

## Untersuchungen zum Verlauf der Leitfähigkeit während der Destillation in Abhängigkeit von Obstart, Größe der Destillationsanlage, Dephlegmatortemperatur und Destillationsverfahren

Manfred Gössinger<sup>1</sup>, Andreas Schneider<sup>1</sup>, Victoria Fischer<sup>1</sup>, Andreas Liebming<sup>2</sup> und Cordula Klaffner<sup>1</sup>

<sup>1</sup> HBLA und BA für Wein- und Obstbau Klosterneuburg, Abteilung Obstverarbeitung  
A-3400 Klosterneuburg, Wiener Straße 74

<sup>2</sup> Edelbrände Liebming

A-2130 Paasdorf, Schwemmzeile 4

E-Mail: manfred.goessinger@weinobst.at

Diese Arbeit beschreibt den Einfluss von Brennereianlage (50 l vs. 150 l), Dephlegmatortemperatur (62 °C, 65 °C, 72 °C) sowie Destillationsverfahren (Gleichstrom- vs. Gegenstromdestillation) auf ausgewählte Zielgrößen und den Verlauf der Leitfähigkeit (LF) während der Destillation unterschiedlicher Obstarten. Die Ergebnisse bestätigen die Wichtigkeit einer langsamen Aufheizphase für einen adäquaten LF-Verlauf. Es wird eine Aufheizphase von mindestens 50 Minuten empfohlen. Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass in Abhängigkeit der Obstart der LF-Verlauf in einigen Fällen signifikant unterschiedlich ist. Die alleinige Fokussierung auf gewisse Temperaturen und den Verlauf des Alkoholgehaltes reicht für einen reproduzierbaren Destillationsprozess auf Grund der unterschiedlichen Eigenschaften von Maischen (Zusammensetzung flüchtiger Substanzen) nicht aus. Die unterschiedliche Aufheizzeit von Obstarten führt trotz gleicher Einstellungen am Brenngerät bedingt durch unterschiedliche Anfangstemperaturen, Unregelmäßigkeiten beim Heizsystem sowie unterschiedliche Festigkeit (Wassergehalt) zu unterschiedlichen LF-Werten im Mittellauf. Vor allem bei Obstarten mit hohen Carbonsäuregehalten ist bei schnelleren Aufheizphasen (höhere LF-Werte im Mittellauf) die Einstellung der richtigen Dephlegmatortemperatur (Verstärkung) zur Erreichung des gewünschten LF-Verlaufes notwendig. Die zusätzliche kontinuierliche Messung der LF wird als wichtiges Steuerungselement bei der Obstbrennerei empfohlen.

**Schlagwörter:** Obstarten, Obstbrände, Leitfähigkeit, Destillation, Brenngerät

**Study on the conductivity profile during the distillation process depending on fruit species, still size, dephlegmator temperature and distillation method.** This study describes the impact of still size (50 l vs. 150 l), dephlegmator temperature (62 °C, 65 °C, 72 °C) as well as distillation method (current vs. countercurrent distillation) on special parameters and the conductivity profile (LF) during the distillation process of different fruits. The results confirm the necessity of a long heating-up stage in order to achieve an adequate conductivity profile. A heating-up stage of at least 50 minutes is recommended. Moreover a significantly different conductivity profile was detected for different fruits. The single focus on some temperatures and alcohol profiles is not sufficient in order to distil reproducibly due to the different properties of mashes (congeners). The differences in the heating-up stage of different fruits lead to different conductivity profiles in the heart fractions despite the same still parameters due to different temperatures of the mashes at the start, irregular heating systems and different mash consistency (water content). Particularly during distillation of fruits with a high content of carbonic acids with a short heating-up stage (where there are higher conductivity values in the hearts) the determination of the proper dephlegmator temperature (fortification) is very important to achieve the best conductivity profile. The continuous measurement of the conductivity, in addition to the common systems is recommended as a very important regulation tool for fruit distillation.

**Keywords:** fruit species, fruit spirits, conductivity, distillation, still

Untersuchungen der letzten Jahre haben gezeigt, dass das Wissen über den Verlauf der Leitfähigkeit (LF) während der Destillation nicht nur zur Bestimmung des Nachlaufabtrennzeitpunktes, sondern auch zur Qualitätsverbesserung der Destillate dienen kann (Liebminger et al., 2020; Liebminger et al., 2021a; Liebminger et al., 2021b). Der Verlauf der LF ist unter anderem auch von Destillationsparametern wie z. B. Aufheizgeschwindigkeit, Dephlegmatortemperatur, Böden und Destillationsgeschwindigkeit abhängig (Gössinger et al., 2021). Durch gezielte Variation dieser Parameter kann der Verlauf der LF signifikant verändert werden. Diese Ergebnisse wurden mittels Destillation von jeweils einer Maische gewonnen. Die Erfahrungen der Autoren zeigen aber, dass der Verlauf der LF eventuell auch von der Obstart beeinflusst wird. Der typische Verlauf der LF während der Destillation von Obst (Peak zu Beginn, stabile Phase auf niedrigem Niveau während des Mittellaufs, Anstieg der LF im Nachlauf) wird in einigen Fällen nicht erreicht. Diese Untersuchungen haben das Ziel, den Verlauf der LF in Abhängigkeit von der Obstart mit unterschiedlichen Brennereianlagen, Dephlegmatortemperaturen und Destillationsverfahren

(Gleichstrom vs. Gegenstrom) näher zu erfassen und damit Grundlagenwissen für die Weiterentwicklung der Destillationstechnik mittels LF-Werten zu erlangen.

## Material und Methoden

### Rohmaterial

Für die Versuche wurde Obst der Ernte 2021 (Apfel, Birne ('Williams Christ'), Quitte, Kirsche, Pfirsich, Marille, Mirabelle, Zwetschke, Kornelkirsche, Brombeere, Holunder, Mispel) (Tab. 1) vom Versuchsgut Haschhof der HBLA und BA für Wein- und Obstbau Klosterneuburg verwendet und nach guter Herstellungspraxis zu Maischen verarbeitet (Graf et al., 2020). Der Einmischprozess erfolgte meist in mehreren kleineren Chargen. Die einzelnen Chargen wurden vor der Destillation vereint und gemischt, sodass von einer Grundgesamtheit für jede Obstart (außer Quitte) ausgegangen werden kann. Bei Quitte wurde die Charge Quitte 2 (500 l) separat von Quitte 1 verarbeitet.

Tab. 1: Überblick über die verwendeten Obstarten sowie Alkohol- und Essigsäuregehalte der Maischen und Raubrände

Obstart	%vol.		Essigsäure (g/l)		Raubrand Menge (l)
	Maische	Raubrand	Maische	Raubrand	
Apfel	6	26	0,4	4,6	38
Birne	5,5		2,5		
Quitte 1	4,4		0,9		35
Quitte 2		19,2			29
Kirsche	6,3		0,8		
Pfirsich 1	4,6		1,8		
Pfirsich 2	3,8		2,8		
Pfirsich 3	3,8		1		
Pfirsich 4	4,6		1,4		
Pfirsich 5	3,2		3,7		
Marille	5,4	26,5			35
Mirabelle	7,4		0,7		
Zwetschke	5,8	28	0,4		50
Kornelkirsche	5,4		0,5		
Holunder	2,6		1,5		
Brombeere	3,5		0,2		
Mispel	3,2		1		

## Destillation

Die Destillation der Maischen (jeweils 50 l bzw. 100 l pro Brand) erfolgte nach einer Maischestandzeit von 4 bis 16 Wochen mittels einer 50 l- bzw. 150 l-Brennereianlage mit Verstärkerkolonne mit drei Patentböden (Siebböden) und einem Kastendephlegmator sowie einer Brennereisteuerung (alle: CARL, Eislingen, Deutschland) (Tab. 2). Es wurden die in der Abteilung Obstverarbeitung an der HBLA und BA für Wein- und Obstbau Klosterneuburg für die Brennereianlagen üblichen Einstellungen für Gleich- und Gegenstromdestillationen von Obst verwendet. Variiert wurde bei den Brennereianlagen nur der Parameter Dephlegmatortemperatur (62 °C, 65 °C, 72 °C),

um den Einfluss der Obstart, Brennereianlage und Dephlegmatortemperatur auf den Verlauf der LF in den Destillationsfraktionen zu bestimmen. Der Destillationsprozess wurde jeweils bei 45 bis 50 %vol. beendet (Raubrand bei 5 bis 10 %vol.). Das Destillat wurde nach der Vorlage in 250 ml-Glasflaschen bei der kleinen Anlage (Gegenstromdestillation) in 100 ml-Fraktionen und bei der großen Anlage (Gegenstromdestillation) sowie der kleinen Anlage (Gleichstromdestillation) in 200 ml-Fraktionen aufgefangen. Die Vor- und Nachlaufabtrennung erfolgte sensorisch und mittels Berechnungsmethode nach Liebming et al. (2020).

