

TECHNOLOGISCHE BEEINFLUSSUNG DER BIRNENAROMATIK VON ÖSTERREICHISCHEN WEINEN DER REBSORTE 'WEISSBURGUNDER'

CHRISTIAN PHILIPP, PHILLIP EDER, HARALD SCHEIBLHOFER und REINHARD EDER

HBLA und BA für Wein- und Obstbau Klosterneuburg
A-3400 Klosterneuburg, Wiener Straße 74
E-Mail: Christian.Philipp@weinobst.at

Das Birnenaroma wird als besonders typisch für österreichische Weißburgunder-Weine beschrieben. Im Zuge dieser Studie sollen die technologischen Einflussfaktoren Maischestandzeit, Hefewahl, Gärtemperatur und Hefekontakt (Lagerung auf der Vollhefe nach der Gärung, Sur Lie) sowie der Einfluss des Traubenmaterials auf den Gehalt der Leitsubstanzen Ethyl-trans2-cis4-decadienoat, Methyl-trans-geranoat, Isoamylacetat, Isoamyloctanoat, Ethyloctanoat, Ethylhexanoat, Ethyldecanoat und Ethyldodecanoat untersucht werden. Dazu wurden drei Experimente mit Weißburgunder-Trauben von zwei Standorten und zwei Jahrgängen durchgeführt. Die dabei erzielten Versuchsweine wurden anschließend mittels HS-SPME-GC-SIM-MS analysiert und durch zehn geschulte Koster auf die empfundene Birnenaromatik sensorisch getestet. Aus den Analysenergebnissen wurden anschließend sogenannte sensorisch-analytische Typogramme kalkuliert. Mittels nichtparametrischer Tests wurden die Einflussfaktoren auf ihre Signifikanz getestet. Für die empfundene Birnenaromatik ist der wichtigste Einflussfaktor das Traubenmaterial. In reifen Jahrgängen wie 2015 ist der Gehalt der entscheidenden Aromastoffe höher als in unreifen Jahrgängen. Einen signifikanten Einfluss auf den Gehalt von Ethylestern und somit die sensorisch-analytischen Typogramme dürfte, und das bestätigt auch die Literatur, ein kurzer Hefekontakt nach der Gärung haben. Ebenfalls wurde festgestellt, dass durch die kühlere Vergärung die sensorisch-analytischen Typogramme signifikant verändert waren, aber die daraus resultierenden Weine bei der sensorischen Überprüfung mit weniger Birnenaromatik beschrieben wurden. Die Hefewahl beeinflusste ebenfalls den Gehalt an einzelnen Esterverbindungen signifikant. Die Maischestandzeit hatte hingegen keinen Einfluss auf die Birnenaromatik.

Schlagwörter: Aroma, Weißwein, Hefe, Sur Lie, Gärtemperatur

Technological influences on pear aroma of Austrian Pinot blanc wines. Pear aroma is described as particularly typical of Austrian Pinot blanc wines. It is associated with volatile ester compounds like ethyl trans-2-cis-4-decadienoate, methyl trans-geranoate, isoamyl acetate, isoamyl octanoate, ethyl octanoate, ethyl hexanoate, ethyl decanoate and ethyl dodecanoate. In the course of this study, the technological influencing factors skin contact, yeast selection, fermentation temperature and yeast contact (sur lie) as well as the influence of the grape material on the content of the main pear aromas are studied. For this purpose, three experiments were conducted with Pinot Blanc grapes from two different vineyards and two vintages. The microvinified wines were then analyzed by means of HS-SPME-GC-SIMS and evaluated for the perceived pear aroma using a trained panel. With respect to the analytical results, so-called "sensory-analytical typograms" were calculated. Using non-parametric tests influencing factors were tested for their significance. For the perceived pear aroma the most important influencing factor is the grape material. In mature vintages such as 2015, the content of the key volatile substances is higher than in unripe vintages. Significant influences on the content of ethyl esters and thus the sensory-analytical typograms may be a short yeast contact after fermentation. It was also found that the cooler fermentation significantly altered the sensory-analytical typograms, but the resulting wines were described with less pear aromatics in the sensory review. The yeast significantly influenced the content of individual ester compounds. However the time of skin contact had no influence on the pear aroma.

Keywords: aroma, white wine, sur lie, yeast, fermentation temperature

In Österreich wird Weißburgunder auf ca. 2000 ha kultiviert, das entspricht 4 % der österreichischen Weinbaufläche und 12 % der Weltproduktion (15.500 ha) an 'Weißburgunder'. Die Sorte ist nirgendwo in Österreich die wichtigste, aber in allen Weinbaugebieten für hohe Qualitäten geschätzt (STATISTIK AUSTRIA, 2015; DEUTSCHES WEININSTITUT, 2017; SCHULTZ und STOLL, 2015).

Als besonders typisch in Weißburgunder-Weinen wird das Birnenaroma beschrieben. In PHILIPP et al. (2017a) werden Ergebnisse einer sensorischen Studie vorgestellt, und es wird gezeigt, dass es eine mittlere positive Korrelation zwischen der empfundenen Birnenaromatik und der Typizität sowie Qualität der verwendeten Weißburgunder-Weine gibt.

Die Birnenaromatik in Wein wurde früher mit verschiedenen kurz- und langkettigen Esterverbindungen in

Zusammenhang gebracht. Dazu zählen Methyl-trans-geranoat (trans-3,7-Dimethyl-2,6-octadiensäuremethylester) (ANTALICK et al., 2010), Ethyloctanoat (ÁLVAREZ et al., 2011), Isoamyloctanoat (ANTALICK et al., 2010), Isoamylacetat (STYGER et al., 2011), Ethylpentanoat (JAKOB, 2012), Hexylacetat (ANTALICK et al., 2010; ÁLVAREZ et al., 2011), Ethyl-isobutyrat (LOZANO et al., 2006) und Butylbutyrat (MEHINAGIC et al., 2006; de MARCH et al., 2015). PHILIPP et al. (2017a) haben mit 81 Konsumenten gezeigt, dass Ethyl-trans-2-cis-4-decadienoat, Methyl-trans-geranoat, Isoamylacetat sowie Isoamyloctanoat in 10%iger alkoholischer Lösung als Birnenaroma erkannt werden. Ethyloctanoat, Ethylhexanoat, Ethyldecanoat und auch Ethyldodecanoat konnten wider den Erwartungen ebenfalls als Birnenaroma in 10%iger alkoholischer Lösung erkannt werden. Die in der Literatur erwähnten Aromastoffe Butylbutyrat (ME-

HINAGIC et al., 2006; DE MARCH et al., 2015), Ethylpentanoat (JAKOB, 2012) und Hexylacetat (ANTALICK et al., 2010; ÁLVAREZ et al., 2011) wurden hingegen nicht von den befragten Konsumenten mit Birne in Zusammenhang gebracht. Die Teilnehmer mussten bei dieser Studie intuitiv entscheiden, ob eine Aromasubstanz nach Birne riecht (PHILIPP et al., 2017a).

In weiterer Folge wurde in PHILIPP et al. (2017a) getestet, ob die Konzentration dieser Aromastoffe in Weißburgunder-Weinen mit der empfundenen Birnenaromatik korrelierte. Dabei wurde erkannt, dass die Verbindungen Ethyl-trans-2-cis-4-decadienoat und Methyl-trans-geranoat mit Isoamylacetat synergistisch die höchste Korrelation mit der empfundenen Birnenaromatik im Wein haben. Die anderen Verbindungen spielten nach dieser Studie für die empfundene Birnenaromatik im Wein keine Rolle. Nach der "spanischen Aromalehre" zählen die Verbindungen Ethylhexanoat, Ethyloctanoat, Ethyldecanoat sowie Isoamylacetat neben Ethanol, Diacetyl, Acetaldehyd, Isobutanol, Isoamylalkohol, Hexanol, β -Phenylethanol, Methionol, Essigsäure, Buttersäure, Hexansäure, Octansäure, Decansäure, Isobuttersäure, Isovaleriansäure, 2-Methylbuttersäure, Ethylacetat, Ethylbutyrat, Isobutylacetat, β -Phenylethylacetat, Ethylisobutyrate, Ethyl 2-methyl butyrate und Ethylisobutyrate zu den Grundaromen der Weinmatrix. Deren Zusammenspiel ist für den "weinähnlichen" Charakter verantwortlich (FERREIRA et al., 2010). Die Mischung aus diesen 27 Verbindungen bildet einen sogenannten "Aroma-Puffer". Dieser hat die Fähigkeit, einer Erhöhung oder Reduzierung einer Konzentration eines Aromastoffes entgegenzuwirken (ESCUDERO et al., 2004; FERREIRA et al., 2002). Diese Theorie vom Aroma-Puffer könnte eine mögliche Erklärung dafür sein, dass vor allem die Verbindungen Ethylhexanoat, Ethyloctanoat, Ethyldecanoat und Ethyldodecanoat in synthetischem Wein als Birnenaroma erkannt wurden, aber im Wein eine geringe Korrelation mit der empfundenen Birnenaromatik hatten (PHILIPP et al. 2017a).

Jedenfalls darf die Bedeutung von Synergien ähnlich riechender Verbindungen nicht unterschätzt werden (SEISONEN et al., 2016; FERREIRA und CACHO, 2009; DE-LA-FUENTE-BLANCO et al., 2016). Zur vereinfachten Beschreibung der Birnenaromatik und als Versuch, Synergien zu erfassen, wurde in den Studien von PHILIPP et al. (2017a, 2018) der Begriff der "sensorisch-analytischen Typogramme" entwickelt und die Typizität der ausgewählten und sehr unterschiedlichen Aromen in

fünf Hauptgruppen definiert: überreife Birne, frische Birne, gekochte, verarbeitete Birne (kurz gekochte Birne), tropische Birnendrops (kurz: Birnenzuckerl), ölig wachsig birnig. Daraus wurde die "Birnenspezifische Odour Activity" für die "sensorisch-analytischen Typogramme". Diese dienen der vereinfachten Darstellung von Ergebnissen der chemischen Analysen. Durch das Modell wird die Birnenaromatik im Wein sehr weit gefasst.

102 österreichische Weißburgunder-Weine, allesamt Qualitätsweine der Jahrgänge 2013 bis 2016, wurden in PHILIPP et al. (2018) auf die Leitsubstanzen der Birnenaromatik gemessen und hinsichtlich Jahrgang, Herkunft und Weinstilistik ausgewertet. Die Gesamt-Birnenaromatik dieser Weine schwankte zwischen 32,4 und 147,7. Die Summe der OAV frische Birne und OAV überreife Birne lag zwischen 8,6 und 24,5. Es wurde ein Jahrgangseinfluss am Gehalt der OAV überreife Birne und ein Zusammenhang zwischen Weinstil und Gesamtbirnenaromatik festgestellt. Die Weine des reifen Jahrganges 2015 hatten höhere Werte für OAV überreife Birne als die unreifen Jahrgänge 2014 und 2016. Weißburgunder-Weine mit höherem Alkoholgehalt (Kategorie > 13,0 %vol.) zeigten tendenziell höhere Gesamtbirnen-spezifische Odour Activity als Weine mit geringerem Alkoholgehalt. In PHILIPP et al. (2018) wurden neben Ethyl-trans-2-cis-4-decadienoat auch Ethyl-cis-2-cis-4-decadienoat, Ethyl-cis-2-trans-4-decadienoat und Methyl-cis-2-cis-4-decadienoat in österreichischen Weißburgunder-Weinen gefunden. Da diese Verbindungen bereits in Trauben der Rebenart *Vitis lambrusca* und Kreuzungen nachgewiesen wurden, wäre es möglich, dass diese Aromen zur Gruppe der Primäraromen (Aroma aus der Traube) zählen (SCHREIER und PAROSCHY, 1981). Dem gegenüber stehen die Ergebnisse, dass es keine signifikanten Unterschiede in den Konzentrationen dieser Verbindung in Bezug auf Jahrgang und Herkunft gab (PHILIPP et al., 2018). Für die Verbindung Methyl-trans-geranoat ist zu vermuten, dass die Konzentration sehr stark von der Rebsorte abhängt und dass somit diese Verbindung zu den Primäraromen zählt (VERSINI et al., 1994; ANTALICK et al., 2010; PHILIPP et al., 2018).

