

EINFLUSS VON VAKUUMDESTILLATION AUF SENSORISCHE UND ANALYTISCHE PARAMETER VON OBSTBRÄNDEN

MONIKA GRAF¹, DAVID GÖLLES¹, THERESA MACHHOLZ¹, FLORIAN KUENZ¹, WALTER BRANDES¹, REINHARD BAUMANN¹, HENRY JÄGER² und MANFRED GÖSSINGER¹

¹ HBLA und Bundesamt für Wein- und Obstbau, Wiener Straße 74, A-3400 Klosterneuburg

² Universität für Bodenkultur, Department für Lebensmittelwissenschaften und Lebensmitteltechnologie, Institut für Lebensmitteltechnologie, Muthgasse 18, A-1190 Wien
Monika.Graf@weinobst.at

Ziel dieser Arbeit war herauszufinden, welchen Einfluss die Vakuumdestillation auf Ausbeute, Trübungsneigung, Einhaltung der Codexwerte, Aromastoffprofil, Nachlaufkomponenten und sensorische Parameter von Obstbränden unterschiedlicher Obstarten hat. Es wurden die Ergebnisse von 117 Destillationen von 8 Obstarten und 4 Jahren zusammengefasst. Die Ausbeute (LA Mittellauf/hl Maische) war in den Vakuumbränden, die zum Teil auch höher verstärkt wurden, durchschnittlich um 27 % größer. Der Gehalt an trübungsverursachenden Stoffen war in Vakuumbränden um durchschnittlich 46 % niedriger, wodurch der Großteil der Vakuumbrände auch nach 12 Monaten Lagerung keine sichtbare Trübung aufwies. Die Gehalte an Ethylacetat, höheren Alkoholen und Fuselalkoholen lagen bei den Vakuumbränden durchschnittlich um 40 %, 10 % und 9 % niedriger, der Methanolgehalt war hingegen um durchschnittlich 6 % höher als bei den konventionellen Bränden. Alle Richt- und Grenzwerte im Codex Alimentarius Austriacus wurden eingehalten, außer bei den Quittenbränden, die von Natur aus einen hohen Methanolgehalt aufweisen, lagen die Werte außerhalb des Grenzwertes von 1350 g/hl r.A. Die Aromastoffgehalte wurden signifikant reduziert oder blieben gleich, einzig Linalool wurde in den Marillen- und Pflirsichbränden im Jahr 2016 mit 70 % Vakuum signifikant ($\alpha < 0,05$) angereichert. Durch den bei Vakuumdestillation auftretenden späteren Übergangszeitpunkt der Nachlaufkomponenten war deren Gehalt niedriger (durchschnittlich 45 %) und eine geringere Trübungsneigung wurde in den fertigen Destillaten beobachtet. Bei Verkostungen werden Vakuumbrände als milder und feiner beschrieben, manchmal als zu neutral. Konventionelle Brände werden als wuchtiger, aber auch plumper und schärfer beurteilt. So entstehen zwei vom Charakter stark unterschiedliche Destillattypen, die bei den Kostern je nach subjektiver Bevorzugung besser beurteilt werden. Bei Marille und Kornelkirsche scheint sich die Vakuumdestillation sensorisch positiv auszuwirken, bei allen anderen untersuchten Obstarten bevorzugen die Koster die konventionelle Variante oder sind sich uneinig.

Schlagwörter: Vakuum, Destillation, Aromastoffe, Nachlaufkomponenten, Methanol, Ethylacetat

Influence of vacuum distillation on sensory and analytical parameters of fruit distillates. The objective of this investigation was to determine the influence of vacuum distillation on yield, turbidity tendency, compliance with codex guidelines, aroma profile, tailing components and sensory parameters of fruit distillates of different fruits. The results of 117 distillations of 8 types of fruit and 4 years were summarized. The yield (LA heart fraction/hl mash) was at an average of 27 % higher in vacuum distillates, to some extent they were also more concentrated. The substances that cause turbidity were lower in vacuum distillates at an average of 46 %, therefore the bigger part of vacuum distillates did not show any visible clouding even after 12 months of storage. In vacuum distillates the contents

of ethyl acetate, higher alcohols and fusel alcohols were lower than in conventional distillates at an average of 40 %, 10 % and 9 %; in contrast, the methanol content was higher at an average of 6 %. However, all the guidelines and limit values of Codex Alimentarius Austriacus could be met, only in the quince distillates, which are originally high in methanol content, the contents were beyond the limit value of 1350 g/hl p.a. The amounts of aroma compounds were reduced significantly or remained constant. Only the content of linalool was significantly ($\alpha < 0.05$) higher in apricot and peach distillates distilled with 70 % vacuum in the year 2016 than in conventional distillates. Due to later distillation of the tailing components in vacuum distillation their content was lower (-45 %) and a minor tendency for turbidity could be observed. In tastings, vacuum distillates are described as milder and more delicate, sometimes as too neutral. Conventional distillates are rated as more powerful, but also more stale and pungent. That way two types of distillates are created, which are very different in their character and are judged depending on the subjective preference of the tasters. Vacuum distillation seems to have positive effects on apricot and cornel cherry distillates. In all the other investigated fruits, the tasters prefer the conventional type or they disagreed.

Keywords: vacuum, distillation, aroma compounds, tailings components, methanol, ethyl acetate

In den letzten Jahren ging die Entwicklung in der Spirituosenherstellung immer mehr in Richtung Erzeugung hochwertiger Qualitätsprodukte, weg von der Produktion günstiger Massenware. Im deutschsprachigen Raum gehen vor allem Obstbrennereien diesem Trend nach und versuchen aus natürlichen Rohstoffen saubere, aromaintensive Brände herzustellen. Wichtige Entwicklungen in der Vergangenheit wie die Kolonnentechnologie oder die Nutzung von Dephlegmatoren unterstützen eine möglichst schonende Herstellung. Die Vakuumdestillation bietet eine weitere technische Möglichkeit, die eine Steigerung der Qualität von Destillaten verspricht. Der Brenner erhofft sich durch die bei vermindertem Druck stark herabgesetzten Siedetemperaturen eine Schonung hitzelabiler Aromastoffe und einer damit einhergehenden Erhaltung der natürlichen, frischaromatischen und frischfruchtigen Inhaltsstoffe. Die durch die niedrigeren Destillationstemperaturen zu erwartenden chemisch bedingten Aromaveränderungen (bei niedrigeren Temperaturen nimmt die Geschwindigkeit von chemischen Reaktionen ab), können sich geruchlich und geschmacklich positiv oder negativ auf die Qualität auswirken. Ein positiver Einfluss ist dort zu erwarten, wo die Erhaltung der Frische und Lebendigkeit des Aromas und der labilen und leichtflüchtigen Komponenten ätherischer Öle von Bedeutung ist (KOLB, 2002). Obwohl es zwar schon aus dem Jahr 1929 Aufzeichnungen zum Einsatz dieser Brenntechnik gibt (WÜSTENFELD

und LUCKOW, 1929), steht noch nicht zweifelsfrei fest, ob der Einsatz von Vakuum zu einer Verbesserung der sensorischen Wahrnehmung von Obstbränden beitragen kann.

Auch die Zusammensetzung der Inhaltsstoffe wurde bisher nicht überprüft. Das Österreichische Lebensmittelbuch legt im Codexkapitel „B 23 / Spirituosen“ Grenz- und Richtwerte für Spirituosen fest. Diese dienen vor allem der Überprüfung der Genussstauglichkeit und der Authentizität der Produkte und umfassen Komponenten wie Methanol, Ethylacetat, höhere Alkohole und Fuselöle. Ob diese Grenzwerte auch für Vakuumbrände angewendet werden können, ist bisher nicht bekannt. Über den Einfluss auf die Zusammensetzung der obstspezifischen Aromakomponenten sowie Menge der Nachlaufkomponenten, zu denen hauptsächlich Fettsäuren und deren entsprechende Ethylester zählen, welche ebenfalls bedeutend zum Aroma beitragen (SUOMALAINEN und NYKÄNEN, 1966), wurden bisher ebenfalls kaum Untersuchungen angestellt. BRANDES et al. 2011 untersuchten einen Teil dieser Parameter im Labormaßstab in Gleichstromdestillation. In dieser Arbeit sollte abgeklärt werden, ob die Anwendung von Vakuum während der Destillation qualitative und quantitative Vorteile gegenüber der Normaldruckdestillation mit sich bringt. Hierzu wurde über mehrere Jahre die Destillation verschiedener Obstmaischnen bei unterschiedlichen Druckeinstellungen untersucht. Die

folgenden Ausführungen sollen einen Überblick über die angestellten Versuche und die daraus gewonnenen Ergebnisse und Erkenntnisse bieten.

MATERIAL UND METHODEN

VERWENDETES OBST

Das Obst für die Versuche stammte zum Großteil vom Versuchsgut Haschhof der HBLA und Bundesamt für Wein- und Obstbau Klosterneuburg. Die Zwetschen und Birnen im Jahr 2014 wurden von Invivo Spirits GmbH (Wien, Österreich) zur Verfügung gestellt, die Äpfel im Jahr 2016 von der Kuenz Naturbrennerei (Dölsach, Osttirol, Österreich). Die in den jeweiligen Versuchsjahren eingesetzten Obstarten und die daraus hergestellten Brände inklusive eingesetzter Technologie sind in Tabelle 1 ersichtlich.

MAISCHEBEREITUNG UND GÄRUNG

In allen Versuchsplänen erfolgten Maischeherstellung und Gärung gleich: Die Früchte wurden je nach Art mit einer Schleuderfräse (Fa. Voran, Pichl, Österreich), einer Quetschmühle (Fa. Wottle Maschinenbau GmbH, Poysdorf, Österreich) oder einem Entsteingerät (Fa. Voran, Pichl, Österreich) zerkleinert. Die so entstandene Maische wurde mit Phosphorsäure auf pH 2,9-3,2 eingestellt und zur Verflüssigung mit Fructozym P (2-4 ml/100 kg; Erbslöh, Geisenheim, Deutschland) versetzt. Zur Quittenmaische wurde ein Drittel Wasser hinzugefügt um eine gute Gärung zu gewährleisten und den Methanolgehalt möglichst niedrig zu halten (GÖSSINGER et al., 2006). Die Gärung wurde durch Zusatz der Trockenhefe Oenoferm® Freddo (*Saccaromyces cerevisiae* var. *bayanus*, 20-30 g/100 kg; Erbslöh, Geisenheim, Deutschland) initiiert und durch Zugabe des Hefenährsalzes SIHA® Gärsalz Plus (50 g/100 kg; Eaton Technologies GmbH, Langenlonsheim, Deutschland) unterstützt. Die Temperatur während der Gärung lag bei 20-22°C. Das Ende der Gärung wurde mittels Clin-Test (Bayer Austria GmbH, Wien, Österreich), sowie Alkoholbestimmung (destillativ, OIV, 2016) und Rest-

zuckerbestimmung (reduzierende Substanzen, OIV, 2009) überprüft. Die Alkoholgehalte der fertigen Maischen sind in Tabelle 2 ersichtlich.

VAKUUMDESTILLATION IM GEGENSTROMVERFAHREN

Die Destillation unter Vakuum erfolgte auf einer Vakuumdestillieranlage (Fa. Carl, Eislingen, Deutschland) mit 122 l Füllvolumen bei 500 bzw. 700 mbar unter dem herrschenden Umgebungsluftdruck (das entspricht rund 500 bzw. 300 mbar, in weiterer Folge als 50 % bzw. 70 % Vakuum bezeichnet). Die Brennblase wurde über ein Wasserbad beheizt, dem über einen Doppelmantel per Wasserdampf Energie zugeführt wurde. Die Steuerung von Vakuum und Wasserdampfzufuhr erfolgte über eine elektronische Schaltung, während die Dephlegmatortemperatur händisch mit Hilfe eines Durchflusszählers geregelt wurde. Die Anlage verfügte außerdem über drei Verstärkerböden und zwei hintereinander geschaltete Kühler. Kühler 1 wurde immer mit Leitungswasser gespeist, Kühler 2 wurde in den Jahren 2012 bis 2014 mit 4°C kaltem Wasser, im Jahr 2016 mit Glykol (-4 bis -10 °C) gekühlt. Der Feinbrand wurde in 150 ml Fraktionen aufgefangen. 2012 bis 2014 wurde über Heizleistung und Dephlegmatordurchfluss der Feinbranddurchfluss an der Vorlage gesteuert und möglichst konstant auf 3,6-6 l/h gehalten. 2016 wurde stattdessen auf eine konstante Heizleistung durch das Wasserbad (50 % Vakuum: 100 % Dampf bis Brennblase auf 55°C, dann 43 % Dampf bis Ende; 70 % Vakuum: 100 % Dampf bis Brennblase 35°C, dann 80 % Dampf bis Brennblase 45°C, dann 37 % Dampf bis Ende) (100 % Dampf entspricht 1 bar Dampfdruck) und einen konstanten Durchfluss im Dephlegmator (50 % Vakuum: 50-60 l/h; 70 % Vakuum: 95-105 l/h) geachtet. So sollten Temperaturschwankungen im Gerät und damit verbundene Unregelmäßigkeiten im Destilliervorgang möglichst vermieden werden. Die Destillatfließgeschwindigkeiten reichten dabei von Beginn bis Ende des Destilliervorganges bei 50 % Vakuum von 6,4 l/h bis 2,3 l/h und bei 70 % Vakuum von 7,0 l/h bis 1,1 l/h.

Tab. 1: Verwendete Obstarten und hergestellte Brände

		Konv (gebrannt auf 50 l-Anlage) Anzahl n	Konv (gebrannt auf Vakuumanl.) Anzahl n	Konv Gleichstrom (gebrannt auf Vakuumanl.) Anzahl n	50 % Vak. Anzahl n	70 % Vak. Anzahl n	70 % Vak. Gleichstrom Anzahl n
Apfel	2013	2			6		
	2016		3	3		3	3
Birne	2012	2			8		
	2013	2			4		
	2014	3			3	3	
Brombeere	2013	2			4		
Kornelkirsche	2012	2			4		
	2013	3			6		
Marille	2013	2			4		
	2016		3			3	
Pfirsich	2016		3		3	3	
Quitte	2012	2			2		
	2013	2			4		
Zwetschke	2012	2			4		
	2013	2			4		
	2014	3			3	2	

Tab. 2: Alkoholgehalt der fertig vergorenen Maischen (%vol.)

		%vol. Maische
Apfel	2013	7,9
	2016	6,7
Birne	2012	5,9
	2013	5,8
	2014	6,2
Brombeere	2013	4,5
Kornelkirsche	2012	7,4
	2013	6,5
Marille	2013	4,7
	2016	4,8
Pfirsich	2016	4,5
Quitte	2012	3,8
	2013	4,6
Zwetschke	2012	6,7
	2013	5,5
	2014	7,1

KONVENTIONELLE DESTILLATION IM GEGENSTROMVERFAHREN

Die Vergleichsbrände wurden jeweils bei Umgebungsluftdruck („konventionell“) gebrannt. Hierfür wurde in den Jahren 2012 bis 2014 eine Anlage (Fa. Carl, Eislingen, Deutschland) mit 50 l Brennblasenfüllvolumen, drei Verstärkerböden, Dephlegmator (74°C bei Steinobst, 68°C bei Kernobst) und Wasserdampfheizung herangezogen. Der Feinbrand wurde in 100 ml Fraktionen aufgefangen. Im Unterschied zu den vorherigen Jahren wurden die konventionellen Brände im Jahr 2016 ebenfalls auf der Vakuumdestillieranlage gebrannt, jedoch wurde hier -1 mbar Vakuum eingestellt, was mit dem Umgebungsluftdruck gleichgesetzt werden kann. Auch hier wurde wie bei den Vakuumbränden 2016 auf eine konstante Heizleistung durch das Wasserbad (konventionell: 100 % Dampfzufuhr bis Brennblase auf 85°C, dann 55 % Dampfzufuhr bis Ende) und einen konstanten Durchfluss im Dephlegmator (konventionell: 25-30 l/h) geachtet. Die Destillatfließgeschwindigkeiten reichten dabei von Beginn bis Ende des Destilliervorganges von 9,0 l/h bis 2,0 l/h.