Tab. 2: Überblick über die ausgewählten Varianten (Brennereianlage, Dephlegmatortemperatur, Destillationsverfahren) bei den jeweiligen Obstarten

Obstart	Gegenstrom				Gleichstrom
	50 l-Anlage	150 l-Anlage		72	
		65	72		
Dephlegmatortemperatur (°C)					
	65	72	65	72	
Apfel	x	x		x	x
Birne	x				
Quitte 1	x	x	x	x	x
Quitte 2					x
Kirsche	x	x			
Pfirsich 1	x				
Pfirsich 2	x				
Pfirsich 3	x				
Pfirsich 4	x				
Pfirsich 5	x				
Marille	x	x		x	x
Mirabelle	x				
Zwetschke	x	x		x	x
Kornelkirsche		x			
Holunder	x		x		
Brombeere	x (+62)	x			
Mispel	x	x			

## Analysenmethoden

Der Alkoholgehalt wurde mittels Biegeschwinger DMATM 35 (Paar, Graz, Österreich) in den Glasflaschen bestimmt. Der Nachlaufabtrennzeitpunkt (N-Punkt) stellt den Alkoholgehalt der Glasflasche dar, die als erste nicht mehr zum Mittellauf gezählt wird.

Die Vor- und Nachlaufaktionen wurden nach der sensorischen Beurteilung der Vor- und Nachlaufumschaltunkte in Vor-, Mittel- und Nachlaufaktionen vereint und davon das Gewicht (in g) (Ausbeute) und der Alkoholgehalt (in %vol.) bestimmt. Die Ergebnisse werden hier nicht dargestellt.

Die LF-Werte wurden mittels Handmessgerät und einer LF-Elektrode (Multi 3620 IDS und TetraCon 925; WTW, Weilheim, Deutschland) bestimmt. Die Kalibrierung erfolgte mittels der von der Firma WTW zur Verfügung gestellten 0,01 mKCL-Lösung. Die Messungen wurden sowohl direkt online nach dem Kühler in einem separaten Behälter (ca. 100 bis 120 ml) zwischen Kühler und Vorlage vom Start bis zum Ende der Destillation (alle 10 sek) bzw. innerhalb einer Stunde in den Glasflaschen, mithilfe derer der Brand in 100 bzw. 200 ml-Faktionen aufgefangen wurde, durchgeführt.

Zur Beschreibung des ersten Peaks der LF-Werte zu Beginn der Brennphase wurden die Werte von Beginn bis zum Ende des Peaks aufsummiert (Start bis zum tiefsten Wert der LF in der Anfangsphase). Weiters wurden zur Charakterisierung des LF-Verlaufs sowohl der maximale als auch der minimale Wert (Anfangspeak) nach dem Kühler sowie der LF-Wert in der Mitte des Mittellaufes in den Glasflaschen ermittelt.

Die Aufheizzeit gibt die Zeit in Minuten wieder, die vom Start der Destillation bis zur ersten Vorlaufaktion (Beginn des Destillatflusses) benötigt wurde. Die Gesamtzeit ist die Zeit in Minuten vom Start (Heizstart) bis zum Ende des Destillationsprozesses bei 50 %vol.

## Statistische Auswertung

Alle Versuche wurden mit mindestens zwei Wiederholungen durchgeführt. Die Mittelwerte und Standardabweichung sowie Unterschiedsprüfungen (Tukey-HSD, Varianzanalyse, Signifikanzniveau,  $\alpha = 0,05$ )

wurden mittels SPSS 26 ermittelt. Die Abbildungen wurden mittels Microsoft Excel 2016 bzw. IBM SPSS 26 erstellt. Regressionsrechnungen wurden mittels Minitab 17 (LLC, München, Deutschland) durchgeführt.

## Ergebnisse

### Einfluss der Parameter innerhalb der Obstarten

In Tabelle 3 sind die Ergebnisse der ausgewählten Zielgrößen zusammengefasst. Innerhalb der Obstarten haben weder die Dephlegmatortemperatur (Ausnahme: Kirsche) noch die Anlage bzw. die Destillationsart einen signifikanten Einfluss auf die Summe des Anfangspeaks. Die Werte liegen zwar in einer großen Range (0 bis 14400), jedoch schwanken sie innerhalb der Wiederholungen sehr stark. Gesamt gesehen über alle Varianten kann keine Vorhersage über die Summe des Anfangspeaks in Abhängigkeit von den gewählten Parametern gemacht werden.

Der LF-Wert in der Mitte des Mittellaufes schwankt ebenfalls stark innerhalb der Varianten einer Obstart (besonders bei Steinobstarten in der 50 l-Anlage). Bei Zwetschke, Marille und Quitte ist bei gleicher Dephlegmatortemperatur bei der großen Anlage vs. der kleinen Anlage ein niedrigerer LF-Wert im Mittellauf erkennbar, der vermutlich auf die längere Aufheizzeit vs. bei der kleinen Anlage zurückzuführen ist.

Im Vergleich der Dephlegmatortemperaturen zeigt sich, dass bei niedrigerer Dephlegmatortemperatur von 65 °C die LF-Werte im Mittellauf meist auch signifikant geringer sind als bei 72 °C. Die Aufheizzeit war bei geringerer Dephlegmatortemperatur bei der kleinen Anlage nicht immer länger. Beim Effekt der Dephlegmatortemperatur auf den Verlauf der LF muss neben dem Anfangspeak auch der weitere Verlauf der LF im Mittellauf mitberücksichtigt werden (stabiles Niveau im Mittellauf). In Abbildung 1 sind die unterschiedlichen Peaks zu Beginn und während des Mittellaufes bei der 50 l-Anlage deutlich erkennbar. Die zeitlich versetzten Kurven aller Abbildungen sind jeweils auf den Startpunkt (Heizbeginn) bezogen, damit die unterschiedliche Aufheizzeit auch abgelesen werden kann.

Der maximale LF-Wert im Anfangspeak ist sehr unterschiedlich, jedoch bedingt durch die großen

Unterschiede innerhalb der Wiederholungen (wie bei der Summe der Peaks) statistisch nicht signifikant unterschiedlich. Dieser Wert scheint daher für eine mögliche Steuerung des Brennvorgangs irrelevant zu sein.

Der niedrigste Wert der LF (LF min) (Ende des Anfangspeak) ist ähnlich zu interpretieren wie die Summe des Peaks und des maximalen LF-Wertes. Wichtiger als die LF min scheint die Dauer der stabilen Phase auf niedrigem Niveau zu sein, die in diesem Versuch auch sehr

unterschiedlich ist meist zwischen 0 bis 35 min (bis 66 Minuten) in Abhängigkeit von der Alkoholmenge in der Blase (Füllmenge, Alkoholgehalt und Destillationsgeschwindigkeit) (Abb. 1). Je kürzer die Aufheizzeit und der Anfangspeak, desto kürzer auch die stabile Phase und damit auch der Mittellauf. Bei der Gleichstromdestillation (Rau- und Feinbrand) steigt die LF stetig, aber relativ konstant an (Abb. 2 und 3).

