

# Untersuchungen zur Spontangärung mittels Weingartenhefen auf Trauben aus biologischer bzw. biodynamischer sowie konventioneller Produktion zur Weinproduktion



## **Impressum**

Medieninhaber und Herausgeber:

HBLA und Bundesamt Klosterneuburg

Wein- und Obstbau

Wiener Straße 74, 3400 Klosterneuburg

[weinobstklosterneuburg.at](http://weinobstklosterneuburg.at)

Projektleiter/in: Harald Scheiblhofer

E-Mail: [harald.scheiblhofer@weinobst.at](mailto:harald.scheiblhofer@weinobst.at)

Projektmitarbeiter/in: Stefan Buchmayer und Rudolf Fidesser

Finanzierungsstellen: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft

Projektlaufzeit: 2019-2021

Klosterneuburg, 2023. Stand: 31. August 2023

### **Copyright und Haftung:**

Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet, alle sonstigen Rechte sind ohne schriftliche Zustimmung des Medieninhabers unzulässig.

Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung der HBLA und des Bundesamtes Klosterneuburg und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Rechtausführungen stellen die unverbindliche Meinung der Autorin/des Autors dar und können der Rechtsprechung der unabhängigen Gerichte keinesfalls vorgreifen.

## **Inhalt**

<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>4</b>
<b>Summary .....</b>	<b>5</b>
<b>Einleitung und Literatur .....</b>	<b>6</b>
<b>Material und Methoden .....</b>	<b>12</b>
Material .....	12
Methode .....	24
<b>Ergebnisse und Diskussion .....</b>	<b>28</b>
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>38</b>

# Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit war es, das Verhalten der Hefen bei einer Spontangärung zu untersuchen. Für den Versuch wurden biodynamische, biologische und konventionelle Trauben verwendet um mögliche Unterschiede in der Hefezellzahl in den verschiedenen Anbauweisen festzustellen. Dafür wurde jeder der drei Moste in drei Varianten aufgeteilt: Variante 1 - Gärung mit Reinzuchthefer, Variante 2 - Spontangärung und Variante 3 - Spontangärung mit Beimischung eines Weingartenansatzes. Für die Variante 3 wurden vor der Lese einige Trauben in Edelstahlbehältern, direkt im Weingarten, eingemaischt, welche dann im gärenden Zustand in kleinen Mengen dem Most zugefügt wurden. Dies hatte das Ziel, dass wirklich nur die wilden Hefen, die sich im Weingarten befinden, die Gärung einleiten und durchführen. Durch das Beimengen dieser gepressten Maische konnten dem Most die Hefen, die im Weingarten auch ursprünglich vorhanden waren und garantiert keine fremden Keller- oder Reinzuchthefer enthielten, in konzentrierter Form hinzugefügt werden. Um den Gärverlauf zu dokumentieren wurden von allen Varianten mehrmals die °KMW, mittels Biegeschwinger gemessen. Daraus wurde ersichtlich, dass die Variante 1 in allen drei Anbauweisen, den Zucker am schnellsten und vollständig zu Alkohol umgewandelt hat. Die Variante 2 vergor am langsamsten und der Zucker konnte nicht komplett abgebaut werden. Die Variante 3 konnte von der Gärgeschwindigkeit mit Variante 1 nicht ganz mithalten, jedoch war sie deutlich schneller, als die Variante 2. Aber auch diese Variante konnte den Zucker nicht vollständig vergären. In Variante 3 konnten *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces* spp. und *Candida/Pichia*-Hefen gefunden werden. Die Hefezellzahl der *Candida/Pichia* Hefen ist bei der Variante 3 fast um das 10-fache mehr als bei den Varianten 1 und 2. Die Ergebnisse, die durch eine fortlaufende Messung der Hefezellzahl mittels Gene-Disc erhalten wurden, zeigen, dass in 2 von 3 Varianten die Hefezellzahlen des biologisch-dynamischen Mostes um bis zu ein 100-faches höher war, als die im Vergleich stehende konventionelle und biologische Variante. Weiters ist zu sagen, dass bei Variante 1 die Hefezellzahl zwar zu Beginn hoch war, diese aber im Verlauf der Gärung drastisch absank. Hingegen war bei der Variante 3, bei der mit Weingartenhefen gearbeitet wurde, zu Beginn und in der Hauptgärung die Zellzahl um ein Vielfaches höher als bei den anderen Varianten.

# Summary

This work aimed at evaluating the performance of yeast in spontaneous fermentation. Grapes from biodynamic, organic and conventional cultivation were used in these experiments to determine possible differences of yeast cell numbers in these different forms of cultivation. Therefore, each of the three musts was categorised into three different procedures: procedure 1 - fermentation with selected yeast, procedure 2 - spontaneous fermentation and procedure 3 - spontaneous fermentation with inoculation of wild-yeasts. For procedure 3, some grapes were mashed in stainless steel containers (before the harvest) directly in the vineyards. Afterwards small quantities of these fermenting grapes were added to the must. By adding this pressed mash only yeasts originating from the vineyards were used and no unfamiliar cellar- or selected yeast was added. For visualising the fermentation process in the procedures, the °KMW were measured with a density meter several times. The results show that procedure 1 proved to be the fastest in completely transforming sugar to alcohol in all three forms of cultivation. Procedure 2 was the slowest one to ferment the grapes and the sugar was not completely metabolised. In procedure 3, the fermentation process was not as fast as the first method, but it was considerably faster than method 2. However, the third procedure was not able to ferment the sugar entirely, too. *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces* spp. and *Candida* / *Pichia* yeasts were found in procedure 3. The count of *Candida* / *Pichia* yeastcells in procedure 3 is almost tenfold more than in the other two variants. The results, which were compiled by continuously measuring yeast cell numbers with gene-disc, show that in two of the three methods the yeast cell numbers of the newly created must are up to a hundred times higher compared to a conventional or an organic method. Furthermore, in procedure 1 the yeast cell number was high at the beginning but decreased drastically during the course of fermentation. This is in contrast to the third procedure, where vineyard yeast was used, as the amount of cells is significantly higher at the beginning and at the main fermentation compared to the other methods.

# Einleitung und Literatur

Die Spontangärung wird von vielen Winzern sehr kritisch betrachtet, da das Risiko unerwünschter Gärnebenprodukte zu erhalten, aus deren Sicht zu groß sei. Aus diesem Grund greifen viele Betriebe zu den am Markt erhältlichen Reinzuchthefen, die die Spontangärung immer weiter ins Abseits drängen. Der Wein kann durch die Spontangärung aber auch eine weitaus komplexere Aromatik und einen vielschichtigeren Geruch erhalten, wodurch sich interessante Weine ergeben können. Deshalb werden spontanvergorene Weine wieder stärker nachgefragt und erfreuen sich immer größer werdender Beliebtheit, sowohl beim Konsum, als auch bei den Winzern. Diese Arbeit untersucht daher, wie man das Risiko bei einer Spontangärung minimieren kann. Es werden konventionelle, biologische und biologisch-dynamische Trauben verarbeitet, welche alle gepresst, entschleimt und anschließend die gleichen Mostbehandlungen bekommen. Anschließend werden die Moste der verschiedenen Anbauweisen auf je 9 Glasballons pro Anbauweise aufgeteilt. Weiters werden die 9 Glasballons in 3 verschiedene Arten der Vergärung eingeteilt, nämlich der Vergärung mittels Reinzuchthefen, die Spontangärung und die Vergärung mittels eines Hefeansatzes aus den Weingarten. Diese Hefeansätze stammen aus den Weingarten, wo 2 Wochen vor der Ernte Trauben in einem Edelstahlbehälter eingemaischt und vergoren wurden. Dies hat den Grund, dass sich in diesem Behälter die Hefen, die sich im Weingarten befinden, konzentrieren. Während und nach der Gärung wurde die Menge und die Art der Hefe fortlaufend bestimmt. Damit eine Spontanvergärung gut verläuft und keine unerwünschten Nebenprodukte entstehen, ist es wichtig, dass man einen hygienischen Keller hat, damit sich keine, für das Aroma negativ auswirkende Hefen oder auch Bakterien, vermehren können und somit das Aroma des Weines beeinflussen

Die Weinqualität ist stark abhängig von der Gärung, welche von *Saccharomyces cerevisiae*-Stämmen durchgeführt werden kann oder auch von Nicht-*Saccharomyces cerevisiae*-Stämmen (CIANI et al., 2006; FLEET, 2008). In den letzten paar Jahrzehnten erfreuten sich Reinzuchthefen immer größer werdender Beliebtheit, da sie ohne Umwege den Zucker, der sich im Most befindet, in Alkohol umwandeln. Es wurden eine Reihe von *Saccharomyces cerevisiae*-Stämmen für die Weinherstellung entwickelt, welche die Eigenschaft haben, gleich nach der Inokulation im Most die dominante Population zu werden und die Nicht-*Saccharomyces cerevisiae*-Stämme so gut wie vollständig zu verdrängen.

So entstehen zwar auf der einen Seite reintonige Weine, andererseits bekommen diese Weine auch eine gewisse Uniformität. Das führte dazu, dass in den letzten Jahren die Spontangärung wieder einen Aufschwung bekam. Auch wenn sie ein großes Risiko ist, kann sie

hervorragende Weine hervorbringen, die sehr komplex sind und wesentlich mehr Individualität haben, als Weine die mit Reinzuchthefen vergoren wurden (EDER et al., 2010). Obwohl es oft als eine Quelle für mikrobiellen Verderb angesehen wird, gibt es eine erhebliche Anzahl an entgegengesetzten Beweisen, die auf einen positiven Beitrag dieser Hefen hinweisen. Die Rolle von Nicht-Saccharomyces-Hefen bei der alkoholischen Gärung wird daher von Mikrobiologen in den Weinanbauländern der alten und neuen Welt zunehmend beachtet. Zu den Arten, die bisher für die Weinproduktion untersucht wurden, gehören diejenigen aus den Gattungen *Candida*, *Kloeckera*, *Hanseniaspora*, *Zygosaccharomyces*, *Schizosaccharomyces*, *Torulaspora*, *Brettanomyces*, *Saccharomyces*, *Pichia* und *Williopsis*. So können Nicht-Saccharomyces-Hefen höhere Gehalte an Estern, höheren Alkoholen, Säuren und mehreren Enzymen (Esterasen,  $\beta$ -Glykosidasen, Lipasen und Proteasen) produzieren und sekretieren, die mit geruchlosen Traubenvorläufern interagieren und die aktiven Aromastoffe im Wein erhöhen können (ANDORRA et al., 2010).

