

ÖSTERREICHISCHE DIREKTTRÄGERWEINE (UHUDLER®): EIN VERGLEICH IHRER GEHALTE AN METHANOL, GÄRUNGSAROMEN, MALVIDIN-3,5-DIGLUCOSID, GESAMTPHENOL UND MINERALSTOFFEN MIT DENEN VON WEINEN AUS ZUGELASSENEN QUALITÄTSREBSORTEN

CHRISTIAN PHILIPP, PHILLIP EDER, REINHARD BAUMANN, KARIN KORNTHEUER,
ELSA PATZL-FISCHERLEITNER UND REINHARD EDER

Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau
A-3400 Klosterneuburg, Wiener Straße 74
E-Mail: christian.philipp@weinobst.at

Ziel dieses Artikels ist die Charakterisierung von Uhudler®-Weinen anhand wichtiger qualitätsbestimmender Inhaltsstoffe im Vergleich zu herkömmlichem roten und weißen Qualitätswein. Die Kelterung der Direktträgertrauben für die Uhudler®-Weine wurde in der Vergangenheit unter dem Blickwinkel der "Gesundheitsgefährdung" schrittweise verboten, und die jüngste Diskussion über Auspflanzverbot und Rodungsbefehle verlangt den Vergleich der Quantitäten an Methanol in verschiedenen weißen und roten Uhudler®-Proben mit denen in herkömmlichen roten und weißen Qualitätsweinen. Hierzu wurden 31 Direktträgerweine der Jahrgänge 2013 und 2014 und jeweils fünfzehn Weiß- und Rotweine sowie acht Roséweine von Edeltraubensorten verschiedener Jahrgänge analysiert. Im Zuge der Studie konnte festgestellt werden, dass der Gehalt an Methanol bei keinem der untersuchten Weine den Grenzwert (250 mg/l Methanol für Weiß- und Roséweine und 400 mg/l für Rotweine) überschritt. Daraus resultiert, dass keine Gesundheitsgefährdung von Uhudler®-Weinen ausgeht. Dieselben Proben wurden auch auf den Direktträgerfarbstoff Malvidin-3,5-diglucosid, auf den Gesamtphenolgehalt, Makroelemente und die wichtigsten Hauptaromastoffe (Gärungsaromen wie höhere Alkohole, Carbonsäuren und Ester) getestet und mittels SPSS auf signifikante Unterschiede untersucht. Bemerkenswert sind die Differenzen bei Säuren und Gesamtphenol, die viel mehr durch die traditionelle Verarbeitungstechnologie bei der Uhudler®-Produktion zu erklären sind, der Unterschied bei einigen Hauptaromastoffen hingegen ist vermutlich auf die Traube zurückzuführen.

Schlagwörter: Uhudler®, Methanol, Aromastoffe, Malvidin-3,5-diglucosid, Gesamtphenol, Makronährstoffe

Austrian wines from hybrid direct-producer vines: A comparison of their contents of methanol, fermentation aroma substances, malvidin-3,5-diglucoside, total phenolics and macro minerals with those of grapevine varieties registered for quality wine production. The objective of this article is the characterization of so-called Uhudler®-wines produced from hybrid direct-producer vine varieties by means of important quality determining substances compared to conventional red and white quality wines from Austria. There is a need to investigate if the quantities of methanol in different white and red Uhudler®-samples are higher than the usually found amounts in red and white quality wines and if the OIV limits are exceeded. Therefore 31 different Uhudler®-samples from the vintage 2013 and 2014 and 15 red and white wines from different vintages as well as 8 rosé wines from different vintages were analyzed. It was found that the amounts of methanol did not exceed the limit value (250 mg/l methanol for white and rosé wines and 400 mg/l for red wines) in any sample. As a result we can say Uhudler®-wines do not represent a risk to human health. The same samples were also analysed for the direct-producer vine anthocyanin malvidin-3,5-diglucoside, total phenols, macro minerals and main aroma substances (fermentation aroma substances such as higher alcohols, carbon acids and esters) and were analysed using SPSS for significant differences. Remarkable are the differences in acids and total phenolics contents which can be explained rather by the traditional processing technology in Uhudler®-production, the differences in some of the main aroma substances, however, are possibly due to the grapes.

Keywords: Uhudler®, methanol, aroma substances, malvidin-3,5-diglucoside, total phenols, macro minerals

Uhudler® ist ein in den südburgenländischen Bezirken Jennersdorf und Güssing hergestellter Wein aus Direktträgertrauben mit langer Tradition. Charakteristisch ist sein als Foxgeschmack (Fuchsigkeit) bekanntes eigenwilliges Aroma. Mit der Einschleppung der Reblaus im 19. Jahrhundert wurden Amerikanerreben nicht nur für Veredelungen als Unterlagen verwendet, sondern auch für die Traubenproduktion. Weine aus diesen Reben wurden ab dem Ende der 1950iger-Jahre "Uhudler®" genannt. Doch waren diese nicht immer so beliebt wie heute. Schrittweise wurden sie unter dem Vorwand der Gesundheitsgefährdung verboten (PFEIFFER, 2007).

1929 kam die gesetzliche Kennzeichnungspflicht für Direktträgerweine, gefolgt vom Auspflanzverbot 1936 und dem Verbot von Weinverschnitten mit Erzeugnissen von Amerikanerreben. 1961 wurde das Inverkehrbringen von Uhudler®-Weinen verboten. Ab sofort durfte Uhudler® nur mehr als Hastrunk für den Eigenverbrauch gekeltert werden. Das endgültige Aus kam nach dem Weinskandal mit dem neuen Weingesetz. Ab sofort war auch der gesamte Hastrunk verboten. In den folgenden Jahren wurden Tausende Liter von Direktträgerweinen vor allem im Südburgenland unter Aufsicht von Kelle-

reiinspektoren vernichtet (PFEIFFER, 2007).

1987 gründeten die Uhudler®-Produzenten den "Verein der Freunde des Uhudlers®". Mittlerweile zählt dieser mehr als 320 Mitglieder. Bereits 1989 konnte die Wort-Bild-Marke Uhudler® beim Österreichischen Patentamt angemeldet und rechtlich geschützt werden. Der Begriff Uhudler® ist auf Direktträgerweine der Bezirke Jennersdorf und Güssing im Südburgenland beschränkt (PFEIFFER, 2007). 1992 kam es dann zur Novelle des Weingesetzes, und somit darf Uhudler® seit 1. August 1992 wieder in Verkehr gebracht werden. Seit 1995 sind die Sorten 'Ripatella' (rot), 'Delaware' (rot), 'Concordia' (rot) und 'Elvira' (weiß) laut EU-Sortenverordnung temporär zugelassen. Des Weiteren wurden in der europäischen Agrarmarktordnung von 2013 die Sorten 'Noah', 'Othello', 'Isabella', 'Jacquez', 'Clinton' und 'Herbemont' explizit verboten, weil diese Keltertraubensorten weder zur Pflanzenart *Vitis vinifera* gehören, noch aus einer Kreuzung mit der Art *Vitis vinifera* stammen (EU KOMMISSION, 1981; EU KOMMISSION, 1995; EU PARLAMENT und EUROPÄISCHER RAT, 2013).

Um diesen beiden europäischen Gesetzen gerecht zu werden, hat die burgenländische Landesregierung in

der Weinbauverordnung die sechs Sorten verboten und die vier oben genannten bis 31. Dezember 2030 zugelassen sowie ein Auspflanzverbot für diese Sorten verhängt. Somit darf sich deren Rebfläche nicht vergrößern (BURGENLÄNDISCHE LANDESREGIERUNG, 2003). Die Beliebtheit des Uhdler® unter den Konsumenten nahm in den letzten Jahren stetig zu. Die steigende Nachfrage führte schließlich zur illegalen Auspflanzung und zu einer anonymen Anzeige. Es folgten Rodungsbefehle. Studien der HBLAuBA für Wein- und Obstbau Klosterneuburg zeigen, dass im Anbau die Sorte 'Ripatella' vorherrscht (REGNER, persönliche Mitteilung, 2015). Im Frühjahr 2016 sorgte ein Gutachten, welches das Landesverwaltungsgericht Burgenland bei der deutschen Hochschule Geisenheim eingeholt hatte, für den Wendepunkt in der Causa der Rodungsbefehle: Demnach ist die Sorte 'Ripatella' mit der Vinifera-Kreuzung 'Concord' gleichzusetzen, und deshalb waren die im März 2016 geplanten Zwangsrodungen vom Tisch. Seit dem 13. April 2016 dürfen durch eine Verordnung der burgenländischen Landesregierung die Sorten 'Amadeus', 'Bogni 15', 'Bolero', 'Boris', 'Breidecker', 'Concord'/'Ripatella', 'Delaware', 'Elvira' und 'Evita' im ganzen Burgenland ausgepflanzt und als Wein verkauft werden (BURGENLÄNDISCHE LANDESREGIERUNG, 2016). Die restlichen Sorten, die für Uhdler® verwendet wurden und nicht von dieser Änderung betroffen waren, wurden mit einer Novelle des Weingesetzes vom 18. Mai 2016 für die Produktion von Obstwein zugelassen (GABRIEL, 2016). Ein Argument, warum Uhdler® einst verboten wurde, sind höhere nachgewiesene Methanolgehalte in Weinen aus Direktträgertrauben (PFEIFFER, 2007). In der Literatur wird als Ursache für mehr Methanol in Uhdler®-Weinen der höhere Gehalt an Pektin angegeben. Die Trauben der Direktträger haben dickere Beerenschalen und gallertigeres Fruchtfleisch und somit mehr Pektin. Pektin, der Methylester der Polygalacturonsäure, ein Strukturmolekül in Pflanzen, ist die wichtigste Methanolquelle in Wein. Je länger der Kontakt mit der Beerenschale, desto höher sind die Methanolgehalte im fertigen Produkt (LEE et al., 1979; REVILLA und SANJOSÉ, 1998).