VAKUUMDESTILLATION UND KONVENTIONELLE DESTILLATION IM GLEICHSTROMVERFAHREN

Im Jahr 2016 wurde ein Teil der hergestellten Apfelmische auf der Vakuumdestillieranlage mit 70 % Vakuum im Gleichstromverfahren zu Raubrand weiterverarbeitet. Hierfür wurden vor der Destillation die Verstärkerböden geöffnet und der Dephlegmator geleert. Zum Vergleich wurde auch Raubrand unter Normaldruck (-1 mbar) hergestellt. Alle Raubrände wurden im Anschluss unter Normaldruck im Gleichstrom feingebrannt. Dabei fanden alle Destillationsvorgänge auf der Vakuumdestillieranlage statt.

FERTIGSTELLEN DER BRÄNDE, AUSBEUTE, TRÜBUNGSNEIGUNG

Die Mittelläufe wurden nach dem Brennvorgang sensorisch durch ein Kosterpanel von mindestens 4 geschulten Experten bestimmt. Nach Abtrennung der Vor- und Nachläufe wurden Ausbeute (LA Mittellauf / hl Maische) und Alkoholgehalt durch abwie-

gen und Messung der relativen Dichte mittels Biegeschwinger (Densito 30PX, Mettler Toledo, Greifensee, Schweiz) bestimmt. Die Mittelläufe wurden mit destilliertem Wasser auf 40 %vol eingestellt. Da die unter Vakuum gebrannten Destillate im Gegensatz zu den konventionellen Vergleichsbränden weniger bis keine Trübung aufwiesen, wurden Rückstellmuster angefertigt, dunkel bei 18-20°C gelagert und über 12 Monate immer wieder auf eine auftretende Trübung überprüft. Der Rest wurde für 1-2 Wochen bei 4°C gelagert und schließlich filtriert (Filterschicht Seitz K 150, Pall Filtersystems, Bad Kreuznach, Deutschland). 2014 wurden von den auf Trinkstärke eingestellten Bränden lediglich die konventionell gebrannten Brände filtriert, die unter Vakuum gebrannten Destillate wiesen auch ohne Filtration keinerlei Trübung auf.

ANALYTIK

In den fertigen Destillaten erfolgte, wie bei BRANDES et al. (2011) und BRANDES et al. (2007) beschrieben, eine Konzentrationsbestimmung einer Reihe rechtlich, technologisch und sensorisch wichtiger Inhaltsstoffe mittels Gaschromatografie, wobei als Detektor sowohl Flammenionisation als auch Massenspektrometrie verwendet wurden. Die analysierten Substanzen umfassten einige im österreichischen Lebensmittelbuch Codexkapitel „B 23 / Spirituosen“ angegebene Inhaltsstoffe (Methanol, Ethylacetat, höhere Alkohole (2-Methyl-1-propanol (iC4), sowie 2-Methyl-1-butanol und 3-Methyl-1-butanol (iC5)), Fuselalkohle (2-Methyl-1-propanol, 2-Methyl-1-butanol, 3-Methyl-1-butanol, 1-Propanol (nC3))), sowie eine Reihe von obstspezifischen Aromastoffen und Inhaltsstoffen mit Nachlaufcharakter (Furfural, 1-Hexanol, Benzylalkohol, 2-Phenylalkohol, Essigsäure, kurzkettige und mittelkettige Fettsäuren (C3- bis C12-Fettsäuren), Milchsäureethylester, sowie die Ethylester einiger mittel- und langkettiger Fettsäuren (C8- bis C18-Fettsäuren)), die in BRANDES et al. (2011), BRANDES et al. (2009) und BRANDES et al. (2007) als wertgebend ermittelt worden waren. Die Ethylester der höheren Fettsäuren sind für die Trübung hauptverantwortlich, als trübungsverursachende Hauptkomponenten gelten dabei die Decan- (C10), Dodecan- (C12), Tetradecan- (C14) und Hexadecan-säureethylester (C16) (SENN, 1998; SCHWARZ, 1992).

SENSORIK

Ein geschultes Kosterpanel von 6 Kostern überprüfte die Varianten aus dem Jahr 2013 mittels Dreieckstest auf Homogenität der Wiederholungen und ermittelte mit Hilfe einer unstrukturierten Skala Unterschiede zwischen den Bränden in Geruchsintensität, Geruchstypizität, Geschmacksintensität, Geschmackstypizität, Mundgefühl und Gesamturteil (WEISS, 1981).

2014 wurde bei der sensorischen Beurteilung zusätzlich auch das Kriterium „Schärfe“ beurteilt, wobei 0 Punkte „scharf“ und 100 Punkte „nicht scharf“ entsprachen.

Bei den Marillen- und Pfirsichbränden aus dem Jahr 2016 wurden die sensorischen Unterschiede zwischen den Varianten per Dreieckstest überprüft und im Zuge einer Expertenverkostung beschrieben.

Bei den Apfelbränden aus 2016 wurden die Wiederholungen mittels Dreieckstest auf Unterschiede überprüft und die Varianten mittels unstrukturierter Skala in den Kriterien Geruch, Geschmack, Sauberkeit, Typizität und Gesamturteil beurteilt.

STATISTISCHE AUSWERTUNG

Alle Versuche und Messungen wurden zumindest in Doppel-, teilweise in Drei- oder Vierfachbestimmung durchgeführt. Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mittels SPSS 22.0 und Microsoft Excel. Signifikante Unterschiede wurden mittels Tukey-Test ermittelt und auf dem Niveau $\alpha = 0,05$ angegeben. Die Verkostungen wurden entweder ebenfalls mittels SPSS 22.0 und Tukey-Test oder in Microsoft Excel nach einer zweifachen Normierung der Mittelwerte mit anschließender Varianzanalyse und LSD-Test ausgewertet (WEISS, 1981).

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

AUSBEUTE

Es zeigte sich, dass die Ausbeute durch das Anlegen eines Vakuums tendenziell erhöht werden konnte (Tab. 3). Diese Erhöhung lag über alle Versuchsjahre gerechnet bei durchschnittlich 27,4 %, die Streuung ist aus Tabelle 3 ersichtlich. In sechs von 20 Fällen wurde die Ausbeute durch Vakuum signifikant erhöht. Dies widerspricht der Theorie von BRANDES et al. (2011), dass durch die langsamere Destillation des Ethylalkohols bei Druck-

verminderung mit geringeren Feinbrandausbeuten zu rechnen sei. Es fällt jedoch auf, dass keiner der Brände, die im Jahr 2016 hergestellt wurden, signifikante Unterschiede in der Ausbeute zeigte. Dies könnte darauf zurückgeführt werden, dass hier, im Gegensatz zu den Jahren 2012-2014, die konventionellen Vergleichsbrände auf der gleichen Anlage hergestellt wurden wie die Vakuumbürände. Deshalb konnte im Jahr 2016 besser die gleiche Verstärkung in den konventionellen und in den Vakuumbüränden erzielt werden. In den anderen Jahren wurden die konventionellen Brände zum Teil weniger verstärkt als die Vakuumbürände, was laut GÖSSINGER et al. (2012) zu einer Verminderung der Ausbeute führt. Auch in dieser Arbeit korrelierte die Ausbeute (LA Mittellauf /hl Maische) (Tab. 3) mit der Stärke des Mittellaufes (% vol) (Tab. 4) ($p = 0,568$; $\alpha = 0,001$). Bei den Apfelbränden 2016 gab es in der Ausbeute keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gegenstrom- und Gleichstromvarianten. Generell lagen alle Ausbeuten unter den gesetzlich für Abfindungsbrennereien angegebenen Ausbeutesätzen.

TRÜBUNGSNEIGUNG

Es wurde beobachtet, dass die unter Vakuum gebrannten Destillate weniger bis keine Trübung aufwiesen im Gegensatz zu den konventionellen Vergleichsbränden. Die Quittenbrände wiesen als einzige bereits direkt nach dem Einstellen auf Trinkstärke eine sichtbare Trübung auf. Nach sechs Monaten Lagerung bei rund 20°C konnte im Jahr 2013 eine leichte Trübung der Marillen- und Brombeerbrände festgestellt werden. Alle anderen Brände wiesen auch nach 12 Monaten Lagerzeit keine sichtbare Trübung auf. Für diese Brände wäre überhaupt keine Filtration notwendig gewesen. Zur besseren Vergleichbarkeit wurden trotzdem auch alle Vakuumbürände filtriert, mit Ausnahme der Vakuumbürände 2014. Im analytischen Vergleich war der Gehalt an trübungsverursachenden Stoffen in den konventionellen Bränden in 16 von 18 untersuchten Fällen höher als in den Vakuumbüränden, davon 11-mal signifikant (Tab. 5). Durchschnittlich war der Gehalt an trübungsverursachenden Stoffen in Vakuumbüränden um 46 % niedriger als in Vakuumbüränden.

Tab. 3: Mittelwerte und Standardabweichungen der Ausbeuten; unterschiedliche Buchstaben in einer Zeile zeigen signifikante Unterschiede ($\alpha = 0,05$).

		Ausbeute (LA Mittellauf/hl Maische)									
		Ggs/Gls	Konv			50 %			70 %		
			MW	Stab		MW	Stab		MW	Stab	
Apfel	2013	Ggs	1,98	0,03	a	2,40	0,11	b			
	2016	Ggs	1,88	0,14	a				2,30	0,53	a
		Gls	2,10	0,01	a				1,88	0,09	a
Birne	2012	Ggs	1,46	0,01	a	1,74	0,24	a			
	2013	Ggs	1,47	0,17	a	2,97	0,24	b			
	2014	Ggs	1,23	0,06	a	1,70	0,40	a	1,70	0,23	a
Brombeere	2013	Ggs	1,03	0,07	a	1,54	0,08	b			
Kornelk.	2012	Ggs	1,82	0,03	b	1,59	0,01	a			
	2013	Ggs	1,27	0,13	a	1,94	0,07	a			
Marille	2013	Ggs	1,06	0,41	a	1,60	0,44	a			
	2016	Ggs	1,93	0,24	a				2,01	0,13	a
Pfirsich	2016	Ggs	1,50	0,11	a	1,44	0,30	a	1,69	0,22	a
Quitte	2012	Ggs	0,87	0,01	a	0,93	0,07	a			
	2013	Ggs	0,85	0,15	a	1,43	0,22	b			
Zwetschke	2012	Ggs	1,47	0,01	a	1,76	0,16	a			
	2013	Ggs	1,73	0,08	a	2,11	0,14	b			
	2014	Ggs	1,29	0,08	a	1,80	0,13	b	1,40	1,01	a

Ggs ... Gegenstrom, Gls ... Gleichstrom

Tab. 4: Mittelwerte und Standardabweichungen der Alkoholgehalte der Mittelläufe; unterschiedliche Buchstaben in einer Zeile zeigen signifikante Unterschiede ($\alpha = 0,05$).

		%vol. Mittellauf									
		Ggs/Gls	Konv			50 %			70 %		
			MW	Stab		MW	Stab		MW	Stab	
Apfel	2013	Ggs	78,4	1,2	a	83,7	1,8	b			
	2016	Ggs	86,3	0,1	b				85,1	2,7	b
		Gls	80,3	0,3	a				79,0	0,3	a
Birne	2012	Ggs	72,6	0,0	a	83,1	0,9	b			
	2013	Ggs	79,0	0,8	a	81,1	2,9	a			
	2014	Ggs	73,6	0,8	a	86,3	0,6	b	83,1	0,8	b
Brombeere	2013	Ggs	72,7	0,2	b	69,2	1,0	a			
Kornelk.	2012	Ggs	77,9	2,3	a	80,6	0,7	a			
	2013	Ggs	65,1	3,7	a	76,9	0,0	b			
Marille	2013	Ggs	70,8	4,1	a	73,9	0,2	a			
	2016	Ggs	83,8	0,6	a	84,1	0,1	a			
Pfirsich	2016	Ggs	83,0	0,3	a	84,9	0,5	b	83,8	0,3	a
Quitte	2012	Ggs	64,5	0,0	a	77,6	1,1	b			
	2013	Ggs	61,6	5,0	a	85,4	0,6	b			
Zwetschke	2012	Ggs	74,9	0,3	a	79,1	0,8	b			
	2013	Ggs	71,0	1,6	a	78,1	0,5	a			
	2014	Ggs	71,8	0,8	a	81,5	0,6	b	79,4	0,0	b

Ggs ... Gegenstrom, Gls ... Gleichstrom

Tab. 5: Mittelwerte und Standardabweichungen der trübungsverursachenden Stoffe (Summe der Ethylester der C10-, C12-, C14- und C16-Fettsäuren); unterschiedliche Buchstaben in einer Zeile zeigen signifikante Unterschiede ($\alpha = 0,05$).

Trübungsverursachende Stoffe* (mg/100 ml r.A.)										
		Konv			50 %			70 %		
		MW	Stab		MW	Stab		MW	Stab	
Apfel	2013	5,73	1,02	b	1,21	0,42	a			
	2012	0,61	0,06	a	0,74	1,28	a			
Birne	2013	3,70	0,01	b	1,62	0,57	a			
	2014	20,96	2,07	b	4,33	0,27	a	6,37	0,69	a
Brombeere	2013	8,87	1,90	a	7,12	1,08	a			
Kornelk.	2012	14,32	1,11	a	5,98	0,20	a			
	2013	4,54	1,98	a	2,71	1,59	a			
Marille	2013	11,99	2,32	b	6,90	1,56	a			
	2016	6,36	1,32	b				1,88	0,34	a
Pfirsich	2016	4,55	0,42	b	2,63	0,44	a	2,51	0,16	a
Quitte	2012	7,53	0,43	b	4,01	0,10	a			
	2013	5,26	0,76	a	2,33	1,61	a			
Zwetschke	2012	10,04	0,47	b	2,96	1,11	a			
	2013	4,41	1,67	a	4,74	1,03	a			
	2014	1,49	0,22	b	1,09	0,12	b	0,62	0,05	a

*Summe von Decansäureethylester, Dodecansäureethylester, Tetradecansäureethylester, Hexadecansäureethylester

CODEXWERTE

METHANOL

Die Konzentration von Methanol lag in 18 von 20 Vergleichsvarianten bei der Vakuumdestillation höher, davon fünfmal signifikant (Tab. 6a). Es kam dabei durch die Druckverminderung während der Destillation zu einer durchschnittlichen Zunahme des Methanolgehaltes von + 6,3 % (+19 bis -1%). Abgesehen von den Quittenbränden blieben jedoch alle Brände unterhalb der im österreichischen Lebensmittelcodex vorgeschriebenen Höchstmenge von 1200 bzw. 1350 g/hl r.A. Im Jahr 2012 überschritten alle Quittenbrände den Grenzwert von 1350 g/hl, was vermutlich auf eine längere Maischelagerung zurückzuführen ist (GÖSSINGER et al., 2006). Die Auswirkungen dieser verlängerten Lagerung sind auch am Alkoholgehalt erkennbar: Mit 3,8 % vol wies diese Maische einen sehr geringen Alkoholgehalt auf (Tab. 2). Im Jahr 2013 lagen drei von vier Wiederholungen der Vakuum-Quittenbrände über dem Grenzwert. Bei der Destillation von Quittenmaische unter Vakuum sollte auf diesen Umstand Rücksicht genommen und eine unverzügliche Verarbeitung der fertigen Maische forciert werden.

ETHYLACETAT

Der Ethylacetatgehalt wurde durch Vakuumdestillation in 18 von 20 Fällen verringert, davon 12 Mal signifikant (Tab. 6). Es kam zu einer durchschnittlichen Abnahme des Ethylacetatgehaltes von 39,6 % durch die Anwen-

dung von Vakuumdestillation. Alle Brände blieben weit unterhalb des für die gebrannten Früchte geltenden Codexgrenzwertes von 630 mg/100 ml r.A. Verglichen mit Werten aus der Literatur (SAVIC, 2017) waren die Ethylacetatgehalte relativ niedrig, einzig im konventionellen Quittenbrand 2012 war der Ethylacetatgehalt mit $443,5 \pm 0,7$ mg/100 ml r.A. relativ hoch. Ethylacetat gilt neben Acetaldehyd als Leitsubstanz für den Vorlauf-ton (PIEPER und RAU, 1987) und ist im Normalfall mit dem Vorlauf gut abtrennbar. Ob für die Verringerung des Ethylacetatgehaltes ausschließlich eine durch die Druckreduzierung verändertes Verhältnis der Inhaltsstoffe verantwortlich war, oder ob zusätzlich die Koster bei den Vakuumbränden eine strengere Vorlaufabtrennung praktizierten, konnte nicht bewiesen werden.