Die Population, von Nicht-Saccharomyces-Hefen, die sich auf den Trauben befinden, ist sehr variabel. Die Verbreitung der Arten variiert von einer geografischen Zone zur anderen und von einem Jahrgang zum anderen, aufgrund von Unterschieden und Schwankungen der Temperatur, des Regens, der Feuchtigkeit, der Insekten, der Gesundheit der Traube, der Anbaupraktiken und so weiter. Das heißt, dass die Spontangärung auch zur Ausbildung eines Gebietstypes beitragen kann. Es wurden für bestimmte Anbaugebiete charakteristische Hefestämme nachgewiesen. Direkte Zusammenhänge zwischen regionalen *Saccharomyces cerevisiae*-Stämmen, Stoffkonzentrationen (Ethylester, höhere Alkohole, Acetate) und der Typizität des Weinaromas wurden ebenso nachgewiesen. (SCHNEIDER, 2010) Da eine Spontangärung nur teilweise von den Weingartenhefen durchgeführt werden kann, aufgrund ihrer geringen Alkoholtoleranz, ist offensichtlich, dass die Trauben mit *Saccharomyces cerevisiae* Hefen infiziert werden. Im Most befinden sich schon  $10^3 - 10^6$  Zellen pro ml *Saccharomyces cerevisiae* Hefen (SCHNEIDER, 2010). Diese Kontamination mit den *Saccharomyces cerevisiae* Hefen passiert während der Verarbeitung, denn auf den Trauben befinden sich fast keine *Saccharomyces cerevisiae* Hefen, um genauer zu sein, befindet sich nur ca. auf jeder tausendsten Traube eine *Saccharomyces cerevisiae* Hefe (MORTIMER UND POLSINELLI, 1999). Dies ist darauf zurückzuführen, dass Weintrauben keine günstige ökologische Nische für die Entwicklung und Besiedlung von *Saccharomyces cerevisiae* Arten darstellen (COMITINI et al., 2006). Nach der Ernte kommen Trauben mit einer mikrobiellen Gemeinschaft auf dem Weingut an, deren Zusammensetzung von allen oben beschriebenen Faktoren geprägt ist. Diese aus dem Weingarten stammenden Gemeinschaften stellen den ersten mikrobiellen Input dar, der bestimmt, welche Arten das Profil des Weingeschmacks beeinflussen (VARELA et al., 2017). Die gesamte Verarbeitungskette dient als potentielle Infektionsquelle, von der Presse, der Pumpe, den Traubenbehältern bis zu den Gärtanks selbst, kann der Most mit

Saccharomyces cerevisiae-Hefen infiziert werden (SCHNEIDER, 2010). Weiters können sich auch Hefestämme über Jahre in einem Keller etablieren und ebenfalls den Most mit Saccharomyces cerevisiae Hefen infizieren. Diese sogenannte „Betriebsflora“ bleibt aber auch nicht jedes Jahr gleich, sie kann sehr stark variieren. Obwohl Saccharomyces cerevisiae-Hefen in vielen Studien als die dominierende Spezies im Keller identifiziert wurde, wurde gezeigt, dass Nicht-Saccharomyces-Hefearten ebenfalls bedeutende Weinkellereinwohner sind (SABATE et al., 2002), die manchmal sogar Saccharomyces cerevisiae-Hefen übertreffen (OCON et al., 2010). Das lässt sich darauf zurückführen, dass jedes Jahr neue Hefen aus dem Weingarten in den Keller gelangen. Also hat man einmal eine passende Hefe im Keller, welche die Weine durchgärt, ist dies noch immer keine Garantie dafür, dass sie für immer im Keller bleibt (GROßMANN, 2010).

In der Anfangsphase der Spontangärung dominieren die Hefen der Art Hanseniaspora uvarum (auch Klöckera apiculata genannt). In den frühen Fermentationsphasen stellen aerobe und apikale Hefen und hefeähnliche Pilze, die auf der Oberfläche von intakten Traubenbeeren oder Kellereiausrüstung liegen, den Großteil der Mikrobiota dar (FLEET, 2008; VARELA UND BORNEMAN, 2017). So könnte zum Beispiel die Hefezusammensetzung in einem Most folgendermaßen aussehen: Issatchenkia (67,5%), gefolgt von Hanseniaspora und C. diversa (20% bzw. 12,5%), Saccharomyces cerevisiae Hefen befinden sich in dem Most nicht. Im fortschreitenden Fermentationsprozess wird aber Saccharomyces cerevisiae die häufigste Spezies mit einer abnehmenden Anzahl von Nicht Saccharomyces Arten (siehe Abb. 1). Im Allgemeinen ist Hanseniaspora einer der häufigsten Hefen bei Gärbeginn (YUE et al., 2014).

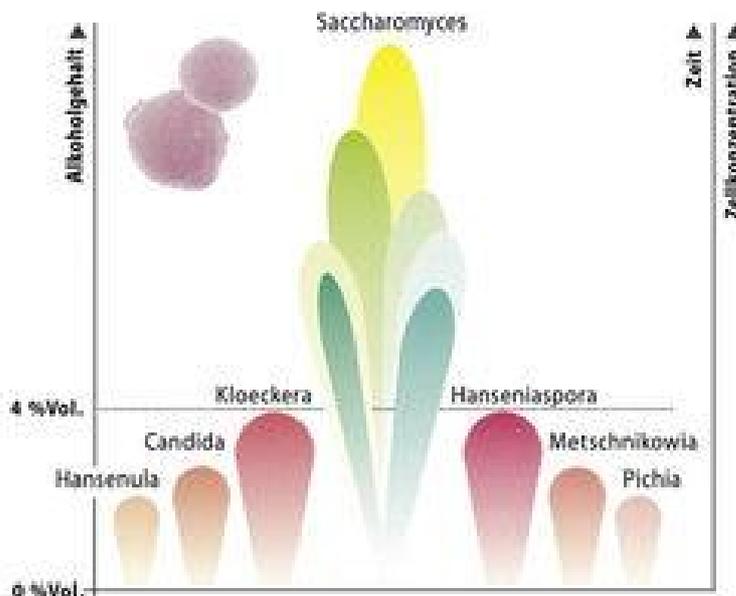


Abb. 1: Hefearten bei verschiedenen Alkoholgehalten (Großmann, 2010)

Die während der Gärung zur Dominanz kommenden Hefe hat einen wesentlichen Einfluss auf das spätere Aroma des Weines. Sind zum Beispiel drei verschiedene Hefestämme in

einem Produkt, ist anzunehmen, dass jeder dieser Hefestämme zu einem gewissen Zeitpunkt zur Dominanz gelangt. Daraus folgt, dass jeder dieser Hefestämme seine aromawirksamen Gärungsnebenprodukte zu dem Gesamtaroma beiträgt. Bei Gärstart bei einer Spontangärung dominieren die ersten 4-5 vol% die Nicht *Saccharomyces cerevisiae* Hefen. Während die Fermentation fortschreitet, werden diese Hefen immer weniger aufgrund der ansteigenden Ethanolkonzentration. Will man einen Wein trocken durchgären, übernehmen den Rest die alkoholtoleranten *Saccharomyces-cerevisiae* Hefen (SCHNEIDER, 2010).

Hefen können als einzellige Pilze definiert werden, entweder als Kometocyten oder Basidiomyceten, die vegetative Zustände haben, die sich überwiegend durch Knospung oder Spaltung vermehren und die nicht ihre sexuellen Zustände innerhalb oder an einem Fruchtkörper bilden (KURTZMAN UND FELL, 1998). Aktuelle Taxonomien erkennen 100 Gattungen mit mehr als 700 Arten (KURTZMAN UND FELL, 1998), von denen etwa 20 für die Weinbereitung relevant sind (FLEET, 1993). Hefen sind in der ganzen Natur zu finden. Sie kommen jedoch nicht zufällig vor, sondern finden sich in spezifischen Lebensräumen, in denen verschiedene Arten Gemeinschaften bilden (LACHANCE UND STARMER, 1998). Die Nicht *Saccharomyces* Hefen enthalten zahlreiche Arten. Die numerisch dominierenden Apikulumhefen, z.B. *Kloeckera* spp. und *Candida* spp. sind überwiegend auf Trauben und frisch verarbeitetem anzutreffen. Geringere Zahlen sind auf Kellergeräten zu finden (JOLLY et al., 2005).

Innerhalb eines Weinbaugebietes können die Weingärten (Traubenoberflächen) und die Keller (Apparaturoberflächen und Most) als spezialisierte Nischen angesehen werden, in denen die für die Weinproduktion wichtigen Hefen Gemeinschaften bilden können (POLSI-NELLI et al., 1996). Diese Nischen sind sehr unterschiedlich. Die Oberfläche der Traubenbeere vor der Reife weist Einschränkungen hinsichtlich der Nährstoffe auf. Diese werden gelindert, wenn Beeren reifen und / oder geschädigt werden. Externe Faktoren wie Fungizide und Pestizide, die im Weinberg verwendet werden, wirken sich negativ auf die Populationen aus (CABRAS et al., 1999).

Traubenmost ist eine reichhaltige Nährstoffumgebung, aber niedriger pH-Wert, hoher osmotischer Druck des Mostes und die Verwendung von SO<sub>2</sub> beeinträchtigen diese ansonsten ideale Hefe-Nische. Oberflächen von Kellergeräten können aufgrund des ständigen Kontakts mit Traubenmost auch zahlreiche Mikroorganismen beherbergen. Die Kellerhygiene spielt folglich eine große Rolle in dieser Nische (JOLLY et al., 2005).

Die Nicht-*Saccharomyces*-Hefen, *K. apiculata* und *Hanseniospora uvarum*, sind die am häufigsten im Most vorkommenden Hefen und sind bestens geeignet, einen positiven Beitrag zur Weinqualität zu leisten. Diese Hefen mit geringer Fermentationskraft sind wichtig bei der Herstellung von flüchtigen Verbindungen- und der chemischen Zusammensetzung von

Weinen (HERRAIZ et al., 1990). Die Ergebnisse eines Heferversuchs zeigten, dass bei der Vergärung eines Mostes *Hanseniaspora* spp. (*Kloeckera* spp.) Ethanol im Bereich von 5,02 bis 8,72% und *Saccharomyces cerevisiae* einen Ethanolgehalt von 11,17% produziert. Ebenfalls wurde festgestellt, dass *Hanseniaspora* hohe Werte an flüchtiger Säure produzieren können. Nicht alle *Kloeckera*-Stämme weisen einen hohen Grad an flüchtiger Säure auf, einige Stämme sind in dieser Hinsicht sehr *Saccharomyces-cerevisiae* ähnlich (ROMANO et al., 1992).

