

Biodiversität und Reintönigkeit - ein Widerspruch bei der Weinbereitung?

REINHARD EDER, STEFAN WELLANSCHITZ, ELISA STOCKINGER, SILVIA WENDELIN, KARIN KORNTHEUER, VERONIKA SCHOBER, MARTIN SCHMUCKENSCHLAGER, WALTER BRANDES und HARALD SCHEIBLHOFFER

Lehr- und Forschungszentrum für Wein- und Obstbau
A-3400 Klosterneuburg, Wiener Straße 74
E-mail: Reinhard.Eder@weinobst.at

*Während die industrielle Weinbereitung mit der Verwendung neuer technologischer Verfahren (z. B. Konzentrierungsverfahren, Fraktionierung) und spezieller Zusatzstoffe (z. B. Mannoproteine, CMC, Tannine) eher zu einer Vereinheitlichung der Weine führt, kann die Nutzung der Vielfalt an Arten und Ökosystemen zu einer Individualisierung der Weine führen. So können beispielsweise durch Verwendung autochthoner Rebsorten, Auspflanzung auf unterschiedlichen Böden, Zulassung einer vielartigen Weingartenfauna und -flora sowie durch Anwendung von spontanen Fermentationen (alkoholische Gärung und biologischer Säureabbau) ausdrucksvolle und einzigartige Weine hergestellt werden. Andererseits steht aber ein vermehrtes Zulassen der Biodiversität bei der Weinbereitung häufig im Gegensatz zu dem Qualitätskriterium Reintönigkeit. Unter reintonigen Weinen versteht man Weine, deren Aromatik und Geschmacksbild durch Traubeninhaltsstoffe sowie durch Stoffwechselprodukte von der alkoholischen Gärung mit *Saccharomyces cerevisiae* und vom biologischen Säureabbau mit *Oenococcus oeni* geprägt sind. In der vorliegenden Arbeit werden Versuchsergebnisse mit der Spontangärung als eine Maßnahme zum Zulassen von Biodiversität bei der Weinbereitung vorgestellt. Bei Versuchen mit Mosten der Sorte 'Grüner Veltliner' bzw. Maischen der Sorte 'Blaufränkisch' wurde beobachtet, dass Spontangärungen gegenüber Reinzuchthefegärungen eine längere Gärdauer haben und dass die Weine höhere Gehalte an biogenen Aminen und schwefelbindenden Substanzen aufweisen. Vorteilhaft bei den Spontangärvarianten waren die höheren Gehalte an Glycerin und die besseren Farbwerte. Bei der sensorischen Beurteilung waren keine einheitlichen Bevorzugungen erkennbar. Die Verwendung von Mischhefepräparaten bzw. von Non-*Saccharomyces*-Hefen zur Verbesserung der Komplexität von Weinen wurde mit sieben Präparaten anhand der Sorte 'Rheinriesling' getestet. Die mit Mischhefepräparaten erzielten Ergebnisse waren zufriedenstellend, sodass diese Präparate eine sinnvolle Anwendung der Biodiversität zur Steigerung der Weinqualität darstellen.*

Schlagwörter: Wein, sensorische Qualität, Spontangärung, Mischhefepräparate, Non-*Saccharomyces*-Hefen, *Brettanomyces*, *Schizosaccharomyces*

*Biodiversity and purity - a contradiction in winemaking? Whereas industrialized winemaking using new technological procedures (e.g. concentrating processes, fractionation) and special additives (e.g. mannoproteins, CMC, tannins) results in a standardization of wines, an individualisation of the wines can be achieved by making use of the diversity of species and ecosystems. Thus, for example, expressive and unique wines can be produced by using indigenous grape varieties, planting vines on different soils, endorsing a diversified vineyard fauna and flora and employing spontaneous fermentations (alcoholic and malolactic fermentation). On the other hand, endorsement of biodiversity in winemaking often contrasts the quality criterion of purity. Pure wines are those, the aromas and tastes of which are determined by grape ingredients as well as metabolic products resulting from an alcoholic fermentation with *Saccharomyces cerevisiae* and a malolactic fermentation with *Oenococcus oeni*. In this work results are presented from experiments with spontaneous fermentation as a means of endorsing biodiversity in winemaking. In experiments with musts from the variety 'Grüner Veltliner' and mashes from the variety 'Blaufränkisch' it was observed, that spontaneous fermentations have a longer duration of fermentation than fermentations with selected yeasts,*

the wines show higher levels of biogenic amines and sulphur-binding substances. Positive aspects of the spontaneous fermentations were higher levels of glycerol and better colour values. In the sensory evaluation no consistent preferences were identified. The use of combined yeast preparations or non-Saccharomyces yeasts to improve the complexity of wines was tested with seven preparations with the variety 'Rhineriesling'. The results obtained with combined yeast preparations were satisfactory, so that these products represent a reasonable use of biodiversity to improve wine quality.

Keywords: wine, sensory quality, spontaneous fermentation, combined yeast preparations, non-Saccharomyces yeasts, *Brettanomyces*, *Schizosaccharomyces*

Definitionsgemäß entsteht Wein durch Vergärung von frischen, für die Weinbereitung geeigneten Weintrauben. Demzufolge enthält Wein das aus den vergärbaren Zuckern entstandene Ethanol, den bei der Vergärung unvergoren gebliebenen Restzucker, organische und anorganische Säuren, Mineralstoffe, verschiedenartige Stickstoffverbindungen, unterschiedliche Phenole und eine Vielzahl von Aromastoffen. Für den Duft, den Charakter, aber insbesondere für die Reintönigkeit eines Weines sind diese Aromastoffe von wesentlicher Bedeutung.

Der absolute Gehalt an Aromastoffen ist mit 0,8 bis 1,2 g/l (ca. 1 % des Ethanolgehalts) im Wein eher gering. Diese Menge verteilt sich aber auf eine Vielzahl von Verbindungen, so wurden im Wein bereits mehr als 800 verschiedene Aromastoffe nachgewiesen, und dank immer leistungsfähigerer Analysemethoden werden ständig neue identifiziert. Der Begriff Aromastoffe ist sehr allgemein und wird für leichtflüchtige Substanzen verwendet, die mit dem Geruchssinn wahrnehmbar sind. Es handelt sich hierbei um niedermolekulare, hydrophile oder lipophile Verbindungen mit einem maximalen Molekulargewicht von 300 Dalton. Einige Aromastoffe liegen in den Trauben und im Most als nichtflüchtige Prekursoren vor und werden erst durch Abspaltung vom Bindungspartner wahrnehmbar. Chemisch betrachtet zählen Aromastoffe zu einer Vielzahl unterschiedlicher Substanzklassen, wie beispielsweise Kohlenwasserstoffe, Alkohole, Carbonyle (Aldehyde, Ketone), Säuren, Ester, Lactone, Schwefelverbindungen, Thioverbindungen, Stickstoffverbindungen, Methoxy-pyrazine, Phenole, Furane, Epoxide, Acetamide, Basen, Acetale, Ether u. a (RAPP, 1992). Als Folge dieser Vielgestaltigkeit sind die Schwellenwerte für das Erkennen der verschiedenen Aromastoffe stark unterschiedlich und liegen im Bereich von 10^{-4} bis 10^{-13} g/l. In technologischer Hinsicht können die Aromastoffe des Weines in Primär-, Sekundär-, Tertiär- und Quartäraromen eingeteilt werden (WÜRDIG und WOLLER, 1989).

Das Primäraroma eines Weines bezeichnet die Aromastoffe, die von der originären gesunden Traube stam-

men. Es sind dies die von den Isoprenen abgeleiteten Terpene, welche einen süßlich-blumigen Duft aufweisen bzw. an Rosen, Zitrone, Fichtennadeln, Wachs und Gewürze erinnern. Die Terpene sind die charakteristischen Aromastoffe von aromatischen Weinsorten wie 'Muskateller' (Linalool) und 'Traminer' (cis-Rosenoxid, Geraniol), sie sind aber auch in 'Rheinriesling' und 'Sämling' prägend (RAPP et al., 1985). Bedeutende Vertreter der azyklischen Terpene sind Geraniol, Citronellol, Linalool und Nerol; bekannte Beispiele für monozyklische Terpene sind Rosenoxid und Menthol und für bicyklische Terpene Kämpferol und Borneol. Ein bedeutender Teil der Terpene liegt in den Trauben und im Most als glycosidisch gebundene, nicht-flüchtige Aromavorstufe vor (Aromapotenzial: glycosidisch gebundene Glucose = GGG) und wird erst im Zuge der Weinbereitung durch traubeneigene Enzyme oder zugesetzte pektolytische Enzympräparate bzw. durch Hefen freigesetzt und somit wahrnehmbar (DIMITRIADIS and WILLIAMS, 1984).

Eine andere bedeutende primäre Aromastoffgruppe sind die Methoxy-pyrazine, die dem Wein einen typischen Geruch nach grünem Pfeffer und grünem Paprika verleihen. Es handelt sich hierbei um die Verbindungen 2-Methoxyisobutylpyrazin, 2-Methoxyisopropylpyrazin, 2-Methoxyisobutylpyrazin und 2-Methoxyisothylpyrazin, die das Bukett der Sorten 'Cabernet Sauvignon', 'Sauvignon blanc' und 'Cabernet Franc' sehr typisch prägen (WAMPFLER and HOWELL, 2004). Diese aromatischen Stickstoffheterozyklen sind hauptsächlich in der Beerenhaut lokalisiert, sodass infolge langer Maischestandzeit eine stärkere Extraktion ermöglicht wird. Da die Konzentrationen mit zunehmender Reife abnehmen, sind sie vermehrt in leicht unreifen Produkten enthalten (KOTSERIDIS et al., 1999). Bemerkenswert ist, dass der Mensch gegenüber Methoxy-pyrazinen sehr niedrige Wahrnehmungsschwellenwerte hat (ca. 5 ng/l) und schon bei nur geringfügig höheren Konzentrationen unerwünschte Aromaeindrücke ("Katzenpisse") auftreten (ROUJOU DE BOUBÉE et al., 2002).

Eine chemisch vollkommen andere Aromastoffgruppe stel-

len die Thioverbindungen dar, wobei bisher im Wein die Verbindungen 4-Mercapto-4-methylpentan-2-on (4-MMP), 4-Mercapto-4-methylpentan-2-ol (4-MMPOH), 3-Mercapto-3-methylbutan-1-ol (3-MMB), 4-Mercapto-hexylacetat (A3MH) und 4-Mercapto-hexan-1-ol (3MH) identifiziert wurden. Diese mittel- bis langkettigen Thioverbindungen verleihen reifen Weinen der Sorten 'Sauvignon blanc', 'Cabernet Sauvignon', 'Sämling' und 'Merlot' die typischen Aromen nach Schwarzer Johannisbeere, Grapefruit, Passionsfrucht, Zitrus und Ginster und stehen damit im deutlichen Gegensatz zu den unerwünschten kurz-kettigen Mercaptanen und Sulfiden, welche den Weinfehler "Böckser" hervorrufen. Analog zu den Terpenen liegen auch die Pentyl- und Hexylmercaptane in Trauben und Mosten größtenteils als höhermolekulare, nichtflüchtige Prekursoren vor, wobei in diesem Fall Cystein als Bindungspartner fungiert. Im Zuge der Verarbeitung, aber auch des Weinkonsums werden durch die β -Lyase Aktivität der Hefen bzw. des Speichels diese Aromastoffe freigesetzt (TOMINAGA et al., 1998; TOMINAGA et al., 2000).

