Mundfülle durch Autolyse der Hefe im Vordergrund. Dem Arbeiten mit der Hefe kommt dort eine größere Bedeutung als in Rotweinen zu.

Literatur

1. Aiken J.W., Noble A.C.: Comparison of the aromas of oak- and glass-aged wines. *Am. J. Enol. Vitic.* 35, 4, 196-199 (1984).
2. Belchior A.P., Puech J.-L.: Caractéristiques de la composition phénolique du bois de chêne portugais et de quelques eaux-de-vie de vin. *Ciência Téc. Vitiv.* 2, 2, 57-65 (1983).
3. Chatonnet P.: Discrimination and control of toasting intensity and quality of oak wood barrels. *Am. J. Enol. Vitic.* 50, 479-494 (1999).
4. Chatonnet P., Boidron J.N., Pons M.: Incidence du traitement thermique du bois de chêne sur sa composition chimique, Part II. *Conn. Vigne Vin* 23, 223-250 (1989).
5. Chatonnet P., Dubourdiou D.: Comparative study of the characteristics of American white oak (*Quercus alba*) and European oak (*Quercus petraea* and *Quercus robur*) for production of barrels used in barrel aging of wines. *Am. J. Enol. Vitic.* 49, 1, 79-85 (1998).
6. Clímaco M.C. et al.: Contribuição para o estudo do aroma em vinhos tintos envelhecidos em madeira de carvalho. *Ciência Téc. Vitiv.* 7, (1), 19-31 (1988).
7. Clímaco M.C., Belchior A.P., Belchior R.M.: A utilização de aparas de madeira no envelhecimento de vinhos tintos. *Ciência Téc. Vitiv.* 9, (1-2), 51-61 (1990).
8. Fernandez de Simon B. et al.: Les composés phénoliques de faible poids moléculaire dans les bois de chêne espagnol, français et américain. *J. Sci. Tech. Tonnellerie* 2, 1-11 (1996).
9. Feuillat F., Keller R., Huber F.: Structure anatomique et porosité du bois des chênes rouvres et pédoncule. Conséquence sur l'utilisation en tonnellerie. *Revue Fr. d'Oenologie* No. 71 (1981).
10. Feuillat F. et al.: Variation in the concentration of ellagitannins and cis- and trans- β -methyl- γ -octalactone extracted from oak wood under model wine cask conditions. *Am. J. Enol. Vitic.* 48, 4, 509-515 (1997).
11. Guerra C., Glories Y., Vivas N.: Influence des ellagitanins sur les réactions de condensation flavonols / anthocyanes / éthanal. *J. Sci. Tech. Tonnellerie* 2, 89-95 (1996).

12. Laszlavik M. et al.: Phenolic compounds in two Hungarian red wines matured in *Quercus robur* and *Quercus petraea* barrels: HPLC analysis and diode array detection. *Am. J. Enol. Vitic.* 46, 1, 67-74 (1995).
13. Masson G., Moutounet M., Puech J.-L.: Ellagitannin content of oak wood as a function of species and of sampling position in trees. *Am. J. Enol. Vitic.* 46, 3, 262-268 (1995).
14. Masson G. et al.: Stereoisomers of β -methyl- γ -octalactone. II. Contents in the wood of French (*Quercus robur* and *Quercus petraea*) and American (*Quercus alba*) oaks. *Am. J. Enol. Vitic.* 46, 4, 424-428 (1995).
15. Masson G., Puech J.-L., Moutounet M.: Composition chimique du bois de chêne de tonnellerie. *Bull de l'OIV*, 1996, 635-657.
16. Masson G. et al.: Teneur en stéréo-isomères de la β -methyl- γ -octalactone des bois de chêne européens et américains. *J. Sci. Tech. Tonnellerie* 3, 1-8 (1997).
17. Peyron D., Boukharta M., Feuillat M.: Evolution de la composition phénolique des vins rouges en relation avec la qualité des bois de chêne de tonnellerie. *Revue Fr. d'Oenologie, Cahier Scientifique*, No. 146 (1994).
18. Pocock K.F., Sefton M.A., Williams P.J.: Taste thresholds of phenolic extracts of French and American oak wood: The influence of oak phenols on wine flavor. *Am. J. Enol. Vitic.* 45, 4, 429-434 (1994).
19. Pontallier P., Salagoity-Auguste M.-H., Ribéreau-Gayon P.: Intervention du bois de chêne dans l'évolution des vins rouges élevés en barriques. *Conn. Vigne Vin* 16, 1, 45-61 (1982).
20. Pontallier P., Ribéreau-Gayon P.: Influence de l'aération et du sulfitage sur l'évolution de la matière colorante des vins rouges au cours de la phase d'élevage. *Conn. Vigne Vin* 17, 2, 105-120 (1983).
21. Rous C., Alderson B.: Phenolic extraction curves for white wine aged in French and American oak barrels. *Am. J. Enol. Vitic.* 34, 4, 211-214 (1983).
22. Saint-Cricq de Gaulejac N., Glories Y., Vivas N.: Le rôle de la barrique dans le French paradox. *Actes du Colloque Sciences et Techniques en Tonnellerie, Vigne et Vin, Publications internationales*, Vol. IV, 75-82 (1988).
23. Salmen J. M. et al.: Modifications chimiques des lies consécutives à l'apport d'oxygène pendant l'élevage des vins sur lies. *Oenologie* 99, 6^e Symposium international d'Oenologie, A. Lonvaud-Funel (Coord.), Editions Tec & Doc, Paris 2000, 428-432.
24. Sauvageot F., Feuillat F.: The influence of oak wood (*Q. robur* L., *Q. petraea* L.) on the flavor of Burgundy Pinot noir. An examination of variation among individual trees. *Am. J. Enol. Vitic.* 50, 447-455 (1999).
25. Schneider V.: Weinausbau im Barrique. *Die Winzer-Zeitung* 8, 23-26 (1994).
26. Schneider V.: Die Hefe nach der Gärung. *Das Deutsche Weinmagazin* 22, 20-24 (2000).
27. Schneider V.: Mikrooxidation junger Rotweine, Teil III: Der Einfluß önologischer Parameter. *Das Deutsche Weinmagazin* 4, 19-25 (2001).
28. Singleton V.L., Rossi J.A.: Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.* 16, 144-158 (1965).
29. Singleton V.L.: Maturation of wines and spirits: Comparisons, facts and hypotheses. *Am. J. Enol. Vitic.* 46, 1, 98-115 (1995).
30. Somers T.C., Evans M.E.: Spectral evaluation of young red wines. Anthocyanin equilibria, total phenolics, free and molecular SO₂, chemical age. *J. Sci. Fd. Agric.* 28, 279-287 (1977).
31. Towey J., Waterhouse A.L.: Barrel-to-barrel variation of volatile oak extractives in barrel fermented Chardonnay. *Am. J. Enol. Vitic.* 47, 1, 17-20 (1996).

