

## **Vergärung von edelsüßen Weinen – Qualitätssteigerung durch optimale Gärbedingungen**

*Johannes Burkert, Martin Justus Müller, Erna Schindler, Dr. Michael Zänglein  
Bayerische Landesanstalt für Wein- und Gartenbau Veitshöchheim*

Die Produktion von Süßwein ist zwar eine Nische im deutschen Weinbau, aber genau diese Weine sind es, die häufig Aufsehen erregen und besonders im weltweiten Export einen hohen Stellenwert einnehmen. Hochqualitative Süßweine zu produzieren ist für den Winzer eine große Herausforderung, weinbaulich wie oenologisch. Der Klimawandel macht es in vielen Jahren fast unmöglich, reine Botrytisbeeren oder sogar Rosinen für Beerenauslesen oder Trockenbeerenauslesen zu ernten. Hierfür muss ein enormer Arbeitszeitaufwand betrieben werden. Die Produktion von Eiswein wird durch den Klimawandel ebenfalls immer schwieriger. In den vergangenen Jahren gab es immer seltener Tage, an denen die erforderlichen Frosttemperaturen erreicht werden konnten. Zudem waren diese Frosttage häufig so spät, dass der Gesundheitszustand der Trauben die Produktion von reintonigen Süßweinen nicht mehr möglich war. Klimaforscher prognostizieren, dass die Tage/Nächte, in denen eine Eisweinlese möglich wäre, in den nächsten Jahren und Jahrzehnten immer seltener werden. Somit wird die Eisweinproduktion in Deutschland langfristig keine Zukunft mehr haben.

Eine Alternative zur Produktion von Süßweinen kann die Herstellung von „Wein aus eingetrockneten Trauben“ sein. Hierbei werden reife und gesunde Trauben geerntet und auf Strohmatten oder in Obstkisten getrocknet. So reduziert sich das Risiko und die Trauben konzentrieren sich kontrolliert auf. Diese Art der Weinproduktion ist in anderen Regionen Europas bekannt unter den geschützten Bezeichnungen wie „Strohwein“, „Vin Santo“, „Passito“, ...

Süßweine haben ein ganz eigenes sensorisches Profil. Sie zeichnen sich häufig durch exotische Noten wie Pfirsich, Aprikose, Maracuja und vor allem durch eine mehr oder weniger intensive Honignote aus. Häufig findet man in Süßweinen aber auch negative Attribute, wie dumpf muffige Noten oder flüchtige Säure. Während dumpf muffige Töne ausschließlich auf das Lesegut zurück zu führen sind, kommt die flüchtige Säure nur in den seltensten Fällen von den Trauben. Dass diese gewollt ist, bzw. zum Aroma eines edelsüßen Weines dazu gehört, entspricht mit Sicherheit nicht der Realität. Vielmehr hat man mancherorts noch keine Lösung gefunden, den Gehalt an flüchtiger Säure im Rahmen zu halten. So werden jährlich etliche edelsüße Weine hergestellt, die nicht vermarktet werden können, da die Werte an flüchtiger Säure jenseits der Grenzwerte liegen. Der gesetzliche Grenzwert liegt zwar für edelsüße Weine deutlich höher als bei der herkömmlichen Weinbereitung, in einigen Fällen ist dies aber immer noch nicht ausreichend (Grenzwert flüchtige Säure: 1,8 g/L für Beerenauslesen und Eiswein, 2,1 g/L für Trockenbeerenauslese).

Die Essigsäure, Hauptbestandteil der flüchtigen Säure, entsteht bei der Gärung durch den starken osmotischen Druck, bedingt durch die hohen Zuckergehalte der Moste, der zu einer extremen Stresssituation für die Hefe führt.

Die im Most gelösten Zucker, Glucose (Traubenzucker) und Fructose (Fruchtzucker), sind osmotisch wirksame Substanzen die bewirken, dass Wasser aus der Hefezelle herausgezogen wird.

Die einseitige Diffusion eines Stoffes (in der Regel Wasser) durch eine semipermeable Membran (halbdurchlässig) wird als Osmose (griech. osmos = Eindringen) bezeichnet. Eine semipermeable Membran ist nur für bestimmte Stoffe durchlässig. Wasser kann die Membran passieren, die darin gelösten Stoffe wie Zucker oder Salze jedoch nicht.

Der Osmose zugrunde liegt das Bestreben der Teilchen, einen Konzentrationsausgleich zwischen Innen- und Außenraum der Membran zu schaffen. Deshalb fließt das Wasser immer vom Ort weniger gelöster Teilchen in Richtung zu dem Ort ab, an dem mehr gelöste Teilchen vorhanden sind. Osmotischer Druck besteht solange, bis es zum Ausgleich der Konzentrationen auf beiden Membranseiten kommt. Der Konzentrationsunterschied des Zuckergehaltes zwischen Hefezelle und Most zieht das Wasser förmlich aus den Hefezellen. Als Gegenreaktion lagern die Hefezellen Glycerin ein, das Glycerin reduziert das Konzentrationsgefälle. Gegen den Wasserentzug, bei höheren Mostgewichten, bauen die Hefen Glycerin auf. Glycerin hat die Fähigkeit, Wasser an sich zu binden und stoppt so die Entwässerung der Hefezellen. So kann die Hefe den Zuckerabbau auch unter ungünstigeren Bedingungen fortsetzen. Je höher das Mostgewicht, desto höher ist der

Glyceringehalt im fertigen Wein. Gleichzeitig ist die Glycerinbildung mit der Bildung von Essigsäure verbunden.