HÖHERE ALKOHOLE

Als Mindestmenge gelten 100 mg/100 ml r.A. (Steinobst, ausgenommen Kirsche) bzw. 200 mg/100 ml r.A. (Kernobst). Mit allen Bränden konnten die angegebenen Mindestmengen eingehalten werden. In den Vakuumbränden war in 13 von 20 Fällen der Gehalt an höheren Alkoholen niedriger als in den konventionell gebrannten Varianten, davon war der Unterschied 7 Mal signifikant (Tabelle 6b). Ein Einfluss der unterschiedlichen Verstärkung kann jedoch nicht ausgeschlossen werden. Insgesamt kam es zu einer durchschnittlichen Abnahme des Gehaltes an höheren Alkoholen von 10,2 % in Vakuumbränden im Vergleich zu konventionellen Bränden.

Tab. 6a: Mittelwerte und Standardabweichungen der Codex-Werte; unterschiedliche Buchstaben in einer Zeile zeigen signifikante Unterschiede ($\alpha = 0,05$).

		Codex-Werte (mg/100 ml r.A.)											
		Ggs/Gls		konv		50 %		70 %					
				MW	Stab			MW	Stab	MW	Stab		
Methanol	Apfel	Ggs	2013	613,5	26,2	a		688,1	20	b			
		Ggs	2016	681,0	21,3	a				674,3	22,3	a	
		Gls		701,7	23,5	a				706,7	13,1	a	
	Birne	Ggs	2012	868,5	2,1	a		915,9	58,2	a			
		Ggs	2013	873,4	4,4	a		1039,8	25,4	b			
		Ggs	2014	756,8	46,8	a		862,1	40,8	a	854,5	73,1	a
	Brombeere	Ggs	2013	952,8	17,7	a		971,6	218,3	a			
		Ggs	2012	611,4	9,4	a		661,6	17,8	b			
	Kornelk.	Ggs	2013	625,1	46,4	a		651,3	16,6	a			
		Ggs	2013	903,8	1,1	a		956,1	8,1	b			
	Marille	Ggs	2016	1007,0	29,1	a					1010,6	41,8	a
		Ggs	2016	1011,5	47,1	a		1031,5	34,4	a	1047,8	9,0	a
	Pflirsich	Ggs	2012	1721,1	12,2	a		1867,6	57,1	a			
		Ggs	2013	1263,8	41,7	a		1299,0	425,4	a			
	Quitte	Ggs	2012	823,1	69,8	a		857,2	59,3	a			
		Ggs	2013	757,1	8,3	a		848,1	11,5	b			
Ggs		2014	681,8	27,1	a		681,2	20,6	a	747,1	38,9	a	
Ethylacetat	Apfel	Ggs	2013	61,9	8,4	a		80,0	31,3	a			
		Ggs	2016	19,0	6,2	b				2,0	1,0	a	
		Gls		20,0	2,6	b				11,0	1,0	ab	
	Birne	Ggs	2012	54,8	15,1	b		31,8	3,5	a			
		Ggs	2013	66,5	10,7	a		43,3	21,9	a			
		Ggs	2014	16,0	3,4	b		8,4	1,6	a	12,3	3,5	ab
	Brombeere	Ggs	2013	23,5	2,7	b		10,5	4,6	a			
		Ggs	2012	70,7	11,4	b		43,7	8,2	a			
	Kornelk.	Ggs	2013	71,3	5,6	b		55,1	6,3	a			
		Ggs	2013	105,0	11,0	b		62,6	16,1	a			
	Marille	Ggs	2016	22,5	3,2	b					3,7	2,4	a
		Ggs	2016	16,1	4,4	b		4,3	1,1	a	2,9	0,8	a
	Pflirsich	Ggs	2012	443,5	0,7	b		93,9	23,8	a			
		Ggs	2013	58,9	22,0	a		26,5	19,0	a			
	Quitte	Ggs	2012	81,0	68,4	a		23,1	14,1	a			
		Ggs	2013	24,8	3,8	b		16,6	1,8	a			
Ggs		2014	8,1	2,0	a		6,5	1,1	a	17,3	9,0	a	
Zwetschke	Ggs	2012	81,0	68,4	a		23,1	14,1	a				
	Ggs	2013	24,8	3,8	b		16,6	1,8	a				
	Ggs	2014	8,1	2,0	a		6,5	1,1	a	17,3	9,0	a	

Ggs ... Gegenstrom, Gls ... Gleichstrom

Tab. 6b: Mittelwerte und Standardabweichungen der Codex-Werte; unterschiedliche Buchstaben in einer Zeile zeigen signifikante Unterschiede ($\alpha = 0,05$).

		Codex-Werte (mg /100 ml r.A.)											
		Ggs/Gls		konv		50 %		70 %					
				MW	Stab			MW	Stab	MW	Stab		
Höhere Alkohole	Apfel	Ggs	2013	409,5	1,1	b		230,2	28,7	a			
		Ggs	2016	564,0	57,7	a					723,0	253,9	a
		Gls		838,0	27,6	a					883,7	21,0	a
	Birne	Ggs	2012	406,3	20,9	a		382,8	34,4	a			
		Ggs	2013	272,4	1,6	b		163,5	2,6	a			
		Ggs	2014	372,9	24,0	b		261,5	31,9	a	374,2	29,9	b
	Brombeere	Ggs	2013	688,3	47,7	b		443,5	42,2	a			
		Ggs	2012	603,8	70,7	a		574,3	11,4	a			
	Kornelk.	Ggs	2013	504,0	37,6	a		439,8	54,8	a			
		Ggs	2013	392,9	11,5	a		346,8	29,2	a			
	Marille	Ggs	2016	318,5	40,7	a					346,4	7,6	a
		Ggs	2016	346,5	14,4	a		348,5	38,6	a	369,9	10,3	a
	Pflirsich	Ggs	2012	593,9	2,7	b		417,0	27,6	a			
		Ggs	2013	505,8	90,9	b		346,0	40,2	a			
	Quitte	Ggs	2012	466,9	100,6	a		426,7	84,1	a			
		Ggs	2013	404,3	13,4	b		313,0	19,5	a			
Ggs		2014	476,1	12,0	a		542,0	18,2	b	520,6	27,4	ab	
Fuselalkohole	Apfel	Ggs	2013	436,7	1,0	b		251,9	29,7	a			
		Ggs	2016	685,7	64,1	a					854,3	271,9	a
		Gls		973,0	29,1	a					1020,3	24,0	a
	Birne	Ggs	2012	443,5	20,9	a		462,3	106,7	a			
		Ggs	2013	332,4	10,1	b		208,3	2,3	a			
		Ggs	2014	441,3	28,1	b		327,2	34,5	a	443,1	25,9	b
	Brombeere	Ggs	2013	741,5	48,4	b		489,5	43,8	a			
		Ggs	2012	644,4	71,6	a		614,7	11,5	a			
	Kornelk.	Ggs	2013	573,4	38,5	a		509,1	58,6	a			
		Ggs	2013	681,6	14,7	a		626,2	37,1	a			
	Marille	Ggs	2016	525,6	50,8	a					553,6	10,0	a
		Ggs	2016	564,9	23,2	a		569,3	49,3	a	590,3	13,4	a
	Pflirsich	Ggs	2012	653,6	2,7	b		471,0	29,3	a			
		Ggs	2013	576,4	98,1	b		410,4	42,6	a			
	Quitte	Ggs	2012	692,1	157,2	a		658,9	120,9	a			
		Ggs	2013	546,5	17,0	b		445,1	22,5	a			
Ggs		2014	606,0	23,9	a		655,9	15,6	a	665,9	29,2	a	
Zwetschke	Ggs	2012	692,1	157,2	a		658,9	120,9	a				
	Ggs	2013	546,5	17,0	b		445,1	22,5	a				
	Ggs	2014	606,0	23,9	a		655,9	15,6	a	665,9	29,2	a	

Ggs...Gegenstrom, Gls...Gleichstrom

FUSELALKOHOLE

Alle Brände lagen innerhalb der erlaubten Grenzwerte von 150 bis 1500 mg/100 ml r.A. Durch Vakuumdestillation wurde in 8 von 20 Fällen die Konzentration verringert, davon 7 mal signifikant (Tab. 6b). Die durchschnittliche Abnahme des Fuselalkoholgehaltes durch Vakuumdestillation betrug 9,0 %. Eine strengere Nachlaufabtrennung durch die Verkoster oder ein Einfluss der unterschiedlichen Verstärkung in den einzelnen Varianten als zusätzliche Ursache für die Verminderung des Fuselalkoholgehaltes kann nicht ausgeschlossen werden.

Bezugnehmend auf Codexkapitel B23 lässt sich sagen, dass abgesehen von den Quittenbränden, von denen einige erhöhte Methanolgehalte aufwiesen, alle Brände innerhalb der gesetzlich vorgeschriebenen Grenzen lagen. Auch in der Literatur sind vergleichbare Werte zu finden (WINTEROVÀ et al. 2008).

AROMASTOFFE

In Tab. 7 sind die Mittelwerte und Schwankungsbreiten der Aromastoffe bei den Bränden der einzelnen Obstarten dargestellt.

APFEL

Im Jahr 2013 wurde durch das Anlegen von 50 % Vakuum der Gehalt von Essigsäurehexylester (konventionell $36,5 \pm 0,2$ µg/100 mL r.A.; 50 % Vakuum $18,1 \pm 7,4$ µg/100 ml r.A.), 6-Methyl-5-heptenon (konventionell $23,3 \pm 2,2$ µg/100 mL r.A.; 50 % Vakuum $8,7 \pm 1,9$ µg/100 ml r.A.), 4-Allylanisol (konventionell $37,5 \pm 4,6$ µg/100 ml r.A.; 50 % Vakuum $8,5 \pm 5,0$ µg/100 ml r.A.) und beta-Damascenon (konventionell $57,6 \pm 0,3$ µg/100 ml r.A.; 50 % Vakuum $7,4 \pm 2,4$ µg/100 ml r.A.) signifikant verringert (Abb. 1).

Im Jahr 2016 wurde auch zwischen Gegenstrom- und Gleichstromdestillation unterschieden. Im Gegenstromverfahren waren 8 der gemessenen 13 Aromastoffe in den konventionellen Bränden signifikant höher als in den 70 % Vakuumbränden. Der Einsatz von Gleich-

stromdestillation hatte einen ähnlichen Effekt auf die Aromastoffgehalte wie die Vakuumdestillation: 7 der gemessenen Aromastoffe unterschieden sich – unabhängig davon unter welchem Druck gebrannt wurde – in den Gleichstromvarianten nicht von der Gegenstromvariante mit 70 % Vakuum. Hexanal und Nerolidol verhielten sich wie in den Gegenstromvarianten – in der konventionellen Variante war der Gehalt signifikant höher. 6-Methyl-5-heptenon, Cis-4-Decensäureethylester, 4-Allylanisol und beta-Damascenon waren in den Gleichstromvarianten signifikant höher als in den Gegenstromvarianten, unterschieden sich abgesehen von 4-Allylanisol untereinander aber nicht signifikant. Der Gehalt an 4-Allylanisol wurde in den Gleichstromvarianten durch das Anlegen von 70 % Vakuum signifikant erhöht (Abb. 1, Tab. 8).

BIRNE

Es fiel auf, dass bei den Birnenbränden im Jahr 2012 weit geringere Aromastoffgehalte nachgewiesen werden konnten als in den anderen Jahren. Das ist vermutlich auf den Umstand zurückzuführen, dass in den Jahren 2013 und 2014 ausschließlich Birnen der Sorte Williams Christ verarbeitet wurden. Im Jahr 2012 wurde eine Sortenmischung eingesetzt. In diesem Jahr schien es zwar zu einer leichten Erhöhung der Aromastoffgehalte durch Vakuumdestillation zu kommen, allerdings waren die Unterschiede nicht signifikant. Im Jahr 2013 kam es zwar auf den ersten Blick durch Vakuumdestillation zu einer deutlichen Verminderung der Aromastoffgehalte, allerdings waren die Unterschiede nur bei Essigsäurehexylester signifikant nachweisbar (von $18,8 \pm 10,1$ auf $10,1$ µg/100 l r.A.). Im Jahr 2014 konnten auf Grund der großen Schwankungsbreiten zwischen den einzelnen Wiederholungen bei keinem der Aromastoffe signifikante Unterschiede nachgewiesen werden (Abb. 2).

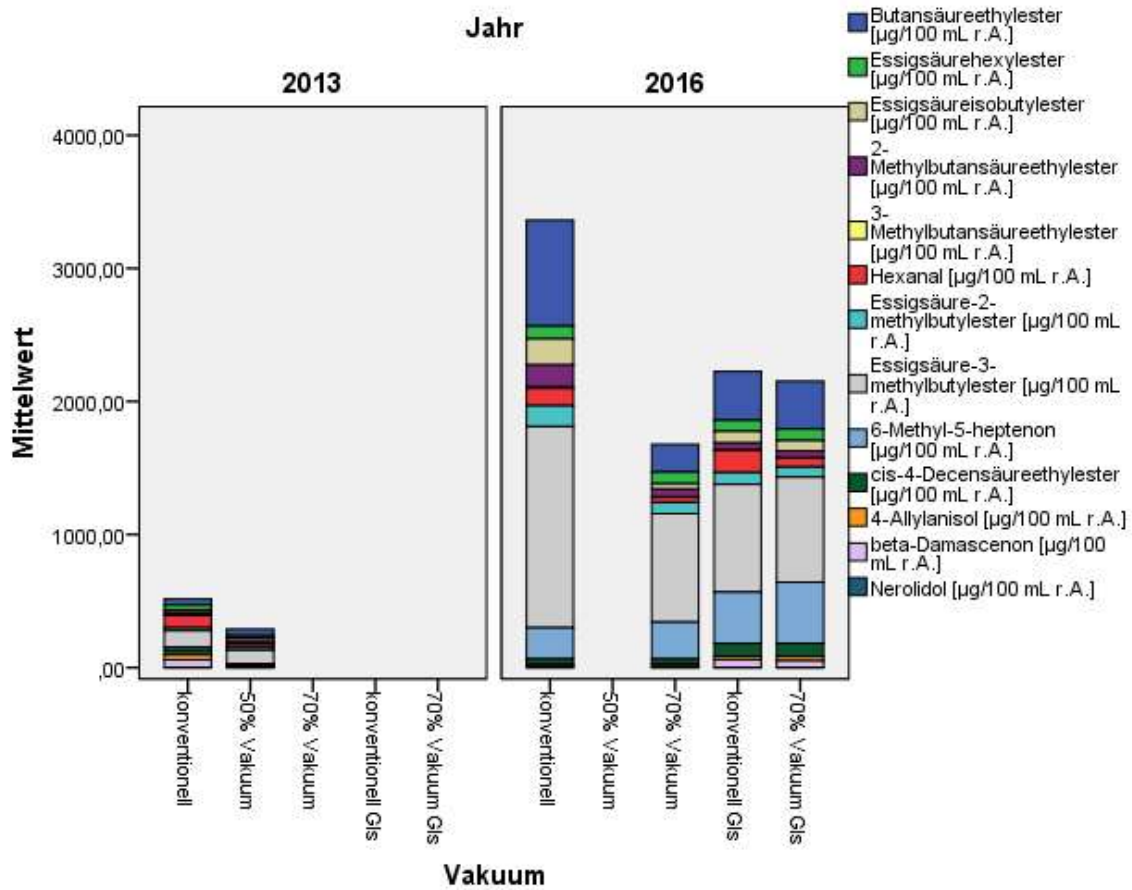


Abb. 1: Aromastoffgehalte (µg/100 ml r.A.) der Apfelbrände

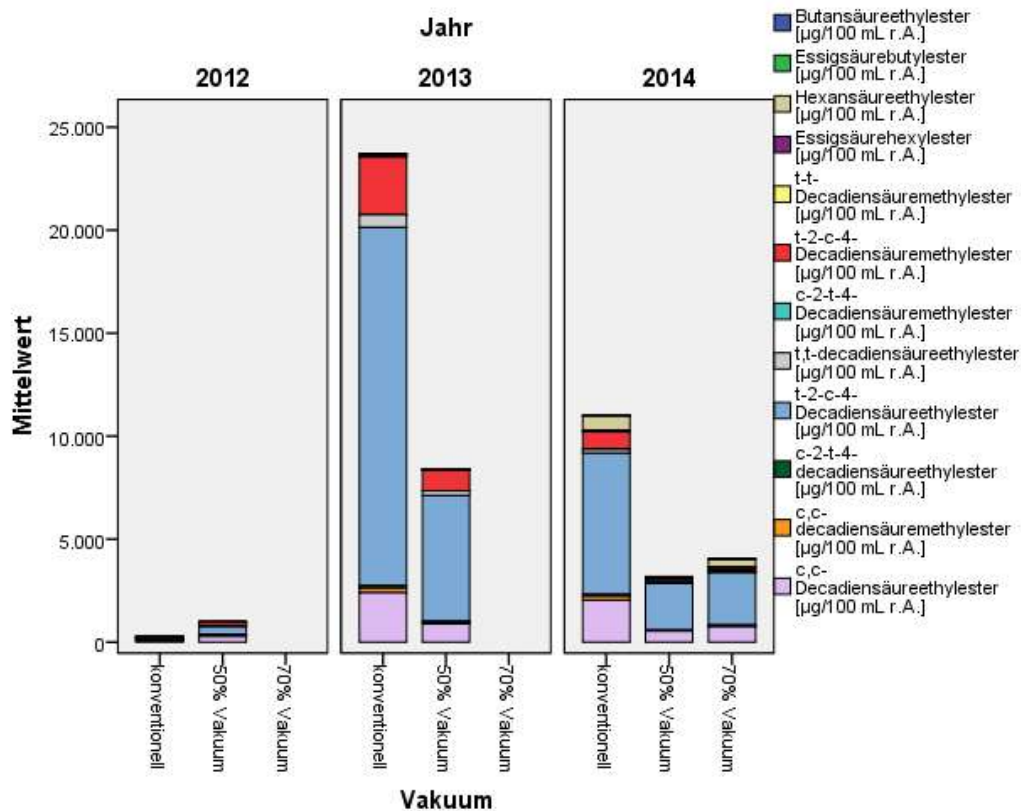


Abb. 2: Aromastoffgehalte (µg/100 ml r.A.) der Birkenbrände

Tab. 7: Mittelwerte und Standardabweichungen der analysierten Aromastoffe ($\mu\text{g}/100 \text{ ml r.A.}$) bei den einzelnen Obstarten