Die aromaaktiven Ethylester (Ethylhexanoat, Ethyloctanoat, Ethyldecanoat, Ethyldodecanoat), Acetate (Isoamylacetat) und Minor-Isoamylester (Isoamyldecanoat) der Birnenaromatik werden intrazellulär von Hefezellen gebildet. Sie sind somit Teil des Tertiäraromas. Da sie fettlöslich sind, können sie durch die Zellmem-

bran in das fermentierende Medium diffundieren. Im Gegensatz zur Acetatesterausscheidung (im Fall der Birnenaromatik Isoamylacetat), die schnell und vollständig ist, nimmt die Übertragung von Ethylestern auf das Fermentationsmedium mit zunehmender Kettenlänge drastisch ab, von 100 % für Ethylhexanoat auf 54 bis 68 % für Ethyloctanoat und 8 bis 17 % für Ethyldecanoat (NYKANEN und NYKANEN, 1977; SAERENS et al., 2008). Die Geschwindigkeit der Esterbildung hängt von drei Faktoren ab: den Konzentrationen der beiden Cosubstrate, Acyl-Coenzym A (für Acetate: Acetyl-Coenzym A) und Alkohol (für Ethylester: Ethanol) sowie der Aktivität der Enzyme, die an ihrer Synthese und Hydrolyse beteiligt sind. Daher können alle Parameter, die die Substratkonzentrationen oder die Enzymaktivität beeinflussen, auch die Konzentration der Ester beeinflussen (MOLINA et al., 2007; SAERENS et al., 2008). Dazu zählen unter anderem der verwendete Hefestamm, die Zusammensetzung des Mostes und die Fermentationsbedingungen (MOLINA et al., 2007; STYGER et al., 2011; ANTALICK et al., 2010; ANDERSON und KIRSOP, 1974; PALMER und RENNIE, 1974; SAERENS et al., 2008).

Die hier vorliegende Studie zielte auf die Beeinflussung der Birnenaromatik österreichischer Weißburgunder-Weine durch die Faktoren Traubenmaterial, Maischestandzeit, Hefewahl, Gärtemperatur und Dauer des Hefekontaktes (Sur Lie) ab. Die Auswertung sollte mittels postulierter sensorisch-analytischer Typogramme erfolgen. Unseres Wissens nach gibt es keine vergleichbaren Studien.

MATERIAL UND METHODEN

PROBEN

Es wurden insgesamt drei verschiedene Chargen an Weißburgunder-Trauben für diese Studie verwendet. Die Trauben kamen im Jahrgang 2015 vom Wagram, Großlage Klosterneuburg (HBLA und BA Klosterneuburg, Versuchsgut Agneshof, Agnesstraße 60, 3400 Klosterneuburg), und im Jahrgang 2016 vom Standort Weinviertel (HBLA und BA Klosterneuburg, Versuchsgut und Rebenzüchtung Götzhof, Rehgraben 2, 2103 Langenzersdorf) sowie vom selben Standort am Wagram wie im Jahrgang 2015, Großlage Klosterneuburg.

Die Trauben wurden per Hand in Großkisten (Fassungsvermögen ca. 300 kg) gelesen. Alle Großkisten wurden gleichmäßig über den gesamten Weingarten verteilt befüllt, damit eine repräsentative Probenahme und damit eine Homogenität der Varianten sichergestellt werden konnte. Der Fäulnisanteil aller Varianten wurde auf unter 1 % geschätzt, weshalb keine weitere Selektion erfolgte. Die Proben-codes sowie die Grundparameter der Moste sind der Tabelle 1 zu entnehmen. Die FT-IR Analysen dafür erfolgten nach der OIV/OENO Resolution 390/2010 mittels FOSS- WineScan (FT 120 Reference Manual; Foss, Hamburg, Deutschland) (OIV, 2010). Ebenfalls der Tabelle 1 zu entnehmen sind das Gesamtgewicht und das Lesedatum der verwendeten Trauben.

Tab. 1: Grundparameter der verwendeten Trauben und verwendetes Gewicht

Chargen-Code	WB_KL BG_15	WB_KL BG_16	WB_LAEZ_16 ^{*1}
Standort	Großlage Klosterneuburg	Großlage Klosterneuburg	Weinviertel
Jahrgang	2015	2016	2016
Lesedatum	17.9.2015	29.9.2016	23.9.2016
Gewicht	1212 kg (4 Großkisten)	1005 kg (3 Großkisten)	1910 kg (6 Großkisten)
Mostgewicht (°KMW)	18,4	18,7	17,1 ± 0,3
Glucose (g/l)	112,6	108,5	98,9 ± 3,7
Fructose (g/l)	119,9	115,7	105,8 ± 1,8
Titrierbare Säure (g/l)	5,0	7,0	7,0 ± 0,4
Weinsäure (g/l)	5,5	5,8	5,3 ± 0,4
Äpfelsäure (g/l)	2,3	3,9	3,3 ± 0,3
pH-Wert	3,4	3,5	3,3 ± 0,0
NOPA (mg/l)	271	276	228 ± 17
Ammonium (mg/l)	206	103	88 ± 8
Gesamtstickstoff (mg/l)	477	379	316 ± 25

^{*1}mit Standardabweichung aus den drei Varianten der Maischestandzeit (Tab. 3)

VERSUCHSPLAN

Der Tabelle 2 sind eine Übersicht der zu testenden Effekte, eine Zuordnung der verwendeten Chargen und die verschiedenen Prozesseinstellungen zu entnehmen. Um den Einfluss der Maischestandzeit, Hefewahl, Gärtemperatur und des Hefekontaktes zu testen, erfolgten mit den Trauben mehrere Experimente, wobei nicht mit allen Chargen alle Experimente durchgeführt wurden. Innerhalb der jeweiligen Charge wurde eine vollfaktorielle Versuchsplanung verfolgt. Die vier Varianten der Charge WB_KL BG_15 (Experiment 1) wurden dreifach wiederholt. Das gleiche gilt für das Experiment 2, die Charge WB_KL BG_16, wobei es hier in Summe sechs Varianten gab. Die 27 Varianten der Charge WB_LAEZ_16, das Experiment 3, wurden hingegen nur zweifach wiederholt. Die mit fetter Schriftstärke geschriebenen Standardeinstellungen der Tabelle 2 wurden für den zu testenden Effekt des Traubenmaterials gewählt.

Die Trauben wurden auf der Großkiste mit 30 mg SO₂/kg in Form von Kaliumpyrosulfit (Preziso, RWA Raiffeisen Ware Austria Aktiengesellschaft, Wien, Österreich) geschwefelt und per Hand in den Rebler (Gamma 80 RM Niro Standardausführung, Fuhrmann, Steinebrunn, Österreich) geschaufelt. Die Maische wurde anschließend bei den Varianten ohne Maischestandzeit mittels Kübel direkt in die Presse (TP 500, Wottle, Poysdorf, Österreich) geleert. Der gesamte Vorgang des Rebelns bis zum Starten des Pressprogramms dauerte konstant 20 min. Erst nach dem Ende des Pressprogramms wurde mit der nächsten Variante begonnen. Bei den Vari-

anten mit Maischestandzeit wurde die Maische in den Großkisten für die entsprechende Zeit gelagert. Bei den Chargen WB_KL BG_16 und WB_KL BG_15 wurde der gesamte Most nach dem Pressen vereint. Bei der Charge WB_LAFZ_16 wurde der Most jeder der sechs Großkisten (drei Varianten der Maischestandzeit zu je zwei Wiederholungen) extra in einem Tank gesammelt. Als Pressprogramm wurde ein Standardprogramm mit einem maximalen Pressdruck von 1,5 bar gewählt. Das gesamte Programm dauerte 35 min. Die so gewonnenen Moste wurden zum Absetzen in Edelstahl tanks gepumpt, mit 4 g/hl Mostenzym (Preziso Enzym Klärung, RWA Raiffeisen Ware Austria Aktiengesellschaft, Wien, Österreich) versetzt und über Nacht zum Absetzen in einen 16 °C kalten Kühlraum gestellt. Am nächsten Tag wurde der klare Most abgezogen und mittels Eigentrub auf 90 NTU (Tragbares Trübungsmessgerät Turb® 430, WTW, Weilheim, Deutschland) eingestellt. Der homogene Most wurde anschließend zur Gärung in 50 l-Glasballons gefüllt. Mit der Charge WB_KL BG_15 wurden zwölf Ballons (vier Varianten zu je drei Wiederholungen), mit der Charge WB_KL BG_16 neun Ballons (drei Hefevarianten zu je drei Wiederholungen) und mit der Charge WB_LAFZ_16 insgesamt 18 Ballons (neun Varianten der Maischestandzeit * Hefewahl zu je zwei Wiederholungen) angefüllt. Die Glasballons wurden jeweils mit etwa 47 Liter befüllt.

