

Ansätze zur Verwendung von Verjus in der Weinbranche

Peter Leonard Hinkel

Masterarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades
Master of Science

im Rahmen des Studiums Weinbau, Oenologie & Weinwirtschaft

Eingereicht am 28. Mai 2021

Abteilung Wein- und Obstbau (WOB | H95800)
Department für Nutzpflanzenwissenschaften

Betreuerin: Prof. Dr. Monika Christmann
Institut für Oenologie
Hochschule Geisenheim University

Mitbetreuerin: Prof. Dr. Astrid Forneck
Abteilung Wein- und Obstbau (WOB | H95800)
Department für Nutzpflanzenwissenschaften
Universität für Bodenkultur Wien



Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich an Eides statt, dass ich die vorliegende Masterarbeit ohne fremde Hilfe und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Quellen und Hilfsmittel angefertigt und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch bei keiner anderen Prüferin/ keinem anderen Prüfer als Prüfungsleistung eingereicht.

Mir ist bekannt, dass Zuwiderhandeln geahndet wird („Verwendung unerlaubter Hilfsmittel“) und weitere rechtliche Schritte nach sich ziehen kann.

28. Mai 2021

Datum

Unterschrift

Danksagungen

Hiermit möchte ich mich bei allen Personen bedanken, ohne die diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

Zunächst möchte ich mich bei Frau Prof. Dr. Monika Christmann für die Betreuung meiner Arbeit, die konstruktive Kritik und die hilfreichen Anregungen bedanken.

Frau Univ. Prof. Dipl.-Ing.sc.agr. Dr.sc.agr. Astrid Forneck gilt mein Dank für die Hinweise zur formalen Umsetzung und Gestaltung dieser Arbeit.

Ich bedanke mich darüber hinaus bei Frau Bernadeta Drapala für die Unterstützung bei der Durchführung der Analysen an der Hochschule Geisenheim University.

Ich möchte mich bei Frau Karin Korntheuer und Herrn HR Dipl.-Ing. Dr. Reinhard Eder der höheren Bundeslehranstalt und des Bundesamts für Wein- und Obstbau in Klosterneuburg für die Durchführung der Hochleistungsflüssigkeitschromatografie bedanken.

Außerdem möchte ich Herrn Dr. Maximilian Freund für die technische Unterstützung bei der Filtration und der Abfüllung des Verjus danken.

Ein großer Dank geht an Frau Doris Häge M.Sc., die mich bei der Vor- und Nachbereitung, sowie der Durchführung der sensorischen Prüfung unterstützt hat.

Ebenfalls möchte ich mich bei Herrn Bernhard Jung (Fa. Carl Jung GmbH in Rüdesheim) bedanken, dass ich für die Versuche den alkoholfreien Wein kostenfrei nutzen durfte.

Ich möchte mich bei den Verkostenden, die an der sensorischen Prüfung teilgenommen haben, bedanken, und in diesem Zusammenhang Frau Dipl.-Ing. Ruth Lehnart und dem allgemeinen Studierendenausschuss Geisenheim für die Bewerbung der Verkostung im Vorfeld einen Dank ausdrücken. Im Zuge dessen möchte ich mich auch bei Frau Katharina Diemel und Frau Julia Hinkel für die Unterstützung bei der Durchführung der Prüfung bedanken.

Abschließend möchte ich meinen Eltern, Hedda und Dr. Roland Hinkel, danken, die mir die Versuchsfläche für die Herstellung des Verjus und den Grauburgunder zur Verfügung gestellt haben. Außerdem möchte ich diese Gelegenheit nutzen, um mich für die Unterstützung während meines Studiums und darüber hinaus zu bedanken.

Framersheim, 28. Mai 2021

Peter Leonard Hinkel

Abstract

Verjuice is made from unripe grapes and was already used more than 2000 years ago as a seasoning until it fell increasingly into oblivion with the introduction of the lemon to Europe. Today, verjuice is considered to be a niche product and is mainly used in fine dining restaurants. Studies show that the consumption of verjuice lowers blood pressure and helps regeneration after sports. Currently, the use of verjuice and its extracts is being discussed in cosmetics and certain food industries. In the course of this thesis, the use of verjuice as a blending partner in non-alcoholic wines, as well as an acidifier was investigated. For this purpose, grapes with a must weight of 44 °Oe were selectively harvested by hand. In contrast to the removal of double shoots in May, the harvest did not significantly reduce the average number of clusters per vine. The polyphenol content of the must was increased by enzymation. An alcohol-free wine was blended with 10 % and 20 % verjuice respectively. All samples were rated comparatively negatively by the testers. The willingness to buy and pay tended to increase by using verjuice. Approaches in order to improve the overall quality of the samples were compiled and the health relevance of non-alcoholic wines was elaborated. A Pinot Gris was acidified by 1.5 g/l. The testers preferred acidification with verjuice to acidification with tartaric or malic acid. The use of verjuice reduced the alcohol content of the wine by 0.9 % by volume. Hence, it represents a possibility for adaptation to climate change. Overall, the use of verjuice holds great potential, even if its use requires a delicate touch due to its high acidity. An implementation of verjuice in the German wine law is conceivable and is recommended on the basis of this work in both non-alcoholic and alcoholic wines.

Inhaltsverzeichnis

<i>Eidesstattliche Erklärung</i>	<i>I</i>
<i>Danksagungen</i>	<i>II</i>
<i>Abstract</i>	<i>III</i>
<i>Abbildungsverzeichnis</i>	<i>VII</i>
<i>Tabellenverzeichnis</i>	<i>IX</i>
<i>Abkürzungsverzeichnis</i>	<i>XI</i>
1 Einleitung	1
2 Literaturrecherche	3
2.1 Verjus	3
2.1.1 Geschichte des Verjus	3
2.1.2 Herstellung	5
2.1.3 Verwendung	6
2.1.4 Rechtliche Aspekte.....	8
2.2 Beerenentwicklung	9
2.2.1 Fruchtentwicklung.....	9
2.2.2 Sistierungsphase	10
2.2.3 Reifephase	10
2.2.4 Inhaltsstoffe der Beere.....	11
2.2.5 Einfluss des Klimawandels.....	13
2.3 Säuremanagement	15
2.3.1 Säuerung	16
2.3.2 Rechtliche Aspekte.....	16
2.4 Alkoholfreier Wein	17
2.4.1 Geschichte des alkoholfreien Weines.....	17
2.4.2 Entalkoholisierungsverfahren	18
2.4.3 Sensorik.....	21
2.4.4 Konsumverhalten.....	22
2.4.5 Rechtliche Aspekte.....	24
2.5 Hypothesen	25
2.5.1 Alkoholfreier Wein.....	26
2.5.2 Säuerung	26

3	<i>Material und Methode</i>	27
3.1	Herstellung Verjus	27
3.1.1	Versuchsfeld	27
3.1.2	Pflanzenschutz	28
3.1.3	Ertragsregulierende Maßnahmen	28
3.1.4	Lesezeitpunkt	29
3.1.5	Lese der Trauben für die Verjus Produktion	30
3.1.6	Verarbeitung	31
3.2	Analyse Verjus	33
3.2.1	Gesamtsäuregehalt und pH-Wert	34
3.2.2	Weinsäuregehalt nach Rebelein	34
3.2.3	Dichte	35
3.2.4	Weinsteinstabilität	35
3.2.5	Eiweißstabilität	35
3.2.6	Pektingehalt	36
3.2.7	Phenolgehalt	36
3.2.7.1	Gesamtphenolgehalt nach Folin-Ciocalteu	36
3.2.7.2	Flavanol-, Flavonol- und Phenolsäuregehalte mittels HPLC	36
3.3	Sensorische Prüfung	37
3.3.1	Vorbereitung der Proben	37
3.3.2	Verkostung	40
3.3.2.1	Alkoholfreier Wein	41
3.3.2.2	Verjus	42
3.3.2.3	Säuerung	42
3.4	Statistische Auswertung	42
4	<i>Ergebnisse</i>	44
4.1	Ertragsregulierende Maßnahmen	44
4.2	Phänologische Entwicklung der Rebe	45
4.3	Verarbeitung des Verjus	46
4.4	Analyse des Verjus	47
4.5	Sensorische Prüfung	50
4.5.1	Alkoholfreier Wein	50
4.5.1.1	Analyse der alkoholfreien Weine	50
4.5.1.2	Konsumverhalten der Prüfgruppe	51

4.5.1.3	Beurteilung der alkoholfreien Weine	53
4.5.2	Verjus	59
4.5.3	Säuerung	60
4.5.3.1	Analyse der angesäuerten Weine	60
4.5.3.2	Sensorische Prüfung der angesäuerten Weine	61
4.5.3.2.1	Präferenz	61
4.5.3.2.2	Säureintensität	61
5	<i>Diskussion</i>	63
5.1	<i>Verjus</i>	63
5.1.1	Herstellung	63
5.1.2	Gesundheitliche Relevanz	65
5.2	<i>Alkoholfreier Wein</i>	67
5.2.1	Entwicklung alkoholfreier Weine	67
5.2.2	Konsumverhalten in Deutschland	70
5.2.3	Gesundheitliche Relevanz alkoholfreier Weine	72
5.3	<i>Säuerung</i>	74
6	<i>Zusammenfassung</i>	76
7	<i>Literaturverzeichnis</i>	79
8	<i>Anhang</i>	93

Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1: Ernte und Verarbeitung der grünen Beeren „Agrestum“</i>	3
<i>Abbildung 2: Kaufvertrag eines Weinbergs im heutigen Hattenheimer Steinberg von 1225 (bearbeitet).</i>	4
<i>Abbildung 3: Trauben und Maische der pilzresistenten Sorte Merzling für die Produktion von Verjus.</i>	5
<i>Abbildung 4: Wichtigste Veränderungen in der Beerenentwicklung</i>	12
<i>Abbildung 5: Alkoholgehalte während der osmotischen Destillation</i>	19
<i>Abbildung 6: Qualitätsbewertung von Falanghina Weinen</i>	21
<i>Abbildung 7: Polyphenolgehalte alkoholfreier, alkoholreduzierter und alkoholhaltiger Weine im Vergleich.</i>	23
<i>Abbildung 8: Luftbild der Versuchsfläche auf dem Framersheimer Zechberg</i>	27
<i>Abbildung 9: Entfernen der Doppeltriebe am 11. Mai 2020.</i>	28
<i>Abbildung 10: Phänologische Entwicklungsstadien der Reben</i>	29
<i>Abbildung 11: Bonitur der phänologischen Entwicklungsstadien der Rebe</i>	30
<i>Abbildung 12: Lesegut der Rebsorte Chardonnay für die Weiterverarbeitung zu Verjus ..</i>	30
<i>Abbildung 13: Pressung des Verjus per Hydropresse</i>	31
<i>Abbildung 14: Schematischer Aufbau der Hydropresse 22600 der Fa. Speidel, Deutschland</i>	32
<i>Abbildung 15: Abfüllung des Verjus</i>	33
<i>Abbildung 16: Weinsäurebestimmung nach Rebelein</i>	35
<i>Abbildung 17: Verschnittkreuz zur Berechnung der Verhältnisse zwischen Wein und Verjus</i>	38
<i>Abbildung 18: Sensorische Prüfung im Sensorikraum 1 der Hochschule Geisenheim University</i>	41
<i>Abbildung 19: Kastengrafiken über die Anzahl der Gescheine pro Rebe</i>	44
<i>Abbildung 20: Kastengrafiken über die phänologischen Entwicklungsstadien der Rebe nach der BBCH-Skala</i>	45
<i>Abbildung 21: Verarbeitetes Lesegut für die Verjus Herstellung am 13. August 2020 nach der Pressung</i>	46
<i>Abbildung 22: Bestimmung des Gesamtphenolgehaltes nach Folin-Ciocalteu</i>	47
<i>Abbildung 23: Bernsteinfarbener Niederschlag von 1 mm und 16 mm Größe (links).</i>	48
<i>Abbildung 24: Beurteilung der Gelbfärbung durch den Pektintest mit Ethanol (rechts)</i>	48

<i>Abbildung 25: Alter der Verkoster:innen nach den relevanten Altersgruppen gemäß des statistischen Bundesamtes. (n=65)</i>	<i>50</i>
<i>Abbildung 26: Bisheriger Konsum eines alkoholfreien Weins durch die Verkoster:innen. 51</i>	
<i>Abbildung 27: Befragung von 65 Prüfenden zu denkbaren Trinkanlässen alkoholfreier Weine.....</i>	<i>52</i>
<i>Abbildung 28: Zahlungsbereitschaft der Konsument:innen für eine 0,75 l Flasche alkoholfreien Wein im Lebensmitteleinzelhandel in Euro. (n=62)</i>	<i>52</i>
<i>Abbildung 29: Gesamtgefallen der alkoholfreien Weine auf einer 9-Punkte-Skala</i>	<i>53</i>
<i>Abbildung 30: Kaufbereitschaft der alkoholfreien Weine auf einer 9-Punkte-Skala</i>	<i>54</i>
<i>Abbildung 31: Zahlungsbereitschaft der Konsument:innen für eine 0,75 l Flasche alkoholfreien Wein im Lebensmitteleinzelhandel in Euro</i>	<i>55</i>
<i>Abbildung 32: Säurewahrnehmung der alkoholfreien Weine</i>	<i>55</i>
<i>Abbildung 33: Süßewahrnehmung der alkoholfreien Weine.....</i>	<i>56</i>
<i>Abbildung 34: Säure-Süße-Matrix der alkoholfreien Weine.....</i>	<i>57</i>
<i>Abbildung 35: Gewichtete Penaltys der alkoholfreien Weine.....</i>	<i>58</i>
<i>Abbildung 36: Prinzip eines Membrankontaktor (bearbeitet)</i>	<i>93</i>
<i>Abbildung 37: Bauart der Rektifikationskolonne – schematisch.....</i>	<i>93</i>
<i>Abbildung 38: Schematische Darstellung der Schleuderkegelkolonne (bearbeitet)</i>	<i>94</i>
<i>Abbildung 39: Schirme eins (oben) und zwei (unten) der sensorischen Prüfung</i>	<i>96</i>
<i>Abbildung 40: Schirme drei (oben), vier (Mitte) und fünf (unten) der sensorischen Prüfung</i>	<i>97</i>
<i>Abbildung 41: Schirme zwölf (oben), 14 (Mitte) und 16 (unten) der sensorischen Prüfung</i>	<i>98</i>
<i>Abbildung 42: Schirme 17 (oben) und 18 (unten) der sensorischen Prüfung.....</i>	<i>99</i>

Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1: Konzentration des Eluenten B im Verlauf der HPLC</i>	<i>37</i>
<i>Tabelle 2: Übersicht der Proben, ihrer Zusammensetzung und Kodierung.....</i>	<i>39</i>
<i>Tabelle 3: Ertragsschätzung in kg/ha.....</i>	<i>45</i>
<i>Tabelle 4: Auspressquoten der Verjus-Varianten in Prozent im Vergleich</i>	<i>46</i>
<i>Tabelle 5: Mostanalyse der verschiedenen Verjus vom 17. August 2020</i>	<i>47</i>
<i>Tabelle 6: Flavanol-, Flavonol- und Phenolsäuregehalte der Verjus Varianten per HPLC</i>	<i>49</i>
<i>Tabelle 7: Zucker- und Säuregehalte der alkoholfreien Weine.....</i>	<i>51</i>
<i>Tabelle 8: Gesamtgefallen der alkoholfreien Weine nach Süße-Säure-Wahrnehmung der Prüfenden.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabelle 9: Produkteigenschaften der alkoholfreien Weine</i>	<i>59</i>
<i>Tabelle 10: Ergebnisse der Rangordnungsprüfung des Verjus nach persönlicher Präferenz der Verkoster:innen</i>	<i>59</i>
<i>Tabelle 11: Analysewerte der Säuerungsvarianten.....</i>	<i>60</i>
<i>Tabelle 12: Ergebnisse der Rangordnungsprüfung der angesäuerten Weine nach persönlicher Präferenz der Verkoster:innen</i>	<i>61</i>
<i>Tabelle 13: Ergebnisse der Rangordnungsprüfung der angesäuerten Weine nach Säureintensität</i>	<i>62</i>
<i>Tabelle 14: Übersicht der Maßnahmen zum Pflanzenschutz in 2020</i>	<i>94</i>
<i>Tabelle 15: Bonituren der Entwicklungsstadien der Reben.</i>	<i>95</i>
<i>Tabelle 16: p-Werte für den Messparameter Gescheine pro Rebe</i>	<i>96</i>
<i>Tabelle 17: Rohdaten der sensorischen Prüfung der alkoholfreien Variante 1 (Prüfende 1 bis 33)</i>	<i>100</i>
<i>Tabelle 18: Rohdaten der sensorischen Prüfung der alkoholfreien Variante 1 (Prüfende 34 bis 65)</i>	<i>101</i>
<i>Tabelle 19: Rohdaten der sensorischen Prüfung der alkoholfreien Variante 2 (Prüfende 1 bis 33)</i>	<i>102</i>
<i>Tabelle 20: Rohdaten der sensorischen Prüfung der alkoholfreien Variante 2 (Prüfende 34 bis 65)</i>	<i>103</i>
<i>Tabelle 21: Rohdaten der sensorischen Prüfung der alkoholfreien Variante 3 (Prüfende 1 bis 33)</i>	<i>104</i>

<i>Tabelle 22: Rohdaten der sensorischen Prüfung der alkoholfreien Variante 3</i>	
<i>(Prüfende 34 bis 65)</i>	<i>105</i>
<i>Tabelle 23: Rohdaten der Rangordnungsprüfung Präferenz Verjus.....</i>	<i>106</i>
<i>Tabelle 24: Rohdaten der Rangordnungsprüfung Präferenz Säuerung.....</i>	<i>107</i>
<i>Tabelle 25: Rohdaten der Rangordnungsprüfung Säureintensität.....</i>	<i>108</i>

Abkürzungsverzeichnis

A1	Alkoholfreie Variante 1
A2	Alkoholfreie Variante 2
A3	Alkoholfreie Variante 3
Abb.	Abbildung
ÄS	Äpfelsäure
BBCH-Skala	Phänologische Entwicklungsstadien der Weinrebe (Eichhorn & Lorenz, 1994) nach der erweiterten Skala der biologischen Bundesanstalt, dem Bundesortenamt und der chemischen Industrie
Bzw.	Beziehungsweise
Ca.	Circa
Eng.	Englisch
ES	Entwicklungsstadium
Fa.	Firma
HPLC	Hochleistungssäulenchromatographie (englisch (engl.) High Performance Liquid Chromatography)
NTU	Nephelometrischer Trübungswert (engl. nephelometric turbidity Unit)
S1	Säuerungsvariante 1
S2	Säuerungsvariante 2
S3	Säuerungsvariante 3
SCC	Schleuderkegelkolonne (engl. Spinning Cone Column)
Stabw.	Standardabweichung
Tab.	Tabelle
Vgl.	Vergleiche
% vol.	Volumenprozent
V1	Verjusvariante 1

V2	Verjusvariante 2
V3	Verjusvariante 3
WeinG	Weingesetz
WS	Weinsäure
WeinV	Weinverordnung

1 Einleitung

„Alkoholfreier Wein: Lass es sein!“ Unter dieser Überschrift fasste der Falstaff seine Verkostungsnotiz zu verschiedenen alkoholfreien Weinen des Handels zusammen. Die Qualität der verkosteten Produkte habe nicht überzeugt, sodass „der Begriff genießbar [...] nicht angewendet werden [konnte]“ (Moser 2019). Wein verliert durch die Entalkoholisierung an Körper und Nachhall (Liguori u. a. 2019). Getrunken wird alkoholfreier Wein vor allem von Autofahrenden, gesundheitlich eingeschränkten, sowie gesundheitsbewussten Personen (Heinzelmann 2015). Um das Verkaufsargument Gesundheit stärker zu fokussieren ist die Zugabe von Verjus zu alkoholfreien Weinen denkbar. Verjus ist der unvergorene Saft aus unreifen Trauben, der durch den hohen Gehalt an Polyphenolen gesundheitsförderlich ist, und den Blutdruck senkt (Alipour, Davoudi, und Davoudi 2011). Verjus wurde bereits 400 v. Chr. durch Hippokrates beschrieben (Regierungspräsidium Darmstadt, Dezernat Weinbau Eltville 2011), und galt lange Zeit als natürlicher Essig (Huber 2014). Der Lesezeitpunkt beeinflusst das Säure-Süße-Verhältnis des Verjus deutlich (Amann und Zimmermann 2008). Die Idee ist durch Zugabe eines relativ spät gelesenen Verjus eine weitere Komponente im alkoholfreien Wein zu etablieren, wodurch die Qualität steigt. Damit soll das qualitative Problem der alkoholfreien Weine gelöst werden, und ein spannendes Spiel aus Süße und Säure etabliert werden. Bislang wurde dies noch nicht durchgeführt, weshalb diese Thesis einen wesentlichen Beitrag zur Zukunft der alkoholfreien Weine leistet. Im Rahmen der Arbeit wird die Herstellung des Verjus beleuchtet, und die Produkte Verjus und alkoholfreier Wein werden durch eine Prüfgruppe verkostet. Neben den rechtlichen Rahmenbedingungen werden Möglichkeiten der Entalkoholisierung thematisiert. Dabei bleibt der Fokus auf der Getränkeentwicklung und der Herstellung des Verjus.

Durch den Klimawandel steigt die Temperatur während der Reifephase, was eine stärkere Veratmung der Äpfelsäure und damit niedrigere Säuregehalte im Most und Wein zur Folge hat. Ab einem pH-Wert von 3,5 werden mikrobiologische Aktivitäten begünstigt und die geschmackliche Wahrnehmung eines Weines wird verändert, weshalb eine Säuerung notwendig ist (Hamatschek 2015). Der Einsatz von einem sauren Verjus für die Säuerung von Wein wurde im Deutschen Weinmagazin diskutiert, und als geschmacklich zu sauer eingestuft (2008). Im Gegensatz zu den Versuchen in 2007 soll im Rahmen dieser Thesis ein relativ spät gelesener Verjus als Säuerungsmittel in Wein eingesetzt werden. Die Hypothese ist, dass ein mit Verjus gesäuerter Wein gegenüber einem mit Wein- beziehungsweise (bzw.) Äpfelsäure behandelten Wein von der Prüfgruppe präferiert wird. Neben den rechtlichen

Rahmenbedingungen und der Notwendigkeit der Säuerung von Weinen thematisiert diese Arbeit die Eignung von Verjus zur Säureadaption vor dem Hintergrund steigender Anforderungen an die Deklaration von Zusatzstoffen in Weinen und in Hinblick auf die klimatischen Veränderungen.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass Verjus ein jahrtausendealtes Getränk ist, das in den letzten Jahrzehnten wieder an Beachtung gewann. Die Lese des Verjus kann als Ertragsregulierung genutzt werden, und der Saft hat gesundheitsfördernde Eigenschaften, weshalb die Verwendung von Verjus in der Weinbranche stärker thematisiert werden sollte. Diese Arbeit zeigt anhand der Säuerung von Wein und der Entwicklung eines alkoholfreien Weines Möglichkeiten zur Verwendung von Verjus auf, und diskutiert deren Anwendbarkeit für die Zukunft.

2 Literaturrecherche

2.1 Verjus

2.1.1 Geschichte des Verjus

Der Begriff Verjus stammt aus dem Französischem und ist eine Kombination der Wörter vert, das im Deutschen mit grün übersetzt wird, und dem Wort jus, das Saft bedeutet (Ballschmiter 2007). Die Übersetzung grüner Saft greift die Herstellung des Saftes auf, der aus grünen, unreifen Trauben gewonnen wird und bereits 400 v. Chr. bekannt war (Regierungspräsidium Darmstadt, Dezernat Weinbau Eltville 2011). Abbildung (Abb.) 1 zeigt die Lese und Verarbeitung der unreifen Trauben für die Herstellung von Verjus. Die Bilderhandschrift wurde um das Jahr 1390 angefertigt. 1485 wurde die Herstellung von Verjus auch durch Bartolomeo Sacchi beschrieben (Platina und Fabian 1979).



Abbildung 1: Ernte und Verarbeitung der grünen Beeren „Agrestum“
Bilderhandschrift um 1390 (Cod. ser. nov. 2644, ÖNB, Wien), Quelle: (Lorey 2007)

Je nach Sprache und Zeitalter ist Verjus in der Literatur auch unter den Begriffen Verjuice, Koruk, Agrest, Agraz, Agresto und Abe Ghureh zu finden (Dupas de Matos und Curioni 2016). In der Literatur wurde der Saft aus unreifen, grünen Trauben häufig als Heilmittel verwendet. Hippokrates (um 460 – 370 v. Chr.) schrieb dem Saft neben gesundheitsförderlicher, auch aphrodisierende Eigenschaften zu. Plinius (23-70 n. Chr.) beschreibt Salben auf Basis von unreifem Olivensaft. Auch im ältesten deutschen Arzneimittelbuch, das um 795 entstand, zählt der Saft unreifer Weintrauben zu der Grundausrüstung einer jeden Klosterapotheke (Lorey 2007).

In einer Urkunde aus dem Jahr 1225 wurde die Produktion von Agrest im Hattenheimer Steinberg beschrieben. Zwei Handkörbe unreifer Trauben waren für Kranke im Hospital vorgesehen (Hessisches Hauptstaatsarchiv 2021). Dort verwendete man den daraus gewonnenen sauren Saft pur zur Wundbehandlung und mit Zucker zubereitet als fiebersenkender Sirup (Lorey 2017). Abb. 2 zeigt die von Abt Erkenbert auf Latein verfasste Urkunde.

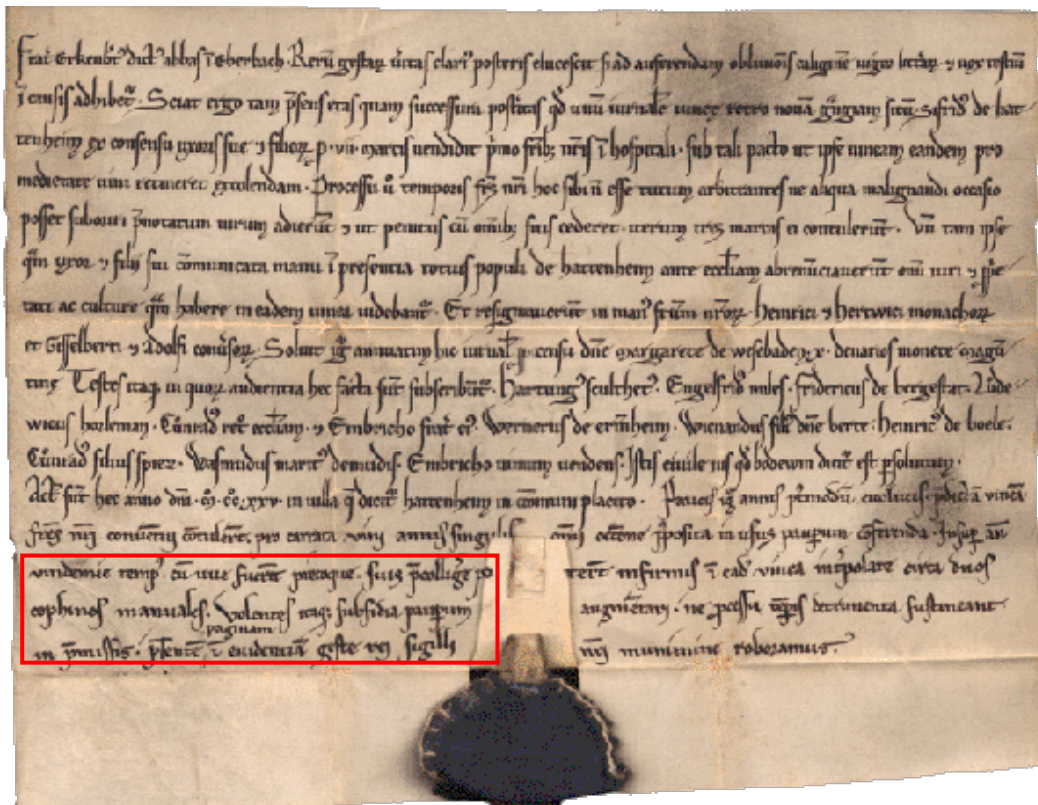


Abbildung 2: Kaufvertrag eines Weinbergs im heutigen Hattenheimer Steinberg von 1225 (bearbeitet). Quelle: (Hessisches Hauptstaatsarchiv 2021)

Im Mittelalter wurde Agrest als Würzmittel in vielen Gerichten verwendet. Dies wurde im Kochbuch „Le Viandier de Taillevent“, das bis ins 16. Jahrhundert die Esskultur Frankreichs prägte, festgehalten. Guillaume Tirel (um 1312 bis 1395 n.Chr.), der Chefkoch König Karls V., hat die Rezepte aufgezeichnet. Das Kochbuch geht vermutlich auf eine handschriftliche Rezeptsammlung aus dem 13. Jahrhundert zurück. 49 von 133 Rezepten wurden darin mit Agrest zubereitet (Lorey 2017).

Mit der Einführung der Zitrone nach Europa durch die Kreuzfahrenden wurde Verjus als Säuerungsmittel zunehmend unbedeutender, und erfuhr erst wieder in den letzten Jahren einen Aufschwung (Lorey 2007). In der südöstlichen Türkei und dem Mittelmeerraum wurde der Saft traditionell unfiltriert und unbehandelt in der Zubereitung von traditionellen Gerichten, Salaten, Getränken und Würstchen verwendet (Hayoglu u. a. 2009).

2.1.2 Herstellung

Die Lese des Verjus erfolgt bei einem Mostgewicht von 10 bis 20 °Oe und einem Säuregehalt von 20 bis 30 g/l (Amann und Zimmermann 2008). Abb. 3 zeigt die unreifen Trauben der Rebsorte Merzling, die für die Verjus Herstellung geerntet wurden. Die Trauben zur Herstellung von Verjus können selektiv im Rahmen einer Ertragsregulierung geerntet werden. Alternativ kann auch der gesamte Stock gelesen werden (Dupas de Matos und Curioni 2016). Da die Beere fest am Stielgerüst sitzt, ist eine Entrappung nicht vorgesehen. Die Trauben werden mit den Kämmen zu Maische verarbeitet (Regierungspräsidium Darmstadt, Dezernat Weinbau Eltville 2011). Der Saft der unreifen Trauben wird von Äpfel- sowie Weinsäure dominiert. „Darüber hinaus enthält dieser Presssaft erhebliche Mengen an Polyphenolen“ (Bundesministerium für Gesundheit 2014). Im Vergleich unterschiedlicher Lesezeitpunkte zeigte sich, dass eine frühe Lese, die vor der Zuckereinlagerung in die Beere stattfindet, deutlich höhere Polyphenolgehalte, sowie höhere Konzentrationen an Kaffeesäure, Catechin, Gallussäure und Quercetin-Glucosid liefert als eine Lese, die erfolgt während die Zuckereinlagerung in der Beere bereits begonnen hat (Pour Nikfardjam 2008).



Abbildung 3: Trauben und Maische der pilzresistenten Sorte Merzling für die Produktion von Verjus. Foto: Amann; Quelle: (Amann und Zimmermann 2008)

Hydroxyzimtsäuren, die in der Kosmetikindustrie in Hautcremes zu finden sind, werden auch in der Lebensmittelindustrie als Oxidationsschutz eingesetzt. Vendramin u. a. entwickelten ein Protokoll zur Extraktion der Hydroxyzimtsäuren aus Verjus. Damit soll der Lösungsmittelbedarf in der industriellen Phenolextraktion reduziert und Kosten eingespart werden (Vendramin, Viel, und Vincenzi 2021). Das Protokoll wurde bislang noch nicht im industriellen Maßstab angewendet.

Fia u. a. untersuchten die Extraktion der Polyphenole in Abhängigkeit zur Mazerationzeit. Dabei wurde das eingemaischte Lesegut bei 6 °C über einen Zeitraum von 96 Stunden alle sechs Stunden für 30 Minuten vermischt. Trockeneis kam zum Oxidationsschutz zum Einsatz. Es wurde festgestellt, dass der Gesamtphenolgehalt nach 72 Stunden am größten war. Der Phenolgehalt korrelierte mit dem antioxidativen Potential des Mostes (Fia u. a. 2020). Dupas de Matos et al. untersuchten verschiedene Verjus, die sich in Rebsorte und dem Lesezeitpunkt unterschieden. Als Lesezeitpunkte wurde der Traubenschluss, 15 Tage nach dem Traubenschluss und der Zeitpunkt der Veraison gewählt. Der Lesezeitpunkt nahm dabei Einfluss auf den Säuregehalt, der zwischen 17,4 und 40,5 g/l lag und den pH-Wert von 2,9 bis 2,6 bedingte. Im Versuch hatte der Lesezeitpunkt den größten Einfluss auf das Endprodukt. Die Rebsorte beeinflusste lediglich das Aroma und nicht den Geschmack. Konservierungsmittel wie Kaliumbisulfit konnten die Oxidation und Anfälligkeit gegenüber Mikroorganismen reduzieren (Dupas de Matos u. a. 2017).

Da die Lese zum Beginn der Reifephase stattfindet, ist auf entsprechende Wartezeiten der Pflanzenschutzmittel zu achten, bzw. sind interspezifische Rebsorten zu wählen, die pilzresistent sind. Eine Bentonitschönung in der Verarbeitung wird empfohlen. Der filtrierte Saft sollte pasteurisiert abgefüllt werden (Regierungspräsidium Darmstadt, Dezernat Weinbau Eltville 2011). Im Versuch von Kaya und Unluturk wurde gezeigt, dass durch die Kombination aus UV-C-Strahlung und einer Temperatur von 50 °C die Hefeaktivität inaktiviert wird. Damit kann die Prozesstemperatur der Pasteurisierung reduziert werden und das Produkt wird geschont (Kaya und Unluturk 2019). Da die Trauben vor der Veraison geerntet werden, sind sie noch sehr hart und können zu Problemen bei dem Auspressen führen. Der Einsatz von Pektinasen in Höhe von circa (ca.) 2 g/hl kann die Pressausbeute verbessern, die im Schnitt unter 40 % des Traubengewichtes liegt. „Das Einmaischen muss mitunter wiederholt werden, damit der Saft besser austreten kann“ (Marbé-Sans 2018).

2.1.3 Verwendung

Die Nachfrage nach natürlichen Lebensmitteln, die einen positiven Beitrag zur Gesundheit leisten, steigt. Die Lebensmittelindustrie ist auf der Suche nach kostengünstigen Möglichkeiten diese Nachfrage zu bedienen. Verjus, der als Nebenprodukt der Weinherstellung produziert werden kann, hat antioxidative Eigenschaften und kann als Zusatzstoff die Haltbarkeit von Lebensmitteln erhöhen (Öncül und Karabiyikli 2015). Schon früher wurde Verjus typischerweise als Essig verwendet (Huber 2014). Das Würzmittel zeichnet sich im Gegensatz zu Weinessig durch eine milde Säure aus (Tränkle 2018). Aufgrund des niedrigen

Gehaltes an flüchtiger Säure riecht Verjus nicht unangenehm (Dupas de Matos u. a. 2018). Heute wird Verjus vor allem in der Gastronomie eingesetzt, und gewinnt zunehmend an Bedeutung. Besonders als Säurekomponente eignet sich der Saft hervorragend für Salatsoßen. Im Versuch bevorzugten Konsumierende Salate, deren Dressing mit Verjus angemacht wurde, gegenüber Salatsoßen auf Essigbasis (Dupas de Matos u. a. 2018).

Die Produktionsmenge von Verjus in Frankreich wird auf jährlich 250 hl geschätzt (Hamatschek 2015). Die Trinkweibilanz für den deutschen Markt fasst Verjus unter die sonstigen Erzeugnisse zu denen auch Weingummi, Weindessert, Weingelee, Weinbrandpralinen, Wein-Senf, Traubenkernprodukte, Trester- und Hefebrand, sowie Weinlikör zählen. In der Summe wird eine Verarbeitungsmenge von 700 hl für diese Produkte geschätzt (Loose und Kohlmann 2017).

Wie bereits von Hippokrates beschrieben hat Verjus antioxidative Eigenschaften. In einem Versuch konnte die Ausgangspopulation von Salmonellen (*Salmonella typhimurium*) auf Salat durch den Einsatz von Verjus signifikant reduziert werden (Karapinar und Sengun 2007). Auch auf Geflügel konnte die Zellzahl von *Escherichia coli* Bakterien und Salmonellen im Vergleich zur Kontrolle um 50 % reduziert werden. Dazu wurde Fleisch 48 Stunden in einer Marinade, die zur Hälfte aus Verjus zubereitet wurde, eingelegt und anschließend die Zellzahl bestimmt (Sengun, Kilic, und Ozturk 2020).

Proserpio u. a. haben die Verbraucherakzeptanz von Rote Bete Püree untersucht, das mit Verjusextrakt versetzt wurde. Durch den Zusatz wurde der Phenolgehalt des Produktes erhöht. Die Akzeptanz der Verbrauchenden stieg unter Verwendung des Extraktes. Durch Informationen zu der gesundheitsförderlichen Wirkung des Zusatzes von Verjusextrakt stieg die Erwartung der Verbraucher:innen. Funktionslebensmittel, die gezielt mit Phenolen angereichert werden, um die Lebensqualität zu erhöhen, gibt es noch nicht im großen Stil auf dem Markt. Im Zuge steigender Anforderungen an die Qualität von Lebensmitteln stellt dies aber eine neue Produktgruppe dar, die Wachstumspotential hat (Proserpio u. a. 2020).

Die Zugabe von Verjuskonzentrat zu karbonisierten und nichtkarbonisierten alkoholfreien Getränken wurde durch Guler und Tokusoglu untersucht. Sie stellten fest, dass durch die Zugabe des Verjuskonzentrates der Gesamtphenolgehalt und das antioxidative Potential des Getränkes stiegen. Auch der Gehalt an organischen Säuren wie Äpfelsäure und Weinsäure wurde durch den Verschnitt signifikant erhöht. Verjus sei damit eine potentielle Alternative zu bisherigen Antioxidationsmitteln in der alkoholfreien Getränkebranche (Guler und Tokusoglu 2016).

Die gesundheitsfördernde Wirkung von Verjus wurde auch von Alipour untersucht. Dazu haben 30- bis 60-jährige Proband:innen über einen Versuchszeitraum von vier Wochen zweimal täglich 200 ml Verjus konsumiert. Es wurde beobachtet, dass der Blutdruck, der unter Hyperlipidämie und Bluthochdruck leidenden Proband:innen, signifikant reduziert wurde. Zudem konnte eine Reduzierung der Lipoprotein-Cholesterin-, der Triglycerid- und der Cholesterinkonzentrationen festgestellt werden (Alipour u. a. 2011). Die bioaktiven Komponenten des Verjus konnten durch eine Ultraschall-Behandlung erhöht werden. Diese hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Sensorik des Verjus (Yıkımsı, Bozgeyik, und Şimşek 2020). Im Gegensatz zu den Versuchen von Yıkımsı u. a., bei denen die Behandlung bei einer Frequenz von 26 kHz durchgeführt wurde, kam bei Bagheri und Esmaili eine Frequenz von 20 kHz zum Einsatz. Dabei konnte der Gesamtphenolgehalt deutlich gesteigert werden (Bagheri und Esmaili 2017).

Die antikarzinogene Wirkung von Verjus wurde durch Nasser u. a. untersucht. Dabei konnte das Wachstum von Lungenadenokarzinomzellen verlangsamt und reduziert werden. Darüber hinaus konnte die Wirkung des Zytostatikums Cisplatin durch die Kombination mit Verjus gesteigert werden. Die Lebensfähigkeit der A-549 Zellen wurde signifikant reduziert (Nasser u. a. 2020).

2.1.4 Rechtliche Aspekte

Der Begriff „Verjus“ gehört nicht zu den geschützten traditionellen Begriffen (Stand 08. April 2021) (European Commission 2021). Verjus unterliegt der Lebensmittelkennzeichnung. Daher sind die Angaben der Verkehrsbezeichnung, des Herstellenden, des Jahrgangs, der Rebsorte, des Nennvolumens, der Mindesthaltbarkeit, der Nährwertangaben und der Loskennzeichnung zwingend erforderlich. Eine Allergenkennzeichnung ist nicht erforderlich, da bei der Herstellung der Zusatz von Schwefel untersagt wird. Dies ist analog zum Traubensaft. Im Gegensatz zum Traubensaft, der ein Mindestmostgewicht von 55 °Oe aufweisen muss, gibt es für Verjus keine Vorgaben für Mindest- oder Maximalgehalte an Säuren und Zucker. Die Verwendung von Ascorbinsäure als Oxidationsschutz ist zulässig. Nicht genannt werden darf das Wort „Erzeugerabfüllung“, sowie eine Orts-, Lagen- oder Anbaugebietsnennung (Regierungspräsidium Darmstadt, Dezernat Weinbau Eltville 2011). Da Verjus eine niedrigere Pressausbeute als herkömmlicher Wein hat, wird das Vermarktungs- bzw. Verarbeitungsweinkontingent des erzeugenden Betriebes nur um die tatsächlich gewonnenen Liter belastet, und muss in der Verwendungs- bzw. Verwertungsmeldung

aufgeführt sein (Landwirtschaftskammer Rheinland-Pfalz 2016). Bei einem Zukauf von Trauben mit dem Zweck der Verjuserstellung müssen 78 l je 100 kg Trauben dem Kontingent abgezogen werden (§8 Weinverordnung (WeinV) zu §12 Weingesetz (WeinG)).

Verjus darf zur Erzeugung von Land-, Qualitäts- und Prädikatsweinen nicht verwendet werden, da er das notwendige Mindestmostgewicht nicht erfüllt (§2 WeinG). Ein Wein, der mit Verjus verschnitten wurde, darf nur noch als weinhaltiges Getränk in Verkehr gebracht werden (§2 WeinG). Verjus darf nicht zur Süßung verwendet werden, da bei Landweinen, Qualitätsweinen und Prädikatsweinen nur Traubenmost eingesetzt werden darf (§16 WeinV). Der natürliche Alkoholgehalt von Qualitätsweinen darf durch Saccharose, rektifiziertes Traubenmostkonzentrat, oder Traubenmost erhöht werden. Landweine dürfen nicht mit konzentriertem Traubenmost angereichert werden (§15 WeinV).

2.2 Beerenentwicklung

Im Folgenden werden die unterschiedlichen Stadien der Beerenentwicklung ab dem Stadium des Fruchtausatzes thematisiert, um den richtigen Lesezeitpunkt des Verjus bestimmen zu können. Die Einlagerung der Inhaltsstoffe in die Beere und der Einfluss des Klimawandels auf die Rebe werden beleuchtet.