Besondere, zum Teil gewöhnungsbedürftige Aromastoffe kommen in Trauben von Nicht-Vitis vinifera-Rebsorten („Amerikanerreben“) vor (RAPP und VERSINI, 1996). So wird beispielsweise das in vielen Hybrid- und Direktträgersorten vorkommende 2-Aminoacetophenon auf Grund seines wachsig-chemischen Duftes in Weinen von Vitis vinifera-Rebsorten als Weinfehler (UTA) abgelehnt. Auch das häufig ausgeprägte Stachelbeer- und Erdbeeraroma ist für manche Weinkoster ungewöhnlich, kann aber im Sinne der Biodiversität als Spezialität akzeptiert werden (EDER, 2007).

Alle in dieser Gruppe zusammengefassten sortentypischen Aromastoffe aus der Traube sind in reintonigen Weinen erwünscht, wobei durch die Vielzahl der Rebsorten eine große Variabilität der Bukettausprägungen möglich ist.

Als Sekundäraroma kann man jene flüchtigen Substanzen zusammenfassen, die infolge einer Pilzinfektion oder anderer Schädigungen in der Traube entstehen. Diese Kategorie umfasst in sehr geringem Umfang Substanzen, die das Bukett positiv beeinflussen, wie beispielsweise das an Karamell erinnernde Sotolon (4,5-Dimethyl-3-hydroxy-2-furanon), welches eine Leitsubstanz edelfauler Weine ist (SCHNEIDER et al., 1998; MIKLOSZY et al., 2004). In der Mehrzahl der Fälle bewirkt aber eine Pilzinfektion mit Botrytis (Sauerfäule), Penicillium, Aspergillus oder Mehltau unerwünschte Aromaveränderungen, beispielsweise in Form der Ausprä-

gung von Pilznoten (nasser Waldboden, Champignons) durch höhere ungesättigte Alkohole (1-Octen-3-ol und 3-Octenol) oder dumpf-muffiger Noten durch Geosmin, Isoborneol oder bestimmte Methoxypyrazine. Diese Substanzen sind in der Regel schon in geringsten Konzentrationen (ng/l) für Menschen wahrnehmbar und daher als Kontaminanten sehr unangenehm. Neben der Traube als primärer Fehlerursache können auch unsaubere Behältnisse (z. B. Fässer, Tanks), aber auch Gerätschaften und Schläuche, Verschlüsse (Korken) und Weinbehandlungsmittel (z. B. Bentonit) als Kontaminationsquellen auftreten (CHATONNET et al., 1994).

Neben der Kontamination des Lesegutes mit Pilzen stellt die Infektion mit Essigbakterien ein häufig auftretendes Qualitätsproblem dar. Infolge mechanischer (z. B. Maschinen, Hagel) oder biologischer Beschädigungen (z. B. Wespenfraß) können aerobe Bakterien der Gattung Gluconobacter und Acetobacter die Trauben befallen und inakzeptabel hohe Mengen an Essigsäure und flüchtigen Estern (Ethylacetat u. a.) bilden, die einen Weinverderb zur Folge haben. Diese oxidativen Weinfehler sind auch mit bester Kellertechnik nicht mehr zu korrigieren, sodass derartig geschädigtes Lesegut unbedingt von der Verarbeitung ausgeschlossen gehört.

In Hinblick auf die Herstellung reintoniger Weine sollte mit der Ausnahme edelfauler Weine auf die Verwendung von krankem, pilzinfiziertem oder essigstichigem Lesegut verzichtet werden. Da bereits durch Mitverarbeitung geringer Mengen (5 %) von schimmeligem Traubenmaterial der Wein einen deutlichen Fehlton erhalten kann, sollte durch Auslese bereits im Weingarten bzw. durch Selektion vor oder auch nach dem Rebeln kontaminiertes Lesegut entfernt werden. Eine interessante Zukunftsalternative zur aufwändigen manuellen Auslese stellen dabei automatische Sortier- und Selektiermaschinen dar.

Für den Duft von vielen Weinen aromaschwächerer Rebsorten sind die Tertiäraromen, welche im Zuge der Weinbereitung gebildet werden, von immenser Bedeutung. Bereits während der alkoholischen Gärung werden die höheren Alkohole gebildet, welche die mengenmäßig dominierenden Aromastoffe in Wein sind (DITTRICH und GROßMANN, 2005).

In angemessenen Konzentrationen verleihen die höheren Alkohole dem Wein eine breite, wenig-nussige bis ölige Grundaromatik, die teilweise auch an Marzipan und Weinbrand erinnert. Bei überdurchschnittlich hohen Konzentrationen wandelt sich die Wahrnehmung aber hin zu fuseligen, aufdringlich derben Noten.

Neben der Aromawirksamkeit sind die höheren Alkohole aber auch wegen ihrer schlechten Bekömmlichkeit und der damit einhergehenden Kopfschmerz verursachenden Wirkung erwähnenswert.

Gemeinsam mit verschiedenen organischen Säuren können die höheren Alkohole eine Vielzahl verschiedener Ester formen, welchen einen starken Einfluss auf das Weinbukett ausüben. Die Art der vorwiegend gebildeten Ester hängt von der Gärtemperatur ab, wobei bei kühlerer Gärtemperatur kurzkettige Ester mit exotischem Duft (z. B. Drops, Banane, Maracuja, Zitrus) und bei wärmeren Gärtemperaturen langkettige Ester mit nussig-brotigem Aroma gebildet werden. Die häufig mit Frische assoziierten kurzkettigen Ester weisen aber eine geringe Beständigkeit auf und werden im Zuge der Weinreifung abgebaut bzw. in weniger aromatische Ester von Dicarboxylsäuren (z. B. Succinate, Malate) umgewandelt. Demgegenüber sind die langkettigen Ester beständiger, wodurch diese Aromanoten in gereiften Weinen deutlicher wahrnehmbar sind. Demgemäß sind auch wärmer vergorene Weine besser für eine längere Lagerung geeignet als kühl vergorene (ANTONELLI et al., 1999).

Neben diesen positiven Aromastoffen können im Zuge einer problematischen Gärung aber auch Fehler verursachende Substanzen gebildet werden. So gibt es eine Vielzahl von Ursachen (z. B. Nährstoffmangel, Hefestress), die die vermehrte Bildung von unerwünschten böckserauslösenden Thioverbindungen, wie beispielsweise Schwefelwasserstoff, Methylthiol (Methylmercaptan), Ethylthiol (Ethylmercaptan), Diethyl-Sulfid oder Thioessigsäure, verursachen (PARK et al., 1994).

Eine weitere Ursache für die Ausprägung negativer Gäraromen ist ein Gärbeginn mit unerwünschten Wildhefen (Apiculatushefen der Gattungen *Hanseniaspora* u. a.), wobei neben Essigsäure verschiedene Ester, Aldehyde, Thioverbindungen u. a. gebildet werden, die die Reintönigkeit von Weinen nachhaltig stören. Eine aktuelle Frage der Weinforschung ist nun, ob und inwieweit es möglich ist, diese zumeist als negativ empfundenen Aromaveränderungen minimieren und die eigentlich unerwünschten Mikroorganismen hintanzuhalten, sodass interessantere Weine hergestellt werden können. Das Ziel dieser Forschungsvorhaben ist es, unter Nutzung der vorhandenen natürlichen Biodiversität dem Konsumenten komplexere und individuellere Weine anzubieten als bisher.

Neben der alkoholischen Gärung tragen auch noch alle anderen Verarbeitungsschritte zur Ausprägung des Tertiäraromas bei. Von besonderer Bedeutung ist hierbei

der Biologische Säureabbau (BSA), dessen Auswirkungen auf die Weinaromatik generell als positiv bewertet werden können. Neben den erwünschten Hauptfunktionen, wie Verringerung der Säure, Harmonisierung des Geschmacksbildes und Stabilisierung des Weines ist auch die Modulierung der Weinaromatik von erheblicher Bedeutung. Üblicherweise werden infolge eines sauberen BSAs durch Milchsäurebakterien der Gattung *Oenococcus oeni* die grünen, grasigen, primärfruchtigen Aromen verringert und buttrige, cremige, an Biskuit und Joghurt erinnernde Duftstoffe gebildet. In derartigen Fällen spricht man von Weinen mit einem reintönigen BSA (CHATONNET et al., 1995).

Nur in seltenen Fällen, insbesondere dann, wenn der BSA durch weniger geeignete Bakterien (z. B. *Pediococcus*, *Lactobacillen*) erfolgte oder wenn der BSA in restzuckerhaltigen Weinen oder bei zu hohen pH-Werten stattgefunden hat, entstehen unerwünschte und störende Veränderungen der Aromatik (z. B. Sauerkrautton, käsig, penetrante Joghurtnote, ranzige Butter), welche die Reintönigkeit beeinträchtigen. In derartigen Fällen hätte dann die Biodiversität im Wein der Reintönigkeit geschadet.

Eine zusätzlich Dimension der Weinaromatik, die aber hauptsächlich bei Rotweinen zum Tragen kommt, ist die Veränderung der Aromatik und somit auch Reintönigkeit im Zuge des Ausbaus im kleinen Eichenfass (Barrique). Während dieser Lagerung kommt es zu mannigfachen Veränderungen, wie beispielsweise Wasserverdunstung, Gasaustausch und Anreicherung mit Aromastoffen. Die holz-assoziierten Aromastoffe können im Wesentlichen zu den Gruppen der flüchtigen Phenole (Vanillin, Syringaldehyd, Kresole u. a.), der Lactone (Whiskeylacton) und der Furane (HMF, Furfural u. a.) gezählt werden (PEREZ-PRieto et al., 2002). Diese Aromastoffe bewirken generell eine Verbesserung der Weinaromatik und sind mit dem Begriff "reintöniger Weinö kompatibel. Eine interessante Zusatzmöglichkeit für die Differenzierung von Weinstilen bietet hierbei die Biodiversität des Holzes, indem für die Fassherstellung verschiedene Holzarten oder Eichen verschiedener Herkünfte verwendet werden können. Wenn Tannine dem Wein zugefügt werden, erweitert sich diese Palette noch um einige exotische Hölzer, die üblicherweise für die Fassherstellung nicht herangezogen werden.