Die Produktion anderer Zwischenprodukte, d. H. Glycerin, Acetaldehyd, Ethylacetat und Wasserstoffsulfid, unterschieden sich ebenfalls zwischen den Stämmen (ROMANO et al., 1997). Ausgewählte Nicht-*Saccharomyces*-Hefestämme könnten daher die Aroma- und Geschmacksverstärkung in Weinen begünstigen. *Brettanomyces* spp. ist ethanoltolerant wie *Saccharomyces-cerevisiae* und kann in Flaschenwein gefunden werden. Ihre Anwesenheit wird durch den Filtrationsgrad beeinflusst, der Abfüllung und der Kellerhygiene.

Der Beitrag von *Brettanomyces* spp. zu Weinaroma wurde mit einem "Bordeauxähnlichen" Charakter verglichen. *Brettanomyces* spp. (*Dekkera* spp.) kann zu "Tier- / Hof- / Mäuseschaden" in Weinen beitragen (PARISH et al., 1985). Es wurde auch festgestellt, dass *Brettanomyces buxellensis* biogene Amine bilden kann (CARUSO et al., 2002), die bei empfindlichen Menschen zu unerwünschten physiologischen Wirkungen führen können. Neben diesen negativen Eigenschaften werden auch positive Aromen wie "rauchig", "scharf" und "Toffee" genannt (ESCHENBRUCH UND WONG, 1993; ARVIK UND HENICK-KLING, 2002). Während der gezielte Einsatz von *Brettanomyces* in Most oder Wein für die kommerzielle Produktion nicht berichtet wurde, arbeiten einige Winzer mit den indigenen *Brettanomyces*-Populationen in ihren Kellern zusammen, um komplexere Weine herzustellen, von denen einige wegen ihrer hohen Qualität geschätzt werden (ARVIK UND HENICK-KLING, 2002). Die Bildung von "mousigen" und "medizinischen" Off-Flavour-Verbindungen muss jedoch kontrolliert werden. Die Stammselektion muss auch sicherstellen, dass keine biogenen Amine produziert werden (CARUSO ET AL., 2002).

*Candida pulcherrima*, das hohe Konzentrationen von Estern produziert (BISSON UND KUNKEE, 1991), insbesondere der birnenassoziierte Ester Ethylcaprylat (LAMBRECHTS UND PRETORIUS, 2000; CLEMENTE-JIMENEZ et al., 2004), kann in großen Mengen in Traubenmost vorkommen (SCHÜTZ UND GAFNER, 1993; JOLLY et al., 2003). Außerdem weiß man, dass die Produktion unerwünschter flüchtiger Verbindungen während der Mischkulturfermentationen dieser Hefe und *Saccharomyces-cerevisiae* nicht auftritt. *Candida pulcherrima* könnte daher einen positiven sensorischen Beitrag zum Weinaroma leisten.

Die meisten Arten, insbesondere die aeroben und schwach fermentierenden Arten aus den Gattungen *Cryptococcus*, *Debaryomyces*, *Issat-chenkia*, *Kluyveromyces*, *Pichia*, *Rhodotorula* und *Zygosaccharomyces*, gehen jedoch als Reaktion auf sinkende Sauerstoffgehalte und steigende Ethanolkonzentrationen zu einem frühen Zeitpunkt der Fermentation zurück (FLEET et al., 2002; ROMANO et al., 2003). Ein anderer Ursprung mikrobiellen Materials mit dem Potential, das Profil von Weinaromen zu gestalten, sind die Mikroorganismen in der Kellerumgebung. Mehrere Hefearten, die mit der Umgebung der Kellerei assoziiert sind, wurden aus verschiedenen Oberflächen (Ausrüstung, Boden) und auch aus Luft isoliert, darunter Arten der Gattungen *Aureobasidium*, *Candida*, *Cryptococcus*, *Hanseniaspora*, *Metschnikowia*, *Torulaspora*, *Pichia* und *Williopsis* (OCON et al., 2010; SABATE et al., 2002). Obwohl *Saccharomyces cerevisiae* in vielen Studien als die dominierende Spezies identifiziert wurde, wurde gezeigt, dass Nicht *Saccharomyces* Hefearten in bedeutender Anzahl in Weinkellereien sind (Sabate et al., 2002), die manchmal *Saccharomyces cerevisiae* übertreffen (OCON et al., 2010).

# Material und Methoden

## Material

Für den Versuch wurden im Lesejahr 2018 Trauben unterschiedlicher Standorte genommen, die verschiedene Anbauarten darstellen. Die Rebsorte war an allen Standorten Grüner Veltliner. Die konventionell bewirtschafteten Trauben kamen vom konventionell bewirtschafteten Betrieb der HBLA u. BA. Für Wein- und Obstbau in Klosterneuburg. Die analytischen Werte des Mostes um 6. September sind in der Tabelle 1 dargestellt.

Tab. 1: FT-IR Mostanalyse Konventionell

Grüner Veltliner Konventionell	
°KMW	18,9
Titrierbare Säure in g/l berechnet als Weinsäure	4,5
pH-Wert	3,51
Weinsäure g/l	6,7
Äpfelsäure g/l	1,4
NTU-Wert	165
Ammoniumwert mg/l	77

Die biologisch bewirtschafteten Trauben kamen vom Betrieb Buchmayer aus Pillersdorf. Die analytischen Werte des Mostes am 6. September sind in der Tabelle 2 dargestellt.

Tab. 2: FT-IR Mostanalyse Biologisch

Grüner Veltliner Biologisch	
°KMW	17,7
Titrierbare Säure in g/l berechnet als Weinsäure	4,5
pH-Wert	3,54
Weinsäure g/l	5,8
Äpfelsäure g/l	1,7
NTU-Wert	148
Ammoniumwert mg/l	87

Die biologisch-dynamisch bewirtschafteten Trauben kamen vom Betrieb Fidesser aus Platt. Die analytischen Werte des Mostes am 6 September sind in der Tabelle 3 dargestellt.

Tab. 3: FT-IR Mostanalyse Biologisch-dynamisch

Grüner Veltliner Biologisch-dynamisch	
°KMW	15,2
Titrierbare Säure in g/l berechnet als Weinsäure	7,1
pH-Wert	3,13
Weinsäure g/l	8,4
Äpfelsäure g/l	1,4
NTU-Wert	138
Ammoniumwert mg/l	138

Die Trauben wurden mit dem Standardprogramm für Weißwein gepresst (siehe Abb. 2). Nach jedem Durchgang wurde die Presse gründlich gewaschen.



Abb. 2: Pneumatische Presse der Fa. Wottle

Für das Abbeeren der Trauben wurde eine Abbeermaschine der Firma Pellenc (Selectiv Process M) verwendet (siehe Abb. 3). Weiters wurde für das Quetschen der Beeren ebenfalls ein Gerät von Pellenc verwendet (Extractiv-Crusher).



Abb. 3: Selectiv Process M mit angebautem Extractiv Crusher

Zum Umpumpen von Most und Wein wurde die in Abbildung 4 dargestellte Impellerpumpe verwendet.



Abb. 4: Impellerpumpe

Mittels der Vertikalen Pneumatischen Presse (siehe Abb. 5) wurden alle Weingartensätze gepresst, da sie für kleinere Mengen besser geeignet ist als die Pneumatische Wottlepresse (siehe Abb. 2). Nach jedem Pressdurchgang wurde die Presse gründlich leergeräumt und gewaschen, damit keine Kreuzkontamination entstehen konnten.



Abb. 5: Vertikale Pneumatische Presse

Die Glasballons wurden vor der Verwendung mit einem antiseptischen Schaummittel gewaschen wie in Abb. 7 zusehen ist. Dies hat zur Auswirkung, dass die Keimzahl in den Glasballons auf ein Minimum reduziert wurde und weiters keine Vorbelastung durch andere „Kellerhefen“ herrscht. Verwendet wurde ein Gerät der Firma Dema, wie in Abb. 6 zu sehen ist.



Abb. 6: Schaumgerät

Abb. 7: gewaschene Glasballons

Zur besseren Klärung des Mostes wurden den beiden Mosten 450 g NaCalit® PORE-TEC für 300 Liter Most gegeben (siehe Abb. 8 und 9), während dem Most der HBLA u. BA für Wein- und Obstbau für 350 Liter Most 675 g hinzugegeben erhielt.



Abb. 8: Natrium-Calcium-Bentonit

Abb. 9: Natrium-Calcium-Bentonit

Zur besseren und schnelleren Klärung wurde das Enzym Novoclair Speed (siehe Abb. 10 und 11) von der Firma Novozymes verwendet.



Abb. 10: Novoclair Speed

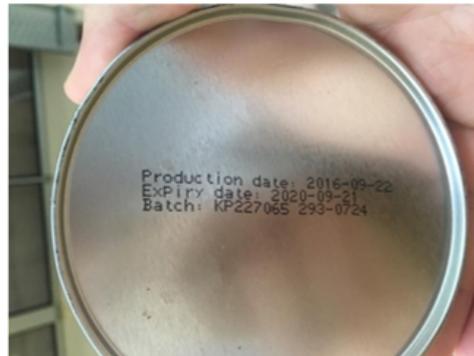


Abb. 11: Novoclair Speed

Zur Schwefelung im Most wurden 27 g Kaliumpyrosulfit (KPS) für 25 Liter Wein (siehe Abb. 12 und 13) gegeben. Weiters wurde mittels KPS der fertige Wein auf 60 mg freien-SO<sub>2</sub>-Gehalt eingestellt.

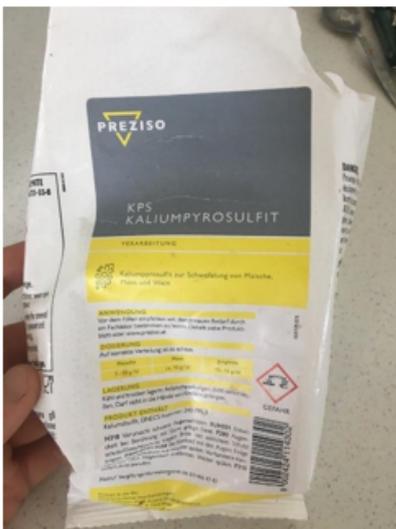


Abb. 12: Kaliumpyrosulfit



Abb. 13: Kaliumpyrosulfit

Für eine ruhige und gleichmäßige Gärung wurde die Hefe Oenoferm Veltliner der Firma Erbslöh wie in Abb. 14 und 15 dargestellt verwendet, welche für ein typisches Grüner Veltliner Aroma bekannt ist.