Nach der Winterruhe treiben die Knospen der Reben aus, und die Blätter entfalten sich. Mit fortschreitendem Triebwachstum werden zunächst die Gescheine größer, ehe sich die Einzelblüten abspreizen. Der Blütebeginn ist charakterisiert durch das Lösen der Blütenkämpchen vom Blütenboden, die im Verlauf der Blüte vollständig abgeworfen werden. Nach der Blüte sind die Fruchtausätze sichtbar und das Makrostadium Fruchtentwicklung beginnt (Eichhorn und Lorenz 1994). Der Anteil der Blüten, die einen Fruchtausatz ausbilden, beträgt zwischen 20 und 50 Prozent und ist witterungsabhängig. Optimale Blühbedingungen sind Temperaturen zwischen 20 und 30 °C. Ein Nährstoff- oder Wasserdefizit verstärkt die Verrieselung und reduziert den Fruchtausatz. Auch starke Niederschlagsereignisse während der Blüte verstärken die Verrieselung (Keller 2010).

2.2.1 Fruchtentwicklung

Im Makrostadium der Fruchtentwicklung entwickelt sich der Fruchtknoten und die charakteristische Traubenform wird gebildet. Dabei nimmt das Volumen der Beeren, die zunächst die Größe eines Schrotkorns aufweisen, stets zu. Bis die Beeren das Stadium der Erbsengröße erreicht haben, senkt sich das Stielgerüst, und die Traube hängt am Trieb. Die

Fruchtentwicklung endet mit dem Traubenschluss, bei dem die Beeren das Stielgerüst verdecken, und sich berühren (Eichhorn und Lorenz 1994). Die Phase des primären Dickenwachstums umfasst ca. 30 bis 40 Tage, und ist auch als Zellteilungsphase bekannt (Müller 2016). Bestimmender Faktor für die Größe der Beere ist die Anzahl der Kerne und das daraus abgeleitete Auxin (Keller 2010). Das Phytohormon Auxin unterdrückt das Seitentriebwachstum der Rebe und ist für die Zellstreckung verantwortlich (Alleweldt und Istar 1969). Gemäß der Säurewachstumstheorie aktiviert Auxin in Kombination mit Phytochromen die membranständigen ATPasen. Protonen werden im Austausch mit Kalium-Ionen in die Zellwand exportiert, was den pH-Wert der Zellwand reduziert. Folglich werden Expansine aktiviert, die die Wasserstoffbrückenbindungen zwischen den Zellwandfasern auftrennen, wodurch der Zellwanddruck sinkt. Gleichzeitig sorgt die Verlagerung der Kalium-Ionen in die Vakuole für eine Reduktion des osmotischen Potentials der Zelle. Dies wird verstärkt durch die im Zuge der Fruchtentwicklung eingelagerten organischen Säuren in die Beeren. Um das osmotische Potential auszugleichen, kommt es zum Wassereinstrom in die Zelle, was die Weitung der Zellwand bedingt, und damit die Streckung der Zelle verursacht. Damit ist das primäre Dickenwachstum der Zelle in der Zellteilungsphase maßgeblich auf die Zellstreckung zurückzuführen (Keller 2010).

2.2.2 Sistierungsphase

Die Zellteilung kommt in der Sistierungsphase, die auch LAG-Phase genannt wird, zum Stillstand. Die Dauer dieser Phase variiert je nach Rebsorte von sieben bis 21 Tagen und ist maßgeblich für den Lesezeitpunkt verantwortlich (Marbé-Sans 2018). Die Entblätterung der Traubenzone während der Sistierungsphase verschob den Lesezeitpunkt von Sangiovese um eine Woche nach Hinten ohne den Gehalt an Phenolen negativ zu beeinflussen (Poni u. a. 2013). Die Kernreife wird in der Sistierungsphase abgeschlossen und geht zum Zeitpunkt der Veraison in die sogenannte Reifephase über. Dies zeigt sich auch in einer veränderten Genexpression. So wird die Akkumulation der Tannine in den Kernen eingestellt und die Bildung von Anthocyanen begünstigt (Massonnet u. a. 2017).

2.2.3 Reifephase

Zusätzlich zu der Verfärbung roter Rebsorten ist das Weichwerden der Beeren charakteristisch für den Beginn der Reifephase. Dies wird in Abb. 4 durch die Färbung der Beere dargestellt. Die Zerlegung der Mesokarpzellwände in der Sistierungsphase durch Expansine

(vergleiche (vgl.) 2.2.1) ermöglicht die Expansion der Zellen. Daher wird häufig von einer Zellstreckungsphase gesprochen (Keller 2010). In der Reifephase werden Zucker über das Phloem in die Beere eingelagert. Glucose und Fructose, die zu gleichen Teilen in der Beere vorliegen, machen dabei mehr als 95 Prozent der Zucker aus. Die Transportform der Zucker ist die Saccharose, die in der Beere durch Invertase gespalten wird. Maximal kann ca. 250 g/l Zucker in die Beere eingelagert werden. Höhere Konzentrationen werden durch das Eintrocknen der Beeren, oder durch Edelfäule erreicht (Blaich 2000). Die Konzentration an Wein- und Äpfelsäure nimmt während der Reifephase ab. Durch Einlagerung von Zucker und Wasser tritt ein Verdünnungseffekt auf, der die Konzentration der Weinsäure reduziert (Keller 2010). Wasser kann bis zur Veraison über das Xylem und das Phloem in die Beere transportiert werden. Aus der Beere entweicht Wasser über Transpiration sowie den Xylemrückfluss. Da ab der Veraison die Wasserzufuhr über das Xylem nur noch eingeschränkt möglich ist, erfolgt der Transport des Wassers und der darin gelösten Stoffe verstärkt über das Phloem (Schultz 2005). Abb. 4 verdeutlicht diesen Wechsel. Der Transport über das Phloem erfolgt in der Reifephase überwiegend apoplastisch. Dabei nimmt die Invertase durch Aufspaltung der Saccharose in Monosaccharide Einfluss auf das osmotische Potential der Zelle, und sorgt für ein Konzentrationsgefälle zwischen dem Phloem und dem Apoplast. Dadurch wird die Zuflussrate in die Zelle aufrechterhalten (Lalonde u. a. 2003). Zusätzlich erhöht Abszisin säure die Permeabilität der Zellwand und erleichtert dadurch die Phloementladung (Blaich 2000).

Neben dem Verdünnungseffekt sinkt die Konzentration der Äpfelsäure hauptsächlich durch Veratmung (Baumgartner, Pulver, und Ruffner 2004). Äpfelsäure wird mittels Malatdehydrogenase zu Oxalacetat dehydriert (Lemberkovics 2016). Die Veratmung der Äpfelsäure ist stark temperaturabhängig (Marbé-Sans 2018). Der Abbau findet hauptsächlich tagsüber statt. Eine ausreichende Entblätterung kann die Belüftung der Traubenzone verbessern, die Traubentemperatur senken und dadurch den Äpfelsäureabbau reduzieren (Kliwer 1971).

2.2.4 Inhaltsstoffe der Beere

Während der Zellteilungsphase werden Äpfelsäure und Weinsäure in die Beeren eingelagert. Äpfelsäure wird im Zuge des Zitronensäurezyklus gebildet (Lemberkovics 2016). Daher dient Äpfelsäure als Energiespeicher, und kann in der Reifephase zur Energiegewinnung dehydriert werden (Kliwer 1971). Weinsäure, die sich aus der Ascorbinsäure ableitet, wird vor allem in jungem Gewebe gebildet, und nicht metabolisiert (Lemberkovics 2016).

Weinsäure kann mit Kalium und Kalzium in der Beere versalzen, und in Idioblasten Kristalle bilden (Kliewer 1971).

In der Zellteilungsphase reichern sich neben Säuren auch Polyphenole in der Beere an. Diese liegen mit Ausnahme der Flavanole und Procyanidine glycosidisch gebunden vor. Hydroxyzimtsäuren werden im Fleisch der Beere, Tannine in den Kernen und der Haut der Beere, und Flavonole in der Haut der Beere angereichert (Keller 2010). Phenolsäuren und Flavonoiden werden, wie alle Polyphenole, aus Phenylalanin bzw. dessen Vorstufe Shikimisäure gebildet (Lemberkovics 2016). Im Wein kommen hauptsächlich die Hydroxyzimtsäuren Coutarsäure, Caftaräure, Kaffeesäure und Cumarsäure vor. Hydroxyzimtsäuren sind die Vorstufen flüchtiger Phenole, und beeinflussen damit den Geruch und Geschmack des späteren Weines (Prasnikar, Hann, und Eder 2014). Nach der Veraison sinkt der Gehalt an Hydroxyzimtsäuren, da diese umgesetzt werden (Keller 2010). Flavanole, die auch Catechine genannt werden, reichern sich in den Kernen der Beeren an. Wie Flavonole und Tannine sind Flavanole maßgeblich für den bitteren Geschmack mancher Weine verantwortlich. Flavonole werden bereits während der Zellteilungsphase eingelagert, da sie als Sonnenschutz fungieren noch bevor Anthocyane ab der Reifephase diese Aufgabe mittragen (Massonnet u. a. 2017).

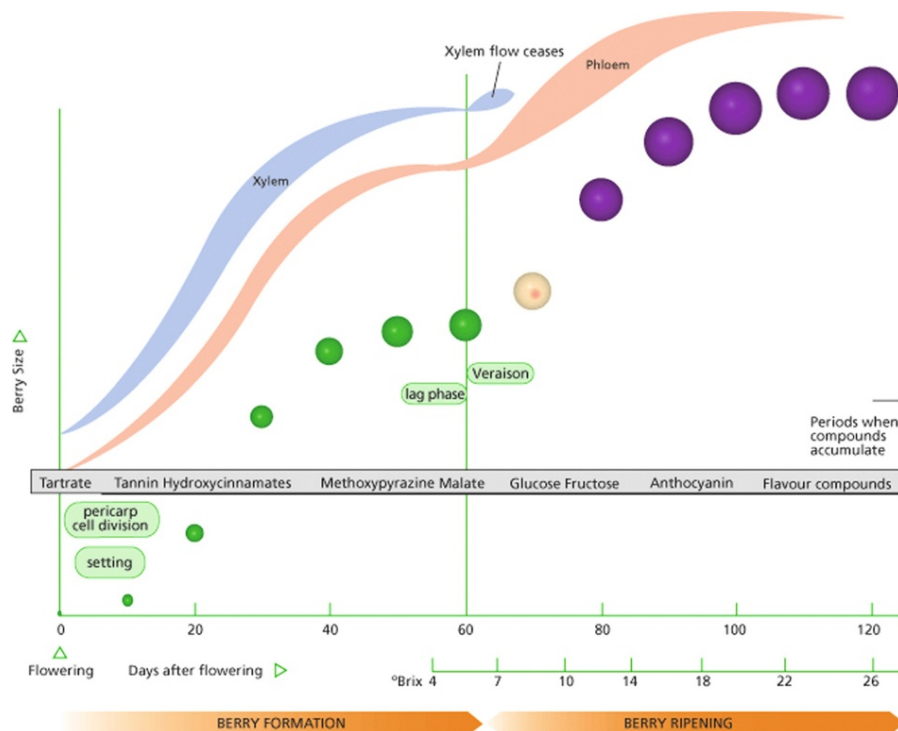


Abbildung 4: Wichtigste Veränderungen in der Beerenentwicklung
 Schematische Darstellung der relativen Größe und Farbe von Beeren im 10-Tages-Rhythmus beginnend ab der Blüte. Die Zeiträume, in denen die Akkumulation der genannten Verbindungen stattfindet, sind grau hinterlegt. Gezeigt wird die Zuflussrate über das Xylem und Phloem in die Beere, sowie der Zuckergehalt der Beere in °Brix.
 Quelle: Keller (S.179, 2010) nach (Coombe 2001)

Methoxypyrazine und Carotinoide sind flüchtige Phenole, die vor der Veraison in die Traube eingelagert werden, wie auch anhand Abb. 4 erkennbar ist. Die grauen Kästen zeigen den Zeitraum der Akkumulation der Inhaltsstoffe in die Beere an. Rebsorten wie Cabernet Sauvignon und Sauvignon Blanc weisen hohe Gehalte an Methoxypyrazinen auf. Da diese Aromastoffe licht- und temperaturempfindlich sind, kann über eine beschattete Traubenzone und die Wahl eines frühen Lesezeitpunktes die Weinstilistik maßgeblich beeinflusst werden (Schultz 2014). Der maximale Gehalt an Methoxypyrazinen in Beeren wird zwei bis drei Wochen vor der Veraison erzielt (Plank, Hellman, und Montague 2019). Carotinoide werden in der Rebe als Begleitpigment des Chlorophylls benötigt, da sie vor zu großen Lichtintensitäten schützen. Daher treten hohe Gehalte an Carotinoiden verstärkt in wärmeren Anbaugebieten auf. Die Synthese der Carotinoide erfolgt hauptsächlich vor dem Fruchtansatz (Gök 2015). Frühe Entblätterungsmaßnahmen erhöhen die Gehalte an gebundenem 1,1,6-Trimethyl-1,2-dihydronaphthalin, das bei gealterten Rieslingen für den typischen Petrolton sorgt, und aus Carotinoiden nach der Veraison gebildet wird (Ziegler 2020).

Nach der Veraison werden die meisten Aromastoffe in die Beere eingelagert. Zu Ihnen zählen Terpenoide, Ester, Aldehyde, Ketone und Alkohole (Blaich 2000). Welche Aromen im späteren Wein dominant sind entscheidet die Rebsorte, der Lesezeitpunkt, sowie der Ausbau durch den Einsatz von Hefen, getoasteten Holzfässern und der Lagerdauer (Amann 2002). Großen Einfluss auf das Bukett des Weines nimmt der Gehalt an hefeverwertbarem Stickstoff im Most. In der Beere liegt Stickstoff zum Großteil als freie Aminosäure Prolin und Arginin vor (Hühn 2004). Prolin kann im Gegensatz zu Arginin von den Hefezellen nicht verstoffwechselt werden. Über das Xylem wird Nitrat in die Beere eingelagert (Keller 2010). Aminosäuren können nach ihrer Synthese über das Xylem und das Phloem transportiert werden. Die häufigsten Aminosäuren im Leitgewebe sind Asparagin, Glutamin und Arginin (Hühn 2004). Generell übt die Stickstoffverfügbarkeit direkten Einfluss auf das Wachstum der Rebe, den Polyphenol- und Aminosäuregehalt in den Beeren und das Mostgewicht aus und ist damit eine bestimmende Größe für die spätere Weinqualität (Müller 2013).

2.2.5 Einfluss des Klimawandels

Die Jahre 2015 bis 2020 stellen weltweit die heißesten Jahre seit Beginn der Wetteraufzeichnung dar. Im Vergleich zur gültigen Klimareferenzperiode 1961 bis 1990 wurde ein Lufttemperaturanstieg in Höhe von 2 °C für das Jahr 2019 verzeichnet (Umweltbundesamt 2021). Es ist wahrscheinlich, dass die Einflüsse des Menschen auf das Klima die Häufigkeit

und Wahrscheinlichkeit von Extremwetterereignissen steigern (Stott, Stone, und Allen 2004). Da das Makroklima entscheidenden Einfluss auf das Wachstum und die Entwicklung von Reben nimmt, bieten sich durch den Klimawandel für den Weinbau neue Chancen und Risiken (Wissenschaftliche Dienste - Deutscher Bundestag 2016). Höhere Temperaturen während der Wachstumsphase der Reben ermöglichen die Anpflanzung neuer Rebsorten in den deutschen Weinanbaugebieten. Für die Ermittlung der Anbaueignung kann der Huglin-Index herangezogen werden. Die Mittel der durchschnittlichen und maximalen Tagestemperatur zwischen dem ersten April und dem 30. September werden addiert und mit dem Standortkoeffizienten verrechnet. Dabei gehen nur Tage mit einer Durchschnittstemperatur größer 10 °C in die Berechnung ein (Huglin 1986). Da der Huglin-Index ein thermisches Summenmodell ist, müssen bei der Anbaueignung zusätzlich das Geländeprofil, die Niederschlagsmenge und -verteilung, sowie die Temperaturverteilung über die Vegetationsperiode beachtet werden (Soja 2009).

Neben Chancen stellt der Klimawandel auch Risiken für den Weinbau dar. Mit steigenden Temperaturen im Frühjahr treiben die Reben zunehmend früher aus (Lüers 2003). Der Zeitpunkt des Austriebs von Chardonnay ist früher als bei Cabernet Sauvignon, da die benötigte Temperatursumme zum Knospenaufbruch von Rebsorte zu Rebsorte unterschiedlich ist (Camargo-Alvarez u. a. 2020). Je früher der Austrieb der Reben stattfindet, desto höher ist die Gefahr von Spätfrösten (Wissenschaftliche Dienste - Deutscher Bundestag 2016).

Hohe Strahlungsintensitäten und Temperaturen sorgen für Sonnenbrandschäden an Blättern und Trauben (Gömann u. a. 2015). Die Temperaturen sonnenexponierter Beeren können 45 bis 50 °C erreichen. Dabei kommt es zur Überhitzung der Beeren, die daraufhin eintrocknen. Die Symptomatik erinnert an die sogenannten Lederbeeren, die bei einer Infektion mit *plasmopara viticola* auftreten können (Mohr und Berkemann-Löhnertz 2012).

Neue Rebkrankheiten, wie die Flavescence dorée, die durch die amerikanische Rebzikade (*scaphoideus titanus*) übertragen wird, können häufiger auftreten. Generell können invasive Schädlinge aus wärmeren Anbaugebieten durch den Klimawandel nördlichere Anbaugebiete Europas besiedeln, was ein großes Risiko birgt, und eine Gefahr für die Zukunft darstellt (Mohr und Berkemann-Löhnertz 2012).

Ein vermindertes Triebwachstum, vertrocknete Blätter und verrieselte Gescheine können die Folge anhaltender Trockenperioden sein. Trockenschäden reduzieren das vegetative Wachstum der Rebe und vermindern die Photosyntheseleistung, wodurch der Ertrag und das Mostgewicht fallen (Mohr und Berkemann-Löhnertz 2012). Trockenstress kann darüber hinaus

die Bildung von Indolessigsäure, einer Vorstufe von 2-Amino-Acetophenon, das für den untypischen Alterungston verantwortlich ist, begünstigen (Maslov u. a. 2011).

Die klimatischen Veränderungen führen zu einem stärkeren Äpfelsäureabbau, da höhere Temperaturen in der Reifephase die Dehydrierung der Äpfelsäure beschleunigen (vgl. 2.2.3) (Kliewer 1971). Sinkende Säurewerte können für Verbrauchende, die säureempfindlich sind, wünschenswert sein. Rebsorten wie Riesling, deren Sortenstilistik von der Säurestruktur geprägt wird, müssen entsprechend auf Antrag angesäuert werden, um ihren Charakter nicht zu verlieren (Wissenschaftliche Dienste - Deutscher Bundestag 2016).

2.3 Säuremanagement

In kühleren Weinbauzonen war die Entsäuerung von Weinen lange Zeit gängige Praxis, um ausbalancierte Weine zu erhalten (Beelman und Gallander 1979). Die malolaktische Fermentation, bei der Milchsäurebakterien Äpfelsäure zu Milchsäure und Kohlenstoffdioxid umsetzen, wird heute noch bei Rotweinen und holzbetonten Weißweinen eingesetzt. Weine profitieren von der malolaktischen Fermentation, da dadurch Komplexität, Mundgefühl und Nachhall gesteigert werden (Liu 2002). Neben dem biologischen Säureabbau kann der Säuregehalt auch chemisch reduziert werden. Kalium-, Kaliumhydrogen- bzw. Calciumcarbonat bilden mit der im Wein vorliegenden Weinsäure Tartrate, die unlöslich sind und deshalb ausfallen. Um zusätzlich die Äpfelsäure zu fällen, wird eine Doppelsalzensäuerung durchgeführt. Dabei wird eine Teilmenge bei einem pH-Wert größer 4,5 mit Calciumcarbonat überentsäuert. Das entstehende Doppelsalz (Calciumtataratmalat) muss vor dem Rückverschnitt mittels Filtration aus der Teilmenge entfernt werden (Munyon und Nagel 1977). Die Menge an Äpfelsäure, die mittels Doppelsalzensäuerung entfernt werden kann, wird durch den Gehalt an Weinsäure limitiert. Um größere Mengen Äpfelsäure aus Weinen zu entfernen, muss daher Weinsäure zugesetzt werden. Malicid ist ein Gemisch aus Weinsäure und Calciumcarbonat, das bei der sogenannten erweiterten Doppelsalzensäuerung zum Einsatz kommt (Hamatschek 2015). In Zeiten steigender Temperaturen während der Reifephase nimmt der Gehalt an Äpfelsäure in Mosten und Weinen tendenziell ab. Daher wird neben der Säurereduzierung die Säureerhöhung auch in kühler geltenden Weinbauzonen immer bedeutender.

2.3.1 Säuerung

Gängige Säuren zur Erhöhung des Gesamtsäuregehaltes in Mosten und Weinen sind die Weinsäure, die Äpfelsäure und die Milchsäure. L(+)-Weinsäure (Dihydroxybernsteinsäure) wird überwiegend zur Absenkung des pH-Werts im Maische- und Moststadium eingesetzt. Dabei senkt 1,5 g/l Weinsäure den pH-Wert des Mostes um ca. 0,2 Einheiten. Durch den späteren Weinsteinausfall (Kaliumhydrogentartrat) fällt in etwa die Hälfte der eingesetzten Weinsäure wieder aus (Weik 2012). Die Säurewahrnehmungen von Weinsäure und Äpfelsäure sind identisch, da beide Säuren zwei Carboxygruppen aufweisen. Da Milchsäure nur über eine Carboxygruppe verfügt, schmeckt sie in gleicher Konzentration wie Äpfelsäure nur halb so sauer (Hamatschek 2015). Die L(-)-Äpfelsäure (Monohydroxybernsteinsäure) bildet im Most und Wein keine unlöslichen Salze, weshalb der Einsatz auch im Weinstadium sinnvoll ist (Weik 2012). Die Säuerung mit L(+)-Milchsäure (2-Hydroxypropionsäure) kann einen laktischen Geruch bedingen. Die Zugabe erfolgt im Gegensatz zu den übrigen Säuren als Lösung und nicht in Pulverform (Hamatschek 2015). Neben der Zugabe von Säuren können Kationenaustauscher als physikalische Methode der Säuerung eingesetzt werden. Durch den Einsatz von Ionenaustauschern werden Kalium- und Kalzium-Ionen mit Protonen ausgetauscht und damit die titrierbare Gesamtsäure erhöht. Um den direkten Kontakt des Weines mit dem aus Polystyrol bestehenden Ionenaustauscher zu verhindern, können die Kationen mittels Nanofiltration abgetrennt und das Permeat anschließend behandelt werden (Marbé-Sans 2018). In einem Versuch der Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau Weinsberg sank der pH-Wert durch den Einsatz des Ionenaustauschers um 0,3 Einheiten und die titrierbare Gesamtsäure erhöhte sich um 0,6 g/l (Schmidt 2016).

Die Säuerung von Mosten und Weinen beeinflusst die Sensorik wie auch die mikrobielle Stabilität. Ab einem pH-Wert von 3,5 kann es zu mikrobiologischen Problemen kommen. Eine Säuerung kann dann die Aktivität der Milchsäurebakterien hemmen, wodurch eine ungewollte malolaktische Fermentation verhindert wird (Marbé-Sans 2018). Darüber hinaus ist der pH-Wert entscheidend für die „Wirksamkeit der schwefligen Säure und die Farbinintensität der Anthocyane“ (Hamatschek 2015). Daher wird bei Rotweinen eine frühe Säuerung im Moststadium empfohlen (Baumgartner u. a. 2004).

2.3.2 Rechtliche Aspekte

Seit 2009 können in Deutschland die Länder die Säuerung für die Weinbauzonen A und B in Jahren mit außergewöhnlich heißer Witterung zulassen (Blau und Nickenig 2018). Dabei

ist zu beachten, dass ein Säuerungsverfahren der zuständigen Landwirtschaftskammer mitgeteilt werden muss. Eine Säuerung und Anreicherung, sowie eine Säuerung und eine Entsäuerung dürfen nicht im selben Erzeugnis durchgeführt werden. „Da jedoch Trauben, Most, gärender Most, Jungwein und Wein rechtlich als verschiedene Erzeugnisse gelten, sind beispielsweise die Anreicherung von Traubenmost und die nachfolgende Säuerung als Wein durchaus möglich“ (Diehl 2020). Im Moststadium ist eine Säuerung um 1,5 g/l zugelassen. Im Weinstadium kann eine Säuerung um maximal 2,5 g/l durchgeführt werden. Da die Säuerung als Weinsäure berechnet ist, muss die maximal erlaubte Zugabe an Äpfel- bzw. Milchsäure entsprechend umgerechnet werden. Zitronensäure (2-Hydroxy-1,2,3-propan-tricarbonsäure) ist als Säuerungsmittel nicht erlaubt, sondern darf nur zur Stabilisierung der Schwermetalle im Wein eingesetzt werden. Dabei darf der Gehalt an Zitronensäure im Wein 1 g/l nicht überschreiten (Hamatschek 2015). In Traubensaft hingegen darf Zitronensäure zur Säuerung in ausreichender Menge hinzugesetzt werden (Marbé-Sans 2018).

2.4 Alkoholfreier Wein

2.4.1 Geschichte des alkoholfreien Weines

Der Begriff „alkoholfreier Wein“ ist nicht neu. Bereits 1913 wurde „sogenannte[r] alkoholfreie[r] Wein des Handels“ durch Baragiola und Boller untersucht (Baragiola und Boller 1913). Darunter verstanden sie allerdings nicht den alkoholfreien Wein, wie er heute bekannt ist, sondern einen unfermentierten, entkeimten Traubensaft. Die Bezeichnung geht auf die schweizerische Lebensmittelgesetzgebung zurück, die diesen als „alkoholfreien Wein“ bezeichnete. Die Autoren selbst distanzieren sich von der Bezeichnung, da sie ein unvergorenes Getränk nicht als Wein ansahen (Baragiola und Boller 1913). Aufbauend auf der Pasteurisierung, die von Louis Pasteur in den 1860er Jahren entwickelt wurde, hat Müller-Thurgau Traubensäfte durch Erhitzung haltbar gemacht. Diese technische Entwicklung führte dazu, dass „Welch (1869) und Wetterhahn (1876) in Mainz sowie Giovanni a Prato (1892) in Italien bereits Fruchtsäfte vertrieben“ (Wucherpfennig, Hahn, und Semmler 1990). Durch den fehlenden Alkohol, der in Weinen als Konservierungsmittel wirkt, seien Fruchtsäfte und alkoholfreie Traubenweine einem höheren Risiko ausgesetzt durch Pilz Veränderungen zu erfahren. Um das Risiko einer Gärung zu minimieren wurde empfohlen die Säfte zu filtrieren und zu erwärmen. Von gärfördernden Stoffen wie Schwefel wurde abgesehen, da die zur Unterbindung sämtlicher Hefeaktivitäten benötigte Menge zu hoch sei. Die Filtration sei durch die hohe Viskosität frisch gepresster Säfte nur nach einer Pasteurisation durchführbar.

Dabei könne auch eine Gelatineschönung durchgeführt werden. Müller-Thurgau empfahl die Pasteurisation bei 70 °C und warnte vor einer Infektion des alkoholfreien Weines mit Hefen aus der Kellerflora nach der Erwärmung, weshalb eine zweite Erwärmung auf der Flasche sinnvoll sei (Müller-Thurgau 1896). Ein Kopfraum von mindestens 8 cm sei bei der Flaschenpasteurisation erforderlich, damit sich das Getränk ausdehnen könne. Durch die Erhitzung könne es zu Kochgeschmack kommen und die Korken könnten unter der Hitzeeinwirkung Schaden nehmen (Jacobsen 1925).

Die Entalkoholisierung von alkoholhaltigen Produkten wurde um 1900 erstmalig beschrieben. Zunächst wurde der Alkohol durch Destillation verdampft. Nägele (1895) fokussierte sich dabei auf die Herstellung von alkoholfreien Bieren, hingegen legte Ciapetti das Augenmerk auf die Entalkoholisierung von Weinen (Ciapetti 1917). Nägeles Erfindung sah eine Aufkonzentrierung des alkoholhaltigen Brüdens, der bei der Destillation anfällt, zur Alkoholgewinnung vor. Unter Vakuum konnten bei niedrigeren Temperaturen mehr flüchtige Aromakomponenten erhalten bleiben, was die Qualität erhöhte. Außerdem sank dadurch das Risiko für die Denaturierung von Eiweißen und Maillard Reaktionen. Da Bier auf Wärmeinflüsse sehr empfindlich reagiert, wurde 1939 ein Verfahren entwickelt bei dem das im Bier enthaltene Wasser eingefroren wird, und die Restflüssigkeit im Vakuum durch Kohlendioxid von Alkohol befreit wird (Wucherpfennig 1977). Heute wird alkoholfreies Bier hauptsächlich durch physikalische Methoden, wie die Vakuumdestillation, oder durch auf Membrantechniken beruhenden Verfahren, wie die Umkehrosmose und Dialyse hergestellt. Daneben gibt es auch Verfahren, die durch Gärführung und -stopppung einen niedrigeren Alkoholgehalt realisieren. Diese Verfahren werden häufig in Kombination mit den physikalischen Methoden angewandt (Bohak u. a. 2016).

2.4.2 Entalkoholisierungsverfahren

Nach den Anfängen der alkoholfreien Traubensaftproduktion, die sich hauptsächlich auf die Haltbarmachung der Säfte konzentrierte, wurde die Entwicklung von Entalkoholisierungsverfahren stetig vorangetrieben, und sich dabei an den Erfolgen der alkoholfreien Bierproduktion orientiert. Häufig werden zur teilweisen Entalkoholisierung von Wein Techniken eingesetzt, die auf Membranen beruhen. Membranfiltrationen nutzen physikalische Eigenschaften aus, und können daher verhältnismäßig leicht skaliert werden (Melin und Rautenbach 2007). Zu den gängigsten Membranfiltrationen in der Getränkeindustrie zählen

die Umkehrosmose, Elektrodialyse, Nano- und Ultrafiltration und die Pervaporation (Gutte 2009).

Die Entwicklung von Membrankontaktoren ermöglichte es selektive Trennprozesse zu verwirklichen, da die Trennwirkung im Gegensatz zu den klassischen Membranverfahren nicht auf der Membran selbst, sondern auf dem Partialdruckgefälle und dem Konzentrationsgradienten zwischen Feed- und Stripseite beruht (Gutte 2009). Eine schematische Darstellung des Membrankontaktors befindet sich im Anhang (Abb. 36). Im Versuch von Gambuti et al. wurde mittels Membrankontaktor der Alkoholgehalt von Rotweinen der Sorten Merlot, Aglianico und Piediroso, die ursprünglich zwischen 13,67 und 15,46 Volumenprozent (% vol.) lagen um 2 bis 5 % vol. reduziert. Der Alkoholentzug führte zum Verlust an Malvidin-3-monoglucosid. Da der Gesamtgehalt an Anthocyanen sowie an Phenolen nicht signifikant reduziert wurde, sei die Teilentalkoholisierung mittels Membrankontaktor eine gute Möglichkeit den Alkoholgehalt zu senken (Gambuti u. a. 2011). Eine Möglichkeit zur vollständigen Entalkoholisierung unter Verwendung eines Membrankontaktors ist die osmotische Destillation, die im Unterschied zu den klassischen Membrandestillationen isotherm erfolgt (Gutte 2009). Der Alkoholgehalt von Falanghina Wein mit ursprünglich 12,5 % vol. Alkohol konnte durch die osmotische Destillation auf 0,3 % vol. gesenkt werden (Abb. 5).

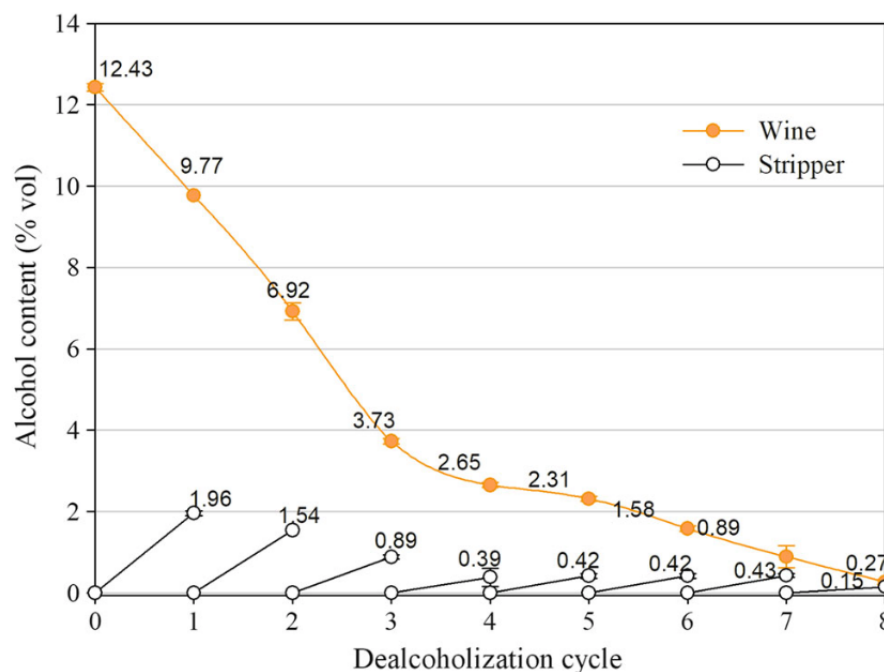


Abbildung 5: Alkoholgehalte während der osmotischen Destillation
Alkoholgehalt in % vol. auf der Y-Achse zum Zeitpunkt des jeweiligen Entalkoholisierungszyklus 1-8 entlang der X-Achse; Der entalkoholisierte Falanghina Wein in orange inklusive der Standardabweichung (stabw.) der 8 untersuchten Proben; Destilliertes Wasser als Striplösung in schwarz-weiß; Quelle: (Liguori u. a. 2019)

Abb. 5 verdeutlicht, dass mehrere Zyklen benötigt werden, um einen Wein zu entalkoholisieren. Die flüchtigen Komponenten im Wein reduzierten sich mit steigender Zyklenanzahl deutlich. Durch die Verwendung von destilliertem Wasser als Striplösung sei das Konzentrationsgefälle zwischen Feed- und Striplösungsseite ausschlaggebend für den Verlust an flüchtigen Komponenten im entalkoholisierten Wein (Liguori u. a. 2019), und erklärt sich durch die Definition der osmotischen Destillation als „Trennprozess, bei dem ein Flüssigkeitsgemisch mit einer flüchtigen Komponente durch eine mikroporöse, nicht benetzbare Membran von einer zweiten flüssigen Phase getrennt wird, die die flüchtige Komponente absorbieren kann“ (Hogan u. a. 1998). Der Gehalt an flüchtigen Komponenten wie höheren Alkoholen und Estern wurde im Versuch um 96 % reduziert. Durch die Entalkoholisierung von Falanghina Wein wurden die Gehalte an Gesamtsäure, Phenolen, Flavonoiden und organischen Säuren nicht signifikant reduziert (Liguori u. a. 2019).

Zur Herstellung von alkoholfreien Weinen hat sich weltweit die Vakuumdestillation durchgesetzt (Jung 2012). Bei der Destillation werden leicht siedende Bestandteile abgetrennt. Die Vakuumdestillation findet bei 0,03 bis 0,1 bar statt, sodass die Prozesstemperatur auf ca. 20 bis 30 °C herabgesetzt werden kann. Dies verhindert die Entstehung von Hydroxymethylfurfural, welches sich im Wein als Kochgeschmack äußert. Außerdem ist eine geringere Temperatur produktschonender, da weniger Aromastoffe zersetzt werden (Hamatschek 2015). Der Prozess der Vakuumdestillation verläuft häufig im Gegenstrom als sogenannte Rektifikation. Dabei wird der Wein in der Destillationsblase erhitzt, sodass sich die flüchtigen Stoffe in der Destillationskolonne im Gegenstrom zum kondensierten, rektifizierten Dampf befinden. Dieser permanente Stoffaustausch führt zu einer Aufkonzentrierung des Kondensats, das je nach Einstellung einen Alkoholgehalt von 95 Prozent übersteigen kann (Hamatschek 2015). Vereinfacht ist dieser Prozess im Anhang dargestellt (Abb. 37).

Die Schleuderkegelkolonne (SCC) funktioniert nach dem Prinzip der Rektifikation mit zusätzlicher mechanischer Unterstützung durch die Rotation, und kann vielfältig eingesetzt werden (Abb. 38). In Kombination mit einem geeigneten Trägergas kann die Durchströmungszeit minimiert, und die thermische Belastung unter Vakuum reduziert werden (Hamatschek 2015). Die polyphenolischen Substanzen bleiben während der Entalkoholisierung mit der SCC erhalten, und durch den Volumenverlust kann die Konzentration sogar steigen (Blank 2015). Bei geeigneter Verwendung, kann zunächst eine Aromafraktion abgetrennt werden, bevor die eigentliche Entalkoholisierung stattfindet. Durch den späteren Rückverschnitt erhöht man die Gesamtqualität des Produktes. Die Firma (Fa.) Rotkäppchen-Mumm produziert auf diese Art seit 2015 alkoholfreie Produkte in Eltville (Pilz 2019).

2.4.3 Sensorik

Da der Alkohol einen wesentlichen Bestandteil der Weinmatrix darstellt, beeinflusst der Alkoholentzug die Balance des Weins stark, und erhöht gleichzeitig das Risiko mikrobieller Infektionen durch *Saccharomyces cerevisiae* und diverse nicht *Saccharomyceten* (Rolle u. a. 2018). Alkohol stellt eine wichtige Komponente in der Sensorik von Wein dar. Ethanol schmeckt je nach Konzentration leicht bitter bis süß. In hohen Konzentrationen ist ein brennender Geschmack zu beobachten (Fischer 2010). Die Attribute Körper und die empfundene Viskosität der Weine hängen ebenfalls von der Alkoholkonzentration ab, und haben eine große Bedeutung in der Gesamtbewertung des Weins (Gawel, Sluyter, und Waters 2007). Der Entzug von Alkohol führt zu einer Verschiebung des Süße-Säure Empfindens, sodass „alkoholarme Weine saurer wirken als an Alkohol reiche Weine“ (Blank 2015). In Versuchen von Gutte seien Weine mit einem Alkoholgehalt von unter 6 % vol. Alkohol unbeliebt unter der Prüfgruppe. Diese Weine wurden signifikant schlechter bewertet, als Weine mit einem höheren Alkoholgehalt (Gutte 2009). Die Ergebnisse von Liguori stimmen überein. Abb. 6 verdeutlicht anhand eines Netzdiagramms die Unterschiede zwischen den Varianten. Entalkoholisierte Weine haben einen kürzeren Nachgeschmack, weniger Körper und einen weniger intensiven Geruch als nicht entalkoholisierte Weine. Dies äußert sich auch in einer signifikant schlechteren Gesamtbeurteilung (Liguori u. a. 2019).

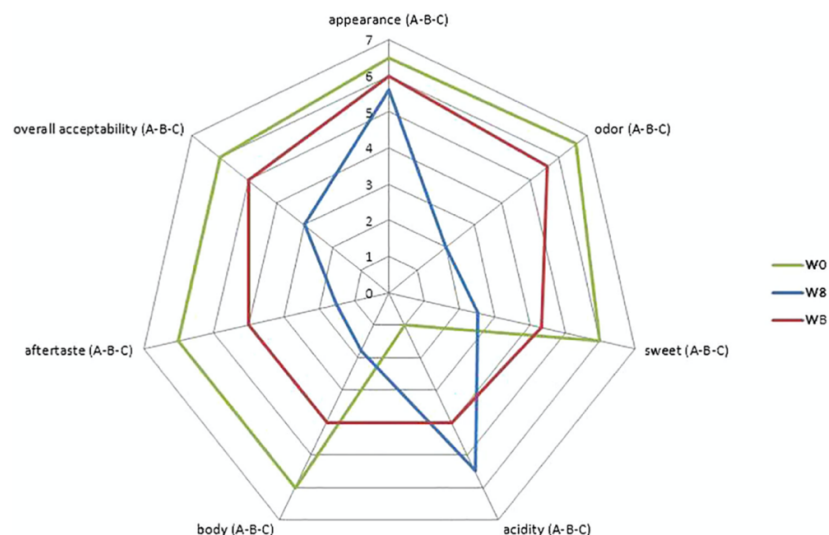


Abbildung 6: Qualitätsbewertung von Falanghina Weinen

Netzdiagramm über die Attribute Geruch (odor), Wirkung im Glas (appearance), Süße (sweet), Säure (acidity), Körper (body), Nachgeschmack (aftertaste) und Gesamtbewertung (overall acceptability) von der Referenzprobe (nicht entalkoholisierter Falanghina Wein mit 12,5 % vol. Alkohol) W0 (grün), dem entalkoholisierten Wein W8 (blau) und dem alkoholfreien, weinhaltigen Getränk WB (rot); Signifikante Unterschiede wurden mit verschiedenen Buchstaben in der Reihenfolge W0-W8-WB gekennzeichnet (Signifikanzniveau $\alpha = 0,05$); Quelle: (Liguori u. a. 2019)

Die Frankfurter Allgemeine Zeitung probierte verschiedene alkoholfreie Weine des Handels. Das Verkostungsergebnis überzeugte die Redaktion nur bedingt. „Es gibt durchaus Akzeptables bei den alkoholfreien Weinen“ (Heinzelmann 2015). Generell wird der eher schlechte Geschmack von alkoholfreien Weinen mit einer unzureichenden Qualität der Grundweine begründet (Heinzelmann 2015). Im Zeit-Magazin wird geschrieben: „Auch wenn man mit sehr guten Weinen beginnt, bleibt das Ergebnis nach dem Alkoholentzug – ernüchternd.“ (Pontius 2019). In einer Konsument:innenbefragung wurde die Qualität von alkoholfreien Weinen von 49 % der Verbrauchenden als mittelmäßig (33 %) bis schlecht (16 %) bewertet. Die Hauptgründe für den Konsum von alkoholfreien Weinen sei die Beteiligung am Straßenverkehr gefolgt von gesundheitlichen Gründen (Deutsches Weininstitut 2020b; Kriegelstein 2019). Trotz der negativen Bewertungen der Produkte wird übereinstimmend auf das große Potential von alkoholfreien Weinen hingewiesen. Das Start-Up Unternehmen Kolonne Null aus Berlin, welches mittlerweile durch Schlumberger vertrieben wird, produziert alkoholfreie Weine und Sekte im preislichen Premiumbereich, da gerade Restaurants, die bei Menüs eine alkoholfreie Alternative zur klassischen Weinbegleitung suchen, typische Kunden für hochwertige alkoholfreie Weine darstellen (Gourmetwelten 2019). Die Produkte der Kolonne null wurden bislang noch nicht durch eine unabhängige Prüfgruppe verkostet, sodass eine Beurteilung der Qualität noch nicht möglich ist.