	Konzentration Aromastoffe ($\mu\text{g}/100 \text{ ml r.A.}$)			
	MW	SD	Min	Max
Apfel				
Butansäureethylester	278,3	267,6	18,7	962,2
Essigsäurehexylester	62,1	39,4	7,0	127,4
Essigsäureisobutylester	69,3	62,1	9,2	231,7
2-Methylbutansäureethylester	57,2	51,9	10,2	211,3
3-Methylbutansäureethylester	4,6	2,5	1,7	12,1
Hexanal	76,8	55,8	16,4	183,0
Essigsäure-2-methylbutylester	69,0	49,0	10,2	169,3
Essigsäure-3-methylbutylester	631,8	520,5	43,1	1638,1
6-Methyl-5-heptenon	208,3	180,2	6,0	469,9
cis-4-Decensäureethylester	45,3	38,4	1,6	115,2
4-Allylanisol	20,2	11,2	3,1	40,8
β -Damascenon	27,6	23,7	4,3	66,8
Nerolidol	0,5	0,3	0,1	1,0
Birne				
Butansäureethylester	7,8	9,2	0,5	38,7
Essigsäurebutylester	13,7	21,4	n.n.	84,7
Hexansäureethylester	154,4	389,8	2,2	1885,6
Essigsäurehexylester	16,7	35,4	0,3	156,6
t-t-Decadiensäuremethylester	16,2	17,7	0,9	56,6
t-2-c-4-Decadiensäuremethylester	570,1	833,7	8,0	3422,7
c-2-t-4-Decadiensäuremethylester	6,5	7,8	0,3	32,4
t,t-Decadiensäureethylester	135,3	187,3	2,3	819,6
t-2-c-4-Decadiensäureethylester	3897,5	5559,1	22,3	23328,2
c-2-t-4-Decadiensäureethylester	40,8	42,9	1,4	160,9
c-c-Decadiensäuremethylester	85,9	105,7	3,5	407,8
c-c-Decadiensäureethylester	827,0	1042,9	20,3	4117,3
Marille				
Linalool	2177,1	2223,9	144,8	5381,9
γ -Dodecalacton	47,1	32,7	1,7	97,1
Essigsäurehexylester	14,9	15,5	0,7	41,4
trans-Linalooloxid	184,3	93,3	114,9	452,6
cis-Linalooloxid	267,7	134,0	154,7	626,5
α -Terpineol	846,2	436,8	414,7	1589,3
γ -Terpineol	3,2	2,2	0,2	7,3
Citronellol	16,6	3,6	10,1	21,8
Nerol	56,5	21,2	35,2	93,7
γ -Decalacton	55,7	41,5	2,1	117,6
Pfirsich				
Linalool	412,0	126,8	282,4	574,1
Benzoessäureethylester	22,1	16,5	8,2	48,0
γ -Dodecalacton	6,4	3,6	2,2	13,5
Essigsäurehexylester	69,7	24,6	46,0	121,9
trans-Linalooloxid	46,8	9,4	32,7	55,7
cis-Linalooloxid	18,7	4,9	12,6	27,0
α -Terpineol	60,8	27,1	8,1	96,2
γ -Terpineol	3,3	0,6	2,5	4,6
Citronellol	3,6	1,2	2,1	5,9
Nerol	4,8	1,2	2,8	6,1
γ -Decalacton	21,6	11,3	6,7	44,8
Zwetschke				
Linalool	40,8	32,1	11,4	115,8
Nonanal	460,0	363,6	23,0	1364,8
Benzoessäureethylester	386,1	197,1	27,8	717,7
Salicylsäureethylester	56,0	58,0	n.n.	157,8
Zimtsäureethylester	175,1	184,8	5,8	504,3
Gamma-Dodecalacton	3,3	3,7	0,2	11,4

Tab. 8: Aromastoffgehalte ($\mu\text{g}/100\text{ ml r.A.}$) der Apfelbrände 2016; unterschiedliche Buchstaben in einer Zeile zeigen signifikante Unterschiede ($\alpha = 0,05$).

	Konzentration Aromastoffe ($\mu\text{g}/100\text{ ml r.A.}$)											
	Konv Ggs			70 % Vakuum Ggs			Konv Gls			70 % Vakuum Gls		
	MW	SD		MW	SD		MW	SD		MW	SD	
Butansäureethylester	796,4	153,9	b	207,6	63,7	a	367,1	53,8	a	360,5	41,7	a
Essigsäurehexylester	96,1	30,9	a	87,8	17,9	a	83,6	33,6	a	86,0	38,4	a
Essigsäureisobutylester	195,7	35,3	b	41,8	12,9	a	86,8	16,1	a	79,0	11,5	a
2-Methylbutansäure-ethylester	166,1	39,9	b	57,4	20,9	a	52,5	6,5	a	49,3	7,9	a
3-Methylbutansäure-ethylester	9,7	2,2	b	3,1	1,0	a	3,7	0,7	a	3,7	0,3	a
Hexanal	130,5	9,0	b	38,9	3,0	a	166,2	23,8	b	66,5	17,0	a
Essigsäure-2-methylbutylester	155,9	15,9	b	84,1	22,2	a	88,2	19,3	a	75,4	7,6	a
Essigsäure-3-methylbutylester	1512,7	129,4	b	814,8	272,7	a	810,3	209,0	a	790,6	176,0	a
6-Methyl-5-heptenon	234,9	33,5	a	277,0	67,4	a	386,1	11,7	b	457,6	12,2	b
Cis-4-Decensäureethylester	37,9	3,8	a	277,0	67,4	a	386,1	11,7	b	457,6	12,2	b
4-Allylanisol	14,4	2,5	a	18,2	4,1	a	26,4	1,2	b	33,3	1,8	c
Beta-Damascenon	11,6	2,3	a	10,2	8,2	a	58,2	7,4	b	51,0	1,8	b
Nerolidol	0,6	0,2	b	0,1	0,1	a	0,8	0,2	b	0,2	0,0	a

Ggs ... Gegenstrom, Gls ... Gleichstrom

MARILLE

Im Jahr 2013 kam es zu einer signifikanten Abnahme der Gehalte an trans-Linalooloxid (von $145,1 \pm 0,2$ auf $122,8 \pm 5,8$ $\mu\text{g}/100\text{ ml r.A.}$), cis-Linalooloxid (von $210,0 \pm 5,0$ auf $164,2 \pm 8,6$ $\mu\text{g} / 100\text{ ml r.A.}$) und gamma-Terpineol (von $7,2 \pm 0,2$ auf $3,0 \pm 0,2$ $\mu\text{g}/100\text{ ml r.A.}$) durch Vakuumdestillation. Im Jahr 2016 fiel auf, dass es durch Vakuumdestillation zu einer signifikanten Erhöhung von Linalool kam (von $3342,5 \pm 752,9$ auf $5033,1 \pm 480,1$ $\mu\text{g}/100\text{ ml}$

r.A.). Das Terpen Linalool prägt neben alpha-Terpineol, den beiden isomeren Linalooloxiden und Lactonen entscheidend das Aroma von Marillenbränden (SCHOLTEN 2002). Ansonsten kam es zu einer signifikanten Verminderung des gamma-Terpineolgehaltes durch Vakuumdestillation (von $3,3 \pm 0,2$ auf $0,5 \pm 0,2$ $\mu\text{g} / 100\text{ ml r.A.}$) (Abb. 3).

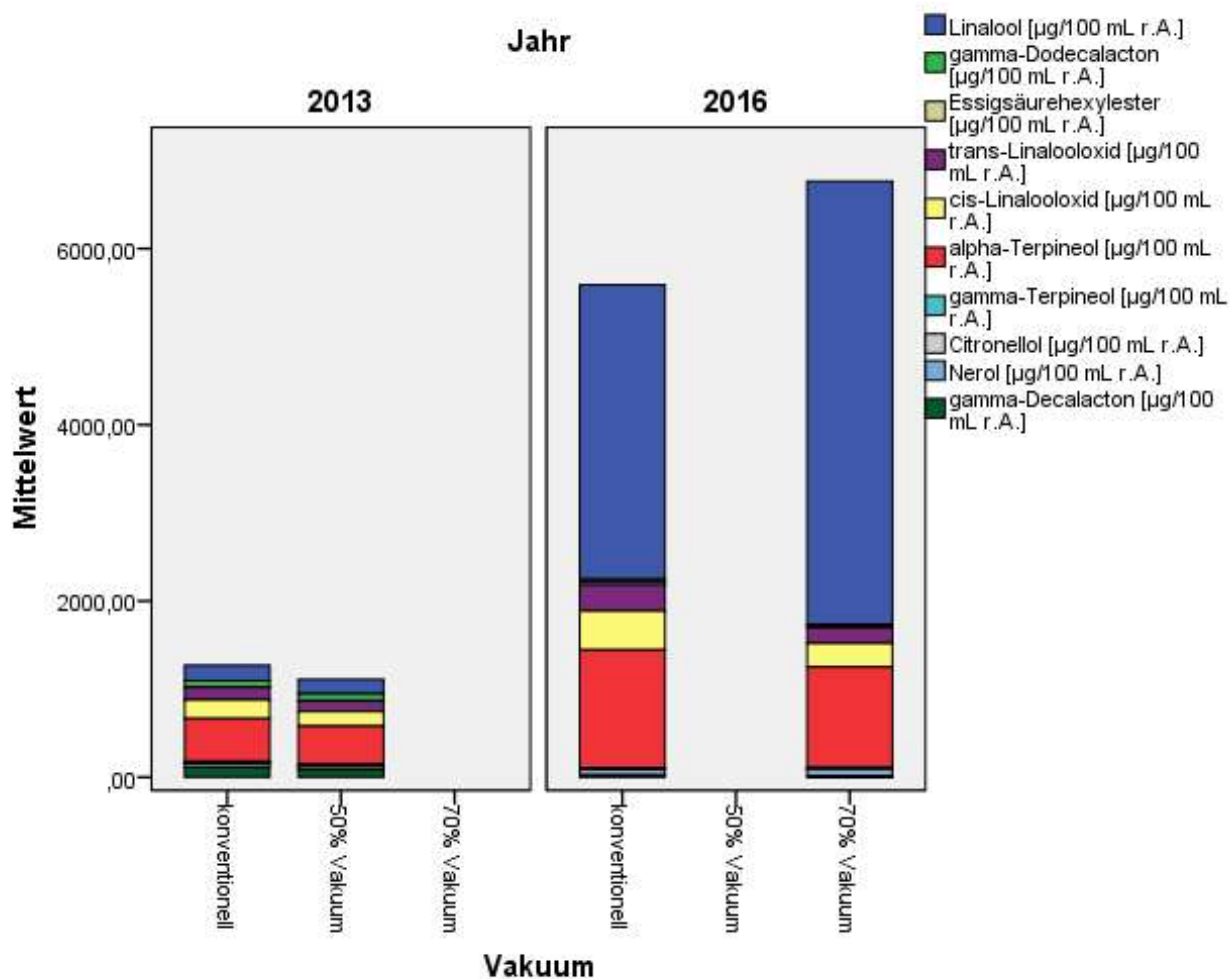


Abb. 3: Aromastoffgehalte ($\mu\text{g}/100 \text{ ml r.A.}$) der Marillenbrände

PFIRSICH

Auch bei den Pfirsichbränden im Jahr 2016 kam es wie bei Marille durch den Einsatz von 70 % Vakuum zu einer signifikanten Erhöhung von Linalool. Konventionell und 50 % Vakuum unterschieden sich nicht signifikant (konventionell $308,6 \pm 33,5 \mu\text{g}/100 \text{ ml r.A.}$; 50 % Vakuum $362,5 \pm 91,2 \mu\text{g}/100 \text{ mL r.A.}$; 70 % Vakuum $564,8 \pm 10,5 \mu\text{g}/100 \text{ ml r.A.}$). Durch Vakuumdestillation vermindert wurden Benzoessäureethylester (b: konventionell $43,6 \pm 6,1 \mu\text{g}/100 \text{ ml r.A.}$; a: 50 % Vakuum $13,9 \pm 0,7 \mu\text{g}/100 \text{ ml r.A.}$; a: 70 % Vakuum $8,9 \pm 0,9$

$\mu\text{g}/100 \text{ ml r.A.}$), cis-Linalooloxid (b: konventionell $24,5 \pm 2,5 \mu\text{g}/100 \text{ ml r.A.}$; a: 50 % Vakuum $14,4 \pm 2,5 \mu\text{g}/100 \text{ ml r.A.}$; a: 70 % Vakuum $16,8 \pm 1,0 \mu\text{g}/100 \text{ ml r.A.}$), alpha-Terpineol (b: konventionell $87,4 \pm 8,7 \mu\text{g}/100 \text{ ml r.A.}$; a: 50 % Vakuum $31,1 \pm 20,1 \mu\text{g}/100 \text{ ml r.A.}$; ab: 70 % Vakuum $63,9 \pm 7,6 \mu\text{g}/100 \text{ ml r.A.}$) und Citronellol (ab: konventionell $3,6 \pm \mu\text{g}/100 \text{ ml r.A.}$; a: 50 % Vakuum $2,6 \pm \mu\text{g}/100 \text{ ml r.A.}$; b: 70 % Vakuum $4,7 \pm \mu\text{g}/100 \text{ ml r.A.}$). Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede (Abb. 4).