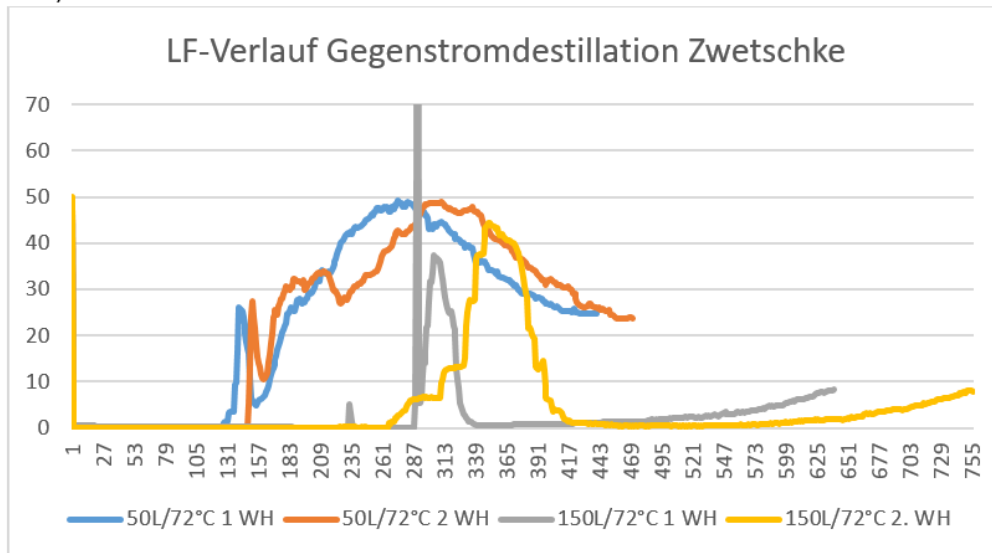


Abb. 1: Vergleich des LF-Verlaufes ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) bei den Anlagen bei Zwetschke, Dephlegmatortemperatur 72 °C; Abszisse: Messpunkte der LF-Werte, Mittellauf-Bereich: blau: 215-265, rot: 215-290, grau: 340-450, gelb: 420-610

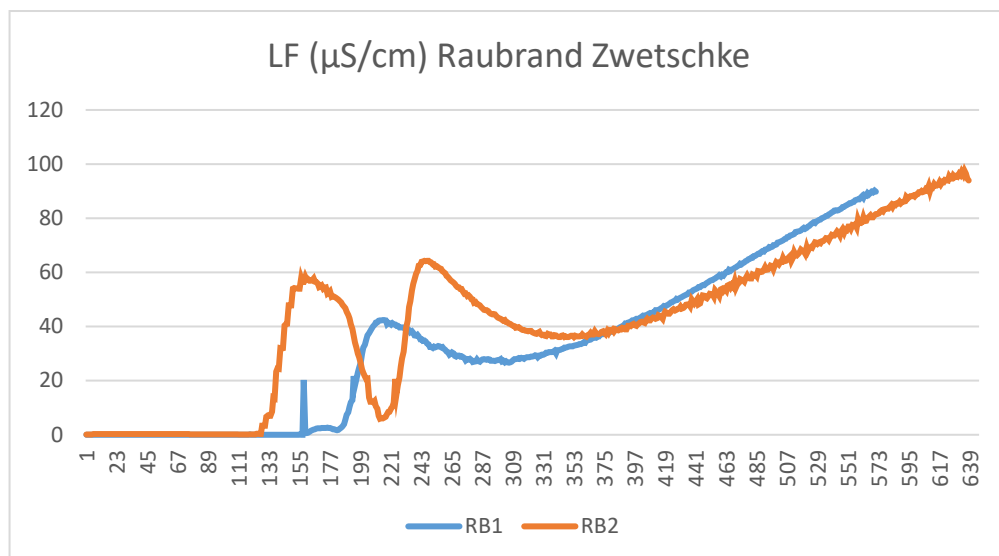


Abb. 2: LF-Verlauf ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) bei Raubrand von Zwetschke (150 l); Abszisse: Messpunkte der LF-Werte

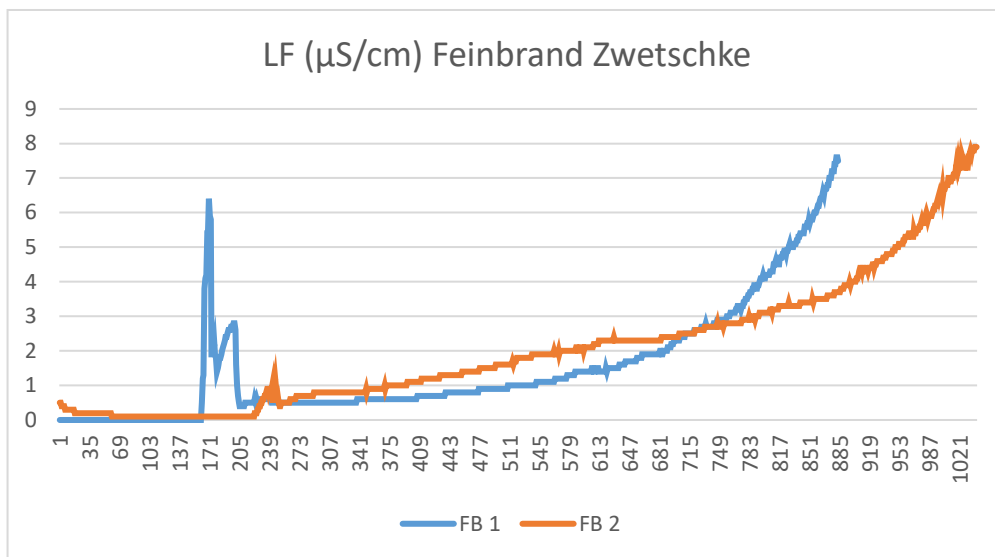


Abb. 3: LF-Verlauf (µS/cm) bei Feinbrand von Zwetschke (50 l); Abszisse: Messpunkte der LF-Werte

Bezogen auf alle Varianten lässt die Verstärkung (Alk max) keinen signifikanten Zusammenhang mit dem LF-Wert im Mittellauf erkennen (Abb. 4) (Korrelationskoeffizient: -0,15 (nicht sign. ( $\alpha = 0,05$ ))). Bei hohen LF-Werten, bedingt durch kürzere Aufheizzeiten, wird der Einfluss der

Verstärkung jedoch erkennbar. Dies bestätigt die Erfahrungen der Autoren und zeigt die Notwendigkeit einer LF-Messung während der Destillation auf, wenn qualitativ hochwertige Destillate reproduzierbar hergestellt werden sollen.