2.4.4 Konsumverhalten

„Bereits jetzt legen Konsument[:inn]en bei der Lebensmittelauswahl vermehrt Wert auf ethische Aspekte, Umwelt- sowie Gesundheitsfaktoren“ (Sajovitz, Pöchtrager, und Niedermayr 2018). Das Ernährungsbewusstsein der westlichen Gesellschaft steigt, und der Konsum von Alkohol nimmt tendenziell ab. Seit den 1970er Jahren reduzierte sich der pro Kopf Konsum von reinem Alkohol in Deutschland um durchschnittlich 4 Liter (Henrich 2020). Das Konsumverhalten wird vom Trinkanlass, der Ausstattung des Produktes und der Trinkgewohnheit des Verbrauchenden dominiert. Die Kaufbereitschaft eines Weines hängt hauptsächlich von dem Geschmack, der Rebsorte und dem Preis ab. Die Ausstattung, die Flasche und der Verschluss eines Weines können die Zahlungsbereitschaft erhöhen. Diese steigt bei Verwendung eines Naturkorkens (Universität Mannheim 2010). Ein ansprechendes Produktdesign erhöht die Kauf- und Zahlungsbereitschaft eines Konsumierenden, selbst wenn diese:r sagt, dass der Geschmack und nicht die Optik beurteilt wird. „So hat die äußere Erscheinung folglich über ihre Form, Farbgebung, Grafik, Beschriftung, Haptik und Symbolik eine

aktivierende Funktion und fördert so die Erlebniserwartung, das heißt den vermittelten Beitrag zur Lebensqualität seitens der Konsument[:inn]en, und damit den hedonistischen Nutzen eines Produktes“ (Schrader 2008). Generell ist zu sagen, dass junge Menschen stärker auf die äußere Erscheinung achten als Ältere. Die Burgunder Flasche wird gegenüber der Bordeaux Flasche präferiert und erhöht die Zahlungsbereitschaft (Müller und Szolnoki 2010). Verbraucher:innen sind bei einer schwereren Flasche bereit mehr für das Produkt auszugeben. Außerdem assoziieren Konsument:innen mit dem Gewicht der Flasche eine hohe Qualität, gereifte Weine und einen höheren Alkoholgehalt (Piqueras-Fiszman und Spence 2012).

Mögliche Konsumierende alkoholfreier Weine seien Schwangere, Kranke, Sporttreibende und Autofahrende. Dabei wird der alkoholfreie Wein als Substitut für Wasser, Saft und alkoholfreies Bier gesehen (Heinzelmann 2015). Tomaskova u. a. sehen alkoholfreien Wein auch als wichtiges Substitut für Wein an. Der Gehalt an Antioxidantien in entalkoholisiertem Weiß- und Roséwein sei vergleichbar mit dem Gehalt in konventionellen, alkoholhaltigen Weinen (Abb. 7). Daher sollte der positive Effekt des Konsums von alkoholfreien Weinen auf den menschlichen Körper stärker thematisiert werden, um gezielt gesundheitsbewusste Konsument:innen anzusprechen (Tomaskova u. a. 2017).

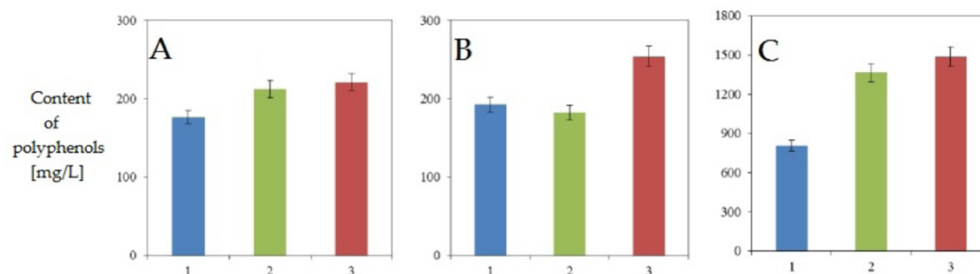


Abbildung 7: Polyphenolgehalte alkoholfreier, alkoholreduzierter und alkoholhaltiger Weine im Vergleich.

Gehalte für Weißweine (A), Roséweine (B) und Rotweine (C) in mg/l. Alkoholfreier Wein mit 0,1 % vol. (1), alkoholreduzierter Wein mit 5 % vol. und nicht entalkoholisierter Wein mit 12 % vol. der Rebsorte Falanghina. Quelle: (Tomaskova u. a. 2017)

Die Produktionsmenge von entalkoholisierten, weinhaltigen Produkten wird hauptsächlich durch den Sektmarkt dominiert. Dies hängt auch mit der Situation auf dem Markt zusammen. Die Sektbranche in Deutschland ist geprägt von Marken, die als branded house operieren, und daher neben ihren alkoholhaltigen, auch alkoholfreie Sekte anbieten. Da der Konsum von Sekt stark anlassbezogen ist, bietet alkoholfreier Sekt eine Möglichkeit Schwangere, Fahrende, Sportler:innen und Kinder am Ritual des Anstoßens mit teilhaben zu lassen. In den letzten Jahrzehnten sinkt der deutsche Sektkonsum. Die Produktion von alkoholfreiem

Sekt ist eine Möglichkeit diesem Negativtrend entgegenzuwirken, und neue Märkte zu erschließen (Bellmann und Himpel 2008). Im Gegensatz zu den alkoholfreien Sekten, die zum Teil auch durch Fernsehwerbung beworben werden, steht die Nachfrageentwicklung von alkoholfreien Weinen auf dem Markt noch am Anfang. In 2016 wurden schätzungsweise 250 000 hl alkoholfreier Wein und Schaumwein in Deutschland verarbeitet, wovon 95 Prozent der Grundweine aus dem Ausland kamen und der Hauptanteil auf den alkoholfreien Schaumwein fällt. Damit ist heute alkoholfreier Wein noch immer ein Nischenprodukt (Loose und Kohlmann 2017). Der Absatz von alkoholfreien Sekten wird auf ca. 12 Millionen Flaschen pro Jahr in Deutschland geschätzt. Länder wie Schweden und Norwegen, in denen nationale Steuergesetzgebungen Alkohol stark verteuern, gelten als große Wachstumsmärkte für den Absatz von alkoholfreien Weinen und Sekten (Henrich 2018). Auf Anfrage gaben die Peter Mertes KG und Rotkäppchen Mumm keine jährlichen Produktionsmengen von alkoholfreiem Stillwein bekannt. Der Pressesprecher von Rotkäppchen Mumm sprach allerdings von 1,3 Millionen Flaschen alkoholfreiem Wein, die in Deutschland im Jahr 2019 abgesetzt wurden, konnte dies aber durch keine Quelle belegen (Ehmann 2020). Im ersten Tertial 2020 seien 9110 hl alkoholfreier Wein in Deutschland verkauft worden was einem Wachstum von 22,0 % im Vergleich zum Vorjahreszeitraum entspricht (Bertram 2020).

2.4.5 Rechtliche Aspekte

Bereits mit der Entwicklung von Entalkoholisierungs- und Haltbarmachungsverfahren wurde die Bezeichnung „alkoholfreier Wein“ stark diskutiert. Müller-Thurgau verwendete in seinem Buch zur Herstellung unvergorener und alkoholfreier Traubenweine den Begriff, um letztendlich die Herstellung von Säften zu beschreiben (Müller-Thurgau 1896). Gemäß dem deutschen Nahrungsmittelbuch müsse ein Wein gegoren haben, um ihn als solchen zu bezeichnen (Jacobsen 1925) (Gerlach [Hrsg.] 1922). Dadurch wurde die Entalkoholisierung zur Herstellung alkoholfreier Weine vorausgesetzt. Ebenfalls verbietet das Deutsche Nahrungsmittelbuch die Bezeichnung von mit Kohlensäure imprägniertem Most als Wein (Gerlach [Hrsg.] 1922). Das aktuelle Weinrecht sieht für alkoholfreien Wein, ebenso wie für Traubensaft, Weinessig und Wein eine Hektarertragsregelung vor (Blau und Nickenig 2018). Gemäß § 9 WeinG liegt diese für Produkte aus dem Anbaugebiet Rheinhessen bei maximal 105 hl pro Hektar für Qualitäts- und Prädikatsweine (§9 WeinG).

Der Begriff „alkoholfreier Wein“, der zur Kennzeichnung von Produkten mit einem Alkoholgehalt von weniger als 0,5 % vol. Alkohol zulässig ist (§26 WeinG), muss aus „Wein

unter schonender Entgeistung durch thermische Prozesse, Membranprozesse, bei deren Anwendung eine Volumenverminderung des Weines von höchstens 25 vom Hundert eintreten darf, oder Extraktion mit flüssigem Kohlendioxid hergestellt“ worden sein (§47 Abs. 1 WeinV). Der Zusatz von Wasser, sowie Süßungsmitteln, die nicht „Saccharose oder andere Erzeugnisse als Traubenmost oder rektifiziertes Traubenmostkonzentrat“ sind, ist ausgeschlossen (§47 WeinV). Die Bezeichnung „alkoholfreier Wein“ muss sich auf dem Etikett deutlich von den anderen Angaben abheben (§47 WeinV). Da alkoholfreier Wein per Definition unter 0,5 % vol. Alkohol enthält, müssen auf dem Etikett gemäß der Verordnung (EU) Nr. 1169/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Oktober 2011 Nährwertangaben und eine Zutatenliste aufgeführt werden. Produkte mit einem Alkoholgehalt von über 1,2 % vol. sind von dieser Verpflichtung befreit (Ribeiro 2017). Die verpflichtenden Angaben müssen in einem „Single Field of Vision“ ersichtlich sein, sodass Konsument:innen alle Angaben sehen können, ohne das Produkt zu drehen (International Organisation of Vine and Wine 2015).

2.5 Hypothesen

Verjus ist ein seit Jahrtausenden bekanntes Produkt, das aufgrund seiner antioxidativen und gesundheitsfördernden Eigenschaften schon früh in der Zubereitung von Speisen und in der Medizin zum Einsatz kam (Lorey 2017). Die Lese des Verjus kann selektiv erfolgen und damit eine ertragsregulierende Maßnahme darstellen (Dupas de Matos und Curioni 2016). Bei der Verarbeitung nimmt die Mazerationzeit Einfluss auf den Polyphenolgehalt des Verjus (Fia u. a. 2020). Daher werden im Rahmen dieser Thesis Mazerationzeiten von null und 24 Stunden gegenübergestellt. Es wird darüber hinaus der Effekt einer Enzymbehandlung auf die Inhaltsstoffe des Verjus und die Auspressquote untersucht.

Im Zeitalter des Klimawandel kommt es zu einem stärkeren Äpfelsäureabbau aufgrund höherer Temperaturen in der Reifephase (Wissenschaftliche Dienste - Deutscher Bundestag 2016). Daher steigt die Notwendigkeit der Säuerung von Mosten und Weinen. Weinsäure (E 334) und Äpfelsäure (E 296) werden zur Säuerung eingesetzt und sind bei Weinen aktuell nicht kennzeichnungspflichtig (Generaldirektion Gesundheit und Lebensmittelsicherheit 2021). Im Zuge möglicher steigender Anforderungen an die Kennzeichnung von Weinen könnten diese Zusatzstoffe kennzeichnungspflichtig werden. Um zu untersuchen, ob Verjus, der von Natur aus eine hohe Säure aufweist, eine mögliche Alternative zu den bisherigen Säuerungsmaßnahmen darstellt, wird ein Grundwein angesäuert. Im Rahmen der

sensorischen Prüfung wird beurteilt, ob es einen Unterschied in der Säurewahrnehmung und der Präferenz der Säuerungsmöglichkeiten gibt.

Im Vergleich zu alkoholhaltigen Weinen mangelt es alkoholfreien Weinen an Körper und Nachhall (Liguori u. a. 2019). Aktuell werden die auf dem Markt erhältlichen Produkte eher negativ bewertet (Heinzelmann 2015; Moser 2019; Poni u. a. 2013). Konsument:innen alkoholfreier Weine sind Autofahrende, Kranke und Sportler:innen (Heinzelmann 2015). Um gezielt gesundheitsbewusste Konsument:innen anzusprechen, sollte der positive Effekt alkoholfreier Weine auf die Gesundheit stärker thematisiert werden (Tomaskova u. a. 2017). Der Zusatz von Verjus soll diese Argumentation stützen und gleichzeitig die Qualität der alkoholfreien Weine verbessern. Dazu wird ein trockener, alkoholfreier Wein mit unterschiedlichen Mengen Verjus verschnitten und sensorisch beurteilt.

Zusammenfassend lassen sich folgende Hypothesen für die Verwendung von Verjus in der Weinbranche ableiten:

2.5.1 Alkoholfreier Wein

Das Gesamtgefallen und die Kaufbereitschaft eines alkoholfreien Weines steigen durch Verwendung von Verjus.

2.5.2 Säuerung

Prüfer:innen bevorzugen die Säuerung von Wein mittels Verjus gegenüber Weinsäure oder Äpfelsäure.

3 Material und Methode

3.1 Herstellung Verjus

3.1.1 Versuchsfeld

Die Versuchsfläche (Abb. 8) liegt auf dem Framersheimer Zechberg (49°45'48.7"N 8°11'27.9"E) und ist süd-west orientiert. In 2016 wurde der Weinberg in Spaliererziehung mit 1,00 m Stockabstand und einer Zeilenbreite von 2,20 m angelegt. Die Rebsorte Chardonnay des Klons Dreher 258 wurde auf der Unterlage SO4 Klon 102 gepflanzt. Der Klon Dreher 258 hat ein mittleres bis niedriges Ertragsniveau bei einem hohen Mostgewicht. Der Klon wird den Duft- bzw. Aromatypen zugeordnet (Weinbau RLP 2020). Der Rebschnitt erfolgte im Februar 2020. Es wurden 4 bis 5 Augen pro Quadratmeter angeschnitten. Dies ergibt bei dem Standraum von 2,20 m² 9,63 ± 1,12 Augen pro Boglebe. Die Ruten wurden auf Halbbögen gebunden. Die begrünte Zeile wurde im April 2020 gemulcht. Die Winterbegrünung der offenen Zeile wurde im April 2020 zunächst mit dem Tiefengrubber aufgelockert, und anschließend mit der Scheibenegge glattgelegt. Aufgrund anhaltender Trockenheit wurde die Anlage am 25. Juni erneut gemulcht.



Abbildung 8: Luftbild der Versuchsfläche auf dem Framersheimer Zechberg
Quelle: Google Maps am 8. Mai 2020 (bearbeitet). 2020 GeoBasis-DE/BKG, GeoContent, Maxar Technologies, Kartendaten.
<https://www.google.com/maps/@49.763529,8.1888863,566m/data=!3m1!1e3>

3.1.2 Pflanzenschutz

Die stets protektiv durchgeführten Maßnahmen zum Pflanzenschutz wurden an die zu erwartenden Infektionsbedingungen angepasst. Der prognostizierte Lesezeitpunkt wurde in der Wahl der Pflanzenschutzmittel berücksichtigt, sodass die notwendigen Wartezeiten eingehalten wurden. Der Pflanzenschutzmittelpplan befindet sich im Anhang (Tab. 14).

3.1.3 Ertragsregulierende Maßnahmen

Die erste Ertragsschätzung wurde am 9. Mai 2020 durchgeführt. Bei 30 zufällig ausgewählten Rebstöcken der Anlange wurde die Anzahl (Anz.) der Gescheine pro Auge der Boglebe gezählt. Die durchschnittliche Anz. der Gescheine pro Boglebe wurde daraufhin mit einem zu erwartenden Traubengewicht von 100 g, 150 g bzw. 200 g multipliziert, und das Ergebnis auf das Hektar hochgerechnet. Die Formel lautet wie folgt.

$$\text{Ertrag in kg} = \text{Anz. Gescheine pro Boglebe} * \text{Traubengewicht in kg} * \text{Anz. Reben pro Hektar}$$

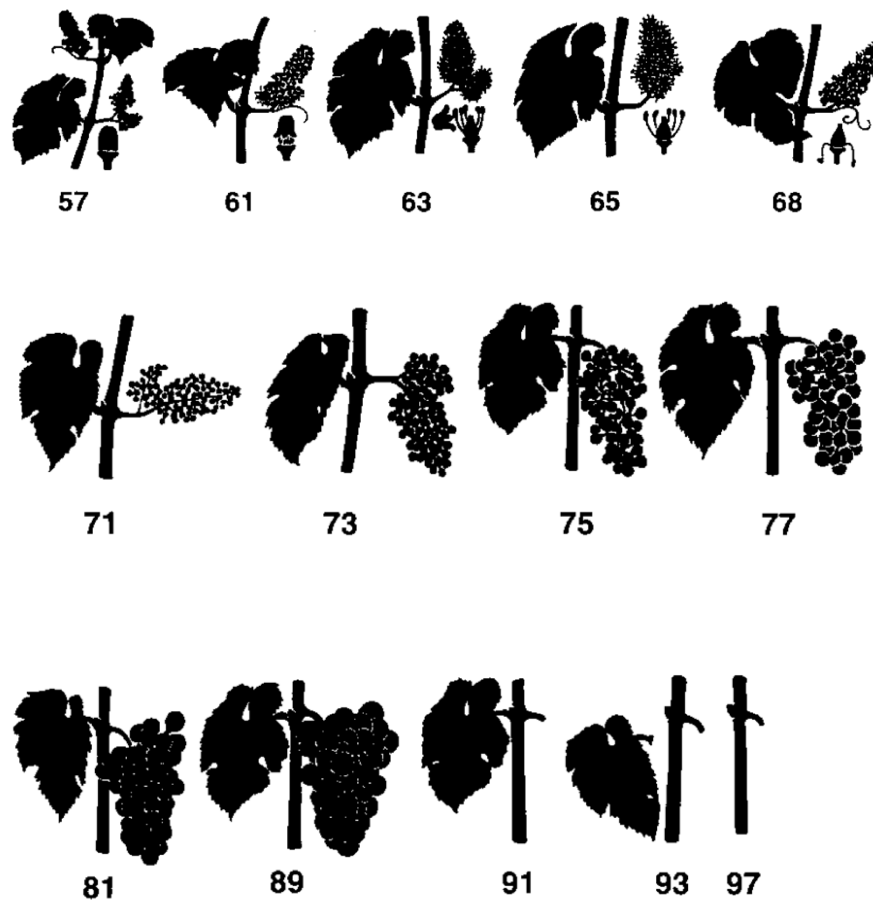
Die erste ertragsregulierende Maßnahme wurde am 11. Mai 2020 durchgeführt, indem die Doppeltriebe entfernt (Abb. 9), und die Rebstämme vollständig ausgebrochen wurden. Im Anschluss wurde eine weitere Ertragsschätzung gemäß der Ersten durchgeführt.



*Abbildung 9: Entfernen der Doppeltriebe am 11. Mai 2020
Aufnahme vor der Maßnahme (links) und nach der Maßnahme (rechts) im Vergleich. Quelle: eigene Aufnahme*

3.1.4 Lesezeitpunkt

Zu der Bestimmung des Lesezeitpunktes des Verjus wurde das phänologische Stadium der Rebe bonitiert. Dazu wurden die phänologischen Entwicklungsstadien der Weinrebe (Eichhorn und Lorenz 1994) nach der erweiterten Skala der biologischen Bundesanstalt, des Bundessortenamts und der chemischen Industrie der Bundesanstalt (BBCH-Skala) verwendet (Abb. 10). Bei der Bonitur wurde das jeweilige phänologische Stadium des ersten Gescheins am dritten Nodium der Bogrebe bonitiert, und daraus der Median gebildet.



*Abbildung 10: Phänologische Entwicklungsstadien der Reben
Quelle: (Meier 2001) nach (Eichhorn und Lorenz 1994)*

Die erste Bonitur fand am 12. Juni 2020 statt (Abb. 11). Weitere Bonituren der phänologischen Entwicklungsstadien (ES) erfolgten am 24. Juni 2020, 6. Juli 2020, 27. Juli 2020, 7. August 2020 und zur Lese am 12. August 2020. Alle Bonituren wurde analog durchgeführt. Da sich die Sistierungsphase visuell nicht von dem Traubenschluss unterscheidet, wurden bei der Bonitur zwischen dem Traubenschluss (ES 79), dem beginnenden Weichwerden der Beeren (ES 85) und dem fortgeschrittenen Weichwerden der Beeren (ES 87) unterschieden.



*Abbildung 11: Bonitur der phänologischen Entwicklungsstadien der Rebe
ES 72 am 12. Juni (links), ES 73 am 24. Juni (Mitte) und ES 75 am 6. Juli (rechts). Quelle: eigene
Aufnahmen*

3.1.5 Lese der Trauben für die Verjus Produktion

Die Handlese erfolgte am 12. August 2020. Um den Synergieeffekt der grünen Lese auf die Qualität der zurückbleibenden Trauben zu nutzen, wurden die Trauben selektiv gelesen. Dabei wurden nur Trauben ausgewählt, die visuell gesund waren und maximal das ES 85 erreicht haben. Ziel war ein Mostgewicht zwischen 35 und 45 °Oe. Abb. 12 zeigt das Lesegut, das in Leseeimern und in glasfaserverstärkten Kunststoffrechteckboxen transportiert wurde.



*Abbildung 12: Lesegut der Rebsorte Chardonnay für die Weiterverarbeitung zu Verjus
Quelle: eigene Aufnahme vom 12. August 2020*

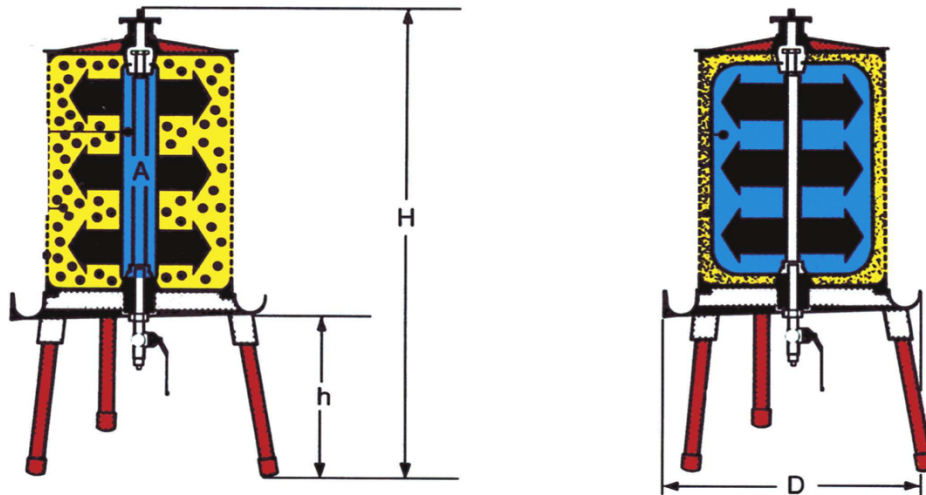
3.1.6 Verarbeitung

Nach der Lese am 12. August 2020 wurden die Trauben gewogen. Dazu wurde eine Paketwaage der Fa. Soehnle Industrial Solutions GmbH (Backnang/Deutschland) auf einen Leseeimer austariert. Dieser wurde mit Trauben befüllt und das Gewicht notiert. Die Trauben wurden daraufhin mit einer Traubenmühle der Fa. Rauch (Deutschland) gemahlen, und anschließend gepresst. Die Trauben wurden händisch in die Hydropresse 22600 der Fa. Speidel, Ofterdingen/Deutschland gegeben (Abb. 13). Der frei abfließende Saft wurde in 10 l Plastikkanistern aufgefangen (Abb. 13).



*Abbildung 13: Pressung des Verjus per Hydropresse
Pressvorgang (links) und befüllte Presse (rechts). Quelle: eigene Aufnahme vom 12. August 2020*

An die Presse wurde über eine $\frac{3}{4}$ Zoll Geka Kupplung ein Wasserschlauch angeschlossen. Zur Befüllung der Presse musste das Entlüftungsventil gedrückt werden, bis die Presse vollständig mit Wasser befüllt war. Anschließend konnte Druck aufgebaut werden. Abb. 14 zeigt diesen Prozess schematisch. Ein Druck von einem bar wurde für eine Minute gehalten. Dieser wurde dann zunächst auf 2 bar, und anschließend auf 3 bar gesteigert, und für jeweils eine weitere Minute gehalten. Da das Fassungsvermögen der Presse zu gering war, um die gesamte Menge der Trauben zu verarbeiten, wurden weitere Pressungen analog durchgeführt. Die Kanister wurden vor und nach dem Befüllen mit dem Verjus gewogen, und die Gewichts Differenz notiert.



*Abbildung 14: Schematischer Aufbau der Hydropresse 22600 der Fa. Speidel, Deutschland
Höhe (H) = 900 mm; Breite (D) = 480 mm; Unterstellhöhe (h) = 300 mm; Korbinhalt 40 l; Ge-
wicht 18 kg
Quelle: (Speidel 2011)*

Verjusvariante 1 (V1) wurde direkt nach dem Mahlvorgang abgepresst. Bei Verjusvariante 2 (V2) und Verjusvariante 3 (V3) wurde eine 24-stündige Mazeration durchgeführt. Bei V3 kam zu Beginn der Mazerationzeit das Enzym Panzym® Clair Rapide G der Fa. Eaton (Langenlonsheim/Deutschland) in einer Konzentration in Höhe von 3 g/hl zum Einsatz. 24 h nach dem Pressvorgang wurden die Verjusvarianten das erste Mal mit Hilfe eines Silikon Schlauchs abgezogen. Der Trub am Boden der Kanister wurde verworfen. Ein zweites Abziehen in 50 l Edelstahlkannen wurde am 17. August 2020 durchgeführt. Alle Varianten wurden daraufhin mit dem Enzym Panzym® Clair Rapide G behandelt, und nach weiteren 24 h ein letztes Mal abgezogen. Die Konzentration des Enzyms betrug 3 g/hl. Die Verjus wurden am 19. August 2020 abgefüllt. Dazu wurde der Saft mit der Exzenter-schneckenpumpe Typ NEMO BY 15 (Fa. Netzsch, Selb/Deutschland) über den mit Filterschichten des Typs Seitz K 300 (Fa. Pall Corporation, Bad Kreuznach/Deutschland) bestückten Schichtenfilter Seitz Pilot A20Z (Fa. Pall Corporation) in Literschlegelflaschen abgefüllt (Abb. 15). Die ersten und letzten 10 l der Abfüllung wurden verworfen, um eine Vermischung mit Wasser auszuschließen. Zwischen den Varianten wurde die Mischphase in Höhe von 6 l ebenfalls verworfen.



*Abbildung 15: Abfüllung des Verjus
Abfüllung über Exzentrerschneckenpumpe und Schichtenfilter (links). Erhitzung des Verjus auf 80 °C im Heißwasserbad (rechts). Quelle: eigene Aufnahme vom 19. August 2020*

Wasser wurde in eine glasfaserverstärkte Kunststoffrechteckbox gefüllt und über eine an eine Dampfleitung angeschlossene Heizspirale auf 80 °C erwärmt. Die unverschlossenen Flaschen wurden so lange in das Heißwasserbad gestellt bis der Verjus eine Temperatur von 80 °C erreichte (Abb. 15). Danach wurden die Flaschen mit Bague Vin Suisse Kapseln des Typs Longcapwine (Fa. Mala Verschluss-Systeme, Bad Liebenstein/Deutschland), verschlossen. Dazu kam der Schraubverschließer 964 der Fa. Adelski Maschinenbau (Mannheim/Deutschland) zum Einsatz. Die heißen Flaschen wurden während des Auskühlens kopfüber aufgestellt.

3.2 Analyse Verjus

Die Analyse der drei Varianten des Verjus erfolgte am 17. August 2020. Zu diesem Zeitpunkt waren die Säfte bereits einmal abgezogen, aber noch trüb und viskos. Daher wurden die Proben bei 5000 Umdrehungen pro Minute für 10 Minuten zentrifugiert. Dabei kam die Zentrifuge Rotina 380 der Fa. Hettich Zentrifugen (Tuttlingen/Deutschland) zum Einsatz. Die Versuche wurden im Labor des Instituts für Oenologie der Hochschule Geisenheim University durchgeführt.

Einzig die Analyse der Flavonole, Flavanole und Phenolsäuren fand im Januar 2021 statt, als der Saft bereits filtriert und heiß abgefüllt wurde. Die Analyse erfolgte im Labor des Instituts für Chemie an der höheren Bundeslehranstalt und dem Bundesamt für Wein- und Obstbau Klosterneuburg. Die jeweiligen Versuche wurden für alle Varianten analog durchgeführt.

3.2.1 Gesamtsäuregehalt und pH-Wert

Die Messung des pH-Wertes und des Gesamtsäuregehaltes erfolgte per Titration. Zunächst wurde der Titrino plus 848 (Fa. Metrohm, Filderstadt/Deutschland) kalibriert. Dazu wurde destilliertes Wasser in die Rackposition 12, der Puffer mit dem pH-Wert 7 in die Rackposition 7 und der Puffer mit dem pH-Wert 4 in die Rackposition 2 gestellt. In der Maschine wurde das Programm „CAL-pH“ geladen und dabei die aktuelle Raumtemperatur eingestellt. Danach wurde die Kalibrierung durch die Start-Taste des Compact Sample Changers 869 (Fa. Metrohm, Filderstadt/Deutschland) aktiviert. Es wurde die Rackposition 1 ausgewählt. Nach der Bestätigung lief die Kalibrierung automatisch ab. 30 ml der zentrifugierten Probe wurden für die Titration verwendet. Dazu wurde das Programm „pH & Saeure“ geladen und bestätigt. Die Probe wurde in die angegebene Rackposition gestellt. Die Titration erfolgte automatisch. Dabei entsprach der Verbrauch der Kalilauge in Millilitern der titrierbaren Gesamtsäure in g/l. Die Gesamtsäure wurde als Weinsäure berechnet.

3.2.2 Weinsäuregehalt nach Rebelein

Für die Untersuchung des Weinsäuregehaltes wurden die Proben gefiltert. Dazu wurde ein Faltenfilter in einen Trichter gelegt, sodass das Filtrat in dem darunter platzierten Erlenmeyerkolben aufgefangen werden konnte. Dieses Filtrat wurde auch für die folgenden Untersuchungen verwendet. 3 ml des Titrats wurden in einen 200 ml Erlenmeyerkolben pipettiert, mit 10 ml Silbernitratlösung (Weinsäure 1 der Weinsäurebestimmung nach Dr. Rebelein, Fa. Schliessmann Kellerei-Chemie GmbH & Co.KG, Schwäbisch Hall/Deutschland) und mit 0,5 g Aktivkohle versetzt. Das Gemisch wurde daraufhin für 15 Sekunden geschüttelt. Anschließend wurden 10 ml Natriumhydroxid (Weinsäure 2 der Weinsäurebestimmung nach Dr. Rebelein, Fa. Schliessmann Kellerei-Chemie GmbH & Co.KG) hinzugegeben, und weiter geschwenkt. Die Suspension wurde durch einen Faltenfilter über einen Trichter in ein graduiertes Reagenzglas filtriert. Die ersten 5 ml des Filtrats wurden verworfen, indem das Reagenzglas ausgetauscht wurde. Im zweiten Reagenzglas wurden ca. 10 ml Filtrat aufgefangen und in eine Küvette überführt (Abb. 16). Für die photometrische Untersuchung bei 535 nm wurde das Dr. Lange Digitalphotometer LP W 2 (Fa. Hach Lange GmbH, Düsseldorf/Deutschland) in Kombination mit dem Dr. Lange Filter LZF 201 zunächst auf den Blindwert tariert. Dazu wurde destilliertes Wasser in eine Küvette gefüllt, und die Extinktion auf null gesetzt. Die Extinktion der Küvette mit dem Filtrat wurde daraufhin gemessen, und gemäß der Eich-tabelle wurde der Weinsäuregehalt notiert.



*Abbildung 16: Weinsäurebestimmung nach Rebelein
Filtration der Suspension durch einen Faltenfilter in ein Reagenzglas. Quelle: eigene Aufnahme
vom 17. August 2020*

3.2.3 Dichte

Das Mostgewicht in Grad Oechsle wurde über das Dichtemessgerät DMA 48 (Fa. Anton Paar, Graz/Österreich) erfasst. Dazu wurde die filtrierte Probe per Laborschlauchpumpe (Typ PLP 66, Fa. Behr Labor-Technik GmbH, Düsseldorf/Deutschland) dem Dichtemessgerät zugeführt, und der Wert notiert. Der Zuckergehalt in g/l wurde daraus durch das Labor-Informationssystem der Hochschule Geisenheim University rechnerisch abgeleitet.

3.2.4 Weinsteinstabilität

Für die Untersuchung der Weinsteinstabilität wurde ein Minikontaktverfahren angewendet, und die Veränderung der Leitfähigkeit gemessen. Der Versuch wurde mit dem Checkstab α 2008 Life der Fa. Delta Acque (Florenz/Italien) durchgeführt. Zunächst wurden 100 ml der zentrifugierten Probe in das Probengefäß gegeben. Anschließend wurde 1 g Kaliumhydrogentartrat auf die zuführende Platte gegeben und das Programm gestartet. Nachdem die Leitfähigkeit der Probe bei - 4 °C erfasst wurde, gab die Maschine automatisch den Kontaktweinstein hinzu, und maß den Unterschied der Leitfähigkeit. Die Werte wurden notiert.

3.2.5 Eiweißstabilität

Die Eiweißstabilität wurde mit Hilfe des Dr. Lange Nephla Trübungsphotometers (Fa. Hach Lange GmbH) beurteilt. Dazu wurde die filtrierte Probe in ein Reagenzglas überführt und der nephelometrische Trübungswert (NTU) notiert. Anschließend wurde die Probe für 3 h bei 80 °C im TK/L 4105 Wärmeschrank (Fa. Ehret, Freiburg/Deutschland) gelagert, und anschließend im Eisbad heruntergekühlt. Der Trübungswert wurde erneut erfasst, und die Differenz berechnet.

3.2.6 Pektingehalt

Die Beurteilung des Pektingehaltes erfolgte visuell. 5 ml des Filtrats wurden in ein Reagenzglas vorgelegt, und mit 5 ml Ethanol (96 %) versetzt. Das Reagenzglas wurde daraufhin verschlossen, und dreimal umgestülpt. Nach 30 Minuten wurde die Gelbildung beurteilt.

3.2.7 Phenolgehalt

3.2.7.1 Gesamtphenolgehalt nach Folin-Ciocalteu

Zur Bestimmung des Phenolgehaltes wurden 75 ml destilliertes Wasser in einen 100 ml Messkolben gegeben, und mit 1 ml der Probe sowie 5 ml Folin-Ciocalteu-Reagenz (Fa. Merck KGaA, Darmstadt/Deutschland) versetzt. Danach wurde der Messkolben geschüttelt und drei Minuten stehen gelassen. Anschließend wurden 10 ml gesättigte Natriumcarbonat-Lösung hinzugegeben, und der Messkolben bis zur Markierung mit destilliertem Wasser aufgefüllt. Die Lösung wurde geschüttelt, und eine Stunde stehen gelassen. Bei 720 nm fand die Messung der Extinktion der Lösung statt. Dazu kam das Dr. Lange Digitalphotometer LP W 2 in Kombination mit dem Dr. Lange Sonderfilter 2 LZP 219 zum Einsatz. Der Blindwert wurde anschließend gemessen (vgl. 3.2.2), und mit der Extinktion verrechnet. Der korrigierte Wert wurde anhand der Eich Tabelle in den Gesamtphenolgehalt umgerechnet.

3.2.7.2 Flavanol-, Flavonol- und Phenolsäuregehalte mittels HPLC

Die Flavanol-, Flavonol- und Phenolsäuregehalte wurden mit einer Hochleistungssäulenchromatographie (HPLC) bestimmt. Diese Trennmethode beruht auf dem Prinzip, dass zwischen einer flüssigen, mobilen Phase und einer festen, stationären Phase Wechselwirkungen auftreten, die unterschiedlich stark sein können. Je nach Polarität der Substanzen in der mobilen Phase, werden diese unterschiedlich lang von der stationären Phase adsorbiert. Die Zeitspanne, bis die Substanz wieder desorbiert wird, bezeichnet man als Retentionszeit (Vrhovsek, Wendelin, und Eder' 1997). Bei der HPLC 1200 Series der Fa. Agilent Technologies (Santa Clara/Vereinigte Staaten) kam eine RP-C₁₈ Säule Typ Poroshel 120 SB-C₁₈ 2,1x150 mm (Fa. Agilent) als stationäre Phase zum Einsatz. Als Laufmittel wurden 0,5 %-ige Ameisensäure (Eluent A) und Methanol (Eluent B) verwendet. Die Eluenten wurden im Ultraschallbad entgast. Die Flussrate der HPLC betrug 0,23 ml/min bei einer Temperatur von 40 °C und einem Injektionsvolumen von 5 µl. Die Konzentration des Eluenten B im Gradienten wurde über die Laufzeit von 80 Minuten gesteigert. Die folgende Tabelle (Tab.) gibt einen Überblick über die Gradienten während der HPLC.

Tabelle 1: Konzentration des Eluenten B im Verlauf der HPLC
HPLC 1200 Series der Fa. Agilent Technologies (Santa Clara/Vereinigte Staaten) mit RP- C₁₈
Säule Typ Poroshel 120 SB-C₁₈ 2,1x150 mm der Fa. Agilent und einer Flussrate von 0,23 ml/min
bei 40 °C. Als Eluenten kamen 0,5 %-ige Ameisensäure (A) und Methanol (B) zum Einsatz.

Minute	Eluent B
0	3 %
0 – 16	6 %
26	7 %
30	9 %
32	12 %
60	15 %
65 – 75	70 %
80	90 %

Die Messung erfolgte bei den Detektionswellenlängen 260 nm, 280 nm und 320 nm. Dazu wurde der Diodenarray-Detektor der Serie 1200 Infinity (Fa. Agilent) verwendet. Die Auswertung der Retentionszeiten erfolgte direkt mit dem integrierten Programm Phen-Wein 3 (Fa. Agilent) und lieferte die Konzentrationen der verschiedenen Analyten.

3.3 Sensorische Prüfung

3.3.1 Vorbereitung der Proben

Um zu prüfen, ob sich Verjus als Komponente eines alkoholfreien Weins, oder als Säuerungsmittel eignet, wurden Verschnitte durchgeführt. Diese wurden durch eine Prüfgruppe verkostet. Die ersten drei Proben thematisierten alkoholfreie Weine. Dazu wurde als alkoholfreier Grundwein die „Cuvée trocken“ der Fa. Carl Jung (Rüdesheim/Deutschland) ausgewählt. Der alkoholfreie Wein mit 5 g/l Restzucker wurde mittels Vakuum-Destillation entalkoholisiert, und nach dem Zusatz von Schwefeldioxid und Kohlensäure kaltsteril abgefüllt. Das Produkt dient als Referenz und stellt die alkoholfreie Variante 1 (A1) dar. Die alkoholfreie Variante 2 (A2) enthielt 10 % Verjus, wohingegen der alkoholfreien Variante 3 (A3) 20 % Verjus zugesetzt wurden. Es wurde der direkt gepresste Verjus ausgewählt, da dieser farblich am hellsten war. Um zwölf 0,75 l Flaschen zu füllen, wurden 9 l je Probe angesetzt. Die Flüssigkeiten wurden mit skalierten 2 l bzw. 5 l Messbechern abgemessen und in einen Metalleimer mit 13 l Fassungsvermögen überführt. Mit einem Schneebesen wurde die Probe anschließend verrührt. Alle Proben wurden über einen Trichter in braune 0,75 l Schlegelsaftflaschen gefüllt und mit Metallschraubverschlüssen aus Aluminium

verschlossen. Im Gegensatz zu den Varianten A1, A2 und A3, die in einen 2 l Messbecher überführt wurden, ehe sie in die Flaschen gefüllt wurden, wurden die Varianten V1, V2 und V3 direkt aus den Literschlegelflaschen in die zwölf Schlegelsaftflaschen transferiert. Die drei Varianten des Verjus stellten die zweite Probenreihe dar.

In der dritten Probenreihe wurden Weine mit Weinsäure, Äpfelsäure und Verjus angesäuert. Dazu wurden je 9 Probeflaschen vorbereitet was einem Volumen von 6,75 l entsprach. Der Grundwein war ein 2020er Grauburgunder trocken aus Rheinhessen mit einem Säuregehalt von 5,2 g/l, einem Restzuckergehalt von 5,9 g/l und einem vorhandenen Alkoholgehalt von 13,04 % vol. Der Grundwein trug die amtliche Prüfnummer 42790751021. Es wurde eine Säuerung um 1,5 g/l Säure berechnet als Weinsäure durchgeführt. Für Säuerungsvariante 1 (S1) wurden 10,13 g L-Weinsäure in einem Becherglas abgewogen.

5 l Wein wurden in einem Metalleimer vorgelegt. Die pulverförmige Weinsäure wurde daraufhin mit einem Schneebesen eingerührt. Mit den verbleibenden 1,75 l Wein wurde das Becherglas mehrfach ausgespült, und der Wein in den Metalleimer überführt. Die Probe wurde daraufhin mit Hilfe eines 2 l Messbechers in die Flaschen gefüllt. Da das Molekulargewicht der Äpfelsäure niedriger ist als das der Weinsäure, musste für Säuerungsvariante 2 (S2) die benötigte Säuremenge umgerechnet werden (Hamatschek 2015). Dazu wurde die Menge an Weinsäure mit dem Faktor 0,892 multipliziert was 9,03 g Äpfelsäure ergab. Die Säuerung mit DL-Äpfelsäure wurde analog zu S1 durchgeführt. Das Verschnittkreuz kam zur Ermittlung der Verhältnisse von Wein und Verjus der Säuerungsvariante 3 (S3) zum Einsatz. Für den Verschnitt wurde der direkt gepresste Verjus verwendet, da dieser mit 24,3 g/l Säure den höchsten Säuregehalt der drei Varianten hatte. Die Berechnung, um den Säuregehalt von 6,7 g/l zu erzielen, wird anhand Abb. 17 dargestellt. Es wurden daraufhin 17,6 Teile Wein und 1,5 Teile Verjus verschnitten.