Die Varianten wurden danach mit den Hefen beimpft. Je nach Variante wurde IOC Twice (Lallemand, Montreal, Kanada; 20 g/hl), IOC B3000 (Lallemand, Montreal, Kanada; 20 g/hl) oder Erbslöh Freddo (Erbslöh, Geisen-

Tab. 2: Zuordnung der zu testenden Effekte, Experimente und variable Prozessparameter zu den Traubenchargen

Charge	Experiment	zu testende Effekte			
		Maischestandzeit	Hefewahl	Gärtemperatur	Hefekontakt
WB_KL BG_15	1	Keine Effekte getestet 20 min	IOC Twice IOC B3000	15 °C 20 °C	Keine Effekte getestet Kein Hefekontakt nach der Gärung
WB_KL BG_16	2	Keine Effekte getestet 20 min	Erbslöh Freddo IOC Twice IOC B3000	Keine Effekte getestet 20 °C	Kein Hefekontakt nach der Gärung 40 Tage Sur Lie
WB_LAEZ_16	3	20 min 4 h 8 h	Erbslöh Freddo IOC Twice IOC B3000	Keine Effekte getestet 20 °C	Kein Hefekontakt nach der Gärung 40 Tage Sur Lie 40 Tage Sur Lie + Enzymzusatz

Die mit fetter Schriftstärke geschriebenen Standardeinstellungen wurden für den zu testenden Effekt des Traubenmaterials gewählt.

heim, Deutschland, 20 g/hl) verwendet. Die Hefewahl erfolgte nach Rücksprache mit den Herstellern in Bezug auf die zu erwartende Aromabildung. Die Rehydrierung der Hefen erfolgte bei 38 °C in der zehnfachen Menge Wasser für 20 min. Danach wurden 25 % Most zugegeben, und nach weiteren 20 min wurde dieser Ansatz dem Most zugegeben. Während der Gärung wurde zweimal pro Woche der Gärverlauf mittels Handbiegeschwinger (DMA 35, Anton Paar, Ostfildern-Scharnhausen, Deutschland) kontrolliert. Die Gärkontrolle erfolgte im Mikrovinifikationsraum der HBLA und BA Klosterneuburg mit dem dort installierten System (RWA Raiffeisen Ware Austria Aktiengesellschaft, Wien, Österreich). Die Gärtemperatur betrug je nach Variante 15 °C oder 20 °C. Sobald die Messungen mittels Handbiegeschwinger ein Gärende vermuten ließen, wurde eine FT-IR Analyse nach der OIV/OENO Resolution 390/2010 durchgeführt (OIV, 2010). Bei einem Restzuckergehalt von unter 1 g/l wurde die Charge WB_KLBBG_15 vorfiltriert. Dabei wurde der Jungwein vom Geläger abgezogen, zentrifugiert (SA1-01-175, Siebtechnik Zentrifugen West, Mühlheim an der Ruhr, Deutschland) und mittels Schichtenfilter (PILOT37046, Seitz, Pall/Filtra, Guntramsdorf, Österreich) mit 700er-Schichten (Pall/Filtra, Guntramsdorf, Österreich) vorfiltriert und in 34 l-Glasballons spundvoll gefüllt. Dabei erfolgte eine Jungweinschwefelung mit 65 mg/l SO₂ in Form von Kaliumpyrosulfit (Preziso, RWA Raiffeisen Ware Austria Aktiengesellschaft, Wien, Österreich). Drei Wochen später wurde der Wein auf 50 mg/l freies SO₂ eingestellt, einer Entkeimungsfiltration mittels Kerzenfilter (ZW-Baureihe; 3M Deutschland GmbH CUNO Filtersysteme, Neuss, Deutschland) unterzogen und in 0,5 l-Flaschen mit Drehverschluss abgefüllt sowie etikettiert.

Die vergorenen Weine der Charge WB_KLBBG_15 wurden in zwei 20 l-Glasballons und die vergorenen Weine der Charge WB_LAFZ_16 wurden in je drei 15 l-Glasballons unter Verwendung von Kohlendioxid als Schutzgas für die weitere Hefelagerung spundvoll umgefüllt. Dazu wurden die 50 l-Behälter vorher vorsichtig homogenisiert und mittels Schlauch im Schwerkraftprinzip umgezogen. Die Varianten ohne Hefelagerung wurden anschließend wie bei den Varianten der Charge WB_KLBBG_15 sofort geklärt und vorfiltriert sowie

geschwefelt. Die Varianten mit Hefelagerung und Enzyminsatz bei der Charge WB_LAFZ_16 wurden mit 1 g/hl Enzym (Lallzym MMX, Lallemand, Montreal, Kanada) versetzt. Beide Varianten mit Hefelagerung wurden während der Hefelagerzeit täglich zweimal unter Drehung des Ballons homogenisiert und somit die Hefe in Schwebelage gebracht. Am Ende der 40-tägigen Hefelagerung erfolgte die gleiche Klärung wie oben. Alle vorfiltrierten Varianten der Charge WB_LAFZ_16 wurden in 10 l-, die der Charge WB_KLBBG_16 in 15 l-Glasballons spundvoll gelagert und ebenfalls mit 65 mg/l SO₂ in Form von Kaliumpyrosulfit (Preziso, RWA Raiffeisen Ware Austria Aktiengesellschaft, Wien, Österreich) geschwefelt. Drei Wochen nach der jeweiligen Vorfiltration erfolgte die Schwefelkontrolle und Abfüllung unter denselben Bedingungen wie oben. Demnach wurden die Varianten mit Hefekontakt 40 Tage später abgefüllt. Alle Varianten wurden im Kühlraum bei 4 °C bis zur Analyse der Aromastoffe und der sensorischen Überprüfung nach dem Abfüllen gelagert.

AROMAANALYSEN

Die gaschromatographische Analyse der Aromastoffe Ethyl-trans-2-cis-4-decadienoat, Methyl-trans-geranoat, Isoamylacetat, Ethylhexanoat, Ethyloctanoat, Isoamyl-octanoat, Ethyldecanoat und Ethyldodecanoat erfolgte etwa sechs Monate nach dem Abfüllen nach der Methode von PHILIPP et al. (2017a; 2017b). Alle Proben wurden als Duplikat analysiert.

Die chemischen Standards wurden von Altmann Analytik (Fluka, München, Deutschland), Sigma Aldrich (St. Louis, USA) und Schuchardt (Hohenbrunn, Deutschland) gekauft und wiesen alle die maximal erhaltliche Konzentration auf (90 % bis 99,5 %). Alle nicht käuflich erhältlichen Standards wurden durch Eigensynthese hergestellt (BRANDES et al., 2003, 2007).

Anders als in PHILIPP et al. (2018) wurden 5 ml der zu analysierenden Proben mit 1 g NaH₂PO₄ (wasserfreies Natriumdihydrogenphosphat, Zeller (Hohenems, Österreich)), 2 ml MilliQ-Wasser (Synergy UV, Ultrapure Type 1, Merck-Millipore, Billerica, USA) und 20 µg/l Ethyl-trans-2-decenoat (Sigma Aldrich, St. Louis, USA) als internem Standard versetzt und in einem Headspa-

ce-Vial (20 ml) mit einem Magnetrührknochen in den Autosampler (CombiPal Probengeber – CTC Analytics (Zwingen, Schweiz)) gestellt. Als Probeaufgabesystem wurde Headspace-Solid-Phase-Microextraction (HS-SPME) mit einer Carbon Wide Range (WR)/PDMS, bipolar 95 µm Faser (Sigma Aldrich, St. Louis, USA) gewählt. Die Präinkubationszeit bei 30 °C betrug 5 min, die Adsorptionszeit bei 30 °C 30 min und die Desorptionszeit im Injektor bei 250 °C 30 min.

Für die Analyse wurde ein 6890 N Serie II Gaschromatograph der Firma Agilent (Santa Clara, USA) verwendet. Die Injektortemperatur betrug 250 °C. Als Säule wurde eine ZB-WAXplus (60 m × 0,25 mm I.D. × 0,25 µm df) der Firma Phenomenex (Torrance, USA) eingebaut. Als Trägergas wurde Helium (Reinheit 5.0 (Linde GmbH (Stadl-Paura, Österreich)) bei konstantem Fluss von 1,2 ml/min verwendet. Der Totalfluss am Injektor war bei 19,04 psi 26,4 ml/min. Das Gerät wurde im splitless-Modus betrieben. Das Temperaturprogramm begann mit einer Haltezeit von 8 min bei 40 °C Injektionstemperatur und wurde anschließend bis zu einer Temperatur von 168 °C um 3 °C/min aufgeheizt. Danach wurde der Ofen um 20 °C/min auf 250 °C erhitzt und bei dieser Temperatur für weitere 5 min konstant gehalten. Die Gesamtlaufzeit betrug 75 Minuten. Als Massenspektrometer wurde ein massenselektiver Detektor 5975 der Firma Agilent verwendet. Dieses Gerät war im "direct interface" mit dem Gaschromatographen verbunden. Die Temperatur der Transferline betrug 250 °C. Die "Electron multiplier"-Spannung betrug 1400 V. Die Proben wurden im "Single Ion monitoring" (SIM)-Modus gemessen. Die Auswertung erfolgte über das relative Verhältnis der Peakfläche der Probe zur Peakfläche des internen Standards. Es wurde eine externe Kalibration im synthetischen Wein (12 %vol. Alkohol (AustrAlco Österreichische Alkoholhandels-GmbH, Spillern, Österreich), 4 g/l Weinsäure (L-(+)-Weinsäure, > 99,5 %, Sigma Aldrich, St. Louis, USA), Milli-Q Wasser (Synergy UV, Ultrapure Type 1, Merck-Millipore, Billerica, USA), pH 3.2 mit Natronlauge (Natriumhydroxidlösung, 50 bis 52 %, Sigma Aldrich, St. Louis, USA) unter Verwendung eines internen Standards durchgeführt. Die Validierungsdaten und Kalibrierdaten sowie Angaben zu

Quantifier- und Qualifier-Massen dieser Methode sind in PHILIPP et al. (2017b) publiziert.

Die Berechnung der Birnenspezifischen Odour Activity erfolgte nach dem in PHILIPP et al. (2017a, 2018) publizierten mathematischen Modell.

SENSORISCHE BEURTEILUNG DER WEINE MITTELS UNSTRUKTURIERTER SKALA UND 20 PUNKTE-BEWERTUNG

Die Verkostung der Weine der Experimente 1 und 2 wurden sechs Monate nach der Abfüllung im Verkostungsraum der HBLA und BA für Wein- und Obstbau durchgeführt. An der sensorischen Beurteilung der Varianten nahmen zehn amtliche Koster teil. Die Wiederholungen jeder Variante wurden zu gleichen Anteilen verschnitten, um die Anzahl der zu verkostenden Weine zu reduzieren. Daraus ergaben sich vier Versuchsweine für die Charge WB_KLBG_15 und sechs Versuchsweine für die Charge WB_KLBG_16. Die Versuchsweine wurden in gemischter Reihenfolge verkostet, inklusive zweier Wiederholungen. Es musste eine Frage zur Gesamtbirnenaromatik mittels "unstrukturierter Skala" beantwortet werden (LAWLESS und HEYMAN, 2010). Das weitgehende Fehlen signifikanter Unterschiede bei den analytischen Daten war der Grund, warum die Versuchsweine des Experiments 3 nicht verkostet wurden.

STATISTIK

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mittels SPSS-Statistics 22.0 (IBM, Armonk, USA). Es wurde der Datensatz mit einer explorativen Datenanalyse auf Normalverteilung getestet. Es wurden keine Ausreißer eliminiert. Da die Daten nicht normalverteilt waren, erfolgte bei nur zwei Varianten ein Mann-Whitney-U-Test oder bei mehr als zwei Varianten ein Kruskal-Wallis-Test. Ergab der Kruskal-Wallis-Test signifikante Unterschiede, wurden im Anschluss paarweise Vergleiche auf dem Signifikanzniveau von 0,05 durchgeführt (FILZMOSER, 2015; KRUSKAL und WALLIS, 1952).

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

ANALYTISCHE UND SENSORISCHE ERGEBNISSE - EXPERIMENT 1

Im Experiment 1 wurde der Einfluss der Gärtemperatur und der Hefen IOC B3000 sowie IOC Twice überprüft. Signifikante Unterschiede gab es bei den OAV Birnenzuckerl zwischen den Varianten IOC B3000 bei 20 °C und IOC B3000 bei 15 °C (Kruskal-Wallis-H: 8,897, DF: 3, $p = 0,031$; paarweiser Vergleich: $p = 0,039$). Die höchste durchschnittliche Gesamtbirnenaromatik hatten die Weine mit der Hefe IOC B3000 bei einer Gärtemperatur von 15 °C, jene der Variante B3000 bei 20 °C die geringste, die Unterschiede waren jedoch nicht statistisch signifikant (Abb. 1; Tab. 3).