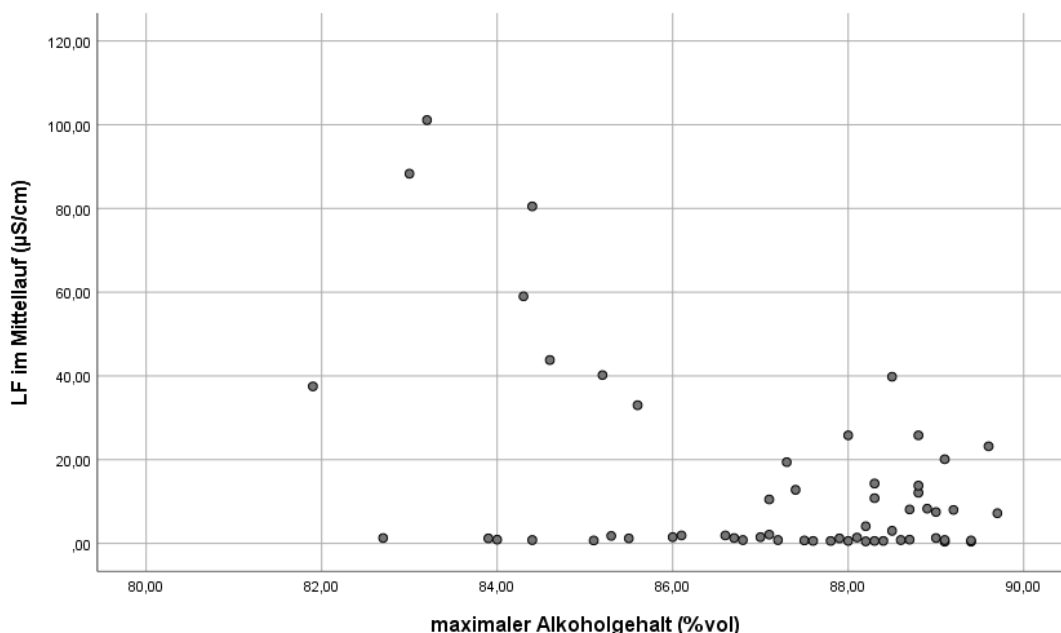


Abb. 4: Zusammenhang zwischen Verstärkung (%vol. max) und LF-Werten (µS/cm) im Mittellauf bei der Gegenstromdestillation verschiedener Obstarten

Einen sehr wichtigen Parameter hinsichtlich des LF-Verlaufes stellt die Aufheizzeit dar. In Abbildung 5 wird dieser Zusammenhang deutlich (Korrelationskoeffizient:  $-0,37$  (sign. ( $\alpha = 0,05$ )). Der Vergleich der Brennereianlagen bei Zwetschke bei gleicher Dephlegmatortemperatur ( $72\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) zeigt, dass die Aufheizzeit bei der 150 l-Anlage deutlich länger ist (Differenz:  $34,5\text{ min}$ ) als bei der 50 l-Anlage (Tab. 3). Die längere Aufheizzeit kombiniert mit der größeren Maischemenge und damit verlängerten Brennzeit führte zu einer deutlichen Verschiebung des Anfangspeaks und einem

konstanten LF-Niveau auf sehr niedrigem Niveau (unter  $1\text{ }\mu\text{S/cm}$ ) im Mittellauf (Abb. 1). Als Ursache dafür wird die stärkere Anreicherung der in Wasser schwerlöslicheren länger-kettigen Carbonsäuren (ab C6) schon zu Beginn (Vorlauf) vermutet (Liebminger et al., 2021b). Dies erleichtert auch die Nachlaufabtrennung mittels LF-Messungen.

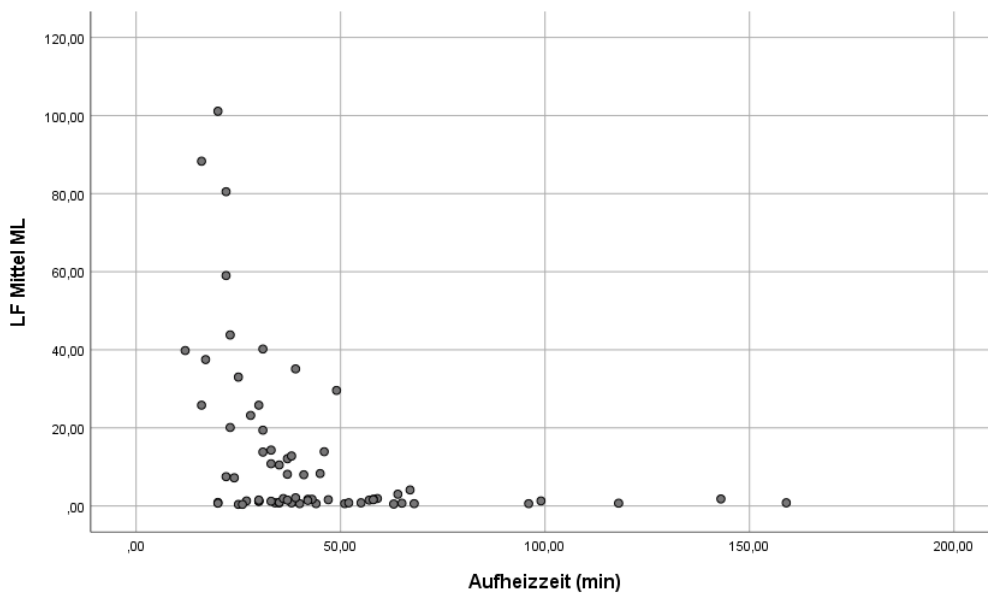


Abb. 5: Zusammenhang zwischen Aufheizzeit (Minuten) und mittleren LF-Werten ( $\mu\text{S/cm}$ ) im Mittellauf

Tab. 3: Mittelwerte und Standardabweichungen der jeweiligen Zielgrößen bei den jeweiligen Varianten (GgS - Gegenstromdestillation, GlS - Gleichstromdestillation) (AUS - ohne Verstärkerkolonne) sowie Angabe von signifikanten Unterschieden innerhalb einer Obstart (gleiche Buchstaben geben gleiche Untergruppen bei Tukey-Test an bzw Unterschiede bei der Varianzanalyse)