Gänzlich anders sieht aber die Situation aus bei der Kontamination des Holzes mit Hefen der Gattung *Brettanomyces*. Diese üblicherweise als Schädling angesehene Hefe kann aus Abbauprodukten der traubenei-

genen Phenolcarbonsäuren unerwünschte Ethylphenole bilden, die bei Überschreiten von Schwellenwertkonzentrationen im Wein als Brettanomyces-Weinfehler angesprochen werden (FUGELSANG und ZOECKLEIN, 2003). Die individuelle Toleranz und Empfindlichkeit gegenüber diesen flüchtigen Phenolen ist aber sehr unterschiedlich, sodass die Beurteilungen von „brettverdächtigen“ Weinen häufig sehr unterschiedlich ausfallen. Dies ist insbesondere dadurch begründet, dass diese Ethylphenole in geringeren Konzentrationen auch durchaus interessante Aromadeskriptoren, wie beispielsweise ledrig, rauchig, Selchfleisch oder Holunderfrüchte, aufweisen (KNAPP et al., 2010).

Die während der Reifung und Lagerung von Weinen auftretenden Aromastoffe werden als Quartäraroma bezeichnet. Neben den bereits oben erwähnten unerwünschten Veränderungen im Zuge einer Infektion mit *Brettanomyces* finden in alternden Weinen Umesterungen der Acetate hin zu Mono- und Dicarbonsäurethylestern statt, wodurch die Frische und Duftigkeit deutlich vermindert wird. Weiters entstehen aus Substanzen des Carotinoidabbaus C¹³-Norisoprenoide, wodurch die für Altweine oft typische Petrolnote, Kerosinnote bzw. der Juchtenton entsteht. Leitsubstanzen für diese Veränderungen sind Damascenon, welches an Tabak erinnert, Vitispiran (2,10,10-Trimethyl-6-methylen-1-oxaspiro-dec-7-en), TDN (1,1,6-Trimethyl-1,2-dihydronaphthalin) und Actinidiol (FRANCIOLI et al., 2003).

In großen, gereiften Weinen der Sorte 'Rheinriesling', 'Weißburgunder', aber auch 'Grüner Veltliner' sind diese Aromanoten durchaus akzeptierbar und sind somit Bestandteil der Biodiversität des Weinaromas.

Demgegenüber sind alle muffigen, dumpfen Noten, wie sie durch mikrobiell kontaminierte Lagerungsbehälter, Luft oder Verschlüsse (Bromanisole, Chlorphenole, Chloranisole u. a.) in den Wein gelangen, kein wünschenswerter Beitrag der Biodiversität zur Weinqualität und aus Gründen der Reintönigkeit durch Einsatz einer effizienten Keller- und Füllhygiene auszuschließen.

Auf Grund des bisher Gesagten ist deutlich erkennbar, dass die alkoholische Gärung einen wesentlichen Schritt zur Beeinflussung der Weinaromatik und ganz allgemein der Weinqualität darstellt. Hierbei stellt sich aber heutzutage für viele WinzerInnen die Frage, ob sie zu Gunsten der Komplexität des Weines eine Spontangärung zulassen oder ob sie doch mit Trockenreinzuchthefen auf Nummer sicher gehen sollen (GROSSMANN, 2007). Einen wesentlichen Unterschied zur Vergärung mit Reinzuchthefen stellt bei der Spontanvergä-

rung das Gewährenlassen der Nicht-*Saccharomyces*-Hefen während der verlängerten Angärphase dar (SCHÜTZ und GAFNER, 1993). Dies stellt aber ein nicht unbeträchtliches Risiko dar. Zwar werden in günstigen Fällen zusätzliche Aromen gebildet, in unerwünschten Situationen können aber fehlerhafte Aromen entstehen. Ein weiterer Nachteil bei der spontanen Vergärung ist, dass man größere Gärrapazitäten braucht, da die Moste möglicherweise langsamer gären als bei einer Gärung mit Reinzuchthefen. Auch ist in Jahren mit einer schlechten Traubenqualität eine Spontangärung nicht zu empfehlen, da auf infiziertem Traubenmaterial viele unerwünschte Mikroorganismen vorhanden sind (z. B. Schimmelpilze, Essigbakterien, wilde Hefen). Ein interessanter Kompromiss zur Spontangärung kann daher sein, dass man den Most bis zu einem Alkoholgehalt von 4 % vol. spontan gären lässt und ihn danach mit Reinzuchthefen beimpft. Als Alternative zur Spontangärung gibt es seit wenigen Jahren am Markt erhältliche Mischhefepräparate. Ihre Hersteller versprechen, dass sich durch das Vorhandensein von Nicht-*Saccharomyces*-Stämmen und *Saccharomyces*-Stämmen in den Präparaten die unsichere, aber Komplexität bringende Spontangärung mit der Sicherheit und Reintönigkeit der Reinzuchthefegärung vereinen lässt (HERMANN et al., 2008). Ein ähnlicher Ansatz ist die Verwendung von Wildhefen (*Nicht-Saccharomyces*-Stämmen) vor dem Einsatz von Gärhefen (*Saccharomyces cerevisiae*), durch diese Kombination sollen die positiven Aspekte der Spontangärung genutzt werden können, ohne dabei ein Risiko eingehen zu müssen.

Diese Annahmen beruhen unter anderem auf den Untersuchungsergebnissen von SCHÜTZ (1995), die eine positive Korrelation zwischen Hefevielfalt während der alkoholischen Gärung und der Menge an produzierten Gäraromen zeigten. Das bedeutet, dass mit zunehmender Hefevielfalt im gärenden Most auch die Bildung von Aromastoffen im Wein zunimmt. Auch die Anwendung eines Mischhefepräparates, bestehend aus *Torulasporea* und *Saccharomyces*, führte zu aromatischeren und komplexeren Weinen. Demgegenüber publizierte aber HERMANN (2008), dass eine "simulierte" Spontangärung zu keiner Erhöhung sensorisch positiver Komponenten gegenüber Reinzuchthefepreparaten bzw. einer Spontangärung geführt hat.

Auch wenn sich viele WinzerInnen hinsichtlich der Frage "Spontangärung oder Reinzuchthefegärung" schon ihre Meinung gebildet haben, so war es doch von großem Interesse, mit zwei österreichischen Leitsorten eine vergleichende Studie zu diesem Thema

durchzuführen, da einerseits in Österreich noch keine derartige Studie publiziert wurde und die im Ausland publizierten Ergebnisse nicht eindeutig sind (EDER et al., 2010a).

In einer zweiten Versuchsserie wurde der Einfluss von fünf Hefemischpräparaten, einer Standardhefe und zwei reinen Nicht-*Saccharomyces*-Hefen getestet. Die fertigen Weine wurden auf ihre sensorischen und analytischen Eigenschaften getestet, beurteilt und anschließend mit der Standardhefe verglichen, um zu sehen, ob die Mischhefepräparate halten, was sie versprechen (EDER et al., 2010b).

Material und Methoden

Gärvergleich bei Weiß- und Rotwein mit Spontankultur, Weingarten- bzw. Kellerflora oder Reinzuchtheefe

Um eine gezielte Beimpfung der Moste mit Hefen aus dem Weingarten bzw. Keller durchführen zu können, erfolgte ca. zwei Wochen vor der Lese die Heranführung der Ansätze. Die Sammlung der Hefen aus dem Weingarten ("Weingartenflora") erfolgte, indem im jeweiligen Weingarten zwei Trauben mit einem desinfizierten Plastiksack umhüllt und aseptisch vom Stock geschnitten wurden. Die Trauben wurden direkt im Plastiksack unter sterilen Bedingungen in einer keimfreien Atmosphäre gepresst, und der daraus abfließende Saft wurde in sterile 500 ml-Probengläser gefüllt. Dieser Saft, der unverfälscht traubeneigene Hefen beinhalten, wurde in sterilen Brutkästen bei einer Temperatur von 22 °C zum Gären gebracht.

Um die in den beiden Weinkellern (LFZ Klosterneuburg bzw. Weingut Wellanschitz) vorhandene Kellerflora zu sammeln, wurden an mehreren Stellen im Presshaus, im Gärkeller und im Lagerkeller offene 1,5 l-Flaschen mit pasteurisiertem Traubensaft aufgestellt. Nachdem die Traubenmoste zu gären begonnen hatten, wurden sie auf 4 °C gekühlt, um ein vollständiges Vergären und anschließendes Absterben der Hefen zu verhindern.

Die Vermehrung der beiden Hefefloren erfolgte, indem nach sensorischer Kontrolle die geeigneten Gäransätze vom Keller bzw. Weingarten gepoolt und anschließend stufenweise mit insgesamt 20 l kaltentkeimtem Most (Velcorin, Fa. Drinkstar, Deutschland) versetzt wurden. Die Studie wurde mit weißem Traubenmaterial der Sorte 'Grüner Veltliner' vom Standort Klosterneuburg und mit roter Maische der Sorte 'Blaifränkisch' vom

Standort Neckenmarkt durchgeführt. An beiden Standorten wurden folgende vier Varianten in jeweils zwei Wiederholungen hergestellt.

Spontanhefe (SP I und II): Vergärung mit der nativen Hefeflora ohne Hefezusatz

Weingartenhefe (WG I und II): Kaltsterilisierung des Mostes und anschließend Zugabe der Weingartenhefe

Kellerhefe (KF I und II): Kaltsterilisierung des Mostes und anschließend Zugabe der Kellerhefe

Reinzuchtheefe (RZ I und II): Kaltsterilisierung des Mostes und anschließend Zugabe des betriebsüblichen Reinzuchthefepräparates

Vom LFZ für Wein- und Obstbau Klosterneuburg wurden 750 kg gesunde Trauben der Sorte 'Grüner Veltliner' mit einer Gradation von 16,5 °KMW zur Verfügung gestellt. Die Trauben wurden gerebelt, gequetscht und mit einer Maischepumpe direkt in die Presse (Typ 500 TPN, Fa. Wottle, Poysdorf, Österreich) geleitet und mit einem Druck bis zu 1,3 bar gepresst. Die gewonnenen 400 l Most wurden mit 2 g/l Novoclar Speed enzymiert (Fa. Novozymes, Bagsvaerd, Dänemark) und mit 100 ml/hl Mostgelatine (Fa. Erbslöh, Geisenheim, Deutschland) und 200 g/hl Bentonit (Typ Nacalit Poretac, Fa. Erbslöh, Geisenheim, Deutschland) sowie 50 mg/l Kadifit (Fa. Erbslöh, Geisenheim, Deutschland) behandelt. Der Most hatte 16,5 °KMW und wurde auf 18,5 °KMW mit Kristallzucker angereichert. Um den Effekt von Hefeansätzen (Weingarten-, Keller- bzw. Reinzuchtheefe) zu erkennen, wurde der Inhalt dieser Behälter mit 30 ml/hl Dimethyldicarbonat (Velcorin, Fa. Drinkstar, Rosenheim, Deutschland) steril gemacht. Zwei Ballons wurden nicht behandelt, da diese spontan vergären sollten. Nach einer Wirkzeit von 24 Stunden wurden die keimfrei gemachten Moste mit den selektierten Hefefloren bzw. der Reinzuchtheefe (15 g/hl, Oenoferm Freddo, Fa. Erbslöh, Geisenheim, Deutschland) beimpft. Die Gärung erfolgte bei 17 bis 20 °C, und der Gärverlauf wurde täglich mittels Handbiegeschwingers (DMA 35, Fa. Paar, Graz) gemessen. Nach einer 22-tägigen Gärung wurde der Jungwein zentrifugiert, in 34 l-Ballons gepumpt und mit 10 % iger Kaliumpyrosulfatlösung auf 50 mg/l aufgeschwefelt.