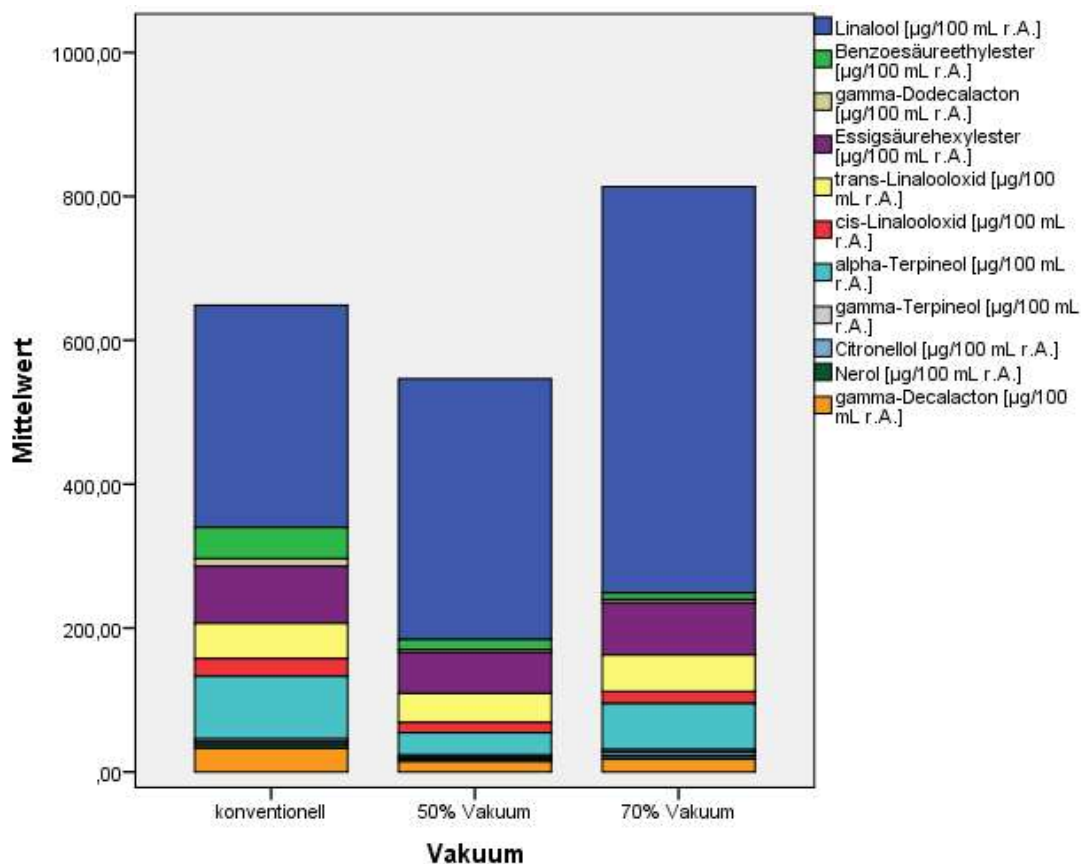


Abb. 4: Aromastoffgehalte (µg/100 ml r.A.) der Pfirsichbrände

ZWETSCHKE

Es konnte in allen Versuchsjahren beobachtet werden, dass durch die Vakuumdestillation die Gehalte der Aromastoffe geringer waren (Abb. 5). Im Jahr 2012 war der Abfall bei Linalool (von $31,0 \pm 1,4$ auf $17,6 \pm 2,5$ µg/100 ml r.A.), Nonanal (von $776,8 \pm 140,0$ auf $337,9 \pm 146,1$ µg/100 ml r.A.), Benzoessäureethylester (von $688,9 \pm 40,8$ auf $408,3 \pm 42,7$ µg/100 ml r.A.), Salicylsäureethylester (von $86,3 \pm 2,3$ auf $40,8 \pm 20,9$ µg/100 ml r.A.) und gamma-Dodecalacton (von $2,7 \pm 1,0$ auf $0,8 \pm 0,5$ µg/100 ml r.A.) signifikant. Besonders Nonanal wird als wichtige Zwetschkenkomponente beschrieben (ADAM

et al. 1995) und kann möglicherweise sogar negative sensorische Effekte von anderen Substanzen wie zum Beispiel Vorlaufkomponenten kompensieren (BRANDES et al., 2007). Im Jahr 2013 war der Abfall nur bei Linalool signifikant ($17,4 \pm 1,0$ auf $12,0 \pm 0,7$ µg/100 ml r.A.). Im Jahr 2014 enthielten die konventionellen Brände ($116,5 \pm 0,4$ µg/100 ml r.A.) signifikant mehr Zimtsäureethylester als die beiden Vakuumvarianten ($12,3 \pm 6,8$ bzw. $46,3 \pm 14,5$ µg/100 ml r.A.).

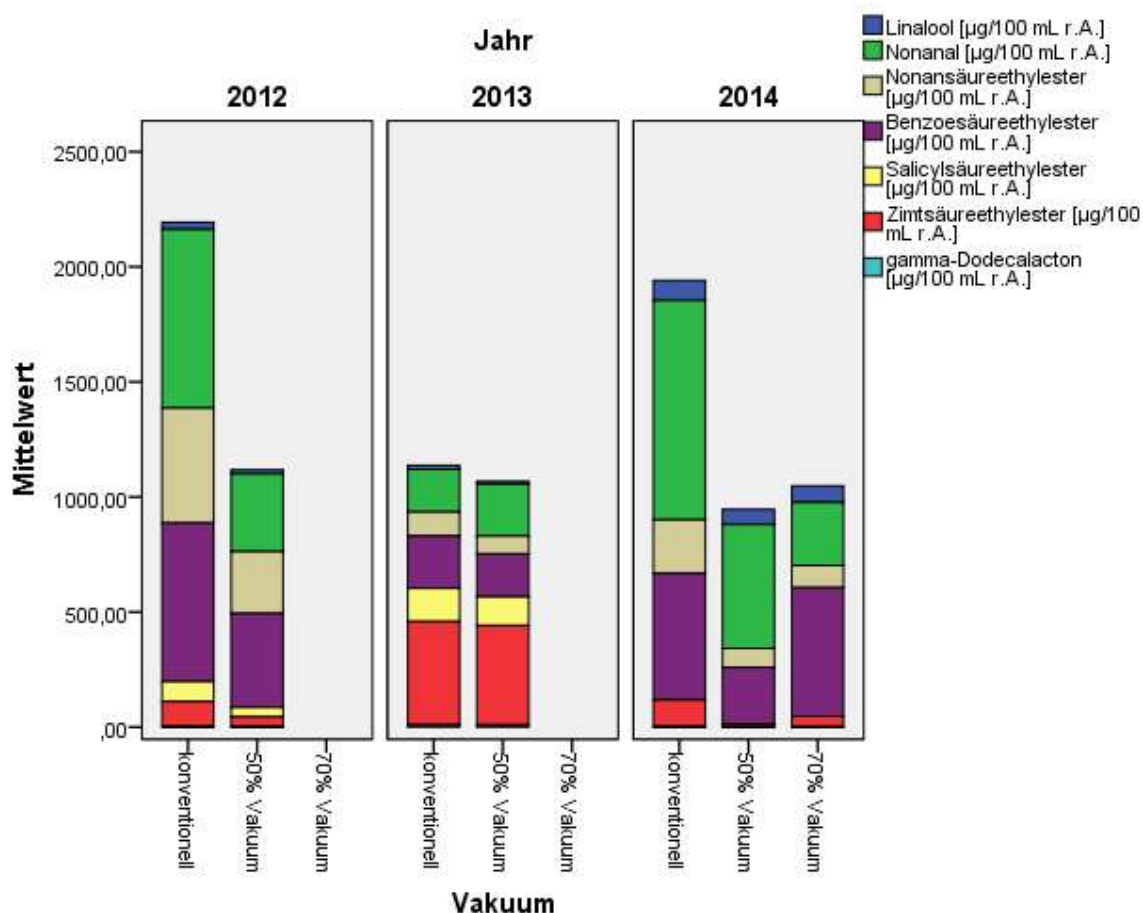


Abb. 5: Aromastoffgehalte (µg/100 ml r.A.) der Zwetschenbrände

NACHLAUFKOMPONENTENTEN

Die analysierten Werte waren gut vergleichbar mit den in der Literatur angegebenen Werten (POSTEL, 1984; BRANDES et al. 2009) (Tab. 9). Die Summe der analysierten Nachlaufkomponenten war in den unter Vakuum gebrannten Varianten tendenziell niedriger (50 % Vakuum: $38,2 \pm 19,3$ mg/100 ml r.A.; 70 % Vakuum: $24,0 \pm 7,7$ mg/100 ml r.A.) als in den konventionell hergestellten Varianten ($75 \pm 48,1$ mg/100 ml r.A.) – die durchschnittliche Abnahme des Gesamtgehaltes betrug 45,3 %. Dies entspricht auch den Beobachtungen von BRANDES et al. (2011), dass die meisten Komponenten mit Nachlaufcharakter bei Normaldruck schneller destillieren als bei vermindertem Druck. Allerdings kann

auch hier ein Einfluss der nicht immer gleichen Verstärkung der einzelnen Varianten nicht vollständig ausgeschlossen werden. Auch eine strengere Nachlaufabtrennung bei den Vakuumvarianten durch die Koster könnte Einfluss auf den Gehalt an Nachlaufkomponenten haben.

In der Literatur wurde schon mehrmals der negative Einfluss von freien Fettsäuren auf die sensorische Wahrnehmung von Destillaten beschrieben, sie gelten als Hauptverursacher von Nachlaufföhen (GUAN und PIEPER 1998; BRANDES et al. 2007). Laut BRANDES et al. (2007) sind die Ester der höheren gesättigten Fettsäuren für den sensorischen

Charakter wenig bedeutend. Allerdings müssen die Zusammenhänge zwischen sensorischer Beurteilung und Konzentration nicht immer linear sein und werden durch Synergismen und Antagonismen beeinflusst (BATTAGLIA, 1986). Einige Komponenten, die grundsätzlich Nachlaufcharakter haben, können für den Gesamteindruck eines Destillates trotzdem wichtig sein – wie z.B. für Destillate der Williams Birne 2-Phenylethanol (blumig, honig-ähnlich), 1-Hexanol (grasig, mandel-ähnlich) oder auch verschiedene Ester der Essigsäure, die als fruchtig wahrgenommen werden können (WILLNER et al. 2013; ZIERER et al. 2016). Die

geringere Summe an Nachlaufkomponenten in den Vakuumdestillaten ist also nicht ausschließlich positiv zu bewerten. Wie sich auch bei der sensorischen Bewertung der Destillate zeigte, werden die Brände dadurch zwar sauberer und feiner wahrgenommen, allerdings ist die teilweise „fehlende Wuchtigkeit“ der Vakuumbrände möglicherweise auch auf den geringeren Gehalt an weiteren hier nicht bestimmten Aromastoffen zurückzuführen. Es besteht die Möglichkeit, dass durch die Kombination von Vakuumdestillation und geringerer Verstärkung (durch wärmere Dephlegmatortemperaturen) ein besseres sensorisches Ergebnis erzielt werden kann.

Tab. 9: Mittelwerte und Standardabweichungen der Nachlaufkomponenten in sämtlichen produzierten Varianten (mg/100 ml r.A.)

	Konzentration Nachlaufkomponenten (mg/100 ml r.A.)			
	MW	SD	Min	Max
Furfural	0,08	0,22	n.n.	1,00
1-Hexanol	8,91	5,57	0,87	37,12
Benzylalkohol	0,25	0,43	n.n.	1,83
2-Phenylalkohol	0,56	0,91	n.n.	4,64
Essigsäure	12,46	10,02	1,49	56,95
Propansäure	0,10	0,23	n.n.	1,23
Isobutansäure	0,28	0,90	n.n.	5,03
Butansäure	0,01	0,04	n.n.	0,39
Isopentansäure	0,61	1,48	n.n.	8,90
Pentansäure	0,01	0,03	n.n.	0,24
Hexansäure	0,64	1,89	n.n.	14,35
Octansäure	1,01	1,18	n.n.	5,64
Decansäure	1,20	1,20	n.n.	4,96
Dodecansäure	0,42	0,48	n.n.	3,24
Milchsäureethylester	15,29	22,69	n.n.	101,64
Octansäureethylester	2,03	2,05	n.n.	8,36
Decansäureethylester	2,48	2,31	n.n.	11,83
Dodecansäureethylester	1,68	3,34	n.n.	22,07
Tetradecansäureethylester	0,09	0,12	n.n.	0,70
Hexadecansäureethylester	0,33	0,37	n.n.	1,88
Linolsäureethylester	0,47	0,53	n.n.	2,30
Linolensäureethylester	0,17	0,38	n.n.	3,23
Summe C3-C5-Fettsäuren	1,01	1,81	n.n.	10,2
Summe C6-C12-Fettsäuren	3,36	3,57	n.n.	16,2
Summe Ethylester	22,5	24,01	0,70	117,31

APFEL

Bei Apfel zeigte sich im Jahr 2013 ein signifikanter Unterschied zwischen konventioneller Destillation (136,7 ± 8,7 mg/100 ml r.A.) und Destillation unter 50 % Va-

kuum (45,1 ± 11,0 mg/100 ml r.A.) (durchschnittliche Abnahme von 67,0 %) (Abb. 6).

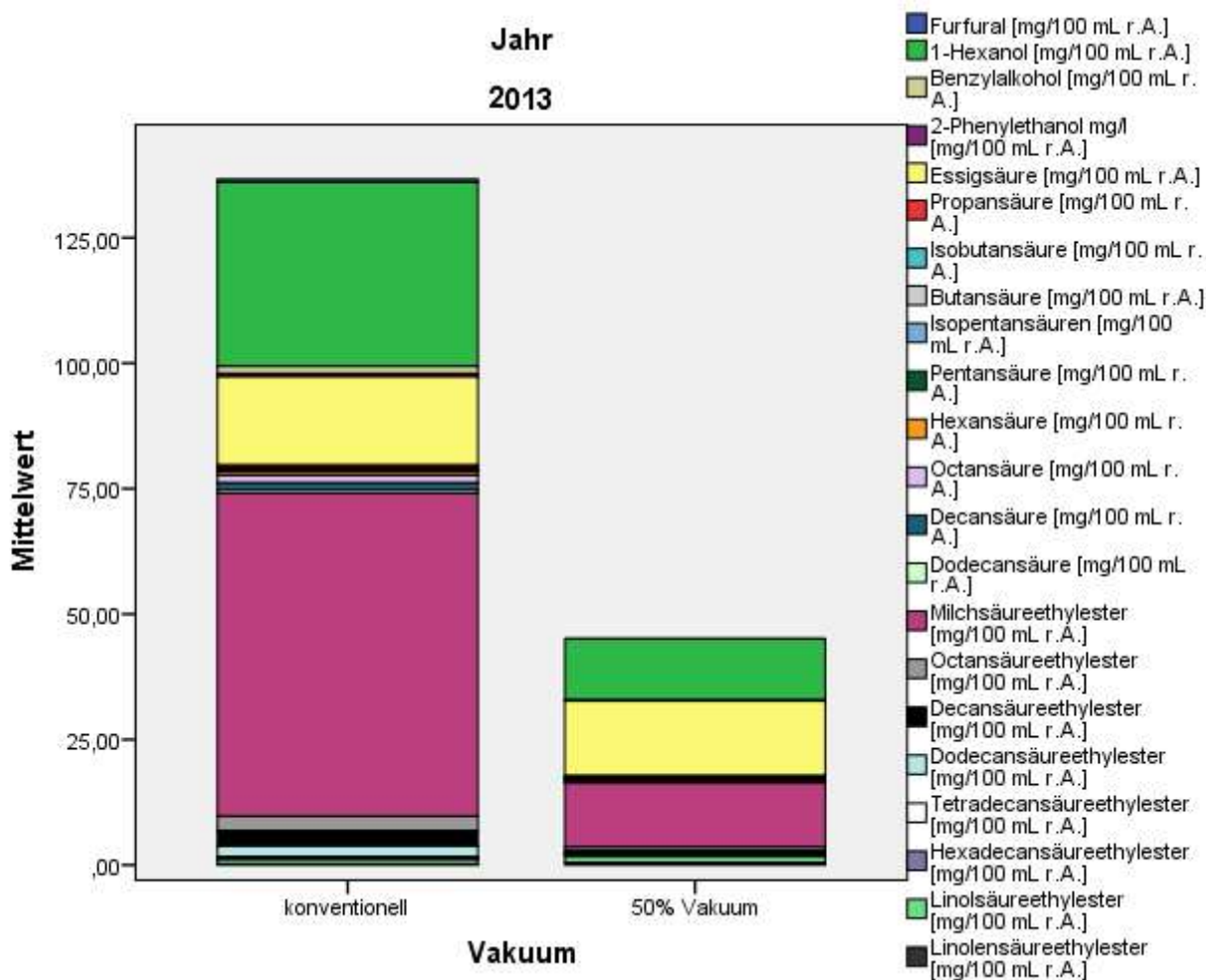


Abb. 6: Gehalte der Nachlaufkomponenten (mg/100 ml r.A.) in den Apfelbränden

BIRNE

Bei Birne gab es im Jahr 2012 (konventionell $83,4 \pm 10,9$ mg / 100 ml r.A., 50 % Vakuum $27,6 \pm 10,9$ mg / 100 ml r.A.) (durchschnittliche Abnahme von 66,0 %), 2013 (konventionell $124,3 \pm 7,0$ mg / 100 ml r.A., 50 % Vakuum $55,4 \pm 4,0$ mg / 100 ml r.A.) (durchschnittliche Abnahme von 55,4 %) und 2014 (konventionell

$60,5 \pm 4,1$ mg / 100 ml r.A., 50 % Vakuum $23,2 \pm 2,7$ mg / 100 ml r.A., 70 % Vakuum $35,6 \pm 1,1$ mg / 100 ml r.A.) (durchschnittliche Abnahme von 61,7 % bzw. 41,2 %) zwischen allen Varianten signifikante Unterschiede (Abb. 7).