Obstart	Anlage (l)	Dephl.Temp (°C)	Destillations- verfahren	LF Summe Peak	LF ML (µS/cm)	LF max (µS/cm)	LF min (µS/cm)	%vol. max	Zeit gesamt (min)	Zeit Aufheizen (min)	N-Punkt (%vol)
Apfel	50	65	GgS	295 ± 43 a	0,4 ± 0,0 a	34 ± 32 a	0,5 ± 0,1 a	89,3 ± 0,2 c	87,5 ± 0,7 a	25,5 ± 0,7 a	81,0 ± 1,4 b
	50	72	GgS	176 ± 203 a	0,8 ± 0,1 a	120 ± 167 a	0,7 ± 0,1 a	84,6 ± 0,8 c	73,5 ± 3,5 a	20,0 ± 0,0 a	76,5 ± 0,7 ab
	150	72	GgS	2620 ± 1507 a	3,6 ± 0,8 b	450 ± 80 a	0,4 ± 0,0 a	88,4 ± 0,2 b	124,5 ± 7,8 b	65,5 ± 2,1 c	75,0 ± 1,4 a
	50	AUS	GlS	152 ± 199 a	1,7 ± 0,7 a	85 ± 105 a	0,7 ± 0,0 a	80,5 ± 0,3 a	217,5 ± 7,8 c	44,5 ± 3,5 b	74,5 ± 0,7 a
Birne	50	65	GgS	1182,5 ± 663	0,9 ± 0,1	223 ± 209	1,0 ± 0,5	88,9 ± 0,3	92,0 ± 9,9	35,0 ± 0,0	80,8 ± 1,2 ab
	50	65	GgS	1177 ± 341 a	8,2 ± 0,2 b	35 ± 5 a	3,5 ± 3,3 a	89,1 ± 0,2 b	81,5 ± 5,0 a	43,0 ± 2,8 a	81,9 ± 1,0 b
Quitte 1	50	72	GgS	3834 ± 2414 a	11,7 ± 1,6 c	60 ± 14 a	2,3 ± 2,1 a	87,3 ± 0,2 b	70,0 ± 0,0 a	36,5 ± 2,1 a	74,6 ± 3,5 ab
	150	65	GgS	452 ± 288 a	0,7 ± 0,1 a	18 ± 11 a	2,0 ± 0,4 a	88,5 ± 1,3 b	146,5 ± 24,7 ab	93,0 ± 35,3 a	79,3 ± 1,9 ab
Quitte 2	150	72	GgS	3242 ± 1273 a	1,3 ± 0,9 a	294 ± 359 a	0,6 ± 0,1 a	87,5 ± 1,2 b	131,0 ± 36,8 ab	77,5 ± 26,2 a	77,2 ± 5,2 ab
	50	AUS	GlS	27 ± 29 a	1,7 ± 0,0 a	11 ± 13 a	0,6 ± 0,1 a	77,4 ± 0,5 a	146,5 ± 33,2 ab	50,5 ± 10,6 a	69,2 ± 1,6 a
Kirsche	50	AUS	GlS	9 ± 12 a	1,6 ± 0,1 a	1 ± 2 a	0,7 ± 0,1 a	77,8 ± 0,3 a	184,5 ± 0,7 b	57,5 ± 0,7 a	73,9 ± 0,6 ab
	50	65	GgS	14398 ± 3980 b	31,5 ± 11,7 a	273 ± 199 a	32,5 ± 10,0 a	89,1 ± 0,8 b	76,5 ± 12,0 a	20,0 ± 11,3 a	82,5 ± 0,7 a
Pfirsich	50	72	GgS	2657 ± 2087 a	90,0 ± 10,4 b	227 ± 227 a	43,0 ± 27,9 a	83,5 ± 0,8 a	77,0 ± 4,0 a	19,3 ± 3,1 a	74,7 ± 3,8 a
	50	65	GgS	1640 ± 1669	15,7 ± 7,1	139 ± 217	4,8 ± 3,7	88,1 ± 0,5	67,8 ± 5,9	32,8 ± 2,7	76,6 ± 2,6
Marille	50	65	GgS	3467 ± 796 a	23,0 ± 4,0 ab	50 ± 13 a	21,0 ± 2,8 b	89,0 ± 0,2 b	71,5 ± 7,8 a	19,5 ± 5,0 a	76,0 ± 5,7 ab
	50	72	GgS	359 ± 228 a	45,6 ± 11,7 b	190 ± 270 a	6,1 ± 5,6 a	83,8 ± 1,7 a	69,3 ± 8,1 a	23,3 ± 7,1 a	67,3 ± 3,5 a
Mirabelle	150	72	GgS	5774 4425 a	0,6 ± 0,1 a	44 ± 21 a	2,4 ± 2,2 a	88,1 ± 0,1 b	144,5 ± 31,8 b	57,0 ± 8,5 b	79,0 ± 4,2 b
	50	AUS	GlS	0 ± 0 a	26,2 ± 11,0 b	0 ± 0 a	0,0 ± 0,0 a	80,9 ± 0,3 a	230,0 ± 10,6 c	44,7 ± 5,1 b	73,7 ± 0,6 ab
Zwetschke	50	65	GgS	508 ± 95	7,4 ± 0,2	23 ± 2	1,3 ± 0,1	89,4 ± 0,5	85,5 ± 6,4	23,0 ± 1,4	84,0 ± 1,4
	50	65	GgS	717 ± 47 a	13,0 ± 1,2 a	33 ± 4 a	11,2 ± 7,1 a	88,8 ± 0,0 b	83,5 ± 6,4 a	34,0 ± 4,2 a	81,5 ± 2,1 b
Kornelkirsche	50	72	GgS	265 ± 78 a	38,4 ± 7,6 b	27 ± 1 a	7,7 ± 4,1 a	85,1 ± 0,7 ab	75,5 ± 3,5 a	24,0 ± 1,4 a	70,0 ± 2,8 a
	150	72	GgS	1959 ± 1178 a	0,8 ± 0,1 a	122 ± 109 a	0,5 ± 0,1 a	86,0 ± 2,2 b	115,5 ± 13,4 ab	58,5 ± 9,2 b	75,5 ± 2,1 ab
Holunder	50	AUS	GlS	64 ± 64 a	1,0 ± 0,3 a	4 ± 4 a	0,4 ± 0,0 a	80,9 ± 0,5 a	159,5 ± 19,1 b	36,5 ± 3,5 ab	75,0 ± 1,4 ab
	50	72	GgS	1068 ± 33	1,4 ± 0,2	43 ± 12	0,9 ± 0,1	86,3 ± 1,1	80,0 ± 1,4	31,5 ± 2,1	72,4 ± 0,9
Brombeere	50	65	GgS	1267 ± 836 a	1,3 ± 0,7 a	46 ± 15 a	1,5 ± 0,6 a	87,3 ± 0,8 a	63,5 ± 0,7 a	28,5 ± 2,1 a	79,0 ± 4,2 a
	150	65	GgS	10291 ± 3585 a	1,3 ± 0,7 a	62 ± 8 a	0,7 ± 0,1 a	86,3 ± 1,3 a	138,0 ± 42,4 a	99 ± 62,2 a	79,0 ± 1,4 a
Mispel	50	62	GgS	1259 ± 672 a	1,4 ± 1,1 a	25 ± 4 a	0,6 ± 0,1 a	87,8 ± 0,9 b	78,0 ± 17,0 a	41,5 ± 3,5 b	73,0 ± 11,3 a
	50	65	GgS	1415 ± 38 a	0,7 ± 0,1 a	44 ± 6 a	0,8 ± 0,1 a	88,2 ± 0,6 b	72,5 ± 6,4 a	39,0 ± 1,4 ab	70,5 ± 2,1 a
Mispel	50	72	GgS	407 ± 79 a	1,3 ± 0,1 a	34 ± 10 a	0,9 ± 0,1 a	83,3 ± 0,8 a	60,5 ± 0,7 a	30,0 ± 0,0 a	65,0 ± 5,7 a
	50	62	GgS	3742 ± 1234 a	1,4 ± 0,1 a	384 ± 467 a	0,7 ± 0,0 a	88,6 ± 0,6 b	104,0 ± 46,7 a	70,5 ± 40,3 a	69,3 ± 2,5 a
Mispel	50	72	GgS	1264 ± 264 a	1,7 ± 0,3 a	44 ± 3 a	0,8 ± 0,0 a	86,1 ± 0,1 a	66,5 ± 0,7 a	36,5 ± 0,7 a	66,7 ± 2,6 a



Diese Ergebnisse bestätigen auch die Ergebnisse anderer Versuche (Gössinger et al., 2021), in denen die Aufheizgeschwindigkeit ebenfalls als wichtiger Parameter hinsichtlich des LF-Verlaufes erkannt wurde. In der Literatur (Dürr et al., 2010) wird beschrieben, dass die langsame Aufheizung zur Sicherstellung eines langsamen Übergangs von Aufheizphase zur Brennphase (Beginn des Vorlaufs) essentiell für eine gute Destillatqualität ist. Die Qualitätsverbesserung wird vermutlich dadurch erreicht, dass die ausreichende Anreicherung unerwünschter flüchtiger Ionen (event. Säuren ab C6 (z.B. Hexansäure (C6-Capronsäure - fett, ranzig, scharf), Octansäure (C8-Caprylsäure - ölig, ranzig, schweißartiger Geruch), Decansäure (C10-Caprinsäure - sauerfettig, ranziger Geruch), Dodecansäure (C12-Laurinsäure - fettig, wachsig)) (Glaub et al., 1998) bereits zu Beginn (im Vorlauf) stattfindet und diese damit nicht mehr so stark im Mittellauf zu finden sind. Fettsäuren werden während der Gärung von der Hefe in unterschiedlichen Mengen produziert (besonders C2, C8, C10) (Soumalainen und Lehtonen, 1980). Besonders bei Obstarten mit hohen Gehalten an längerkettigen Carbonsäuren (ab C6 mit z.T. auch höheren Siedepunkten) (z.B. Kirsche) (Wüstenfeld und Haeseler, 1995) scheint dies besonders wichtig. Die kurzkettigen (C2 bis C5) Carbonsäuren mit geringeren Siedepunkten (z.B. Essigsäure, Siedepunkt 118 °C) sind besser wasserlöslich als die längerkettigen Carbonsäuren (ab C6) und reichern sich daher erst in den späteren Fraktionen (Nachlauf) an. Auf Grundlage dieser Untersuchungsergebnisse ist für die Herstellung qualitativ hochwertiger Obstdestillate eine Aufheizzeit von mindestens 50 Minuten unbedingt zu empfehlen. Weiters zeigen die Abbildungen 1 und 6, dass anhand des Verlaufes des Alkoholgehaltes bei Zwetschke nicht immer auf den Verlauf der LF geschlossen werden kann. Obwohl der Alkoholgehalt einen Einfluss auf die LF-Werte hat (Personna et al., 2013), wirkt sich dieser nicht immer entscheidend auf den LF-Verlauf (Wert der LF im Mittellauf) während der Destillation aus.