Bei der Hydrolyse der Methylgruppe aus Pektin zu Methanol spielen pektolytische Enzyme eine wesentliche Rolle. Diese werden in zwei Gruppen klassifiziert: die Pektinmethylesterase, diese ist entscheidend für die Hydrolyse der Methylgruppen, und die beiden Pektindepolymerasen (Lyase und Hydrolase), welche die Spaltung der Polygalacturonsäuremoleküle katalysieren (BARON, 1990; BRILLOUT et al., 1990; LEE et al., 1979). Weil die Aktivität der traubeneigenen pektolytischen Enzyme nicht ausreicht, um das gesamte Pektin zu spalten, ist die Verwendung von Handelspräparaten in der Weinbranche üblich (COLAGRANDE et al., 1994). Diese kommerziellen Produkte enthalten üblicherweise Enzyme beider Gruppen. Daraus resultiert, dass der Einsatz von pektolytischen Enzymen die Konzentration von Methanol in Wein erhöht (REVILLA und SANJOSÉ, 1998). Eine andere Quelle in Wein ist das seit kurzem für die Schwefeldioxidreduktion zugelassene Dimethyldicarbonat. Wird dieses Behandlungsmittel verwendet, können sich die Werte von Methanol um bis zu 100 mg/l erhöhen (EDER et al., 2011; OIV, 2015). Seit bekannt ist, dass Methanol für den Menschen toxisch ist, gibt es Grenzwerte für Wein, festgelegt von der Internationalen Organisation für Rebe und Wein. Rotweine dürfen nicht mehr als 400 mg/l und Weiß- bzw. Roséweine nicht mehr als 250 mg/l Methanol enthalten (OIV, 2011). Methanol, auch Methylalkohol oder oft Holzalkohol genannt, ist eine organische chemische Verbindung, die unter Normalbedingungen eine klare, entzündliche und leicht flüchtige Flüssigkeit mit alkoholischem Geruch ist. Im Stoffwechsel des Körpers wird Methanol mithilfe körpereigener Enzyme zu Formaldehyd und weiter zu Ameisensäure oxidiert. Nach der Aufnahme zeigt sich, wie bei herkömmlichem Alkohol (Ethanol), ein narkotisches Stadium, dem eine berauschende Wirkung vorausgeht. Kopfschmerzen, Schwächegefühl, Übelkeit, Erbrechen, Schwindel und beschleunigte Atmung sind die Folgen. Charakteristisch für Methanol ist die Schädigung von Nerven, insbesondere des Sehnervs, die bis zur Erblindung führen kann. Der Tod kann als Fol-

ge einer Atemlähmung eintreten (GESTIS, 2015). Der Gesamtgehalt an Aromastoffen in Wein beläuft sich nach STYGER et al. (2011) auf 0,8 bis 1,2 g/l. In etwa die Hälfte fällt in den Bereich der höheren Alkohole. Die restlichen Aromastoffe (Ester, Carbonylverbindungen, volatile Phenole, Terpene, flüchtige Thiolverbindungen und Säuren) sind nur in Spuren vorhanden (10^{-6} bis 10^{-3} g/l). Neben der Einteilung in Stoffgruppen können Aromastoffe auch noch nach technologischem Aspekt in Primär-, Sekundär-, Tertiär- und Quartäraromen eingeteilt werden. Zu den Primäraromen zählen alle originären, gesunden Trauben-Aromastoffe, die typisch sind für die Sorte und den Standort, wie Terpene, Pyrazine, einige Thiolverbindungen und volatile Phenole. Sekundäraromen stammen von der nicht unversehrten Traube, die vor allem von Botrytis befallen ist. Zu dieser Gruppe gehört Sotolon (4,5-dimethyl-3-hydroxyfuranon). Tertiäraromen entstehen bei der Verarbeitung der Trauben, dem Einmaischen und während der Gärung. Dazu zählen Ester und höhere Alkohole oder auch Noten, die beim biologischen Säureabbau (Milchsäureester, Diazetyl) entstehen. Bei der Lagerung können Aromen wie Damascenon, 1,1,6-Trimethyl-1,2-Dihydronaphthalin und Vitispiran, entstehen. Diese gehören zur Gruppe der Quartäraromen, auch Lageraromen genannt. Hierzu werden auch die Barriquearomen gezählt. (STYGER et al., 2011). Für die Analyse von Aromastoffen hinsichtlich Klassifizierung, Qualitätskontrolle und Verständnis der sensorischen Eigenschaften haben sich gaschromatographische Methoden bewährt. GUTH et al. (1997) beschreiben die komplexe Analyse von 43 Aromastoffen. Sie verwendeten dazu isopenmarkierte Standards und acht verschiedene Läufe mittels Gaschromatographie und Massenspektroskopie. Da diese Komplettanalysen von Weinaromen extrem komplex und sehr teuer sind, konzentrieren sich verschiedene Arbeiten auf einzelne Aromastoffklassen. Rasche Methoden mit einfachen Probenaufbereitungen sind selten beschrieben, da häufig Matrixeffekte zu weniger stabilen und weniger repräsentativen Ergebnissen führen (ORTEGA et al., 2002). Für die Beschreibung von Uhudler ist es aber nicht

notwendig, eine solch komplexe und teure Vollanalytik zu implementieren. Hierfür reichen eine einfache Gaschromatographie mit einer vorangegangenen Dichlormethan-Mikroextraktion und Flammenionisationsdetektion aus. Diese Methode wird von ORTEGA et al. (2002) als rasche Analyse für wichtige Weinaromastoffe beschrieben und konzentriert sich vor allem auf Tertiäraromen. Der Schwerpunkt liegt auf Ester, Alkoholen, Säuren und Carbonylverbindungen. Es sei erwähnt, dass PANIGHEL et al. (2010) eindeutig 2-Aminoacetophenone und Methylantranilate als Hauptverantwortliche für den typischen "Foxgeschmack" identifiziert haben. Laut dieser Studie ist der Gehalt an diesen beiden Aromastoffen in Direktträgerweinen drei- bis sechsmal höher als in herkömmlichen Chardonnay-Weinen. Im Zuge der vorliegenden Studie wurden diese Aromastoffe aber nicht analysiert. Ein weiteres wichtiges Qualitätskriterium für die Beurteilung von Wein sind die Polyphenole. Sie spielen eine Rolle bei der Weinfarbe, bei Oxidationsreaktionen, der Interaktion mit Proteinen, beim Alterungsverhalten und tragen zur Adstringenz und Bitterkeit bei (HERMANN et al., 2012). Proanthocyanidine – auch unter dem Namen "kondensierte Tannine" bekannt – sind hauptsächlich für die Adstringenz von Rotwein verantwortlich und an der Bildung einer stabilen Rotweinfarbe in der Kondensationsreaktion mit Anthocyanen beteiligt (EDER et al., 2014). Für eine grobe Beurteilung des Gesamtphenols bietet sich die fotometrische OIV-Methode zur Gesamtphenolbestimmung mit Folin-Ciocalteu Reagenz an. Roter Uhudler® zählt zu den Hybriden der Amerikaner-Reben, und da bekannt ist, dass diese einen hohen Gehalt an Malvidin-3,5-diglucosid aufweisen, ist es unumgänglich, diesen roten Direktträgerfarbstoff in diesen Artikel einzubeziehen. Malvidin-3,5-diglucosid – kurz Malvin genannt – kann hingegen in den österreichischen Qualitätsrebsorten der Gattung *Vitis vinifera* nicht nachgewiesen werden (EDER et al., 1994). FLAK et al. (2009) beschreiben die analytischen Verfahren zur Bestimmung des Direktträgerfarbstoffes. Für die qualitative und quantitative Abschätzung des Gehalts an Malvidin-3,5-diglucosid erfolgt zunächst eine fluoreszenzspektral-foto-

metrische Vorprüfung. Erst wenn dieses beschriebene Screening positiv ist, wird mittels HPLC-Methoden der genaue Gehalt bestimmt. Es gibt Methoden, die sich auf einen UV-/VIS-Detektor stützen, und solche, die auf Fluoreszenzdetektoren basieren. Für österreichischen Qualitätswein gilt ein Grenzwert von 15 mg/l. Es ist weitgehend bekannt, dass der Boden, das Klima, die Topographie und das Weingartenmanagement einen Einfluss auf die mineralischen Bestandteile der Trauben und der Produkte daraus haben (LIKAR, 2015). Es gibt aber keine veröffentlichte Studie, welche die Mineralstoffe in Uhudler®-Weinen bewertet. Als gängige Methode zur Bestimmung von Mineralstoffen hat sich die Atomabsorptionsspektroskopie bewährt. Natrium, Kalium, Kalzium und Magnesium zählen zu den Makroelementen. Als Summenparameter wird die Asche in g/l berechnet.

MATERIAL UND METHODEN

VERWENDETE PROBEN

In Summe wurden 31 Uhudler®-Proben (11 weiße und 20 rote; Sorte unbekannt) aus dem Uhudler®-Gebiet im Südburgenland, 15 rote (5 'Zweigelt', 2 'Pinot Noir', 2 'Sankt Laurent', 1 'Blauburger', 2 'Blaufränkisch', 1 'Cabernet Sauvignon', 2 Cuvée) und 15 weiße Qualitätsweine (5 'Grüner Veltliner', 3 'Rheinriesling', 2 'Welschriesling', 2 'Chardonnay', 1 'Sauvignon blanc', 1 'Neuburger', 1 Gemischter Satz) sowie 8 Roséweine (3 'Zweigelt', 5 unbekannt) verschiedener Herkunft miteinander verglichen.

VERWENDETE CHEMIKALIEN

In Tabelle 1 sind die verwendeten Chemikalien aufgelistet.

BESCHREIBUNG DER VERWENDETEN METHODEN

Die Parameter titrierbare Säure, Weinsäure, Äpfelsäure und Weinsäure wurden nach der OIV-Norm OIV OENO 3901/ 2010 mit einem FTIR Gerät (Fourier Transformations Infrarot Spektroskopie: WineScan SO2 Types 100 - 240 VAC) der Fa. Foss (HILLERØD, Dänemark) analysiert (OIV, 2010).