Das Ausgangsmaterial für den Rotwein-Versuch stammte vom Weingut Wellanschitz in Neckenmarkt. Es handelte sich um 650 Kilogramm gesunde Trauben der Sorte 'Blaifränkisch' von der Riede Hochberg mit

einem Mostgewicht von 19 °KMW. Nach manueller Sortierung, Rebeln und Quetschen wurde die Maische auf acht Behälter mit jeweils 70 bis 80 kg Inhalt aufgeteilt. Analog zum Versuch in Klosterneuburg wurde wiederum der Inhalt von sechs Behältern mit DMDC keimfrei gemacht, während in zwei Behältnissen eine Spontangärung zugelassen wurde. Nach 24-stündiger Wirkzeit erfolgte die Zugabe der Weingartenheffeflora, der Kellerheffeflora und des Reinzuchthefepräparates (30 g/hl, Cote du Rhzone 2056, Fa. Lallemand). Die Gärung erfolgte bei einer Temperatur von 20 °C, wobei der Maischekuchen dreimal täglich mit einer Edelstahl-lanze niedergedrückt wurde. Es erfolgte eine tägliche Messung der Mostgradation in °KMW mit einem Handrefraktometer. Nach neuntägiger Gärung wurde die Maische durch eine Hydropresse mit maximal 2 bar abgepresst.

Gärvergleich von Mosten der Sorte 'Rheinriesling' mit Mischhefepräparaten und Nicht-*Saccharomyces*-Hefen

Die Präparate wurden in zwei unabhängigen Serien mit Lesegut der Rebsorte 'Rheinriesling' von zwei Standorten (Klosterneuburg und Dürnstein) und jeweils zweifacher Wiederholung getestet. Der Most aus Dürnstein hatte eine Gradation von 18,8 °KMW, 10,6 g/l titrierbare Säure (ber. als WS) und einen pH-Wert von 3,0; das Klosterneuburger Lesegut wies 17,6 °KMW, 7,5 g/l titrierbare Säure (ber. als WS) und einen pH-Wert von 3,3 auf. Der ungeschwefelte und trübe Most (Dürnstein: ca. 200 l; Klosterneuburg: ca. 400 l) wurde jeweils zu gleichen Mengen auf sechzehn Ballons aufgeteilt (acht Varianten in zwei Wiederholungen). Pro Versuchsserie wurden folgende fünf Misch- oder Kombi-hefepräparate, zwei Nicht-*Saccharomyces*-Hefen und ein *Saccharomyces cerevisiae*-Reinzuchthefepräparat als Kontrolle verwendet.

Sihaferm PureNature (Fa. Begerow): zwei Präparate (*Torulasporea delbrueckii* und *Saccharomyces cerevisiae*)

Melody (Fa. Christian Hansen): Mischhefepräparat (*Saccharomyces cerevisiae*, *Torulasporea delbrueckii* und *Kluyveromyces thermotolerans*)

Prelude (Fa. Christian Hansen): Nicht-*Saccharomyces*-Hefepräparat (*Torulasporea delbrueckii*)

Alchemy (Fa. Anchor): Mischhefepräparat mehrerer killer-positiver und killer-negativer Hefestämme

PR 7 (Fa. Anchor): Mischhefepräparat (*Saccharomyces cerevisiae* und *Saccharomyces paradoxus hybrid*)

Brettanomyces bruxellensis: Nicht-*Saccharomyces*-Hefepräparat

Schizosaccharomyces pombe (Pro Malic), Nicht-*Saccharomyces*-Hefepräparat

Oenoferm Freddo (Fa. Erbslöh): *Saccharomyces*-Hefepräparat

Um einen deutlichen Einfluss der zudosierten Hefe zu erkennen, wurde die doppelte Menge der empfohlenen Dosage an Hefe rehydriert und anschließend dem Most zugesetzt. Bei der Hefemischung Prelude und bei dem Präparat Sihaferm Nature erfolgte nach ein paar Tagen Gärungsdauer auf Grund der Herstellungsempfehlung eine nochmalige Beimpfung mit Hefen der Gattung *Saccharomyces cerevisiae* (Sihaferm Pure bzw. Oenoferm Freddo).

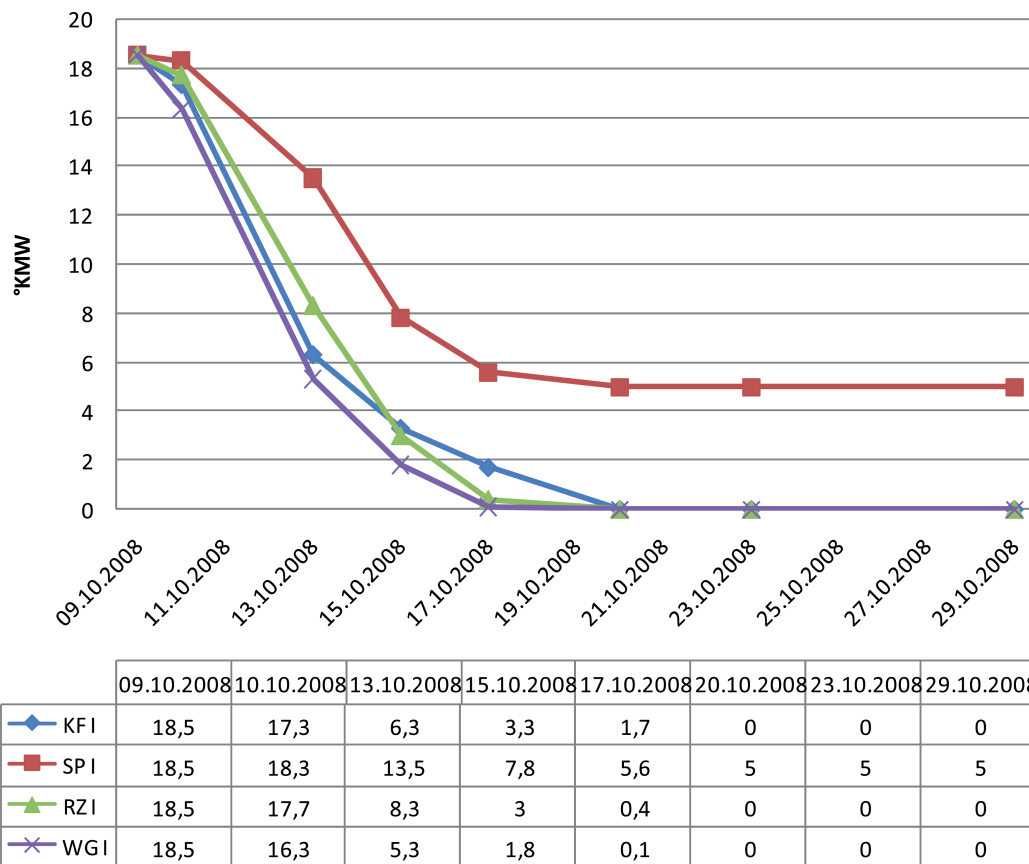
Während der Gärung wurde täglich von jedem Ansatz eine analytische Kontrolle mittels Oenofoss-Gerät durchgeführt. Die Moste aus Dürnstein wiesen bei einer durchschnittlichen Gärtemperatur von 17,3 °C eine Gärdauer von bis zu 22 Tagen auf. Im Gegensatz dazu waren die Moste aus Klosterneuburg bei einer durchschnittlichen Gärtemperatur von 19,3 °C innerhalb von 13 Tagen vergoren.

Ergebnisse

Gärvergleich bei Weiß- und Rotwein mit Spontankultur, Weingarten- bzw. Kellerflora oder Reinzuchtheffe

Wie anhand der Gärkurven in Abbildung 1 deutlich ersichtlich ist, vergoren die Moste von 'Grüner Veltliner' schon von Beginn an unterschiedlich. Der Most mit der Spontanheffeflora wies sowohl einen um ca. vier Tage verzögerten Gärbeginn wie auch eine deutliche Gärstockung auf, welche auch durch Anheben der Gärtemperatur von 17 °C auf 20 °C nicht behebbbar war. Dieses ungünstige Gärverhalten war in beiden Varianten (Varianten II nicht dargestellt) zu beobachten. Die Auswirkung dieser mangelhaften Gärleistung bei den Spontangärvarianten sind auch in Tabelle 1 anhand des hohen Restzuckergehalts von 29,5 bzw. 22,9 g/l deutlich ersichtlich, wobei besonders bemerkenswert ist, dass nicht einmal die leichter vergärbare Glucose komplett abgebaut wurde.

Der Gärverlauf der mit Weingarten- bzw. Kellerheffeflora beimpften Varianten war mit dem der Reinzuchtheffevariante vergleichbar, teilweise sogar besser. Hinsichtlich der chemischen Zusammensetzung der Weine



'Grüner Veltliner'. In der ersten Serie (Ergebnisse nicht dargestellt) vergoren die Spontanheffeflora und die Weingartenheffeflora etwas langsamer als die beiden anderen Varianten. Die Kellerheffeflora-Variante war am schnellsten durchgegangen, die Gärung war nach fünf Tagen abgeschlossen. Der Gärverlauf der Wiederholung unterschied sich darin, dass die Weingartenheffeflora sehr langsam vergoren hat (Abb. 2). Die Spontanheffeflora vergor nach einem verzögerten

Abb. 1: Gärverlauf bei 'Grüner Veltliner' (Variante I)

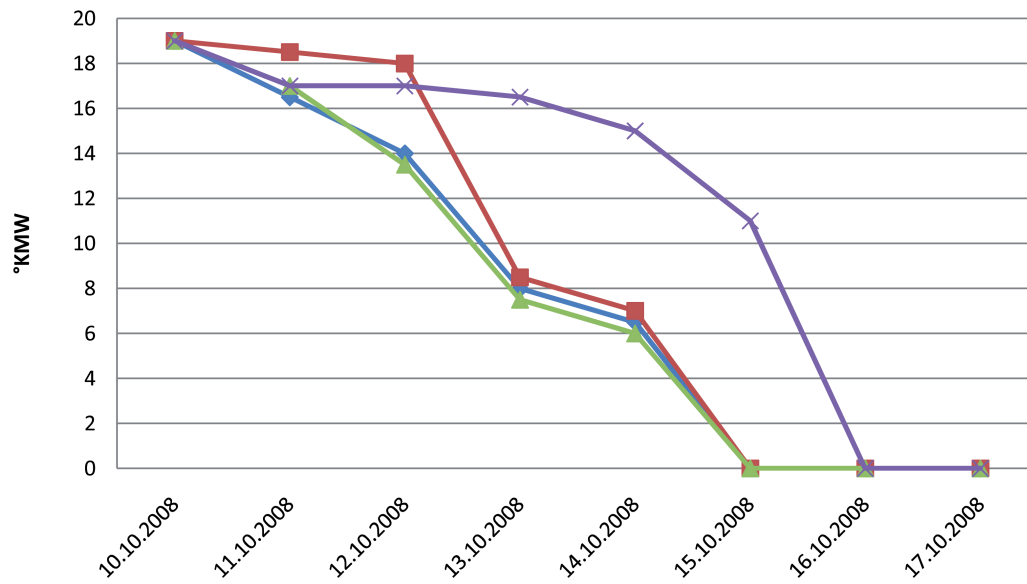
fällt auf, dass die Kellerflora augenscheinlich Äpfelsäure abbauende Hefen enthielt, da der Äpfelsäuregehalt um ca. 20 % vermindert ist, ohne dass gleichzeitig ein Anstieg der Milchsäure stattfand.