Tab. 3: Gesamtbirnenspezifische OAV im Experiment 1

Variante	MW (OAV)	STABW (OAV)
IOC B3000 bei 15 °C	80,14 ^a	5,19
IOC B3000 bei 20 °C	54,34 ^a	10,52
IOC Twice bei 15 °C	69,77 ^a	10,34
IOC Twice bei 20 °C	67,74 ^a	15,53

MW (OAV) = Mittelwert der Odour Activity, STABW (OAV) = Standardabweichung der Odour Activity;
gleiche Buchstaben bedeuten kein signifikanter Unterschied.

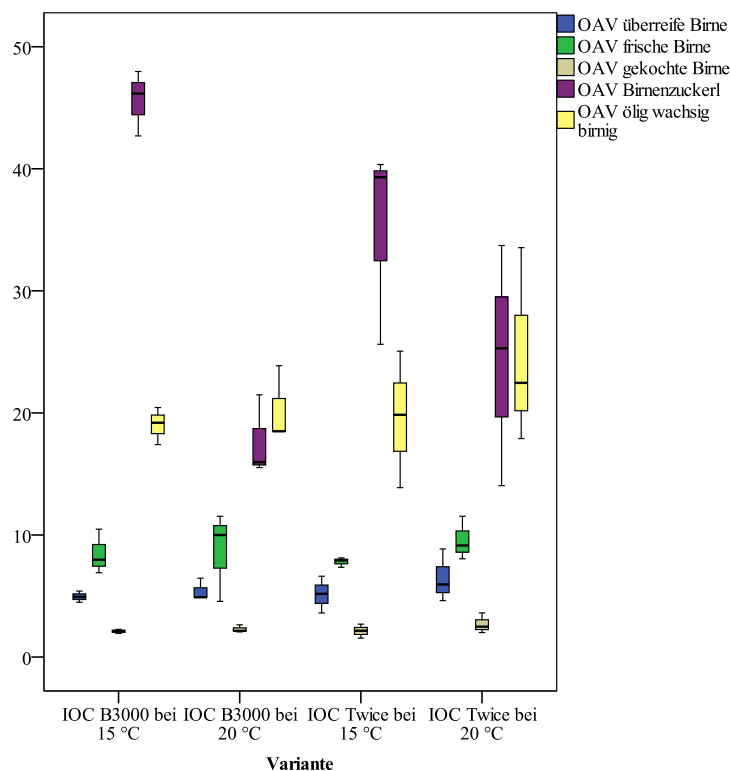


Abb. 1: Sensorisch-analytisches Typogramm der Birnenaromatik der Varianten des Experiments 1. Der Boxplot zeigt den Median, 50 % der Werte befinden sich innerhalb der Box. Mit Kreisen werden Ausreißer und mit Sternen Extremwerte dargestellt.

Die Aromaanalysen in Bezug auf die verschiedenen Hefevarianten (jeweils beide Gärtemperaturen zusammengefasst) zeigten, dass die Hefe B3000 signifikant höhere Konzentrationen an Ethyldodecanoat (Mann-Whitney-U: 6,000; $p = 0,045$) bildete. Bei allen anderen Verbindungen konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Hefen festgestellt werden (Tab. 4).

Tab. 4: Ergebnisse der Aromaanalysen der unterschiedlichen Hefevarianten im Experiment 1

Aromastoff	Hefe	MW ($\mu\text{g/l}$)	STABW ($\mu\text{g/l}$)
Isoamylacetat	B3000	1672,9 ^a	891,4
	Twice	1519,0 ^a	659,5
Ethylhexanoat	B3000	675,2 ^a	85,5
	Twice	759,9 ^a	274,5
Ethylactanoat	B3000	1317,0 ^a	439,2
	Twice	1297,2 ^a	302,7
Ethyldecanoat	B3000	577,1 ^a	141,8
	Twice	646,6 ^a	107,7
Isoamylactanoat	B3000	2,69 ^a	0,91
	Twice	2,11 ^a	0,33
Methylgeranoat	B3000	0,04 ^a	0,00
	Twice	0,04 ^a	0,00
Ethyldodecanoat	B3000	35,01 ^b	8,15
	Twice	21,69 ^a	6,35
Decadiensäureester	B3000	2,56 ^a	0,99
	Twice	2,49 ^a	0,56

MW = Mittelwert, STABW = Standardabweichung; gleiche Buchstaben bedeuten kein signifikanter Unterschied.

Die Aromaanalysen in Bezug auf die unterschiedlichen Gärtemperaturen ergaben, dass bei kühlerer Temperatur signifikant mehr Isoamylacetat (Mann-Whitney-U: 1,000, $p = 0,004$) und signifikant weniger Ethyldodecanoat (Mann-Whitney-U: 31,000, $p = 0,041$) gebildet wurden. Die Gehalte aller anderen analysierten Substanzen wurden durch die Gärtempertur nicht signifikant beeinflusst (Tab. 5). In einigen Arbeiten (LAMBRECHTS and PRETORIUS, 2000; SWIEGERS et al., 2006; MOLINA et al., 2007) wird bestätigt, dass kurzkettige Esterverbindungen und vor allem Isoamylacetat zu den klassischen Kaltgäraromen zählen und demnach bei kühlerer Vergärung höhere Konzentrationen gebildet werden.

Tab. 5: Ergebnisse der Aromaanalysen der unterschiedlichen Gärtemperaturen im Experiment 1

Aromastoff	Hefe	MW ($\mu\text{g/l}$)	STABW ($\mu\text{g/l}$)
Isoamylacetat	15 °C	2183,3 ^b	449,5
	20 °C	906,5 ^a	283,1
Ethylhexanoat	15 °C	665,6 ^a	137,0
	20 °C	771,4 ^a	241,4
Ethylactanoat	15 °C	1253,2 ^a	215,1
	20 °C	1373,9 ^a	515,1
Ethyldecanoat	15 °C	565,9 ^a	86,6
	20 °C	660,1 ^a	156,8
Isoamylactanoat	15 °C	2,65 ^a	0,86
	20 °C	2,15 ^a	0,52
Methylgeranoat	15 °C	0,04 ^a	0,00
	20 °C	0,04 ^a	0,00
Ethyldodecanoat	15 °C	22,77 ^a	6,33
	20 °C	36,39 ^b	13,01
Decadiensäureester	15 °C	2,05 ^a	0,24
	20 °C	2,86 ^a	0,84

MW = Mittelwert, STABW = Standardabweichung; gleiche Buchstaben bedeuten kein signifikanter Unterschied.

Der Tabelle 6 sind die Ergebnisse der sensorischen Überprüfung der Versuchsweine zu entnehmen. Den Ergebnissen nach hatte die Variante mit der Hefe Twice bei einer Gärtemperatur von 20 °C den höchsten Wert bei der empfundenen Birnenaromatik. Alle anderen Weine wurden gleich bewertet. Vergleicht man die Ergebnisse der Tabelle 6 mit den Ergebnissen der Tabelle 3, fällt zunächst auf, dass die Varianten mit der höchsten Gesamtbirnenspezifischen OAV nicht mit der höchsten Birnenaromatik in Verbindung gebracht wurden. Bemerkenswert ist aber, dass die höchstbewertete Variante Twice_20 °C sowohl bei OAV frische Birne, OAV überreife Birne als auch bei OAV gekochte Birne den höchsten durchschnittlichen Wert (nicht signifikant, $p = 0,177$) hat. Das bestätigt, dass für die Empfindung der Birnenaromatik vor allem die OAV frische Birne und OAV überreife Birne wichtig sind (PHILIPP et al., 2017a; 2018).

Tab. 6: Ergebnisse der sensorischen Beurteilung des Experiments 1

Code	MW	STABW	LSD = 0,85
B3000_20Grad	5,55	2,45	=
B3000_15Grad	5,67	2,03	=
Twice_15Grad	5,82	2,24	<
Twice_20Grad	7,03	2,09	

**ANALYTISCHE UND SENSORISCHE
ERGEBNISSE - EXPERIMENT 2**

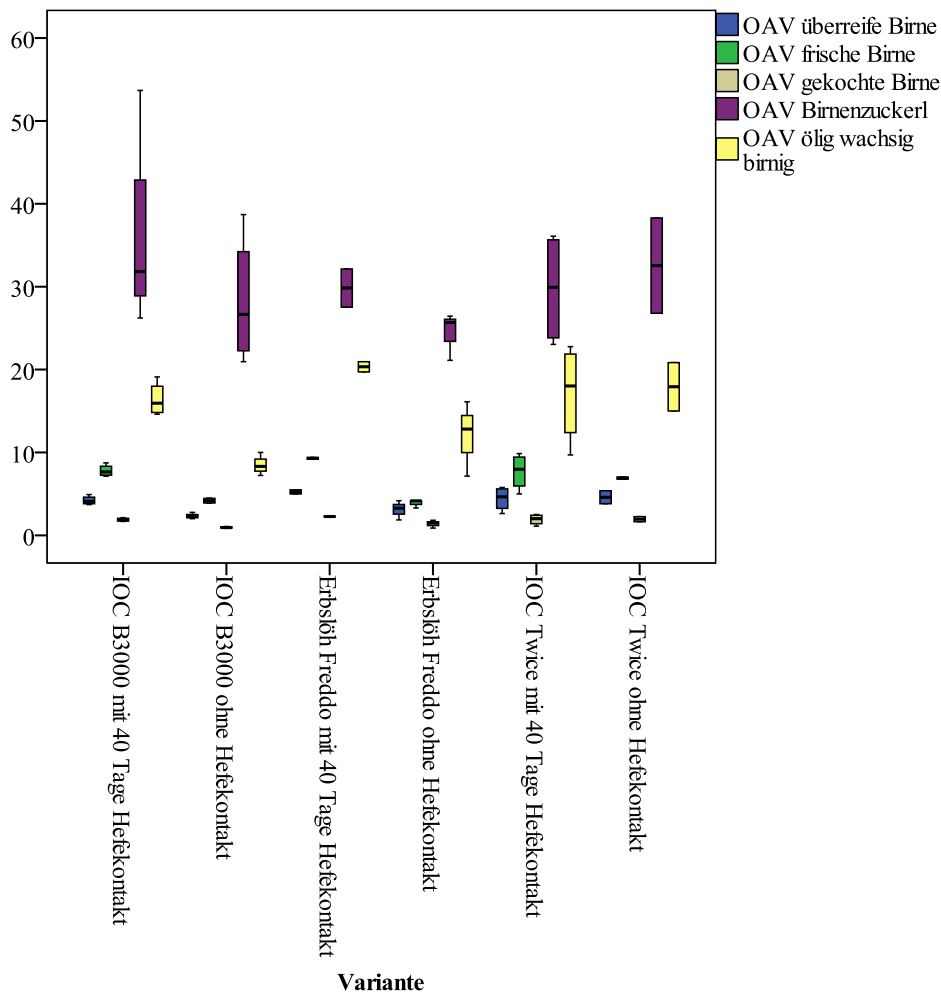
Im Experiment 2 wurde der Einfluss der Sur Lie-Lage-
rung und der Hefen IOC B3000, Erbslöh Freddo sowie
IOC Twice getestet. Signifikante Unterschiede gab es
bei OAV frische Birne. Die Varianten IOC B3000 ohne
Hefekontakt und die Variante Erbslöh Freddo ohne He-
fekontakt hatten signifikant geringere OAV frische Birne
als die Varianten IOC B3000 mit 40 Tage Hefekontakt
und die Varianten IOC Twice mit 40 Tage Hefekontakt
(Kruskal-Wallis H: 14,466, $p = 0,013$). Des Weiteren
gab es Unterschiede bei den OAV überreife Birne (nicht
signifikant, $p = 0,067$) und OAV gekochte Birne (nicht
signifikant, $p = 0,054$). Die höchste durchschnittliche
Gesamtbirnenaromatik hatten die Weine mit der Hefe
IOC B3000 und 40 Tage Hefekontakt, jene der Variante
B3000 ohne Hefekontakt die geringste (Abb. 2; Tab. 7).