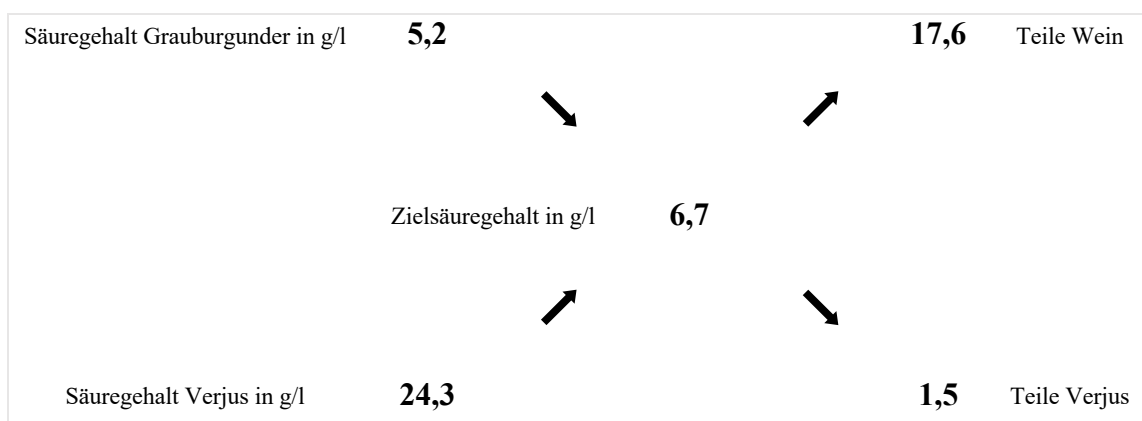


Abbildung 17: Verschnittkreuz zur Berechnung der Verhältnisse zwischen Wein und Verjus. Um den Zielsäuregehalt von 6,7 g/l zu erreichen müssen 17,6 Teile Wein ($24,3 - 6,7 = 17,6$) und 1,5 Teile Verjus ($6,7 - 5,2 = 1,5$) verschnitten werden.

Nach dieser Rechnung wurden 530 ml Verjus mit 6220 ml Grauburgunder verschnitten. Dazu kam neben den Messbechern ein 100 ml Standzylinder zum Einsatz. Die Probe wurde ebenfalls im Metalleimer gemischt, und mit einem Schneebesen verrührt, bevor sie unter Verwendung eines 2 l Messbechers über Trichter in die Probeflaschen abgefüllt wurde. Die vierte Probenreihe wurde analog zur dritten Probenreihe angesetzt. Die Probeflaschen wurden kodiert und bei 9 °C im Kühlschrank gelagert. In folgender Tab. sind die Kodierungen, sowie die benötigten Flüssigkeitsmengen für die Verschnitte dargestellt (Tab. 2).

Tabelle 2: Übersicht der Proben, ihrer Zusammensetzung und Kodierung
Für Probenreihen 1 und 2 wurden je 9 l Probenflüssigkeit angesetzt. Bei Probenreihe 3 und 4 waren es je 6,75 l. Es wurde L-Weinsäure und DL-Äpfelsäure verwendet. Als alkoholfreier Grundwein kam das Produkt „Cuvée trocken“ der Fa. Carl Jung/Rüdesheim zum Einsatz. Der Grauburgunder ist ein Wein aus Rheinhessen mit der amtlichen Prüfnummer 42790751021. Verjus 1 wurde direkt gepresst. Die Varianten 2 und 3 wurden nach einer 24-stündigen Mazeration verarbeitet. Verjus 3 wurde mit dem Enzym Panzym® Clair Rapide G der Fa. Eaton behandelt (3 g/hl).

Probenreihe	Probe	Kodierung	Alkoholfreier Wein in l	Verjus 1 in l	Verjus 2 in l	Verjus 3 in l	Grauburgunder in l	Säuerungsmittel Weinsäure (WS) und Äpfelsäure (ÄS)
1	A1	562	9	0	0	0	0	
	A2	284	8,1	0,9	0	0	0	
	A3	923	7,2	1,8	0	0	0	
2	V1	905	0	9	0	0	0	
	V2	308	0	0	9	0	0	
	V3	421	0	0	0	9	0	
3	S1	385	0	0	0	0	6,75	10,13 g WS
	S2	618	0	0	0	0	6,75	9,93 g ÄS
	S3	152	0	0,53	0	0	6,22	
4	S1	376	0	0	0	0	6,75	10,13 g WS
	S2	443	0	0	0	0	6,75	9,93 g ÄS
	S3	119	0	0,53	0	0	6,22	

Im Anschluss an die Vorbereitung wurden die Proben A1, A2 und A3 auf den Restzucker- und Säuregehalt (vgl. 3.2.1) hin untersucht. Zusätzlich wurde bei den Proben S1, S2 und S3 noch der vorhandene Alkoholgehalt bestimmt. Dieser konnte auf Grundlage der relativen Dichte (vgl. 3.2.3) und der Refraktionszahl berechnet werden. Die Tabarié Formel kam zur Berechnung des Gesamtextraktes zum Einsatz (Rülker u. a. 2016).

3.3.2 Verkostung

Die Verkostung fand am 19. Und 20. April 2021 im Sensorikraum eins der Hochschule Geisenheim University statt. Der Verkostungsraum befindet sich in der Blaubachstraße 19, 65366 Geisenheim, Gebäude 6202 im Erdgeschoss. Der Verkostungsraum ist gemäß DIN EN ISO 8589:2014-10 gestaltet (Schönenborn-Meinhardt 2014). Jeder Prüfplatz verfügt über ein Waschbecken und wird durch Milchglaswände von den benachbarten Prüfplätzen getrennt. Es wurden Standard ISO Verkostungsweingläser eingesetzt.

Unter Beachtung der Sars-CoV-2-Hygienemaßnahmen verkosteten stündlich maximal acht Prüfer:innen die Proben. Die Prüfer:innen kamen über ein Einbahnstraßensystem an ihren Prüfplatz und verließen den Verkostungsraum über einen separaten Ausgang. Der Sensorikraum wurde regelmäßig gelüftet, und alle wesentlichen Kontaktflächen wurden nach jeder Prüfgruppe desinfiziert. Die Prüfer:innen durften zum Zweck des Verkostens den Mund-Nasen-Schutz abnehmen.

Die Prüfgruppe bestand aus Studierenden und Mitarbeitenden der Hochschule Geisenheim University, sowie externen Konsument:innen. Der Qualifikationsgrad der Prüfenden wurde nicht erfasst, da in der Verkostung überwiegend hedonisch geprüft wurde. Im Gespräch mit den Prüfenden wurde deutlich, dass viele von Ihnen bereits Erfahrung in der sensorischen Prüfung von Weinen haben. Die sensorische Prüfung fand auf deutscher Sprache statt.

Die Proben der Probenreihen 1, 2 und 3 wurden gemäß der Kodierung in aufsteigender Reihenfolge bereitgestellt, und mit einer Petrischale verschlossen. Zur Kennzeichnung der Proben kamen Tropfenfänger zum Einsatz. Die Kodierungen wurden auf permanent haftende weiße Etiketten eingedruckt, und auf die Tropfenfänger geklebt. Nach der dritten Probenreihe wurden die Gläser geleert, gespült und die Proben der vierten Probenreihe entsprechend der randomisierten Reihenfolge des Prüfenden eingeschenkt.

Die Verkostungsergebnisse wurden durch die Prüfer:innen auf Laptops des Typs TRAVEL-line Convertible der Fa. Bluechip (Meuselwitz/Deutschland) direkt in das Programm Fizz-term 7 der Fa. Biosystèmes (Couternon/Frankreich) eingetragen. Das Programm randomisierte die Probenreihenfolge gemäß des lateinischen Quadrats. Die einzelnen Schirme der Verkostung befinden sich im Anhang. Abb. 18 zeigt den Prüfplatz (links) und die randomisierten sowie mit einer Petrischale verschlossenen Probenreihen zwei und drei (rechts).



Abbildung 18: Sensorische Prüfung im Sensorikraum 1 der Hochschule Geisenheim University Prüfplatz mit erster Probenreihe (links) und vorbereitete Probenreihen (rechts). Quelle: Eigene Aufnahme vom 19. April 2021

3.3.2.1 Alkoholfreier Wein

Der erste Teil der sensorischen Prüfung thematisierte alkoholfreie Weine. Dabei wurde zunächst abgefragt, ob die Prüfenden bereits einmal alkoholfreie Weine probiert haben, und was sie bereit seien für eine Flasche alkoholfreien Wein im Lebensmitteleinzelhandel auszugeben. Anschließend wurde gefragt, welche Trinkanlässe für den Konsum von alkoholfreien Weinen denkbar wären. Die Auswahlmöglichkeiten waren folgende:

- | | |
|--|--|
| ☐ Als Autofahrer | ☐ Weinpairing hochwertiges Menü |
| ☐ Nach dem Sport | ☐ Weinpairing zum Mittagessen |
| ☐ Auf Festen | ☐ Bei Krankheit/Schwangerschaft |
| ☐ Als erfrischendes Getränk | ☐ Nie |
| ☐ Sonstige: | |

Die Proben A1, A2 und A3 wurden in randomisierter Reihenfolge durch die Prüfenden verkostet. Die Prüfer:innen mussten die Proben einzeln bewerten und durften nicht zurück verkosten. Zu jeder Probe wurde das Gesamtgefallen und die Kaufbereitschaft des Produktes über einen Akzeptanztest mittels hedonischer 9-Punkte-Skala abgefragt. Dabei entsprach die Mitte der Skala der Beurteilung „weder noch“ und wird in der späteren Auswertung dem Wert fünf entsprechen. Je höher die Punktzahl ist, desto besser wurde das Produkt bewertet. Der Preis in Euro, den die Prüfenden bereit wären für das Produkt im Lebensmitteleinzelhandel zu bezahlen, musste in ein Pflichtfeld eingetragen werden. Die Säure und die Süße

der Proben wurden über hedonische Just-About-Right-Tests bewertet. Die Skala wurde in fünf Abschnitte von „viel zu wenig sauer/süß“ über „genau richtig“ bis hin zu „viel zu sauer/süß“ unterteilt. Die Prüfenden konnten in Kommentarfeldern positive und negative Produkteigenschaften nennen. Durch die offene Fragestellung ohne vorgeschriebene Kategorien wie Geruch, Geschmack oder Farbe sollte ein Stimmungsbild der Prüfgruppe aufgefangen werden. Aus diesem Grund waren die Kommentarfelder optional. In der Auswertung wurden die Antworten der Verkostenden in Kategorien zusammengefasst. Die Kategorien orientierten sich an der Häufigkeit der genannten Attribute. Die Fragestellungen zu den Proben A1, A2 und A3 waren identisch. Abschließend wurden die Prüfenden nach ihrem Alter und Geschlecht befragt. Die Einteilung der Altersgruppen entsprach den relevanten Altersgruppen gemäß des statistischen Bundesamtes (Statista Research Department 2020).

3.3.2.2 Verjus

In der zweiten Probenreihe wurden die Proben V1, V2 und V3 in einer hedonischen Prüfung verkostet. Es wurde eine Rangordnungsprüfung gemäß DIN ISO 8587:2010-08 durchgeführt (Schönenborn-Meinhardt 2010). Die drei Varianten des Verjus wurden nach der persönlichen Präferenz des Prüfenden geordnet. Die beliebteste Probe erhielt die Rangziffer eins und die unbeliebteste Probe wurde auf Rang drei gestellt. Zu diesem Zweck durften die Prüfenden im Gegensatz zu der ersten Probenreihe die Proben miteinander vergleichen.

3.3.2.3 Säuerung

Die mit Äpfelsäure, Weinsäure und Verjus gesäuerten Weine wurden in Probenreihe drei nach der persönlichen Präferenz des Prüfenden hin sortiert (vgl. 3.3.2.2). In Probenreihe vier wurde nach der Säureintensität gefragt. Dabei wurde die am sauersten empfundene Probe auf Rang eins und die am wenigsten saure Probe auf Rang drei gestellt. Die Proben S1, S2 und S3 waren in den Probereihen drei und vier identisch. Die Kodierung unterschied sich wie in Tab. 2 gezeigt wird.

3.4 Statistische Auswertung

Die Daten der Phänologie, des Ertrags und der Pressausbeute, sowie die Analyseergebnisse wurden händisch in eine Excel-Tabelle (Fa. Microsoft Corporation, Albuquerque/Vereinigte Staaten) übertragen. Im Zuge der Ertragsschätzung wurde eine einfaktorielle Varianzanalyse

durchgeführt. Zunächst wurde per zweiseitigem Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest untersucht, ob die Boniturdaten der Gescheinszählung normalverteilt waren. Im Anschluss wurde ein ungepaarter t-test für unabhängige Stichproben durchgeführt. Die Nullhypothese war, dass keine Veränderung der Anzahl der Gescheine durch die ertragsregulierenden Maßnahmen aufgetreten ist. Kastengrafiken wurden für die Gescheinsbonitur und die phänologischen Entwicklungsstadien der Rebe mit Hilfe von Excel erzeugt.

Die Ergebnisse der Verkostung wurden durch das Programm FIZZ der Fa. Biosystèmes (Couternon/Frankreich) auf signifikante Unterschiede im Rahmen der Varianzanalyse hin untersucht, und in Form einer Excel-Tabelle ausgegeben. Dabei kamen zur Prüfung der Normalverteilung des Gesamtgefallens und der Kaufbereitschaft Chi-Quadrat-Tests zum Einsatz. Danach wurden ungepaarte t-tests für unabhängige Stichproben durchgeführt.

Die Ergebnisse der Just-About-Right-Tests wurden in die Bereiche zu viel, zu wenig und genau richtig eingeteilt und mit dem Gesamtgefallen verglichen. Dazu wurde ein Dunnett-Test eingesetzt. Dadurch konnte festgestellt werden, ob die subjektive Säure- bzw. Süßwahrnehmung mit der Bewertung des Produktes korreliert. Falls weniger als 20 % der Verkoster:innen ein Attribut den Bereichen zu wenig, oder zu viel zugeordnet haben, wurde keine Analyse der Penaltys angewendet.

Zur Ermittlung signifikanter Unterschiede zwischen dem Preis, den die Prüfenden generell bereit wären für einen alkoholfreien Wein auszugeben, und dem Preis, den die Prüfer:innen bereit wären für das Produkt A1, A2, bzw. A3 zu bezahlen, wurde ein ungepaarter Mittelwertsvergleich genutzt.

Die Rangordnungsprüfungen der Probenreihen zwei, drei und vier wurden gemäß der statistischen Auswertung nach DIN 10963 auf signifikante Unterschiede hin untersucht. Da keine Reihenfolge vorgegeben war wurde der Friedman-Test eingesetzt. Dazu wurden zunächst die Rangsummen gebildet, und danach der F-Wert errechnet. Anhand der Irrtumswahrscheinlichkeiten von $\alpha = 1 \%$ bzw. $\alpha = 5 \%$ wurde untersucht, ob die Prüfgruppe signifikante Unterschiede zwischen den Proben feststellen konnte. Im Anschluss wurde ein paarweiser Probenvergleich durchgeführt, um zu erkennen, ob die notwendigen Rangsummendifferenzen erreicht wurden. Die grafische Aufbereitung erfolgte im Anschluss mit Excel.

4 Ergebnisse

4.1 Ertragsregulierende Maßnahmen

Am 11. Mai 2020 wurden in der Versuchsanlage die Doppeltriebe entfernt. Vor und nach dieser ertragsregulierenden Maßnahme wurde die Anzahl der Gescheine bonitiert. Eine dritte Bonitur fand nach der selektiven Handlese der für die Produktion des Verjus vorgesehenen Trauben am 14. August 2020 statt. Abb. 19 zeigt anhand von Kastengrafiken die Anzahl der Gescheine pro Rebe am jeweiligen Boniturtermin. Es konnten signifikante Unterschiede der durchschnittlichen Anzahl der Gescheine pro Rebe von der ersten Bonitur zu den weiteren Bonituren festgestellt werden. Die Anzahl der Gescheine pro Rebe wurde durch die selektive Handlese am 12. August 2020 nicht signifikant reduziert. Die p-Werte können im Anhang nachgelesen werden (Tab. 16).

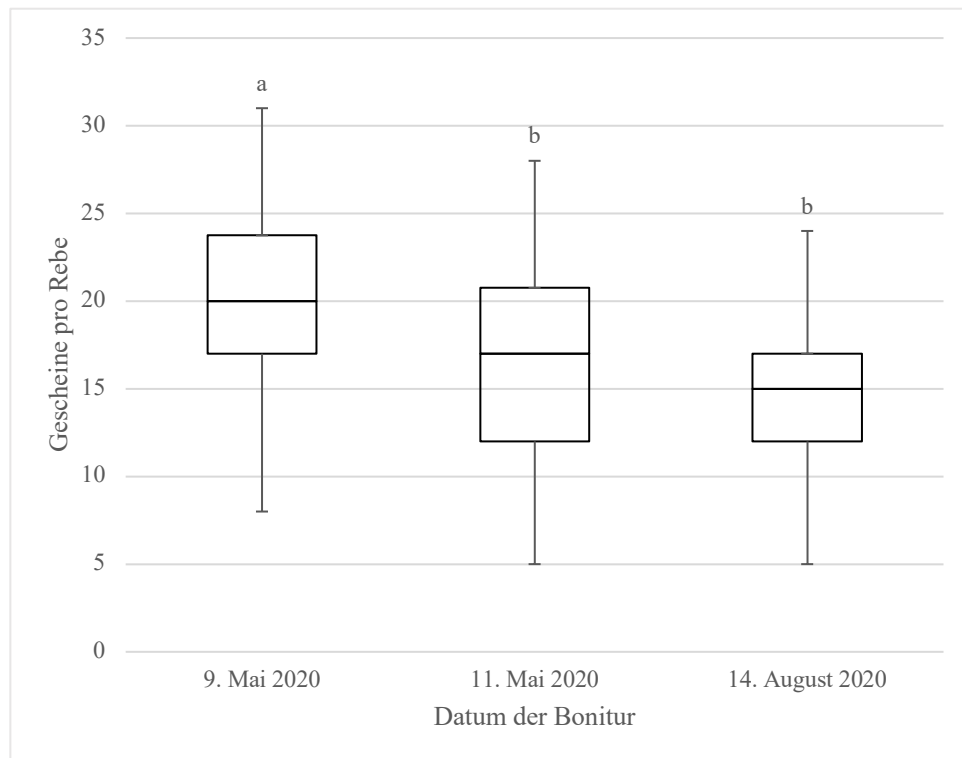


Abbildung 19: Kastengrafiken über die Anzahl der Gescheine pro Rebe Bonituren am 9. Mai 2020, 11. Mai 2020 und 14. August 2020 (n=30). Es liegen signifikante Unterschiede zwischen a und b mit einem Signifikanzniveau von mindestens 95 % vor.

Anhand der durchschnittlichen Gescheine pro Rebe wurde eine Ertragsschätzung durchgeführt. Tab. 3 zeigt, dass dazu Traubengewichte von 100 g, 150 g bzw. 200 g angenommen wurden. Durch die ertragsregulierenden Maßnahmen wurde der prognostizierte Hektarertrag für ein durchschnittliches Traubengewicht von 150 g von 13636 kg auf 10091 kg reduziert.

*Tabelle 3: Ertragsschätzung in kg/ha
Hochrechnung auf Grundlage des Standraums von 2,2 m² je Rebe, der bonitierten Anzahl der Gescheine pro Rebe ($\pm$ Stabw) am 9. Mai 2020, 11. Mai 2020 und 14. August 2020 (n=30) und einem Traubengewichtes von 100 g, 150 g bzw. 200 g.*

Ertragsschätzung in kg/ha				
Datum der Bonitur		9. Mai 2020	11. Mai 2020	14. August 2020
Gescheine pro Rebe $\pm$ Stabw		20,0 $\pm$ 5,71	16,3 $\pm$ 5,60	14,8 $\pm$ 3,97
Traubengewicht	100 g	9090	7409	6727
	150 g	13636	11114	10091
	200 g	18182	14818	13455

4.2 Phänologische Entwicklung der Rebe

Nach der Blüte wurde das phänologische Entwicklungsstadium der Rebe regelmäßig bonitiert (Tab. 15). Die Entwicklung der Reben innerhalb der Versuchsfläche war vergleichsweise homogen. Ausreißer wurden keine festgestellt. Da der Interquartilsabstand oftmals null entsprach, wurde in Abb. 20 der Median durch 1,5-fache Strichstärke gekennzeichnet.

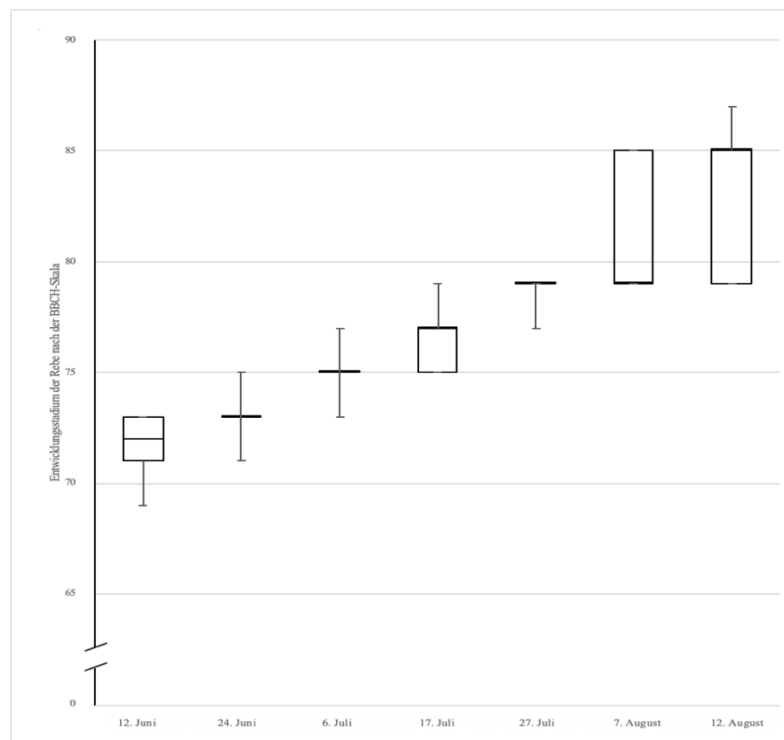


Abbildung 20: Kastengrafiken über die phänologischen Entwicklungsstadien der Rebe nach der BBCH-Skala. Bonituren am 12. Juni 2020, 24. Juni 2020, 6. Juli 2020, 17. Juli 2020, 7. August 2020 und 12. August 2020. Der Median wird durch 1,5-fache Strichstärke gekennzeichnet, wenn der Interquartilsabstand null entspricht. Nicht gekennzeichnete Whisker liegen auf dem jeweiligen Quartil (n=30).

4.3 Verarbeitung des Verjus

Die Verarbeitung des Verjus erfolgte im direkten Anschluss an die selektive Handlese. Die Auspressquote lag bei Verjus 3 mit 68,76 % am höchsten. Verjus 2 und Verjus 1 hatten mit 55,95 % bzw. 53,30 % eine vergleichbare Auspressquote. Wie in Tab. 4 gezeigt wird, wurde die relative Dichte der Verjus Varianten in der Berechnung der Saftmengen berücksichtigt.

*Tabelle 4: Auspressquoten der Verjus-Varianten in Prozent im Vergleich
Berechnung aus der Menge des jeweiligen Verjus in l und dem Gewicht der eingesetzten Trauben in kg. Umrechnung des Verjugewichtes in Liter über die ermittelte Dichte bei 20 °C. Verjus 1 wurde direkt gepresst. Die Varianten 2 und 3 wurden nach einer 24-stündigen Mazeration verarbeitet. Verjus 3 wurde mit dem Enzym Panzym® Clair Rapide G der Fa. Eaton behandelt (3 g/hl).*

	Verjus 1	Verjus 2	Verjus 3
Traubengewicht in kg	99,00	55,90	79,60
Gewicht Verjus in kg	55,10	32,70	56,80
Relative Dichte (20/20)	1,0442	1,0456	1,0378
Menge Verjus in l	52,77	31,27	54,73
Auspressquote in %	53,30	55,95	68,76

Abb. 21 zeigt das ausgepresste Lesegut des Verjus 1 (links) und Verjus 3 (rechts) im Vergleich. Sowohl makroskopisch als auch haptisch stellte sich das ausgepresste Lesegut des Verjus 3 trockener dar. Nach dem Abfüllen war Verjus 1 farblich am hellsten. Verjus 2 und Verjus 3 waren bernsteinfarben. Die Farbunterschiede werden in der vorderen Gläserreihe der Abb. 18 (rechts/ S. 41) deutlich.



*Abbildung 21: Verarbeitetes Lesegut für die Verjus Herstellung am
13. August 2020 nach der Pressung*

Direkt gepresstes Lesegut des Verjus 1 (links) und gepresstes Lesegut nach 24-stündiger Mazeration und Enzymbehandlung (rechts) im Vergleich. Quelle: Eigene Aufnahme vom 13. August 2020

4.4 Analyse des Verjus

Die Analyse der drei Varianten des Verjus erfolgte am 17. August 2020. Die relative Dichte, das Mostgewicht und der daraus errechnete Zuckergehalt, der pH-Wert, der titrierbare Gesamtsäure- und Weinsäuregehalt, sowie der Gehalt an Gesamtphenolen werden in Tab. 5 dargestellt. Es fällt auf, dass Verjus 1 den höchsten Säuregehalt und Verjus 2 das höchste Mostgewicht haben. Bei Verjus 3 konnte der höchste Gehalt an Gesamtphenolen bestimmt werden, was auch an der intensivsten Blaufärbung zu erkennen ist (Abb. 22).

Tabelle 5: Mostanalyse der verschiedenen Verjus vom 17. August 2020
Verjus 1 wurde direkt gepresst. Die Varianten 2 und 3 wurden nach einer 24-stündigen Mazeration verarbeitet. Verjus 3 wurde mit dem Enzym Panzym® Clair Rapide G der Fa. Eaton behandelt (3 g/hl).

	Verjus 1	Verjus 2	Verjus 3
Relative Dichte (20/20)	1,0442	1,0456	1,0378
Mostgewicht in °Oe	44,2	45,6	37,8
Errechneter Zuckergehalt in g/l	101,2	105,8	87,4
pH-Wert	2,8	2,9	2,8
Titrierbare Gesamtsäure in g/l	24,3	19,7	22,5
Weinsäure in g/l	8,89	7,39	5,75
Gesamtphenole in mg/l	308	844	1062

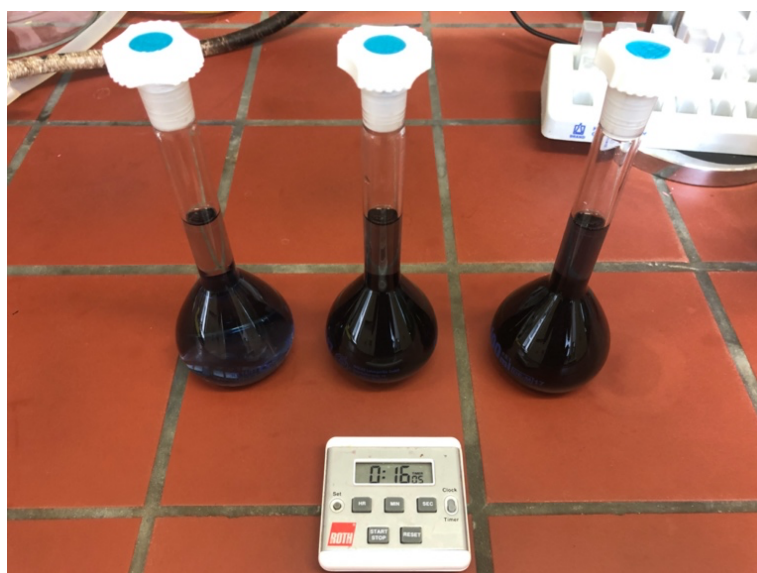


Abbildung 22: Bestimmung des Gesamtphenolgehaltes nach Folin-Ciocalteu
Untersuchung der Proben V1 (links), V2 (Mitte) und V3 (rechts). Verjus 1 wurde direkt gepresst. Die Varianten 2 und 3 wurden nach einer 24-stündigen Mazeration verarbeitet. Verjus 3 wurde mit dem Enzym Panzym® Clair Rapide G der Fa. Eaton behandelt (3 g/hl) Quelle: Eigene Aufnahme vom 17. August 2020

Die drei Varianten des Verjus wurden auf Weinsteinstabilität hin untersucht. Im Minikontaktverfahren wurde die Veränderung des elektrischen Leitwerts nach Zugabe von Kaliumhydrogentatrat beobachtet. Bei Verjus 1 sank der Wert von 3547 μS um 515 μS auf 3032 μS . Bei Verjus 2 reduzierte sich der Wert von 3414 μS um 293 μS auf 3121 μS und bei Verjus 3 ergab sich von 3549 μS auf 3267 μS ein Abfall von 282 μS . Bei Weißweinen gelten Werte ab 60 μS für die Abnahme des elektrischen Leitwerts als instabil (Schmidt 2009). Nach einer achtmonatigen Lagerung fielen bei einzelnen Flaschen aller Varianten ein bernsteinfarbener Niederschlag aus. Diese Flaschen wurden für die weiteren Versuche verworfen. Abb. 23 zeigt, dass die Kristalle fest und mit 1 mm bis 16 mm verhältnismäßig groß waren.



Abbildung 23: Bernsteinfarbener Niederschlag von 1 mm und 16 mm Größe (links).
 Abbildung 24: Beurteilung der Gelbildung durch den Pektintest mit Ethanol (rechts)
 Verjus 1 (links), Verjus 2 (mitte) und Verjus 3 (rechts). Verjus 1 wurde direkt gepresst. Die Varianten 2 und 3 wurden nach einer 24-stündigen Mazeration verarbeitet. Verjus 3 wurde mit dem Enzym Panzym® Clair Rapide G der Fa. Eaton behandelt (3 g/hl). Quellen: eigene Aufnahmen

Die Beurteilung des Pektingehaltes erfolgte visuell. Abb. 24 zeigt die drei Varianten der Verjus in aufsteigender Reihenfolge von links nach rechts. Es lässt sich festhalten, dass die Gelbildung des Verjus 1 am größten war. Auch bei Verjus 2 und Verjus 3 trat eine Gelbildung auf, wobei diese bei Verjus 3 am geringsten war. Es kam bei der Abfüllung zu keinen Filtrationsproblemen.

Zur Beurteilung der Eiweißstabilität wurde der NTU vor und nach der Wärmebehandlung bestimmt. Bei Verjus 1 stieg der Wert von 18,11 auf 33,4. Auch bei Verjus 2 konnte ein deutlicher Anstieg von 9,33 auf 26,2 festgestellt werden. Die Zunahme bei Verjus 3 war von 1,432 auf 2,012 am geringsten. Ab einer Differenz von 2 gelten Moste als instabil (Jobbagy 2020).

Die Untersuchung der Flavanol-, Flavonol- und Phenolsäuregehalte der Verjus Varianten wurde per HPLC durchgeführt. Tab. 6 zeigt, dass Verjus 2 und Verjus 3 deutlich höhere Gehalte an Caftarsäure, Coutarsäure, Catechin und Procyanidin aufweisen als Verjus 1. Bei keiner Variante konnten Gehalte an Tyrosol, Vanillinsäure und Syringasäure nachgewiesen werden.

*Tabelle 6: Flavanol-, Flavonol- und Phenolsäuregehalte der Verjus Varianten per HPLC
Mit nn gekennzeichnete Messwerte liegen unterhalb der Nachweisgrenze des jeweiligen Parameters. Verjus 1 wurde direkt gepresst. Die Varianten 2 und 3 wurden nach einer 24-stündigen Mazeration verarbeitet. Verjus 3 wurde mit dem Enzym Panzym® Clair Rapide G der Fa. Eaton behandelt (3 g/hl).*

	Verjus 1	Verjus 2	Verjus 3
Gallussäure in mg/l	0,17	0,34	0,80
Protocatechusäure in mg/l	0,27	0,60	0,47
Caftarsäure in mg/l	16,80	84,68	129,82
Tyrosol in mg/l	nn	nn	nn
c-Coutarsäure in mg/l	2,21	14,12	16,50
t-Coutarsäure in mg/l	3,90	36,51	50,90
Catechin in mg/l	nn	21,99	32,35
Procyanidin B1 in mg/l	nn	23,12	46,89
Vanillinsäure mg/l	nn	nn	nn
Kaffeesäure mg/l	1,47	1,97	2,52
Fertarsäure in mg/l	2,33	3,88	4,12
Syringasäure in mg/l	nn	nn	nn
Procyanidin B2 in mg/l	nn	2,05	4,80
Äthylgallat in mg/l	nn	nn	0,39
p-Cumarsäure in mg/l	0,58	0,71	0,90
Epicatechin in mg/l	nn	3,39	3,97
Ferulasäure in mg/l	nn	0,61	0,62

4.5 Sensorische Prüfung

Am 19. und 20. April 2021 fand die sensorische Prüfung nach DIN-Norm und unter Beachtung der Sars-CoV-2-Hygienemaßnahmen statt. 65 Prüfende nahmen an der Verkostung teil. Davon haben sich 32 Prüferinnen dem weiblichen und 33 Prüfer dem männlichen Geschlecht zugeordnet. Niemand hat sich als divers gekennzeichnet. Die Einteilung der Altersgruppen nach den relevanten Altersgruppen des statistischen Bundesamtes (Abb. 25) zeigt, dass verhältnismäßig viele Prüfer:innen zwischen 21 und 39 Jahre alt waren. Die Verkoster waren Studierende und Mitarbeitende der Hochschule Geisenheim University, sowie weininteressierte Konsument:innen.

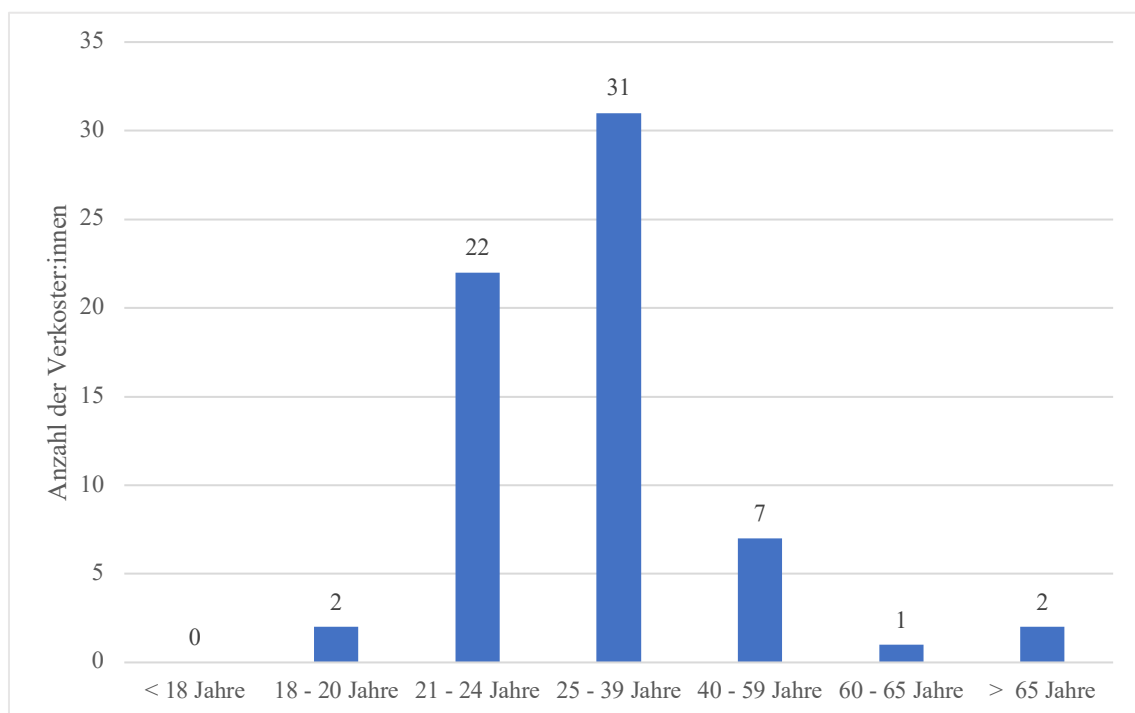


Abbildung 25: Alter der Verkoster:innen nach den relevanten Altersgruppen gemäß des statistischen Bundesamtes. (n=65)

4.5.1 Alkoholfreier Wein

4.5.1.1 Analyse der alkoholfreien Weine

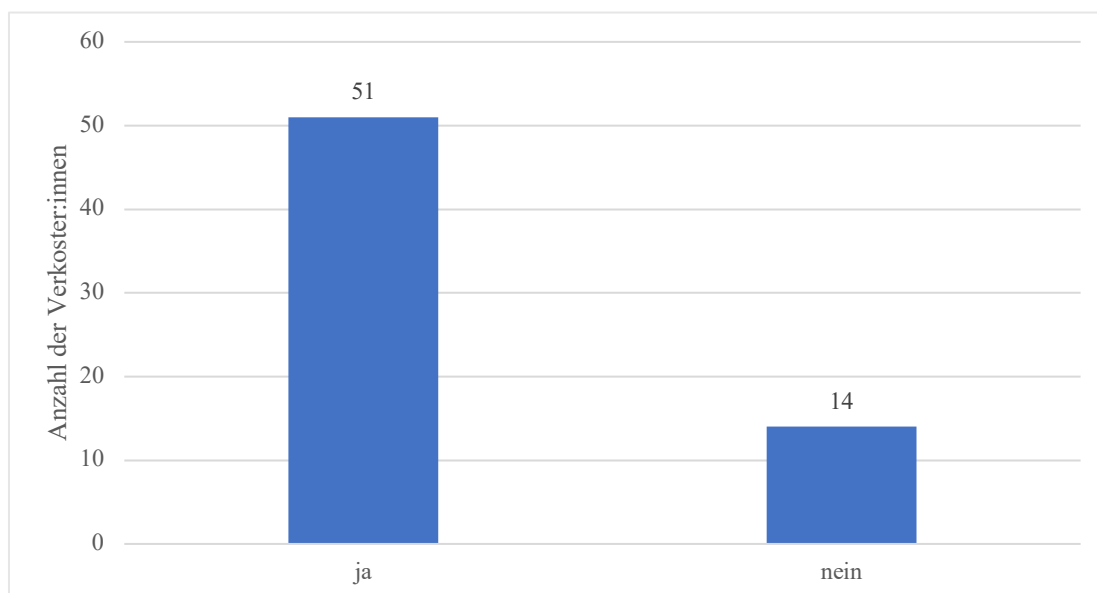
Durch den Zusatz von 10 % Verjus wurde der Zuckergehalt von 2,2 g/l auf 9,3 g/l angehoben. Gleichzeitig stieg die titrierbare Gesamtsäure von 6,4 g/l auf 8,3 g/l an. Variante drei mit 20 % Verjus hatte mit 9,8 g/l Säure und 16,6 g/l Zucker die höchsten analytischen Werte. Tab. 7 zeigt außerdem, dass der pH-Wert aller Varianten 2,9 entsprach.

*Tabelle 7: Zucker- und Säuregehalte der alkoholfreien Weine
Cuvée trocken der Fa. Carl Jung (Alkoholfrei 1) wurde mit 10 % (Alkoholfrei 2)
bzw. 20 % (Alkoholfrei 3) Verjus verschnitten.*

	Alkoholfrei 1	Alkoholfrei 2	Alkoholfrei 3
Vergärbarer Zuckergehalt in g/l	2,2	9,3	16,6
Titrierbare Gesamtsäure in g/l	6,4	8,3	9,8
pH-Wert	2,9	2,9	2,9

4.5.1.2 Konsumverhalten der Prüfgruppe

Zum Eingang der sensorischen Prüfung wurden die Verkoster:innen gefragt, ob sie schon einmal einen alkoholfreien Wein konsumiert haben. Abb. 26 verdeutlicht, dass von den 65 Prüfer:innen 51 bereits einmal einen alkoholfreien Wein probiert haben.



*Abbildung 26: Bisheriger Konsum eines alkoholfreien Weins durch die Verkoster:innen
Häufigkeit der Antworten auf die Frage: „Haben Sie bereits einmal einen alkoholfreien Wein
probiert?“ (n=65)*

51 von 65 Prüfenden nannten das Autofahren als einen Trinkanlass alkoholfreier Weine. Bei Krankheit bzw. Schwangerschaft konnten sich 36 Verkoster:innen vorstellen einen alkoholfreien Wein zu konsumieren. 33 Konsument:innen sahen alkoholfreien Wein als erfrischendes Getränk an. Das Kreisdiagramm in Abb. 27 gibt einen Überblick über die Trinkanlässe von alkoholfreien Weinen. Unter der Rubrik Sonstiges wurde das Interesse an neuen Produkten und der temporäre Verzicht auf Alkohol beispielsweise in der Fasten- oder Stillzeit genannt. Sieben Konsument:innen konnten sich keinen passenden Trinkanlass für den Konsum von alkoholfreien Weinen vorstellen.

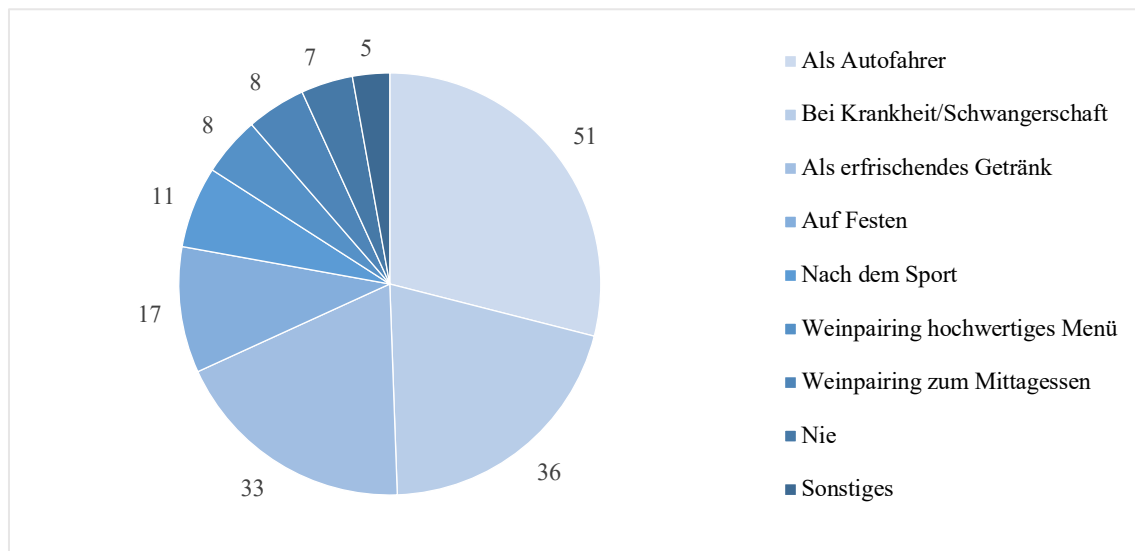


Abbildung 27: Befragung von 65 Prüfenden zu denkbaren Trinkanlässen alkoholfreier Weine
Kreisdiagramm unter Angabe der Häufigkeit der Antworten. (n=176)

Abschließend wurden die Konsumierenden gefragt welchen Betrag sie bereit wären im Lebensmitteleinzelhandel für eine Flasche alkoholfreien Wein (0,75 l) auszugeben. Die Antworten erstreckten sich zwischen null und 15 €. Der Mittelwert lag bei 6,97 € ($\pm 3,50$ €). Folgende Kastengrafik veranschaulicht, dass ein Großteil der Konsument:innen bereit wäre für eine Flasche alkoholfreien Wein zwischen fünf und neun Euro zu bezahlen (Abb. 28).