Bei der Sorte 'Blaufränkisch' war der Gärverlauf der beiden Wiederholungen nicht so einheitlich wie bei

Gärbeginn schließlich genauso schnell wie die Reinzuchtheffeflora und die Kellerheffeflora. Der zögerliche Gärverlauf der Weingartenheffeflora zeigt sich im Zuge der FT-IR Analyse auch mit etwas höheren Restzuckergehalten, wobei aber auch die spontan vergorenen Varianten einen erhöhten Wert aufwiesen. Bemer-

Tab. 1: Zusammensetzung der Weine der Sorte 'Grüner Veltliner'

Probe	Dichte	Alkohol (%vol.)	red. Zucker (g/l)	Fructose (g/l)	Glucose (g/l)	titr. Säuren (g/l)	flüchtige Säuren (g/l)	Wein-säure (g/l)	Äpfel-säure (g/l)
SP I	1,0051	10,9	29,5	26,6	4,3	7,3	0,3	4,2	2,5
SP II	1,0018	11,4	22,7	21,0	2,6	7,3	0,3	4,1	2,4
RZ I	0,9919	12,4	1,7	n.n.	0,7	7,4	0,3	3,6	2,5
RZ II	0,9916	12,7	1,7	n.n.	0,7	7,5	0,3	3,6	2,5
KF I	0,9917	12,3	1,8	0,1	0,5	7,0	0,3	3,8	2,1
KF II	0,9916	12,6	1,8	n.n.	0,6	7,1	0,3	3,8	2,0
WG I	0,9918	12,4	1,8	n.n.	0,6	7,8	0,3	3,9	2,6
WG II	0,9917	12,4	1,7	n.n.	0,8	7,8	0,3	3,9	2,6



	10.10.2008	11.10.2008	12.10.2008	13.10.2008	14.10.2008	15.10.2008	16.10.2008	17.10.2008
◆ KF II	19	16,5	14	8	6,5	0	0	0
■ SP II	19	18,5	18	8,5	7	0	0	0
▲ RZ II	19	17	13,5	7,5	6	0	0	0
× WG II	19	17	17	16,5	15	11	0	0

Abb. 2: Gärverlauf 'Blaufränkisch' (Varianten II)

kenswert war die um ca. 0,6 %vol. höhere Alkoholausbeute bei den Spontangärvarianten im Vergleich zu den Varianten Kellerheffeflora und Weingarten. Die restlichen Analysenwerte variierten innerhalb der Analysentoleranzwerte.

In Tabelle 3 sind die Mittelwerte von zwei unabhängigen sensorischen Beurteilungen durch unterschiedliche

Kostkommissionen nach dem 100 Punkte-Schema eingetragen. Die Werte zeigen, dass es klare Unterschiede bei der sensorischen Ausprägung der einzelnen Varianten, aber auch zwischen den beiden Verkostungsgruppen gab. Bei der Verkostung durch zehn StudentenInnen des Bachelorstudiums "Weinbau, Önologie und Weinwirtschaft" erhielt die Reinzuchtheffeflora eindeutig die beste Bewertung. Das sensorisch schlechteste Ergebnis verzeichnete die Variante der Weingartenheffeflora, diese wurde von einigen Kostern als fehlerhaft (Böckser) abgelehnt. Vielleicht wegen des relativ hohen Restzuckergehalts wurde die mit Spontanheffeflora vergorene Variante relativ gut bewertet. Bei der zweiten Verkostung wurde wiederum die Variante der Weingartenheffeflora am schlechtesten bewertet, die beste Beur-

Tab. 2: Zusammensetzung der Weine der Sorte 'Blaufränkisch'

Probe	Dichte	Alkohol (%vol.)	red. Zucker (g/l)	Fructose (g/l)	Glucose (g/l)	titr. Säuren (g/l)	flüchtige Säure	Wein-säure (g/l)	Äpfel-Säure (g/l)
SP I	0,9945	12,5	2,7	0,6	0,9	6,2	0,4	2,9	n.n.
SP II	0,9944	12,4	2,8	0,7	0,8	5,9	0,5	2,8	n.n.
RZ I	0,9940	12,5	2,1	0,4	1,0	6,1	0,5	3,0	n.n.
RZ II	0,9940	12,1	2,2	0,4	1,0	6,1	0,5	2,9	n.n.
KF I	0,9937	12,0	2,1	0,2	1,1	6,0	0,5	3,0	n.n.
KF II	0,9950	11,8	2,1	0,8	1,1	5,9	0,4	3,2	n.n.
WG I	0,9952	11,6	2,5	0,5	1,4	6,0	0,5	2,9	n.n.
WG II	0,9943	11,7	2,3	0,3	1,3	6,2	0,4	3,2	n.n.

Tab. 3: Mittelwerte der Verkostungsergebnisse bei 'Grüner Veltliner' nach dem 100 Punkte-Schema

	Weingartenflora (WG)	Kellerflora (KF)	Spontangärung (SP)	Reinzuchtheife (RZ)
Verkostung durch StudentenInnen	48	56	57	66
Verkostung durch WinzerInnen	24	56	53	44
Mittelwert	36	56	55	55

teilung erhielt die Variante mit der Kellerhefeflora. Auch bei dieser Verkostung wurde die Weingartenhefeflora-Variante mehrmals als fehlerhaft bezeichnet und bekam deshalb eine sehr niedrige Bewertung.

Zusammenfassend kann man feststellen, dass der Wein mit Spontangärung als sensorisch gleich gut wie der Wein mit Reinzuchthefergärung beurteilt wurde, obwohl die Weine grundlegend anders schmeckten. Es scheint, dass sich bei der Beurteilung des spontanvergorenen Weines die zustimmenden und ablehnenden Urteile auf Grund der Restsüße die Waage hielten. Der mit Weingartenhefe vergorene Wein wies eine böcksrig reduktive Note auf und wurde daher eindeutig am schlechtesten beurteilt.

Bei der sensorischen Bewertung der Weine der Sorte 'Blafränkisch' gab es keine klaren Unterschiede, die Gesamtmittelwerte schwanken nur um sechs Einheiten zwischen 56 und 62 Punkten. Die tendenziell am schlechtesten bewertete Variante war die der Kellerhefeflora, die spontan vergorene Variante wurde etwas besser beurteilt als die Weingartenhefe bzw. die Reinzuchtheife.

Mit Ausnahme der spontan vergorenen Variante, die einen deutlichen Zuckerrest aufwies, und daher auch ein deutlich höheres Schwefeldioxidbindungsvermögen besaß, waren die Gehalte an schwefliger Säure in den Versuchsvarianten wenig unterschiedlich. Die SO₂-Werte der Blafränkisch-Weine sind nicht dargestellt, da die Messung kurz nach dem BSA keine aussagekräftigen Werte ergab.

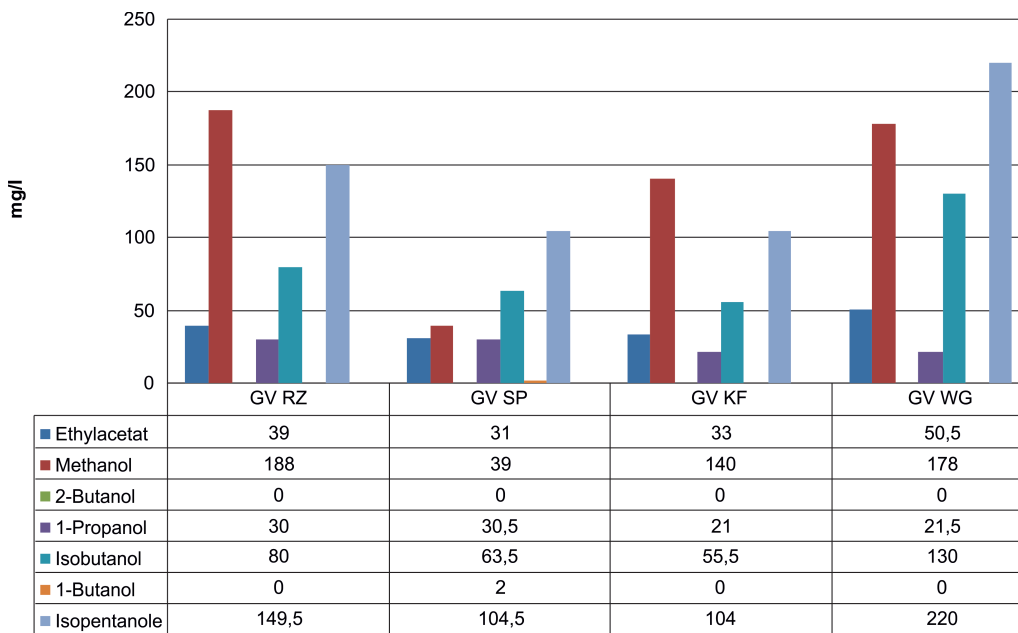
Als Beispiel für die Blafränkisch-Varianten sind in Abbildung 3 die Gehalte höherer Alkohole inklusive Methanol und des Ethylacetatesters dargestellt. Auf Grund der erhöhten Methanolgehalte ist die Behandlung der Varianten Weingartenhefeflora, Reinzuchthefeflora und Kellerhefeflora mit DMDC deutlich ersichtlich. Der Gehalt an Ethylacetat war zwar in der Variante der Weingartenhefeflora am höchsten, aber noch weit unterhalb des negativen Schwellenwertes von 80 mg/l. Die Gehalte von 1-Propanol lagen zwi-

Tab. 4: Mittelwerte der Verkostungsergebnisse bei 'Blafränkisch' nach dem 100 Punkte-Schema

	WG	KF	SP	RZ
Verkostung durch StudentenInnen	66	55	63	65
Verkostung durch WinzerInnen	52	57	61	53
Mittelwert	59	56	62	59