Die Analyse von Methanol erfolgte mittels Gaschromatographie mit Flammenionisationsdetektion und vorangehender Destillation. Methanol wurde durch Destillation von 100 ml Wein separiert. Dabei wurden etwa 80 ml Destillat übergeführt und anschließend wieder auf 100 ml mit MQ-Water (Synergy UV, Ultrapure Type 1; Fa. Merck-Millipore, Billerica, MA, USA) aufgefüllt. Um ein Schäumen bei der Destillation zu verhindern, wurde dem Wein im Destillationskolben sowohl Bentonit (NaCalit; Erbslöh, Geisenheim, Deutschland) zur Abbindung von Proteinen als auch Antischaummittel (Silicon-Entschäumer der Fa. LAB Technologies, Wien, Österreich) in ausreichender Menge addiert. Dem Destillat wurde anschließend eine Tetrahydrofuranstammlösung als interner Standard zugegeben. Die Konzentration an internem Standard im Destillat betrug danach 175,5 mg/l. Die Analyse erfolgte mit einem GC (Typ 7820 A, Fa. Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA) mit Injektor, Controller und Autosampler (Typ G 4513 A, Fa. Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA) und FID Detektor (Typ, 7820, Fa. Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA). Die Trennung erfolgte mit einer Säule DB Wax (0,25 Micron; 60 x 0,320 mm (Fa. Agilent, Santa Clara, CA, USA) bei einem Säulendruck von 28,41 psi., einem Injektionsvolumen von 1 µl, einem Splitverhältnis von 10:1, einer Injektionstemperatur von einem Ofentemperaturgradienten beginnend mit 8 min bei

Tab. 1: Chemikalienliste

Reagenzien	Firma	Reinheit	Verwendet für die Analyse von
Tetrahydrofuran	Fa. Merck, Deutschland	pro Analyse	Methanol
Ethanol	Fa. AustrAlco; Österreichische Alkoholhandels-GmbH	99 %	Methanol, Aroma
Methanol	Fa. Roth, Österreich	pro Analyse	Methanol
Salzsäure	Fa. Riedel-de Haën, Deutschland	mind. 37 %	Gesamtphenol, Makromineralstoffe
Methanol Chromasolv	Fa. Riedel-de Haën, Deutschland	98 %	Gesamtphenol, Malvidin 3,5 – Diglucosid
Folin-Ciocalteu Lösung	Fa. Merck, Deutschland	100 %	Gesamtphenol
Natriumcarbonatlösung	Fa. Riedel-de Haën, Deutschland	70 g / L	Gesamtphenol
Kaliumdihydrogenphosphat	Fa. Merck, Deutschland	pro Analyse	Malvidin 3,5 – Diglucosid
Phosphorsäure	Fa. Merck, Deutschland	85 %	Malvidin 3,5 – Diglucosid
Malvinchloride	Eigensynthese		Malvidin 3,5 – Diglucosid
Lanthanoxid	Fa. Merck, Deutschland		Makromineralstoffe
Cäsiumchlorid	Fa. Merck, Deutschland		Makromineralstoffe
Kaliumchlorid	Fa. Riedel-de Haën, Deutschland		Makromineralstoffe
Methyldecanoat	Fa. Fluka, USA	99 %	Aroma
Ethylpropionat	Eigensynthese	100 %	Aroma
Propansäure	Fa. Merck, Deutschland	99 %	Aroma
Ethylacetat	Fa. Fluka, USA	99,90 %	Aroma
Ethylisobutyrat	Eigensynthese	100 %	Aroma
Isobuttersäure	Fa. Aldrich, USA	98 %	Aroma
Buttersäure	Fa. Aldrich USA	99 %	Aroma
Diacetyl	Fa. Fluka, USA	99 %	Aroma
Isobutylacetat	Eigensynthese	100 %	Aroma
Ethyl-3-methylbutyrat	Eigensynthese	100 %	Aroma
Hexyl acetat	Fa. Schuchardt, Deutschland	99 %	Aroma
Isoamylalkohol	Fa. Fluka, USA	74,25%	Aroma
2-Phenylethylacetat	Fa. Schuchardt, Deutschland	99 %	Aroma
Ethylhexanoat	Eigensynthese	100 %	Aroma
Acetoin	Fa. Schuchardt, Deutschland	98 %	Aroma
Isovaleriansäure	Fa. Aldrich, USA	99 %	Aroma
Milchsäure-Ethylester	Fa. Fluka, USA	99 %	Aroma
Ethyl-octanoate	Fa. Schuchardt, Deutschland	99 %	Aroma
Dietehylsuccinate	Fa. Aldrich, USA	98 %	Aroma
Octansäure	Fa. Merck, Deutschland	98 %	Aroma
Hexansäure	Fa. Merck, Deutschland	100 %	Aroma
Decansäure	Fa. Merck, Deutschland	100 %	Aroma
Isoamylacetat	Eigensynthese	100 %	Aroma
Ethyl butyrat	Eigensynthese	100 %	Aroma
1-Hexanol	Fa. Fluka, USA	99,50 %	Aroma
1-Propanol	Fa. Fluka, USA	99,50 %	Aroma
1-Butanol	Fa. Riedel-de Haën, Deutschland	99 %	Aroma
iso-Butanol	Fa. Riedel-de Haën, Deutschland	99 %	Aroma
2-Butanol	Fa. Fluka, USA	99 %	Aroma
4-methyl-2-Pentanol	Fa. Aldrich, USA	98 %	Aroma
4-hydroxy-4methyl- 2-Pentanon	Fa. Merck, Deutschland	98 %	Aroma
2-Octanol	Fa. Fluka, USA	99 %	Aroma

40 °C, erhitzt auf 245 °C mit 40 °C/min Steigerungsrate und bei 245 °C konstant für 10 min. Als Transportgas wurde Helium, Wasserstoff und Pressluft verwendet. Die Kalibration der Methode erfolgte mittels Methanol in 10 % (vol/vol) Ethanollösung mit fünf Konzentrationsstufen und 175,50 mg Tetrahydrofuran pro Liter als interner Standard. Die Wiederfindung der Kalibration liegt bei 0,64 %, wobei vom Standard K3 bei zehnmaliger Wiederholung der gesamten Probenvorbereitung mit der Sollkonzentration 191,95 mg/l Methanol im Durchschnitt $193,12 \pm 1,70$ mg/l Methanol gefunden wurden. Die Methodenpräzision (v_k) ist 0,88 %.

Die Bestimmung des Malvidin-3,5-diglucosid-Gehaltes erfolgt analog zur publizierten Methode von FLACK et al. (2009) mittels HPLC-Methode (High-Performance-Liquid-Chromatography (Fa. Agilent Santa Clara, CA, USA): HPLC 1220 Infinity LC-Gradientensystem 1100 Series (1200 Series: FLD, Degasser, DAD, TCC, ALS; Fa. Agilent, Santa Clara, CA, USA) im Arbeitsbereich von 0,15 bis 180 mg/l mit der Nachweisgrenze von 0,08 mg/l und der Bestimmungsgrenze von 0,15 mg/l.

Die Analysenparameter Kalium, Kalzium, Magnesium, Natrium und der Aschegehalt wurden nach der OIV-Norm OIV-MA-AS322-03A mittels Atomabsorptionsspektrometer Unicam 939 (Fa. ATI Unicam, Markham, Kanada) analysiert (OIV, 2010).

Die analytische Erfassung des Gesamtphenols mittels Folin-Ciocalteu-Reagenz erfolgte analog zur publizierten Methode von SINGLETON et al. (1999) mittels Spektralphotometer: Agilent (Santa Clara, CA, USA) 8453 im Messbereich von 765 nm. Der Gehalt wird in g/l mit zwei Nachkommastellen, berechnet als Kaffeesäure, angegeben.

Für den quantitativen Nachweis der Hauptaromastoffe (der Gärungsaromen wie höherer Alkohole, Carbon-

säuren und Ester) wurde die von ORTEGA et al. (2010) publizierte und als schnelle Analyse wichtiger volatiler Komponenten bekannte Methode modifiziert. In 15 ml Zentrifugenröhrchen wurden 4,5 g Ammoniumsulfat, 3 ml Wein, 7 ml Wasser und 15 µl interner Standard vermischt und so lange geschüttelt, bis das Salz vollständig aufgelöst war. Anschließend wurden 0,3 ml Dichlormethan als Extraktionsmittel addiert. Als interner Standard wurde ein Gemisch aus 2-Butanol, 4-methyl-2-Pentanol, 4-hydroxy-4-methyl-2-Pentanon und 2 Octanol (140 µg/ml in Ethanol) verwendet (Tab. 2). Die Proben wurden für exakt 30 Minuten bei Raumtemperatur geschüttelt und danach zur besseren Phasentrennung für 10 Minuten im Tiefkühler gelagert und bei 4800 rpm zentrifugiert. Der Überstand wurde verworfen und 100 µl der Dichlormethanphase wurden in Vials zur Analyse transferiert. Die Analyse erfolgte mit einem GC (Typ 7820 A, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA) mit Injektor, Controller und Autosampler (Typ G 4513 A) und FID Detektor (Typ 7820). Die Trennung geschah mit einer Säule DB Wax (0,25 Micron; 60 x 0,320 mm (Fa. Agilent, Santa Clara, CA, USA) bei einem Säulendruck von 21 psi., einem Injektionsvolumen von 3 µl, einem Splitverhältnis von 10:1, einer Injektionstemperatur von 245 °C, einer Detektortemperatur von 250 °C und einem Ofentemperaturgradienten beginnend mit 5 min bei 40 °C, und danach erhitzt auf 200 °C mit 3 °C/min Steigerungsrate. Als Transportgas wurde Helium, Wasserstoff und Pressluft (3ml/min) verwendet. Der relative Responser der einzelnen Aromasubstanzen auf den entsprechenden internen Standard korreliert mit den im Wein enthaltenen Konzentrationen der Aromasubstanzen. Die Kalibration erfolgte mit 10 verschiedenen Konzentrationsstufen (Tab. 2) und in synthetischem Wein (12 % (v/v) Ethanol, 6 g/l Weinsäure und mit 1 N Natronlauge auf pH 3.2. eingestellt). Die Extraktion für die Kalibration erfolgte unter den gleichen Bedingungen wie oben erwähnt.