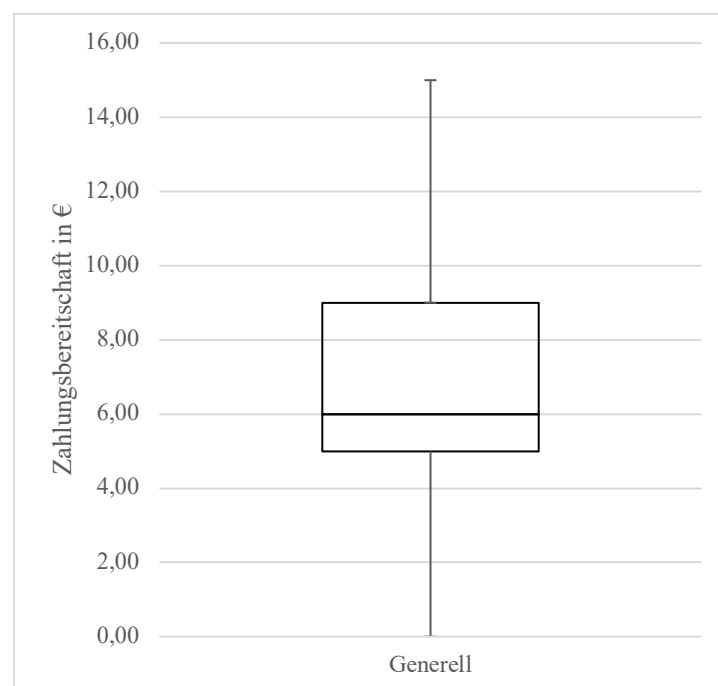
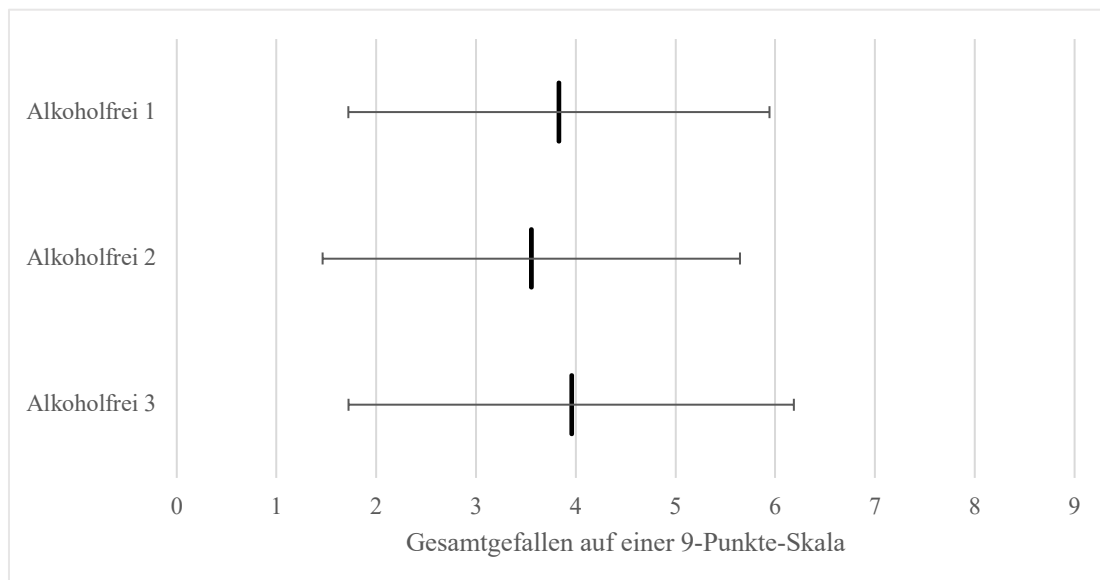


Abbildung 28: Zahlungsbereitschaft der Konsument:innen für eine 0,75 l Flasche alkoholfreien Wein im Lebensmitteleinzelhandel in Euro. (n=62)

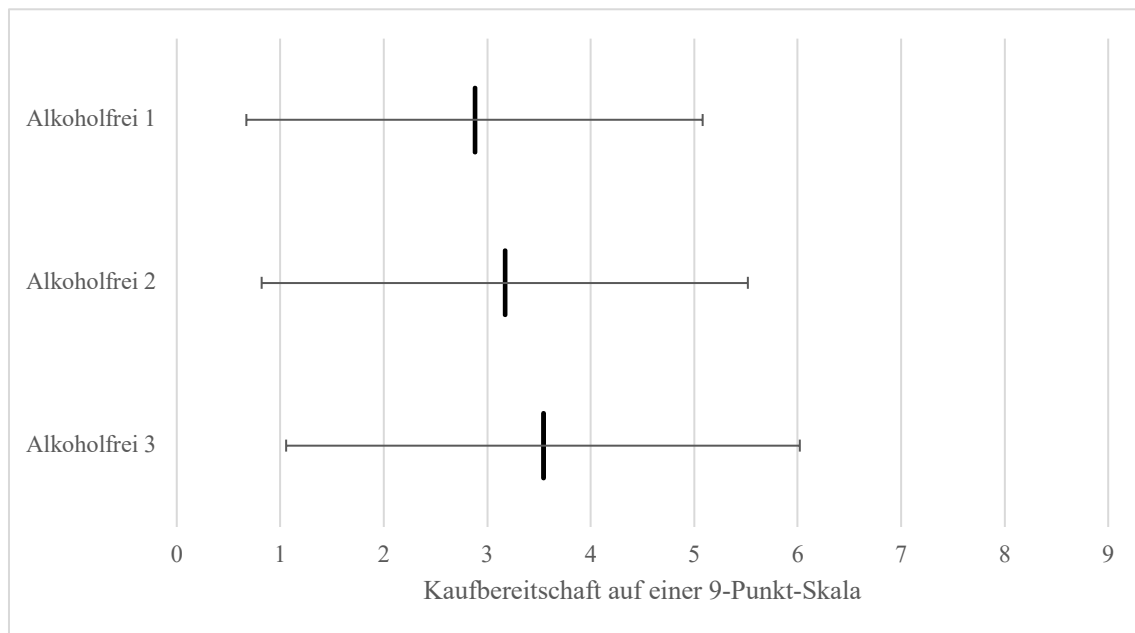
4.5.1.3 Beurteilung der alkoholfreien Weine

Die drei alkoholfreien Weine wurden durch die Prüfenden hinsichtlich des Gesamtgefallens und der Kaufbereitschaft beurteilt. Dabei gefiel den Prüfenden die Probe 3 der alkoholfreien Weine mit 20 % Verjus am besten. Durchschnittlich wurde diese Probe mit 3,95 Punkten ($\pm 2,23$) bewertet. Mit 3,83 Punkten ($\pm 2,11$) wurde die Variante ohne Verjus als zweitbeste angesehen. Der Variante mit 10 % Verjus wurden durchschnittlich 3,55 Punkte ($\pm 2,09$) vergeben. Die genannten Mittelwerte unterscheiden sich nicht signifikant voneinander. Abb. 29 verdeutlicht, dass Mittelwerte von unter vier am unteren Ende der 9-Punkte-Skala liegen und damit tendenziell schlecht bewertet wurden. Zum Vergleich entspräche eine Bewertung von fünf Punkten der Beurteilung „weder noch“.



*Abbildung 29: Gesamtgefallen der alkoholfreien Weine auf einer 9-Punkte-Skala
Mittelwerte und Stabw. Es liegen keine signifikante Unterschiede mit einem Signifikanzniveau von mindestens 95 % vor. Cuvée trocken der Fa. Carl Jung (Alkoholfrei 1) wurde mit 10 % (Alkoholfrei 2) bzw. 20 % (Alkoholfrei 3) Verjus verschnitten. (n=65)*

Die Kaufbereitschaft der Prüfenden lag im Durchschnitt zwischen 2,88 Punkten ($\pm 2,20$) für den alkoholfreien Wein der Fa. Carl Jung und 3,54 Punkten ($\pm 2,48$) für den alkoholfreien Wein, der mit 20 % Verjus verschnitten wurde. Die Variante Alkoholfrei 2 wurde mit durchschnittlich 3,17 Punkten ($\pm 2,35$) bewertet. Dabei unterscheiden sich die Mittelwerte der Kaufbereitschaften der Prüfer:innen nicht signifikant voneinander. Abb. 30 stellt grafisch dar, dass die Kaufbereitschaft mit steigendem Verjusgehalt tendenziell steigt, auch wenn die Kaufbereitschaft generell sehr gering ist. Die meisten Konsument:innen würden die Proben nicht kaufen.



*Abbildung 30: Kaufbereitschaft der alkoholfreien Weine auf einer 9-Punkte-Skala
Mittelwerte und Stabw. Es liegen keine signifikante Unterschiede mit einem Signifikanzniveau von mindestens 95 % vor. Cuvée trocken der Fa. Carl Jung (Alkoholfrei 1) wurde mit 10 % (Alkoholfrei 2) bzw. 20 % (Alkoholfrei 3) Verjus verschnitten. (n=65)*

Bei Betrachtung der Kaufbereitschaft und des Gesamtgefallens fällt auf, dass die Variante mit 20 % Verjus tendenziell bevorzugt wird. Dies bestätigt sich in der Preisanalyse. Der durchschnittliche Preis, den die Verkoster:innen bereit wären für eine Flasche der Variante „Alkoholfrei 3“ im Lebensmitteleinzelhandel zu bezahlen, lag bei 3,76 € ($\pm 2,47$ €). Die Variante 2 mit 10 % Verjus erzielte einen durchschnittlichen Preis von 3,44 € ($\pm 2,27$ €), wohingegen die Variante ohne Verjus mit durchschnittlich 3,23 € ($\pm 2,35$ €) am schlechtesten abschnitt. Die Zahlungsbereitschaften der Prüfenden unterscheiden sich nicht signifikant voneinander. Abb. 31. verdeutlicht, dass die Zahlungsbereitschaft für die verkosteten alkoholfreien Weine signifikant niedriger ist, als die Verkoster:innen generell bereit wären für eine Flasche alkoholfreien Wein zu bezahlen. Drei Prüfer:innen hatten zu Beginn der Verkostung keine Preisvorstellung, konnten aber nach der Verkostung der alkoholfreien Weine einen Preis nennen. Sechs Prüfer:innen haben bei allen drei Varianten keine Aussage zum Preis getroffen. Darüber hinaus hat bei den Varianten mit Verjuszusatz jeweils ein:e weiterer:e Prüfer:in keine Angabe gemacht.

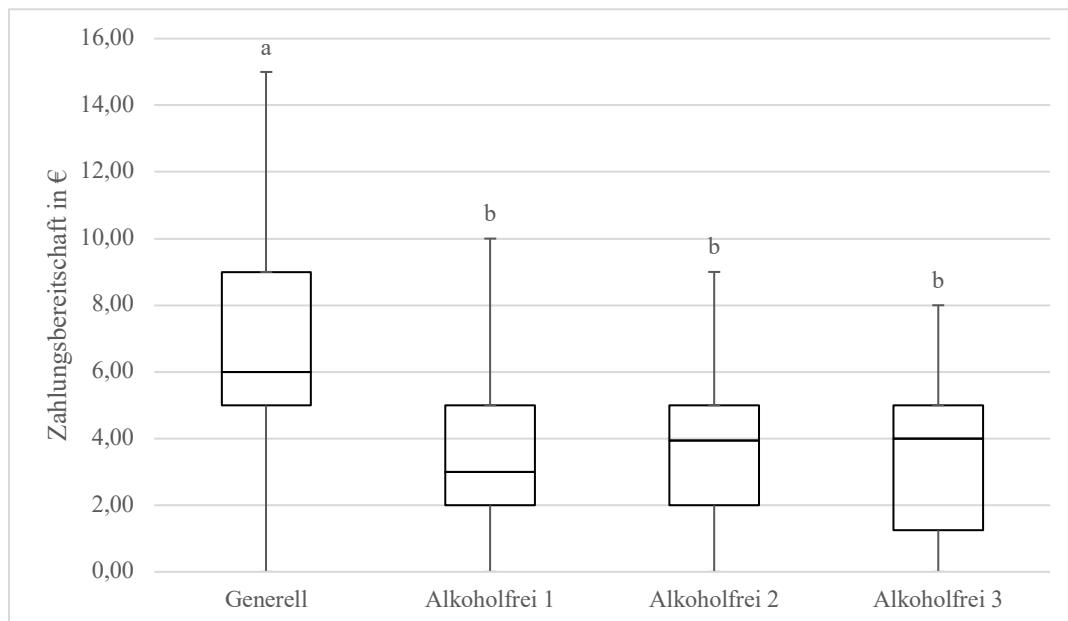


Abbildung 31: Zahlungsbereitschaft der Konsument:innen für eine 0,75 l Flasche alkoholfreien Wein im Lebensmitteleinzelhandel in Euro. Es liegen signifikante Unterschiede zwischen a und b mit einem Signifikanzniveau von mindestens 95 % vor. Cuvée trocken der Fa. Carl Jung (Alkoholfrei 1) wurde mit 10 % (Alkoholfrei 2) bzw. 20 % (Alkoholfrei 3) Verjus verschnitten. ($n_{\text{Generell}}=62$; $n_{\text{Alkoholfrei1}}=59$; $n_{\text{Alkoholfrei2\&3}}=58$)

Mit Hilfe einer Just-About-Right-Skala wurde die Säureintensität der verkosteten alkoholfreien Weine beurteilt. Mit steigendem Verjusgehalt nahm die Einschätzung „zu sauer“ zu. Abb. 32 verdeutlicht dies. Es fiel auf, dass bereits der alkoholfreie Wein der Fa. Carl Jung von 60 % der Konsument:innen als zu sauer klassifiziert wurde.

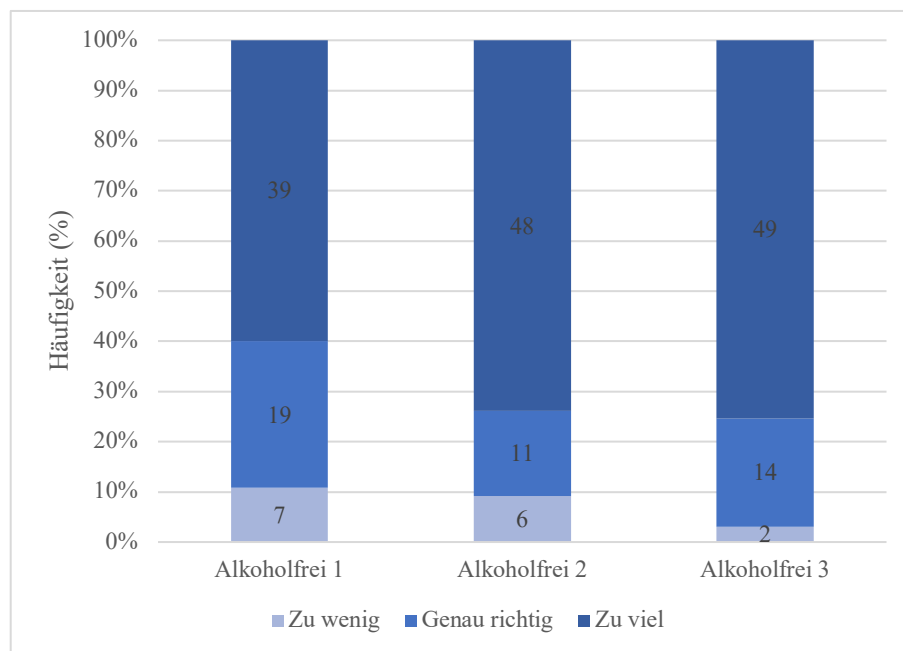


Abbildung 32: Säurewahrnehmung der alkoholfreien Weine
Häufigkeit der angegebenen Bereiche zu wenig, zu viel und genau richtig. Cuvée trocken der Fa. Carl Jung (Alkoholfrei 1) wurde mit 10 % (Alkoholfrei 2) bzw. 20 % (Alkoholfrei 3) Verjus verschnitten. ($n=65$)

Die Beurteilung der Süße erfolgte per Just-About-Right-Skala. Die alkoholfreien Weine wurden generell als zu wenig süß empfunden. Je mehr Verjus im Getränk enthalten war, desto süßer wurde der alkoholfreie Wein eingeschätzt. Abb. 33 zeigt, dass die Cuvée trocken der Fa. Carl Jung (Alkoholfrei 1) von 44 Prüfenden als zu wenig süß bezeichnet wurde. Bei der Variante mit 20 % Verjus (Alkoholfrei 3) sind es 37 Prüfer:innen.

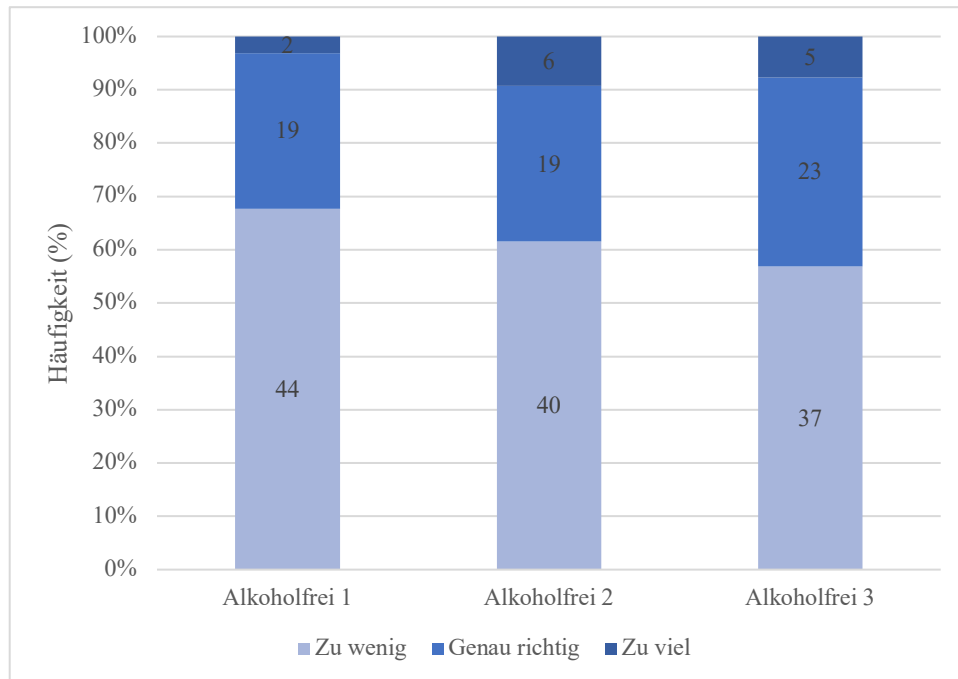


Abbildung 33: Süßewahrnehmung der alkoholfreien Weine
Häufigkeit der angegebenen Bereiche zu wenig, zu viel und genau richtig. Cuvée trocken der Fa. Carl Jung (Alkoholfrei 1) wurde mit 10 % (Alkoholfrei 2) bzw. 20 % (Alkoholfrei 3) Verjus verschnitten. (n=65)

Generell wurden die alkoholfreien Weine als zu sauer und zu wenig süß klassifiziert. Durch Einsatz von Verjus stieg sowohl die Wahrnehmung der Säure als auch der Süße. Folgende Süße-Säure-Matrix (Abb. 34) verdeutlicht dies. Bei der Erstellung der Grafik wurde differenziert, ob die Probe als „viel zu (wenig) sauer/süß“ bewertet wurde, oder ob der Bereich zwischen „viel zu (wenig) sauer/süß“ und „genau richtig“ ausgewählt wurde. Die Skalierung der x-Achse und der y-Achse entspricht der 5-Punkte-Skala des Just-About-Right-Tests. Die Mitte der Skala entspricht der Einschätzung genau richtig, und stellt somit das Optimum dar. Die Variante Alkoholfrei 1 liegt dem Optimum am nächsten und hat somit theoretisch den geringsten Korrekturbedarf.

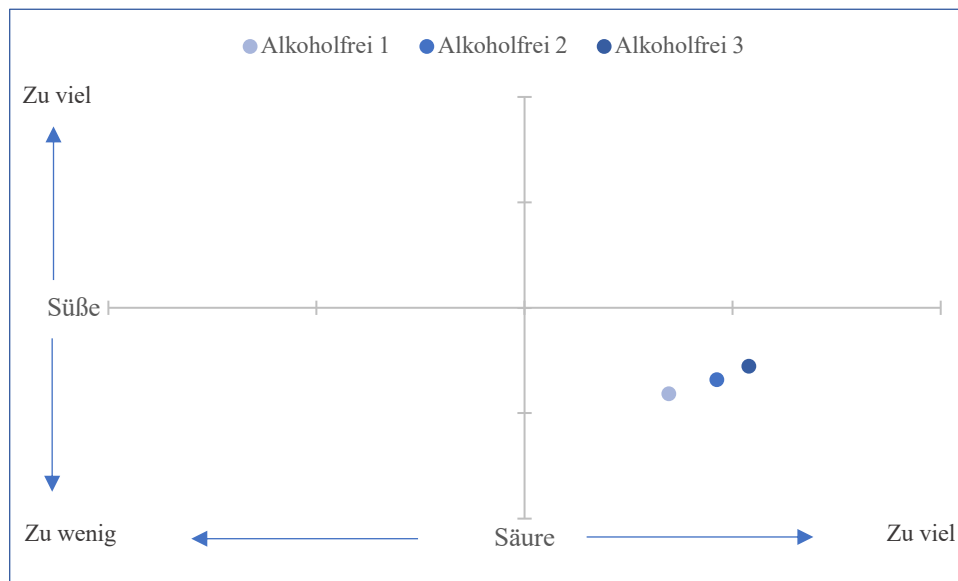


Abbildung 34: Säure-Süße-Matrix der alkoholfreien Weine

Mittelwerte anhand der skalierten Just-About-Right-Skala. Cuvée trocken der Fa. Carl Jung (Alkoholfrei 1) wurde mit 10 % (Alkoholfrei 2) bzw. 20 % (Alkoholfrei 3) Verjus verschnitten. (n=65)

Die subjektive Süße- bzw. Säurewahrnehmung und die entsprechende Gesamtbeurteilung der alkoholfreien Weine wurde mittels Dunnett-Test verglichen. Anhand Tab. 8 wird ersichtlich, dass das Gesamtgefallen am höchsten ist, wenn die Probe als genau richtig empfunden wurde. Dies trifft auf alle Varianten außer der zu hohen Süße der Variante Alkoholfrei 1 zu.

Tabelle 8: Gesamtgefallen der alkoholfreien Weine nach Süße-Säure-Wahrnehmung der Prüfenden Mittelwerte ($\pm$ Stabw) der alkoholfreien Weine und Häufigkeit der Bereiche zu wenig, genau richtig und zu viel zu den Attributen Säure und Süße. Cuvée trocken der Fa. Carl Jung (Alkoholfrei 1) wurde mit 10 % (Alkoholfrei 2) bzw. 20 % (Alkoholfrei 3) Verjus verschnitten. (n=65)

	Alkoholfrei 1				Alkoholfrei 2				Alkoholfrei 3			
	Säure		Süße		Säure		Süße		Säure		Süße	
	Häufigkeit	Gesamtgefallen	Häufigkeit	Gesamtgefallen	Häufigkeit	Gesamtgefallen	Häufigkeit	Gesamtgefallen	Häufigkeit	Gesamtgefallen	Häufigkeit	Gesamtgefallen
Zu wenig	7	4,29 ($\pm$ 1,89)	44	3,43 ($\pm$ 2,14)	6	2,5 ($\pm$ 1,76)	40	2,83 ($\pm$ 1,78)	2	3,5 ($\pm$ 2,12)	37	2,92 ($\pm$ 1,83)
Genau richtig	19	5,26 ($\pm$ 2,28)	19	4,63 ($\pm$ 1,89)	11	5,64 ($\pm$ 2,06)	19	5 ($\pm$ 1,8)	14	6,14 ($\pm$ 1,61)	23	5,65 ($\pm$ 1,58)
Zu viel	39	3,05 ($\pm$ 1,67)	2	5 ($\pm$ 1,41)	48	3,21 ($\pm$ 1,86)	6	3,83 ($\pm$ 2,71)	49	3,35 ($\pm$ 2,02)	5	3,8 ($\pm$ 3,03)

Die Analyse der Penaltys ergab, dass die Einschätzung der Säure als „zu viel“ signifikant mit einer niedrigeren Gesamtbeurteilung korreliert. Auch die Einschätzung der Süße als „zu niedrig“ korreliert mit Ausnahme der Variante Alkoholfrei 1 signifikant mit einer schlechteren Gesamtbeurteilung. Die Aussagensicherheit liegt bei mindestens 95 %. Die Bereiche

zu wenig Säure und zu viel Süße lagen unterhalb der Häufigkeitsschwelle von 20 %, weshalb dort nicht von signifikanten Ergebnissen zu sprechen ist. Abb. 35 verdeutlicht die Abnahme des Gesamtgefallens durch die Süße- bzw. Säurewahrnehmung in Form von gewichteten Penaltys. Die Höhe der Penaltys steigt unter Verwendung von Verjus. Es fällt auf, dass die Prüfenden eine zu hohe Säure stärker bestrafen als eine zu geringe Süße.

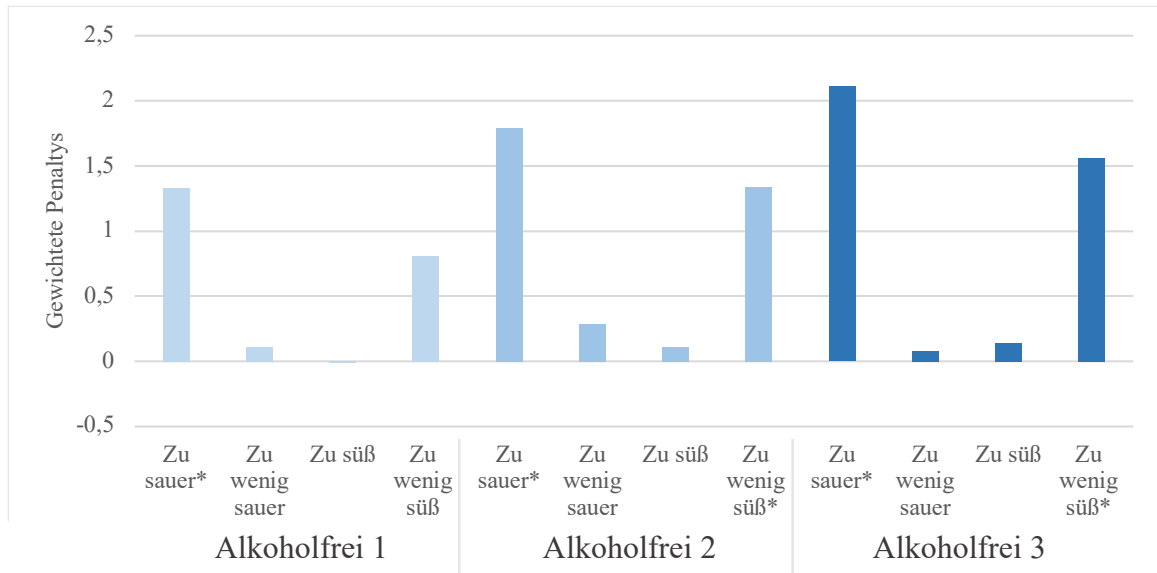


Abbildung 35: Gewichtete Penaltys der alkoholfreien Weine

Mit „*“ gekennzeichnete Attribute korrelieren signifikant mit einem niedrigeren Gesamtgefallen. Die Aussagensicherheit liegt bei 95 %. Cuvée trocken der Fa. Carl Jung (Alkoholfrei 1) wurde mit 10 % (Alkoholfrei 2) bzw. 20 % (Alkoholfrei 3) Verjus verschnitten. (n=65)

Die Konsument:innen hatten die Möglichkeit positive und negative Produkteigenschaften in Kommentarfeldern zu nennen. Bei allen drei Varianten wurde von einzelnen Verkoster:innen gelobt, dass es sich um trockene alkoholfreie Weine handle. Die mit Verjus verschnittenen Varianten wurden als Sommergetränk bezeichnet. Neben der hohen Säure wurden alle Varianten häufig als flach oder dünn charakterisiert. Dies wird auch anhand der Häufigkeit der genannten Produkteigenschaften in Tab. 9 deutlich. Es wurden Attribute wie „unangenehm“, „flach“, „bitter“, „fahl“, „unausgewogen“ und „adstringent“ für alle Varianten verwendet. Bei der Variante mit 20 % Verjus haben drei Verkostende einen Kochgeschmack wahrgenommen. Insgesamt dominierten die negativen Produkteigenschaften. Mit dem Zusatz von Verjus nahm die Nennung von positiven Produkteigenschaften zu. Außerdem wurden die Varianten mit Verjus seltener als flach, oder dünn bezeichnet. Es fiel auf, dass die meisten Verkoster:innen die drei Proben sehr ähnlich beschrieben haben. Die wortwörtlichen Kommentare der Prüfer:innen zu den jeweiligen Varianten sind nachzulesen (Tab. 17 bis 22 / Seiten 100 bis 105).

Tabelle 9: Produkteigenschaften der alkoholfreien Weine
Einteilung der Kategorien nach Häufigkeit des genannten Attributes durch die Verkoster:innen.
Das Ausfüllen der Kommentarfelder war optional. Cuvée trocken der Fa. Carl Jung (Alkoholfrei 1)
wurde mit 10 % (Alkoholfrei 2) bzw. 20 % (Alkoholfrei 3) Verjus verschnitten. (n=65)

Positive Produkteigenschaften	Alkoholfrei 1	Alkoholfrei 2	Alkoholfrei 3
Geruch	5	9	14
Erfrischend / frisch	7	5	8
Farbe	9	7	5
Frucht / Aroma	6	9	12
Negative Produkteigenschaften	Alkoholfrei 1	Alkoholfrei 2	Alkoholfrei 3
Flach / dünn	16	14	13
Sauer	28	39	37
Unharmonisch	6	2	4

4.5.2 Verjus

Die drei Varianten des Verjus wurden durch die Verkoster:innen hinsichtlich ihrer persönlichen Präferenz sortiert. Die beliebteste Probe wurde auf Rang eins gestellt. Verjus 2, der eine Mazerationszeit von 24 Stunden hatte, wurde von der Prüfgruppe präferiert. Tab. 10 zeigt den durchschnittlich vergebenen Rang und die Rangsumme. Die Teststatistik des Friedman-Tests lag mit 35,9385 über dem kritischen F-Wert von 9,21. Damit wurde bestätigt, dass die Prüfgruppe einen Unterschied zwischen den verkosteten Verjus feststellen konnte. Die Aussagensicherheit liegt bei mindestens 99 %.

Tabelle 10: Ergebnisse der Rangordnungsprüfung des Verjus nach persönlicher Präferenz der Verkoster:innen. Friedman-Test zur Ermittlung signifikanter Unterschiede. Auswertung nach DIN 10963. (n=65) Verjus 1 wurde direkt gepresst. Die Varianten 2 und 3 wurden nach einer 24-stündigen Mazeration verarbeitet. Verjus 3 wurde mit dem Enzym Panzym® Clair Rapide G der Fa. Eaton behandelt (3 g/hl).

	Verjus 1	Verjus 2	Verjus 3
Durchschnittlicher Rang $\pm$ Stabw	2,06 $\pm$ 0,77	1,45 $\pm$ 0,66	2,49 $\pm$ 0,66
Rangsumme	134	94	162
Summe der Rangsummenquadrate	53036		
Errechneter F-Wert	35,9385		
Kritischer F-Wert ($\alpha = 1 \%$)	9,21		

Der paarweise Probenvergleich nach DIN 10963 ergab signifikante Unterschiede zwischen allen Varianten. Verjus 2 konnte mit einem Signifikanzniveau von 99 % von den Verjus Varianten 1 und 3 unterschieden werden. Verjus 1 wurde durch die Verkoster:innen mit einer Aussagensicherheit von 95 % besser bewertet als Verjus 3. Die Rohdaten der Rangordnungsprüfung befinden sich im Anhang (Tab. 23).

4.5.3 Säuerung

4.5.3.1 Analyse der angesäuerten Weine

Die Säuerung mit Weinsäure, Äpfelsäure und Verjus erhöhte den Gesamtsäuregehalt von 5,2 g/l berechnet als Weinsäure einheitlich auf 6,9 g/l. Anhand Tab. 11 wird sichtbar, dass sich die Säuerungen mit Weinsäure und mit Äpfelsäure im Gegensatz zu der mit Verjus verschnittenen Variante analytisch nicht wesentlich unterscheiden. Die Wein- und Äpfelsäurevarianten haben einen vorhandenen Alkoholgehalt von 12,6 % vol. Der vorhandene Alkoholgehalt wurde durch die Säuerung mit Verjus auf 11,7 % vol. reduziert. Gleichzeitig stieg der vergärbare Zuckergehalt um 5,6 g/l auf 11,5 g/l an. Dies spiegelt sich auch im Gesamtextrakt wider.

Tabelle 11: Analysewerte der Säuerungsvarianten

Die Säuerung erfolgte mit 1,5 g/l Weinsäure (Säuerung 1), mit 1,338 g/l Äpfelsäure (Säuerung 2) und mit Verjus (Säuerung 3). Bei letztgenannter Säuerung wurde ein Mischungsverhältnis von 17,6 Teilen Wein zu 1,5 Teilen Verjus verwendet. Der Verjus hatte eine Gesamtsäure von 24,3 g/l und der Grundwein von 5,2 g/l.

	Säuerung 1	Säuerung 2	Säuerung 3
Relative Dichte (20/20)	0,9936	0,9935	0,9968
Refraktionszahl	42,5	42,5	42,9
Vergärbbarer Zuckergehalt in g/l	5,9	5,9	11,5
pH-Wert	3,1	3,2	3,2
Titrierbare Gesamtsäure in g/l	6,9	6,9	6,9
Vorhandener Alkoholgehalt in g/l	99,3	99,6	92,1
Vorhandener Alkoholgehalt in % vol.	12,6	12,6	11,7
Gesamtextraktgehalt in g/l	26,0	25,9	31,5
Zuckerfreier Extraktgehalt in g/l	20,1	20,0	20,0

4.5.3.2 Sensorische Prüfung der angesäuerten Weine

4.5.3.2.1 Präferenz

Zunächst ordneten die Verkoster:innen die 3 angesäuerten Weine entsprechend ihrer persönlichen Präferenz. Dabei wurde die beliebteste Probe auf Rang eins gestellt (Tab. 24). Tab. 12 zeigt die Ergebnisse des Friedman-Tests, welcher für die Auswertung herangezogen wurde. Es konnte ein signifikanter Unterschied mit einer Aussagesicherheit von 95 % festgestellt werden, da der errechnete F-Wert über dem kritischen F-Wert nach DIN 10963 lag.

Tabelle 12: Ergebnisse der Rangordnungsprüfung der angesäuerten Weine nach persönlicher Präferenz der Verkoster:innen. Friedman-Test zur Ermittlung signifikanter Unterschiede. Auswertung nach DIN 10963. Die Säuerung erfolgte mit 1,5 g/l Weinsäure (Säuerung 1), mit 1,338 g/l Äpfelsäure (Säuerung 2) und mit Verjus (Säuerung 3). Bei letztgenannter Säuerung wurde ein Mischungsverhältnis von 17,6 Teilen Wein zu 1,5 Teilen Verjus verwendet. Der Verjus hatte eine Gesamtsäure von 24,3 g/l und der Grundwein von 5,2 g/l. (n=65)

	Säuerung 1	Säuerung 2	Säuerung 3
Durchschnittlicher Rang $\pm$ Stabw	2,12 $\pm$ 0,78	2,13 $\pm$ 0,80	1,73 $\pm$ 0,81
Rangsumme	138	139	113
Summe der Rangsummenquadrate	51134		
Errechneter F-Wert	6,6769		
Kritischer F-Wert ($\alpha = 5\%$)	5,99		

Signifikante Unterschiede konnten zwischen der mit Verjus angesäuerten Probe und den mit Wein- bzw. Äpfelsäure angesäuerten Proben erfasst werden. Dabei präferierten die Prüfer:innen die Verjus Variante. Die Aussagesicherheit liegt bei 95 %. Die Ränge der mit Weinsäure und mit Äpfelsäure angesäuerten Weine konnten nicht signifikant voneinander unterschieden werden.

4.5.3.2.2 Säureintensität

Die zweite Rangordnungsprüfung thematisierte die Säureintensität. Dabei sollte die Prüfgruppe die sauerste Probe auf Rang eins stellen. Die Rohdaten werden im Anhang geführt (Tab. 25). Der durchschnittliche Rang der Proben unterschied sich nicht signifikant, da der F-Wert von 1,1385 den kritischen F-Wert von 5,99 nicht übersteigt, was anhand von Tab. 13 verdeutlicht wird. Daher wurde kein paarweiser Probenvergleich durchgeführt. Die Prüfgruppe konnte also keinen Unterschied in der Säureintensität der Varianten feststellen.

Tabelle 13: Ergebnisse der Rangordnungsprüfung der angesäuerten Weine nach Säureintensität Friedman-Test zur Ermittlung signifikanter Unterschiede. Auswertung nach DIN 10963. Die Säuerung erfolgte mit 1,5 g/l Weinsäure (Säuerung 1), mit 1,338 g/l Äpfelsäure (Säuerung 2) und mit Verjus (Säuerung 3). Bei letztgenannter Säuerung wurde ein Mischungsverhältnis von 17,6 Teilen Wein zu 1,5 Teilen Verjus verwendet. Der Verjus hatte eine Gesamtsäure von 24,3 g/l und der Grundwein von 5,2 g/l. (n=65)

	Säuerung 1	Säuerung 2	Säuerung 3
Durchschnittlicher Rang $\pm$ Stabw	1,94 $\pm$ 0,80	2,11 $\pm$ 0,79	1,95 $\pm$ 0,85
Rangsumme	126	137	127
Summe der Rangsummenquadrate	50774		
Errechneter F-Wert	1,1385		
Kritischer F-Wert ($\alpha = 5 \%$)	5,99		

5 Diskussion

5.1 Verjus

5.1.1 Herstellung

Der Saft aus unreifen, grünen Trauben war bereits 400 v. Chr. bekannt und wurde als Würzmittel und als Heilmittel verwendet. Bis im späten Mittelalter die Zitrone Verjus als Säuerungsmittel ablöste und dieser in Vergessenheit geriet, war Verjus Bestandteil vieler Gerichte (Lorey 2017). Heute stellt Verjus ein Nischenprodukt dar, das in den letzten Jahrzehnten an Aufmerksamkeit gewann. Es wird aktuell in der Spitzengastronomie eingesetzt, und mit Wasser vermischt als Erfrischungsgetränk konsumiert. Die Lese des Verjus kann als selektive Handlese erfolgen und so eine Ertragsregulierung darstellen. Dies hat den Vorteil, dass Winzer:innen ein hochwertiges Produkt gewinnen, dessen Rohmaterial sonst auf dem Weinbergsboden ungenutzt verbleiben würde (Dupas de Matos u. a. 2017).

Im Versuch wurden Ertragsschätzungen durchgeführt, um die Effektivität der ertragsregulierenden Maßnahmen zu beurteilen. Die Anzahl der Gescheine pro Rebe konnte durch das Entfernen der Doppeltriebe signifikant herabgesetzt werden. Die selektive Lese verringerte die Anzahl der Gescheine nicht signifikant, reduzierte allerdings die Ertragsschätzung je nach angenommenem Traubengewicht um 684 kg bis 1363 kg. Je nach Produktionsziel kann der Grad der Ausdünnung durch die Winzer:innen variiert werden, sodass durch die selektive Handlese des Verjus eine zielgerichtete Ertragsreduktion stattfinden kann.

Dem entgegen stehen Gedanken zur Traubenstruktur. Durch das Ausdünnen werden die übrigen Trauben stärker durch die Rebe versorgt. Dies führt je nach Witterung und Wasserverfügbarkeit zu einer kompakteren Traubenstruktur, was den Befallsdruck der Grauschimmelfäule erhöht. Dabei ist zu beachten, dass aufgrund der Lese des Verjus die Wartezeiten der Pflanzenschutzmittel eingehalten werden müssen, und daher keine Botrytizid-Behandlung zum Traubenschluss durchgeführt werden kann. Deshalb können in Jahren mit feuchter Witterung Probleme mit Fäulnis auftreten. Ertragsregulierende Maßnahmen wie das Traubenteilen, oder die Ausdünnung per Vollernter in der Fruchtentwicklungsphase, sowie die Handabstreifung zur Nachblüte reduzieren die Anfälligkeit gegenüber *botrytis cinerea* und reduzieren gleichzeitig den Ertrag. Die Variante mit dem geringsten Arbeitsaufwand ist dabei die Ausdünnung per Vollernter (Walg 2006).

Zusammenfassend hat die selektive Handlese des Verjus gegenüber dem Traubenteilen als Ertragsreduzierung den Vorteil, dass dabei ein Produkt gewonnen wird, das weiterverarbeitet, verkauft und im Sinne der Ganzheitlichkeit genutzt werden kann. Somit können sich aus

der Verjus Produktion wirtschaftliche Vorteile ergeben. Die Qualität des verbleibenden Le-seguts am Stock steigt, wobei ein erhöhtes Fäulnisrisiko je nach Witterung in Kauf genom-men werden muss.

Bei der Verarbeitung des Verjus im Versuch wurde zwischen direkter Pressung und 24-stündiger Mazeration unterschieden. Bei Variante 3 wurde zusätzlich zur Mazeration das Enzym Panzym® Clair Rapide G der Fa. Eaton in einer Konzentration von 3 g/hl eingesetzt. Farblich war die direkt gepresste Variante deutlich heller als die Mazervationsvarianten. Die Mazeration erfolgte in offenen Kunststoffrechteckboxen. Dabei kam es wahrscheinlich zur Oxidation der Maische was eine Farbintensivierung erklären würde. Um dies in zukünftigen Versuchen zu umgehen, sollte Trockeneis als Oxidationsschutz eingesetzt werden. Es ist denkbar, dass der Farbunterschied zwischen der direkt gepressten Variante und den Varian-ten mit Maischestandzeit durch die Filtration größer wurde, da die Filterschichten vor allem zu Beginn der Filtration einen Teil der Farbe aufgenommen haben. Um die Vergleichbarkeit der Varianten zu erhalten sollte dies in zukünftigen Versuchen beachtet werden, und je Variante ein neuer Filter angesetzt werden.