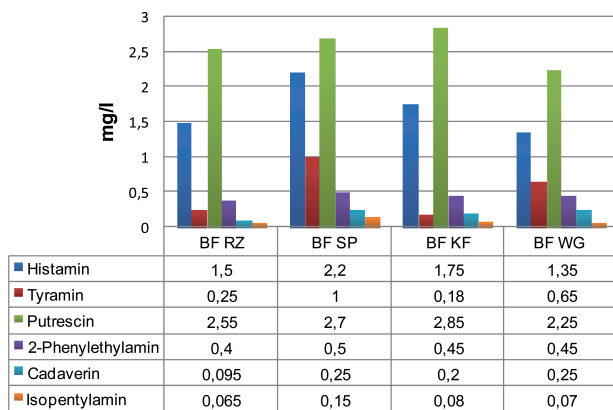
Tab. 5: Gehalt an schwefliger Säure in den Varianten der Sorte 'Grüner Veltliner'

Probe	SO ₂ (mg/l)		
	frei	gebunden	gesamt
GV RZ I	42	84	126
GV RZ II	30	106	136
Mittelwert GV-RZ	36	95	131
GV SP I	34	126	160
GV SP II	46	148	194
Mittelwert GV-SP	40	137	177
GV KF I	36	106	142
GV KF II	38	82	120
Mittelwert GV-KF	37	94	131
GV WG I	38	91	129
GV WG II	46	105	151
Mittelwert GV-WG	42	98	140



Da die Gehalte der biogenen Amine bei den Varianten der Sorte 'Grüner Veltliner' sehr niedrig waren, werden sie nicht explizit dargestellt. Der höchste Gehalt an Histamin wurde in den Varianten Reinzuchthefeflora und Spontanhefeflora gefunden, war aber mit 0,4 mg/l unbedenklich. Der Gehalt an biogenen Aminen ist in den Rotweinen um einiges höher als in den

Abb. 3: Mittelwerte der höheren Alkohole und Ester in den Varianten 'Grüner Veltliner'



Weißweinen. Wie auch schon bei den Weißweinen dominierte das biogene Amin Putrescin, insbesondere in der Variante der Kellerhefeflora. Histamin wurde im Vergleich der Varianten in höheren Mengen bei der Spontanhefeflora analysiert. Auch Tyramin und Isopentylamin waren in dem spontan vergorenen Wein in höheren Mengen enthalten als in den anderen Varianten.

Abb. 4: Mittelwerte der Gehalte an biogenen Aminen in den Blaufränkisch-Varianten

Hinsichtlich der Glyzeringehalte sind nur die Ergebnisse der Versuchsserie mit der Sorte 'Blaufränkisch' aussagekräftig, da bei 'Grüner Veltliner' der spontan vergorene Wein auf Grund der unvollständigen Vergärung deutlich niedrigere Glyzeringehalte aufwies als die drei anderen Varianten.

Bei 'Blaufränkisch' konnte das in der Literatur be-

schon 19 und 50 mg/l, wobei die Rotweine höhere Werte zeigten. Isobutanol war sowohl bei den Rotweinen der Spontangärungsvariante als auch bei 'Grüner Veltliner' in der Variante der Weingartenhefeflora erhöht.

Aminosäuren können durch Hefen und insbesondere Milchsäurebakterien zu biogenen Aminen decarboxyliert werden. Histamin wird aus Histidin gebildet und verursacht bei empfindlichen Personen Kopfweg und Unwohlsein. Ähnliche pseudoallergische Reaktionen können durch Phenylethylamin in höheren Mengen (> 5 mg/l) ausgelöst werden.

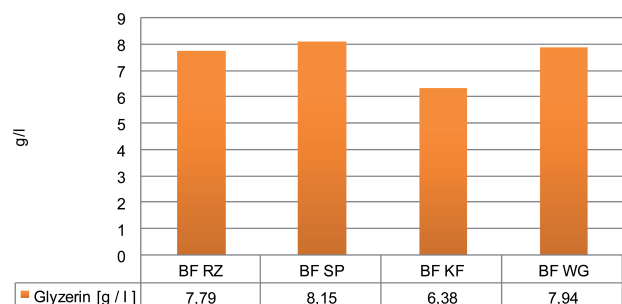


Abb. 5: Mittelwerte der Gehalte an Glyzerin in den Blaufränkisch-Varianten

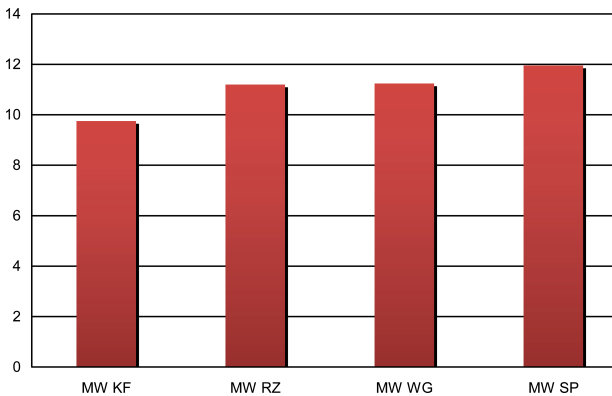


Abb. 6: Mittelwerte der FI-Werte bei den Gärvarianten der Sorte 'Blaufränkisch'

schriebene Phänomen bestätigt werden, dass spontan vergorene Weine höhere Gehalte an Glycerin aufweisen als solche, die mit Reinzuchthefen vergoren werden. Der Unterschied war aber mit weniger als 0,4 g/l gering und nicht sensorisch relevant. Die geringen Glyceringehalte in der mit Kellerheffeflora vergorenen Variante waren zwar auffällig, aber nicht erklärbar.

Von großer Bedeutung für die Rotweinqualität ist die Intensität der Farbausprägung. Die Farbintensitätswerte waren mit FI 10 bis 12 insgesamt sehr hoch, was eine gute Rotweinfärbung widerspiegelt. Interessanterweise wies die Variante mit Spontangärung die höchste Farbausbeute auf, diese war aber auf eine deutlich höhere Farbnuance (Gelbfärbung) infolge eines stärkeren Oxidationseinflusses zurückzuführen. Die Varianten

der Kellerheffeflora ergaben die Weine mit der geringsten Farbintensität.

Gärvergleich von Mosten der Sorte 'Rheinriesling' mit Mischhefepräparaten und Nicht-Saccharomyces-Hefen

Anhand der in Abbildung 7 dargestellten Gärverläufskurven der Dürnsteiner Moste (Mittelwert beider Ansätze) ist erkennbar, dass die Präparate Alchemy, Oenoferm Freddo, Melody und PR 7 den vergärbaren Zucker rasch abbauten, während insbesondere *Brettanomyces* und *Schizosaccharomyces* lange Zeit nur eine schwache Gäraktivität aufwiesen. Die dann doch plötzlich rasch eintretende Gärbeendigung dürfte wahrscheinlich auf eine Kontamination mit *Saccharomyces*-Hefen zurückzuführen gewesen sein.

Die erreichten Alkoholgehalte unterschieden sich um maximal 0,5 %vol., wobei der mit Alchemy vergorene Wein mit 12,8 %vol. den höchsten und die mit PR 7 bzw. *Schizosaccharomyces* angesetzten Weine mit 12,3 %vol. den niedrigsten Wert aufwiesen. Niedrige Restzuckeranteile von 1,1 g/l waren beim Präparat Alchemy und hohe Zuckergehalte bei den Präparaten Sahaferm PureNature und PR 7 nachweisbar.

Auch bei der Vergleichsserie mit Most vom Standort Klosterneuburg (Abb. 8) konnte bei den Präparaten Alchemy, Oenoferm Freddo und Melody eine rasche Vergärung festgestellt werden. Ein langsamer Gärverlauf wurde wiederum bei *Brettanomyces*, aber auch beim Präparat Prelude registriert. Die Restzuckeranteile in den fertigen Weinen lagen alle im deutlich trockenen Bereich von 1,2 g/l (Alchemy) bis 2,5 g/l (Sahaferm PureNature und PR 7).

Hinsichtlich des Alkoholgehalts waren unterschiedliche Werte von 11,8 %vol. (*Schizosaccharomyces*) bis 13,0 %vol. (*Brettanomyces*) feststellbar, wobei die Mischhefepräparate ziemlich einheitlich 12,4 bis 12,6 %vol. aufwiesen.

Die Schaumentwicklung während der Gärung war

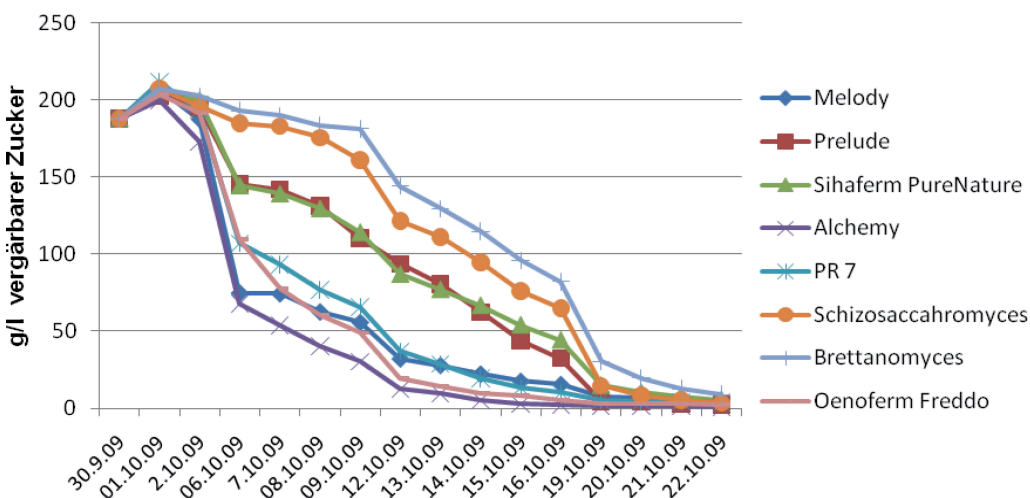


Abb. 7: Zuckerabbaukurven der Moste vom Standort Dürnstein

sehr unterschiedlich, die Moste mit den Präparaten Oenoferm Freddo, Alchemy und Melody bildeten die größte Schaumkrone, während die Versuchshefe PR 7 und die Präparate Prelude sowie Sihaferm eine schwache Schaumbildung hatten.

Da Glycerin mit der Fülle des Weines in Zusammenhang gebracht wird, ist es interessant, den Gehalt dieses mehrwertigen Alkohols in den Versuchsvarianten zu betrachten. In den aus Dürnsteiner Most hergestellten Weinen lagen die Glyzeringehalte zwischen 6,5 g/l (Oenoferm Freddo) und 8,1 g/l (Prelude), was einen deutlichen Unterschied darstellt, der möglicherweise schon merkbare

Auswirkungen auf die Sensorik hat. Die anderen Hefepräparate ergaben fast durchwegs Werte von 7,0 g/l Glycerin.