Vielmehr ist erkennbar, dass mittels ausreichend langsamer Aufheizphase schwerer flüchtige Säuren schon im Vorlauf (Anfangspeak) abgetrennt werden können und damit ein konstant niedriger LF-Verlauf im Mittellauf erreicht werden kann. Dies wird vor allem durch die Ergebnisse bei den Obstarten Quitte, Zwetschke und Marille veranschaulicht (Tab. 3). Anders verhalten sich die Obstarten Holunder, Mispel, Brombeere, Birne und Apfel, bei denen sich unabhängig von der Aufheizgeschwindigkeit bzw. Anlagengröße eine niedrige LF im Mittellauf zeigte. Es wird vermutet, dass die Konzentration der wasserunlöslichen Säuren bei diesen Obstarten geringer ist als bei den übrigen Obstarten und somit auch bei kürzerer Aufheizphase eine geringere Beeinflussung des LF-Wertes im Mittellauf stattfindet.

Lässt man diese Obstarten weg und betrachtet nur die Varianten, die bei kurzer Aufheizzeit höhere LF-Werte im Mittellauf haben, wird die Bedeutung der Verstärkung für den Verlauf der LF in diesen Bereichen erkennbar. In diesen Fällen zeigt sich ein signifikanter Einfluss einer höheren Verstärkung durch kühlere Dephlegmatortemperaturen auf den LF-Verlauf im Mittellauf. Ein Regressionsmodell (Abb. 7) für die LF im Mittellauf ( $R^2 = 99,4$ ) weist als wichtigste Faktoren (95 % Konfidenz) die Aufheizgeschwindigkeit und die Interaktion von Alkoholkonzentration in Maische und Destillat (Alk Max) aus. Für Läufe mit schneller Aufheizgeschwindigkeit bestätigt sich dadurch, dass niedrigere Alkoholkonzentrationen eine höhere LF im Mittellauf bedingen, d. h. bei kürzerer Aufheizzeit sind vor allem jene Läufe von besonders hoher LF im Mittellauf betroffen, welche schlecht verstärkt sind (Dephlegmatortemperatur hoch). Aus Qualitätsgründen sollten jedoch Carbonsäuren meist weitestgehend im Mittellauf vermieden werden und daher eine langsamere Aufheizgeschwindigkeit gewählt werden. Zudem ist dies auch aus ökonomischer Überlegung von Vorteil, wenn man nicht stark heizen und dann (den Dephlegmator) stark kühlen muss.

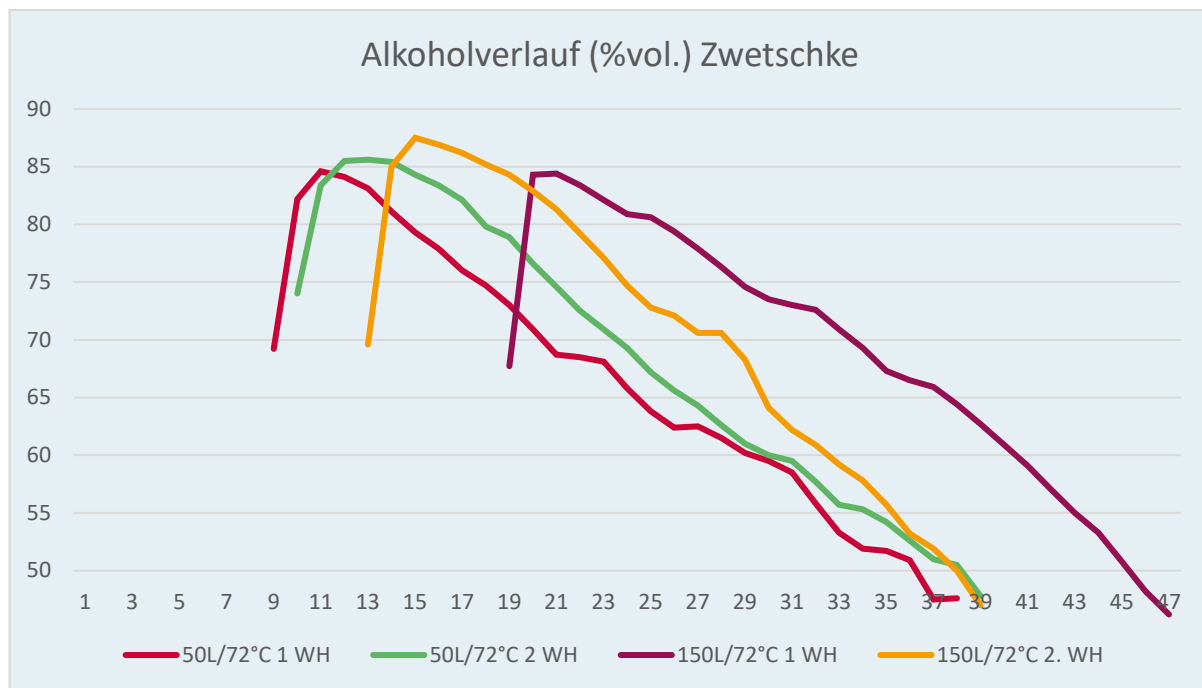


Abb. 6: Verlauf Alkoholgehalt (%vol.) bei Zwetschke, 50 l- bzw. 150 l-Anlage, Dephlegmatortemperatur 72 °C; Abszisse: Flaschennummer der Fraktionierung (Aufheizphase (Minuten) umgelegt auf "scheinbare" Flaschenanzahl), Mittellauf-Bereich: blau: 14-20, rot: 14-21, grau: 23-28, gelb: 17-22