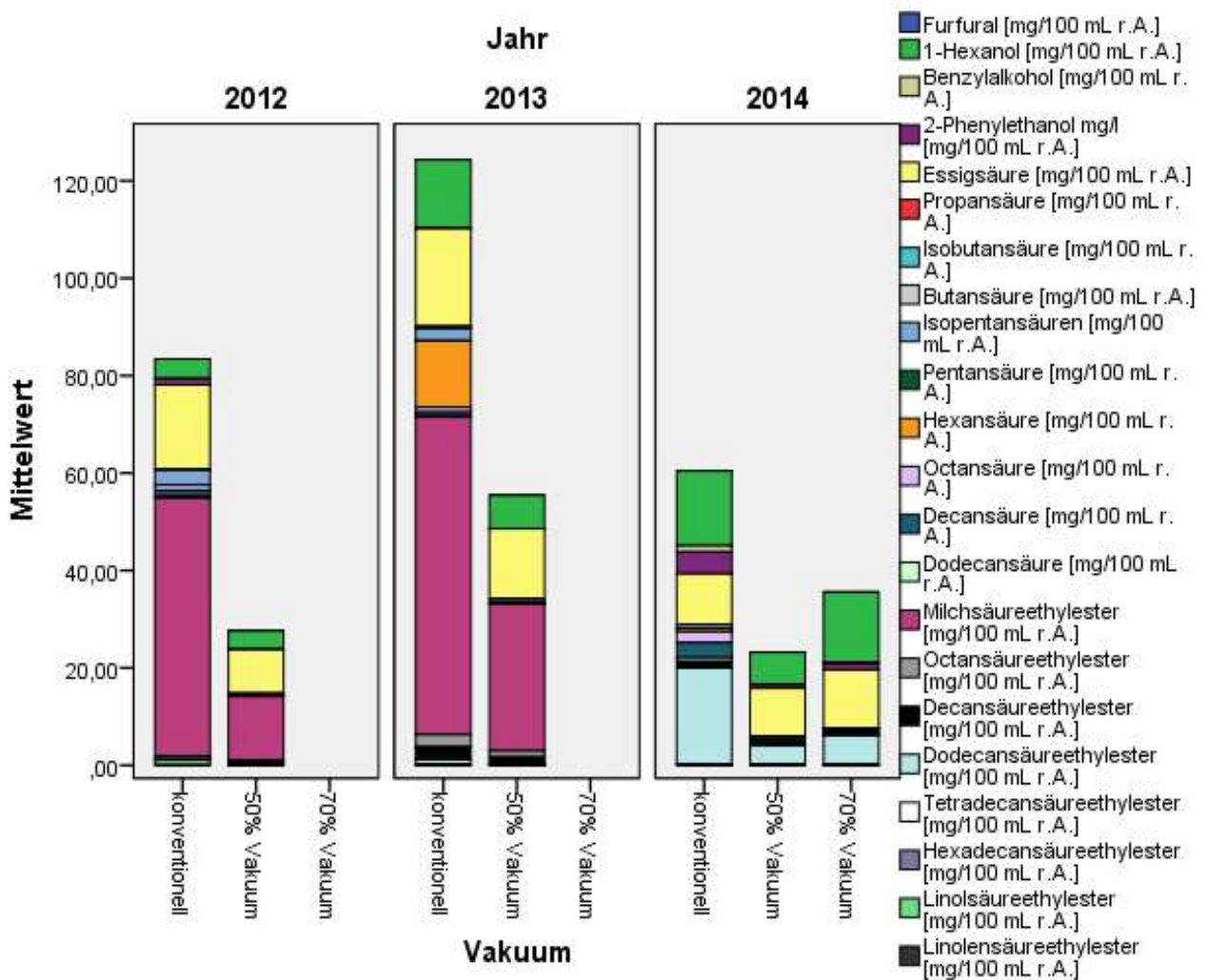


Abb. 7: Gehalte der Nachlaufkomponenten (mg/100 ml r.A.) in den Birnenbränden

BROMBEERE

Bei den Brombeerbränden im Jahr 2013 war die Menge an Nachlaufkomponenten ebenfalls eher gering. Der Unterschied zwischen den konventionellen Destillaten

und den 50 %-Vakuumdestillaten war statistisch auf Grund fehlender Varianzgleichheit nicht signifikant (Abb. 8).

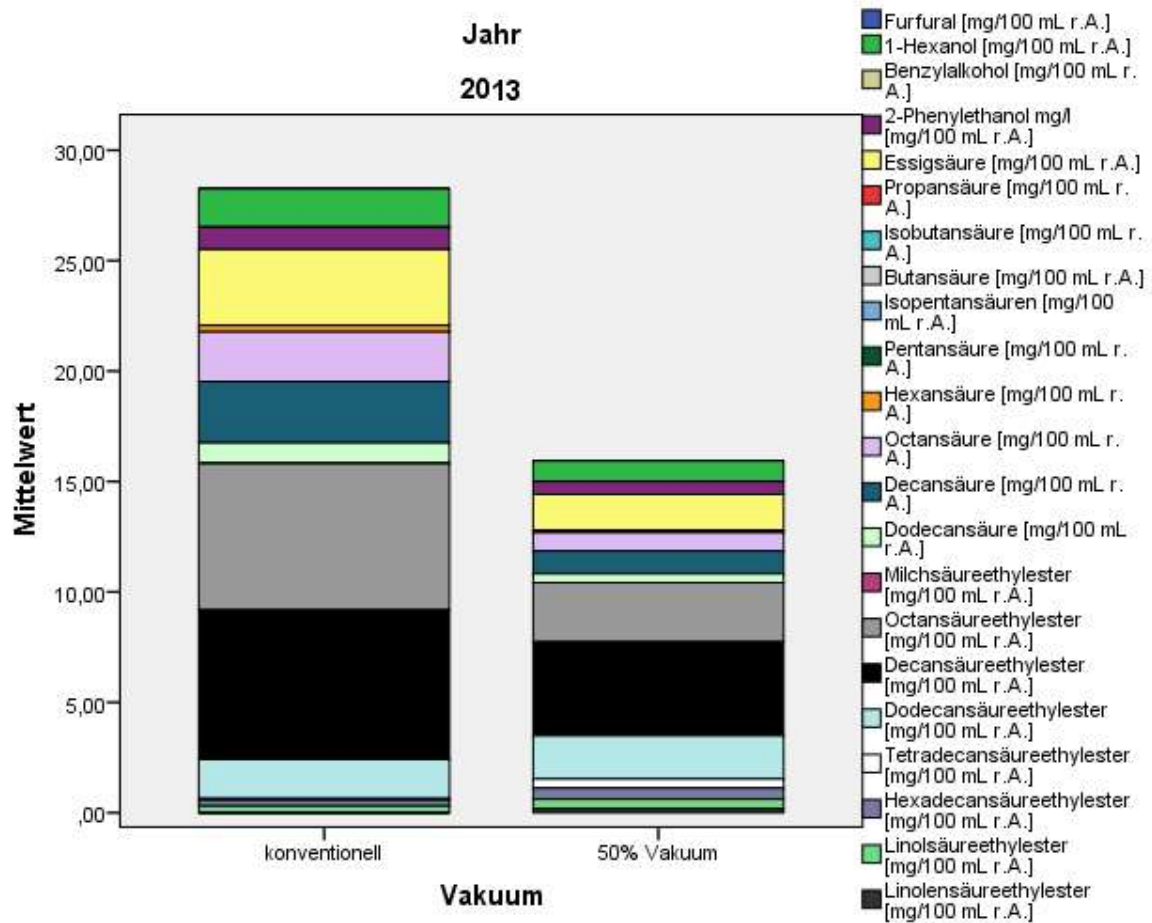


Abb. 8: Gehalte der Nachlaufkomponenten (mg/100 ml r.A.) in den Brombeerbränden

KORNELKIRSCHCHE

2012 gab es bei den Kornelkirschenbränden keinen signifikanten Unterschied zwischen den Summen der Nachlaufkomponenten. 2013 war der Gesamtgehalt in den konventionellen Bränden (55,4

± 7,4 mg/100 ml r.A.) signifikant höher als bei den 50 %-Vakuumbständen (35,1 ± 0,8 mg/100 ml r.A.) (durchschnittliche Abnahme von 36,6 %) (Abb. 9).

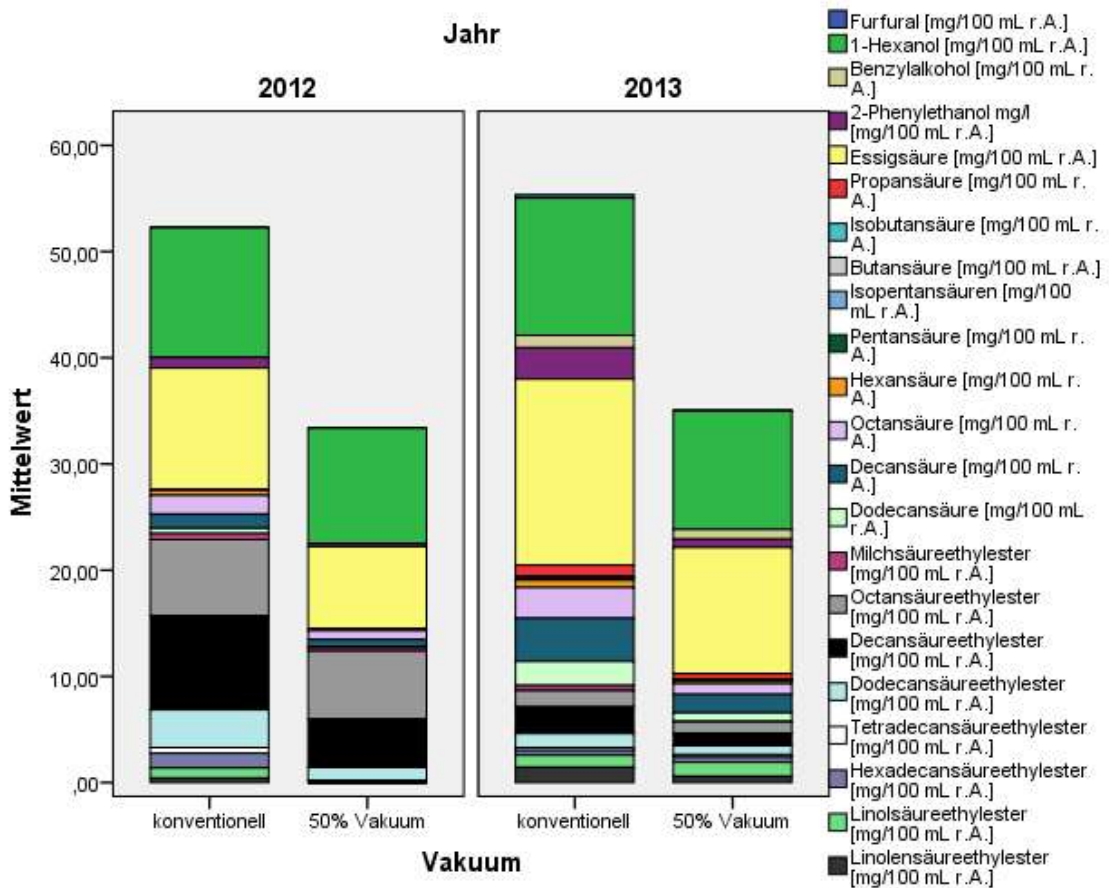


Abb. 9: Gehalte der Nachlaufkomponenten (mg/100 ml r.A.) in den Kornelkirschenbränden

MARILLE

Bei Marille war in allen Untersuchungsjahren der Gehalt an Nachlaufkomponenten in den konventionell gebrannten Varianten signifikant höher (2013: konventionell $135,4 \pm 4,8$ mg/100 ml r.A., 50 % Vakuum $72,1 \pm 14,3$ mg/100 ml r.A.; 2016: konventionell $33,1$

$\pm 6,7$ mg/100 ml r.A., 70 % Vakuum $17,2$ mg/100 ml r.A.). Das entspricht einer durchschnittlichen Abnahme von 46,8 % bzw. 48,0 % durch Vakuumdestillation (Abb. 10).

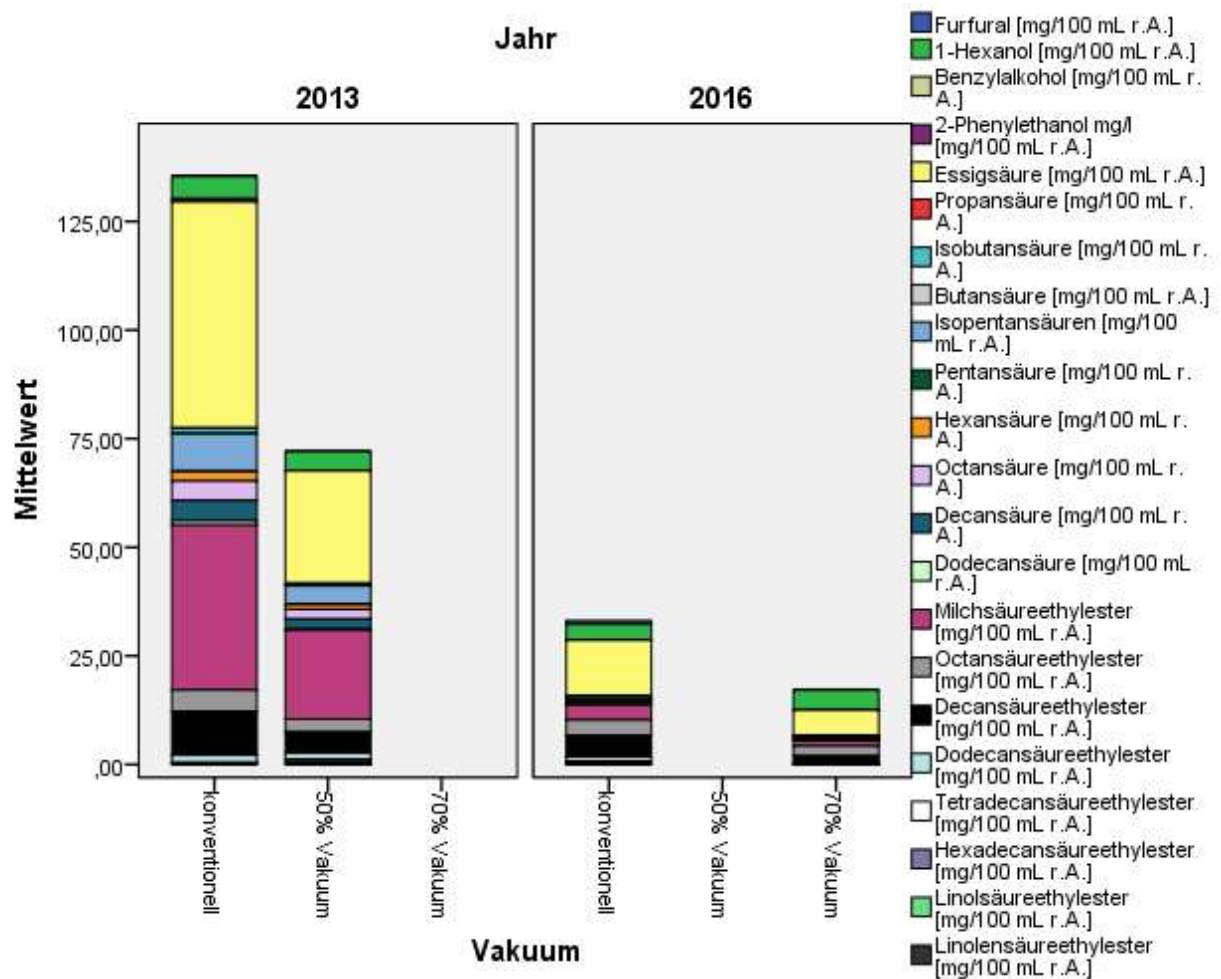


Abb. 10: Gehalte der Nachlaufkomponenten (mg/100 ml r.A.) in den Marillenbränden

PFIRSICH

In den Pfirsichbränden aus dem Jahr 2016 war die Summe an Nachlaufkomponenten grundsätzlich sehr niedrig, was von den Autoren auf eine äußerst gute Maischeführung und schnelle Verarbeitung nach dem Gärende zurückgeführt wird (BRANDES et al., 2009). Die Gehalte in den Vakuumbränden waren dabei signifikant niedri-

ger als in den konventionellen Bränden (konventionell $28,9 \pm 3,0$ mg/100 ml r.A., 50 % Vakuum $19,7 \pm 3,0$ mg/100 l r.A., 70 % Vakuum $20,5 \pm 0,6$ mg/100 ml r.A.) (durchschnittliche Abnahme von 31,8 % bzw. 29,1 %) (Abb. 11).