Abb. 14 Oenoferm Veltliner Reinzuchtheife



Abb. 15 Oenoferm Veltliner Reinzuchtheife

Für das Vorklären der Weine wurde ein Separator der Marke Westfalia (Typ SA-01-175) verwendet (siehe Abb. 16).



Abb. 16: Separator

Weiters wurden die vorgeklärten Weine mit einem Schichtenfilter der Marke Seitz (Seitz Pilot 20 x 20) blank filtriert (siehe Abb. 17). Es wurden Celluloseschichten der Firma Preziso verwendet (PF25 200 x 200 mm).



Abb. 17: Schichtenfilter

Zur Trübungsmessung wurde das Gerät Turb 430 IR verwendet (Abb. 18)



Abb. 18: NTU-Messgerät

Für die Analyse der Hefen wurde das Gerät Gene-Disc der Fa. Pall (Abb. 19) verwendet. Die Gene-Disc Yeast ID Methode beruht auf der „real time polymerase chain reaction analysis“, welche es ermöglicht die DNA einer Probe zu identifizieren und dadurch weiters zu bestimmen, welche Hefen genau sich in der Probe befinden. In die Gene-Disc Platte (siehe Abb. 20 und Abb. 21) werden spezifische Primer vorgelegt, die es ermöglichen *Brettanomyces bruxellensis*, *Brettanomyces spp.*, *Candida/ Pichia spp.*, *Saccharomyces diastaticus*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces pastorianus*, *Saccharomyces spp.*, *Saccharomyces spp.*, *Schizosaccharomyces spp.*, *Zygosaccharomyces spp.* und *Zygosaccharomyces bailii* selektiv zu bestimmen. Zuerst müssen die Proben vorbereitet werden. Dies geschieht indem man 100 µl der Probe mittels einer sterilen Pipette in eine Lysis Röhre gibt (siehe

Abb. 27). Diese wird dann 10 Minuten bei 10.000 x g zentrifugiert. Dazu wurde die Zentrifuge Micro Star 12 der Firma VWR, welches in Abb. 22 und Abb. 23 dargestellt ist, verwendet. Es werden mittels Zentrifugalkraft die flüssigen von den festen Bestandteilen getrennt. In weiterer Folge saugt man wieder mit einer sterilen Pipette den flüssigen Überstand ab und fügt 500 µl Wasser hinzu, diese Lysis Röhre gibt man dann 30 Sekunden in das Vortexgerät der Firma VWR (siehe Abb. 24), damit sich alles gut vermischt. Nachdem die Lysis Röhre gut vermischt worden ist, gibt man sie abermals in die Zentrifuge und saugt abermals den Überstand weg. Dieser Schritt ist dafür nötig, dass die Probe ausreichend gewaschen wird, also von unerwünschten/störenden Begleitstoffen befreit wird. Im nächsten Schritt werden 500 µl eines Verdünnungspuffers (Abb. 30) hinzugegeben und es wird die Lysis Röhre für 20 Minuten in einen 120 °C heißen

Thermoofen gegeben. (siehe Abb. 25 und Abb. 26) Nach diesem Schritt werden 36 µl Master Mix, in der Abb. 28 und Abb. 29 dargestellt, in die Yeast ID (siehe Abb. 20) oder Yeast Screening Platte (siehe Abb. 21) mittel Kolbenhubpipette (Spitzen siehe Abb. 31) vorgelegt, worauf dann 36 µl der vorbereiteten Probe folgen. Danach wird ein Schlauch an der Platte angelegt, welcher ein Vakuum erzeugt. Dies hat zur Folge, dass sich die Flüssigkeit optimal verteilt. Ist dieser Schritt fertig muss man noch 2 Tropfen Öl (siehe Abb. 32) hinzufügen und anschließend wieder ein Vakuum anlegen. Danach setzt man die Platte in die Kammer des GeneDisc Gerätes ein und es wird vollautomatisch gemessen.

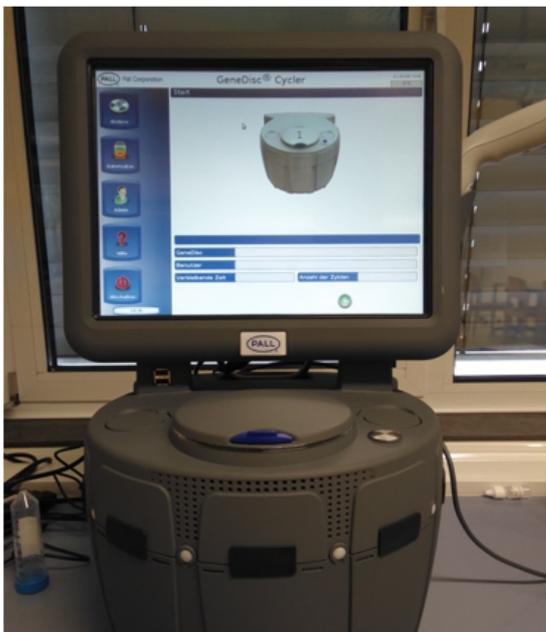


Abb. 19: Gene-Disc



Abb. 20: Yeast ID



Abb. 21: Yeast Screening



Abb. 22: Zentrifuge



Abb. 23 Zentrifuge



Abb. 24: Vortexgerät



Abb. 25: Thermoofen



Abb. 26: Thermoofen



Abb. 27: Lysisröhren



Abb. 28: Master Mix



Abb. 29: Master Mix



Abb. 30: Verdünnungspuffer



Am 4. September 2018 wurden am Weingut Rudolf Fidesser und am Weingut Buchmayer jeweils um die 500 kg Trauben per Hand geerntet. Nach der Lese wurden die Trauben in Leseboxen per Auto in den Keller der HBLA Klosterneuburg transportiert, wo sie über Nacht bei 2 °C kühl gelagert wurden. Die Trauben der HBLA Klosterneuburg wurden erst am 6. September gelesen und in den Keller gebracht.

Am nächsten Tag begann die Verarbeitung der Trauben. Es wurden 530 kg biologisch-dynamische, 470 kg biologische Trauben und 706 kg konventionelle Trauben verarbeitet. Gerebelt wurden die Trauben mit einem Rebler der Marke Pellenc (siehe Abb. 3). Nach dem Rebeln wurden die Beeren in eine 500 Liter Wottle Presse geschöpft (siehe Abb. 2). Nach dem Pressen ergab sich eine Aubeute von 300 Liter Saft der biologisch-dynamischen Trauben, 290 Liter Saft der biologischen Trauben und 450 Liter Saft aus konventionellen Trauben. Die Moste wurden in 400 Liter Plastikbehälter gefüllt. Die Weingartenansätze wurden mittels einer Hydropresse (siehe Abb. 5) gepresst und anschließend wieder in die ursprünglichen Edelstahlbehälter gefüllt.

Unmittelbar nach dem Pressen wurden 2 Mosten jeweils 18 g Kaliumpyrosulfit von der Marke Preziso verabreicht (siehe Abb. 12 und Abb. 13). Dem konventionellen Most wurden aufgrund der größeren Menge 27 g KPS verabreicht. KPS hemmt Mikroorganismen und ist auch ein starkes Reduktionsmittel, welches dem Most zugefügt werden kann, um Oxidationen zu vermeiden. Dies geschah unter einem 10 Minuten langen Rührvorgang, um sicher zu gehen, dass sich das KPS auch wirklich vollständig auflöst und gleichmäßig verteilt.

Weiters wurde den Mosten 6 g des Enzyms NOVOCLAIR® Speed der Marke Novozymes verabreicht (siehe Abb. 10 und Abb. 11). Der konventionelle Most erhielt 9 g des Enzyms. Dieses Enzym ist ein hochkonzentriertes, intensiv gereinigtes Pektinasepräparat, welches Pektine im Traubenmost abbauen lässt. Dies geschah ebenfalls gleich nach dem Pressvorgang. Als die Depektinisierung fast abgeschlossen war, wurden jeweils 450 g NaCalit® PORE-TEC von Erbslöh den Mosten hinzugefügt (siehe Abb. 8 und Abb. 9). Dem konventionellen Most wurden 675 g Bentonit beigemischt. Zuvor wurde das Bentonit unter ständigem Rühren langsam in die 5-fache Wassermenge gestreut und 2 Stunden quellen und absetzen gelassen. Danach wurde das überstehende Wasser abgossen, und der verbleibende NaCalit® PORE-TEC-Brei in den Most eingerührt. Nachdem das Bentonit eingerührt wurde, blieben die zwei mit Most befüllten Plastikbehälter im Keller bei ca. 20°C stehen. Die Weingartenansätze wurden in einen Kühlraum bei 17 °C gestellt.

Anschließend wurden von den drei Mosten Proben gezogen und ins Labor der HBLA u. BA Klosterneuburg gebracht wo eine Mostanalyse durchgeführt wurde. Die Mostanalyse enthielt folgende Werte: °KMW, Weinsäure g/l, Ammonium mg/l, Fructose g/l, Titrierbare Säure g/l berechnet als Weinsäure, Äpfelsäure g/l, Gesamt Stickstoff mg/l, Relative Dichte,

pH-Wert, NOPA mg/l und Glucose g/l. Von den Weingartenansätzen wurden ebenfalls Proben gezogen und danach eine Most-in-Gärung-Analyse durchgeführt. Während der gesamten Gärung wurden die °KMW in den Glasballons mit einem Handbiegeschwinger gemessen, um den Gärungsverlauf zu veranschaulichen. Weiters wurden während der Gärung Messungen der Hefepopulation und der Hefezahl mittels dem Gene-Disc-System durchgeführt.