Tab. 2: Kalibrations-tabelle der analysierten Aromasubstanzen

Verbindung	IST	Kalibrationsbereich (mg/l Wein)
4-methyl-2-Pentanol (4 M)		66,90
4-hydroxy-4-methyl-2-Pentanon (4 O)		88,60
2-Octanol (2 O)		76,25
2-Butanol (2 B)		77,55
Ethylacetat	4 M	5,07 – 152,16
Ethylpropanoat	4 M	0,11 – 1,10
Ethyl-3-methylbutyrat	4 M	0,02 – 1,19
Diacetyl	2 B	0,10 – 4,00
Isobutylacetat	4 M	0,03 – 1,13
Ethylbutyrat	4 M	0,03 – 3,40
1-Propanol	2 B	1,99 – 198,62
Ethylisobutytrat	4 M	0,04 – 1,27
Isobutanol	2 B	1,95 – 195,36
Isoamylacetat	4 M	0,05 – 4,48
1-Butanol	2 B	2,19 – 218,5
Isoamylalkohol	2 B	4,368 – 218,40
Ethylhexanoat	2 O	0,044 – 3,094
Acetoin	4 M	0,02 – 0,97
Hexylacetat	2 O	0,61 – 42,99
Ethyllactat	4 O	5,07 – 152,16
1-Hexanol	4 M	0,25 – 25,25
Ethyl-octanoat	2 O	0,06 – 5,78
Isobuttersäure	4 O	0,19 – 5,58
Propionsäure	4 O	0,59 – 5,94
Buttersäure	4 O	0,19 – 5,68
Ethyldecanoat	2 O	0,15 – 1,49
Isovaleriansäure	4 O	0,15 – 14,93
Diethylsuccinat	2 O	0,30 – 30,35
Hexansäure	2 O	0,02 – 1,21
2-Phenylethylacetat	2 O	0,09 – 9,41
Octansäure	2 O	0,08 – 8,36
Decansäure	2 O	0,08 – 8,02

METHODENVALIDIERUNG DER AROMAANALYSEN

Zur Abschätzung des Extraktionserfolgs unter Berücksichtigung von Matrixeffekten wurde die in der Publikation von ORTEGA et al. (2010) beschriebene Methode adaptiert. Das Verfahren wird für einen Uhudler®-Wein und einen gespickten synthetischen Wein durchgeführt. Die Ergebnisse sind Tabelle 3 zu entnehmen. Es ist vor allem der Vergleich von synthetischem Wein mit realen Proben interessant, weil die Kalibration mit synthetischem Wein durchgeführt wird. 3 ml des gewählten Weins wurden mit dem internen Standardgemisch ver-

mennt und unter den gleichen Bedingungen, wie oben beschrieben, extrahiert und analysiert. Der relative Response der einzelnen Aromastoffe auf den jeweiligen internen Standard dient als Referenz. Anschließend wurde dieselbe Extraktion wiederholt, nur ohne internes Standardgemisch. Die wässrige Weinphase wurde gesammelt und unter denselben Bedingungen nach Zusatz des internen Standardgemisches nochmals extrahiert. Jede Probe wurde in vierfacher Wiederholung analysiert und gemessen, und für die Abschätzung des Extraktionserfolgs wurde ein Durchschnitt daraus ermittelt. Die Abschätzung des Extraktionserfolgs berechnet sich wie folgt:

siehe Tabelle 3

$$\text{Extraktionserfolg (\%)} = (\text{relative area reference}) / (\text{relative area reference} + \text{relative area}) \times 100$$

Des Weiteren wurde die Probenvorbereitung mit jeweils einem Mix in demselben Verhältnis aller Proben derselben Weinkategorie (Uhudler® und Weißwein) sechs-malig wiederholt (6 × 2) und das Mittel des relativen Variationskoeffizienten der einzelnen Substanzen ermittelt. Dieser Wert dient zur Abschätzung der Wiederholbarkeit der Probenaufbereitung.

STATISTISCHE AUSWERTUNG

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mittels SPSS-Statistics 22.0 (IBM). Zunächst wurde der Datensatz mit einer explorativen Datenanalyse auf Normalverteilung getestet. Lag eine Normalverteilung vor, wurden die Mittelwerte der unabhängigen Stichproben mittels einfaktorieller Varianzanalyse miteinander verglichen und bei Varianzhomogenität mittels Tukey B-Test und bei keiner Varianzhomogenität mittels Tunnet-T3-Test ausgewertet. War der jeweilige Datensatz nicht normal verteilt, wurde der Mann-Whitney-U-Test mittels Bonferroni-Korrektur oder ein Kurskal-Wallis-Test auf dem Signifikanzniveau von 0,05 durchgeführt. Die Ergebnisse der Aromaanalysen wurden einer Hauptkomponentenanalyse unterzogen und die Ergebnisse als Ladungs- bzw. Streudiagramme präsentiert. Dazu wurde die Methode der Regression mit Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-Normalisierung gewählt.

Tab. 3: Validierungstabelle der analysierten Aromasubstanzen

Verbindung	Nr.	RT (min)	Extraktionserfolg syn. Wein (%)	Extraktionserfolg Uhudler (%)	Relativer Variations- koeffizient (%)
4-methyl-2-Pentanol (4 M)	13	14,793			
4-hydroxy-4-methyl-2-Pentanon (4 O)	20	23,233			
2-Octanol (2 O)	21	26,070			
2-Butanol (2 B)	6	8,950			
Ethylacetat	1	5,547	99	92	7
Ethylpropanoat	2	6,693	100	96	8
Ethyl-3-methylbutyrat	3	6,931	99	92	8
Diacetyl	4	7,145	80	80	6
Isobutylacetat	5	8,334	93	99	13
Ethylbutyrat	7	9,154	98	98	7
1-Propanol	8	9,361	62	61	11
Ethylisobutytrat	9	10,374	96	97	5
Isobutanol	10	11,423	69	69	8
Isoamylacetat	11	12,519	98	98	6
1-Butanol	12	13,715	70	70	8
Isoamylalkohol	14	16,568	84	83	16
Ethylhexanoat	15	17,568	98	97	9
Acetoin	16	19,313	81	81	6
Hexylacetat	17	19,706	91	95	16
Ethyllactat	18	22,457	67	68	11
1-Hexanol	19	23,113	94	93	6
Ethylactanoat	22	26,518	87	86	7
Isobuttersäure	23	30,601	60	59	5
Propionsäure	24	34,187	58	58	14
Buttersäure	25	34,659	53	51	13
Ethyldecanoat	26	35,796	90	91	6
Isovaleriansäure	27	36,132	43	45	6
Diethylsuccinat	28	41,011	99	99	9
Hexansäure	29	42,172	80	80	7
2-Phenylethylacetat	30	44,213	80	80	9
Octansäure	31	49,267	98	98	4
Decansäure	32	55,738	97	97	5

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

METHODENETABLIERUNG

Das Chromatogramm ist der Abbildung 1 zu entnehmen. Die Laufzeit der Methode beträgt 60 Minuten und die Trennung der Analyten ist ausreichend und entspricht den Angaben der Publikation von ORTEGA et al. (2010). Die Angaben zur Peak-Identifizierung und die Validierungsdaten sind Tabelle 3 zu entnehmen. Der Extraktionserfolge der Verbindungen Ethylacetat, Ethylpropanoat, Ethyl-3-methylbutyrat, Isobutylacetat, Ethylbutyrat, Ethylisobutytrat, Ethylhexanoat, Hexylacetat, 1-Hexanol, Ethylactanoat, Diethylsuccinat,

Octansäure und Decansäure sind sowohl im synthetischen Wein als auch in den realen Proben mit über 90 % sehr gut und vergleichbar mit der Literatur (ORTEGA et al., 2010). Mit einem Extraktionserfolg unter 70 % ist die etablierte Methode für die Bestimmung von 1-Propanol, Isobutanol, Ethyllactat, Isobuttersäure, Propionsäure, Buttersäure und Isovaleriansäure ebenfalls vergleichbar mit den Angaben von ORTEGA et al. (2010). Der Variationskoeffizient (v_k) streut von 7 bis 16 % und spricht für ein reproduzierbares Ergebnis.

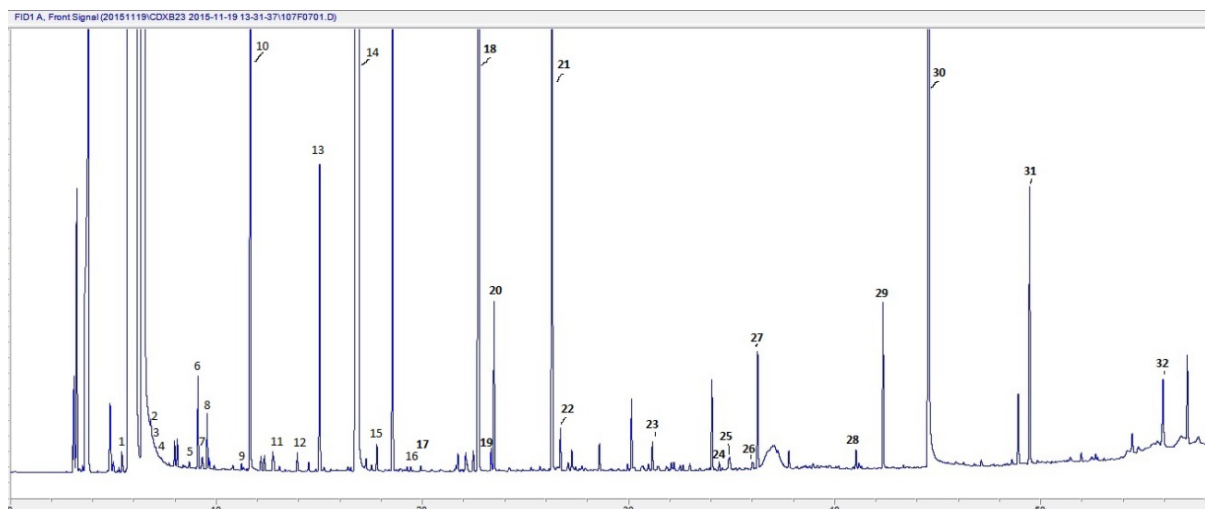


Abb. 1: Chromatogramm eines roten Uhudler®-Weines; Peak-Identifizierung (Tab. 3)