- 32.** Towey J., Waterhouse A.L.: The extraction of volatile compounds from French and American oak barrels in Chardonnay during three successive vintages. *Am. J. Enol. Vitic.* 47, 2, 163-172 (1996).
- 33.** Vivas N. et al.: Estimation du degré de polymérisation des procyanidines du raisin et du vin par la méthode au p-diméthylaminocinnamaldéhyde. *J. Int. Sci. Vigne Vin* 28, 4, 319-336 (1994).
- 34.** Vivas N., Glories Y.: Les ellagitannins du bois de coeur de différentes espèces de chênes (*Quercus* sp.) et de châtaignier (*Castanea sativa* Mill.). Dosage dans les vins rouges élevés en barriques. *J. Sci. Tech. Tonnellerie* 2, 25-49 (1996).
- 35.** Vivas N., Glories Y.: Role of oak wood ellagitannins in the oxidation process of red wines during aging. *Am. J. Enol. Vitic.* 47, 1, 103-107 (1996).
- 36.** Vivas N.: Le point sur la qualité et la classification des chênes américains. Actes du Colloque Sciences et Techniques de la Tonnellerie, Vigne et Vins, Publications internationales, Vol. IV, 17-27 (1998).
- 37.** Vivas N.: Manuel de tonnellerie, 1^e. éd. Editons Féret, Bordeaux 1998.

Tab. 1: Intensität des Toastings von Barriques und seine sensorischen Konsequenzen für den Wein.

Merkmale	nicht getoastet	schwach getoastet	mittel getoastet	stark getoastet
Geruch	harzig grünes Holz, Eichenstaub	milder Holzgeruch	ausdrucksvoller, komplexer Holzgeruch, Zimt, Vanille, Gewürznelke	Karamel, verbrannter Kaffee, fader Holzgeruch, wenige aromatische Komponenten
Geschmack	bitter und adstringierend	weniger adstringierend als ohne Toasting, leicht holzig	weiterer Abbau von Bittere und Adstringens, geröstetes Brot	angebranntes Holz, Bittere und Adstringens nehmen wieder zu
Dauer des Ausbrennens	-	5 Minuten bei 120-180°C	15-30 Minuten bei ca. 200°C	30-60 Minuten bei 200-230°C

Tab. 2: Sensorische Parameter und ihre Referenzlösungen.

Basiswein der Referenzlösungen war ein neutraler Silvaner.

Buntfrüchte	20 ml Sauerkirsch-Nektar, 20 ml Schwarzer-Johannisbeer-Nektar und zwei zerdrückte Brombeeren auf 100 ml Wein.
Rauchig	1,5 g Rebholz über offener Flamme anbrennen und während 24 Stunden in 100 ml Wein extrahieren.
Tabak	0,5 g Zigarettentabak (Drum) während einer Stunde in 100 ml Wein extrahieren.
Zimt	10 mg Zimt in Pulverform in 100 ml Wein lösen.
Vanille	2 mg Vanillin in 1 ml Ethanol auflösen und zu 100 ml Wein.
Tresterschnaps	5 ml Tresterschnaps zu 100 ml Wein.
Leder	2,5 g altes Schuhleder während 24 Stunden in 100 ml Wein extrahieren.
Mokka	0,1 g Getränkepulver mit löslichem Bohnenkaffee (Nescafé „frappé“, Typ „Eiskaffee“ in 100 ml Wein lösen.
Bittere	20 mg Chininchlorid in 1 Liter Wasser lösen.
Adstringens	1,5 g Ellagtannin in 1 Liter Wasser mit 5 % Ethanol lösen.

Tab. 3: Analytische Veränderungen von Farbe, Tannin und chemischem Alter während dreimonatiger Lagerung in Barriques.

Gesamtphenole nach Singleton und Rossi, (28), alle anderen Parameter nach Somers und Evans (30).

	Tank	Deutschland	Slowenien	Portugal	USA	Allier	Limousin
Gesamtphenol, mg/l	1450	1340	1310	1305	1350	1360	1310
polymere Pigmente (A 520)	0,103	0,103	0,179	0,103	0,107	0,115	0,108
monomere Anthocyane, mg/l	419	406	323	403	386	385	385
ionisierte Anthocyane, mg/l	107	107	105	106	102	95	104
Farbe (A 520) bei 0 mg/l SO ₂	7,05	7,00	7,26	7,00	7,00	6,85	7,15
chemisches Alter (% polymerer Pigmente an Farbe)	22,0	22,8	29,4	22,5	23,3	23,7	23,0