Die Auspressquote der mazerierten Varianten stieg im Versuch mit dem Einsatz des Enzyms von 56 % auf 69 %. Die direkt gepresste Variante hatte eine Auspressquote von 53 %. Dies entspricht der Auspressquote, die bei Dupas de Matos u. a. 2018 beobachtet wurde. Die Trauben, die zum Stadium des Traubenschluss gelesen wurden, hatten eine Auspressquote von 54 % (Dupas de Matos u. a. 2018). Es fällt auf, dass die Auspressquoten im Versuch vergleichsweise hoch waren. Normalerweise werden Auspressquoten ab 40 % genannt (Marbé-Sans 2018; Regierungspräsidium Darmstadt, Dezernat Weinbau Eltville 2011). Dies kann mit dem Lesezeitpunkt zusammenhängen. Im Gegensatz zu den gängigen Verjus, die bei 10 °Oe bis 20 °Oe gelesen werden, wurden im Versuch Trauben bei einem Mostgewicht von ca. 40 °Oe geerntet. Die Trauben waren in der Sistierungsphase, in der die Mesokarp-zellwände durch Expansine zerlegt werden (vgl. 2.2.1) (Keller 2010). Dies kann die höhere Pressausbeute, die bereits bei der direkt gepressten Variante festgestellt wurde, begründen. Es stellt sich die Frage, ob durch die höhere Auspressquote der enzymierten Variante die relevanten Inhaltsstoffe verdünnt wurden. Einzig das Mostgewicht der V3 lag mit 38 °Oe deutlich unter den anderen Varianten mit 44 °Oe (V1) bzw. 46 °Oe (V2). Bei den übrigen Analysewerten ist kein Verdünnungseffekt zu erkennen.

Verjus 2 hat das höchste Mostgewicht und gleichzeitig den niedrigsten Gehalt an titrierbarer Gesamtsäure. Dies könnte ausschlaggebend für die positive Bewertung durch die Verkos-ter:innen gewesen sein, da Süße die Säurewahrnehmung reduziert (Inderbitzin und Roth-

Kahrom 2020). Verjus 2 wurde von 42 der 65 Verkoster:innen auf den ersten Rang gestellt und signifikant gegenüber den anderen Varianten präferiert. Die sensorische Auswertung zeigt, dass die Probe umso besser bewertet wurde, je höher das Mostgewicht war. Diese Beobachtung kann zur Entwicklung eines Verjus, der pur verkauft werden soll, beitragen. Eine Aussage welcher Verjus am geeignetsten für die Säuerung von Weinen, oder für die Herstellung alkoholfreier Weine ist, kann daraus nicht abgeleitet werden. Je nach Zielsetzung sind die Farbe der Variante, sowie der Säure- und Polyphenolgehalt des Verjus relevantere Parameter, die betrachtet werden sollten. Daher kam zur Säuerung der Verjus mit dem höchsten Säuregehalt und zur Herstellung der alkoholfreien Weine der Verjus mit der hellsten Farbe zum Einsatz. Dies war jeweils die direkt gepresste Variante.

Ein wichtiger Parameter für die Filtrierbarkeit von Weinen ist der Pektingehalt. Im Versuch hatte die direkt gepresste Variante die größte Gelbildung und damit den höchsten Pektingehalt. Durch die Mazeration und die Enzymierung sank der Pektingehalt. Durch den Einsatz des Pektinasepräparats vor der Abfüllung wurden die Pektinketten abgebaut und Filtrationsproblemen vorgebeugt (Häfele u. a. 2019). Im Versuch waren alle Varianten weinsteininstabil und mit Ausnahme der V3 auch eiweißinstabil. Durch Kälte- oder Kontaktverfahren, sowie den Zusatz von Kristallationshemmstoffen wie Metaweinsäure kann der ungewollte Ausfall von Weinstein auf der Flasche vermieden werden (Butterfass 2011). Eiweißtrübungen lassen sich durch eine Bentonitschönung verhindern (Hamatschek 2015). Die Notwendigkeit der Behandlungen hängt vom Produktionsziel und der Menge des Verjus im Endprodukt ab. Im Versuch waren die Varianten deutlich instabil, weshalb Behandlungen in der für die kommerzielle Verwendung von Verjus vorgesehenen Produktion durchgeführt werden sollten, um Reklamationen zu vermeiden.

5.1.2 Gesundheitliche Relevanz

Verjus ist ein vielseitiges Getränk, das die menschliche Gesundheit positiv beeinflussen kann. In Versuchen wurde gezeigt, dass der regelmäßige Konsum von Verjus den Blutdruck und den Cholesterinwert senkt, die Lebensfähigkeit von Lungenadenokarzinomzellen reduziert und damit auch eine antikarzinogene Wirkung hat (Alipour u. a. 2011; Nasser u. a. 2020). Im menschlichen Körper tragen Polyphenole dazu bei Sauerstoffradikale abzufangen und schützen dadurch Lipoproteine, Kollagene und die Desoxyribonukleinsäure (Pour Nikfardjam 2001).

Verjus eignet sich auch für die Zubereitung von Lebensmitteln wie Salatsoßen und Marinaden. Die antioxidative Wirkung sorgt dabei für eine längere Haltbarkeit und kann die Population von Salmonellen und anderen Bakterien reduzieren (Dupas de Matos u. a. 2018; Karapinar und Sengun 2007; Öncül und Karabiyikli 2015; Sengun u. a. 2020). Auch in anderen Lebensmitteln wie alkoholfreien Getränken erhöht sich der Gesamtphenolgehalt und damit das antioxidative Potential unter Verwendung eines Verjusextraktes (Guler und Tokusoglu 2016). Neben der Lebensmittelbranche wird die Verwendung von Verjusextrakten als kostengünstige Polyphenol-Quelle derzeit auch in der Kosmetikindustrie diskutiert (Gutiérrez-Gamboa u. a. 2021; Honisch u. a. 2020). Dazu werden Extraktionsverfahren entwickelt, die den Lösungsmittelbedarf reduzieren und den Polyphenolgehalt im Produkt erhöhen sollen (Fia u. a. 2020; Vendramin u. a. 2021). Verbraucher:innen reagierten positiv auf Informationen über die gesundheitsfördernde Wirkung des Verjusextraktes in Rote Beete Püree. Dadurch stieg die Verbraucherakzeptanz für das Produkt (Proserpio u. a. 2020).

Polyphenole haben nicht nur positive Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit. Sie hemmen Enzyme, wodurch die Verdauung von Lebensmittelinhaltsstoffen wie Polysacchariden eingeschränkt wird. Darüber hinaus sinkt die Eisenverfügbarkeit mit steigendem Polyphenolgehalt. Durch Reaktion mit Proteinen kann es zu Immunreaktionen des Körpers kommen (Rechner 2000). Dies sollte beim Konsum von Lebensmitteln mit hohen Polyphenolgehalten beachtet werden.

Im Versuch hatte die enzymierte Variante den mit Abstand höchsten Gehalt an Polyphenolen mit 1062 mg/l. Der Gehalt der mazerierten Variante (844 mg/l) lag noch über dem Gehalt der direkt gepressten Variante (308 mg/l). Damit konnten durch Enzymierung und Mazeration des Verjus, der zur Sistierungsphase gelesen wurde, höhere Polyphenolgehalte erzielt werden als in anderen Studien. Der Gesamtphenolgehalt lag bei Hayolgu zwischen 625,27 und 753,80 mg/l (Hayoglu u. a. 2009). Öncül und Karabyikli konnten Polyphenolgehalte bis 672,74 mg/l bestimmen. In Ihrem Versuch nahm die Konzentration durch Erhitzung ab (Öncül und Karabiyikli 2015). Daher sind schonende Verfahren zu wählen, die die thermische Belastung des Verjus auf ein Minimum reduzieren, und so den Gesamtphenolgehalt erhalten können. Durch die Kombination aus UV-C-Strahlung und Hitze kann die Prozess-temperatur der Pasteurisierung auf 50 °C reduziert werden (Kaya und Unluturk 2019). Neue Verfahren sind darüber hinaus in der Lage die Extraktion der Polyphenole zu begünstigen. In mehreren Versuchen erhöhte eine Ultraschallbehandlung die antikarzinogenen Effekte des Verjus und führte zur Anreicherung bioaktiver Komponenten im Saft (Bagheri und Esmailli 2017; Yıkmış u. a. 2020). Auch der Lesezeitpunkt ist entscheidend für den Gehalt an

Polyphenolen. Der maximale Gehalt an Hydroxyzimtsäuren wird ca. 2 bis 3 Wochen vor dem Beginn der Reifephase erreicht (Plank u. a. 2019). Die Konzentration der Gesamtphenole sinkt ab der Veraison (Lorrain, Chira, und Teissedre 2011). Auch die Rebsorte nimmt Einfluss auf den Polyphenolgehalt (Lima u. a. 2014). Beispielsweise konnten in den Kernen von Merlot-Trauben höhere Polyphenolgehalte nachgewiesen werden als bei Cabernet Sauvignon (Lorrain u. a. 2011). Zusammenfassend kann durch die richtige Kombination aus Rebsorte, Lesezeitpunkt und Verarbeitung der Gesamtphenolgehalt und damit die antioxidative Wirkung des Verjus gesteigert werden. Dies sollte bei der Produktion von Verjus im industriellen Maßstab berücksichtigt werden. Weingüter, die Verjus als gesundheitsförderliches Nebenprodukt anbieten wollen, sollten vor allem auf eine oxidationsgeschützte Mazerationzeit achten.

Insgesamt stellt Verjus ein spannendes Produkt dar, dessen Verwendung nicht nur auf die Spitzengastronomie beschränkt sein sollte. Aufgrund seiner antioxidativen und antikarzinogenen Eigenschaften sollte der Zusatz von Verjus bzw. Verjusextrakten zu vielen Produkten diskutiert werden. Dies gilt nicht nur für die Weinbranche.

5.2 Alkoholfreier Wein

5.2.1 Entwicklung alkoholfreier Weine

Die Entwicklung entalkoholisierter Getränke begann Ende des 19. Jahrhunderts und nahm im Zuge der Prohibition in den Vereinigten Staaten von Amerika zu. Damals wurde Alkohol mittels Destillation aus Bieren entfernt (Ciapetti 1917). Getränketechnologische Innovationen wie die Entwicklung der Umkehrosmose ermöglichten eine deutliche Steigerung im Geschmack des entalkoholisierten Bieres (Wucherpennig 1977). Im Jahr 2017 machte alkoholfreies Bier 6,5 % des deutschen Biermarktes aus. Trotz sinkendem deutschen Bierabsatz nimmt der Absatz an alkoholfreien Bieren und Biermischgetränken zu. Produkte wie Radler alkoholfrei erfuhren ein Wachstum von 14 % binnen eines Jahres (Arndt 2018). Heute finden sich eine Vielzahl an alkoholfreien, teils aromatisierten Bieren im Handel. Im Gegensatz dazu ist das Angebot von alkoholfreien, nicht karbonisierten Weinen im Lebensmitteleinzelhandel oft auf wenige Produkte beschränkt, die meist im Preiseinstiegsbereich liegen. In den letzten Jahren wurden auch alkoholfreie Weine lanciert, die dem Premiumbereich zugeordnet werden können (Bertram 2020). Der Markt alkoholfreier Weine gewinnt zunehmend an Dynamik.

Die Entwicklung alkoholfreier Weine orientierte sich lange Zeit an den Erfolgen der Bierindustrie. Mit Hilfe von Membrankontaktoren lassen sich Weine fast vollständig entalkoholisieren (Liguori u. a. 2019). Da zur Reduktion des Alkoholgehaltes auf unter 0.5 % vol. mehrere Zyklen notwendig sind, und das Produkt dadurch stark belastet wird, werden Membrankontaktoren vor allem zur Teilentalkoholisierung empfohlen (Gambutu u. a. 2011). Um den Alkoholgehalt im Wein um geringe Mengen zu reduzieren, können auch gärschwache Hefen eingesetzt werden (Rolle u. a. 2018). Hefen, die nicht den *Saccharomyceten* angehören wie *Metschnikowia pulcherrima* oder Arten der Gattung *Kluyveromyces*, weisen eine niedrigere Alkoholausbeute auf (Quirós u. a. 2014).

Heute hat sich die Vakuumdestillation zur vollständigen Entalkoholisierung von Weinen durchgesetzt (Jung 2012). Bei Verwendung einer Schleuderkegelkolonne kann zunächst die Aromafraktion abgetrennt werden, ehe die Entalkoholisierung stattfindet. Durch anschließenden Rückverschnitt des entalkoholisierten Weins mit der Aromafraktion kann die Gesamtqualität des Produktes erhöht werden (Pilz 2019).

Die Qualität der alkoholfreien Weine stieg in den letzten Jahrzehnten deutlich an. Dennoch werden die alkoholfreien Weine auf dem Markt überwiegend negativ bewertet (Heinzelmann 2015; Kriegelstein 2019; Moser 2019; Pontius 2019). Um die Qualität alkoholfreier Weine zu verbessern, wurde der Einsatz von Verjus untersucht. Die Hypothese war, dass durch die Verwendung von Verjus in entalkoholisierten Weinen das Gesamtgefallen und die Kaufbereitschaft steigen. Im Versuch hat sich gezeigt, dass die drei Proben generell sehr niedrig bewertet wurden. Alle Varianten seien flach und sauer. Positiv wurde die Frische und die Frucht der Alkoholfreien Weine wahrgenommen. Es konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen dem Gesamtgefallen und der Kaufbereitschaft der drei Varianten festgestellt werden. Damit wird die Hypothese widerlegt. Allerdings stieg die Kaufbereitschaft mit steigendem Verjusgehalt tendenziell an. Auch die Konsument:innen haben bei steigendem Verjusgehalt verstärkt positive Produkteigenschaften genannt. Frucht, Aroma und Geruch wurden häufiger herausgehoben. Darüber hinaus wurden die alkoholfreien Weine mit Verjus seltener als flach, oder dünn bezeichnet.

Je höher der Gehalt an Verjus im alkoholfreien Wein war, desto höher war auch der Zucker- und der Säuregehalt. Dies wird durch die Betrachtung der Just-About-Right-Skalen verdeutlicht. Mit steigender Konzentration an Verjus nahm die Einschätzung als zu sauer zu. Das Gesamtgefallen der Prüfer:innen, die die Proben als genau richtig sauer bzw. süß eingeschätzt haben, war bei der Variante mit 20 % Verjus am höchsten und bei dem alkoholfreien Grundwein am niedrigsten. Dies zeigt, dass der Zusatz von Verjus Potential hat. Die Analyse

der Penaltys ergab signifikante Einbußen des Gesamtgefallens bei zu hoher Säurewahrnehmung und zu geringer Süße bei fast allen Varianten. Auch bei Dupas de Matos u. a. war die hohe Säurewahrnehmung Hauptkriterium für eine signifikant niedrigere Gesamtbeurteilung (Dupas de Matos u. a. 2018).

Aus der Analyse der Penaltys und den Kommentaren der Prüfenden lassen sich Perspektiven für die Verbesserung der Qualität der alkoholfreien Weine ableiten. Die Säurewahrnehmung ist in alkoholfreien Weinen höher als bei alkoholhaltigen Weinen (Blank 2015). Gleichzeitig reduziert ein höherer Zuckergehalt die Säurewahrnehmung (Inderbitzin und Roth-Kahrom 2020). Daher wäre es von Interesse den gleichzeitigen Zusatz von Verjus und Saccharose oder Traubenmost zu entalkoholisierten Weinen zu untersuchen. Dadurch könnte die hohe Säure gepuffert werden, und die Vorteile des Verjuszusatzes könnten zum Tragen kommen. Dabei ist zu beachten, dass bereits der alkoholfreie Grundwein ohne Verjuszusatz von den Verkoster:innen als zu sauer empfunden wurde. Daher sollte in weiteren Versuchen ein Grundwein gewählt werden, der säurearm ist, um die zusätzliche Säure durch den Verjus auszugleichen. Durch die Kombination eines säurearmen Grundweines und eines höheren Zuckergehaltes könnte die Häufigkeit der Beurteilung „zu sauer“ reduziert werden. Ob dadurch ein Produkt geschaffen wird, dass gegenüber herkömmlichen alkoholfreien Weinen bevorzugt wird, kann auf Grundlage der im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Versuche nicht beantwortet werden. Dazu müssten ein alkoholfreier Wein und ein mit Verjus versetzter alkoholfreier Wein mit gleichen Süße- und Säuregehalten miteinander verglichen werden. Dieser Ansatz sollte in zukünftigen Versuchen verfolgt werden, um das Potential von Verjus in alkoholfreien Weinen zu untersuchen und die Entwicklung alkoholfreier Weine weiter voranzubringen.

Insgesamt wurden unter Verwendung von Verjus häufiger Fruchtnoten durch die Prüfenden wahrgenommen. Außerdem sank der Anteil der Prüfer:innen, die die Probe als „flach“ bezeichneten mit Einsatz von Verjus. Darüber hinaus stieg die Kauf- und Zahlungsbereitschaft bei alkoholfreien Weinen mit Verjus tendenziell an. Es hat sich gezeigt, dass die Proben im Versuch generell zu sauer und zu wenig süß waren. Dies sollte in zukünftigen Versuchen berücksichtigt werden. Nichtsdestotrotz birgt der Zusatz von Verjus zu alkoholfreien Weinen großes Potential. Eine Implementierung des Einsatzes von Verjus in alkoholfreien Produkten in das deutsche WeinG ist daher auch unter der Bezeichnung alkoholfreier Wein denkbar.

5.2.2 Konsumverhalten in Deutschland

Das Ernährungsbewusstsein in der westlichen Gesellschaft nimmt tendenziell zu. Heute achten Konsument:innen beim Kauf von Lebensmitteln stärker auf ethische Aspekte, schließen Umweltfaktoren in ihre Kaufentscheidung mit ein, und legen Wert auf Gesundheit im Allgemeinen (Sajovitz u. a. 2018). Dabei sinkt der Alkoholkonsum in Deutschland sukzessive (Henrich 2020). Dies ist vor allem auf einen sinkenden Bierkonsum zurückzuführen. Der Weinkonsum der vergangenen zwei Jahrzehnte in Deutschland ist im Gegensatz dazu konstant (Abele 2021). Generell steigt das Interesse an Wein je höher die soziale Schicht ist (Szolnoki 2018). Im Zuge des wachsenden Gesundheitsbewusstseins der Verbraucher:innen werden die Qualität und der Geschmack von Lebensmitteln zunehmend kritischer betrachtet. Daher birgt die Entwicklung hochqualitativer entalkoholisierter Getränke, die Bier, Wein und andere Spirituosen substituieren, großes Potential.

Mit Ausnahme alkoholfreier Biere und Schaumweine sind entalkoholisierte Stillweine und Spirituosen noch relativ unbekannt. Das Deutsche Weininstitut führte eine Befragung unter 16883 zufällig ausgewählten Verbraucher:innen durch. 15 % der Befragten kannten alkoholfreie Weißweine, wobei nur ein Viertel davon diese bereits probiert habe. 53 % der Verbraucher:innen kannten alkoholfreie Schaumweine (Deutsches Weininstitut 2020a). Im Versuch haben 51 der 65 Verkoster:innen bereits alkoholfreie Weine getrunken. Dies zeigt, dass die Prüfgruppe tendenziell weinaffin und offen gegenüber neuen Produkten ist. Am häufigsten konnten sich die Prüfenden den Konsum alkoholfreier Weine als Autofahrer:innen vorstellen. Im Fall einer Krankheit, bei einer Schwangerschaft, sowie während des temporären Verzichts auf Alkohol in der Fastenzeit, oder im Zuge eines „Dry-January“ sei der Konsum alkoholfreier Weine denkbar. Auch in der Befragung des Deutschen Weininstituts wurde die Teilnahme am Straßenverkehr als Hauptgrund für den Konsum von alkoholfreien Weinen genannt gefolgt von gesundheitlichen Aspekten (Deutsches Weininstitut 2020b).

Alkoholfreier Wein substituiert meist Wasser, Saft und andere alkoholfreie Getränke (Heinzelmann 2015). Die Konsument:innen alkoholfreier Weine sind zu 60 bis 66 Prozent Frauen. Der Konsum steigt mit überdurchschnittlichem Wohlstandsniveau und bei Familien mit Kindern an (Deutsches Weininstitut 2020b). Das Konsumverhalten wird neben dem Trinkanlass von der Ausstattung des Produktes beeinflusst. Ein ansprechendes Design erhöht die Zahlungs- und Kaufbereitschaft der Konsument:innen (Schrader 2008). Allerdings bleiben der Geschmack, die Rebsorte und der Preis die wichtigsten Faktoren von denen die finale Kaufentscheidung abhängt (Universität Mannheim 2010). „Die Produkte

müssen bei der Markteinführung geschmacklich überzeugen“ (Käßer-Pawelka und Spletter 2021). Im Versuch war dies nicht der Fall. Die durchschnittliche Zahlungsbereitschaft der Prüfgruppe für eine Flasche alkoholfreien Wein im Lebensmitteleinzelhandel lag bei 6,97 €. Die Konsument:innen waren im Gegensatz dazu bereit für die Proben im Versuch zwischen 3,23 € und 3,76 € zu bezahlen. Damit waren die Zahlungsbereitschaften signifikant niedriger stiegen allerdings unter Verwendung von Verjus tendenziell an. Relativiert wird dies durch Betrachtung des deutschen Weinmarktes. Im Jahr 2020 wurde durchschnittlich für einen Liter deutschen Wein ein Preis von 3,31 € erzielt (Abele 2021). Dies entspricht 2,48 € für eine 0,75 l Flasche. Damit liegen die alkoholfreien Weine im Versuch noch über dem deutschen Durchschnitt für alkoholhaltige Weine. Nichtsdestotrotz zeigen die Ergebnisse, dass es grundsätzlich Defizite in der Qualität der alkoholfreien Weine im Versuch gab, die eine Optimierung erfordern, wie sie unter Punkt 5.2.1 beschrieben wurde.

Die Deutsche Weinakademie hat in Kooperation mit Wine In Moderation eine Verkostung während der Fachmesse Intervitis im November 2018 durchgeführt. 190 Verkoster:innen, von denen 109 Wein- bzw. Sekterzeuger:innen waren, wurden über alkoholreduzierte Weine befragt. Dabei stimmten 108 Verkoster:innen der Aussage zu, dass gesundheitsbewusste Konsument:innen nach Weinen mit moderaten Alkoholgehalten suchen. 130 Prüfende waren der Meinung, dass alkoholarme Weine dennoch geschmackvoll sein können, und 50 Verkoster:innen wollten alkoholarme Weine in Ihrem Sortiment etablieren (Wine In Moderation 2018). Diese Umfrage zeigt, dass Weinerzeuger:innen bereit sind alkoholreduzierte Weine auf den Markt zu bringen, die auch qualitativ überzeugen. Im Gegensatz zu alkoholreduzierten Weinen werden alkoholfreie Weine noch skeptisch gesehen.

Der Markt alkoholfreier Weine in Deutschland wächst, wobei der Absatz noch unter einem Prozent der Stillweine beträgt (Deutsches Weininstitut 2020a). Damit stellt alkoholfreier Wein noch immer ein Nischenprodukt dar (Loose und Kohlmann 2017). Länder wie Schweden und Norwegen, in denen es hohe Steuern auf alkoholhaltige Getränke gibt, zählen zu den größten Wachstumsmärkten alkoholfreier Weine (Henrich 2018). Um den Absatz alkoholfreier Weine zu erhöhen, sollte der positive Effekt des Konsums alkoholfreier Weine auf die Gesundheit stärker thematisiert werden (Tomaskova u. a. 2017). Die Rotkäppchen-Mumm Sektkellereien GmbH setzt in der Vermarktung von „alkoholfreien Genussprodukte[n]“ auf die Vorteile der alkoholfreien Weine und auf einen bewussten Konsum. Es wird nicht mehr mit dem Verzicht auf Alkohol argumentiert (Bertram 2020).

Zusammengefasst ist der alkoholfreie Weinmarkt noch am Anfang seiner Entwicklung. Ein optisch ansprechendes Produkt, das qualitativ überzeugt, kann sich mit Hilfe einer passenden

Kommunikation an gesundheitsbewusste Konsument:innen richten und so Absatzchancen generieren.

5.2.3 Gesundheitliche Relevanz alkoholfreier Weine

„Alkohol ist eine toxische Substanz, die über das Blut im gesamten Körper verteilt wird. Aufgrund ihrer wasser- sowie fettlöslichen Eigenschaften kann sie in jede Körperzelle eindringen und praktisch jedes Gewebe des menschlichen Organismus schädigen“ (Burger und Mensink 2003). Bestimmte Bevölkerungsgruppen sollten auf Alkohol verzichten, da der Konsum gesundheitliche Risiken, wie die Missbildung des Embryos bei Schwangeren, oder Wachstums- und Ernährungsstörungen bei Kindern und Jugendlichen verursacht. Psychomotorische Einschränkungen durch Alkohol können beim Sport und dem Autofahren Risiken für sich selbst und andere darstellen (Wine In Moderation 2020). Muslim:innen und Buddhist:innen sollen aufgrund der psychischen Wirkung des Alkohols auf diesen verzichten. Im Christentum und Judentum dagegen nimmt Wein eine zentrale Rolle ein (Alimentarium 2017). Bereits im sechsten Jahrtausend vor Christus fanden Archäolog:innen Spuren von Weinstein an Gefäßen. In Ländern wie Frankreich und Deutschland hat Weinkonsum Tradition. Die Weinkultur in Deutschland wurde 2021 zum immateriellen Kulturerbe der Organisation der Vereinten Nationen für Bildung, Wissenschaft und Kultur ernannt (Deutsche UNESCO-Kommission 2021). Damit stellt der Konsum von Wein einerseits ein kulturelles Gut, andererseits aber auch ein gesundheitliches Risiko dar. Um die Weinkonsumenten zu sensibilisieren wurde 2008 „Wine in Moderation“ gegründet. Die Organisation soll einen verantwortungsbewussten Weinkonsum fördern, und dadurch alkoholbedingte Schäden verhindern (Wine In Moderation 2020). Die Notwendigkeit der Sensibilisierung wird durch Statistiken verdeutlicht. Jeder vierte Todesfall 20- bis 24-Jähriger in Europa ist auf den Konsum von Alkohol zurückzuführen (Goiana-da-Silva u. a. 2019). Daher sah der europäische Aktionsplan der Weltgesundheitsorganisation aus dem Jahr 2012 vor den schädlichen Alkoholkonsum bis 2020 zu reduzieren. Durch Aufklärung sollte die schädliche Wirkung des Alkohols im Bewusstsein der Verbraucher:innen verankert werden, wodurch eine intrinsische Motivation zur Reduzierung des Alkoholkonsums erreicht werden sollte. Darüber hinaus sollte durch eine Verschärfung des erlaubten Blutalkoholgehalts beim Autofahren, sowie strengeren Auflagen beim Kauf von Alkohol der Konsum reduziert werden (Weltgesundheitsorganisation 2012). Steuerrechtliche Ansätze zur Verteuerung von alkoholhaltigen Getränken wurden ebenfalls vorgesehen, und zählen zu den sogenannten „best buys“ (Goiana-da-Silva u. a. 2019). Diese seien kosteneffektiv und die Implementierung

verhältnismäßig einfach. Dazu zählen auch Werbeverbote und eingeschränkte Verkaufszeiten für alkoholhaltige Getränke (Weltgesundheitsorganisation 2017). Es wird empfohlen einen neuen Aktionsplan zu entwickeln, der die Umsetzung auf Länderebene stärker fokussiert, um den Alkoholkonsum, und die Häufigkeit der damit einhergehenden nicht übertragbaren Krankheiten weiter zu reduzieren (Goiana-da-Silva u. a. 2019). Der Pro-Kopf-Verbrauch an reinem Alkohol in Deutschland sinkt seit den 1980-er Jahren stetig auf zuletzt 10,7 l in 2018 (Henrich 2020). Zwischen 2012 und 2019 ist der Pro-Kopf-Verbrauch von alkoholhaltigen Getränken von 137,8 auf 128,5 l gefallen. Dabei sank der Bierkonsum um 7,6 l (Ahrens 2020b). Im gleichen Zeitraum stieg die Produktionsmenge alkoholfreier Biere in Deutschland von 2.400.000 auf 4.200.000 hl (Ahrens 2020a). Die Entalkoholisierung von Bieren und Weinen hat neben dem primären Zweck des Alkoholentzugs weitere Vorteile. Jedes Gramm Alkohol entspricht ca. 7 Kilokalorien. Dadurch stellt die Alkoholreduzierung ein effektives Mittel dar, um leichte Produkte herzustellen, die von Sportler:innen und gesundheitsbewussten Personen konsumiert werden können (Wucherpennig 1977). Es wurde herausgefunden, dass der Körper nach dem Konsum von alkoholfreiem Bier Dopamin ausschüttet. Darüber hinaus seien die Entzündungswerte von Sportler:innen, die nach einem Marathon alkoholfreies Bier tranken, deutlich niedriger als die Entzündungswerte der Kontrollgruppe. Die Ergebnisse werden auf die Polyphenole in alkoholfreiem Bier zurückgeführt (Lackermair u. a. 2017). Der Polyphenolgehalt in alkoholfreiem Wein ist vergleichbar mit dem Gehalt nicht entalkoholisierter Weine (Tomaskova u. a. 2017). Um den Gehalt an Antioxidantien im Produkt weiter zu erhöhen, kann Verjus eingesetzt werden. Verjus selbst trägt zur Gesundheit bei (vgl. 5.1.2) und kann daher die gesundheitliche Relevanz alkoholfreier Weine zusätzlich unterstreichen. Darüber hinaus bietet der Zusatz von Verjus eine breite Argumentationsgrundlage, die zur Vermarktung des Produktes genutzt werden kann (vgl. 5.1.1).

2023 will die Europäische Union im Rahmen einer Landwirtschafts-Reform neue Regelungen für alkoholreduzierte Weine schaffen. Aktuell muss ein Deutscher Wein beispielsweise einen Mindestalkoholgehalt von 8,5 % vol. aufweisen. Es sollen alkoholarme Weine mit einem vorhandenen Alkoholgehalt zwischen 0,5 % vol. und 8,5 % vol. verkehrsfähig werden. Dabei soll es möglich sein die Weine mit geschützter Ursprungsangabe bzw. geschützter geografischer Angabe zu vermarkten. Die konkrete Ausgestaltung der Regelung steht noch aus (Meininger Verlag GmbH 2021).

Insgesamt ist es notwendig auf die Risiken von Alkohol aufmerksam zu machen. Alkoholfreie Produkte sind eine gute Alternative, um den Alkoholkonsum zu reduzieren, und die

dadurch aufgenommenen Kalorien zu vermeiden. Hohe Polyphenolgehalt tragen darüber hinaus zur Gesundheit bei. Durch Entwicklung qualitativ hochwertiger Produkte können über gesundheitsbewusste Konsument:innen hinaus weitere potentielle Kund:innen angesprochen und die Stellung alkoholfreier Produkte auf dem Markt ausgebaut werden.

5.3 Säuerung

Der Säuregehalt ist neben dem Zucker- und Alkoholgehalt ein wesentlicher Bestandteil der Weinmatrix und trägt zur Typizität vieler Weine bei. Riesling Weine sind in der Regel säurebetont (Ziegler 2020). Im Zuge des Klimawandels steigen die Temperaturen in der Reifephase durch eine frühere phänologische Entwicklung und den generellen Temperaturanstieg. Die Äpfelsäure wird deshalb verstärkt dehydriert (Kliwer 1971). Sinkende Säurewerte und steigende pH-Werte erhöhen die mikrobiologischen Risiken, beeinflussen die Sensorik und nehmen Einfluss auf die Farbintensität der Anthocyane bei Rotweinen (Hamatschek 2015; Marbé-Sans 2018). Daher ist die Zugabe von Säuren in Jahren mit außergewöhnlicher Witterung notwendig, um die Typizität zu erhalten und oenologischen Problemen vorzubeugen (Wissenschaftliche Dienste - Deutscher Bundestag 2016). Ein früherer Lesetermin als Anpassungsstrategie an den Klimawandel ist nicht zielführend, da die Aromaentwicklung während der Reifephase stattfindet. Ein späterer Lesetermin mit Säuerung wird gegenüber einem frühen Lesetermin mit gleicher Säure bevorzugt (Amann und Zimmermann 2008).

Im Versuch wurde ein Wein der Rebsorte Grauburgunder mit Weinsäure, Äpfelsäure und Verjus um 1,5 g/l berechnet als Weinsäure angesäuert. Der Gesamtsäuregehalt nach der Säuerungsmaßnahme der drei Varianten war identisch. Die Rangordnungsprüfung nach der Säureintensität ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Proben was die analytischen Werte bestätigt. In Deutschland ist Verjus aktuell weder in Weinen noch alkoholfreien Weinen als Zusatzstoff zugelassen, da er nicht das notwendige Mindestmostgewicht von 55 °Oe erreicht (Schick 2018). Allerdings ist die Säuerung von Weinen mit Verjus nicht unüblich. In der Türkei und dem Iran ist Verjus ein gängiges Säuerungsmittel (Häußler 2012). Dort wird der Saft unreifer Trauben als Sauerreserve, analog zur in Deutschland zugelassenen Süßung per Süßreserve, zur Säuerung eingesetzt. Im Zuge stärkerer Debatten um die Kennzeichnung von Weinen und dessen Inhalts- bzw. Zusatzstoffen können auch Säuerungsmaßnahmen unter die Kennzeichnungspflicht fallen. Die E-Nummern der Wein- bzw. Äpfelsäure lauten E 334 bzw. E 296 (Generaldirektion Gesundheit und Lebensmittelsicherheit 2021). Es ist fraglich, ob das Vertrauen der Konsument:innen an die

Weinbranche aufrechterhalten werden kann, wenn auf Etiketten eine Vielzahl an Lebensmittelzusatzstoffen ausgewiesen werden. Der Zusatz von Verjus löst diese Problematik, da der Saft aus den gleichen Trauben gewonnen wird wie der Wein. Dies greift den Terroirgedanken auf. Die Lese des Verjus kann als ertragsregulierende Maßnahme eingesetzt werden, weshalb der Saft aus dem gleichen Weinberg kommen kann wie der anzusäuernde Wein. Im Gegensatz dazu wird Weinsäure aus Weinstein und Äpfelsäure als Stoffwechselprodukt von Bakterien und Pilzen gewonnen (Breuer u. a. 2004). Damit stellt die Säuerung von Weinen mit Verjus die natürlichste Art des Säuremanagements dar.

Bereits 2008 wurde die Anwendbarkeit von Verjus als Säuerungsmittel diskutiert. Dabei kam ein früh gelesener Verjus mit einem Mostgewicht von 28 °Oe und einem Säuregehalt von 31,8 g/l zum Einsatz. Im Versuch schnitt die Säuerung mit Verjus am schlechtesten ab, und es wurden vegetative Aromen wahrgenommen (Amann und Zimmermann 2008). Im Gegensatz dazu präferierten die Prüfenden im Versuch, der im Rahmen dieser Thesis durchgeführt wurde, die Säuerungsvariante mit Verjus gegenüber der Wein- bzw. Äpfelsäurevariante. Die Hypothese, dass die Säuerung mit Verjus bevorzugt wird, bestätigt sich. Durch die Zugabe von Verjus sank der Alkoholgehalt um 0,9 % vol. und der Zuckergehalt stieg um 5,6 g/l. Dies veränderte die sensorische Wahrnehmung des Weines und kann eine Erklärung für die positive Beurteilung sein. Durch den Klimawandel steigt das Mostgewicht tendenziell an (Wissenschaftliche Dienste - Deutscher Bundestag 2016). Da der Verschnitt mit Verjus im Weinstadium neben einer Säureerhöhung eine Alkoholreduktion darstellt, ist die Zugabe eine Möglichkeit die Effekte des Klimawandels auszugleichen. Im Gegensatz zur Zugabe im Weinstadium erhöht die Zugabe im Moststadium den Zuckergehalt nicht, sondern senkt das Mostgewicht. Dadurch sinkt der potentielle Alkoholgehalt und es kann ein trockener Wein produziert werden. Damit stellt der Einsatz von Verjus eine Adaptionstrategie an den Klimawandel für Winzer:innen dar. Nichtsdestotrotz darf der Kern des Problems nicht außer Acht gelassen werden. Es müssen weitere Strategien zur Mitigation des Klimawandels entwickelt und umgesetzt werden. Winzer:innen sind in der Verantwortung nachhaltig zu arbeiten, und Emissionen zu vermeiden.

Zusammenfassend ist der Einsatz von Verjus als Säuerungsmittel denkbar. Bei dem Einsatz ist zu beachten, dass neben dem Säuregehalt auch der Zucker- und Alkoholgehalt beeinflusst werden. Dies kann im Zeitalter des Klimawandels positiv sein, macht die Anwendung des Verjus aber komplexer. Es ist vorstellbar, dass der Zusatz von Verjus ins WeinG aufgenommen wird, da es die natürlichste Form der Säuerung darstellt, und auch in anderen Ländern gängige Praxis ist.

6 Zusammenfassung

Verjus ist der Saft aus unreifen, grünen Trauben. Er wurde bereits in der Zeit vor Christus als Würz- und als Heilmittel verwendet (Lorey 2017). Heute wird Verjus vor allem in der Spitzengastronomie eingesetzt. Der Konsum von Verjus senkt den Blutdruck, reduziert das Wachstum von Lungenadenokarzinomzellen und hilft der Regeneration nach dem Sport (Alipour u. a. 2011; Lackermair u. a. 2017; Nasser u. a. 2020). Aufgrund des hohen Polyphenolgehaltes wird die mögliche Verwendung von Verjus aktuell in der Kosmetikbranche, sowie in der Lebensmittel- und Getränkeindustrie diskutiert (Dupas de Matos u. a. 2017; Gutiérrez-Gamboa u. a. 2021; Honisch u. a. 2020; Proserpio u. a. 2020; Vendramin u. a. 2021). Damit stellt Verjus ein Produkt dar, dass vielfältig einsetzbar ist. Im Rahmen dieser Thesis wurden Ansätze zur Verwendung von Verjus in der Weinbranche untersucht.

Daher wurden auf dem Framersheimer Zechberg (49°45'48.7"N 8°11'27.9"E) am 12. August 2020 Trauben zur Verjusproduktion geerntet. Die selektive Handlese reduzierte im Gegensatz zum Entfernen der Doppeltriebe im Mai die durchschnittliche Anzahl der Gescheine pro Rebe nicht signifikant. Je nach Grad der Ausdünnung kann die Verjusherstellung einen Synergieeffekt auf das verbleibende Lesegut am Stock ausüben. Dabei sind mögliche Infektionen mit *botrytis cinerea* zu beachten (Walg 2006).

Das in der Sistierungsphase gelesene Traubenmaterial wurde gemahlen, und mit einer hydraulischen Korbpresse bei einem maximalen Druck von drei bar ausgepresst. Durch die 24-stündige Enzymierung der Maische konnte der Polyphenolgehalt des Mostes deutlich gesteigert werden. Dies bestätigte sich auch in der Betrachtung der Flavanol-, Flavonol- und Phenolsäuregehalte mittels HPLC. Außerdem lag die Auspressquote mit 68,76 % deutlich über der direkt gepressten Variante mit 53,30 %. Ein Verdünnungseffekt war nur beim Mostgewicht in Höhe von 6,4 °Oe zu beobachten. In zukünftigen Versuchen ist auf eine oxidationsarme Verarbeitung zu achten, da die mazerierten Varianten eine bräunliche Farbe aufwiesen. Der Saft im Versuch stellte sich sowohl weinstein- als auch eiweißinstabil dar. Über die Enzymierung konnte die Gelbildung des Pektins reduziert werden.

Im Rahmen dieser Arbeit sollte die Verwendung von Verjus in alkoholfreien Weinen untersucht und diskutiert werden. Dazu wurde eine sensorische Prüfung durchgeführt. Die Cuvée trocken der Fa. Carl Jung diente als Kontrolle und wurde mit 10 % bzw. 20 % Verjus verschnitten. Grundsätzlich konnten sich die Verkoster:innen den Konsum alkoholfreier Weine als Fahrer:innen, während einer Schwangerschaft, oder im Falle einer Krankheit vorstellen. Dabei lag die generelle Zahlungsbereitschaft mit durchschnittlich 6,97 € (± 3,50 €)

vergleichsweise hoch. Die drei Varianten im Versuch wurden entgegen eher negativ beurteilt. Die durchschnittliche Zahlungsbereitschaft aller Varianten lag unter vier Euro und auch das Gesamtgefallen wurde auf einer 9-Punkte-Skala im Schnitt mit unter vier Punkten bewertet. Es konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten festgestellt werden, auch wenn die Kauf- und Zahlungsbereitschaft unter Verwendung von Verjus tendenziell stiegen. Hauptgrund für die negative Bewertung der alkoholfreien Weine war die zu hohe Säurewahrnehmung und die zu geringe Süße der Produkte, was bereits bei der Kontrolle kritisiert wurde. Daher sollte in zukünftigen Versuchen ein eher säurearmer Grundwein verwendet werden. Darüber hinaus lässt sich die Säurewahrnehmung über höhere Restzuckergehalte reduzieren (Inderbitzin und Roth-Kahrom 2020).

Der Markt alkoholfreier Weine entwickelt sich in den vergangenen Jahren zunehmend dynamischer und alkoholfreie Weine bieten Möglichkeiten gesundheitsbewusste Konsument:innen anzusprechen (Bertram 2020). Der negative Effekt des Alkohols im Wein auf den menschlichen Körper steht den positiven Eigenschaften der Polyphenole diametral entgegen. Gesundheitsbewusste Konsument:innen sollten daher auf alkoholfreie Weine zurückgreifen, da diese einen vergleichbaren Polyphenolgehalt wie alkoholhaltige Weine aufweisen (Tomaskova u. a. 2017). Durch den Einsatz von Verjus kann der Polyphenolgehalt zusätzlich gesteigert werden, was die gesundheitliche Relevanz unterstreicht und argumentativ Möglichkeiten zur Vermarktung liefert.