Am 6. September 2018 wurden die Moste, die am Vortag gepresst wurden, entschleimt. Der Trub hatte sich sehr gut abgesetzt, wodurch es keine Probleme beim Entschleimen gab. Der klare Most wurde langsam in einen anderen Plastikbehälter gepumpt, ohne den Trub, der sich am Boden des Behälters abgesetzt hatte, aufzuwirbeln. Durch den Trubverlust wurden aus den 300 Litern biologisch-dynamischem Most 250 Liter klarer Most. Bei der biologischen Variante wurden aus 290 Liter Most 220 Liter klarer Most. Aus den 450 Litern konventionell produziertem Most wurden 320 Liter klarer Most. Anschließend wurden die NTU-Werte der entschleimten Moste mittels eines Trübungsmessgeräts gemessen. Der klare Most der biologisch-dynamischen Variante hatte 138 NTU, der Most der biologischen Variante 148 NTU und der konventionelle 165 NTU (siehe Tab. 4). Nun wurde der klare Most in 25 Liter Glasballons umgepumpt. Die Glasballons wurden vorher wie in Abb. 6 und Abb. 7 dargestellt, mit einem Schaumgerät „sterilisiert“ und anschließend drei Mal mit heißem Wasser gewaschen. Pro Anbauweise wurden neun Glasballons befüllt. Bei der ersten Variante wurden wieder drei Ballons mit klarem Most angefüllt und die Reinzuchthefen (siehe Abb. 14 und Abb. 15) hinzugefügt. Als Reinzuchthefen wurden Hefen der Firma Erbslöh, mit dem Handelsnamen Oenoferm Veltliner verwendet. Die Rehydratisierung von Oenoferm® Veltliner wurde in der ca. 10-fachen Menge eines 38 °C warmen Most-/Wasser- Gemisches durchgeführt. Das Hefe-Wasser-Most-Gemisch wurde langsam gerührt und 20 Minuten quellen gelassen. Anschließend wurde die Hefesuspension unter Rühren in die Glasballons gegeben. Es wurden 6,30 g Reinzuchthefen pro Ballon verwendet. Bei der zweiten Variante wurden jeweils drei der Ballons ausschließlich mit dem klaren Most befüllt und spontan vergoren. Bei der dritten Variante wurden ebenfalls drei Ballons mit dem klaren Most befüllt, jedoch wurden pro Ballon 2,5 Liter vom Weingartenansatz hinzugefügt. Schlussendlich waren pro Betrieb neun Glasballons mit drei unterschiedlichen Varianten vorhanden. Die 27 Glasballons wurden mit Gärspunden verschlossen, beschriftet und bei 20°C gelagert.

Tab. 4: NTU-Werte

Proben	NTU-Werte
Konventioneller Most	165
Biologischer Most	148
Biologisch-dynamischer Most	138

Nachdem die Moste in den Glasballons die Gärung abgeschlossen hatten, wurde ein Wein nach dem anderen filtriert. Die Weine wurden zuerst durch eine Zentrifuge (siehe Abb. 33) und anschließend durch einen kleinen Schichtenfilter geschickt (siehe Abb. 17). Der Schichtenfilter wurde vorher 15 Minuten lang mit warmen Wasser gewässert, um einen Papiergeschmack im Wein zu vermeiden. Nach dem Filtrationsvorgang wurde der Most in 20 Liter Glasballons gefüllt und mit 3 g KPS abgeschwefelt (siehe Abb. 12 und 13). Die Glasballons wurden spundvoll mit Wein gefüllt, zugestöpselt und bei 20 °C gelagert.



Abb. 33: Filtrieren der Weine

# Ergebnisse und Diskussion

In Tabelle 5 und Abbildung 34 sieht man den Gärverlauf des Versuchs mit biodynamische produzierten Trauben, welche mit 15,2 °KMW am 6. September geerntet wurden. Dieser Versuch wurde in drei Varianten unterteilt. Variante 1: Gärung mit Reinzuchtheefe. Variante 2: Spontangärung. Variante 3: Spontangärung mit Beimpfung eines Weingartenansatzes. Jede Variante wurde mit dem gleichen Most durchgeführt und wurde bei gleichen Bedingungen vergoren. Die Werte für die Gärkurve wurden durch das Messen der °KMW mithilfe eines Handbiegeschwingers ermittelt. Ab einem Wert von kleiner/gleich -1,4°KMW wurde der Most als vollständig durchgegoren betrachtet. Wie erwartet, vollzog die Variante 1 die Gärung am schnellsten und vergor den Zucker vollständig zu Alkohol. Die Variante 2 vergor am langsamsten und der vorhandene Zucker konnte nicht vollständig abgebaut werden. Die Variante 3 konnte von der Gärgeschwindigkeit mit Variante 1 nicht ganz mithalten, jedoch war sie deutlich schneller als die Variante 2. Zur Gänze durchgegoren hat jedoch auch diese Variante nicht.

Tab. 5: °KMW des biologisch-dynamischen Mostes

Datum	Spontan-Hefen °KMW	Weingarten-Hefen °KMW	Reinzucht-Hefen °KMW
12. September 2018	11,13	6,03	4,51
14. September 2018	9,03	4,53	2,54
17. September 2018	5,37	2,60	-0,67
19. September 2018	2,93	1,30	-1,41
21. September 2018	1,70	0,37	-1,67
24. September 2018	0,80	0,20	-1,72
27. September 2018	-0,07	-0,57	-1,80

## Biologisch-dynamisch

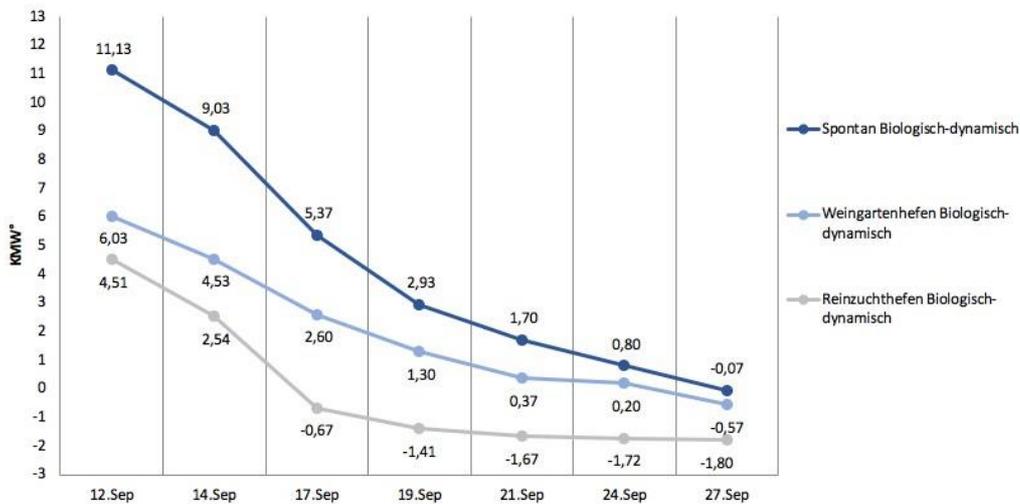


Abb. 34: Gärkurven des biologisch-dynamischen Mostes

Den Gärverlauf der biologisch produzierten Trauben, welche ebenfalls am 6. September, mit 17,7 °KMW gerettet wurden, zeigen Tabelle 6 und Abbildung 35.

Der Versuch 2 wurde exakt gleich durchgeführt wie der Versuch 1, nur dass das Traubenmaterial biologisch produziert war. Wie bei Versuch 1 mit biodynamischen Trauben, zeigte die Variante 1 (Gärung mit Reinzuchthefer) eine schnelle und vor allem vollständige Gärung. Die Variante 2 (Spontangärung) vergor den Zucker nicht vollständig und war langsamer im Vergleich zu Variante 1 und 3. Variante 3 (Spontangärung mit Beimpfung eines Weingartenansatzes) konnte den Most ebenfalls nicht ganz fertig vergären, jedoch war sie schneller als Variante 2.

Tab. 6: °KMW des biologischen Mostes

Datum	Spontan-Hefen °KMW	Weingarten-Hefen °KMW	Reinzucht-Hefen °KMW
12. September 2018	11,80	5,80	5,87
14. September 2018	9,03	4,13	3,83
17. September 2018	4,83	1,90	0,33
19. September 2018	2,97	0,60	-1,03
21. September 2018	1,97	0,10	-1,70
24. September 2018	0,83	-0,47	-1,76
27. September 2018	-0,13	-0,52	-1,80

## Biologisch

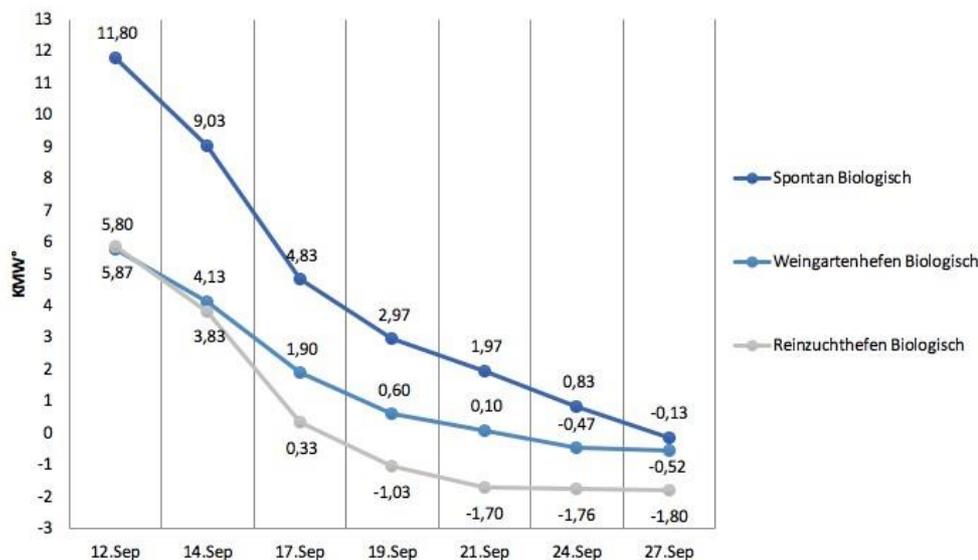


Abb. 35: Gärkurven des biologischen Mostes

Der Versuch 3 wurde mit konventionell produzierten Trauben, welche am 6. September mit 18,9 °KMW gelesen wurden, durchgeführt. Gleich wie bei Versuch 1 und 2, ist die Variante 1 (Gärung mit Reinzuchthefer) die dominierende Methode (Tab. 7 und Abb. 36). Anders wie bei Versuch 1 und 2 hat bei diesem Versuch die Variante 3 (Spontangärung mit Beimpfung eines Weingartenansatzes) bei weitem nicht so weit durchgegoren. Überraschend war auch, dass die Variante 2 (Spontangärung) schneller vergor als die Variante 3.