METHANOLANALYSE

Abbildung 2 und Tabelle 4 ist zu entnehmen, dass die analysierten Weißweine zwischen 19 und 62 mg/l Methanol und die Uhudler®-Weißweine zwischen 69 mg und 143 mg/l Methanol liegen. Bei den Rotweinen wurden 123 mg bis 223 mg/l Methanol bzw. 144 mg bis 210 mg/l Methanol, wie bei den roten Uhudler®-Weinen, nachgewiesen. Die Werte der gemessenen Roséweine liegen bei 29 mg/l bis 112 mg/l Methanol. In der Literatur werden Werte von 30 mg bis 220 mg/l Methanol angegeben – wobei Weißweine tendenziell geringere Gehalte als Rotweine haben. Diese Werte konnten somit bestätigt werden (LEE et al., 1979; LIERNBERGER, 2011; REVILLA und GONZÁLEZ-SANJOSÉ, 1998). BAILER und HUEBER (1987) bestimmten als durchschnittlichen Methanolgehalt für Weißweine aus Europa und Übersee 60 mg/l beziehungsweise für Rotweine 130 mg/l. Im Zuge dieser Arbeit konnte ein Mittelwert von 38 bzw. 168 mg/l bestimmt werden. Uhudler®-Weine wurden vom Institut für gerichtliche Medizin im März 1988 gaschromatographisch auf ihre Inhaltsstoffe bzw. Begleitstoffe analysiert. Dabei wurde festgestellt, dass der Met-

hanolgehalt in weißem Uhudler® im Durchschnitt bei 91 mg/l und im roten Uhudler® im Schnitt bei 133 mg/l liegt (LEINZINGER, 1988). Wie Tabelle 4 zu entnehmen ist, sind die Ergebnisse der vorliegenden Studie tendenziell höher. Die statistische Auswertung ergab, dass es keinen signifikanten Unterschied zwischen Rotwein und rotem Uhudler® gibt. Die Verteilung bei den Rotweinen und roten Uhudler®-Weinen ist demnach vergleichbar. Die Gehalte liegen hier höher als bei den weißen. Da die Vinifizierung von roten Uhudler®-Weinen vergleichbar mit Roséweinen ist und ihre Werte signifikant höher sind als jene von vergleichbaren Roséweinen, kann die Tendenz, dass Uhudler®-Weine etwas mehr Methanol als vergleichbare Weine aus Europäersorten haben, bestätigt werden. LEE et al. (1979) verfolgten die Bildung von Methanol in Weinen aus der Direktträgersorte 'Concord' während der alkoholischen Gärung mit oder ohne Schalenkontakt und stellte fest, dass die Vergärung auf der Maische eindeutig zu höheren Methanolgehalten führt. Daher kann man daraus schließen, dass neben der Sortenwahl auch die Wahl der önologischen Verfahren einen Einfluss auf den Methanolgehalt hat.

Tab. 4: Ergebnistabelle der Methanolstudie

Methanolgehalt	N	M (mg/l)	SD (mg/l)	min (mg/l)	max (mg/l)
Weißwein	15	38	11	26	62
Rotwein	15	168	29	122	225
weißer Uhdler	11	100	29	68	145
roter Uhdler	20	168	19	138	208
Roséwein	8	57	34	29	112

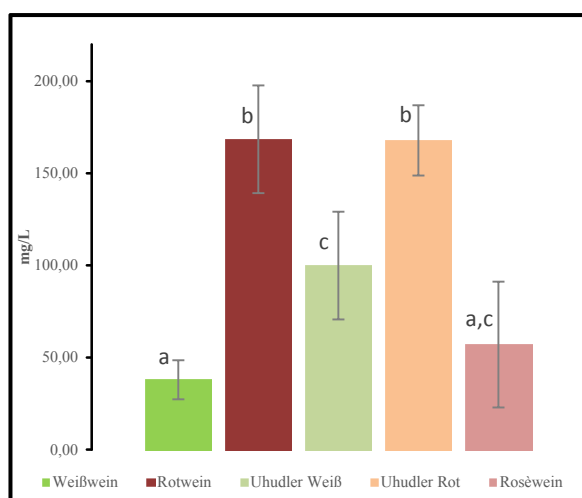


Abb. 2: Methanolkonzentrationen: Die Grafik zeigt die durchschnittlichen Methanolkonzentrationen in den gemessenen Weinen der unterschiedlichen Kategorien; gleiche Buchstaben bedeuten, es besteht kein signifikanter Unterschied.

AROMAANALYSE

Höhere Alkohole sind Sekundärprodukte des Hefestoffwechsels und werden mit alkoholischen, fruchtigen und süßen Gerüchen assoziiert. (STYGER et al., 2011). In Tabelle 5 sind die durchschnittlich ermittelten Werte der einzelnen höheren Alkohole zu entnehmen. Bemerkenswert ist, dass die Hauptkomponentenanalyse in Abbildung 3 nur kleine Unterschiede zwischen den fünf Weinklassen zeigt, es wird hingegen in der Literatur (PFEIFFER, 2007; ZWEIGELT und SUMMER, 1929) von deutlich höheren Quantitäten an "Fuselalkoholen" in Uhdler® gesprochen, ohne sich auf tatsächliche Werte zu stützen.

In einer Studie des Instituts für gerichtliche Medizin wurden Uhdler®-Weine auf verschiedene "Fuselalkohole" untersucht, dabei wurden im Durchschnitt der

gemessenen Weine von 2-3 Butandiol 484 mg/l, von der Summe aller Hexylalkohole 10 mg/l, von Butanol 60 mg/l, der Summe der Amylalkohole 168 mg/l und von Propanol 24 mg/l gefunden. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie sind mit jenen der Arbeit von LEINZINGER (1988) vergleichbar, auch wenn teilweise andere höhere Alkohole analysiert beziehungsweise einzelne Alkohole zu Summenergebnissen zusammengefasst wurden. Die Hauptkomponentenanalyse zeigt, dass Rotwein und roter Uhdler® sich von den restlichen Weinklassen absondern, wobei roter Uhdler® nicht wie Rotwein einen erkennbaren Cluster der Datenpunkte, sondern große Streuung zeigt. Die Datenpunkte der vorliegenden Weißweine, weißer Uhdler®-Weine und Roséweine dürften optisch betrachtet ähnlich verteilt sein. (Abb. 3).

Tab. 5: Ergebnistabelle – höhere Alkohole

Aroma	Attribut	Uhudler® Rot		Uhudler® Weiß		Rotwein		Weißwein		Roséwein	
		M (mg/l)	SD (mg/l)	M (mg/l)	SD (mg/l)	M (mg/l)	SD (mg/l)	M (mg/l)	SD (mg/l)	M (mg/l)	SD (mg/l)
1-Propanol	alkoholisch, penetrant weinig,	30,42	16,20	55,76	7,78	34,99	5,02	32,14	7,34	52,31	11,60
Isobutanol	Lösungsmittel, bitter	62,04	32,17	41,28	18,22	62,51	7,15	26,23	7,66	48,68	34,32
1-Butanol	medizinisch, fruchtig	0,76	0,25	1,09	0,29	1,26	0,11	0,66	0,10	0,71	0,28
Isoamylalkohol	Whisky, verbrannt, malzig	153,41	49,97	132,77	17,14	186,55	43,10	132,60	15,67	119,97	41,18
1-Hexanol	harzig, blumig, grün	1,16	0,67	1,08	0,71	1,50	0,15	1,50	0,31	1,30	0,40
Summe		247,79		231,98		296,81		193,13		222,97	

M (Mittelwert), SD (Standardabweichung)

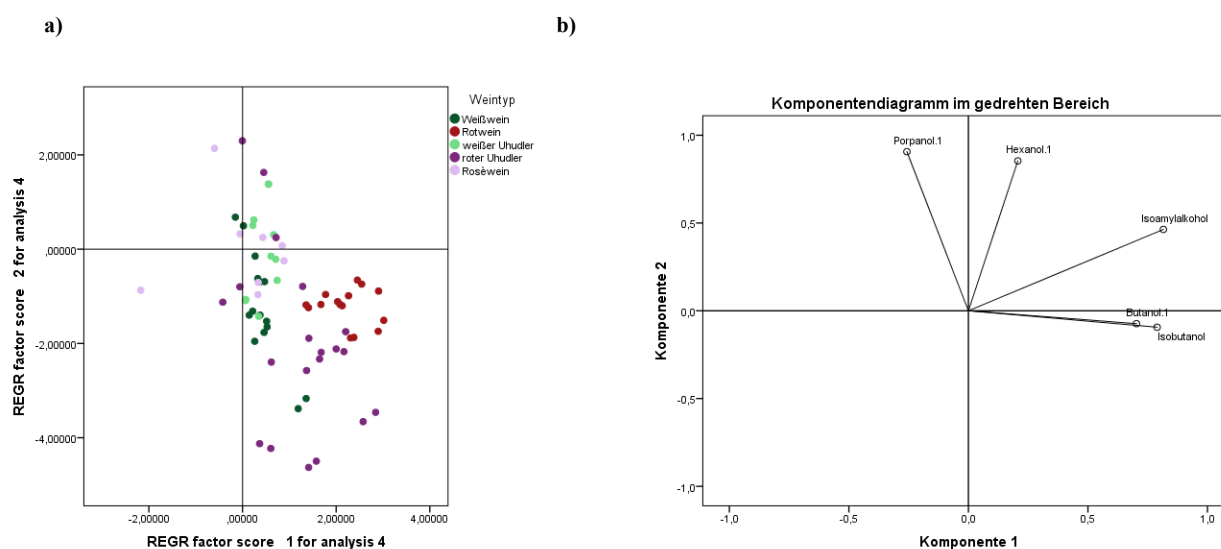


Abb. 3: Hauptkomponentenanalyse, basierend auf den Gehalten höherer Alkohole bei Rotwein, Weißwein, rotem Uhdler®, weißem Uhdler® und Roséwein; a) Präsentation der Proben-Datenpunkte als Streudiagramm der Scores (Regression mit Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-Normalisierung), b) Präsentation der Aromasubstanzen für die Hauptkomponentenanalyse

Die Gehalte an Estern, welche in den untersuchten Proben bestimmt wurden sind in Tabelle 6 zusammengefasst. Die Werte sind mit den Angaben in der Literatur

vergleichbar (ORTEGA et al., 2010; STYGER et al., 2011; GUTH et al., 1997). Für Uhdler®-Weine wurde bis dato keine vergleichbare Studie durchgeführt.