Tab. 7: Gesamtbirnen-spezifische OAV im Experiment 2

Variante	MW (OAV)	STABW (OAV)
IOC B3000 mit 40 Tage Hefekontakt	66,17 ^a	13,03
IOC B3000 ohne Hefekontakt	44,15 ^a	9,52
Erbslöh Freddo mit 40 Tage Hefekontakt	62,85 ^a	4,61
Erbslöh Freddo ohne Hefekontakt	44,80 ^a	6,39
IOC Twice mit 40 Tage Hefekontakt	60,90 ^a	16,57
IOC Twice ohne Hefekontakt	63,91 ^a	13,96

MW = Mittelwert, STABW = Standardabweichung; gleiche Buchstaben bedeuten kein signifikanter Unterschied.

Abb. 2: Sensorisch-analytisches Typogramm der Birnen-
aromatik der Varianten des Experiments 2. Der Boxplot
zeigt den Median, 50 % der Werte befinden sich inner-
halb der Box. Mit Kreisen werden Ausreißer und mit
Sternen Extremwerte dargestellt.



Die Aromaanalyse in Bezug auf den Hefeinfluss (jeweils beide Varianten des Hefekontaktes zusammengefasst) brachten keinen signifikanten Unterschied. Die Hefe B3000 bildete höhere Konzentrationen an Ethyldodecanoat als die Hefe IOC Twice (nicht signifikant, $p = 0,98$). Die Hefe IOC Twice bildete mehr Ethyloctanoat (nicht signifikant, $p = 0,77$), Ethylhexanoat (nicht signifikant, $p = 0,56$) und leicht höhere Gehalte an Ethyldecanoat (nicht signifikant, $p = 0,189$) (Tab. 8).

Tab. 8: Ergebnisse der Aromaanalysen der unterschiedlichen Hefevarianten im Experiment 2

Aromastoff	Hefe	MW ($\mu\text{g/l}$)	STABW ($\mu\text{g/l}$)
Isoamylacetat	B3000	1751,4 ^a	585,0
	Freddo	1433,2 ^a	193,84
	Twice	1644,2 ^a	359,9
Ethylhexanoat	B3000	413,4 ^{a*}	151,1
	Freddo	520,5 ^{a*}	258,1
	Twice	589,0 ^{a*}	175,1
Ethyloctanoat	B3000	851,8 ^{a*}	286,9
	Freddo	681,6 ^{a*}	503,0
	Twice	1 086,7 ^{a*}	269,7
Ethyldecanoat	B3000	537,2 ^a	254,4
	Freddo	492,1 ^a	333,0
	Twice	664,1 ^a	164,8
Isoamylctoanoat	B3000	1,74 ^a	0,65
	Freddo	1,95 ^a	1,36
	Twice	2,50 ^a	1,15
Methylgeranoat	B3000	0,03 ^a	0,00
	Freddo	0,03 ^a	0,00
	Twice	0,03 ^a	0,00
Ethyldodecanoat	B3000	29,09 ^{a*}	18,94
	Freddo	31,03 ^{a*}	3,11
	Twice	21,54 ^{a*}	7,62
Decadiensäureester	B3000	2,22 ^a	0,29
	Freddo	1,71 ^a	0,81
	Twice	1,96 ^a	0,48

MW = Mittelwert, STABW = Standardabweichung; gleiche Buchstaben bedeuten kein signifikanter Unterschied, a* = $p < 0,10$, aber nicht signifikant.

In Bezug auf die Hefekontaktzeit ergab sich ein interessantes Bild. Die Varianten mit Hefekontakt hatten signifikant höhere Konzentrationen bei Ethylhexanoat (Mann-Whitney-U: 72,00, $p = 0,028$), Ethyloctanoat (Mann-Whitney-U: 81,00, $p = 0,002$), Ethyldecanoat (Mann-Whitney-U: 84,00, $p = 0,001$), Isoamylctoanoat (Mann-Whitney-U: 81,00, $p \leq 0,000$), Ethyldodecanoat (Mann-Whitney-U: 79,00, $p = 0,004$) und Decadiensäureestern (Mann-Whitney-U: 79,00, $p = 0,004$). Diese Ergebnisse können eventuell durch die Arbeiten einiger Autoren (NYKANEN und NYKANEN, 1977; SÆRENS et al., 2008) erklärt werden. Ethylester werden demnach anders als Acetate nicht vollständig und rasch an das umliegende Medium abgegeben. Je nach Kettenlänge nehmen die Übergangsrate und -geschwindigkeit ab. Durch das vorzeitige oder rasche Filtrieren nach der Gärung könnten Aromastoffe mit den Hefen entfernt worden sein. Zu ähnlichen Ergebnissen sind BUENO et al. (2006) gekommen. Nach dieser Studie wurde bei der Sorte 'Airen' die Konzentration von 34 analysierten Verbindungen, unter anderem Ethylester, durch den Kontakt mit Hefe signifikant gesteigert. In derselben Studie wurde festgestellt, dass der Kontakt mit Hefe bei der Rebsorte 'Macabeo' zu einer Verringerung der Monoterpen- und Esterkonzentration führte. Die Ergebnisse der hier vorliegenden Studie sind ein weiterer Beweis dafür, dass der Einfluss des Hefekontaktes auf die Aromazusammensetzung der Weine rebsortenabhängig sein dürfte (Tab. 9).

Tab. 9: Ergebnisse der Aromaanalysen der unterschiedlichen Hefekontaktvarianten im Experiment 2

Aromastoff	Hefekontakt	MW ($\mu\text{g/l}$)	STABW ($\mu\text{g/l}$)
Isoamylacetat	keine Hefekontakt	1532,7 ^a	368,7
	40 Tage Hefekontakt	1724,8 ^a	499,3
Ethylhexanoat	keine Hefekontakt	399,6 ^a	169,3
	40 Tage Hefekontakt	584,7 ^b	139,0
Ethyloctanoat	keine Hefekontakt	676,2 ^a	204,8
	40 Tage Hefekontakt	1065,7 ^b	233,9
Ethyldecanoat	keine Hefekontakt	403,8 ^a	141,1
	40 Tage Hefekontakt	710,9 ^b	152,4
Isoamylctoanoat	keine Hefekontakt	1,33 ^a	0,33
	40 Tage Hefekontakt	2,67 ^b	0,95
Methylgeranoat	keine Hefekontakt	0,03 ^a	0,00
	40 Tage Hefekontakt	0,03 ^a	0,00
Ethyldodecanoat	keine Hefekontakt	20,63 ^a	9,78
	40 Tage Hefekontakt	33,15 ^a	13,26
Decadiensäureester	keine Hefekontakt	1,65 ^a	0,46
	40 Tage Hefekontakt	2,32 ^b	0,36

MW = Mittelwert, STABW = Standardabweichung; gleiche Buchstaben bedeuten kein signifikanter Unterschied, a* = $p < 0,10$, aber nicht signifikant.

Bemerkenswert ist die Tatsache, dass der Hefekontakt vor allem bei den Hefen IOC B3000 und Erbslöh Fredo zu deutlichen Veränderungen der sensorisch-analytischen Typogramme führt, bei der Hefe IOC Twice hingegen die Veränderung kaum merkbar ist (Tab. 7).

Der Tabelle 10 sind die Ergebnisse der sensorischen Überprüfung zu entnehmen. Es konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Varianten festgestellt werden. Bemerkenswert ist aber, dass so wie beim Experiment 1 die Weine mit der Hefe Twice besser abschnitten. Diese Weine hatten höhere Werte bei der OAV frische Birne und höhere Werte bei OAV überreife Birne und OAV gekochte Birne.

Tab. 10: Ergebnisse der sensorischen Beurteilung des Experiments 2

Variante	MW	STABW	LSD=1,86
B3000_40TageHefekontakt	5,30	2,20	=
Freddo_kein Hefekontakt	5,50	2,11	=
B3000_kein Hefekontakt	5,55	2,45	=
Freddo_40Tage Hefekontakt	6,02	2,30	=
Twice_40TageHefekontakt	6,93	1,70	=
Twice_kein Hefekontakt	7,03	2,14	=

ANALYTISCHE ERGEBNISSE - EXPERIMENT 3

Im Experiment 3 wurden die Hefen IOC B3000, Erbslöh Fredo sowie IOC Twice getestet und die Effekte Maischestandzeit sowie Hefekontakt überprüft. Der Tabelle 11 sind die Ergebnisse der Aromaanalysen der un-

Tab. 11: Ergebnisse der Aromaanalysen der unterschiedlichen Maischestandzeiten im Experiment 3

Aromastoff	Hefekontakt	MW (µg/l)	STABW (µg/l)
Isoamylacetat	0h	2 206,7 ^a	921,6
	4h	2 089,5 ^a	979,8
	8h	2 795,8 ^a	802,6
Ethylhexanoat	0h	949,0 ^a	580,0
	4h	837,8 ^a	429,8
	8h	895,0 ^a	339,1
Ethyloctanoat	0h	1 333,0 ^a	543,1
	4h	1 257,7 ^a	392,3
	8h	1 347,2 ^a	503,6
Ethyldecanoat	0h	586,2 ^a	280,4
	4h	598,5 ^a	235,3
	8h	588,3 ^a	254,2
Isoamyloctanoat	0h	2,19 ^a	1,16
	4h	2,43 ^a	1,31
	8h	2,25 ^a	1,19
Methylgeranoat	0h	0,04 ^a	0,02
	4h	0,08 ^a	0,07
	8h	0,05 ^a	0,04
Ethyldecanoat	0h	18,40 ^a	14,66
	4h	20,62 ^a	11,60
	8h	18,76 ^a	11,83
Decadiensäureester	0h	1,43 ^a	0,81
	4h	1,57 ^a	0,72
	8h	1,50 ^a	0,95

MW = Mittelwert, STABW = Standardabweichung; gleiche Buchstaben bedeuten kein signifikanter Unterschied.

terschiedlichen Maischestandzeiten (Ergebnisse der Varianten der Hefen und Hefekontaktzeit wurden vereint) und Abbildung 3 die dazugehörigen sensorisch-analytischen Typogramme zu entnehmen. Es konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Varianten festgestellt werden.