Während der Gärung kommt es bei den Hefezellen nie zu einem vollständigen Konzentrationsausgleich. Und so bildet eine Hefe, die dem massivem Stress eines Mostgewichtes von über 120 °Oe ausgesetzt ist, das drei- bis vierfache an Essigsäure, im Vergleich zur Gärung unter Normalbedingungen. Die Vermehrungszahlen und die Zahl der Lebendhefen reduzieren sich ab 100 °Oe mit zunehmend höheren Mostgewichten deutlich. Dies ist ein Beleg für die zunehmend lebensfeindlichen Umweltverhältnisse, die mit hohen Mostgewichten verbunden sind. Wegen dieses Effektes werden Früchte bei der Marmeladen- oder Konfitürenherstellung aufgezuckert, das Leben von Mikroorganismen im Produkt wird so unterbunden.

An der LWG Veitshöchheim wurden 2014 bis 2017 Versuche durchgeführt, um die verschiedenen Faktoren zu untersuchen, von denen der Gehalt an flüchtiger Säure bei der Vergärung von Weinen mit extrem hohen Zuckergehalten abhängt. Als Grundmoste für die Versuche dienten Eisweinmoste, Moste aus eingetrockneten Trauben oder mit RTK angereicherte Moste. Die ausreichende Ernährung der Hefen wurde durch Zugabe von 0,6 mg/L Thiamin, 50 g/hL DAP und 15 g/hL eines Hefezellwandpräparates sichergestellt.

## **Einfluss der Hefe**

Da es von Seiten der Zulieferindustrie nur sehr wenige Hefen gibt, die speziell für die Vergärung von Mosten mit extrem hohen Zuckergehalten empfohlen werden, wurden die Hersteller angefragt, welche ihrer Hefen sie dafür empfehlen und für den Versuch zur Verfügung stellen würden. Für den Versuch wurde ein Most mit 204 °Oe herangezogen und mit sieben verschiedenen Reinzuchtheften versetzt, sechs davon waren *Saccharomyces cerevisiae* / bayanus und eine *Torulaspora delbrueckii*. Wie zu erwarten war, konnte trotz einer Hefeeinsaatmenge von 50 g/hL nur eine langsame (An-) Gärung festgestellt werden. Bei einem derart hohen osmotischen Druck können sich die Hefen kaum mehr vermehren und bleiben klein. Dadurch stoppte die Gärung bei allen Varianten bei ca. 5 %vol. vorhandenem Alkohol. Einzig die *Torulaspora delbrueckii* (*Lalvin Biodiva*) vergor bis auf ca. 6 %vol.!

Gleichzeitig entstanden bei der Vergärung durch die *Saccharomyceten* in allen Varianten 1,9 bis 2,4 g/L flüchtige Säure, während bei der Vergärung durch die *Torulaspora delbrueckii* nur 0,8 g/L flüchtige Säure gebildet wurde. Diese Erkenntnis hat sich in allen Versuchen der folgenden Jahrgänge bestätigt. Beispielfür hierfür steht Abbildung 4, in der die Bildung der flüchtigen Säure im Vergleich zum gebildeten vorhandenen Alkohol aufgetragen ist. Die beiden häufig für edelsüße Weine verwendeten Hefen *Lalvin EC1118* und *Zymaflore ST* zeigen einen raschen Anstieg der flüchtigen Säure zu Gärbeginn. Mit der Reduzierung des osmotischen Druckes durch den Zuckerabbau während der Gärung verringert sich auch der Zuwachs an flüchtiger Säure. Alle anderen im Versuch verwendeten *Saccharomyceten* zeigten einen analogen Verlauf und wurden nur aus Gründen der Übersichtlichkeit aus der Graphik entfernt. Die *Torulaspora delbrueckii* wies dagegen bei einem vorhandenen Alkoholgehalt von 5 %vol. nur einen Gehalt an flüchtige Säure von 0,2 g/L auf.