Tab. 6: Ergebnistabelle – Esterverbindungen

Aroma	Attribut	Uhudler® Rot		Uhudler® Weiß		Rotwein		Weißwein		Roséwein	
		M (mg/l)	SD (mg/l)	M (mg/l)	SD (mg/l)	M (mg/l)	SD (mg/l)	M (mg/l)	SD (mg/l)	M (mg/l)	SD (mg/l)
Ethylpropanoat	Fruchtig	0,07	0,02	0,08	0,01	0,09	0,01	0,08	0,02	0,07	0,02
Ethyl-3-Methylbutyrat	Apfel	0,60	0,23	0,58	0,34	1,31	0,61	0,60	0,42	0,24	0,15
Isobutylacetat	fruchtig, Banane, Apfel	0,06	0,04	0,06	0,03	0,04	0,01	0,06	0,01	0,10	0,04
Ethylbutyrat	Apfel	0,39	0,12	0,33	0,22	0,23	0,03	0,43	0,06	0,37	0,08
Ethylisobutytrat	süß, Gummi	0,17	0,15	0,08	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Isoamylacetat	Banane	0,93	0,46	2,25	1,01	0,74	0,22	4,69	1,76	2,42	1,03
Ethylhexanoat	Apfelschale, fruchtig	0,47	0,20	0,52	0,28	0,25	0,04	0,59	0,13	0,73	0,30
Hexylacetat	fruchtig, herb	0,21	0,19	0,03	0,02	0,22	0,05	0,05	0,04	0,06	0,03
Ethyllactat	Fruchtig	151,51	90,08	24,29	8,82	208,60	24,37	14,39	4,15	13,12	4,70
Ethylactanoat	fruchtig, fett	0,68	0,34	0,79	0,53	0,25	0,04	0,88	0,20	0,87	0,32
Ethyldecanoat	Traube	0,06	0,02	0,07	0,00	0,14	0,03	0,08	0,02	0,07	0,04
Diethylsuccinat	weinig, fruchtig	6,77	3,83	10,90	5,14	24,02	15,40	8,35	6,86	34,74	20,00
2-Phenyl-ethylacetat	fruchtig, süß	8,99	4,42	7,20	1,31	13,26	5,33	5,15	0,97	6,02	3,79
Summe		170,91		47,18		249,17		35,35		58,82	

M (Mittelwert), SD (Standardabweichung)

Die Hauptkomponente (Abb. 4) zeigt eine deutliche Clusterung der Datenpunkte der Rotweine, eine Streuung der Datenpunkte der roten Uhudler®-Weine und eine Ähnlichkeit von Weißwein, Roséwein und weißem Uhudler. Die Hauptkomponentenanalyse zeigt, dass rote Uhudler® Weine hinsichtlich der Zusammensetzung der Esteraromen vergleichbarer sind mit Rotweinen als mit Weißweinen oder Roséweinen. Eine mögliche Er-

klärung für dieses Phänomen könnte der hohe Gehalt an Ethyllactat in Rotwein und rotem Uhudler® sein, was ein Indiz für eine Milchsäuregärung ist. Roséweine und Weißweine hingegen sind offensichtlich stärker von den fruchtigen Aromen Isoamylacetat und Isobutylacetat geprägt. Etwa 60 % der roten Uhudler®- und 2 weiße Uhudler®-Weine hatten einen Milchsäureabbau durch-

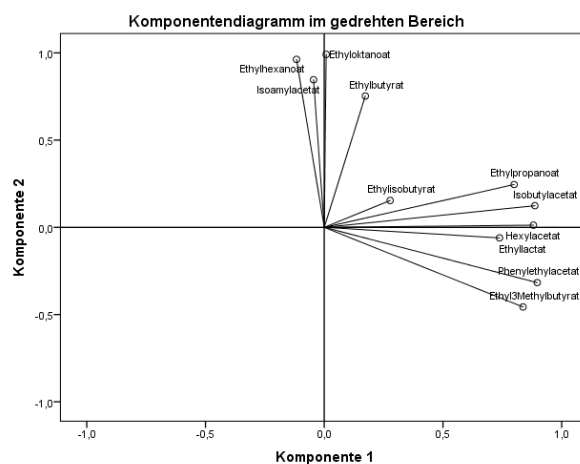
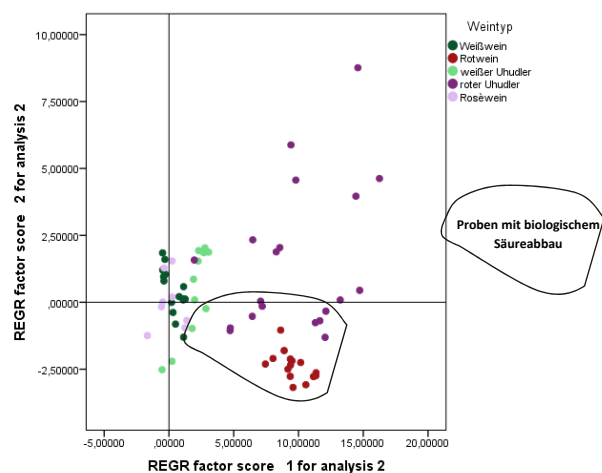


Abb. 4: Hauptkomponentenanalyse, basierend auf der Konzentration von Esterverbindungen bei Rotwein, Weißwein, rotem Uhudler®, weißem Uhudler® und Roséwein; a) Präsentation der Proben-Datenpunkte als Streudiagramm der Scores (Regression mit Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-Normalisierung), b) Präsentation der Aromasubstanzen für die Hauptkomponentenanalyse

FETTSÄUREN

Die Fettsäuren entstehen vorwiegend während der alkoholischen Gärung, und deren endgültige Konzentration in den Weinen hängt sehr stark von den Most- und Fermentationsbedingungen ab. Alle diese Säuren werden eher mit negativen Gerüchen assoziiert, wenn

die Gesamtkonzentration einen Wert von 20 mg/l überschreitet, bei geringeren Konzentrationen können sie zur Komplexität des Aromas beitragen (STASHENKO ET al., 1992). Wie aus Tabelle 7 ersichtlich ist, hat kein analysierter Wein diesen Grenzwert überschritten.

Tab. 7: Ergebnistabelle – Fettsäuren

Aroma	Attribut	Uhudler® Rot M (mg/l)	Uhudler® Rot SD (mg/l)	Uhudler® Weiß M (mg/l)	Uhudler® Weiß SD (mg/l)	Rotwein M (mg/l)	Rotwein SD (mg/l)	Weißwein M (mg/l)	Weißwein SD (mg/l)	Roséwein M (mg/l)	Roséwein SD (mg/l)
Isobuttersäure	ranzig, buttrig, käsig	1,54	1,44	0,42	0,06	2,31	0,07	1,62	0,54	1,67	0,61
Propionsäure	penetrant, Soja, ranzig	2,56	2,10	1,08	0,27	0,68	0,27	1,02	0,18	1,13	0,29
Buttersäure	ranzig, käsig, schwitzig	0,09	0,07	0,15	0,02	0,01	0,01	0,04	0,01	0,09	0,03
Isovaleriansäure	schwitzig, ranzig, säurig	0,25	0,17	0,20	0,03	1,66	0,25	0,12	0,08	0,09	0,07
Hexansäure	schwitzig	0,69	0,26	1,14	0,13	0,36	0,06	0,75	0,14	1,14	0,40
Octansäure	schwitzig, käsig	1,09	0,45	1,85	0,13	0,33	0,06	1,23	0,28	1,55	0,52
Decansäure	ranzig, fettig	0,36	0,13	0,55	0,15	0,12	0,01	0,45	0,13	0,39	0,17
Summe		6,58		5,39		5,49		5,24		6,05	

M (Mittelwert), SD (Standardabweichung)

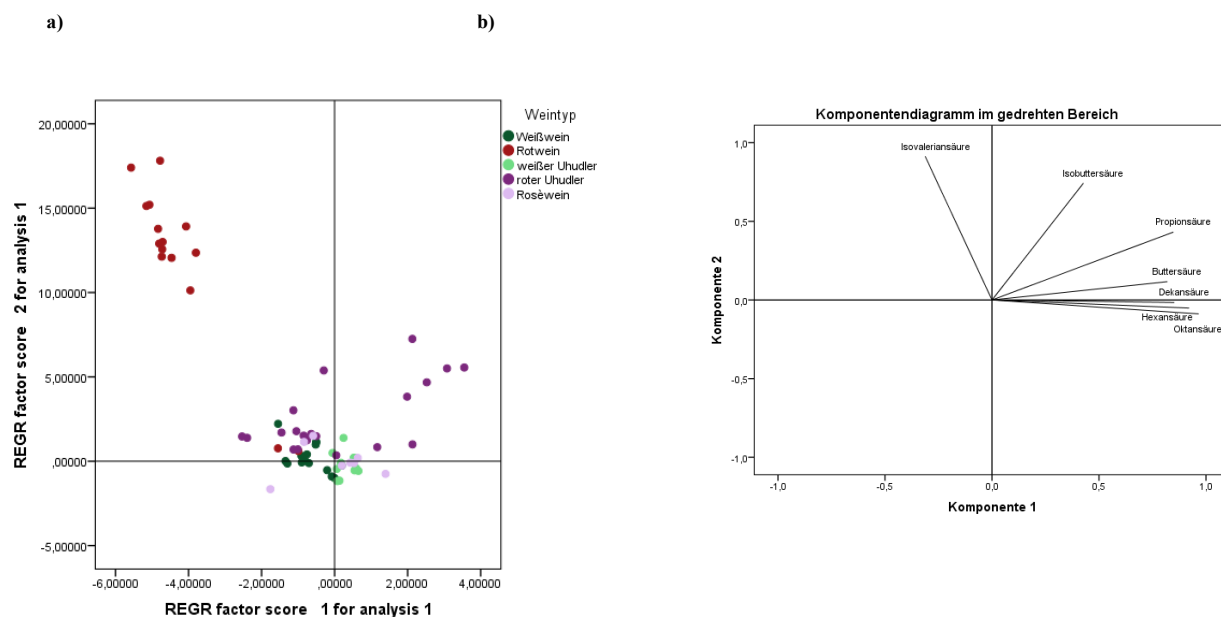


Abb. 5: Hauptkomponentenanalyse; basierend auf der Konzentration von Fettsäuren bei Rotwein, Weißwein, rotem Uhudler®, weißem Uhudler® und Roséwein; a) Präsentation der Proben-Datenpunkte als Streudiagramm der Scores (Regression mit Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-Normalisierung), b) Präsentation der Aromasubstanzen für die Hauptkomponentenanalyse

Die Hauptkomponentenanalyse der Fettsäuren (Abb. 5) zeigt, dass die Datenpunkte einiger roter Uhudler®, der Roséweine, der weißen Uhudler® und der Weißweine im Streudiagramm ähnlich verteilt sind, aber die Datenpunkte Rotweine eigenständig sind. Die Roséweine, Uhudler®-Weine und Weißweine werden hauptsächlich von den C6- bis C10-Säuren charakterisiert, die Rotweine hingegen eher von der kurzkettigen Isovaleriansäure. Diese Säure ist charakteristisch für schweißig-käsiges Aroma und wird ebenfalls vermehrt wie die typischen

Pferdeschweißaromen von *Brettanomyces*-Hefen gebildet (LICKER et al., 1998). Einige untersuchte rote Uhudler®-Weine zeigten größere Konzentrationen an Propionsäure und Buttersäure.