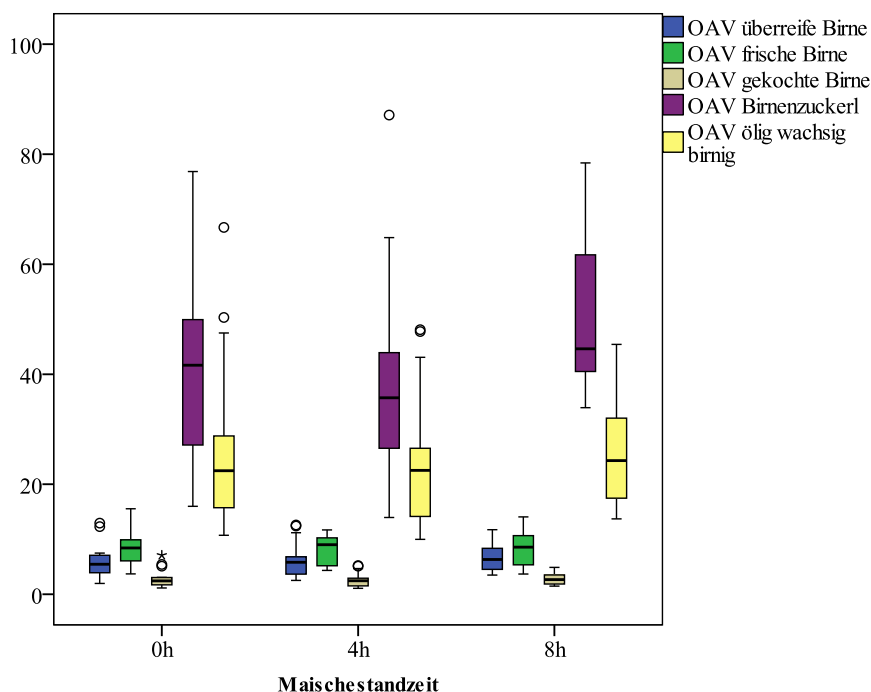


Abb. 3: Sensorisch-analytisches Typogramm der Birnenaromatik in Bezug auf die unterschiedlichen Maischestandzeiten des Experiments 3. Der Boxplot zeigt den Median, 50 % der Werte befinden sich innerhalb der Box. Mit Kreisen werden Ausreißer und mit Sternen Extremwerte dargestellt.

In Bezug auf die Hefewahl konnte jedoch ein signifikanter Einfluss bei Isoamylacetat zwischen der Hefe Erbslöh Freddo und IOC Twice festgestellt werden (Kruskal-Wallis H: 10,666, DF = 2, p = 0,005). Bei Ethylacetat, Ethyldecanoat, Ethyldodecanoat und Ethylhexanoat waren die Unterschiede nicht signifikant. Dennoch kann zusammenfassend festgestellt werden, dass die Hefe IOC B3000 höhere durchschnittliche Konzentrationen an Ethyldodecanoat und die Hefe IOC Twice höhere Konzentrationen an Ethylacetat, Ethylhexanoat sowie Ethyldecanoat bildete. Es gab keinen signifikanten Unterschied in Bezug auf die sensorisch-analytischen Typogramme. Die Varianten der Hefe Twice zeigen dennoch leicht höhere Werte (nicht signifikant) bei OAV frische Birne und OAV überreife Birne (Abb. 4, Tab. 12).

Tab. 12: Ergebnisse der Aromaanalysen der unterschiedlichen Hefevarianten im Experiment 3

Aromastoff	Hefe	MW (µg/l)	STABW (µg/l)
Isoamylacetat	B3000	2419,0 ^a	910,7
	Freddo	2193,1 ^a	954,9
	Twice	2406,6 ^a	1007,1
Ethylhexanoat	B3000	875,5 ^a	496,9
	Freddo	753,5 ^a	330,5
	Twice	1021,7 ^a	472,0
Ethylacetat	B3000	1241,6 ^{a*}	366,3
	Freddo	1158,6 ^{a*}	429,3
	Twice	1510,8 ^{a*}	559,6
Ethyldecanoat	B3000	611,4 ^{a*}	243,0
	Freddo	460,7 ^{a*}	216,7
	Twice	674,8 ^{a*}	256,3
Isoamylacetat	B3000	2,52 ^b	1,36
	Freddo	1,52 ^a	0,94
	Twice	2,67 ^b	0,95
Methylgeranoat	B3000	0,05 ^a	0,03
	Freddo	0,06 ^a	0,06
	Twice	0,07 ^a	0,07
Ethyldodecanoat	B3000	21,90 ^a	13,67
	Freddo	16,71 ^a	14,41
	Twice	18,52 ^a	9,24
Decadiensäureester	B3000	1,61 ^a	0,89
	Freddo	1,35 ^a	0,84
	Twice	1,51 ^a	0,72

MW = Mittelwert, STABW = Standardabweichung; gleiche Buchstaben bedeuten kein signifikanter Unterschied, a* = p < 0,10 aber nicht signifikant.

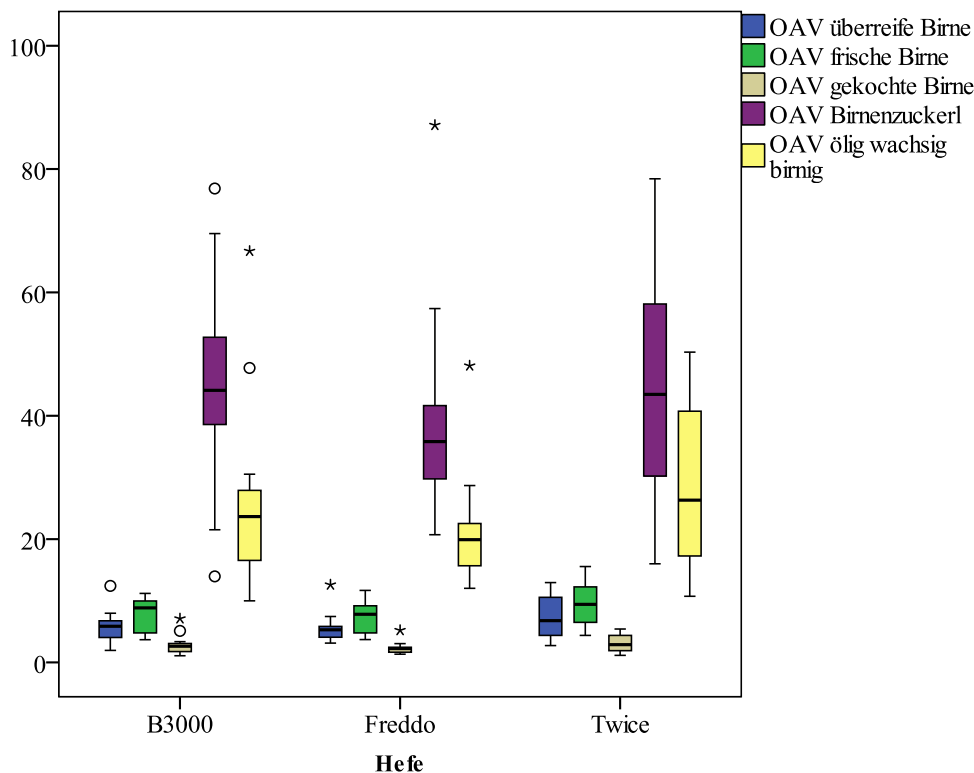


Abb. 4: Sensorisch-analytisches Typogramm der Birnenaromatik in Bezug auf die unterschiedlichen Hefevarianten des Experiments 3. Der Boxplot zeigt den Median, 50 % der Werte befinden sich innerhalb der Box. Mit Kreisen werden Ausreißer und mit Sternen Extremwerte dargestellt.

Betrachtet man den Einfluss des Hefekontaktes, ergeben sich signifikante Unterschiede bei den Aromastoffen Ethylhexanoat, Ethyloctanoat, Isoamylactanoat, Methyl-tans-geranoat, Ethyldodecanoat, und Decadiensäureester. Bei den sensorisch-analytischen Typogrammen sind die OAV überreife Birne, die OAV frische Birne, die OAV gekochte Birne und OAV öliger, wachsig, birnig

signifikant beeinflusst. Zusammenfassend kann ähnlich wie bei Experiment 2 gesagt werden, dass die Konzentrationen an den untersuchten Ethylestern signifikant durch Hefekontakt zugenommen haben und dadurch die sensorisch-analytischen Typogramme signifikant beeinflusst wurden. Diese Ergebnisse bestätigen die Aussagen von BUENO et al. (2006) (Abb. 5, Tab. 13).

Tab. 13: Ergebnisse der Aromaanalysen der unterschiedlichen Hefekontaktzeiten im Experiment 3

Aromastoff	Hefekontakt	MW (µg/l)	STABW (µg/l)
Isoamylacetat	kein Hefekontakt	2064,7 ^a	971,1
	40 Tage Hefekontakt	2786,3 ^a	969,2
	40 Tage Hefekontakt plus Enzymeinsatz	2229,0 ^a	666,0
Ethylhexanoat	kein Hefekontakt	679,9 ^a	369,5
	40 Tage Hefekontakt	1121,8 ^b	482,0
	40 Tage Hefekontakt plus Enzymeinsatz	919,7 ^{ab}	395,7
Ethyloctanoat	kein Hefekontakt	974,9 ^a	484,5
	40 Tage Hefekontakt	1519,8 ^b	207,7
	40 Tage Hefekontakt plus Enzymeinsatz	1562,2 ^b	398,2
Ethyldecanoat	kein Hefekontakt	371,2 ^a	196,2
	40 Tage Hefekontakt	682,4 ^b	118,0
	40 Tage Hefekontakt plus Enzymeinsatz	818,3 ^b	170,5
Isoamylactanoat	kein Hefekontakt	1,36 ^a	0,91
	40 Tage Hefekontakt	2,50 ^b	0,78
	40 Tage Hefekontakt plus Enzymeinsatz	3,50 ^b	0,83
Methylgeranoat	kein Hefekontakt	0,04 ^a	0,04
	40 Tage Hefekontakt	0,07 ^{ab}	0,06
	40 Tage Hefekontakt plus Enzymeinsatz	0,07 ^b	0,06
Ethyldodecanoat	kein Hefekontakt	7,93 ^a	5,85
	40 Tage Hefekontakt	24,71 ^b	8,51
	40 Tage Hefekontakt plus Enzymeinsatz	30,15 ^b	10,12
Decadiensäureester	kein Hefekontakt	0,74 ^a	0,47
	40 Tage Hefekontakt	1,97 ^b	0,62
	40 Tage Hefekontakt plus Enzymeinsatz	2,08 ^b	0,44

MW = Mittelwert, STABW = Standardabweichung; gleiche Buchstaben bedeuten kein signifikanter Unterschied.