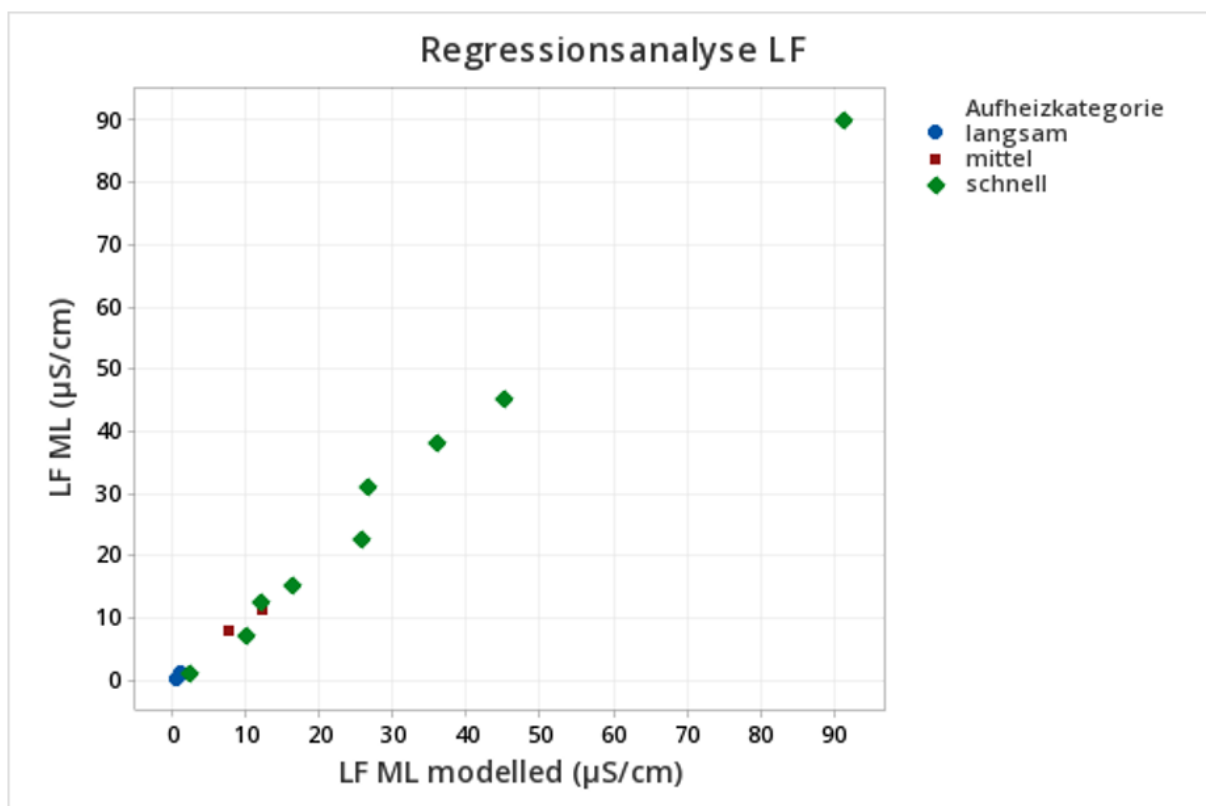


Abb. 7: Regressionsanalyse zur Bestätigung der Zusammenhänge zwischen den Faktoren Aufheizgeschwindigkeit und Alkoholgehalt von Maische und Destillat und LF im Mittellauf (µS/cm) bei ausgewählten Varianten

Ergebnisse von Liebinger et al. (2021a und 2021b) zeigten, dass ein zu hoher bzw. zu geringer LF-Wert im Mittellauf für die sensorischen Parameter von Obstbränden nicht zuträglich ist. Neben dem Niveau der LF im Mittellauf ist aber auch auf den Verlauf der LF im Mittellauf zu achten. Der Verlauf des Alkoholgehaltes, der üblicherweise heute als alleiniger Parameter zur Steuerung von Brennereianlagen verwendet wird, ist für die Steuerung des LF-Verlaufes nicht geeignet. Für eine adäquate Steuerung des Brennprozesses empfehlen die Autoren daher die zusätzliche Messung des LF-Verlaufes.

### Vergleich der Obstarten

Die LF-Summe des Anfangspeak bei gleichen Einstellungen des Brenngerätes (Anlage, Dephlegmatortemperatur, Destillationsverfahren), aber unterschiedlicher Obstarten variiert zwar stark, wird jedoch auf Grund der großen Unterschiede innerhalb der Wiederholungen (wie innerhalb der Obstarten) durch die Obstart statistisch nicht signifikant verändert (Tab. 4a und 4b). Die LF-Werte im Mittellauf unterscheiden sich jedoch innerhalb der Obstarten signifikant voneinander. Den höchsten Wert hat jeweils die Kirsche, die laut Literatur auch die höchsten Gehalte an flüchtigen Säuren aufweist (Wüstenfeld und Haeseler, 1995). Darüber hinaus sind die Aufheizzeiten bei Kirsche (neben Marille) am geringsten. Wie bereits angesprochen, wirkt sich eine kurze Aufheizzeit sehr stark auf den LF-Verlauf (auch im Mittellauf) aus. Höhere Fettsäuren können so nicht ausreichend aus der Maische entfernt werden (Anfangspeak) und überlagern dadurch auch den Mittellauf. Die höheren minimalen LF-Werte dieser Varianten unterstreichen diese Abhängigkeit. Die Aufheizzeit sollte auf Grund der gleichen Einstellungen der Brennereisteuerung in diesem Versuch bei allen Obstarten gleich sein, wenn die gleiche Menge Maische in der Blase vorliegt. Die Erfahrungen zeigen jedoch, dass sowohl die Anfangstemperatur der Maische (aus Kühllager, unterschiedliche Raumtemperatur im Hochsommer und Winter), ungleichmäßige Dampfversorgung (gleichzeitige Mehrfachnutzung des Dampfes bei verschiedenen Prozessen im Technikum), aber auch der Festigkeit der Maische in der Brennblase (z. B. unterschiedlicher Wassergehalt

der Maische) einen signifikanten Einfluss auf die Aufheizphase haben können. Vor allem Letztere sollte durch Zusatz von ausreichend Wasser in die Brennblase optimiert werden. Die Maische sollte vom Rührwerk gut gemischt werden.

Generell zeigen die Ergebnisse, dass bei einigen Obstarten (Kirsche, Zwetschke, Marille und Quitte) der optimale Verlauf der LF (u. a. Anfangspeak) durch die gewählten Parameter nicht immer erreicht wurde. Dies erkennt man an höheren LF-Werten im Mittellauf und "untypischen" LF-Verläufen während der Destillation (Abb. 1; 50 I-Anlage-Varianten). Unabhängig vom Verstärkungsgrad bewirken schnelle, oft unregelmäßige Anstiege der LF im Mittellauf höhere LF-Werte bzw. fehlende stabile LF-Niveaus im Mittellauf. Dadurch wird auch die Erkennung des Nachlaufabtrennzeitpunktes (N-Punkt) erschwert, und die Destillate lassen klare Defizite bei ihren sensorischen Eigenschaften erkennen.

### Diskussion

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen deutlich, dass die LF-Messung während der Destillation von Obstbränden eine wichtige Information liefert, um die optimalen Einstellungen des Brennereiprozesses zu finden. Anzustreben ist ein LF-Verlauf mit Anfangspeak, stabilem Bereich im Mittellauf und Anstieg im Nachlauf. Doch neben dem LF-Verlauf ist auch noch das Niveau der LF im Mittellauf entscheidend. Der Vergleich verschiedener Obstarten bei gleichen Destillationsbedingungen führte zwar zu ähnlichen Alkohol-Verläufen, nicht jedoch zu gleichen LF-Verläufen. Die alleinige Fokussierung auf ausgewählte Temperaturen und die Verstärkung (Alkoholverlauf) führt bekannterweise (García-Llobodanin et al., 2011) nicht zu dem erwünschten Ergebnis, nämlich einem ausreichend reproduzierbaren Destillationsprozess. Jede Obstart, in Abhängigkeit vom Gehalt an flüchtigen Säuren, von ihrem Alkoholgehalt in der Maische bzw. Raubrand, dem Wassergehalt und ihrem Gesundheitszustand (Essigsäuregehalt, Maischelagerung) braucht eine eigene Einstellung der Destillationsparameter. Mit dem Wissen, welche Parameter wie auf den Verlauf der LF wirken, sowie der Eigenschaften der jeweiligen Obstarten, bedingt durch die typische Zusammensetzung flüchtiger Inhaltsstoffe, kann

der Destillationsprozess zur Verbesserung der Qualität von Obstbränden optimiert werden. Die

Ergebnisse dieses Versuches sind eine weitere wichtige Grundlage auf diesem Weg.