SÄUREGEHALT

Die analysierten Uhudler®-Weine zeigten einen signifikant höheren Säuregehalt (Tab. 8; Abb. 6) als die herkömmlichen Weiß-, Rosé- und Rotweine. Roter Uhudler® zeigt höhere Weinsäurewerte, weißer Uhudler® hingegen tendenziell, aber nicht signifikant mehr

Äpfelsäure. Manche der Uhudler®-Weine hatten einen für Roséweine untypischen biologischen Säureabbau vollzogen, manche nicht.

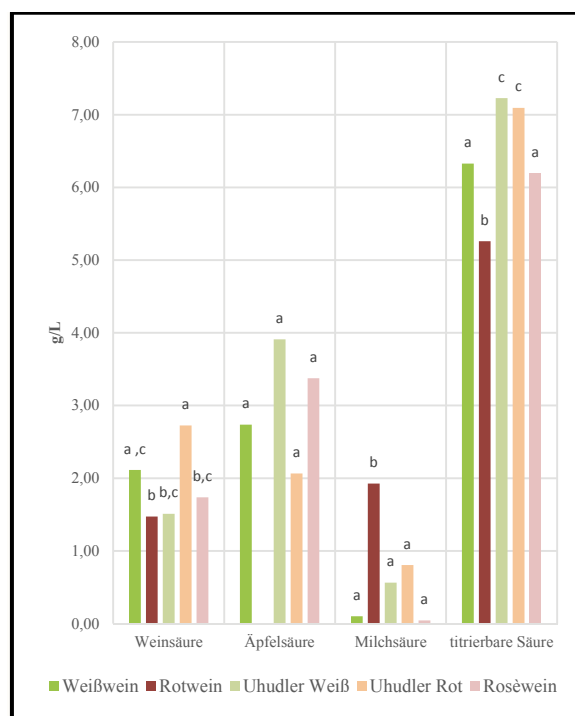


Abb.:6 Säurewerte, die Grafik zeigt die durchschnittlichen Werte für Weinsäure, Äpfelsäure, Milchsäure und titrierbare Säure in den gemessenen Weinen der unterschiedlichen Kategorien; gleiche Buchstaben bedeuten, es besteht kein signifikanter Unterschied.

Tab. 8: Ergebnistabelle – Säuren

	Weißwein		Rotwein		weißer Uhudler®		roter Uhudler®		Roséwein	
	M (g/l)	SD (g/l)	M (g/l)	SD (g/l)	M (g/l)	SD (g/l)	M (g/l)	SD (g/l)	M (g/L)	SD (g/l)
Weinsäure	2,12	0,62	1,47	0,30	1,31	0,91	2,72	0,88	1,73	0,40
Äpfelsäure	2,74	0,62	-	-	4,78	1,83	1,87	1,50	3,41	0,91
Milchsäure	0,10	0,12	1,93	0,91	0,16	0,47	0,89	0,73	0,04	0,11
titrierbare Säure	6,40	0,80	5,26	0,43	7,50	0,49	7,11	0,83	6,34	0,45

M (Mittelwert), SD (Standardabweichung)

GESAMTPHENOL- UND MALVIN-3,5-DIGLUCOSIDGEHALT

Bemerkenswert ist, dass der Gesamtphenolgehalt (Tab. 9; Abb. 7) in rotem Uhdler® signifikant höher ist als in herkömmlichen Roséweinen und das gleiche Phänomen beim Vergleich von weißem Uhdler® mit Weißwein beobachtet wird. Rotwein hat, wie zu erwarten war, den höchsten Gehalt an Gesamtphenol aufzuweisen (HERMANN, G. et al, 2012).

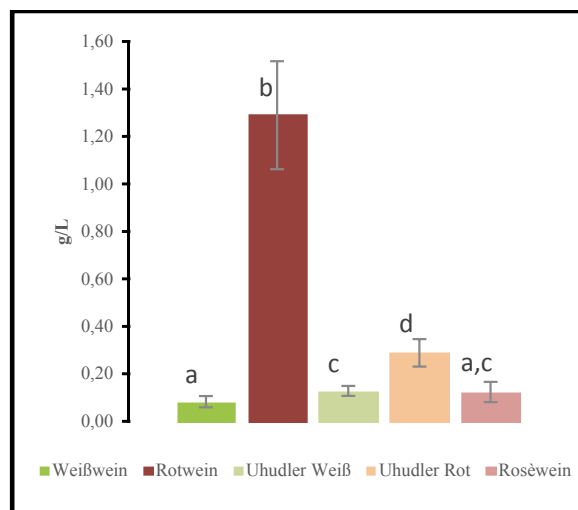


Abb. 7: Gesamtphenol-Konzentrationen, die Grafik zeigt die durchschnittlichen Gesamtphenol-Konzentrationen in den gemessenen Weinen der unterschiedlichen Kategorien; die Größe der Stichproben beträgt für Weißwein n = 14, für Rotwein n = 15, für weißen Uhdler® n = 11, für roten Uhdler® n = 20 und für Rosé n = 8. Die Daten sind normal verteilt, aber die Varianzhomogenität ist nicht gegeben, daher wurde die Signifikanz in SPSS mit Tunnet-T3-Test ($\alpha = 0,05$) berechnet; gleiche Buchstaben bedeuten, es besteht kein signifikanter Unterschied.

Tab. 9: Ergebnistabelle – Gesamtphenol und Malvidin-3,5-diglucoisid

	Weißwein		Rotwein		weißer Uhdler®		roter Uhdler®		Roséwein	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Gesamtphenol (g/l)	0,08	0,02	1,33	0,23	0,13	,02	,28	,05	,12	,04274
Malvidin 3,5-diglucoisid (mg/l)	-	-	-	-	-	-	5,33	3,60	-	-

M (Mittelwert), SD (Standardabweichung)

Da roter Uhdler® wie Roséwein produziert wird, findet man im Schnitt nur ca. 5 mg/l Malvidin-3,5-diglucoisid (Tab. 9). FLAK et al. (2009) hingegen quantifizierten bei verschiedenen Rotweinen aus Trauben von Direktträgern Gehalte von rund 200 bis 500 mg/l.

weil deutlich höher sind als jene von Weißwein, daher dürfte weißer Uhdler® demnach eine Ausnahme sein (LIKAR, 2015).

FAZIT

ANALYSE DER MAKROELEMENTE

Laut Literatur kann man je nach Jahrgang und Sorte mit Aschewerten von 1,5 bis 3 g/l rechnen. Befinden sich die analysierten Weißweine im Schnitt am unteren Ende dieser Skala, sind die Ergebnisse bei weißem Uhdler® signifikant darüber (Tab. 10; Abb. 8). State of the art ist, dass aufgrund der Maischegärung die Werte von Rot-

Die Vinifizierung der Direktträgertrauben zu Uhdler®-Weinen wurde in der Vergangenheit unter dem Blickwinkel der "Gesundheitsgefährdung" schrittweise verboten. Die jüngsten Diskussionen über Auspflanzverbot und Rodungsbefehle verlangen den Vergleich einiger relevanter Inhaltsstoffe dieser Weine mit denen herkömmlicher Qualitätsweine. Die Studie hat gezeigt, dass

Tab. 10: Ergebnistabelle – Mineralstoffe und Asche

	Weißwein		Rotwein		weißer Uhdler®		roter Uhdler®		Roséwein	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Kalium (mg/l)	749	97	1082	176	967	204	831	180	846	248
Natrium (mg/l)	20	11			10	12	5	10	21	2
Magnesium (mg/l)	88	9	96	12	110	6	108	6	73	12
Kalzium (mg/l)	79	15	65	8	186	53	115	19	87	6
Asche (g/l)	1,89	0,17	2,45	0,31	2,60	0,47	2,17	0,33	2,03	0,43

M (Mittelwert), SD (Standardabweichung)

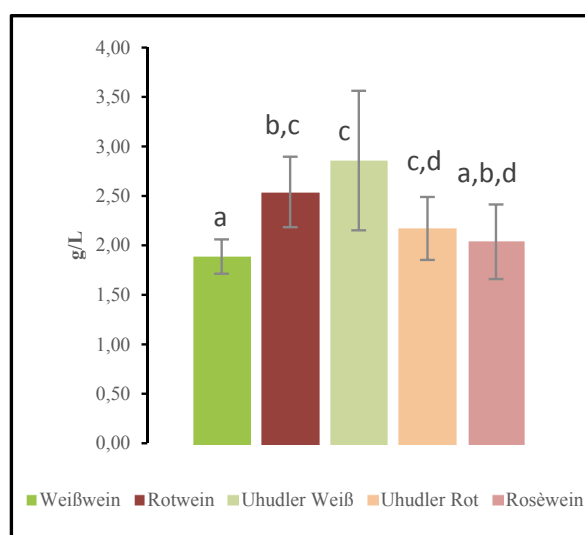


Abb. 8: Asche-Konzentrationen; die Grafik zeigt die durchschnittlichen Asche-Konzentrationen in den gemessenen Weinen der unterschiedlichen Kategorien; die Größe der Stichproben beträgt für Weißwein n = 12, für Rotwein n = 15, für weißen Uhdler® n = 11, für roten Uhdler® n = 18 und für Rosé n = 8. Die Daten sind normal verteilt, aber die Varianzhomogenität ist nicht gegeben, daher wurde die Signifikanz in SPSS mit Tunnet-T3-Test ($\alpha = 0,05$) berechnet; gleiche Buchstaben bedeuten, es besteht kein signifikanter Unterschied.

in Bezug auf die Methanol-Konzentration die festgelegten Grenzwerte der OIV nicht überschritten werden, die Gehalte in weißen Uhdler®-Weinen aber signifikant höher sind als in weißen Qualitätsweinen und die Gehalte in roten Uhdler®-Weinen signifikant höher sind als jene in sinnvoll vergleichbaren Rosé-Qualitätsweinen. Zum Vergleich der Gehalte von Gärungsaromen (höhere Alkohole, Ester, Carbonsäuren und Carbonylverbindungen) kann zusammenfassend gesagt werden, dass die gemessenen Uhdler®-Weine eher mit den gemessenen Qualitätsrotweinen als mit den -roséweinen vergleichbar waren. Diese Unterschiede in den Hauptaromastoffen sind vermutlich auf die Traube zurückzuführen. Eine weitere mögliche Erklärung für diese Ergebnisse ergibt

sich bei der Betrachtung der gemessenen Säurewerte (Milchsäure und Äpfelsäure). Ein Großteil der Uhdler®-Weine sowie alle Qualitätsrotweine durchliefen einen biologischen Säureabbau, die Rosé- und weißen Qualitätsweine hingegen nicht. Die durch den Säureabbau entstandene Verschiebung in den Konzentrationen der Esterverbindungen könnte zu den Ähnlichkeiten in den Ergebnissen von Uhdler®-Weinen mit jenen von Rotweinen geführt haben. Bemerkenswert sind auch die Differenzen bei Säuren und Gesamtphenol, die durch die traditionelle Verarbeitungstechnologie bei der Uhdler®-Produktion zu erklären sind.