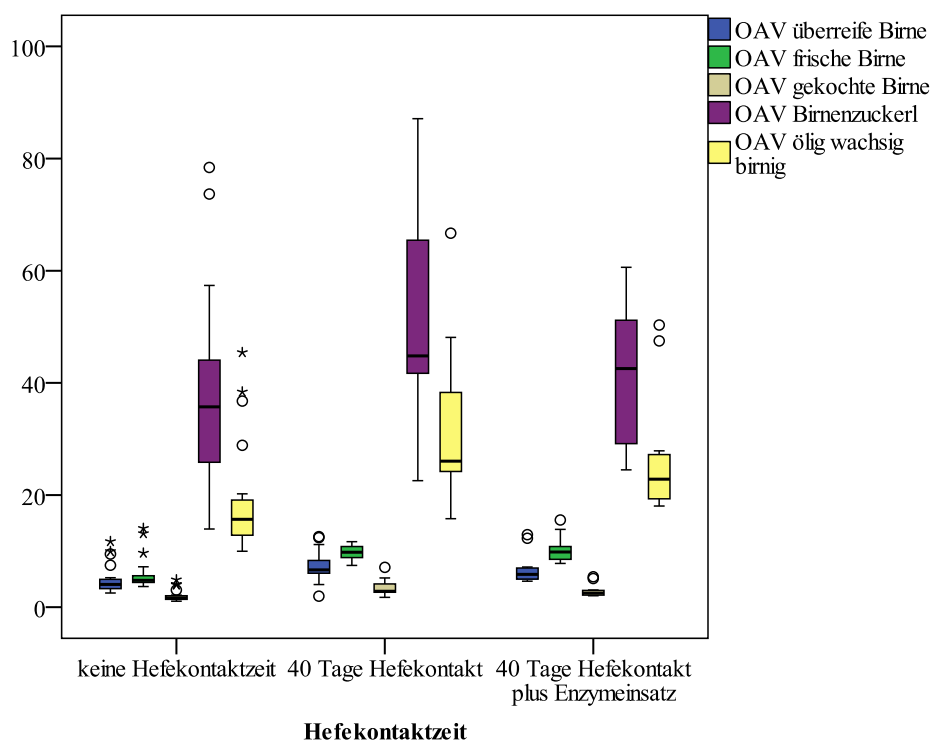


Abb. 5: Sensorisch-analytisches Typogramm der Birnenaromatik in Bezug auf die unterschiedlichen Hefekontaktvarianten des Experiments 3. Der Boxplot zeigt den Median, 50 % der Werte befinden sich innerhalb der Box. Mit Kreisen werden Ausreißer und mit Sternen Extremwerte dargestellt.

EINFLUSS DES TRAUBENMATERIALS

Durch das Versuchsdesign war es auch möglich, einzelne Varianten (Tab. 2) der drei Traubenchargen miteinander zu vergleichen. Tabelle 14 und Abbildung 6 sind die Ergebnisse dieses Vergleichs zu entnehmen. Demnach gab es einen signifikanten Einfluss bei den Aromastoffen Isoamylacetat (Kruskal-Wallis H: 5,982, DF = 2, p = 0,050), Ethylhexanoat (Kruskal-Wallis H: 6,564, DF = 2, p = 0,038), Isoamylctoanoat (Kruskal-Wallis H: 5,982, DF = 2, p = 0,050), Methyl-trans-geranoat (Kruskal-Wallis H: 6,175, DF = 2, p = 0,046), Ethyldodecanoat (Kruskal-Wallis H: 8,018, DF = 2, p = 0,018) und

Decadiensäureester (Kruskal-Wallis H: 6,300, DF = 2, p = 0,043).

Interessant ist die Tatsache, dass bei den sensorisch-analytischen Typogrammen die OAV überreife Birne (Kruskal-Wallis H: 6,564, DF = 2, p = 0,0038), die OAV gekochte Birne (Kruskal-Wallis H: 6,584, DF = 2, p = 0,0037) und die OAV ölig wachsig birnig (Kruskal-Wallis H: 6,564, DF = 2, p = 0,0038) signifikant beeinflusst wurden. Bei den OAV frische Birne (p = 0,066) und OAV Birnenzuckerl (p = 0,080) ist der Einfluss des Traubenmaterials nicht signifikant. Zusammenfassend

Tab. 14: Ergebnisse der Aromaanalysen der unterschiedlichen Traubenchargen vom Experiment 1 - 3

Aromastoff	Traubenmaterial	MW	STABW
Isoamylacetat	Klosterneuburg_2015	867,2 ^{a*}	143,3
	Klosterneuburg_2016	1560,2 ^{b*}	449,2
	Weinviertel_2016	1767,3 ^{b*}	603,4
Ethylhexanoat	Klosterneuburg_2015	694,9 ^{ab}	115,4
	Klosterneuburg_2016	283,4 ^{a*}	45,5
	Weinviertel_2016	728,7 ^{b*}	309,6
Ethylctoanoat	Klosterneuburg_2015	1311,4 ^{a*}	621,6
	Klosterneuburg_2016	598,2 ^{a*}	61,2
	Weinviertel_2016	943,0 ^{a*}	271,2
Ethyldecanoat	Klosterneuburg_2015	594,1 ^{a*}	179,7
	Klosterneuburg_2016	316,0 ^{a*}	67,8
	Weinviertel_2016	344,1 ^{a*}	16,3
Isoamylctoanoat	Klosterneuburg_2015	2,28 ^{b*}	0,68
	Klosterneuburg_2016	1,24 ^{a*}	0,17
	Weinviertel_2016	1,31 ^{ab}	0,17
Methylgeranoat	Klosterneuburg_2015	0,04 ^b	0,00
	Klosterneuburg_2016	0,03 ^{ab}	0,01
	Weinviertel_2016	0,02 ^a	0,00
Ethyldodecanoat	Klosterneuburg_2015	42,61 ^b	13,31
	Klosterneuburg_2016	16,50 ^{ab}	8,75
	Weinviertel_2016	5,24 ^a	1,40
Decadiensäureester	Klosterneuburg_2015	3,24 ^b	1,01
	Klosterneuburg_2016	2,12 ^{ab}	0,27
	Weinviertel_2016	0,52 ^a	0,08

MW = Mittelwert, STABW = Standardabweichung, gleiche Buchstaben bedeuten kein signifikanter Unterschied; a* = p < 0,10, aber nicht signifikant.

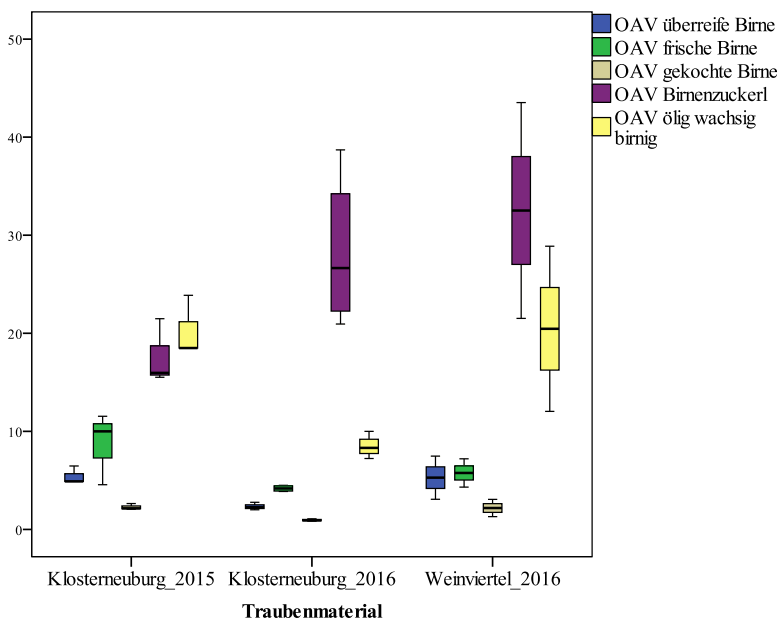


Abb. 6: Sensorisch-analytisches Typogramm der Birnenaromatik in Bezug auf die Traubenchargen in den Experimenten 1 bis 3. Der Boxplot zeigt den Median, 50 % der Werte befinden sich innerhalb der Box. Mit Kreisen werden Ausreißer und mit Sternen Extremwerte dargestellt.

kann gesagt werden, dass durch unterschiedliches Traubenmaterial alle Aromastoffe in unterschiedlichen Konzentrationen gebildet wurden. Interessant ist dabei, dass die durchschnittlichen Konzentrationen an Decadiensäureestern und Methyl-trans-geranoat in Weinen von Trauben aus Klosterneuburg (2016 und 2015) höher waren. Die Aussage von PHILIPP et al. (2018), wonach die sensorisch-analytischen Typogramme der Birnenaromatik in reifen Jahrgängen sowie 2015 anders aussehen als in unreiferen Jahrgängen, kann durch die Ergebnisse dieser Studie bestätigt werden.

CONCLUSIO

Bei der wissenschaftlichen Interpretation von sensorischen Eindrücken und somit auch beim Versuch einer Koppelung von sensorischen mit analytischen Daten gibt es immer einen systematischen Fehler. Dieser liegt bei der Empfindung des Menschen und dessen Fähigkeit zu kommunizieren. Darüber hinaus ist die Matrix Wein mit allen Wechselwirkungen und Synergieeffekten der über 2000 Aromastoffe überaus kompliziert (STYGER et al., 2011; SEISONEN et al., 2016; FERREIRA und CACHO, 2009; DE-LA-FUENTE-BLANCO et al., 2016). Gut beschriebene Modelle wie die der "Spanischen Aromalehre" helfen dabei, das Gesamtkonstrukt besser zu verstehen (ESCUADERO et al., 2004; FERREIRA et al., 2002). Mit den sensorisch-analytischen Typogrammen zur Beschreibung der Birnenaromatik in Weißburgunder-Weinen wurde in PHILIPP et al. (2017a; 2017b; 2018) eine einfache grafische Darstellung gefunden, mit der versucht wird, die Komplexität der Birnenaromatik zu erfassen. Im Zuge dieser Arbeit wurde auf dieses Instrument zurückgegriffen und in drei Experimenten der Einfluss der Maischestandzeit, Hefewahl, Gärtemperatur, des Hefekontaktes (Sur Lie) und des Traubenmaterials getestet. Mit Ausnahme der Maischestandzeit hatten alle Faktoren die Birnenaromatik signifikant, aber auf unterschiedliche Weise beeinflusst. Wie in PHILIPP et al. (2017a) bereits gezeigt und im Zuge dieser vorliegenden Studie bestätigt, sind die OAV überreife Birne, frische Birne und gekochte Birne wichtig für die empfundene Birnenaromatik. Die Intensität dieser Parameter wird einerseits durch das Traubenmaterial und vor allem von dessen Reife (Jahrgangseffekt) beeinflusst, und ande-

rerseits kann durch Hefekontakt die Konzentration der entsprechenden Aromastoffe signifikant erhöht werden. Mit einer niedrigen Gärtemperatur werden vor allem die Konzentrationen an Isoamylacetat erhöht, was wiederum zu einer signifikanten Erhöhung der OAV Birnenzuckerl führt. Sensorisch hatten die Weine mit hohen OAV Birnenzuckerl aber eine als geringer empfundene Birnenaromatik. Mit der Hefewahl (IOC B3000, IOC Twice, Erbslöh Freddo) werden die Konzentrationen einzelner Aromastoffe (vor allem Ethylhexanoat, Ethyloctanoat, Ethyldodecanoat und Isoamylacetat) beeinflusst. Die Ergebnisse in Bezug auf die Heferversuche sind über die drei Experimente nicht einheitlich, weshalb zusammenfassend gesagt werden kann, dass eine gewisse Beeinflussung der Birnenaromatik durch die Hefe gegeben ist, aber der Effekt aus momentaner Sicht nicht ganz klar ist. Außerdem müssten wesentlich mehr Hefen getestet werden. Ein aus Sicht des Autors bereits sehr vielseitig diskutierter und erforschter Einflussfaktor (GARDE-CERDÁN und ANCÍN-AZPILICUETA, 2008; VILANOVA et al., 2007; TORREA et al., 2011; HERNANDEZ-ORTE et al., 2006), der hier nicht berücksichtigt wurde, ist die Rolle des verfügbaren organischen und anorganischen Stickstoffs. Des Weiteren muss angemerkt werden, dass die Zugehörigkeit von Methyl-trans-geranoat und Decadiensäureester zur Gruppe der Primäromen oder zur Gruppe der Tertiäromen im Zuge dieser Arbeit nicht geklärt werden konnte.