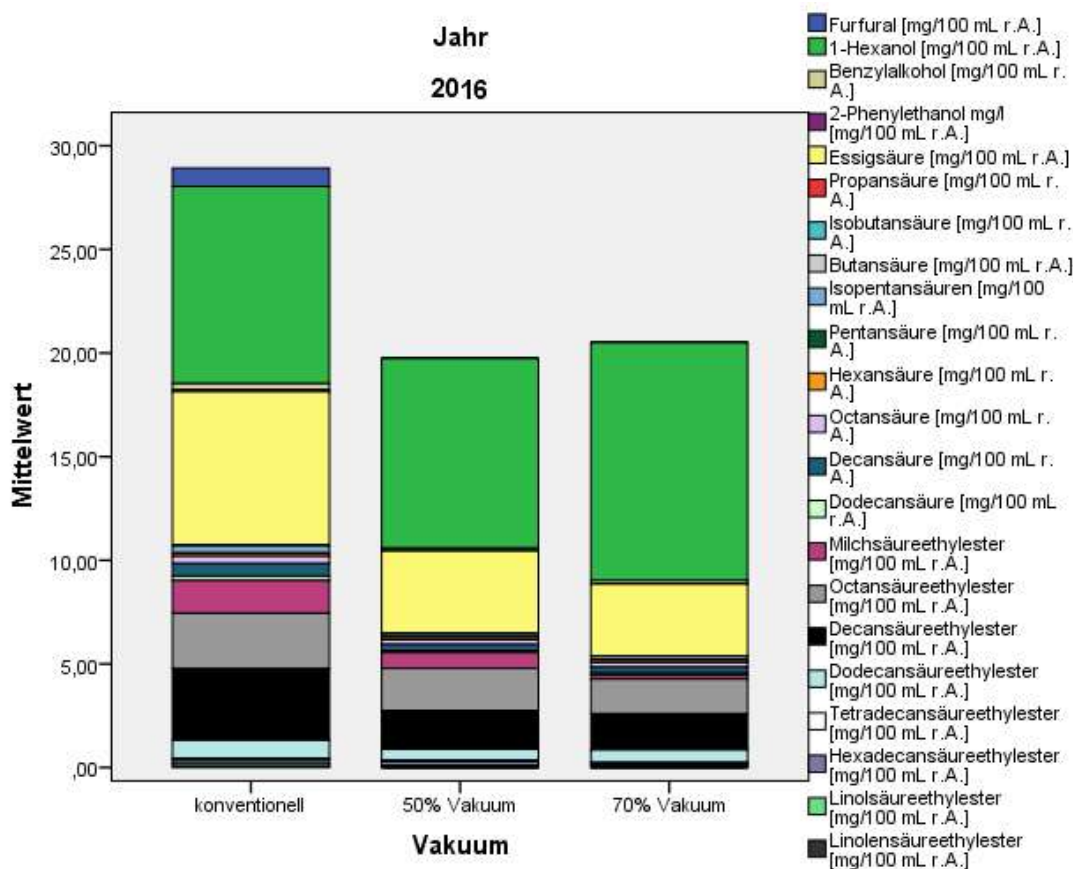


Abb. 11: Gehalte der Nachlaufkomponenten (mg/100 ml r.A.) in den Pfirsichbränden

QUITTE

Bei den Quittenbränden zeigte sich ebenfalls eine signifikante Verminderung des Gesamtgehaltes an Nachlaufkomponenten durch den Einsatz von Vakuumdestillation (2012: konventionell 192,1 ± 1,2 mg/100 ml r.A.,

50 % Vakuum 83,0 ± 3,5 mg/100 ml r.A.; 2013: konventionell 74,0 ± 9,6 mg/100 ml r.A., 50 % Vakuum 22,9 ± 6,8 mg/100 ml r.A.) (durchschnittliche Abnahme 2012: 56,8 %, 2013: 69,1 %) (Abb. 12).

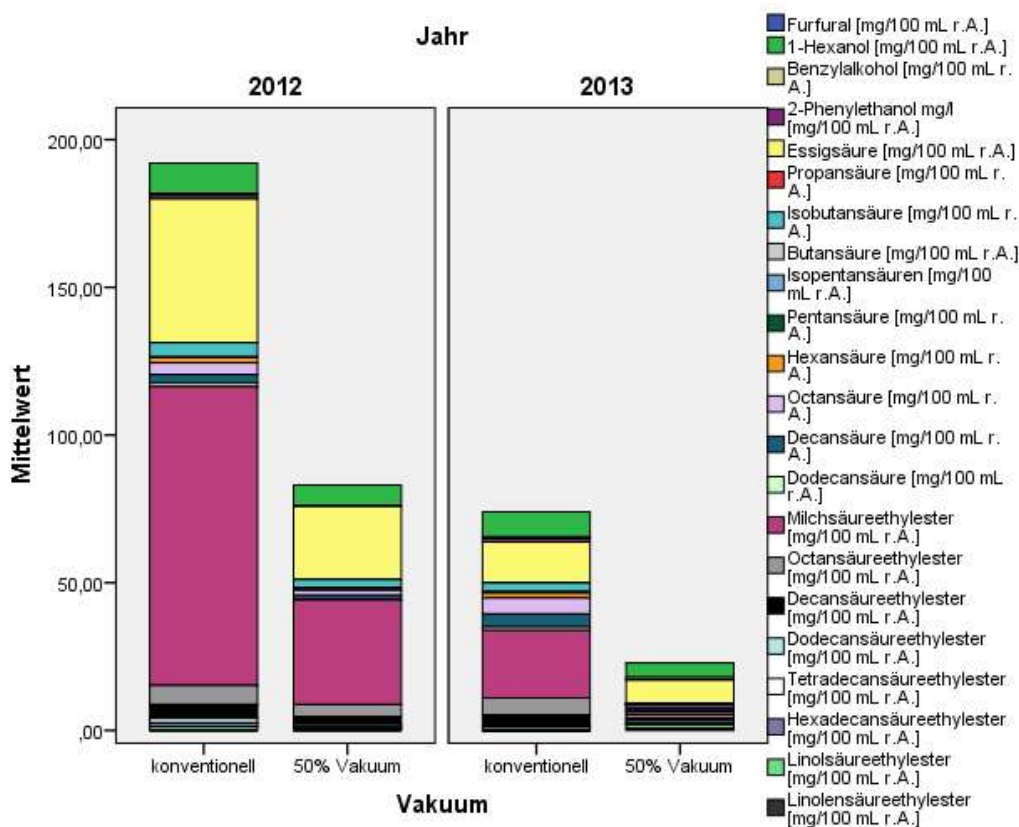


Abb. 12: Gehalte der Nachlaufkomponenten (mg/100 ml r.A.) in den Quittenbränden

ZWETSCHKE

Bei Zwetschke im Jahr 2012 war der Unterschied signifikant (konventionell $120,2 \pm 4,9$ mg / 100 ml r.A., 50 % Vakuum $59,9 \pm 11,1$ mg / 100 ml r.A.; durchschnittliche Abnahme von 50,2 %). Ebenso im Jahr 2014 war der Gehalt an Nachlaufkomponenten signifikant geringer

in der 50 % Vakuum Variante ($19,3 \pm 0,6$ mg / 100 ml r.A.) als in der konventionellen Variante ($24,7 \pm 0,3$ mg / 100 ml r.A.)(durchschnittliche Abnahme von 21,9 %). Die 70 % Vakuum Variante ($22,4 \pm 1,7$ mg / 100 ml r.A.) unterschied sich nicht signifikant von der konventionell gebrannten Variante. Im Jahr 2013 gab es keinen signifikanten Unterschied (Abb. 13).

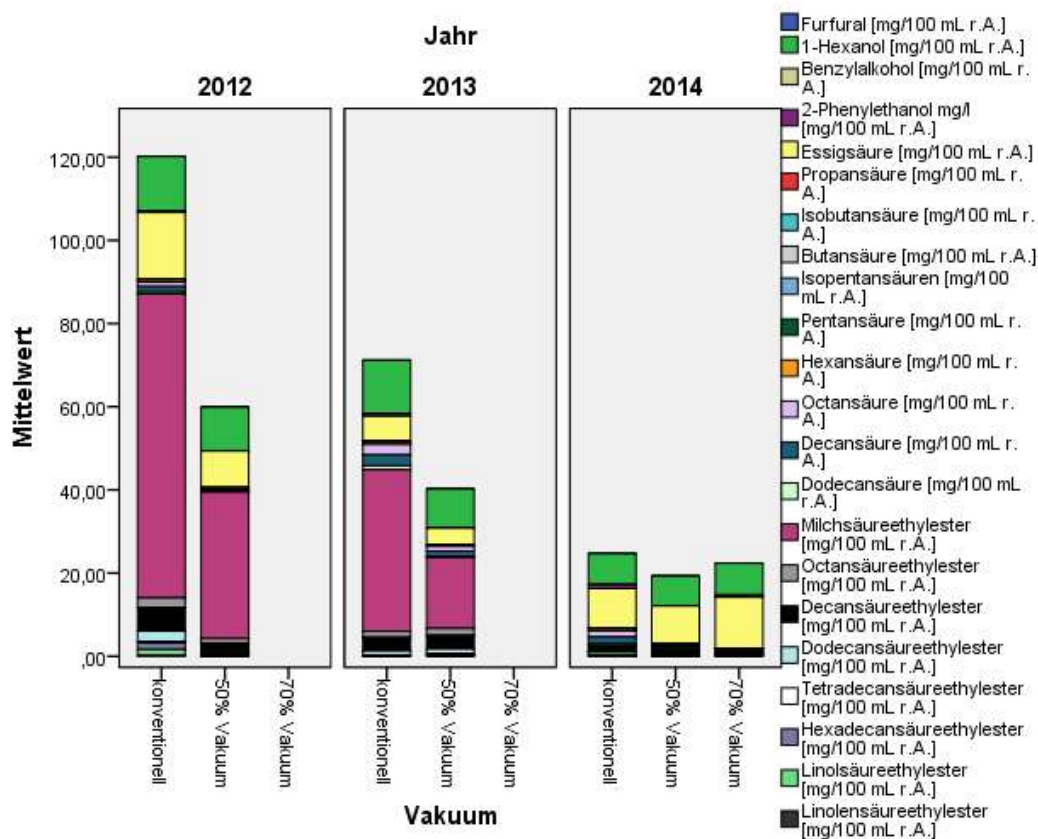


Abb. 13: Gehalte der Nachlaufkomponenten (mg/100 ml r.A.) in den Zwetschkenbränden

VERKOSTUNGEN

Im Jahr 2012 wurden keine standardisierten Verkostungen durchgeführt. Es zeichnete sich jedoch der Trend ab, dass Vakuumbrände zwar von der Intensität schwächer, dabei aber auch feiner im Aroma und milder am Gaumen wahrgenommen wurden als die konventionellen Brände

APFEL

Im Jahr 2013 wurde von den Apfelbränden in allen Kriterien die konventionelle Variante der Vakuumvariante vorgezogen, allerdings nur im Mundgefühl signifikant (Tab. 10 und 11). Im Jahr 2016 ergab die Verkostung der Apfelbrände mittels unstrukturierter Skala für die einzelnen Varianten keine signifikanten Unterschiede in den abgeprüften Kriterien Geruch, Geschmack, Sauberkeit, Typizität und Gesamturteil. Werte, die in der Tabelle über 100 liegen, sind den zwei Normierungsschritten geschuldet (WEISS, 1981)(Tab. 12).

BIRNE

Die Birnenbrände wiesen 2013 in den Kriterien Geruchsintensität und –typizität sowie in Geschmacksintensität und –typizität einen signifikanten Unterschied auf. Dabei wurde wie in den anderen Kriterien die konventionelle Variante bevorzugt (Tab.10 und 11). Bei den Williamsbränden im Jahr 2014 gab es ausschließlich in den Kriterien Geruchsintensität und –typizität signifikante Unterschiede: Die konventionellen Varianten waren hier signifikant besser als die Vakuumvarianten. Obwohl die Unterschiede nicht signifikant waren, fiel auf, dass die Vakuumvarianten tendenziell als weniger scharf bewertet wurden. In den restlichen Kriterien waren die Unterschiede kaum wahrnehmbar (Tab. 13).

BROMBEERE

Bei den Brombeerbränden im Jahr 2013 wurden die konventionellen Varianten tendenziell besser bewertet, davon in der Geruchsintensität signifikant (Tab. 10 und 11).

Tab. 10: Mittelwerte und Standardabweichungen der Verkostungsergebnisse der Brände im Jahr 2013; signifikante Unterschiede ($\alpha = 0,05$) zwischen konventionell und 50 % Vakuum sind fett gedruckt dargestellt.

Obst	Vakuum	Geruchsintensität	Geruchstypizität	Geschmacksintensität
Apfel	konventionell	62,4 ± 20,6	63,7 ± 21,5	63,6 ± 22,2
	50 % Vakuum	58,8 ± 18,0	58,4 ± 18,1	60,6 ± 16,6
Birne	konventionell	71,9 ± 14,4	75,6 ± 11,0	74,0 ± 14,9
	50 % Vakuum	49,1 ± 16,8	50,2 ± 18,1	58,8 ± 18,1
Brombeere	konventionell	76,4 ± 11,2	76,8 ± 16,3	73,2 ± 13,5
	50 % Vakuum	64,1 ± 18,1	69,4 ± 14,6	72,3 ± 17,8
Kornelkirsche	konventionell	74,1 ± 13,2	64,8 ± 10,3	66,2 ± 13,7
	50 % Vakuum	76,1 ± 12,5	75,3 ± 10,1	67,8 ± 9,3
Marille	konventionell	72,5 ± 18,1	71,2 ± 17,6	72,1 ± 13,0
	50 % Vakuum	60,1 ± 21,0	63,1 ± 17,3	66,0 ± 17,8
Quitte	konventionell	66,0 ± 14,7	66,1 ± 16,4	68,4 ± 13,8
	50 % Vakuum	56,3 ± 20,9	55,9 ± 18,9	55,7 ± 18,2
Zwetschke	konventionell	69,3 ± 11,4	66,4 ± 12,4	62,8 ± 12,9
	50 % Vakuum	62,2 ± 10,9	61,1 ± 14,6	59,2 ± 16,8

Tab. 11: Mittelwerte und Standardabweichungen der Verkostungsergebnisse der Brände im Jahr 2013; signifikante Unterschiede ($\alpha = 0,05$) zwischen konventionell und 50 % Vakuum sind fett gedruckt dargestellt.

Obst	Vakuum	Geschmackstypizität	Mundgefühl	Gesamturteil
Apfel	konventionell	69,0 ± 17,3	66,5 ± 21,8	63,8 ± 17,5
	50 % Vakuum	63,5 ± 17,2	53,6 ± 22,1	54,8 ± 17,5
Birne	konventionell	79,4 ± 9,4	62,7 ± 16,8	67,3 ± 18,2
	50 % Vakuum	63,8 ± 13,8	64,7 ± 17,4	56,6 ± 14,1
Brombeere	konventionell	72,7 ± 9,9	62,7 ± 22,4	69,8 ± 13,9
	50 % Vakuum	73,1 ± 15,3	63,4 ± 20,5	64,8 ± 18,3
Kornelkirsche	konventionell	60,4 ± 11,2	61,2 ± 19,9	57,3 ± 12,1
	50 % Vakuum	67,6 ± 8,3	66,8 ± 13,4	63,7 ± 8,1
Marille	konventionell	74,1 ± 13,4	66,6 ± 18,1	68,3 ± 10,9
	50 % Vakuum	65,4 ± 13,6	62,7 ± 19,4	60,0 ± 14,0
Quitte	konventionell	69,8 ± 11,6	57,3 ± 17,7	60,3 ± 14,7
	50 % Vakuum	57,0 ± 16,3	66,1 ± 14,5	51,0 ± 16,7
Zwetschke	konventionell	61,2 ± 13,2	53,1 ± 19,0	58,3 ± 12,0
	50 % Vakuum	58,6 ± 17,0	56,4 ± 22,4	57,7 ± 18,0

Tab. 12: Verkostungsergebnisse der Apfelbrände aus dem Jahr 2016

	Variante	Mittelwerte	Differenzen	LSD-Wert
Geruch	70 % Vakuum Gls	79,5		8,3
	70 % Vakuum	84,0	4,5	
	konventionell Gls	86,4	2,4	
	konventionell	89,0	2,6	
Geschmack	konventionell Gls	69,9		7,9
	70 % Vakuum Gls	73,1	3,2	
	konventionell	78,2	5,1	
	70 % Vakuum	79,4	1,2	
Sauberkeit	70 % Vakuum Gls	127,7		5,0
	konventionell Gls	127,9	0,2	
	konventionell	131,1	3,2	
	70 % Vakuum	133,4	2,3	
Typizität	70 % Vakuum Gls	75,1		8,3
	konventionell Gls	78,8	3,7	
	70 % Vakuum	79,6	0,8	
	konventionell	83,5	3,8	
Gesamturteil	konventionell Gls	75,3		8,1
	70 % Vakuum Gls	77,5	2,2	
	70 % Vakuum	82,0	4,5	
	konventionell	84,1	2,2	

Tab. 13: Verkostungsergebnisse der Williamsbrände aus dem Jahr 2014; signifikante Unterschiede ($\alpha = 0,05$) sind fett gedruckt dargestellt.