Ähnlich deutliche Unterschiede, aber bei anderen Varianten konnten bei der Vergärung des Klosterneuburger Mostes festgestellt werden. Bei dieser Serie wies der Wein, der mit der Hefemischung PR 7 vergoren wurde, den höchsten Glyzeringehalt (7,4 g/l) auf, während die *Schizosaccharomyces*-Variante den niedrigsten Gehalt (6,4 g/l) zeigte. Die Varianten Oenoferm Freddo und Prelude lagen mit 6,8 g/l unauffällig im Mittelfeld. Ein weiterer interessanter analytischer Vergleichsparameter war die Verringerung der Äpfelsäure. Wie aus

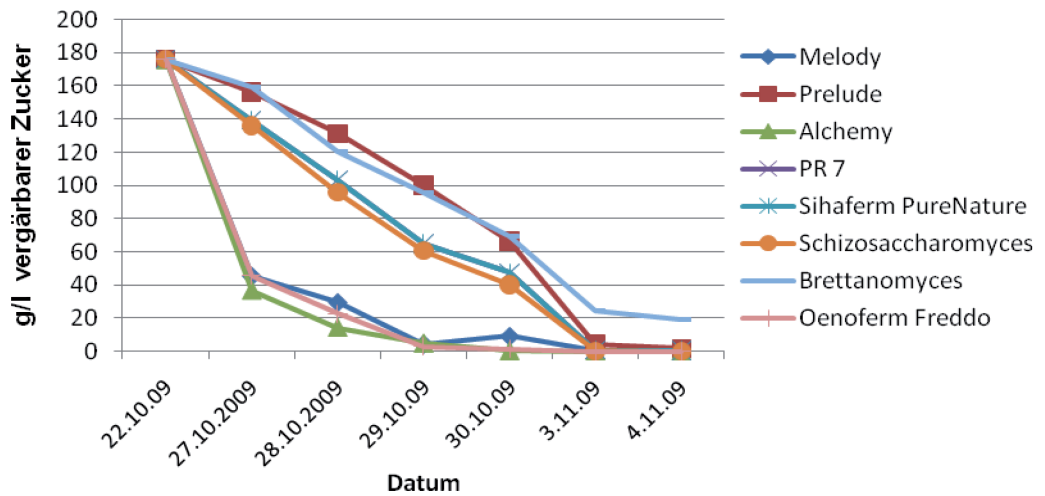


Abb. 8: Zuckerabbaukurve der Moste vom Standort Klosterneuburg

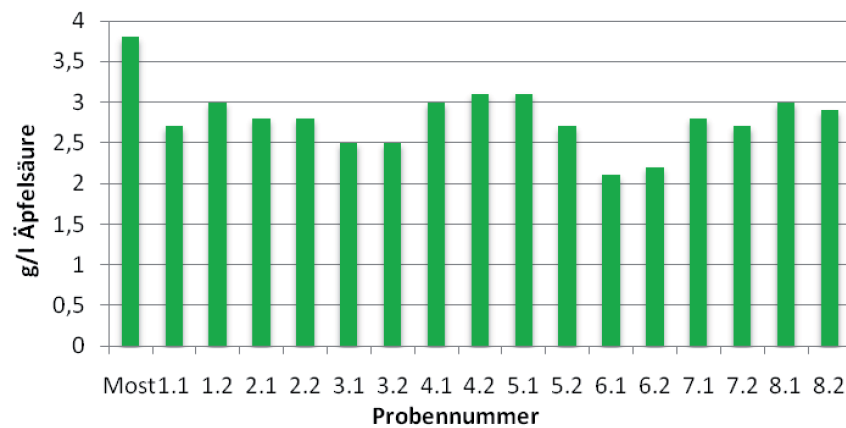
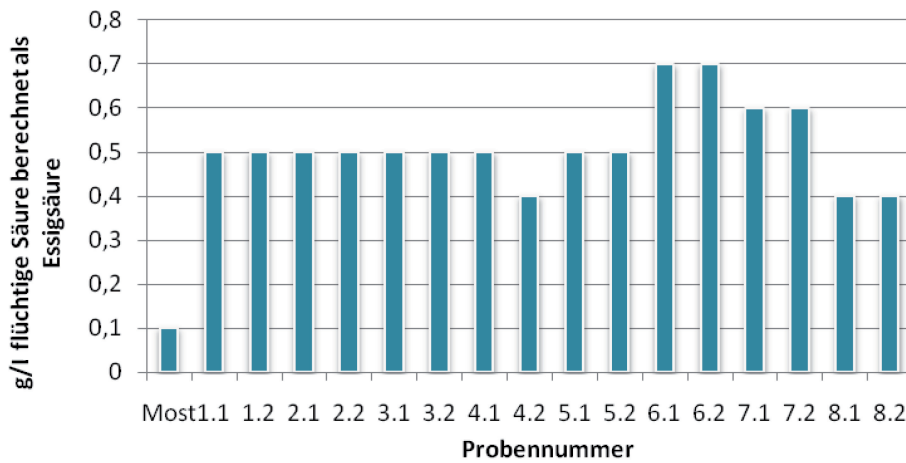


Abb. 9: Äpfelsäuregehalte in den Rheinriesling-Weinen vom Standort Dürnstein
 1.1/1.2 Melody; 2.1/2.2 Prelude; 3.1/3.2 Sihaferm PureNature; 4.1/4.2 Alchemy; 5.1/5.2 PR 7; 6.1/6.2 Schizosaccharomyces; 7.1/7.2 Brettanomyces; 8.1/8.2 Oenoferm

Abb. 9: Äpfelsäuregehalte in den Rheinriesling-Weinen vom Standort Dürnstein

Abbildung 9 ersichtlich, kam es im Zuge der Vergärung des Mostes aus Dürnstein bei allen Varianten zu einer merkbaren Abnahme der Äpfelsäure, wobei der geringste Endgehalt erwartungsgemäß bei der Variante *Schizosaccharomyces* (2,15 g/l) erreicht wurde. Bei den mit den anderen Hefen vergorenen Weinen lagen die Äpfelsäuregehalte im Bereich von 2,5 bis 3,1 g/l. Diese Ergebnisse wurden beinahe ident mit dem Klosterneuburger Most erzielt, auch mit diesem Ausgangsmaterial baute die *Schizosaccharomyces*-Hefe ca. 40 % der ursprünglichen Äpfelsäure ab, während bei den anderen Hefepräparaten der Äpfelsäureabbau zwischen 20 und 30 % lag.



1.1/1.2 Melody ; 2.1/2.2 Prelude; 3.1/3.2 Sihaferm PureNature; 4.1/4.2 Alchemy; 5.1/5.2 PR 7; 6.1/6.2 Schizosaccharomyces; 7.1/7.2 Brettanomyces; 8.1/8.2 Oenoferm

Abb. 10: Gehalt an flüchtigen Säuren berechnet als Essigsäure in den Weinen vom Standort Dürnstein

Ein letzter wichtiger Analysenkennwert, der für die Diskussion herangezogen wird, ist die Essigsäure. Anhand der für die Dürnsteiner Versuchsserie in Abbildung 10 dargestellten Ergebnisse ist klar ersichtlich, dass lediglich in den beiden Nicht-*Saccharomyces*-Präparaten *Schizosaccharomyces* und *Brettanomyces* unerwünscht hohe Gehalte an Essigsäure feststellbar waren. Der mit der Kontrollhefe Oenoferm Freddo hergestellte Wein wies nur 0,4 g/l flüchtige Säure auf, und auch in den anderen Weinen war der Gehalt mit 0,5 g/l unbedenklich niedrig. Beim Klosterneuburger Most wurden ähnliche Ergebnisse erzielt. Auch in diesem Fall stach die *Brettanomyces*-Variante mit dem Höchstwert von 0,7 g/l flüchtiger Säure hervor, während aber die *Schizosaccharomyces* diesmal vergleichbare Werte wie die anderen Hefepräparate erzielte (0,4 g/l). Der auffällig niedrigste Wert an

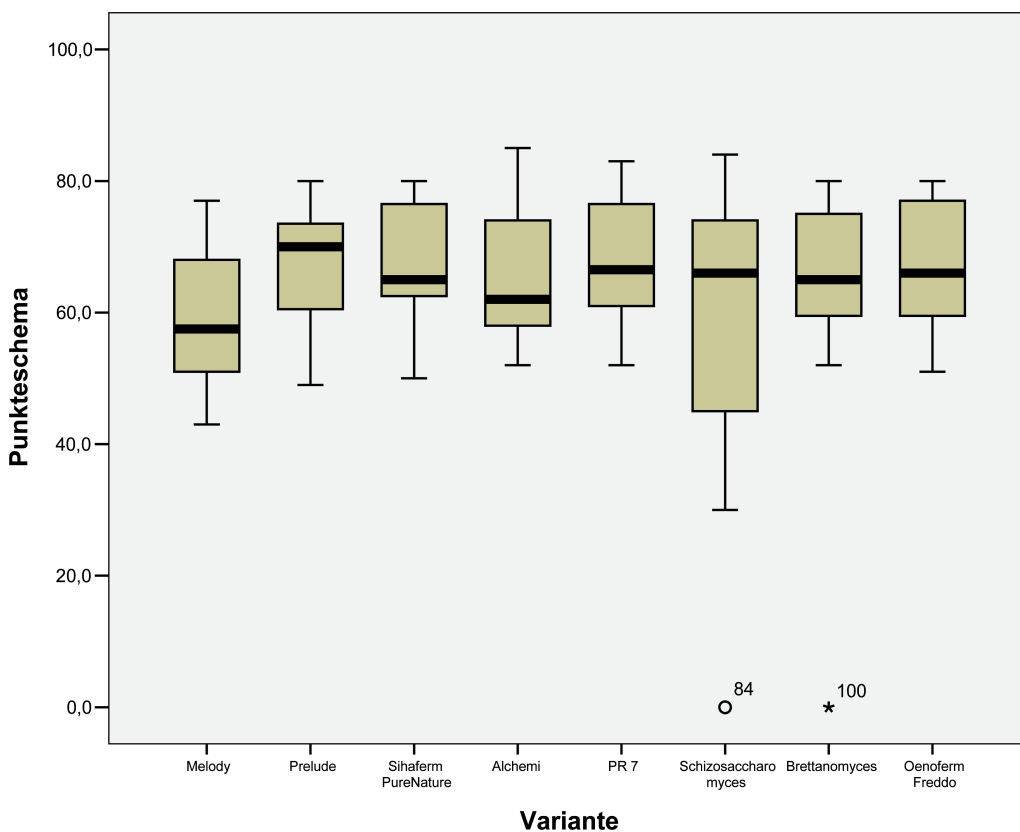
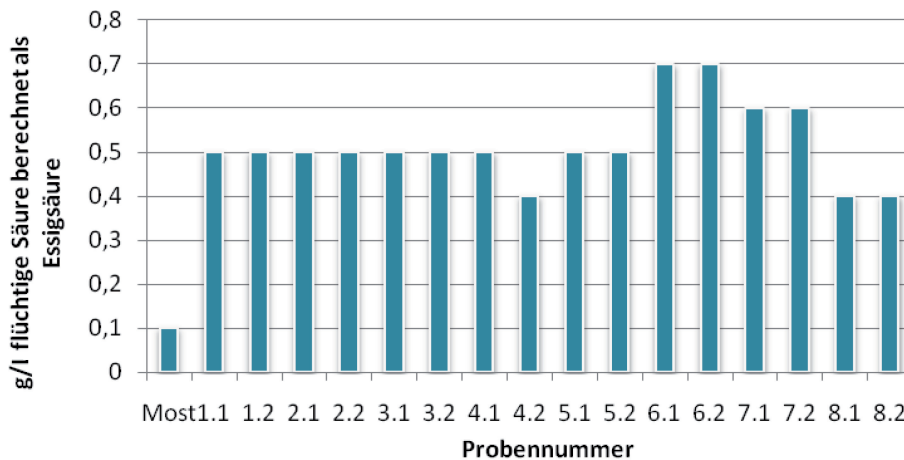