DANKSAGUNGEN

Dank gebührt DI MARTIN PRINZ und den Bachelor-StudentInnen LEONA TÖNNIES, KAROLINE TAFERNER, MELIS YALTIR und DANIEL GAMMERT für die Mithilfe bei den Experimenten sowie Mag. WALTER BRANDES für die Synthese der für die Arbeit notwendigen Esterverbindungen. Weiter bedanken wir uns bei einem anonymen Reviewer und bei Dr. MONIKA RIEDLE-BAUER, der Editorin der *MITTEILUNGEN KLOSTERNEUBURG*, für die konstruktiven Anmerkungen, die das Manuskript deutlich verbessert haben.

Wir möchten uns auch bei den Firmen LALLEMAND und ERBSLÖH für die kostenlose Bereitstellung der Hefen bedanken.

Besonderen Dank gebührt Ing. Othmar Frühwirth für seine Hilfestellungen.

LITERATUR

- ÁLVAREZ, M. G., GONZÁLEZ-BARREIRO, C., CANCHO-GRANDE, B. UND SIMAL-GÁNDARA, J. 2011: Relationships between Godello white wine sensory properties and its aromatic fingerprinting obtained by GC-MS. *Food Chemistry* 129(3): 890-898.
- ANTALICK, G., PERELLO, M. C. UND DE REVEL, G. 2010: Development, validation and application of a specific method for the quantitative determination of wine esters by headspace-solid-phase microextraction-gas chromatography-mass spectrometry. *Food Chemistry* 121(4): 1236-1245.
- ANDERSON, R. J. UND KIRSOP, B. H. 1974: The control of volatile ester synthesis during the fermentation of wort of high specific gravity. *J. Inst. Brew.* 80:48-55.
- BRANDES, W., KARNER, M. UND EDER, R. 2003: Bestimmung von sortentypischen Aromastoffen in ‚Williams Christ‘-Brände und deren Destillationsverhalten. *Mitteilungen Klosterneuburg* 53(3-4) 103-112.
- BRANDES W., KARNER M. UND EDER R. 2007: Important aromatic substances in fruit distillates and their influence on the sensory evaluation. *Mitteilungen Klosterneuburg* 57: 63-82.
- BUENO, J. E., PEINADO, R. A., MEDINA, M. UND MORENO, J. 2006: Effect of a short contact time with lees on volatile composition of Airen and Macabeo wines. *Biotechnology letters* 28(13): 1007-1011.
- DE-LA-FUENTE-BLANCO, A., SÁENZ-NAVAJAS, M. P. UND FERREIRA, V. 2016: On the effects of higher alcohols on red wine aroma. *Food chemistry* 210: 107-114.
- DEUTSCHES WEININSTITUT 2017: Deutscher Wein: Statistik 2015/2016, https://www.deutscheweine.de/fileadmin/user_upload/Website/Service/Downloads/Statistik_2015-2016.pdf.
- DE MARCH, C. A., RYU, S., SICARD, G., MOON, C. UND GOLEBIOWSKI, J. 2015: Structure-odour relationships reviewed in the postgenomic era. *Flavour and fragrance journal* 30(5): 342-361.
- ESCUADERO, A., GOGORZA, B., MELUS, M. A., ORTIN, N., CACHO, J. UND FERREIRA, V. 2004: Characterization of the aroma of a wine from Maccabeo. Key role played by compounds with low odor activity values. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52(11): 3516-3524.
- FERREIRA, V. 2010: Volatile aroma compounds and wine sensory attributes. In: Reynolds, A. G. (Hrsg.): *Managing wine quality: viticulture and wine quality* S. 3-28. – Elsevier, 2010
- FERREIRA, V. UND CACHO, J. 2009: Identification of impact odorants of wines. In: Moreno-Arribas, M. (Hrsg.): *Wine chemistry and biochemistry*, Springer, New York, NY.
- FILZMOSER, P. 2015: StatDA: Statistical Analysis for Environmental Data. R package version 1.6.9. URL <http://CRAN.R-project.org/package=StatDA>.
- GARDE-CERDÁN, T. UND ANCÍN-AZPILICUETA, C. 2008: Effect of the addition of different quantities of amino acids to nitrogen-deficient must on the formation of esters, alcohols, and acids during wine alcoholic fermentation. *LWT-Food Science and Technology* 41(3): 501-510.
- HARTUNG, J. UND ELPELT, B. 1999: Die Faktorenanalyse. *Multivariate Statistik*, 6th edn pp. 505-593.
- HERNANDEZ-ORTE, P., BELY, M., CACHO, J. UND FERREIRA, V. 2006: Impact of ammonium additions on volatile acidity, ethanol, and aromatic compound production by different *Saccharomyces cerevisiae* strains during fermentation in controlled synthetic media. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 12(2): 150-160.
- JAKOB, L. 2012: *Lexikon der Önologie – Kellerwirtschaft, Weinchemie, Weinrecht* – Stuttgart: Ulmerverlag, 2012
- Kruskal, W. H. und Wallis, W. A. 1952: Use of ranks in one-criterion variance analysis. *Journal of the American statistical Association* 47(260): 583-621.
- LAMBRECHTS, M. G. UND PRETORIUS, I. S. 2000: Yeast and its importance to wine aroma - a review. *South African Journal for Enology and Viticulture* 21: 97-129.

- LAWLESS H. T. UND HEYMANN H. 2010: Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices. – Berlin: Springer Science and Business Media, 2010
- LOZANO, J., SANTOS, J. P., ALEIXANDRE, M., SAYAGO, I., GUTIERREZ, J. UND HERRILLO, M. C. 2006: Identification of typical wine aromas by means of an electronic nose. *IEEE Sensors Journal* 6(1): 173-178.
- MEHINAGIC, E., ROYER, G., SYMONEAUX, R., JOURJON, F. UND PROST, C. 2006: Characterization of odor-active volatiles in apples: influence of cultivars and maturity stage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54(7): 2678-2687.
- MOLINA, A. M., SWIEGERS, J. H., VARELA, C., PRETORIUS, I. S. UND AGOSIN, E. 2007: Influence of wine fermentation temperature on the synthesis of yeast-derived volatile aroma compounds. *Applied Microbiology and Biotechnology* 77(3): 675-687.
- NYKANEN, L. UND I. NYKANEN. 1977: Production of esters by different yeast strains in sugar fermentations. *J. Inst. Brew.* 83: 30–31.
- OIV 2010: Leitlinien zu Geräten für die Infrarotanalyse in der Önologie. OIV-OENO 390-2010.
- PALMER, A. K. UND H. RENNIE. 1974. Ester control in high gravity brewing. *J. Inst. Brew.* 80: 447–454.
- PHILIPP, C., EDER, P., BRANDES, W., PATZL-FISCHERLEITNER, E. UND EDER, R. 2018: The Pear Aroma in the Austrian Pinot Blanc Wine Variety: Evaluation by Means of Sensorial-Analytical-Typograms with regard to Vintage, Wine Styles, and Origin of Wines. *Journal of Food Quality*: 2018.
- PHILIPP, C., EDER, P., BRANDES, W., REGNER, F., PATZL-FISCHERLEITNER, E. UND EDER, R. 2017a: Charakterisierung der Birnenaromatik von Österreichischem Weißburgunder (Pinot blanc) hinsichtlich Typizität und Qualität. In *BIO Web of Conferences* (Vol. 9, p. 02033). EDP Sciences.
- PHILIPP C., EDER P., BRANDES W., ZÖCH B., REGNER F., PATZL-FISCHERLEITNER E. UND EDER R. 2017b: Sensory and analytical detection of pear-like odors in Austrian Pinot Blanc wines. Pster at *In Vino Analytica Scientia* 2017
- SAERENS, S. M. G., DELVAUX, F., VERSTREPEN, K. J., VAN DIJCK, P., THEVELEIN, J. M. UND DELVAUX, F. R. 2008: Parameters affecting ethyl ester production by *Saccharomyces cerevisiae* during fermentation. *Applied and environmental microbiology* 74(2): 454-461.
- SCHREIER, P. UND PAROSCHY, J. H. 1981: Volatile Constituents from Concord, Niagara (*Vitis labrusca*, L.) and Elvira (*V. labrusca*, L. x *V. riparia*, M.) Grapes. *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal* 14(2): 112-118.
- SCHULTZ H. R. UND STOLL M. 2015: Deutsches Weinbaujahrbuch 2016. Stuttgart: Eugen Ulmer, 2015
- SWIEGERS, J. H., FRANCIS, I. L., HERDERICH, M. J. UND PRETORIUS, I. S. 2006: Meeting consumer expectations through management in vineyard and winery. *Aust. NZ Wine Ind. J.* 21: 34-42.
- SEISONEN, S., VENE, K. UND KOPPEL, K. 2016: The current practice in the application of chemometrics for correlation of sensory and gas chromatographic data. *Food chemistry* 210: 530-540.
- STATISTIK AUSTRIA, WEINGARTENGRUNDERHEBUNG, 2015: https://www.statistik.at/web_de/services/publikationen/8/index.html?includePage=detailed-View&name=Lan+und+Forstwirtschaft&pubId=368. (13. August 2018)
- STYGER, G., PRIOR, B. UND BAUER, F. F. 2011: Wine flavor and aroma. *Journal of industrial microbiology & biotechnology* 38(9): 1145.
- TORREA, D., VARELA, C., UGLIANO, M., ANCIN-AZPILICUETA, C., FRANCIS, I. L. UND HENSCHKE, P. A. 2011: Comparison of inorganic and organic nitrogen supplementation of grape juice—Effect on volatile composition and aroma profile of a Chardonnay wine fermented with *Saccharomyces cerevisiae* yeast. *Food Chemistry* 127(3): 1072-1083.

VERSINI, G., RAPP, A., DALLA SERRA, A., PICHLER, U. UND RAMPONI, M. 1994: Methyl trans geranate and farnesoate as markers for Gewürstraminer grape skins and related distillates. *Vitis*, 33: 139–142.

VILANOVA, M., UGLIANO, M., VARELA, C., SIEBERT, T.,

PRETORIUS, I. S. UND HENSCHKE, P. A. 2007: Assimilable nitrogen utilisation and production of volatile and non-volatile compounds in chemically defined medium by *Saccharomyces cerevisiae* wine yeasts. *Applied microbiology and biotechnology* 77(1): 145-157.

Eingelangt am 13. August 2018