Tab. 4a: Statistische Unterschiedsprüfung der ausgewählten Zielgrößen innerhalb der ausgewählten Parameter zwischen den Obstarten (gleiche Buchstaben geben gleiche Untergruppen bei Tukey-Test bzw. Unterschiede bei der Varianzanalyse) an

Anlage (I)	50	50		150	150
Dephlegmatortemperatur	65	72	AUS	65	72
Summe Peak	Apfel a Mirabelle a Zwetschke a Birne a Holunder a Brombeere a Pfirisch a Quitte 1 a Marille a Mispel a Kirsche a	Apfel a Zwetschke a Marille a Brombeere a Dirndl a Mispel a Kirsche a Quitte 1 a	Marille a Quitte 1 a Quitte 2 a Zwetschke a Apfel a	Holunder a Quitte 1 a	Zwetschke a Apfel a Quitte 1 a Marille a
LF mittel ML	Apfel a Brombeere a Birne a Holunder a Mispel a Mirabelle ab Quitte 1 ab Zwetschke abc Pfirisch abc Marille bc Kirsche c	Apfel a Brombeere a Dirndl a Mispel a Quitte 1 a Zwetschke b Marille b Kirsche c	Zwetschke a Quitte 1 a Apfel a Quitte 2 a Marille a	Quitte 1 a Holunder a	Marille a Zwetschke a Quitte 1 a Apfel b
LF max	Mirabelle a Zwetschke a Apfel a Quitte 1 a Brombeere a Holunder a Marille a Pfirisch a Birne a Kirsche a Mispel a	Zwetschke a Brombeere a Dirndl a Mispel a Quitte 1 a Apfel a Marille a Kirsche a	Marille a Quitte 1 a Zwetschke a Quitte 2 a Apfel a	Quitte 1 a Holunder b	Zwetschke a Marille a Quitte 1 a Apfel a
LF min	Apfel a Mispel a Brombeere a Birne a Mirabelle a Holunder a Quitte 1 a Pfirisch a Zwetschke ab Marille bc Kirsche c	Apfel a Mispel a Brombeere a Dirndl a Quitte a Marille a Zwetschke a Kirsche a	Marille a Zwetschke b Quitte 2 c Quitte 1 cd Apfel d	Holunder a Quitte 1 b	Apfel a Zwetschke a Quitte 1 a Marille a

Tabelle 4b: Statistische Unterschiedsprüfung der ausgewählten Zielgrößen innerhalb der ausgewählten Parameter zwischen den Obstarten (gleiche Buchstaben geben gleiche Untergruppen bei Tukey-Test bzw. Unterschiede bei der Varianzanalyse) an

Anlage (I)	50	50		150	150
Deplegmatortemperatur	65	72	AUS	65	72
Alk max	Holunder a	Brombeere a	Quitte 2 a	Holunder a	Zwetschke a
	Pfirisch ab	Kirsche a	Quitte 1 a	Quitte 1 a	Quitte 1 a
	Brombeere ab	Marille a	Apfel b		Marille a
	Mispel ab	Apfel a	Zwetschke b		Apfel a
	Zwetschke ab	Zwetschke a	Marille b		
	Birne ab	Mispel a			
	Marille ab	Dirndl a			
	Kirsche ab	Quitte 1 a			
	Quitte 1 ab				
	Apfel b				
Mirabelle b					
Zeit gesamt	Holunder a	Brombeere a	Quitte 2 a	Holunder a	Zwetschke a
	Pfirisch a	Mispel a	Zwetschke ab	Quitte 1 a	Apfel a
	Marille a	Marille a	Quitte 1 abc		Quitte 1 a
	Brombeere a	Quitte 1 a	Apfel bc		Marille a
	Kirsche a	Apfel a	Marille c		
	Quitte 1 a	Zwetschke a			
	Zwetschke a	Kirsche a			
	Mirabelle a	Dirndl a			
	Apfel a				
	Birne a				
Mispel a					
Zeit Aufheizen	Marille a	Kirsche a	Zwetschke a	Quitte 1 a	Marille a
	Kirsche a	Apfel a	Apfel ab	Holunder a	Zwetschke a
	Mirabelle a	Marille a	Marille ab		Apfel a
	Apfel a	Zwetschke ab	Quitte 2 ab		Quitte a
	Holunder ab	Brombeere ab	Quitte 1 b		
	Pfirisch ab	Dirndl ab			
	Zwetschke ab	Quitte 1 b			
	Birne ab	Mispel b			
	Brombeere ab				
	Quitte 1 a				
Mispel b					
N-Punkt	Mispel a	Brombeere a	Quitte 2 a	Holunder a	Apfel a
	Brombeere a	Mispel a	Marille b	Quitte 1 a	Zwetschke a
	Marille ab	Marille a	Quitte 1 b		Quitte 1 a
	Pfirisch ab	Zwetschke a	Apfel b		Marille a
	Holunder ab	Dirndl a	Zwetschke b		
	Birne b	Quitte 1 a			
	Apfel b	Kirsche a			
	Zwetschke b	Apfel a			
	Quitte 1 b				
	Kirsche b				
Mirabelle b					

## Literatur

**Dürr, P., Albrecht, W., Gössinger, M., Hagmann, K., Pulver, D., Scholten, G.** 2010: Technologie der Obstbrennerei. 3. Aufl. – Stuttgart: Ulmer Verlag, 2010

**García-Llobodanin, I., Roca, J., López, J.R., Pérez-Correa, J.R., López, F.** 2011: The lack of reproducibility of different distillation techniques and its impact on pear spirit composition. *Int. Journal of Food Science and Technology* 46: 1956-1963.

**Glaub, R., Pieper, H.J., Senn, T.** 1998: Einfluss verschiedener Filtersysteme auf die sensorische Qualität von Obstbränden. *Kleinbrennerei* 1: 6 – 12.

**Gössinger, M., Schneider, A., Fischer, V., Liebming, A., Klaffner, C.** 2021: Einfluss ausgewählter Destillationsparameter beim Aufheizen auf den Verlauf der Leitfähigkeit bei Apfelbrand. *Mitteilungen Klosterneuburg* 71: 314 – 323.

**Graf, M., Gölles, D., Machholz, T., Kuenz, F., Brandes, W., Baumann, R., Jäger, H., Gössinger, M.** 2020: Einfluss von Vakuumdestillation auf sensorische und analytische Parameter von Obstbränden. *Mitteilungen Klosterneuburg* 70: 157-187.

**Liebming, A., Holstein, M., Dietrich, V., Goessinger, M.** 2020: Automated separation of tail fraction for fruit distillates by means of in-line conductivity measurement. *Int. J. Food Sci. Technol.* 55: 3484-3492.  
<https://doi.org/10.1111/ijfs.14682>

**Liebming, A., Philipp, C., Sari, S. A., Holstein, M., Dietrich, V., Goessinger, M.** 2021a: In-line conductivity measurement to select the best distillation technique for improving the quality of apricot brandies. *Eur Food Res Technol* 247: 1987–1997. <https://doi.org/10.1007/s00217-021-03766-2>

**Liebming, A., Philipp, C., Sari, S.A., Holstein, M., Dietrich, V., Goessinger, M.** 2021b: Monitoring of carboxylic acids by in-line conductivity measurement to determine optimum distillation strategy for distilling apple brandies. *ACS Food Sci. Technol.*, 1: 2135 – 2143.

**Personna, Y.R., Slater, I., Ntarlagiannis, D., Werkema, D., Szabo, Z.** 2013: Electrical signatures of ethanol-liquid mixtures: implications for monitoring biofuels migration in the subsurface. *J Contam Hydrol.* 144(1): 99-107. doi: 10.1016/j.jconhyd.2012.10.011. Epub 2012 Nov 1. PMID: 23159764

**Soumalainen, H., Lehtonen, M.** 1980: Ursprung des Aromas in alkoholischen Getränken. *Die Nahrung* 24 (1): 49 – 61.

**Wüstenfeld, H., Haeseler, G.** 1995: *Trinkbrantweine und Liköre – Herstellung, Untersuchung und Beschaffenheit*, 5. Aufl. – Berlin – Wien: Blackwell Wissenschafts-Verlag, 1931

Eingelangt am 6. April 2022