Im Zuge der sensorischen Prüfung wurde die Eignung von Verjus als Säuerungsmittel im Vergleich zu Wein- und Äpfelsäure untersucht. Dabei konnte kein Unterschied in der Säureintensität festgestellt werden. Die Prüfenden präferierten die mit Verjus angesäuerte Variante. Dabei ist zu beachten, dass der Zusatz von Verjus sowohl den Zuckergehalt um 5,6 g/l erhöhte, als auch den Alkoholgehalt um 0,9 % vol. reduzierte. Im Zuge höherer Anforderungen an die Kennzeichnung von Zusatzstoffen im Wein könnte der Einsatz von Wein- bzw. Äpfelsäure kennzeichnungspflichtig werden. Der Zusatz von Verjus hingegen stellt eine natürliche Form der Säuerung dar, die bereits in Ländern wie dem Iran oder der Türkei Verwendung findet (Häußler 2012). Durch den Einsatz im Moststadium kann das Mostgewicht reduziert werden, was steigende Alkoholgehalte durch den Klimawandel ausgleichen könnte. Die Anforderung an Mindestmostgewichte bei Qualitätsweinen ist im Zeitalter des Klimawandels obsolet und stellt neben den Wartezeiten der Pflanzenschutzmittelapplikationen die einzige Hürde zum Einsatz von Verjus dar. Verjus ist ein vielversprechendes Produkt zur Adaption an den Klimawandel und sollte in der Weinbranche eingesetzt werden dürfen.

Diese Arbeit thematisierte die Verwendung von Verjus in der Weinbranche. Es hat sich gezeigt, dass Verjus ein vielseitiges Produkt ist, das aufgrund seines hohen Polyphenolgehaltes nicht nur in der Weinbranche, sondern auch in der Kosmetikbranche und der Lebensmittelentwicklung eingesetzt werden kann. Durch die Versuche wurde gezeigt, dass der Zusatz von Verjus in alkoholfreien Weinen und als Säuerungsmittel großes Potential birgt. Der Einsatz von Verjus sollte daher sowohl in alkoholhaltigen als auch in alkoholfreien Weinen zugelassen werden. Bis dahin sind weitere Versuche zur Bestimmung des idealen Lesezeitpunktes, der richtigen Verarbeitung und der Höhe des Zusatzes notwendig, um das volle Potential des grünen Saftes auszuschöpfen.

7 Literaturverzeichnis

- Abele, E. (2021). *Deutscher Wein Statistik 2020 / 2021*. Bodenheim: Deutsches Weininstitut GmbH. https://www.deutscheweine.de/fileadmin/user_upload/Statistik_2020.pdf. Zugriffen: 10. Mai 2021
- Ahrens, S. (2020a, Mai 22). Produktion von alkoholfreiem Bier in Deutschland in den Jahren 2005 bis 2019. *Statista*. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/425881/umfrage/produktion-von-alkoholfreiem-bier-in-deutschland/>. Zugriffen: 23. April 2021
- Ahrens, S. (2020b, Juli 20). Pro-Kopf-Verbrauch von Bier, Wein, Schaumwein und Spirituosen in Deutschland in den Jahren 2008 bis 2019. *Statista*. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/5384/umfrage/verbrauch-je-einwohner-an-alkohol-in-deutschland-seit-1990/>. Zugriffen: 23. April 2021
- Alimentarium. (2017, April 25). Religion und Alkohol | Alimentarium. *Alimentarium*. <https://www.alimentarium.org/de/wissen/religion-und-alkohol>. Zugriffen: 6. Juni 2020
- Alipour, M., Davoudi, P., & Davoudi, Z. (2011). Effects of unripe grape juice (verjuice) on plasma lipid profile, blood pressure, malondialdehyde and total antioxidant capacity in normal, hyperlipidemic and hyperlipidemic with hypertensive human volunteers. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(45).
- Alleweldt, G., & Istar, A. (1969). Über die apikale Dominanz bei Reben. *Vitis*, (8), 94–104.
- Amann, R. (2002). Wie kommt eigentlich die schwarze Johannisbeere in die Scheurebe? *Der Badische Winzer*, 25–32.
- Amann, R., & Zimmermann, B. (2008). Säuerung von A bis Z. *Das deutsche Weinmagazin*, (16/17). Zugriffen: 24. Mai 2020
- Arndt, F. (2018, August 27). Alkoholfreies Bier auf der Überholspur – peinlich war gestern. *drinktec Blog*. <https://blog.drinktec.com/de/bier/alkoholfreies-bier-auf-der-ueberholspur/>. Zugriffen: 10. Juni 2020
- Bagheri, H., & Esmaili, M. (2017). Ultrasound-Assisted Extraction of Phenolic Compounds from Unripe Grape (Qora). *Erwerbs-Obstbau*, (59), 221–226.
- Ballschmiter, A. (2007, März 9). Stilfrage: Bitte, was ist Verjus? *DIE WELT*. <https://www.welt.de/lifestyle/article751974/Bitte-was-ist-Verjus.html>. Zugriffen: 28. April 2020
- Baragiola, W. I., & Boller, W. (1913). Sogenannte alkoholfreie Weine des Handels: Darstellung der Ergebnisse von Traubensaftuntersuchungen im Sinne der neueren chemisch-

- physikalischen Lehren. *Zeitschrift für Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel*, 26(8), 369–408. <https://doi.org/10.1007/BF02025031>
- Baumgartner, D., Pulver, Da., & Ruffner, H. P. (2004). Säure in Traubenmost und Wein. *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau*, (14), 5.
- Beelman, R. B., & Gallander, J. F. (1979). Wine Deacidification. In *Advances in Food Research* (Bd. 25, S. 1–53). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0065-2628\(08\)60234-7](https://doi.org/10.1016/S0065-2628(08)60234-7)
- Bellmann, K., & Himpel, F. (2008). *Fallstudien zum Produktionsmanagement*. Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler / GWV Fachverlage, Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-8349-9680-0>. Zugriffen: 23. Juni 2020
- Bertram, J. (2020). Bleiben Sie gesund! Hintergrund - Alkoholfreie/ -reduzierte Produkte. *Wein + Markt*, (6/20), 20–25.
- Blaich, R. (2000, November 15). Fruchtphysiologie. *Universität Hohenheim*. <https://projekte.uni-hohenheim.de/lehre370/weinbau/frucht/flfrucht.htm>. Zugriffen: 27. März 2021
- Blank, A. (2015). *Teilweise Entalkoholisierung von Wein: Beurteilung technischer Verfahren, deren Modellierung und sensorische Auswirkung* (1. Auflage.). Geisenheim: Hochschule Geisenheim.
- Blau, A., & Nickenig, R. (2018). *Das Weinrecht 2017* (28. Auflage.). Bonn: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung.
- Bohak, I., Dickel, T., Franz, O., Gastl, M., Hanke, S., Hartmann, K., et al. (2016). *Ausgewählte Kapitel der Brauereitechnologie*. <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:101:1-201612219037>. Zugriffen: 22. Juni 2020
- Breuer, M., Ditrich, K., Habicher, T., Hauer, B., Keßeler, M., Stürmer, R., & Zelinski, T. (2004). Industrielle Verfahren zur Herstellung von optisch aktiven Zwischenprodukten. *Angewandte Chemie*, 116(7), 806–843. <https://doi.org/10.1002/ange.200300599>
- Bundesministerium für Gesundheit. (2014). *Österreichisches Lebensmittelbuch* (IV.). <https://www.wko.at/branchen/b/industrie/nahrungs-genussmittelindustrie/B8-Essig---Stand-Maerz-2014.pdf>. Zugriffen: 24. Mai 2020
- Burger, M., & Mensink, G. (2003). *Bundes-Gesundheitssurvey: Alkohol; Konsumverhalten in Deutschland*. Berlin: Robert-Koch-Institut.
- Butterfass, J. (2011). Kristallstabilität im Wein. *Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinhessen-Nahe-Hunsrück*. <https://www.dlr.rlp.de/Internet/global/themen.nsf/ALL/76A38B7451F3100AC125783E002D76EF?OpenDocument>. Zugriffen: 5. Mai 2021

- Camargo-Alvarez, H., Salazar-Gutiérrez, M., Keller, M., & Hoogenboom, G. (2020). Modeling the effect of temperature on bud dormancy of grapevines. *Agricultural and Forest Meteorology*, 280, 107782. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2019.107782>
- Ciapetti, G. (1917, Oktober 23). Method and apparatus for producing dealcoholized fermented beverages.
- Coombe, B. (2001). Ripening berries – a critical issue. *Australian Viticulture*, 5, 28–34.
- Deutsche UNESCO-Kommission. (2021). Bundesweites Verzeichnis Immaterielles Kulturerbe - Weinkultur in Deutschland. *UNESCO*. <https://www.unesco.de/kultur-und-natur/immaterielles-kulturerbe/immaterielles-kulturerbe-deutschland/weinkultur>
- Deutsches Weininstitut. (2020a, Januar 20). Alkoholfreie Weine. *Deutsche Weine*. <https://www.deutscheweine.de/wissen/wein-mehr/alkoholfreie-weine/>. Zugegriffen: 23. April 2021
- Deutsches Weininstitut. (2020b, Mai 28). Neue Studie zum Konsum alkoholfreier Weine. *Deutsche Weine*. <https://www.deutscheweine.de/aktuelles/meldungen/details/news/detail/News/neue-studie-zum-konsum-alkoholfreier-weine/>. Zugegriffen: 4. August 2020
- Diehl, N. (2020, September 7). Wissing ermöglicht Weinbaubetrieben Säuerung. Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau. <https://mwvllw.rlp.de/de/presse/detail/news/News/detail/wissing-ermoeglicht-weinbaubetrieben-saeuerung-2/>. Zugegriffen: 24. März 2021
- Dupas de Matos, A., & Curioni, A. (2016). Use of clusters from grape thinning to make verjuice, a high value grape product, 2.
- Dupas de Matos, A., Curioni, A., Bakalinsky, A. T., Marangon, M., Pasini, G., & Vincenzi, S. (2017). Chemical and sensory analysis of verjuice: an acidic food ingredient obtained from unripe grape berries. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 44, 9–14. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2017.09.014>
- Dupas de Matos, A., Magli, M., Marangon, M., Curioni, A., Pasini, G., & Vincenzi, S. (2018). Use of verjuice as an acidic salad seasoning ingredient: evaluation by consumers' liking and Check-All-That-Apply. *European Food Research and Technology*, 244(12), 2117–2125. <https://doi.org/10.1007/s00217-018-3120-6>
- Ehmann, U. (2020, Juni 25). Alkoholfreier Wein.
- Eichhorn, K. W., & Lorenz, D. H. (1994). Phänologische Entwicklungsstadien der Weinrebe (*Vitis vinifera* L.) Codierung und Beschreibung nach der erweiterten BBCH-Skala. *Wein- Wissenschaft*, 169.

- European Commission. (2021). E-Bacchus. <https://ec.europa.eu/agriculture/markets/wine/e-bacchus/index.cfm?event=resultsPTradTerms&language=DE>. Zugegriffen: 4. April 2021
- Fia, G., Bucalossi, G., Gori, C., Borghini, F., & Zanoni, B. (2020). Recovery of Bioactive Compounds from Unripe Red Grapes (cv. Sangiovese) through a Green Extraction. *Foods*, 9(5), 566. <https://doi.org/10.3390/foods9050566>
- Fischer, U. (2010). Sensorische Bedeutung des Alkohols im Wein: Eine unterschätzte Einflussgröße. *Der Deutsche Weinbau*, 5, 108.
- Gambuti, A., Rinaldi, A., Lisanti, M. T., Pessina, R., & Moio, L. (2011). Partial dealcoholisation of red wines by membrane contactor technique: influence on colour, phenolic compounds and saliva precipitation index. *European Food Research and Technology*, 233(4), 647–655. <https://doi.org/10.1007/s00217-011-1553-2>
- Gawel, R., Sluyter, S. V., & Waters, E. J. (2007). The effects of ethanol and glycerol on the body and other sensory characteristics of Riesling wines. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 13(1), 38–45. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2007.tb00070.x>
- Generaldirektion Gesundheit und Lebensmittelsicherheit. (2021). Authorisation of additives. https://webgate.ec.europa.eu/foods_system/main/index.cfm. Zugegriffen: 29. April 2021
- Gerlach [Hrsg.], V. (1922). *Deutsches Nahrungsmittelbuch - Im Auftrage des Bundes Deutscher Nahrungsmittelfabrikanten und -Händler E. V.* (3.). Heidelberg: Universitätsverlag Winter.
- Goiana-da-Silva, F., Cruz-e-Silva, D., Lindeman, M., Hellman, M., Angus, C., Karlsson, T., et al. (2019). Implementing the European Action Plan on Alcohol. *The Lancet Public Health*, 4(10), 493. [https://doi.org/10.1016/S2468-2667\(19\)30174-4](https://doi.org/10.1016/S2468-2667(19)30174-4)
- Gök, R. (2015). *Einfluss von Hefen auf die glykosidisch gebundenen Aromavorstufen und Untersuchungen zur Vermeidung der TDN-Fehlnote in Riesling* (1. Auflage.). München: Verlag Dr. Hut.
- Gömann, H., Bender, A., Bolte, A., Dirksmeyer, W., Englert, H., Feil, J.-H., et al. (2015). *Agrarrelevante Extremwetterlagen und Möglichkeiten von Risikomanagementsystemen: Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL)*. DE: Johann Heinrich von Thünen-Institut. <https://doi.org/10.3220/REP1434012425000>. Zugegriffen: 27. März 2021

- Gourmetwelten. (2019, November 28). Schlumberger: Berliner Start-Up Kolonne Null. *Gourmetwelten*. https://www.nikos-weinwelten.de/beitrag/schlumberger_berliner_start_up_kolonne_null/. Zugegriffen: 22. Juni 2020
- Guler, A., & Tokusoglu, O. (2016). Quality Evaluation, Total Phenolic Content, Organic Acid Profiles and Antioxidant Activity of Soft Drinks with Koruk (Sour Grape) Concentrate. *Natural Science and Discovery*, 2(2). <https://doi.org/10.20863/nsd.33300>
- Gutiérrez-Gamboa, G., Mengyuan, W., Moreno-Simunovic, Y., Sun, X., & Fang, Y. (2021). Potential opportunities of thinned clusters in viticulture: a mini review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, jsfa.11170. <https://doi.org/10.1002/jsfa.11170>
- Gutte, R. (2009). Prozessbewertung der Osmotischen Destillation zur Entalkoholisierung von Wein, 185.
- Häfele, M., Flüeler, T., Kümin, N., Bernath, K., & Hühn, T. (2019). Maischekontaktzeit : wann und wie lange? *Obst- und Weinbau*, 15, 24–26. <https://doi.org/10.21256/ZHAW-18350>
- Hamatschek, J. (2015). *Technologie des Weines*. Stuttgart: Ulmer.
- Häußler, T. (2012). *Baierwein und Klimawandel*. Bach a.d. Donau: Förderverein Baier-WeinMuseum. https://www.heimatforschung-regensburg.de/70/2/14ubr15761_ocr.pdf. Zugegriffen: 24. Mai 2020
- Hayoglu, İb., Kola, O., Kaya, C., Özer, S., & Turkoglu, H. (2009). CHEMICAL AND SENSORY PROPERTIES OF VERJUICE, A TRADITIONAL TURKISH NON-FERMENTED BEVERAGE FROM KABARCIK AND YEDIVEREN GRAPES. *Journal of Food Processing and Preservation*, 33, 252–263. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2008.00339.x>
- Heinzelmann, U. (2015, März 18). Alkoholfreier Wein im Test: Es geht auch ohne Procente. *Frankfurter Allgemeine Zeitung*. <https://www.faz.net/aktuell/stil/essen-trinken/alkoholfreier-wein-im-test-es-geht-auch-ohne-procente-13483446.html>. Zugegriffen: 22. Juni 2020
- Henrich. (2018). *Alkoholfreier Wein*. Firma Jung, Rüdesheim.
- Henrich, P. (2020, April 23). Pro-Kopf-Verbrauch von Alkohol in Deutschland. *Statista*. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/5382/umfrage/alkoholverbrauch-je-ehwohner-an-reinem-alkohol/>. Zugegriffen: 22. Juni 2020
- Hessisches Hauptstaatsarchiv. (2021, März 17). HHStAW Bestand 22 Nr. U87. Originaldatierung: 1225 in vila que dicitur Hattenheim in communi placito. *Arcinsys.Hessen*.

- <https://arcinsys.hessen.de/arcinsys/detailAction?detailid=v4953489>. Zugegriffen: 27. April 2021
- Hogan, P. A., Canning, R. P., Peterson, P. A., Johnson, R. A., & Michaels, A. S. (1998). A new option: Osmotic distillation. *Chemical Engineering Progress*, 94(7), 49–61.
- Honisch, C., Osto, A., Dupas de Matos, A., Vincenzi, S., & Ruzza, P. (2020). Isolation of a tyrosinase inhibitor from unripe grapes juice: A spectrophotometric study. *Food Chemistry*, 305, 125506. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125506>
- Huber, N. (2014). *Obst und Gemüse im Mittelalter*. diplom.de.
- Huglin, P. (1986). *Biologie et écologie de la vigne*. Lausanne : Paris: Payot ; Lavoisier.
- Hühn, T. A. J. (2004, Januar). *Freisetzung und Bildung von Aromastoffen aus natürlichen Vorstufen durch Hefen*. Johann Wolfgang Goethe Universität, Frankfurt am Main.
- Inderbitzin, J., & Roth-Kahrom, L. (2020). Grundlagen der Sensorik. *Agroscope Transfer*, 339, 52.
- International Organisation of Vine and Wine. (2015). International Standard for the Labeling of Wines. <http://www.oiv.int/public/medias/4776/oiv-wine-labelling-standard-en-2015.pdf>. Zugegriffen: 7. Januar 2020
- Jacobsen, E. (1925). *Handbuch für die Getränke-Industrie, Getränke-Fabriken und den Getränke-Grossbetrieb*. Berlin: Paul Parey.
- Jobbagy, M. (2020). Weinschönung für die Weinsteinstabilisierung mittels Kolloiden. *Enartis - Enology Division*, 2.
- Jung, C. (2012). Übersicht: Verfahren zur Entalkoholisierung. *Der Deutsche Weinbau*, (15), 16–18.
- Karapinar, M., & Sengun, I. Y. (2007). Antimicrobial effect of koruk (unripe grape—*Vitis vinifera*) juice against *Salmonella typhimurium* on salad vegetables. *Food Control*, 18(6), 702–706. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2006.03.004>
- Käßer-Pawelka, G., & Spletter, C. (2021). Potential ohne Promille. *Der Deutsche Weinbau*, 26–28.
- Kaya, Z., & Unluturk, S. (2019). Pasteurization of verjuice by UV-C irradiation and mild heat treatment. *Journal of Food Process Engineering*, 42(5). <https://doi.org/10.1111/jfpe.13131>
- Keller, M. (2010). *The science of grapevines: anatomy and physiology*. Burlington, MA: Academic Press.

- Kliwer, W. M. (1971). Effect of day temperature and light intensity on concentration of malic and tartaric acids in *Vitis vinifera* L. grapes. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 372–377.
- Kriegelstein, C. (2019, April 19). Hat alkoholfreier Wein eine Chance? | Nachrichten - HO-GAPAGE. *Hogapage*. <https://www.hogapage.de/nachrichten/beverage/wein-sekt/hat-alkoholfreier-wein-eine-chance/>. Zugegriffen: 10. Juni 2020
- Lackermair, K., Scherr, J., Waidhauser, G., Methe, H., Hoster, E., Nieman, D. C., et al. (2017). Influence of polyphenol-rich diet on exercise-induced immunomodulation in male endurance athletes. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism = Physiologie Appliquee, Nutrition Et Metabolisme*, 42(10), 1023–1030. <https://doi.org/10.1139/apnm-2017-0063>
- Lalonde, S., Tegeder, M., Throne-Holst, M., Frommer, W. B., & Patrick, J. W. (2003). Phloem loading and unloading of sugars and amino acids: Phloem loading and unloading. *Plant, Cell & Environment*, 26(1), 37–56. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3040.2003.00847.x>
- Landwirtschaftskammer Rheinland-Pfalz. (2016). Traubenernte- und Weinerzeugungsmeldung - aus eigenen Erzeugnissen -. https://www.lwk-rlp.de/fileadmin/lwk-rlp.de/Weinbau/PDF/WBK_TEM_WAV_2016.pdf. Zugegriffen: 24. Mai 2020
- Lemberkovics, E. (2016, März). *Stoffwechsel der Pflanzen-Säuren und Säure-Drogen*.
- Liguori, L., Albanese, D., Crescitelli, A., Di Matteo, M., & Russo, P. (2019). Impact of dealcoholization on quality properties in white wine at various alcohol content levels. *Journal of Food Science and Technology*, 56(8), 3707–3720. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03839-x>
- Lima, M. dos S., Silani, I. de S. V., Toaldo, I. M., Corrêa, L. C., Biasoto, A. C. T., Pereira, G. E., et al. (2014). Phenolic compounds, organic acids and antioxidant activity of grape juices produced from new Brazilian varieties planted in the Northeast Region of Brazil. *Food Chemistry*, 161, 94–103. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.03.109>
- Liu, S.-Q. (2002). Malolactic fermentation in wine - beyond deacidification. *Journal of Applied Microbiology*, 92(4), 589–601. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2002.01589.x>
- Loose, S., & Kohlmann, O. (2017, Juli 28). Projektendbericht Datenerhebung Trinkweinbilanz. Hochschule Geisenheim University. Zugegriffen: 25. Mai 2020
- Lorey, E. M. (2007). Agrest: Wiederentdeckung eines Würzmittels. *Der Deutsche Weinbau*, (25), 14–18.

- Lorey, E. M. (2017). *Lob der sauren Trauben Verjus - Agrest - Agresto. Das Gewürz aus dem Weinberg in der Geschichte der Kochkunst* (Bd. Books on Demand GmbH).
- Lorrain, B., Chira, K., & Teissedre, P.-L. (2011). Phenolic composition of Merlot and Cabernet-Sauvignon grapes from Bordeaux vineyard for the 2009-vintage: Comparison to 2006, 2007 and 2008 vintages. *Food Chemistry*, 126(4), 1991–1999. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.12.062>
- Lüers, J. (2003). *Agrarklimatologische und phänologische Auswertungen für das Mittlere Moseltal: Auswirkungen des Klimawandels auf die Weinrebe im Moselraum*. Universität Trier. Abgerufen von <https://ubt.opus.hbz-nrw.de/frontdoor/index/index/docId/190>
- Makarytchev, S. V., Langrish, T. A. G., & Fletcher, D. F. (2004). Mass Transfer Analysis of Spinning Cone Columns Using CFD. *Chemical Engineering Research and Design*, 82(6), 752–761. <https://doi.org/10.1205/026387604774196037>
- Marbé-Sans, D. D. (2018). *Taschenbuch der Kellerwirtschaft* (1. Auflage.). Mainz a Rhein: Fraund.
- Maslov, L., Jeromel, A., Herjavec, S., Jagati, A.-M., & Mihaljevi, M. (2011). Indole-3-acetic acid and tryptophan in Istrian Malvasia grapes and wine, 5.
- Massonnet, M., Fasoli, M., Tornielli, G. B., Altieri, M., Sandri, M., Zuccolotto, P., et al. (2017). Ripening Transcriptomic Program in Red and White Grapevine Varieties Correlates with Berry Skin Anthocyanin Accumulation. *Plant Physiology*, 174(4), 2376–2396. <https://doi.org/10.1104/pp.17.00311>
- Meier, U. (2001). Entwicklungsstadien mono- und dikotyler Pflanzen. Biologische Bundesanstalt für Land und Forstwirtschaft. http://www.agrometeo.ch/sites/default/files/u10/bbch-skala_deutsch.pdf. Zugegriffen: 21. Mai 2020
- Meininger Verlag GmbH. (2021, April 22). Alkoholarme Weine mit Herkunftsbezeichnung. *Weinwirtschaft*. <https://www.meininger.de/wein/erzeuger/alkoholarme-weine-mit-herkunftsbezeichnung>. Zugegriffen: 30. April 2021
- Melin, T., & Rautenbach, R. (2007). *Membranverfahren: Grundlagen der Modul- und Anlagenauslegung*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. <http://public.ebookcentral.proquest.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=418161>. Zugegriffen: 31. Mai 2020
- Mohr, H. D., & Berkelmann-Löhnertz, B. (Hrsg.). (2012). *Farbatlas Krankheiten, Schädlinge und Nützlinge an der Weinrebe* (2., überarbeitete und erweiterte Auflage.). Stuttgart: Ulmer.

- Moser, P. (2019, März 14). Alkoholfreier Wein: Lass es sein! - Falstaff. <https://www.falstaff.de/nd/alkoholfreier-wein-lass-es-sein/>. Zugegriffen: 22. Juni 2020
- Müller, E. (2013). *Stickstoff – ein Qualitätsfaktor im Fokus von Önologie, Physiologie und Anbautechnik - Vortrag anlässlich der 57. Kreuznacher Wintertagung des Dienstleistungszentrums Ländlicher Raum Rheinhessen-Nahe-Hunsrück*. Bad Kreuznach. <https://www.dlr.rlp.de/internet/global/the-men.nsf/ALL/5B4F99C9D620944AC1257CAF0026EE64?OpenDocument>. Zugegriffen: 27. März 2021
- Müller, E. (2016). Die Ertragsphysiologie der Rebe - Stellschrauben für Ertrag, Traubenstruktur und Qualitätsparameter - Tagungsband der 60. Kreuznacher Wintertagung. Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinhessen-Nahe-Hunsrück.
- Müller, S., & Szolnoki, G. (2010). Wine packaging and labelling - do they impact market price? A hedonic price analysis of US scanner data. In *Refereed paper 5th International Academy of Wine Business Research Conference*. Auckland (NZ).
- Müller-Thurgau, H. (1896). *Die Herstellung unvergorener und alkoholfreier Obst- und Traubenweine* (2.). Frauenfeld: Huber.
- Munyon, J. R., & Nagel, C. W. (1977). Comparison of Methods of Deacidification of Musts and Wines. *American Journal of Enology and Viticulture*, (28), 79–87.
- Nasser, M., Cheikh-Ali, H., Hijazi, A., Merah, O., Al-Rekaby, A. E.-A. N., & Awada, R. (2020). Phytochemical Profile, Antioxidant and Antitumor Activities of Green Grape Juice. *Processes*, 8(5), 507. <https://doi.org/10.3390/pr8050507>
- Öncül, N., & Karabiyikli, S. (2015). Factors Affecting the Quality Attributes of Unripe Grape Functional Food Products. *Journal of Food Biochemistry*, 7.
- Pilz, D. H. (2019, November 14). Neuer Branchentrend: Entalkoholisierung von Wein. *drinktec Blog*. <https://blog.drinktec.com/de/wein/entalkoholisierung-von-wein/>. Zugegriffen: 24. Juni 2020
- Piqueras-Fiszman, B., & Spence, C. (2012). The weight of the bottle as a possible extrinsic cue with which to estimate the price (and quality) of the wine? Observed correlations. *Food Quality and Preference*, 25(1), 41–45. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2012.01.001>
- Plank, C. M., Hellman, E. W., & Montague, T. (2019). Light and Temperature Independently Influence Methoxypyrazine Content of *Vitis vinifera* (cv. Cabernet Sauvignon) Berries. *HortScience*, 54(2), 282–288. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI13634-18>

- Platina, B., & Fabian, U. (1979). *Von der eerlichen, zimlichen, auch erlaubten Wolust des Leibs: sich inn Essen, Trincken, Kürtzweil etc. allerlay ... Creatures ... Visch, Vögel, Wildpret, Frucht der Erden ... zu gebrauchen mügen ...* München: Heimeran.
- Point, E., Tyedmers, P., & Naugler, C. (2012). Life cycle environmental impacts of wine production and consumption in Nova Scotia, Canada. *Journal of Cleaner Production*, 27, 11–20. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.12.035>
- Poni, S., Gatti, M., Bernizzoni, F., Civardi, S., Bobeica, N., Magnanini, E., & Palliotti, A. (2013). Late leaf removal aimed at delaying ripening in cv. Sangiovese: physiological assessment and vine performance: Late defoliation and ripening. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, n/a-n/a. <https://doi.org/10.1111/ajgw.12040>
- Pontius, J. (2019, Dezember 25). Alkoholfreier Wein: Was sich da alles verflüchtigt. *Die Zeit*. Hamburg. <https://www.zeit.de/zeit-magazin/essen-trinken/2019-12/alkoholfreier-wein-schwangerschaft-sportler-achtsamkeit>. Zugegriffen: 22. Juni 2020
- Pour Nikfardjam, M. (2001). Polyphenole in Weißweinen und Traubensäften und ihre Veränderung im Verlauf der Herstellung, 230.
- Pour Nikfardjam, M. (2008). General and polyphenolic composition of unripe grape juice (verjus/verjuice) from various producers. *Mitteilungen Klosterneuburg*, (58), 28–31.
- Prasnikar, N., Hann, S., & Eder, R. (2014). Orange Weine – Erfassung der chemisch-physikalischen Zusammensetzung. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*.
- Proserpio, C., Fia, G., Bucalossi, G., Zanoni, B., Spinelli, S., Dinnella, C., et al. (2020). Winemaking Byproducts as Source of Antioxidant Components: Consumers' Acceptance and Expectations of Phenol-Enriched Plant-Based Food, 17.
- Quirós, M., Rojas, V., Gonzalez, R., & Morales, P. (2014). Selection of non-Saccharomyces yeast strains for reducing alcohol levels in wine by sugar respiration. *International Journal of Food Microbiology*, 181, 85–91. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2014.04.024>
- Rechner, A. (2000). *Einfluss der Verarbeitungstechnik auf die Polyphenole und antioxidative Kapazität von Apfel- und Beerenobstsäften*. Justus Liebig-Universität, Giessen, Giessen.
- Regierungspräsidium Darmstadt, Dezernat Weinbau Eltville. (2011, November 1). Info-Blatt: Verjus / Agrest (franz. grüner Saft). https://brw-eltville.de/wp-content/uploads/2017/06/Verjus_Agrest_2011.pdf. Zugegriffen: 24. Mai 2020

- Ribeiro, S. D. A. (2017, März 13). Alcohol labelling. *Food Safety - European Commission*. Text. https://ec.europa.eu/food/safety/labelling_nutrition/labelling_legislation/alcohol_en. Zugegriffen: 7. April 2021
- Rolle, L., Englezos, V., Torchio, F., Cravero, F., Río Segade, S., Rantsiou, K., et al. (2018). Alcohol reduction in red wines by technological and microbiological approaches: a comparative study: Ethanol reduction in red wine. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 24(1), 62–74. <https://doi.org/10.1111/ajgw.12301>
- Rülker, I., Schleich, C., Brzezina, T., & Ristow, R. (2016). Zulassung von Laboratorien und Methoden zur Durchführung der Untersuchungen von Wein und Schaumwein für die Beantragung einer amtlichen Prüfungsnummer in Rheinland-Pfalz gemäß § 23 Absatz 1 und 3 der Wein-Verordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. April 2009, 9.
- Sajovitz, P., Pöchtrager, S., & Niedermayr, F. (2018). Analyse der Wahrnehmung und Zahlungsbereitschaft von Konsumenten für verschiedene Typen von Natural Wines. *Die Bodenkultur: Journal of Land Management, Food and Environment*, 69(1), 3–15. <https://doi.org/10.2478/boku-2018-0002>
- Schick, A. (2018). Merkblatt Traubensaft, 6.
- Schmidt. (2009). Dem Weinstein auf der Spur. *Das deutsche Weinmagazin, Kellerwirtschaft*(25 /2009), 26–29.
- Schmidt, O. (2016). Kristallstabilisierung mit Kationenaustauscher. *Der Winzer*, (9), 12–18.
- Schönenborn-Meinhardt, A. (2010). *DIN ISO 8587:2010-08, Sensorische Analyse - Prüfverfahren - Rangordnungsprüfung (ISO_8587:2006)*. Beuth Verlag GmbH. <https://doi.org/10.31030/1642587>
- Schönenborn-Meinhardt, A. (2014). *DIN EN ISO 8589:2014-10, Sensorische Analyse - Allgemeiner Leitfaden für die Gestaltung von Prüfräumen (ISO_8589:2007_ + Amd_1:2014); Deutsche Fassung EN_ISO_8589:2010_ + A1:2014*. Beuth Verlag GmbH. <https://doi.org/10.31030/2082235>
- Schrader, C. (2008). *Reputation und Kaufverhalten: eine empirische Analyse am Beispiel der Vermarktung deutscher Weine in Großbritannien* (1. Aufl.). Mering: Hampp.
- Schultz, H. R. (2005). *Physiologische Veränderungen im Wasserhaushalt der Rebe und der Traube bei Trockenheit*. Gehalten auf der XV. Kolloquium Internationaler Arbeitskreis Begrünung im Weinbau, Weinsberg.
- Schultz, H. R. (2014, Dezember 20). *Weinbauliche Maßnahmen zur Förderung der Qualitäts- und Herkunftsorientierung*. Nieder-Olm.

- [https://www.oekolandbau.rlp.de/Internet/global/themen.nsf/Web_P_Aktuelles_XP/FF7236D58418AAACC1257DF10033CCB3/\\$FILE/Schultz%20Zusammenfassung%20Dez%202014%20für%20Nieder-Olm.pdf](https://www.oekolandbau.rlp.de/Internet/global/themen.nsf/Web_P_Aktuelles_XP/FF7236D58418AAACC1257DF10033CCB3/$FILE/Schultz%20Zusammenfassung%20Dez%202014%20für%20Nieder-Olm.pdf). Zugriffen: 27. März 2021
- Sengun, I. Y., Kilic, G., & Ozturk, B. (2020). The effects of koruk products used as marination liquids against foodborne pathogens (*Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* and *Salmonella Typhimurium*) inoculated on poultry meat. *LWT*, 133, 110148. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110148>
- Soja, G. (2009). *Weinbau im Klimawandel: Anpassungs- und Mitigationmöglichkeiten am Beispiel der Modellregion Traisental* (Zwischenbericht No. 100416). Seibersdorf: Austrian Institute of Technology.
- Speidel. (2011, Februar). Bedienungsanleitung für Hydropresse 22600. https://www.hbs24.de/contents/de/Bedienungsanleitung_Hydropresse.pdf. Zugriffen: 1. September 2020
- Statista Research Department. (2020, Juni). Bevölkerung - Zahl der Einwohner in Deutschland nach relevanten Altersgruppen am 31. Dezember 2019. *Statista*. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1365/umfrage/bevoelkerung-deutschlands-nach-altersgruppen/#professional>. Zugriffen: 21. April 2021
- Stott, P. A., Stone, D. A., & Allen, M. R. (2004). Human contribution to the European heat-wave of 2003. *Nature*, 432(7017), 610–614. <https://doi.org/10.1038/nature03089>
- Szolnoki, G. (2018). *Geisenheimer Weinkundenanalyse*. Geisenheim: Hochschule Geisenheim. <https://www.hs-geisenheim.de/forschung/institute/wein-und-getraenkewirtschaft/professur-fuer-marktforschung/bildung-praxis/#collapse24361>. Zugriffen: 8. Juni 2020
- Tomaskova, L., Prusova, B., Baron, M., & Kumsta, M. (2017). THE STUDY OF POLYPHENOLS IN DEALCOHOLISED WINE. *MITTEILUNGEN KLOSTERNEUBURG*, 10.
- Tränkle, L. (2018, Oktober 18). Spezialitäten aus Trauben und Wein - Sortimentserweiterung mit Traubennebenprodukten. html. <https://lvwo.landwirtschaft-bw.de/pb/,Lde/Startseite/Fachinformationen/Spezialitaeten+aus+Trauben+und+Wein+-+Sortimentserweiterung+mit+Traubennebenprodukten>. Zugriffen: 24. Mai 2020
- Umweltbundesamt. (2021, Februar 5). Trends der Lufttemperatur. *Umweltbundesamt*. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/trends-der-lufttemperatur#steigende-durchschnittstemperaturen-weltweit>. Zugriffen: 27. März 2021

- Universität Mannheim. (2010). *Studie zum Konsum von Wein*. Mannheim.
- Vendramin, V., Viel, A., & Vincenzi, S. (2021). Caftaric Acid Isolation from Unripe Grape: A “Green” Alternative for Hydroxycinnamic Acids Recovery. *Molecules*, 26(4), 1148. <https://doi.org/10.3390/molecules26041148>
- Vrhovseki, U., Wendelin, S., & Eder, R. (1997). Effects of Various Vinification Techniques on the Concentration of cis- and trans-Resveratrol and Resveratrol Glucoside Isomers in Wine, 48(2), 7.
- Walz, O. (2006). Ertragsreduzierung - Bewertung langjähriger Versuchsergebnisse. *Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinhessen-Nahe-Hunsrück*. <https://www.dlr-rnh.rlp.de/Internet/global/themen.nsf/0/6540939EB7F522D5C1257117002CDECE?OpenDocument>. Zugriffen: 3. Mai 2021
- Weik, B. (2012). *Praktikerhandbuch Oenologie: Wissen kompakt ; ein Nachschlagewerk zur Begleitung der betrieblichen Arbeit von der Mostbehandlung bis zur Flaschenfüllung - mit zahlreichen Tabellen, Übersichten, Berechnungen und praktischen Hinweisen zur Weinbereitung* (Neuauf., (Stand Juli 2012).). Neustadt/Weinstraße: Meininger.
- Weinbau RLP. (2020). Chardonnay. *Rebsorten*. <https://www.weinbau.rlp.de/internet/global/themen.nsf/2fb0d11c3ce792b9c1256fee0020bd1f/76a-dee5db65f7d90c1256ff00052c2d1?OpenDocument#Klon%3A>. Zugriffen: 10. Mai 2020
- Weltgesundheitsorganisation. (2012). *European action plan to reduce the harmful use of alcohol, 2012-2020*. http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/178163/E96726.pdf. Zugriffen: 23. April 2021
- Weltgesundheitsorganisation. (2017). *Tackling NCD's - 'Best buys' and other recommended interventions for the prevention and control of noncommunicable diseases*. Genf.
- Wine In Moderation. (2018, November 21). Kolumne Nachgeforscht. *Deutsche Weinakademie*. https://www.deutscheweinakademie.de/wissenschaft/kolumne-nachgeforscht/einzelansicht?tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&tx_news_pi1%5Bcontrol%5D=News&tx_news_pi1%5Bnews%5D=40&cHash=77f56b38c5d7e58c8d17fcd33650afde. Zugriffen: 30. April 2021
- Wine In Moderation. (2020). Wann Sollte Man Auf Alkoholische Getränke Verzichten? *Wine In Moderation*. <https://www.wineinmoderation.eu/de/content/Wann-sollte-man-auf-alkoholische-Getranke-verzichten.71/>. Zugriffen: 6. Juni 2020

- Wissenschaftliche Dienste - Deutscher Bundestag. (2016). *Auswirkungen der Klimavariabilität auf den Weinbau in Deutschland - Aktenzeichen WD 5 - 3000 - 040/16*. Berlin.
- Wucherpennig, K. (1977). *Anwendungsmöglichkeiten von Membranprozessen bei der Herstellung von Getränken* (Habilitationsschrift zur Erlangung der venia legendi im Fach Lebensmitteltechnologie Fachbereich 19). Justus Liebig-Universität, Giessen, Geisenheim.
- Wucherpennig, K., Hahn, P., & Semmler, G. (1990). *Handbuch alkoholfreie Getränke: Technologie, Recht, Physiologie*. Hamburg: Behr.
- Yıkıms, S., Bozgeyik, E., & Şimşek, M. A. (2020). Ultrasound processing of verjuice (unripe grape juice) vinegar: effect on bioactive compounds, sensory properties, microbiological quality and anticarcinogenic activity. *Journal of Food Science and Technology*. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04379-5>
- Ziegler, M. (2020, November 5). *1,1,6-Trimethyl-1,2-dihydronaphthalin (TDN) in Riesling – Sensorische Relevanz und Minimierungsstrategie*. Technischen Universität Kaiserslautern, Kaiserslautern.

8 Anhang

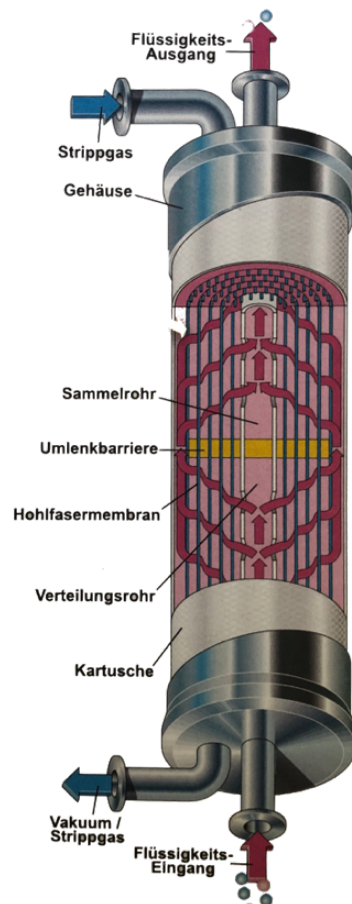


Abbildung 36: Prinzip eines Membrankontaktor (bearbeitet)
Quelle: (Marbé-Sans 2018)

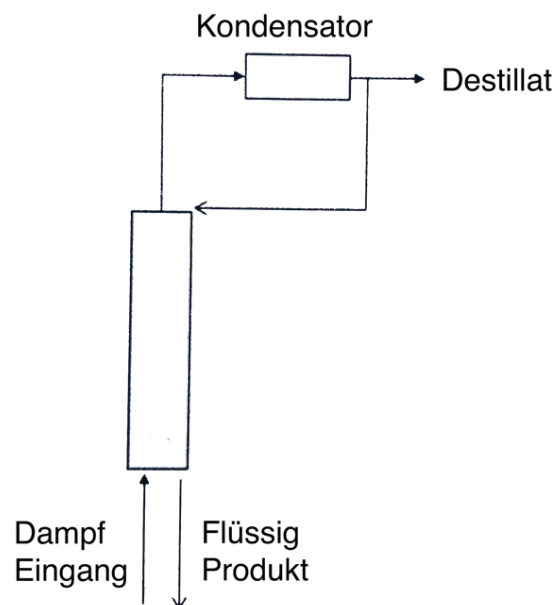


Abbildung 37: Bauart der Rektifikationskolonne – schematisch
Quelle: (Blank 2015)

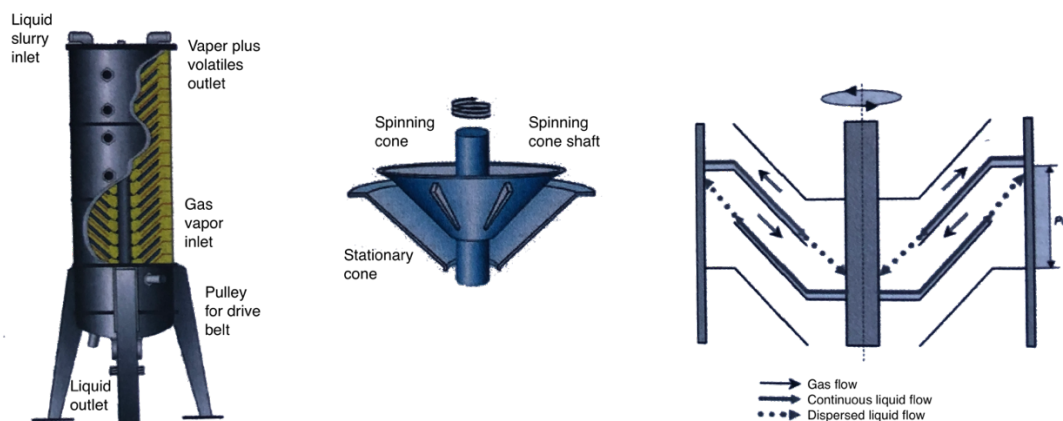


Abbildung 38: Schematische Darstellung der Schleuderkegelkolonne (bearbeitet)
Quelle: (Blank 2015) nach (Makarytchev, Langrish, und Fletcher 2004)

Tabelle 14: Übersicht der Maßnahmen zum Pflanzenschutz in 2020
Appliziert wurde mit je drei Abdrift mindernden Düsen je Reihe (12 bar).