Tab. 7: °KMW des konventionellen Mostes

Datum	Spontan-Hefen °KMW	Weingarten-Hefen °KMW	Reinzucht-Hefen °KMW
12. September 2018	9,03	11,07	3,80
14. September 2018	7,27	7,37	1,50
17. September 2018	4,43	3,53	-0,80
19. September 2018	3	1,47	-1,77
21. September 2018	2,57	0,17	-1,78
24. September 2018	2,13	-0,17	-1,79
27. September 2018	1,37	-0,73	-1,80

## Konventionell

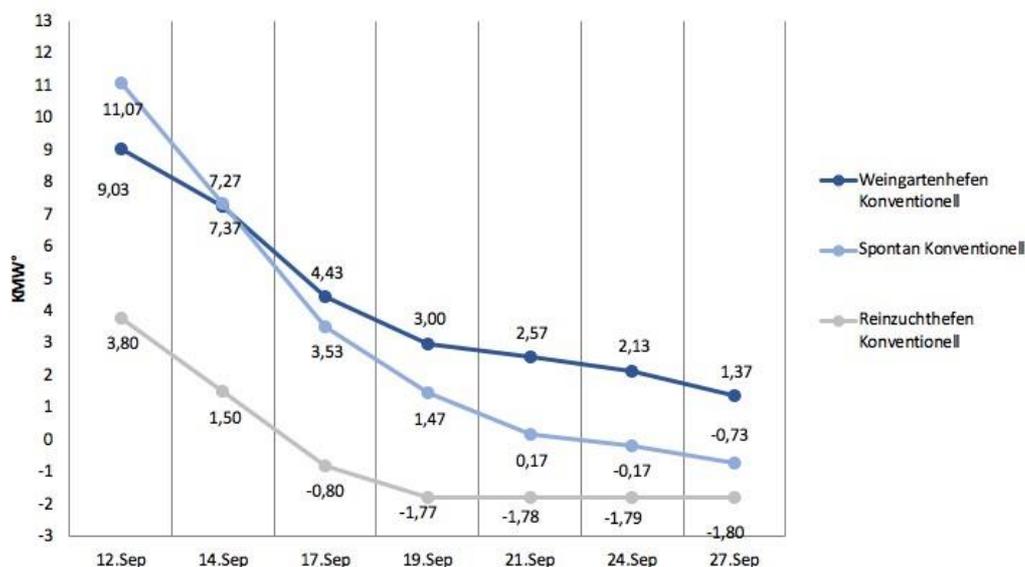


Abb. 36: Gärkurven des Konventionellen Mostes

In Tabelle 8 und Abbildung 37 wird der Gärverlauf der Variante 1 der drei Versuche veranschaulicht. Man sieht, dass sich die Werte am Anfang der Gärung unterscheiden, aber am Ende relativ ähnlich sind. Die Unterschiede am Anfang der Gärung sind auf die verschiedenen °KMW Gehalte der Moste zurückzuführen. Abgesehen davon, weist die Variante 1 (Gärung mit Reinzuchtheferen) eine gleichmäßige Gärkurve auf, und vergor den Zucker bei allen Versuchen vollständig.

Tab. 8: Vergleich der °KMW zwischen den verschiedenen Anbauweisen bei Variante 1

Datum	Biologisch-dynamisch °KMW	Biologisch °KMW	Konventionell °KMW
12. September 2018	4,51	5,87	3,80
14. September 2018	2,54	3,83	1,50
17. September 2018	-0,67	0,33	-0,80
19. September 2018	-1,41	-1,03	-1,77
21. September 2018	-1,67	-1,70	-1,78
24. September 2018	-1,72	-1,76	-1,79
27. September 2018	-1,80	-1,80	-1,80

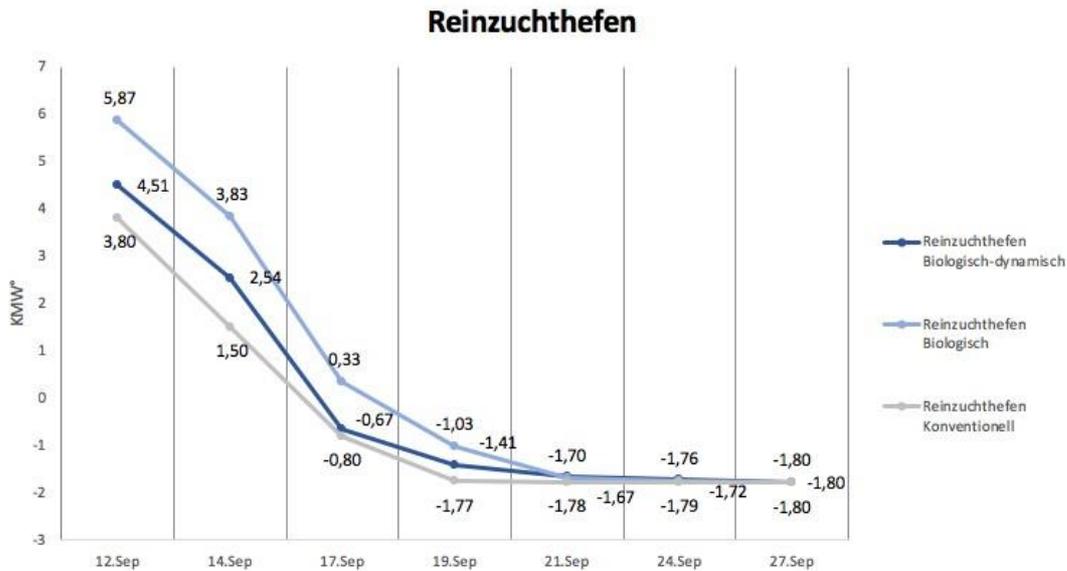


Abb. 37: Vergleich der Gärkurven bei verschiedenen Anbauweisen bei Variante 1

In Tabelle 9 und Abbildung 38 wird der Gärverlauf der Variante 2, mit den drei Versuchen mit der klassischen Spontan, gezeigt. Es ist zu erkennen, dass die Werte des Versuches 1 und 2 vom Anfang bis zum Ende der Gärung sehr eng beieinanderliegen. Der Versuch 3 bringt bessere Werte hervor und hebt sich somit vom Versuch 1 und 2 ab. Durchgegoren hat jedoch keine dieser Varianten.

Tab. 9: Vergleich der °KMW bei verschiedenen Anbauweisen bei Variante 2

Datum	Biologisch-dynamisch °KMW	Biologisch °KMW	Konventionell °KMW
12. September 2018	11,13	11,80	11,07
14. September 2018	9,03	9,03	7,37
17. September 2018	5,37	4,83	3,53
19. September 2018	2,93	2,97	1,47
21. September 2018	1,70	1,97	0,17
24. September 2018	0,80	0,83	-0,17
27. September 2018	-0,07	-0,13	-0,73

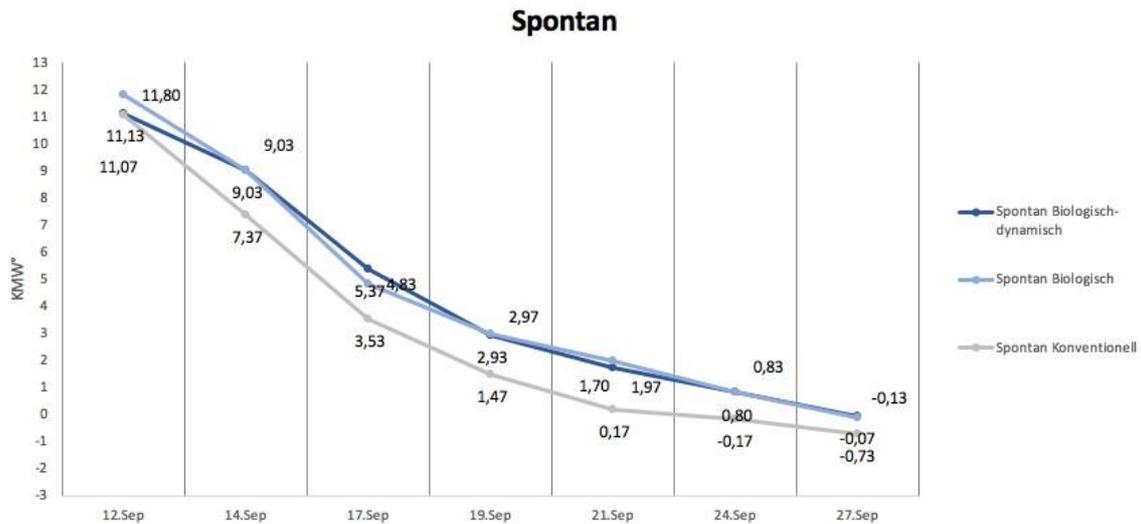


Abb. 38: Vergleich der Gärkurven bei verschiedenen Anbauweisen bei Variante 2

Obwohl der Versuch 3 die besten Ergebnisse der Variante 2 erzielte, wies sie bei der Variante 3 das schlechteste Ergebnis auf. Aus Tabelle 10 und Abbildung 39 kann entnommen werden, dass sich bei Variante 3 mit Weingartenhefen der Versuch 1 und 2 wieder sehr ähnlich sind und sich der Versuch 3 deutlich von ihnen abhebt. Die Variante 3 vom Versuch 3 wies von allen Versuchen und Varianten das schlechteste Ergebnis betreffend komplette Vergärung des Zuckers auf.