Abb. 11: Ergebnis der sensorischen Bewertung der Weine vom Standort Dürnstein nach dem 100 Punkte-Schema



1.1/1.2 Melody ; 2.1/2.2 Prelude; 3.1/3.2 Sihaferm PureNature; 4.1/4.2 Alchemy; 5.1/5.2 PR 7; 6.1/6.2 Schizosaccharomyces; 7.1/7.2 Brettanomyces; 8.1/8.2 Oenoferm

Abb. 12: Bewertung der Klosterneuburger Weine nach dem 100 Punkte-Schema

flüchtiger Säure wurde im Wein, der mit der Hefe Melody vergoren wurde, festgestellt (0,2 g/l).

Bei der sensorischen Beurteilung der Weine vom Standort Dürnstein mittels Rangordnungstest konnte zwischen den meisten Präparaten kein signifikanter Unterschied festgestellt werden, lediglich das Präparat Melody ergab einen als wesentlich schlechter beurteilten Wein. Am besten beurteilt wurden die Kontrollvarianten mit Oenoferm Freddo und mit dem Präparat Sihaferm PureNature, aber auch überraschenderweise der mit *Brettanomyces* vergorene Wein, wobei es hierbei aber möglicherweise im Verlauf der Gärung zu einer Infektion mit *Saccharomyces cerevisiae* gekommen ist. Auch bei der unabhängig von der Rangordnung durchgeführten bewertenden Prüfung nach dem 100 Punkte-Schema konnten nur geringe Unterschiede zwischen den Varianten festgestellt werden. Abbildung 11 zeigt, dass bei dieser Verkostungsweise die Präparate Prelude und PR 7 am besten abschnitten, während wiederum das Präparat Melody und tendenziell auch die Variante mit *Schizosaccharomyces* am schlechtesten bewertet wurden.

Die sensorische Bewertung des Rheinriesling-Weines aus Klosterneuburg mittels Rangordnungsprüfung ergab einen signifikanten Unterschied zwischen den Varianten, wobei die mit den Präparaten Prelude, PR 7, Alchemy, Sihaferm PureNature und Melody vergorenen Weine merkbar besser beurteilt wurden als jene, die mit *Brettanomyces*, *Schizosaccharomyces*, aber auch Oenoferm Freddo inokuliert wurden.

Bei der Bewertung nach dem 100 Punkte-Schema (Abb. 12) lagen die Klosterneuburger Weine mit Ausnahme der *Brettanomyces*-Variante (Mittelwert: 28) eng in einem Bereich von 58 bis 68 Punkten, wobei die Präparate Prelude, PR 7 und Alchemy am besten beurteilt wurden. Niedrigere Bewertungen erzielten die Präparate Oeno-

ferm Freddo und Sihaferm PureNature.

Anhand der erzielten Ergebnisse kann festgestellt werden, dass die Verwendung der Mischhefepräparate bzw. der Kombihefepräparate eine durchaus interessante Möglichkeit der Vergärung von Weißweinen darstellt und dass bei Auswahl des richtigen Präparates eine gewisse Steigerung der Weinqualität möglich ist.

Literatur:

- ANTONELLI, A., CASTELLARI, L., ZAMBONELLI, C. and CARNACINI, A. 1999: Yeast influence on volatile composition of wines. *J. Agric. Food Chem.* 47: 1139-1144
- CHATONNET, P., DUBOURDIEU D., and BOIDRON, J. N. 1995: The Influence of Dekkera/Brettanomyces sp. Yeasts and lactic acid bacteria on the ethylphenol content of red wines. *Am. J. of Enol. Vitic.* 46: 463-468
- CHATONNET, P., GUIMBERTEAU, G., DUBOURDIEU, D. et BOIDRON, J.N. 1994: Nature et origine des odeurs de „Moisi“ dans les caves. Incidences sur la contamination des vins. *J. Int. Sci. Vignes Vin.* 28(2): 131-151
- DIMITRIADIS, E. and WILLIAMS, J. 1984: The development and use of a rapid analytical technique for estimation of free and potentially volatile monoterpe flavorants of grapes. *Am. J. Enol. Vitic.* 35(2): 66- 71
- DITTRICH, H. H. und GROßMANN, M. 2005: Handbuch der Lebensmitteltechnologie: Mikrobiologie des Weines. 3. neu bearbeitete Auflage. Geisenheim Ulmer Stuttgart:
- Eder, R., 2003: Weinfehler Erkennen, Vermeiden, Beheben. Wien: Agrarverlag.
- EDER, R. 2008. Jung und schon alt. *Der Winzer* (6): 10-13
- EDER, R., WELLANSCHITZ, S. und SCHEIBLHOFER, H. 2010a: Spontangärung oder Reinzuchthefen. *Der Winzer* 2010(6): 22-26

- EDER, R., STOCKINGER, E. und SCHEIBLHOFER, H. 2010B. Mischhefepräparate als Alternative zur Spontangärung. *Der Winzer* (8): 15-18
- FUGELANG, K. C. and ZOECKLEIN, B. W. 2003: Population Dynamics and Effects of *Brettanomyces bruxellensis* Strains on Pinot noir (*Vitis vinifera* L.) Wines. *Am. J. Enol. Vitic.* 54: 294-300
- FRANCIOLI, S., TORRENS, J., MONTSERRAT, R. A., TAMAMES, E.L. and BUXADERAS, S. 2003. Volatile compounds by SPME-GC as age marker of sparkling wine. *Am. J. Enol. Vitic.* 54(3): 158-162
- GROßMANN, M. 2007: Spontangärung als Ausdruck von Tradition?. *Der Deutsche Weinbau* 7: 84 - 89
- GROßMANN, M., SUKRAN, I. und RAPP, A. 1990: Einfluss keller technischer Maßnahmen auf das Sortenbukett. *Weinwirtschaft Technik* 8(9): 13-16
- HERRMANN, J. V., SCHINDLER, E., MAIER, C., GEßNER, M. und MILTENBERGER, R. 2008: Erfahrung mit Mischhefepräparaten: Ziel der Träume?!. *Das deutsche Weinmagazin* 15: 8 - 14
- KNAPP, W., SCHMUDERMAYER, F., SEIBERL, W., SIGL, K. und EDER, R. 2010: Sensorische Beschreibung und Ermittlung der Wahrnehmungsschwellenwerte von flüchtigen Phenolen und Isovaleriansäure. *Mitt. Klosterneuburg* 60:268-277
- KOTSERIDIS, Y., ANOCIBAR, BELOQUI, A., BAYONOVE, C. L., BAUMES, R. L., and BERTRAND, A. 1999: Effects of selected viticultural and enological factors on levels of 2-Methoxy-2-Isobutylpyrazine in Wines. *J. Int. Sci. Vigne Vin.* 33(1): 19-23
- MIKLOSY, E., KALMAR, Z. and KERENYI, Z. 2004: Identification of some characteristic aroma compounds in noble rotted grape berries and Aszu wines from tokaj by GC-MS. *Acta Alimentaria* 33(3): 213-226
- PARK, S. K., BOULTON, R. B., BARTHA, E. and NOBLE, A. C. 1994: Incidence of volatile sulfur compounds in Californian wines. A preliminary survey. *Am. J. Enol. Vitic.* 45(3): 341-344
- PEREZ-PRIETO, L.J., LOPEZ-ROJA, J. M., MARTINEZ-CUTILLAS, A., PARDO MINGUEZ, F. and GOMEZ-PLAZA, E. 2002: Maturing wines in oak barrels. Effects of origin, volume and age of the barrel on the wine volatile composition. *J. Agric. Food chem.* 50: 3272-3276.
- RAPP, A. 1992: Aromastoffe des Weines. *Chemie in unserer Zeit.* 26: 273-284
- RAPP, A., GÜNTERT, M. und HEIMANN, W. 1985: Beitrag zur Sortencharakterisierung der Rebsorte Weißer Riesling. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* 181: 357-361.
- RAPP, A. und VERSINI, G. 1996: Vergleichende Untersuchungen zum Gehalt von Methylanthranilat ("Foxton") in Weinen von neueren pilzresistenten Rebsorten und *Vitis-vinifera*-Sorten. *Vitis.* 35 (4): 215-216.
- ROUJOU DE BOUBÉE, D., CUMSILLE, A. M., PONS, M. and DUBOURDIEU, D. 2002: Location of 2-Methoxy-3-Isobutylpyrazine in Cabernet Sauvignon grape bunches and its extractability during vinification. *Am. J. Enol. Vitic.* 53: 1-5
- SCHNEIDER, R., BAUMES, R., BAYONNOVE, C. and RAZUNGLES, A. 1998: Volatile compounds involved in the aroma of sweet fortified wines (vins doux naturels) from Grenache noir. *J. Agric. Food Chem.* 46: 3230-3237
- SCHUTZ, M. and GAFNER, J. 1993: Analysis of yeast diversity during spontaneous and induced alcoholic fermentations. *J. Appl. Bacteriol.* 75: 551 - 558
- SCHÜTZ, M., BARBIC, I. und MARUGG, D. 1995: Mikrobiologische Aspekte der Weinqualität; Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau: 119 - 123
- TOMINAGA, T., PEYROT DES GACHONS, C. and DUBOURDIEU, D. 1998: A new type of flavour precursors in *vitis vinifera* L. cv. Sauvignon blanc. S-Cysteine conjugates. *J. Agric. Food Chem.* 46: 5215-5219
- TOMINAGA, T., BALTENWECK-GUYOT, R., PEYROT DES GACHONS, C. and DUBOURDIEU, D. 2000: Contribution of volatile thiols to the aromas of white wines made from several *Vitis vinifera* grape varieties. *Am. J. Enol. Vitic.* 51: 178-181
- WAMPFLER, D. J. and HOWELL, G. S. 2004: Simplified method for detection and quantification of 2-Methoxy-3-isobutylpyrazine in wine. *Am. J. Enol. Vitic.* 55(3): 276-278
- WÜRDIG G. und WOLLER R., *Chemie des Weines*, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart 1989