	Variante	Mittelwerte	Differenzen	LSD-Wert
Geruchsintensität	70 % Vakuum	78,8		3,8
	50 % Vakuum	81,9	3,1	
	Konventionell	88,9	7,0	
Geruchstypizität	70 % Vakuum	70,4		5,4
	50 % Vakuum	72,6	2,2	
	Konventionell	80,9	8,3	
Geschmacksintensität	50 % Vakuum	76,6		5,1
	70 % Vakuum	77,4	0,8	
	Konventionell	78,6	1,2	
Geschmackstypizität	50 % Vakuum	74,8		4,6
	70 % Vakuum	77,0	2,2	
	Konventionell	78,8	1,8	
Mundgefühl (leer-voll)	50 % Vakuum	61,0		5,1
	70 % Vakuum	63,9	2,9	
	Konventionell	65,1	1,2	
Schärfe (scharf-nicht scharf)	Konventionell	65,2		8,1
	70 % Vakuum	71,6	6,4	
	50 % Vakuum	71,7	0,1	
Gesamturteil	Konventionell	69,8		7,2
	50 % Vakuum	70,0	0,2	
	70 % Vakuum	73,1	3,1	

KORNELKIRSCHEN

Die Kornelkirschenbrände waren im Jahr 2013 die einzigen Brände, bei denen die 50 %-Vakuumbstände besser abschnitten als die konventionellen Varianten. In den Kriterien Geruchstypizität und Geschmackstypizität waren die Unterschiede signifikant (Tab. 10 und 11).

MARILLE

Die Marillenbrände wurden im Jahr 2013 in der konventionellen Ausführung tendenziell besser bewertet als die unter Vakuum gebrannten Varianten, allerdings in keinem Kriterium signifikant (Tab. 10 und 11). Im Jahr 2016 wurde der konventionelle Marillenbrand in der Expertenverkostung als rustikal, fruchtig, typisch,

aber auch etwas breit, einfach, wenig feingliedrig, etwas scharf mit leichtem Joghurtton beschrieben. Im Vergleich wurde der 70 %-Vakuumbstand als typisch, intensiv, fein, zart, weich, rund, mild, sehr klar und angenehm beschrieben. Manche Koster empfanden den Brand als „gut, aber zu wenig Marille“.

Im Dreieckstest wurde ein signifikanter Unterschied (15 von 18 Kosturteilen) zwischen der konventionell und der unter 70 % Vakuum gebrannten Variante erkannt. Im erweiterten Dreieckstest wurde die Variante „70 % Vakuum“ signifikant bevorzugt (12 von 15 Mal) (Tab. 14).

Tab. 14: Verkostungsergebnisse Dreieckstest und erweiterter Dreieckstest für Pfirsich und Marille aus dem Jahr 2016; signifikante Unterschiede ($\alpha = 0,05$) sind fett gedruckt dargestellt.

Obstart	Vakuum Probe 1/ Probe 2	Dreieckstest		Erweiterter Dreieckstest		
		Kosturteile gesamt	richtig	Probe 1 bevorzugt	Probe 2 bevorzugt	Bessere Probe
Pfirsich	50 %/ 70 %	21	11			
	Konv./ 70 %	21	16	12	2	Konv.
	Konv./ 50 %	21	15	8	5	
Marille	Konv./ 70 %	18	15	3	12	70 % Vak.

PFIRSICH

Im Jahr 2016 wurde der konventionelle Pfirsichbrand in der Expertenverkostung als sehr schönes Destillat mit typischer, reifer Pfirsicharomatik, die vor allem in der Nase sehr gut zur Geltung kommt, beschrieben. Am Gaumen war eine leichte Schärfe zu erkennen. Der 50 %-Vakuumbstand war zwar „klarer im Ausdruck“ als die konventionelle Variante, elegant, feingliedrig, rund und weich, aber auch weniger intensiv und schlanker als der konventionelle Brand. Auch die 70 % Vakuum Variante wurde als elegantes, mildes und feines Produkt mit zarter Fruchtaromatik beschrieben, allerdings war die Intensität auch hier nicht sehr stark. Im Dreieckstest konnte zwischen der konventionellen und der 50 %-Vakuumbstand Variante (15 von 21 Urteilen), sowie der 70 %-Vakuumbstand Variante (16 von 21 Urteilen) ein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Zwischen 50 und 70 % Vakuum war kein Unterschied. Im erwei-

terten Dreieckstest wurde die konventionelle Variante der 70 % Vakuum Variante signifikant vorgezogen (12-Mal). Beim Vergleich von konventionell und 50 % Vakuum gab es keine signifikante Bevorzugung (Tab.14).

QUITTE

Auch bei den Quittenbränden im Jahr 2013 wurde die konventionelle Variante besser beurteilt, davon in den Kriterien Geruchstypizität, Geschmacksintensität und -typizität sowie im Gesamturteil signifikant (Tab. 10 und 11).

ZWETSCHKE

Die Versuchsbrände aus Zwetschken unterschieden sich im Jahr 2013 nur in der Geruchsintensität signifikant, zeigten aber ebenfalls Tendenzen zur besseren Beurteilung der konventionellen Variante (Tab. 10 und

11). Bei den Zwetschkenbränden im Jahr 2014 gab es keine signifikanten Unterschiede bei der Verkostung. In Geschmackstypizität, Mundgefühl, Schärfe

und Gesamturteil wurde jedoch tendenziell die konventionelle Variante am besten bewertet (Tab. 15).

Tab. 15: Verkostungsergebnisse der Zwetschkenbrände aus dem Jahr 2014

	Variante	Mittelwerte	Differenzen	LSD-Wert
Geruchsintensität	50 % Vakuum	122,5		8,6
	Konventionell	128,7	6,2	
	70 % Vakuum	130,3	1,6	
Geruchstypizität	50 % Vakuum	91,3		9,2
	Konventionell	97,1	5,8	
	70 % Vakuum	99,8	2,7	
Geschmacksintensität	70 % Vakuum	204,6		7,2
	Konventionell	211,7	7,1	
	50 % Vakuum	217,2	5,5	
Geschmackstypizität	70 % Vakuum	69,9		7,9
	50 % Vakuum	74,4	4,5	
	Konventionell	81,7	7,3	
Mundgefühl (leer-voll)	70 % Vakuum	91,4		6,1
	50 % Vakuum	94,5	3,1	
	Konventionell	97,5	3,0	
Schärfe (scharf-nicht scharf)	70 % Vakuum	75,5		8,7
	50 % Vakuum	79,6	4,1	
	Konventionell	84,4	4,8	
Gesamturteil	70 % Vakuum	76,5		9,9
	50 % Vakuum	82,3	5,8	
	Konventionell	90,0	7,7	

FAZIT

Die Ergebnisse deuten zwar darauf hin, dass durch Vakuumdestillation die Ausbeute möglicherweise erhöht werden kann. Auf Grund der großen Schwankungsbreite und einer nicht immer gleichen Verstärkung sind diese Ergebnisse jedoch zu hinterfragen und sollten in weiteren Versuchen überprüft werden. Die Tatsache, dass in Vakuumbränden geringere Mengen an Nachlaufkomponenten (-45,3 %) gefunden werden, könnte auch eine Ursache für die Ausbeutesteigerung sein: Durch die Verringerung des Druckes destillieren die Nachlaufkomponenten erst später über, wodurch es zu einer Vergrößerung der Ausbeute kommen könnte. Da ein Teil dieser Nachlaufkomponenten, nämlich die Ethylester der höheren Fettsäuren, auch für die Trübung im

Destillat hauptverantwortlich sind, ist in Vakuumbränden eine geringere Trübungsneigung zu beobachten. Die im Codexkapitel B 23 angegebenen Richt- und Grenzwerte können auch für die Vakuumdestillation angewendet werden. Abgesehen von den Quittenbränden, die die Grenzwerte für Methanol überschritten, lagen alle Brände innerhalb des gesetzlichen Normbereiches. Es sind also keine Anpassungen des Lebensmittelcodex notwendig. Trotzdem fiel auf, dass der Gehalt an Methanol durch die Vakuumdestillation durchschnittlich um 6,3 % höher lag. Um die Methanolgehalte in Quittenbränden unter dem Grenzwert zu halten, ist hier noch mehr als sonst auf eine schnelle Destillation nach vollständiger Vergärung der Maische zu achten. Im Gegensatz zu Methanol scheint die Va-

kuumdestillation auf die Gehalte an Ethylacetat (-39,6 %), höheren Alkoholen (-10,2 %) und Fuselalkoholen (-9,0 %) einen verringernden Einfluss zu haben. Die obstspezifischen Aromastoffe scheinen durch Vakuumdestillation großteils reduziert zu werden, einzig der Gehalt an Linalool wurde 2016 in den Marillen- und Pfirsichbränden durch Vakuumdestillation signifikant mehr. Dieser Umstand ist auch sensorisch wahrnehmbar: konventionell gebrannte Destillate erscheinen meist wuchtiger als Vakuumbrände, allerdings auch plumper und schärfer. Die Vakuumbrände werden als milder und feiner wahrgenommen, jedoch auch manchmal als zu neutral. Einen Einfluss haben dabei vermutlich auch die geringeren Mengen an weiteren hier zum Teil nicht bestimmten Aromastoffen (Nachlaufkomponenten): Einige dieser Komponenten tragen wesentlich zum sensorischen Gesamteindruck bei. Bei Marille und

Kornelkirsche scheint sich die Vakuumdestillation positiv auszuwirken – die unter Vakuum gebrannten Destillate wurden signifikant besser bewertet. Bei den anderen Varianten wurde entweder konventionell bevorzugt, oder die Ergebnisse waren nicht signifikant unterschiedlich. Die Bewertung durch die Koster scheint stark von der subjektiven Erwartungshaltung abzuhängen, ob die Intensität der konventionellen Variante oder der frische und feinaromatische Vakuum-Typ bevorzugt wird. Es besteht die Möglichkeit, dass durch die Kombination von Vakuumdestillation und geringerer Verstärkung (durch wärmere Dephlegmatortemperaturen), wodurch die Reduzierung der Nachlaufkomponenten im Mittellauf vermindert werden soll, ein besseres sensorisches Ergebnis erzielt werden kann. Dies ist Gegenstand derzeitiger Untersuchungen.

LITERATUR

ADAM, L., MEINL, J., CHRISTOPH, N. UND VERSINI, G. 1995: Beitrag zur Beurteilung von Williamsbränden und Zwetschgenwässern. Kleinbrennerei 47(9): 188-199.

BATTAGLIA, R. 1986: Analytik und Beurteilung von Williamsbirnenbranntweinen mit Hilfe chemometrischer Methoden. Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene 77: 14-23.

BRANDES, W., BAUMANN, R. UND EDER, R. 2009: Einfluss von Gärungsbedingungen auf den Gehalt an freien Fettsäuren in Obstmaischen. Mitteilungen Klosterneuburg 59: 47-57.

BRANDES, W., KARNER, M. UND EDER, R. 2007: Wichtige Aromastoffe in Obstdestillaten und deren Einfluss auf die sensorische Bewertung. Mitteilungen Klosterneuburg 57: 63-82.

BRANDES, W., NAUER, S. UND EDER, R. 2011: Veränderungen in der Destillatzusammensetzung von Obstbränden bei Destillation unter vermindertem Druck. Mitteilungen Klosterneuburg 61: 46-56.

GÖSSINGER, M., KRAPPENBAUER, G., SÄMANN, H., HICK, S., KARNER, M. 2006: Einfluss verschiedener Parameter während der Einmischung und Gärung auf die Methanolgehalte in Obstmaischen. Mitteilungen Klosterneuburg 56: 46-53.

GÖSSINGER, M., EITNER, C. UND VOGL, K. 2012: Einfluss verschiedener Prozessparameter auf wichtige Kenngrößen bei der Gegenstromdestillation von Apfelmaische. Mitteilungen Klosterneuburg 62: 45-55.

GUAN, S. UND PIEPER, H.J. 1998: Untersuchungen über charakteristische Inhaltsstoffe in Destillaten aus Obstmaischen, die als Leitsubstanzen zur sicheren Erkennung von Nachläufen geeignet sind. Deutsche Lebensmittel-Rundschau 94 (11): 365-374.

KOLB, E., FAUTH, R., FRANK, W., SIMSON, I. UND STRÖHMER, G. 2002: Spirituosentechnologie. 6. Aufl. – Hamburg: Behr's Verlag, 2002

OIV – Compendium of International Methods of Analysis 2016: Alcoholic strength by volume, Method OIV-MA-AS312-01A. Resolution Oeno 566.

OIV – Compendium of International Methods of Analysis 2009: Reducing substances, Method OIV-MA-AS311-01A. Resolution Oeno 377.

PIEPER, H.J. UND RAU, T. 1987: Neuer Vorlaufabtrennungs-Test für die Praxis der Obstbrennerei. Alkohol-Industrie 100 (3): 53-56.

POSTEL, W. 1984: Volatile components of fruit brandies. In: Nykänen, L. and Lehtonen, P. (Eds.): Flavour research of alcoholic beverages: Instrumental and sensory analysis: Proceedings of the Alko Symposium on Flavour Research of alcoholic beverages, Helsinki, Finland, S. 175-187

SAVIC, S. 2017: Titrimetrische Gesamtsterbestimmung in Spirituosen – Methodenetablierung für die amtliche Lebensmitteluntersuchung. Wien, Österreich, Universität für Bodenkultur Wien, Bachelorarbeit

SCHOLTEN, G. 2002: Inhaltsstoffe von Obstbränden. Destillata-Magazin (3): 26-28.

SENN, T. 1998: Klar und voller Geschmack. Der Einfluss der Filtration auf das Aroma von Spirituosen. Getränkeindustrie 98(4): 220-226.

SCHWARZ, C. 1992: Der Einfluss verschiedener Filtrationssysteme auf die flüchtigen Inhaltsstoffe in Spirituosen. Dissertation TU München.

SUOMALAINEN, H. UND NYKÄNEN, L. 1966: The aroma components produced by yeast in nitrogen-free sugar solution. Journal of the Institute of Brewing 72 (5): 469-474.

WEISS, J. 1981: Rating scales in the sensory analysis of food-stuffs. Acta Alimentaria 10: 395-405.

WILLNER, B., GRANVOGL, M. UND SCHIEBERLE, P. 2013: Characterization of the Key Aroma Compounds in Bartlett Pear Brandies by Means of the Sensomics Concept. Journal of Agricultural and Food Chemistry 61: 9583-9593.

WINTEROVÁ, R., MIKULÍKOVÁ, R., MAZÁČ, J. AND HAVELEC, P. 2008: Assessment of the Authenticity of Fruit Spirits by Gas Chromatography and Stable Isotope Ratio Analyses. Czech Journal of Food Sciences 26 (5): 368-375.

WÜSTENFELD, H. UND LUCKOW, C. 1929: Versuche über Vakuumdestillation im Großbetrieb. Korrespondenz der Abt. Trinkbranntwein- und Likörfabrikat 19: 41-44.

ZIERER, B., SCHIEBERLE, P. UND GRANVOGL, M. 2016: Aroma-Active Compounds in Bartlett Pears and Their Changes during the Manufacturing Process of Bartlett Pear Brandy. Journal of Agricultural and Food Chemistry 64: 9515-9522.

Eingelangt am 18. Dezember 2019