Termin (BBCH-Sta-)	Pflanzenschutz- mittel	Wirkstoff	Bekämpfter Schaderreger	Empfohlene Auf- wandmenge in %	Basisaufwand	Aufwandmenge	Wasser-auf- wand in l/ha	Wartezeit in d	Ende der War- tezeit
8. Mai 2020 (18)	Netzschwefel Stulln	796g/kg Schwefel	Oidium	0,6	3,6 kg/h a	3,0 kg/h a	180	56	3. Juli 2020
	Topas®	100 g/l Penco- nazol	Oidium	0,02	0,08 l/ha	0,10 8 l/ha		35	12. Juni 2020
	Polyram®WG	700 g/kg Me- tiram	Peronospora	0,2	0,8 kg/h a	1,08 kg/h a		56	3. Juli 2020
22. Mai 2020 (55)	Netzschwefel Stulln	796g/kg Schwefel	Oidium	0,6	3,6 kg/h a	4,76 kg/h a	280	56	17. Juli 2020
	Delan®WG	700 g/kg Dithianon	Peronospora	0,05	0,2 kg/h a	0,42 kg/h a		49	10. Juli 2020
	Dynali®	30 g/l Cyflufenamid, 60 g/l Di- fenoconazol	Oidium	0,05	0,2 l/ha	0,42 kg/h a		21	12. Juni 2020
4. Juni 2020 (65)	Talendo®	200 g/l Pro- quinazid	Oidium	0,025	0,15 l/ha	0,26 l/ha	350	28	2. Juli 2020
	Profiler®	44,4 g/kg Fluopicolide, 621,9 g/kg Fosetyl	Peronospora	0,1875	1,5 kg /ha	1,97 kg/h a		28	2. Juli 2020

Tabelle 15: Bonituren der Entwicklungsstadien der Reben.

Am jeweiligen Boniturtermin wurden 30 Reben zufällig ausgewählt. Das phänologische Stadium des ersten Gescheins am dritten Nodium der Bogrebe wurde nach der BBCH-Skala bonitiert.

Rebe	Datum der Bonitur im Jahr 2020						
	12. Juni	24. Juni	6. Juli	17. Juli	27. Juli	7. August	12. August
1	71	73	73	77	79	79	85
2	71	71	75	79	79	85	85
3	73	73	77	77	79	85	79
4	73	73	75	77	77	79	87
5	71	73	75	75	79	79	85
6	69	75	73	79	79	79	85
7	73	75	75	77	79	79	87
8	71	73	75	75	77	79	85
9	71	71	73	75	79	79	79
10	73	73	75	77	79	85	85
11	73	71	75	79	79	79	79
12	73	73	77	77	79	79	85
13	69	73	75	75	79	85	79
14	71	73	75	75	77	85	79
15	73	71	77	77	79	79	85
16	73	75	75	77	79	79	87
17	73	73	75	77	77	85	79
18	73	71	75	75	77	79	85
19	73	73	73	77	79	79	79
20	73	75	75	75	79	79	79
21	71	73	75	79	79	79	85
22	71	73	77	77	79	85	79
23	71	71	75	75	79	79	85
24	71	73	73	75	79	79	85
25	69	75	75	77	79	79	79
26	73	73	75	77	77	85	87
27	73	71	75	77	79	85	79
28	71	73	73	75	79	79	85
29	69	73	75	77	79	79	85
30	73	73	77	75	79	85	79

*Tabelle 16: p-Werte für den Messparameter Gescheine pro Rebe
Vergleich der Boniturtermine am 9. Mai 2020, 11. Mai 2020 und 14. August 2020. Mit „*“ markierte Werte kennzeichnen signifikante Unterschiede mit einem Signifikanzniveau von mindestens 95 %. (n=30)*

Boniturtermine	9. Mai 2020 - 11. Mai 2020	9. Mai 2020 - 14. August 2020	11. Mai 2020 - 14. August 2020
p-Wert	0,007*	$6,62 \times 10^{-5}$ *	0,12

Herzlich Willkommen zu dieser Sensorischen Prüfung...

Bitte beantworten Sie die nachfolgenden Fragen durch Ankreuzen der passenden Antwort(en):

Haben Sie schon einmal alkoholfreien Wein getrunken?

☐ ja ☐ nein

Zu welchen Anlässen können Sie sich vorstellen alkoholfreien Wein zu konsumieren? (-Mehrfachnennungen möglich-)

☐ als Autofahrer

☐ nach dem Sport

☐ auf Festen

☐ als erfrischendes Getränk

☐ Sonstiges:

☐ Weinpairing hochwertiges Menue

☐ Weinpairing zum Mittagessen

☐ Bei Krankheit/Schwangerschaft

☐ Nie

Welchen Preis sind Sie bereit für eine Flasche (0.75l) alkoholfreien Weins im Lebensmitteleinzelhandel (LEH) zu bezahlen?
Bitte tragen Sie Ihre Preisvorstellung in das untenstehende Textfeld ein.

Abbildung 39: Schirme eins (oben) und zwei (unten) der sensorischen Prüfung

Verkostung verschiedener Varianten alkoholfreien Weins

Bitte nehmen Sie die Probe mit der rechts genannten Codierung zur Hand.

Betrachten Sie die Probe, riechen Sie an ihr. Nehmen Sie einen Schluck um Geschmack und Mundgefühl der Probe zu beurteilen. Schlucken Sie die Probe ab zur Beurteilung des Nachgeschmacks. Wenn Sie nun alle diese Attribute zusammen fassen; wie **gefällt** Ihnen diese **Probe insgesamt**?

Gesamtgefallen

☐ gefällt mir gar nicht
 ☐
☐
☐
☐ weder noch
 ☐
☐
☐ gefällt mir sehr gut

923

Beurteilung Säure

☐ viel zu wenig sauer
 ☐
☐ genau richtig
 ☐
☐ viel zu sauer

923

Beurteilung Süße

☐ viel zu wenig süß
 ☐
☐ genau richtig
 ☐
☐ viel zu süß

Nächster Schirm

Bitte teilen Sie uns mit, was Ihnen an diesem Produkt besonders **gut gefallen** hat. (-optional - Stichworte genügen-)

Bitte teilen Sie uns mit, was Ihnen an diesem Produkt **nicht gefallen** hat. (-optional - Stichworte genügen-)

Wie wahrscheinlich ist es, dass Sie dieses Produkt kaufen?

Kaufbereitschaft

☐ bestimmt nicht kaufen
 ☐
☐
☐ weder noch
 ☐
☐
☐ bestimmt kauft

923

Welchen Preis sind Sie bereit für eine Flasche (0.75l) des eben verkosteten Produkts im LEH zu bezahlen?

Bitte tragen Sie den Preis in das untenstehende Textfeld ein

Nächster Schirm

Sie haben nun alle Fragen zu diesem Produkt beantwortet.

Bitte neutralisieren Sie mit Wasser und Matzen, bevor Sie mit der Bewertung der nächsten Probe fortfahren.

00:19

Nächster Schirm

Abbildung 40: Schirme drei (oben), vier (Mitte) und fünf (unten) der sensorischen Prüfung
 Die Fragestellungen zu den Proben 284, 562 und 923 waren identisch. Die Reihenfolge war randomisiert. Exemplarisch werden die Verkostungsschirme der Probe 923 dargestellt. Schirme sechs bis elf unterscheiden sich von den Schirmen drei bis fünf nur in der Kodierung.

Rangordnung Präferenz verschiedener Varianten Verjus

Bitte verkosten Sie die drei Verjus Varianten in der vorgegebenen Reihenfolge.

Ordnen Sie die drei Proben nach Ihrer **persönlichen Beliebtheit**.

Platzieren Sie dabei die Probe, die Ihnen **am Besten** gefällt auf den **1. Rang**.

Die Probe, die Ihnen persönlich **am Wenigsten gefällt** platzieren Sie bitte auf den **3. Rang**.

Verkostungsreihenfolge: 308 421 905

1

2

3

Nächster Schirm

Rangordnung Präferenz Wein

Bitte verkosten Sie die drei Weine in der vorgegebenen Reihenfolge.

Ordnen Sie die drei Proben nach Ihrer **persönlichen Beliebtheit**.

Platzieren Sie dabei die Probe, die Ihnen **am Besten** gefällt auf den **1. Rang**.

Die Probe, die Ihnen persönlich **am Wenigsten gefällt** platzieren Sie bitte auf den **3. Rang**.

Verkostungsreihenfolge: 152 385 618

1

2

3

Nächster Schirm

Rangordnung Säure Intensität Wein

Bitte verkosten Sie die drei Weine in der vorgegebenen Reihenfolge.

Ordnen Sie die drei Proben entsprechend ihrer **Säure Intensität**.

Platzieren Sie dabei die Probe, die **sauerste Probe** auf den **1. Rang**.

Die am **wenigsten saure Probe**, platzieren Sie bitte auf den **3. Rang**.

Verkostungsreihenfolge: 119 376 443

1

2

3

Nächster Schirm

Abbildung 41: Schirme zwölf (oben), 14 (Mitte) und 16 (unten) der sensorischen Prüfung
 Nach den Probereihen zwei und drei (Schirme 13 und 15) wurden die Verkostenden gemäß Schirm fünf (vgl. Abb. 40 unten) aufgefordert den Mund mit Wasser zu neutralisieren. Die Reihenfolge der Proben unterschied sich von Verkoster:in zu Verkoster:in, da die Proben randomisiert wurden.

Soziodeomografische Daten

Bitte beantworten Sie uns zum Schluss noch ein paar wenige Fragen zu Ihrer Person:

Wie alt sind Sie?

☐ < 18 Jahre
☐ 18 - 20 Jahre
☐ 21 - 24 Jahre
☐ 25 - 39 Jahre
☐ 40 - 59 Jahre
☐ 60 - 65 Jahre
☐ > 65 Jahre

Bitte teilen Sie uns zum Schluss noch Ihr Geschlecht mit:

☐ weiblich
☐ männlich
☐ divers

Nächster Schirm

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit...

Abbildung 42: Schirme 17 (oben) und 18 (unten) der sensorischen Prüfung

*Tabelle 17: Rohdaten der sensorischen Prüfung der alkoholfreien Variante 1 (Prüfende 1 bis 33)
Gesamtgefallen und Kaufbereitschaft auf einer 9-Punkte-Skala. Zahlungsbereitschaft für eine Flasche (0,75 l) im Lebensmitteleinzelhandel generell und speziell für das Produkt in € sowie Kommentare der Prüfenden zum Produkt.*

Prüfer:in	Gesamtgefallen	Kaufbereitschaft	Zahlungsbereitschaft Generell	Zahlungsbereitschaft Produkt	Positive Produkteigenschaften	Negative Produkteigenschaften
1	6	4	5,00	3,50	nichts besonders Gutes	flach, fehlender Körper
2	3	1	3,00	0,00	Produkt als Wein erkennbar	unharmonisch
3	3	2	4,99	2,49	erfrischende Säure	Schwefel in der Nase, leicht bitter im Abgang
4	2	1	5,00	3,00	-----	analog zu den ersten Weinen, wenig Aroma, unharmonisch
5	4	3	9,00	5,00	-	-
6	2	1	4,00	2,00	.	.
7	1	1	5,00	0,00	farbe	alles
8	6	5	3,50	4,00	Pleasant aroma	not balanced in the mouth
9	3	2	6,00	4,00	leichte CO2 macht das Getränk "spritziger"	wieder zu bitter
10	8	8	10,00	8,00	säure gute;weniger geschmack	etwas mehr mundfülle wäre nice
11	2	1	4,00	2,00	Geruchlich sehr angenehm fruchtig	geschmacklich sehr flach und säuerlich
12	2	1	5,00		Geruch	Säure, zu wässrig
13	1	1	10,00	nicht mal geschenkt	.	säure schmeckt stark aufgesetzt, überspielt alle anderen geschmäcker, säure viel zu stark -fast extrem, unbalanciert
14	1	1	5,00		.	grundsätzlich nichts
15	4	6	15,00	7,00	dürstlöschend Gefühl	nicht wirklich aromatisch
16	4	2	5,00	2,00	Mehr Süße als bei 284 und 923 in der Nase, aber nicht auf der Zunge	Säure Süße nicht ausgewogen;wenige Citrusfruchtaromatik
17	3	3	9,00	0,00	Farbe	bitter, kein schönes Aroma
18	2	1	3,90	keine	leichte Kohlensäure	sehr sauer, keine Frucht, keine aromatik
19	5	2	6,00	2,00	Nachgang vorhanden	Säure zu stark im Vordergrund
20	1	1	9,50	0,50	Farbe klar, hell	Geruch nach Essig, schweflige Säure sehr hoch, zu sauer
21	7	5	10,00	5,00	schöne Färbung (vlt wegen etwas höherem Füllstand etwas ausgeprägter)	auch hier würde ich mir etwas mehr Aroma wünschen;Geruch spricht mich nicht sehr an
22	5	3	6,00	4,00	erfrischend	sehr sauer, dünner körper
23	2	1	6,00	0,00	Farbe	Geruch, geschmack,riecht künstlich, seltsam
24	7	7	14,00	6,00	geschmacklich top	die nase... der Wein riecht bitter
25	6	5		5,00	der saft schien fruchtiger an der Nase. Am Gaumen war er etwas ausgeglichener.	am gaumen ist die Säurenoch immer sehr hoch. aber das erste mungefühl war besser
26	6	3	5,00	4,00	-	wirkt im Gesamteindruck etwas dünn
27	5	4	4,00	3,00	Erfrischend	süße fehlt, etwas mehr prikeln wäre schön
28	4	3	4,00	3,00	frisch im mund	zu sauer
29	4	6	12,00	5,50	Schönes Aroma in der Nase, im Mund nach der Säure Fruchtig und angenehm im Abgang	Kohlensäure fehlt mir etwas, und die Säure ist mir zu Knackig
30	9	8		4,00	Angenehmer Nachgang	der Gesamtgeschmack könnte intensiver sein
31	4	4	5,00	2,50	Die Säure hat eine angenehme spitze	Die Säure überdeckt andere Aromen, der Wein wirktdadurch leer
32	6	4	7,50	3,00	die Farbe, der Geschmack allgemein	Säure stark im Vordergrund, Geruch etwas muffig
33	6	4	15,00	6,50	Geschmacklich gut	Könnte etwas mehr Power haben

Tabelle 18: Rohdaten der sensorischen Prüfung der alkoholfreien Variante 1 (Prüfende 34 bis 65) Gesamtgefallen und Kaufbereitschaft auf einer 9-Punkte-Skala. Zahlungsbereitschaft für eine Flasche (0,75 l) im Lebensmitteleinzelhandel generell und speziell für das Produkt in € sowie Kommentare der Prüfer:innen zum Produkt.

Prüfer:in	Gesamtgefallen	Kaufbereitschaft	Zahlungsbereitschaft Generell	Zahlungsbereitschaft Produkt	Positive Produkteigenschaften	Negative Produkteigenschaften
34	3	1	12,00	3,99	passable Aromatik	vordergründliche Säure, zu wenig Süße zum abfedern
35	4	2	10,00	5,00	- angenehm in der Nase, riecht nach einem frischen Wein	zu sauer und zu wenig aromatisch
36	3	3	8,50	5,50	nase aromen von apfen, ähnlich wieder bei den weinen zuvor	ebenfalls keinguter ausgleich zwischen Süße und Säure, wieder sehr flach, geschmack sehr schnell weg
37	5	5	5,50		Fruchtigkeit	muffig im Geschmack
38	1	1	6,00	2,00	Farbe	Sauerkraut-Geschmack, zu wenig süß
39	2	1	7,00	3,00	Aromas are nice with some citrus and honey characteristics	acidity too high, unbalance and is very sauer
40	1	1	9,00		-	zu sauer, auser Säure schmeckt man nichts
41	1	1	0,00	0,00	Nichts!! Hat nicht nach Wein geschmeckt. Wein nicht erkennbar.	kein Wein! Nech nicht einmal Weinähnlich
42	2	1	15,00	0,00	Kohlensäure	fahler Geschmack
43	3	2	9,99	2,49	geruch:gutes sortenbuket	wässriger abgang;keine angenehme säure
44	4	3	5,00	3,00	Angenehm volles Mundgefühl	unangenehme Säure an der Zungenspitze, Brotiger Nachgeschmack
45	3	2	7,00	4,00	frische Säure	kein Körper, sehr flach, Frucht sehr verhalten
46	2	1	7,00	4,00	-;	adsdringierend, sauer, unausgewogene Säure und Süße
47	6	1		5,00	leicht	Säure unausgeglichen;Spitz;unrund;Geruch
48	7	6	12,50	10,00	Säure viel besser eingebunden	der Vergleich mit Wein ist schlecht möglich, da aus meiner Sicht ein anderes Produkt
49	6	6	2,50	3,00	der wein ist dezent das gefällt mir	/
50	6	6	7,50	6,00	ausgeglichen, Süße - Säure	zu viel Schwefel, zu strohig, wenig aromatisch
51	2	1	6,00	2,50	Die Farbe ist sehr stimmig.	Der Wein ist sehr sauer, schmeckt wie purer Zitronensaft. Zudem riecht er etwas nach Spüli und gegoren
52	3	1	4,00	0,00	misfällt leider komplett.. :(	Säure zu sehr im Vordergrund und zu intensiv, Süße und Aromen kommen zu wenig durch
53	3	2	5,00	3,00	frisch	etwas zu säuerlich, wenig Aroma, keine Fülle
54	4	1	3,50	3,50	Farbe des Produkts, sieht aus wie Wein	unausgewogen,wenig Frucht, Fülle fehlt
55	4	2	12,00	6,00	Säure	Süße fehlt Körper fehlt
56	1	1	5,00	0,00	Optik ok, nicht zu sauer, ein wenig holzige Note	vermisse Aroma, keine Frucht erkennbar, kein Pep, flach
57	4	1	6,00	0,00	der Geruch des Weines ist dem eines "richtigen" sehr ähnlich -> positiv!!	die Säure ist zu dominant, nicht ausgewogen, bisschen Süsse fehlt
58	5	2	7,00	2,00	mehr Balance im Vergleich zur ersten Probe	Wirkt etwas Künstlich
59	2	1	3,50	0,50	Knackige Struktur,leichte Kohlensäure	Gesamtgeschmack, Säure zu bissig, Nachgeschmack leicht bitter
60	9	9	15,00	6,00	...	...
61	1	1	3,50	0,00	identisch mit Probe 284	identisch mit Probe 284 allerdings prickelt der Wein mehr
62	2	4	3,50	3,00	kein starkes säurige Geschmacky	zu Saur und halt bitter
63	6	6	4,50	2,20	Nur leichter Kochton im Geruch,leicht Fruchtig	Wenig Süße, etwas dünnes Mundgefühl
64	7	7	8,00	8,00	ausdrucksstark, spritzig	stinkt etwas
65	3	1	5,00	0,00	-	zu wenig Aroma, keine Süße, zu viel Säure

Tabelle 19: Rohdaten der sensorischen Prüfung der alkoholfreien Variante 2 (Prüfende 1 bis 33)
Gesamtgefallen und Kaufbereitschaft auf einer 9-Punkte-Skala. Zahlungsbereitschaft für eine Flasche (0,75 l) im Lebensmitteleinzelhandel generell und speziell für das Produkt in € sowie Kommentare der Prüfenden zum Produkt.

Prüfer:in	Gesamtgefallen	Kaufbereitschaft	Zahlungsbereitschaft Generell	Zahlungsbereitschaft Produkt	Positive Produkteigenschaften	Negative Produkteigenschaften
1	8	7	5,00	5,00	sauber, Körper, fruchtig	Säure etwas zu dominant
2	3	1	3,00	0,00	Produkt als "Wein" erkennbar	unharmonisch, kein Körper
3	7	6	4,99	4,29	Säure-Süße-Verhältnis ausgewogener als bei den anderen Proben	leicht bitter im Abgang
4	3	1	5,00	3,00	-----	wenig Aromen
5	3	5	9,00	6,50	-	-
6	2	1	4,00	2,50	.	.
7	5	5	5,00	2,00	weniger Säure	Kochgeschmack
8	4	3	3,50	4,00	Neutral from the aroma perspective	not balanced in the mouth
9	2	2	6,00	4,00	An sich ist es gut, einen eher trockenen Alkoholfreien Wein zu kosten. Üblicherweise sind diese sehr süß.	Das Produkt schmeckt unangenehm bitter. Dies ist in hohem Maße für die negative Bewertung verantwortlich
10	2	1	10,00	6,00	kein safter Geschmack	Säure zu hoch; Wein zu dünn; Restzucker zu niedrig
11	1	1	4,00	1,00	Die Nase ist angenehm	sehr grüne unreife Aromatik, zitronig,
12	2	1	5,00		.	Säure
13	1	1	10,00	0,00	.	Säure auch hier aufgesetzt, Körper fehlt, schmeckt wie Wasser mit Zitronensäure
14	1	1	5,00		.	Geschmack ist absolut für mich nicht zu genießen
15	6	6	15,00	7,00	frischer Geschmack und angenehm würzige Säure	nicht wirklich aromatisch
16	2	1	5,00	0,00	nichts	Viel zu Sauer; Sehr eindimensionaler Wein,
17	5	6	9,00	5,00	bessere Süße	muffig, immernoch zu viel Säure
18	1	1	3,90	keine	nichts	dominante Säure, keine Aromatik, keine Frucht
19	5	2	6,00	2,50	Süße passt	Säure zu stark im Vordergrund
20	1	1	9,50	0,50	Farbe klar, hell	Geruch nach Essig, schweflige Säure sehr stark in der Nase, sehr sauer, unbalanciert sauer
21	4	2	10,00	3,99	fruchtiges Aroma, als saures Getränk Wein oder Cocktail kann ich mir das gut vorstellen	etwas zu viel Säure/ zu wenig Zucker; es fehlt etwas an Tiefgang
22	4	2	6,00	3,00	frisch	sehr sauer
23	1	1	6,00	0,00	Farbe	Geruch seltsam künstlich, Geschmack zu sauer, Essigwasser
24	6	7	14,00	6,00	sehr erfrischender alkoholfreier Wein. Die Nase gefällt mir auch sehr gut, und geschmacklich ein leichter Wein für den Sommer	immer noch ein kleines bisschen zu sauer für mich
25	5	2		3,00	trocken, gute Adstringenz	zu sauer, Säure ist nicht gut eingearbeitet.
26	6	5	5,00	4,50	-Frucht;-Frisch;-angenehme Süße	-leicht muffig im Geruch;-sehr dominante Säure
27	5	4	4,00	3,00	sehr guter und angenehmer Geruch	zu sauer
28	4	4	4,00	3,00	schon gelb	nicht genug süß
29	4	5	12,00	6,00	Knackige feine Säure, die angenehm auf der Zunge liegt und nicht Beissend wirkt	Andere Aromen haben es schwer sich am Gaumen durchzusetzen. Säure im Vordergrund
30	9	9		5,00	Der Nachgang	der Geruch
31	3	3	5,00	2,00	Das Aroma hatte Potenzial, wurde aber von der Säure überdeckt	Die Säure überdeckt alles andere
32	4	6	7,50	6,00	die Farbe, die Leichtigkeit	der Geruch (etwas muffig), Säure sehr im Vordergrund
33	7	7	15,00	7,00	Schöne Säure - guter Geschmack & gute Dauer im Mund/Nachgeschmack, schöner Ausgleich zwischen Süße & Säure	-

Tabelle 20: Rohdaten der sensorischen Prüfung der alkoholfreien Variante 2 (Prüfende 34 bis 65) Gesamtgefallen und Kaufbereitschaft auf einer 9-Punkte-Skala. Zahlungsbereitschaft für eine Flasche (0,75 l) im Lebensmitteleinzelhandel generell und speziell für das Produkt in € sowie Kommentare der Prüfenden zum Produkt.

Prüfer:in	Gesamtgefallen	Kaufbereitschaft	Zahlungsbereitschaft Generell	Zahlungsbereitschaft Produkt	Positive Produkteigenschaften	Negative Produkteigenschaften
34	6	4	12,00	4,99	angenehmes Bouquet	noch zu sauer
35	1	1	10,00	3,00	Nase lässt einen frischen Wein vermuten	Viel zu sauer, wenig Aroma
36	5	3	8,50	6,50	nase gefiel etwas besser - etwas mehr fülle	wie zu spietze säure, kein gutes zusammenspiel zwischen Süße und Säure, auch wieder sehr flach im Abgang
37	2	1	5,50		-	einseitig sauer, die Nase ist sehr verhalten
38	1	1	6,00	2,00	Farbe	wenig Aromavielfalt, wenig fruchtig, flach
39	4	4	7,00	5,00	nices aromas at lime and honey	acidity a bit unbalance and sauer after taste
40	1	1	9,00		-	zu sauer, langweilig,
41	1	1	0,00	0,00	Nichts	Kein Wein - noch nicht einmal Wein ähnlich
42	3	1	15,00	0,00	Körper ist ok	fahler Geschmack, faul
43	3	3	9,99	3,99	geruch:friscg	Wässrigkeit;wirkt künstlich sauer
44	1	1	5,00		spritzige zitrische säure	unangenehmes Aroma und Nachgeschmack (schweflig)
45	3	2	7,00	4,00	interessante, vegetative Nase	Säure-Süße Spiel ist unausgeglichen
46	3	2	7,00	5,00	ausgewogener als 923 und 562	zu wenig Süße im Vergleich zur Säure, Aromen kommen nicht sehr zur Geltung
47	5	5		5,00	-	dünn;säure etwas gering
48	4	3	12,50	9,00	Säure etwas besser eingebunden	Geruchlich nicht meine Bevorzugung;Ähnelt Wein auch weniger
49	2	1	2,50	2,50	die farbe	der gesamteindruck hat mir nicht gefallen, für mich haben die Aromen nicht zusammen gepasst
50	6	5	7,50	4,00	nicht brandig	Nachgeschmack,wenig Aroma, Säure dominiert
51	4	3	6,00	3,50	leicht süßer Abgang, fruchtig	Auch dieses Produkt ist zu sauer. Sehr zitronig im Abgang.
52	6	5	4,00	4,00	süße und Aromen kommen gut durch, gutes Mundgefühl, guter Geschmack	zu sauer, somit geringe Entfaltung
53	3	4	5,00	4,00	Säure ist in Ordnung	alt, gekochtes Aroma, wenig Fülle
54	5	3	3,50	3,00	-	nicht so voll wie 293 (Probe zuvor), weniger fruchtig, bisschen langweilig im Mund
55	6	3	12,00	6,00	Süße, Aromatik	Säure,Körper fehlt
56	1	1	5,00	0,00	Optik ok	null Aroma, nicht fruchtig, unangenehmer Nachgeschmack
57	4	1	6,00	0,00	Nase des Weines ist floraler als der erste. -> positiv	immer noch zu unausgewogen
58	1	1	7,00	0,00	Klarer in Geruch und Geschmack	intensive Säure
59	1	1	3,50	0,50	Nachgeschmack lange vorhanden	Säure zu aufdringlich, wenig Lebendigkeit in Form von Kohlensäure, Bitternote
60	1	9	15,00	7,00	..	..
61	5	9	3,50	0,00	Farbe und im Mund entstehende Wärme	der Geruch ist unangenehm und führt nicht dazu, dass man den Wein probieren möchte.
62	4	4	3,50	3,00	schöne zitrische Noten, erfrischend	sehr Höhe Sauerkeit,man muss sich erstmal an den Geschmack anpassen, geprägter zitrische bittere Geschmack
63	8	8	4,50	3,90	Kochton kaum vorhanden, fruchtige Noten, spritzig-frisch, angenehme Süße-Säure-Balance, für alkoholfreien Wein sehr angenehm zu trinken	-
64	4	3	8,00	4,00	leicht,	etwas modrig, flach
65	1	2	5,00	0,00	-	zu wenig Aroma, Säure zu kräftig

*Tabelle 21: Rohdaten der sensorischen Prüfung der alkoholfreien Variante 3 (Prüfende 1 bis 33)
Gesamtgefallen und Kaufbereitschaft auf einer 9-Punkte-Skala. Zahlungsbereitschaft für eine Flasche (0,75 l) im Lebensmitteleinzelhandel generell und speziell für das Produkt in € sowie Kommentare der Prüfenden zum Produkt.*

Prüfer:in	Gesamtgefallen	Kaufbereitschaft	Zahlungsbereitschaft Generell	Zahlungsbereitschaft Produkt	Positive Produkteigenschaften	Negative Produkteigenschaften
1	6	6	5,00	4,50	sauber, fruchtig, leichte Aromatik	leichter Kochgeschmack; Säurebetont
2	1	1	3,00	0,00	Produkt als "Wein" erkennbar	unharmonisch, viel zu sauer, kein Körper
3	4	6	4,99	3,99	leichte Restsüße	Produkt ist ein bisschen zu sauer
4	3	2	5,00	3,50	-----	wenig Aromen, dominante Säure
5	6	6	9,00	6,50	-	-
6	2	2	4,00	2,00	.	.
7	2	2	5,00	0,00	nichts	nicht gut
8	3	2	3,50	3,50	good potential as a base to balance it with sugar	Aroma composition
9	6	5	6,00	4,50	weinigste Nase, wenig Bitterkeit	.
10	1	1	10,00	6,00	Nase --> wenig	säure zu hoch;keine mundfülle;
11	2	2	4,00	1,00	Nase	flach, sauer
12	3	1	5,00		Geruch	Säure
13	1	1	10,00	0,00	.	säure schmeckt aufgesetzt und ist zuviel, unbalanciert,
14	1	1	5,00		.	für mich wäre es ein Grund auf Wein zu verzichten
15	6	6	15,00	7,00	frischer Geschmack	nicht zu aromatisch
16	7	7	5,00	5,00	Sehr schöne Säure, einfacher Wein, der wenig Aromatik besitzt aber mehr als 284. Citrusfruchtaromen dominant;TDN bzw Petrolnote nicht so stark wie 284	wenig Aromatik ausser Citrusfrüchte
17	1	1	9,00	0,00	Farbe	Viel zu heftige Säure, bitter
18	2	1	3,90	keine	nichts	dominante, spitze Säure, keine Aromatik, keine Frucht
19	1	1	6,00	1,00	nichts	seifiges Mundgefühl, Säure viel zu stark im Vordergrund, dazu eine pappige Süße.
20	1	1	9,50	0,50	Farbe klar, helles gelb	Geruch nach Essig und trockenem Stroh, sehr sauer
21	8	8	10,00	7,50	ausgewogen in Säure und Süße	das Aroma könnte noch etwas kräftiger sein
22	6	6	6,00	5,00	riecht fruchtig	Säure zu dominant
23	2	1	6,00	0,00	Farbe	Geruch seltsam künstlich, Geschmack zu sauer
24	3	1	14,00	0,00	geruchlich sehr angenehm	zu viel SWäure für meinen Geschmack
25	7	7		7,00	balanciert, frisch, gute säure, trocken	nase könnte etwas harmonischer sein
26	6	7	5,00	5,00	-ausgewogenes frisches Produkt, mit feiner Frucht und spritziger Säure;-optimal für frische alkoholfreie Weinschorle	-
27	1	1	4,00	1,00	Geruch war ok	viel zu sauer
28	3	1	4,00	3,00	farbe	zu sauer
29	7	7	12,00	6,00	Geruchlich besser als probe 562, geschmacklich mehr Süße vorhanden was die Säure etwas angenehmer macht.	etwas zu viel Zucker
30	6	8		4,00	ausgewogene säure	der Geruch
31	5	5	5,00	3,50	Das Aroma des weines kann sich gegen die Säure behaupten	Säure überlagert immernoch
32	7	7	7,50	8,00	die Farbe, die Säure	der Geruch (aufangs etwas muffig, aber mit der Zeit verschwindet das)
33	7	6	15,00	6,50	Schöne Dauer des Nachgeschmacks	Säure ist nicht so gut eingebunden

Tabelle 22: Rohdaten der sensorischen Prüfung der alkoholfreien Variante 3 (Prüfende 34 bis 65) Gesamtgefallen und Kaufbereitschaft auf einer 9-Punkte-Skala. Zahlungsbereitschaft für eine Flasche (0,75 l) im Lebensmitteleinzelhandel generell und speziell für das Produkt in € sowie Kommentare der Prüfenden zum Produkt.

Prüfer:in	Gesamtgefallen	Kaufbereitschaft	Zahlungsbereitschaft Generell	Zahlungsbereitschaft Produkt	Positive Produkteigenschaften	Negative Produkteigenschaften
34	3	1	12,00	3,99	passable Aromatik	vordergründliche Säure, die wenig bis gar nicht durch Restsüße abgedeckt wird
35	1	1	10,00	5,00	- riecht nach frischem, jung zu trinkendem Wein;	- etwas wenig aromatisch in Nase und Mund;- zu sauer
36	6	3	8,50	5,50	im Mund sehr frisch, eiskühlt gut vorstellbar	im nachgang sehr flasch, Geschmack verschwindet sehr schnell
37	3	1	5,50		-	fremdartig,adstingend, einseitig sauer
38	6	5	6,00	2,50	Farbe, Zitronensäure	zu sauer
39	5	6	7,00	5,00	aromas and flavours better integrated	still a bit too acid and sauer
40	1	1	9,00	nichts	-	viel zu sauer, kein angenehmer geruch
41	2	1	0,00	0,00	Etwas besser, da der Zucker das Getränk etwas runder gemacht hat.	Kein Wein. Leider noch nicht mal Wein erkennbar.
42	4	2	15,00	5,00	nicht zu süß	wässrig, Körper fehlt
43	6	6	9,99	7,99	geruch;süße/säure spiel	fehlende fülle vielleicht mit minnimal mehr süße;
44	7	5	5,00	5,00	Erfrischend, schönes leichtes Aroma	beim Abgang ein brotiger (ungesäuert) belegender Nachgeschmack
45	2	2	7,00	4,00	kräutrige Nase	flach, kein Körper, wenig Frucht
46	2	1	7,00	5,00	-	Sehr hohe Säure und bitterer Beigeschmack
47	6	7		7,00	Geruch	Säure etwas zu hoch;spitz
48	6	4	12,50	8,00	Süße hat gut gefallen	ähnelt Wein eher weniger
49	3	3	2,50	2,50	die säure hat mir gefallen	er war mir zu süß
50	6	6	7,50	6,00	ausgeglichene Süße & Säure	zu grasig & strohig in der Nase,
51	6	4	6,00	5,00	erinnert an Sommer, erfrischend, kühlend	etwas zu sauer, mehr Süße, Geruch = sehr gegoren
52	4	4	4,00	4,00	unterschwelliges Aroma, geringe Süße, könnte aber mehr sein :);gutes Mundgefühl	viel zu sauer, übertönt das Aroma
53	4	4	5,00	4,00	Säure ist OK, der Wein hat etwas mehr Fülle	im Aroma wirkt der Wein alt, gekocht
54	4	4	3,50	3,50	- fruchtig;- voller Duft in der Nase;	-
55	3	5	12,00	4,00	nix	zu viel Säure
56	2	1	5,00	0,00	Optik ok, sonst nix	Geruch unangenehm, fremd, zu sauer- Säure etwas angenehmer als bei 284, nicht fruchtig
57	4	1	6,00	0,00	Nase wieder sehr ähnlichmit Wein	Säure - Süsse unausgewogen
58	1	1	7,00	0,00	nichts	zu sauer, Kochton in der Nase
59	2	1	3,50	0,75	Fruchtnote vorhanden, Abgang angenehm leichte Süße im Nachgeschmack	Säure zu stark, Mund zieht sich zusammen,
60	5	5	15,00	6,00	..	.
61	1	1	3,50	0,00	identisch mit Probe 284, 562 allerdings weniger prickelnt	der Wein erscheint mir noch saurer als die beiden Vorgänger
62	4	3	3,50	3,00	fruchtig , fein, erfrischend	zu sauer zum meinen re''regelmäßigen Konsum
63	9	9	4,50		Kein Kochton, sehr fruchtig, spritzig frisch, Süße und Säure sind angenehm ausbalanciert. angenehmes Mundgefühl. Für alkoholfreien Wein sehr gut zu trinken! Schönes rundes Produkt	vielleicht eine ganz ganz leicht spitze Säure, jedoch nicht sehr störend
64	6	6	8,00	5,00	knackig, frisch, erfrischend	etwas flach
65	6	6	5,00	5,00	Geruch angenehm, fruchtige Noten	könnte für meinen Geschmack noch etwas mehr Süße haben

Tabelle 23: Rohdaten der Rangordnungsprüfung Präferenz Verjus
Verjus 1 wurde direkt gepresst. Die Varianten 2 und 3 wurden nach einer 24-stündigen Mazeration
verarbeitet. Verjus 3 wurde mit dem Enzym Panzym® Clair Rapide G der Fa. Eaton behandelt
(3 g/hl)

Prüfer:in	Verjus 1	Verjus 2	Verjus 3	Prüfer:in	Verjus 1	Verjus 2	Verjus 3
1	1	2	3	34	3	2	1
2	2	1	3	35	3	2	1
3	1	2	3	36	3	1	2
4	3	1	2	37	1	2	3
5	2	1	3	38	2	1	3
6	2	1	3	39	2	1	3
7	1	3	2	40	1	2	3
8	2	1	3	41	1	2	3
9	2	1	3	42	2	1	3
10	3	1	2	43	2	1	3
11	1	2	3	44	2	1	3
12	2	1	3	45	1	2	3
13	2	1	3	46	3	1	2
14	2	3	1	47	1	2	3
15	3	1	2	48	2	1	3
16	3	1	2	49	3	1	2
17	2	1	3	50	3	1	2
18	2	1	3	51	2	1	3
19	2	1	3	52	3	1	2
20	1	2	3	53	1	2	3
21	2	1	3	54	1	2	3
22	3	1	2	55	3	2	1
23	3	1	2	56	3	1	2
24	2	3	1	57	3	1	2
25	1	3	2	58	2	1	3
26	3	1	2	59	2	1	3
27	1	2	3	60	2	1	3
28	3	1	2	61	3	1	2
29	2	1	3	62	2	1	3
30	3	1	2	63	2	1	3
31	1	3	2	64	3	2	1
32	2	1	3	65	1	2	3
33	1	3	2				

Tabelle 24: Rohdaten der Rangordnungsprüfung Präferenz Säuerung

Die Säuerung erfolgte mit 1,5 g/l Weinsäure (Säuerung 1), mit 1,338 g/l Äpfelsäure (Säuerung 2) und mit Verjus (Säuerung 3). Bei letztgenannter Säuerung wurde ein Mischungsverhältnis von 17,6 Teilen Wein zu 1,5 Teilen Verjus verwendet. Der Verjus hatte eine Gesamtsäure von 24,3 g/l und der Grundwein von 5,2 g/l

Prüfer:in	Säuerung 1	Säuerung 2	Säuerung 3	Prüfer:in	Säuerung 1	Säuerung 2	Säuerung 3
1	3	2	1	34	1	3	2
2	2	3	1	35	2	3	1
3	1	3	2	36	3	1	2
4	1	2	3	37	3	1	2
5	3	1	2	38	3	2	1
6	2	3	1	39	3	1	2
7	1	3	2	40	2	3	1
8	2	1	3	41	3	2	1
9	3	1	2	42	2	3	1
10	3	2	1	43	2	3	1
11	1	3	2	44	1	2	3
12	1	3	2	45	2	1	3
13	2	1	3	46	2	3	1
14	2	1	3	47	3	2	1
15	2	1	3	48	1	2	3
16	2	3	1	49	3	1	2
17	1	3	2	50	2	3	1
18	3	2	1	51	1	3	2
19	2	1	3	52	1	2	3
20	3	1	2	53	3	2	1
21	3	2	1	54	2	3	1
22	1	2	3	55	3	1	2
23	3	2	1	56	1	3	2
24	3	1	2	57	2	1	3
25	3	2	1	58	2	3	1
26	1	2	3	59	3	2	1
27	3	2	1	60	1	2	3
28	2	3	1	61	2	3	1
29	1	3	2	62	2	3	1
30	3	2	1	63	3	2	1
31	2	1	3	64	2	3	1
32	2	3	1	65	3	2	1
33	2	3	1				

Tabelle 25: Rohdaten der Rangordnungsprüfung Säureintensität

Die Säuerung erfolgte mit 1,5 g/l Weinsäure (Säuerung 1), mit 1,338 g/l Äpfelsäure (Säuerung 2) und mit Verjus (Säuerung 3). Bei letztgenannter Säuerung wurde ein Mischungsverhältnis von 17,6 Teilen Wein zu 1,5 Teilen Verjus verwendet. Der Verjus hatte eine Gesamtsäure von 24,3 g/l und der Grundwein von 5,2 g/l

Prüfer:in	Säuerung 1	Säuerung 2	Säuerung 3	Prüfer:in	Säuerung 1	Säuerung 2	Säuerung 3
1	2	3	1	34	1	2	3
2	3	2	1	35	2	1	3
3	3	1	2	36	1	2	3
4	2	3	1	37	3	1	2
5	1	3	2	38	2	3	1
6	2	1	3	39	2	3	1
7	3	2	1	40	3	1	2
8	1	3	2	41	3	1	2
9	3	1	2	42	1	2	3
10	1	2	3	43	1	2	3
11	1	3	2	44	3	2	1
12	2	3	1	45	1	2	3
13	2	3	1	46	1	2	3
14	1	3	2	47	3	2	1
15	3	2	1	48	2	3	1
16	1	3	2	49	3	1	2
17	2	1	3	50	2	3	1
18	2	3	1	51	2	1	3
19	2	1	3	52	3	1	2
20	2	1	3	53	3	2	1
21	3	2	1	54	1	2	3
22	1	3	2	55	1	3	2
23	3	2	1	56	1	2	3
24	3	2	1	57	1	3	2
25	1	3	2	58	2	3	1
26	1	3	2	59	2	1	3
27	2	1	3	60	2	1	3
28	1	2	3	61	2	3	1
29	2	3	1	62	3	2	1
30	2	1	3	63	1	2	3
31	3	2	1	64	1	2	3
32	2	3	1	65	3	2	1
33	1	3	2				