Tab. 10: Vergleich der °KMW bei verschiedenen Anbauweisen bei Variante 3

Datum	Biologisch-dynamisch °KMW	Biologisch °KMW	Konventionell °KMW
12. September 2018	6,03	5,80	9,03
14. September 2018	4,53	4,13	7,27
17. September 2018	2,60	1,90	4,43
19. September 2018	1,30	0,60	3,00
21. September 2018	0,37	0,10	2,57
24. September 2018	0,20	-0,47	2,13
27. September 2018	-0,57	-0,52	1,37

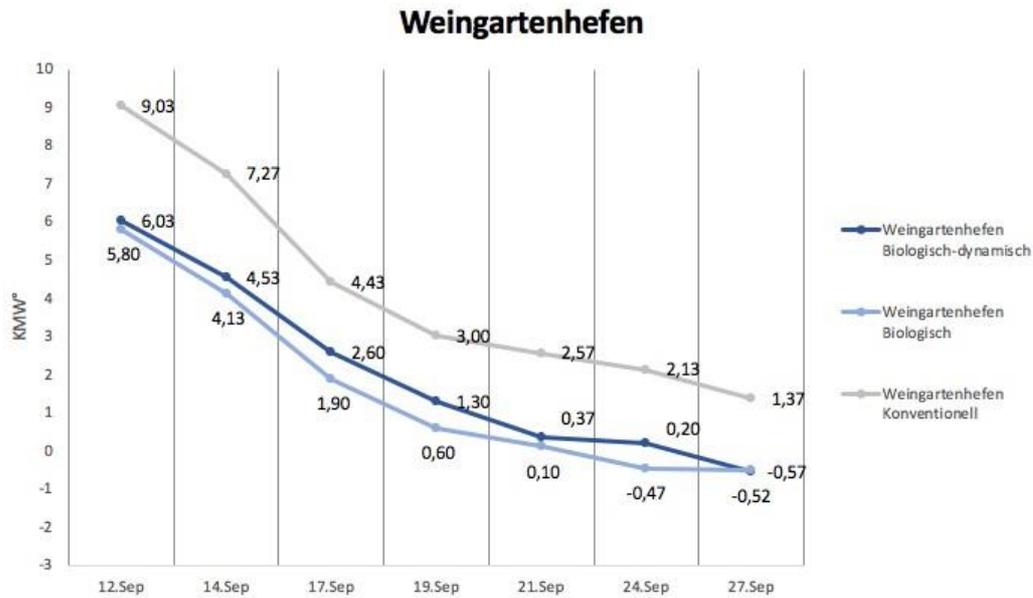


Abb. 39: Vergleich der Gärkurven bei verschiedenen Anbauweisen bei Variante 3

Abbildung 40 zeigt die Hefezellzahlen von unterschiedlichen Anbauweisen zu 3 verschiedenen Zeitpunkten, wobei der 10. September der Beginn-, der 13. September die Mitte- und der 27. September das Abklingen - der Gärung repräsentiert. Wie deutlich zu sehen ist, beträgt die Hefezellzahl zu Beginn der Gärung bei der biologisch-dynamischen Variante ca. das 100-fache als die im Vergleich stehende biologische und Konventionelle Variante. Diese Varianten zeigen hingegen eine deutliche Zunahme der Hefezellzahlen während der Gärung, was bei der biologisch-dynamischen Variante nicht der Fall ist, denn hier sinkt die Hefezellzahl im Verlauf der Gärung massiv ab. Ebenso erkennbar ist, dass bei allen Varianten am Ende der Gärung die Hefezellzahl auf einen Bereich von 0 bis zu höchstens 1000 Hefen pro ml zurückgefallen.

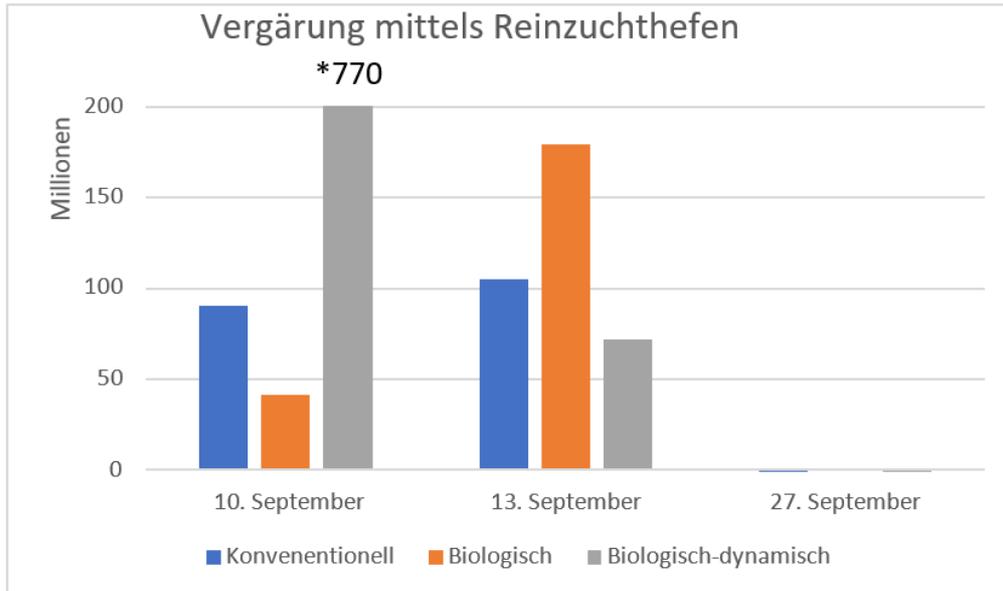


Abb. 40: Hefezellzahl pro Milliliter bei Vergärung mittels Reinzuchthefen (\*Hefezellzahl beträgt hier 770 Millionen Zellen)

In Abbildung 41 ist zu sehen, dass die Hefezellzahl der biologisch-dynamischen- und der Konventionellen-Variante zu Beginn annähernd gleich ist. Wobei aber die Hefezellzahl der Konventionellen-Variante während der Gärung steigt, aber die der biologisch-dynamischen sinkt. Hingegen ist bei der biologischen-Variante zu Beginn eine wesentlich geringere Hefezellzahl zu sehen, diese steigt dann aber im Laufe der Gärung an. Am Ende der Gärung sinkt die Hefezellzahl wieder auf einen Bereich von 350 bis - 5050 Hefen pro Milliliter ab.

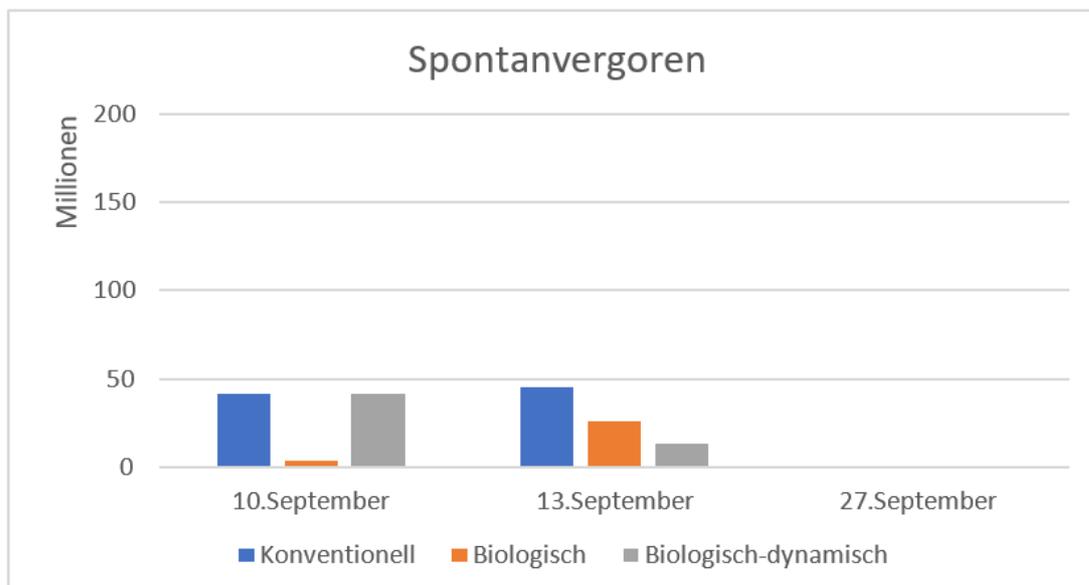


Abb. 41: Hefezellzahl pro Milliliter bei der Spontangärung

Wie auch schon bei der Variante mit Reinzuchthefen (siehe Abb. 40), ist bei dieser Variante (siehe Abb. 42) die biologisch-dynamische-Variante, die Variante, die mit Abstand die Größte Hefezellzahl pro Probe besitze, auch hier ist es bis um das 100- fache mehr als im Vergleich zu den anderen Proben. Jedoch nimmt die Hefezellzahl nicht wie bei der Variante mit Reinzuchthefen drastisch ab, sondern bleibt auf dem gleich hohen Niveau.

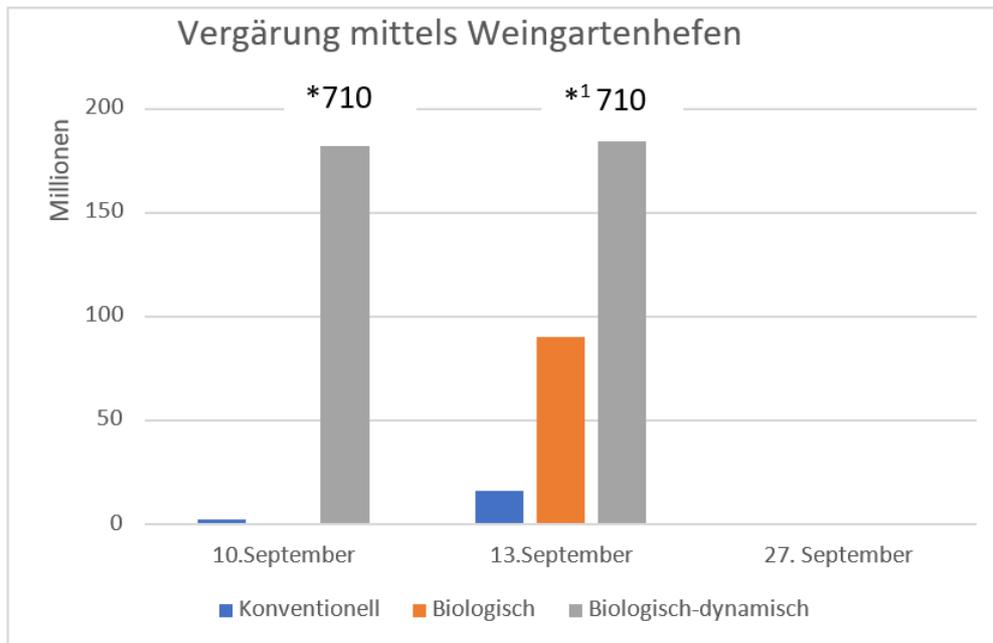


Abb. 42: Vergärung mittels Weingartenhefen (Millionen Zellen pro Milliliter) (\*Hefezellzahl beträgt 710 Millionen; \*<sup>1</sup> Hefezellzahl beträgt 710 Millionen)

Am 27. September, was dem Zeitpunkt entspricht in dem die Gärung endet, wurden Messungen mittels Yeast-ID durchgeführt. Es waren die Hefen *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces* spp. und *Candida/Pichia* zu finden. Wie die Abbildung 43 zeigt, ist die Hefezellzahl der *Candida/Pichia*-Hefen bei jener Variante, bei der mittels Weingartenhefen vergoren wurde, fast um das 10-fache größer als bei der Reinzucht- und Spontanvergorenen Variante.