LITERATUR

- BARON, A. 1990: Quelques emplois de polyosidases dans l'industrie des fruits et légumes. Liquéfaction and maceration. *Revue Française de Œnologie* 30 (122): 21-27.
- BAILER, J. UND DE HUEBER, K. 1987: Automatisierte Bestimmung von Methanol in Wein. *Mitteilungen Klosterneuburg* 37: 57-59.
- BALTES, W. und MATISSEK, R. 2011: Lebensmittelchemie. 7. vollständig überarbeitete Auflage. Springer Verlag. 2011.
- BRILLOUET, J. M., SAULNIER, L. und MONTOUNET, M. 1990: Les polysaccharides pectiques et les enzymes de dégradation. *Revue Française de Œnologie* 30 (122): 43-54.
- BURGENLÄNDISCHE LANDESREGIERUNG 2003: Verordnung der Burgenländischen Landesregierung vom 14. Mai 2003, mit der Bestimmungen des Weinbaugesetzes 2001 ausgeführt werden. *Landesgesetzblatt* Nr. 25/2003.
- BURGENLÄNDISCHE LANDESREGIERUNG 2016: Verordnung der Burgenländischen Landesregierung vom 13. April 2016, mit der Bestimmungen des Weinbaugesetzes 2001 ausgeführt werden. *Landesgesetzblatt* Nr. 22/2016.
- COLAGRANDE, O., SILVA, A. und FUMI, M. D. 1994: Recent applications of biotechnology in wine production. *Biotechnology Progress* 10: 2-18.
- EDER, R., BEYER, B., PATZL-FISCHERLEITNER, E., WENDELIN, S., HANN, St. 2014: Determination of Pyranoanthocyanine and Malvidin-3-Glucoside content in red wine of different vintages via LC-MS/ESI. *Mitteilungen Klosterneuburg* 60: 183-192.
- EDER, R., DEL HIERRO, A.M., BRANDES, W., SCHÖBER, V. und SCHEIBLHOFER, H. 2011: Reduction of sulphur dioxide content in natural sweet wines by usage of DMDC. 34. OIV World Congress of vine and wine. Porto, Portugal
- EDER, R., WENDELIN, S. UND BARNA, J. 1994: Klassifizierung von Rotweinsorten mittels Anthocyananalyse. 1. Mitt.: Anwendung multivariater statistischer Methoden zur Differenzierung von Traubenproben. *Mitteilungen Klosterneuburg* 44: 201 – 212.
- EU – KOMMISSION 1995: Verordnung (EG) Nr. 2276/95 der Kommission vom 28.9.1995 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 3800/81 zur Aufstellung der Klassifizierung der Rebsorten. *Amtsblatt* Nr. L 232 vom 29/9/1995 S. 002 – 004. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:31995R2276> (zugegriffen am 06.08.2015)
- EU – KOMMISSION 1981: Verordnung (EG) Nr. 3800/81 der Kommission vom 19.12.1981 zur Aufstellung der Klassifizierung der Rebsorten. *Amtsblatt* Nr. L 381 vom 31/12/1981 S. 0001 – 0078. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31981R3800:DE:HTML> (zugegriffen am 21.07.2015)
- EU – PARLAMENT und EUROPÄISCHER RAT 2013: Verordnung (EG) Nr. 1308/13 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17.12.2013 über eine gemeinsame Marktorganisation für landwirtschaftliche Erzeugnisse und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) 922/72, (EWG) 234/79, (EG) 1037/2001 und (EG) 1234/2007. *Amtsblatt* L 2013/347, 671 <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:32013R1308&from=DE> (zugegriffen am 21.07.2015)
- FLAK W., BATUSIC M., KRIZAN R., SCHABER, R., WALLNER, E. 2009: Die Serienbestimmung von Malvidin-3, -5 diglucosid in Wein mittels Fluoreszenzdetektion und HPLC. *Mitteilungen Klosterneuburg* 59: 115 – 120.
- GABRIEL, A. 2016: Wende im Streit um den Uhdler. *Presseartikel* vom 31.3.2016 <http://diepresse.com/home/politik/eu/4957461/Wende-im-Streit-um-den-Uhdler> (zuletzt zugegriffen am 13.04.2016).
- GESTIS 2015: Stoffdatenbank – Methanol. <http://ge->

stis.itrust.de/nxt/gateway.dll /gestis_de/011240.xml?f=templates\$fn=default.htm\$3.0 (zuletzt zugegriffen am 06.08.2015).

GUTH, H. 1997: Quantitation and Sensory Studies of Character Impact Odorants of Different White Wine Varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 45: 3027 – 3032.

HERMANN, G., JAITZ L., SCHMÖLZER Ch., KOELENSPERGER, G., EDER, R., HANN, R. 2012: Analyse von (Poly-)Phenolen in kommerziell erhältlichen Rotweinen via LC-MS. *Mitteilungen Klosterneuburg* 62: 13-20.

INTERNATIONAL ORGANIZATION OF VINE AND WINE 2010: Leitlinien zu Geräten für die Infrarotanalyse in der Önologie. OIV-OENO 390-2010.

INTERNATIONAL ORGANIZATION OF VINE AND WINE 2011: Methanol. In *Compendium of International methods of wine and must analysis*. OIV-MA-AS312-03A.

INTERNATIONAL ORGANIZATION OF VINE AND WINE 2011: Methanol (colorimetry). In *Compendium of International methods of wine and must analysis*. OIV-MA-AS312-03B.

INTERNATIONAL ORGANIZATION OF VINE AND WINE 2011: *Compendium of International methods of wine and must analysis*. OIV-MA-AS322-03A.

INTERNATIONAL ORGANIZATION OF VINE AND WINE 2011: *Compendium of International methods of wine and must analysis*. OIV-MA-C1-01.

INTERNATIONAL ORGANIZATION OF VINE AND WINE 2011: Maximum acceptable limits of various substances contained in wine. IN *Compendium of International methods of wine and must analysis*. OIV-MA-C1-01.

INTERNATIONAL ORGANIZATION OF VINE AND WINE 2015: Treatment with Dimethyl Dicarbonate (DMDC). IN *International code of oenological practices*. II.3.4-14.

LEE, C.Y., SMITH, N.L., und NELSON, R.R. 1979: Relationship between pectin methylesterase activity and the formation of methanol in Concord grape juice and wine. *Food Chemistry* 4: 143-148.

LEINZINGER, E. P. 1988: Gutachtliche Stellungnahme zu den Ergebnissen der Direktträgerweinsorten (Uhdler®-Weine), Eisenstadt, 198

LIERNBERGER, P. 2011: Bestimmung der Gehalte an Methanol und Fuselöle in unterschiedlichen Weinen. *Schuldiplomarbeit für die Reife- und Diplomprüfung*. HBLA und BA für Wein- und Obstbau in Klosterneuburg, 2011.

LIKARA, M., VOGEL-MIKUŠA, K., POTISEKA, M., HANČEVIČ, K., RADIČ, T., NEČEMERC, M., REGVARA, M. 2014: Importance of Soil and vineyard management in the determination of grapevine mineral composition. *Science of the total environment* 505: 724 – 731.

LICKER, J. L., ACREE, T.E., HENICK-KLING, T. 1998: What Is “Brett” (Brettanomyces) Flavor?: A Preliminary Investigation. In *chemistry of Wine Flavor* (ed. WATERHOUSE, A. L. und EBELER, S.). American Chemical Society. ACS Symposium Series, Vol. 714. 96-115.

ORTEGA C., LO´PEZ R., CACHO J., FERREIRA V. 2002: Fast analysis of important wine volatile compounds Development and validation of a new method based on gaschromatographic–flame ionisation detection analysis of dichloromethane microextracts. *Journal of Chromatography A* 966: 167–177.

PANIGHEL, A., DALLA VEDOVA, A., DE ROSSO, M., GARDIMAN, M., FLAMINI, R. 2010: A solid-phase microextraction gas chromatography/ion trap tandem mass spectrometry method for simultaneous determination of ‘foxy smelling compounds’ and 3-alkyl-2-methoxypyrazines in grape juice. *Rapid Communications Mass Spectrometry*. 24: 2023–2029.

PFEIFFER A. 2007: Der Uhdler, eine traditionelle südburgenländische Spezialität. Erste Bachelor-Arbeit zur Erlangung des akademischen Grades Bachelor of Arts

in Business BA für Internationales Weinmanagement.
Fachhochschulstudiengänge Burgenland Ges.m.b.H.

REVILLA, I. und GONZÁLEZ-SAN JOSÉ, M. L. 1998:
Methanol release during fermentation of red grapes
treated with pectolytic enzymes. *Food Chemistry* 63
(3): 307-312.

SINGLETON, V. L., ORTHOFER, R., AND LAMUE-
LA-RAVENTÓS, R. M. (1999). [14] Analysis of total phe-
nols and other oxidation substrates and antioxidants by
means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in enzymol-
ogy*, 299, 152-178.

STASHENKO, H., TALAYILO, M., SHIBAMOTO, T. 1992:
Monitoring volatile chemicals formed from must during
yeast fermentation. *Journal of Agricultural and Food
Chemistry* 40: 2257-2259.

STYGER G., PRIOR B., BAUER F.F. 2011: Wine flavor and
aroma (a review). *Journal of Industrial Microbiology
and Biotechnology* 38: 1145-1159.

ZWEIGELT, T., SUMMER, A. 1929: Die Direktträger.

Eingelangt am 16. Jänner 2017