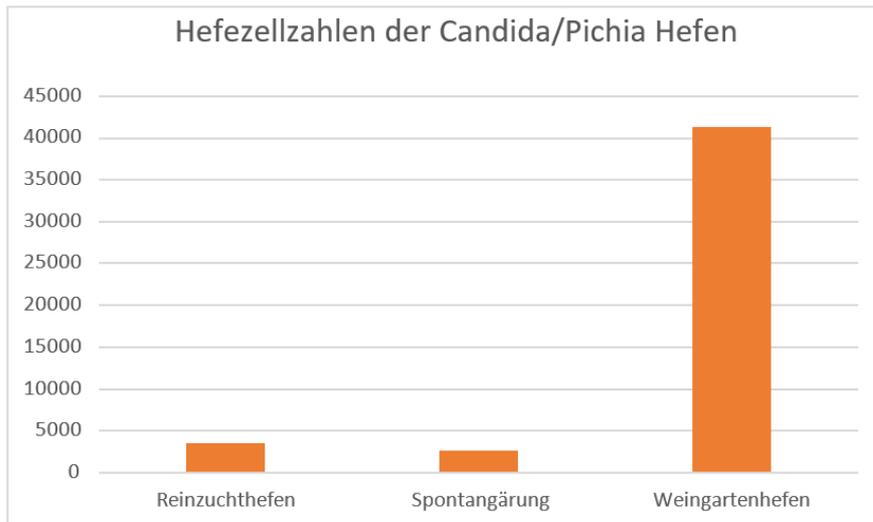


Abb. 43: Hefezellzahlen der Candidia/Pichia Hefen bei verschiedenen Vergärungsarten

Es wurden alle Weine im Rahmen einer Expertenrunde verkostet, um eventuelle Unterschiede bzw. Gesetzmäßigkeiten festzustellen. Die Verkostung blieb aber ergebnislos, da man aufgrund der großen Unterschiede im Restzucker ein Vergleich sehr schwierig war. Bei einigen Weinen konnten erhöhte Werte an Ethylacetat festgestellt werden. Diese waren allerdings auf alle Variante aufgeteilt und es konnte kein vermehrtes Auftreten bei einer bestimmten Variante und/oder Kombination von Hefeansatz und Bewirtschaftungsweise festgestellt werden.

Mithilfe des Gene-Disc-Systems konnte festgestellt werden, dass die Hefezellzahl des biodynamischen Mostes in der Variante bei der der Most mittels Reinzuchtheffen vergoren wurde (siehe Abb. 40) um ca. das 100-fache höher ist, als im Vergleich mit der biologischen und konventionellen Variante. Jedoch ist zu sagen, dass die Zellzahl bei dieser Variante dann im Verlauf der Gärung massiv absinkt. Dies passiert bei der Variante, bei der mittels Weingartenhefen vergoren wurde (siehe Abb. 42) nicht, denn hier ist zu Beginn der Gärung die Zellzahl sehr hoch und diese bleibt dann auch auf einem hohen Niveau. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass sich durch den Ansatz im Weingarten eine Vielzahl von verschiedene Weingartenhefen in dem Edelstahlbehälter in hoher Zellzahl anwuchsen welche dann in den zu vergärenden Most überführt wurden. Es könnte sein, dass diese übergeführten Hefen wesentlich Ethanol-widerstandsfähiger waren als dies bei wilden Hefen üblicherweise der Fall ist, da sie auch den Ansatz im Weingarten bis zur Hauptgärung führten.

## Literaturverzeichnis

ANDORRA, I., BERRADRE, M., ROZES, N., MAS, A., GUILLAMON, J. M. UND ESTEVEZARZOSO, B., 2010: Effect of pure and mixed cultures of the main wine yeast species on grape must fermentations. *European Food Research and Technology*, 231(2): 215 - 224.

ARVIK, T. UND HENICK-KLING, T., 2002: *Brettanomyces bruxellensis* occurrence, growth, and effect on wine flavour. *Practical Winery & Vineyard*, 24: 48-56.

Bisson, L. und Kunkee, R., 1991: Microbial interactions during wine production. In: Zeikus, J.G. & Johnson, E.A. (eds). *Mixed cultures in biotechnology*, McGrawHill, Inc., New York: 39-68.

CABRAS, P., ANGIONI, A., GARAU, V., PIRISI, F., FARRIS, G., MADAU, G. UND EMONTI, G., 1999: Pesticides in fermentative processes of wine. *J. Agric. Food Chem.* 47: 3854-3857.

CARUSO, M., FIORE, C., CONTURSI, M., SALZANO, G., PAPARELLA, A. UND ROMANO, P., 2002: Formation of biogenic amines as criteria for the selection of wine yeasts. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 18: 159-163.

CIANI, M., BECO, L. UND COMITINI, F., 2006: Fermentation behaviour and metabolic interactions of multistarter wine yeast fermentations. *International Journal of Food Microbiology* 108(2): 239-245.

CIANI, M., COMITINI, F., MANNAZZU, I. UND DOMIZIO, P., 2010: Controlled mixed culture fermentation: a new perspective on the use of non-*Saccharomyces* yeasts in winemaking. *FEMS Yeast Research* 10: 123-133.

CLEMENTE-JIMENEZ, J., MINGORANCE-CAZORLA, L., MARTÍNEZ-RODRÍGUEZ, S., LAS HERAS-VÁZQUEZ, F.J. UND RODRÍGUEZ-VICO, F., 2004: Molecular characterization and oenological properties of wine yeasts isolated during spontaneous fermentation of six varieties of grape must. *Food Microbiology* 21: 149-155.

COMITINI, F., GOBBI, M., DOMIZIO, P., ROMANI, C., LENCIONI, L., MANNAZZU, I. UND CIANI M., 2010: Selected non-*Saccharomyces* wine yeasts in controlled multistarter fermentations with *Saccharomyces cerevisiae*. *Food Microbiology* 28(5): 873-882.

EDER, R., WELLANSCHITZ, S. UND SCHEIBLHOFER, H., 2010: Spontangärung oder Reinzuchthefer. *Der Winzer* 6: 23-25.

ESCHENBRUCH, R. UND WONG, M., 1993: The use of *Brettanomyces* and apiculate yeasts in redwine making. In: Lemperle, E. (ed.). *Proc. 10th International Oenological Symposium*

3-5 May 1993, Montreux, France. International Association for Winery Technology and Management: 268-275.

FLEET, H., 2008: Wine yeasts for the future. FEMS Yeast Research 8: 979–995.

FLEET, H., 1993: The microorganisms of winemaking – isolation, enumeration and identification. Wine Microbiology and Biotechnology: 804-819.

GROßMANN, M., 2010: Großmann (2010) Weinhefen-Mostvergärung: Zünglein an der Weinqualitäts-Waage, Der Winzer 7: 10-13.

HERRAIZ, T., REGLERO, G., HERRAIZ, M., ALVAREZ, P. UND CABEZUDO, M., 1990: The influence of the yeast and type of culture on the volatile composition of wines fermented without sulfur dioxide. American Journal of Enology and Viticulture 41: 313-318.

JOLLY, P., AUGUSTYN, H AND PRETORIUS, I., 2005: The effect of non- Saccharomyces yeasts on fermentation and wine quality. South African Journal of Enology and Viticulture 24(2): 55–62.

JOLLY, P., AUGUSTYN, O. UND PRETORIUS, I., 2003: The occurrence of non-Saccharomyces yeast strains over three vintages in four vineyards and grape musts from four production regions of the Western Cape. South African Journal of Enology and Viticulture 24: 35-42.

KURTZMAN, C. UND FELL, J., 1998: The Yeasts: a taxonomic study definition, classification and nomenclature of the yeasts. The Yeasts a Taxonomic Study: 3-9.

LACHANCE, A. UND STARMER, W., 1998: Chapter 4 - Ecology of yeasts. The Yeasts (Forth Edition). Elsevier: 21-30.

LAMBRECHTS, M. UND PRETORIUS, I., 2000: Yeast and its importance to wine aroma – a review. South African Journal of Enology and Viticulture 21: 97-129.

MORTIMER, R. UND POLSINELLI, M., 1999: On the origins of wine yeast. Research in Microbiology 150: 199–204.

OCON, E., GUTIERREZ, AR., GARIJO, P., LOPEZ, R., SANTAMARIA, P., 2010: Presence of non-Saccharomyces yeasts in cellar equipment and grape juice during harvest time. Food Microbiology 27: 1023

SCHNEIDER, V., 2005: Fakten zur Spontangärung. Aufgerufen am 28.08.2023 unter: <https://docplayer.org/43088642-Fakten-zur-spontangaerung.html>

POLSINELLI, M., ROMANO, P., SUZZI, G. UND MORTIMER, R., 1996: Multiple strains of Saccharomyces cerevisiae on a single grape vine. Letters in Applied Microbiology 22: 1-5.

- PARISH, M. UND CAROLL, D., 1985: Indigenous yeasts associated with Muscadine (*Vitis rotundifolia*) grapes and musts. *American Journal of Enology and Viticulture* 36: 165-169.
- ROMANO, P., Suzzi, G., Comi, G. und Zironi, R., 1992: Higher alcohol and acetic acid production by apiculate wine yeasts. *Journal of Applied Bacteriology* 73: 126-130.
- ROMANO, P., Suzzi, G., Comi, G., Zironi, R. und Maifreni, M., 1997: Glycerol and other fermentation products of apiculate wine yeasts. *Journal of Applied Microbiology* 82: 615-618.
- SABATE, J., CANO, J., ESTEVE-ZARZOSO, B., UND GUILLAMON, JM., 2002: Isolation and identification of yeasts associated with vineyard and winery by RFLP analysis of ribosomal genes and mitochondrial DNA. *Microbiological Research* 157(4): 267-74.
- SCHÜTZ, M. UND GAFNER, J., 1993: Analysis of yeast diversity during spontaneous and induced alcoholic fermentations. *Journal of Applied Bacteriology* 75: 551-558.
- VARELA, E. UND BORNEMAN, A., 2017: Yeasts found in vineyards and wineries. *Wiley Online Library*: 111-128.
- YUE, S., ERHU, L., XIAOTAO, Q., UND YANLIN, L., 2014: Changes of diversity and population of yeasts during the fermentations by pure and mixed inoculation of *Saccharomyces cerevisiae* strains. *Annals of Microbiology* 65: 911-919.

**HBLA und Bundesamt Klosterneuburg**  
Wein- und Obstbau  
Wiener Straße 74, 3400 Klosterneuburg  
[weinobstklosterneuburg.at](http://weinobstklosterneuburg.at)