In weiteren Gärversuchen konnte durch die *Saccharomyceten* häufig ein deutlich höherer Gehalt an vorhandenem Alkohol erzielt werden, während die Gärung mit der *Torulaspora delbrueckii* immer bei ca. 6 – 7 %vol. ins Stocken geriet. Dies kann aber als weiterer Vorteil dieser Hefe gesehen werden, da 6 – 7 %vol. vorhandener Alkohol für edelsüße Weine absolut ausreichend ist. Häufig wird sogar der richtige Zeitpunkt des Abstoppens der Gärung verpasst oder die Gärung kann nicht zum Stehen gebracht werden und die Weine haben einen unerwünscht hohen Alkoholgehalt und damit einhergehend einen zu niedrigen Gehalt an natürlichem Restzucker. Dies kann bei der Vergärung mit einer reinen *Torulaspora delbrueckii* in der Regel nicht passieren. Sollen dennoch höhere Alkoholgehalte erzielt werden, muss mit einer *Saccharomyces cerevisiae* / bayanus nachbeimpft werden, nachdem die *Torulaspora delbrueckii* das Mostgewicht soweit abgebaut hat, dass der osmotische Druck für die *Saccharomyceten* tolerabel ist. Versuche von 2015 haben

gezeigt, dass der Gehalt an flüchtiger Säure dadurch nur geringfügig ansteigt, im Vergleich zur reinen Vergärung mit der *Torulapora delbrueckii*.

### **Einfluss von Hefenährstoffen**

Durch den Einsatz von Hefenährstoffen, v.a. in Form von inaktiven Hefen und Hefeautolysaten, soll die Hefezellwand stabiler werden. Ziel hierbei ist es, einen höheren Endvergärungsgrad zu erzielen. Bei Mosten mit hohem osmotischen Druck hat sich in den Versuchen allerdings gezeigt, dass der Endvergärungsgrad durch den Zusatz von Nährstoffen nur geringfügig gesteigert werden konnte. Die Hefeinsaatmenge hatte dagegen einen deutlichen Einfluss auf die Alkoholbildung. So konnte durch die Steigerung der Hefemenge ein höherer Gehalt an vorhandenem Alkohol erzielt werden (Abb. 1).

Gleichzeitig konnte festgestellt werden, dass auch der Gehalt an flüchtiger Säure mit der Menge der Hefeinsaat ansteigt. Mehr Hefezellen bilden unter hohem osmotischen Druck eben auch mehr flüchtige Säure, da deren Produktion an die Glycerinbildung gekoppelt ist. Durch den Einsatz von Hefenährstoffen konnte die Bildung der flüchtigen Säure nicht reduziert werden (Abb. 2).

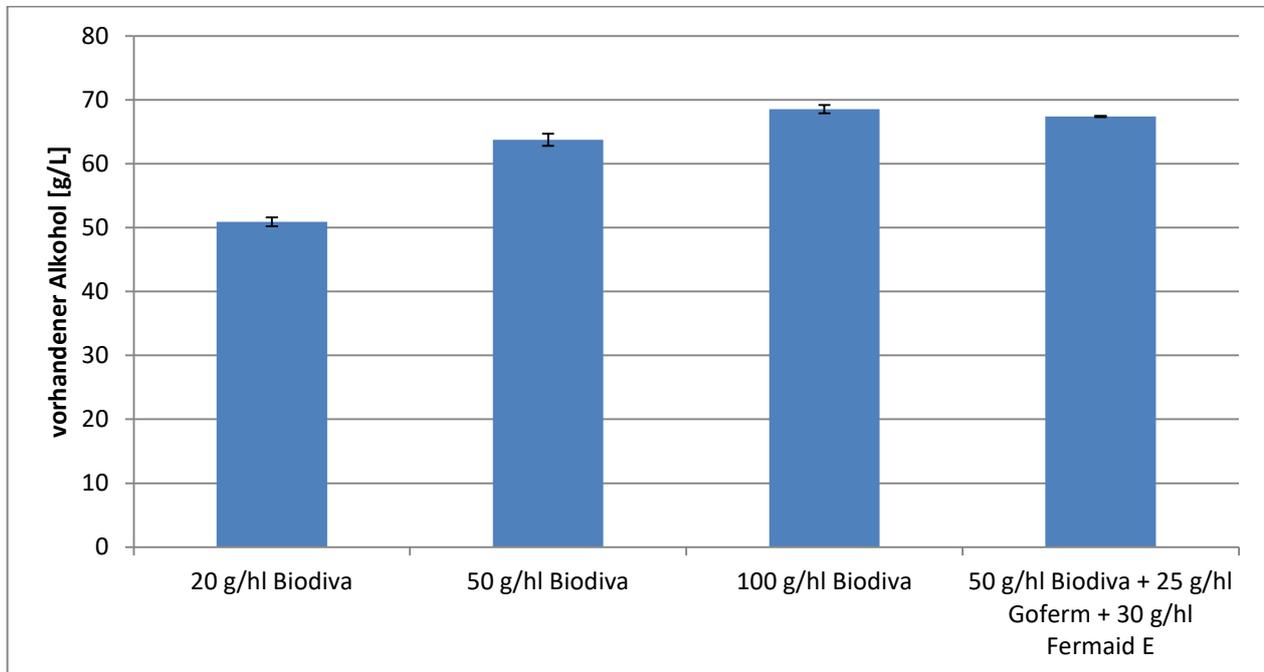


Abbildung 1: Vorhandener Alkohol nach der Gärung bei einem Ausgangsmostgewicht von 186°Oe

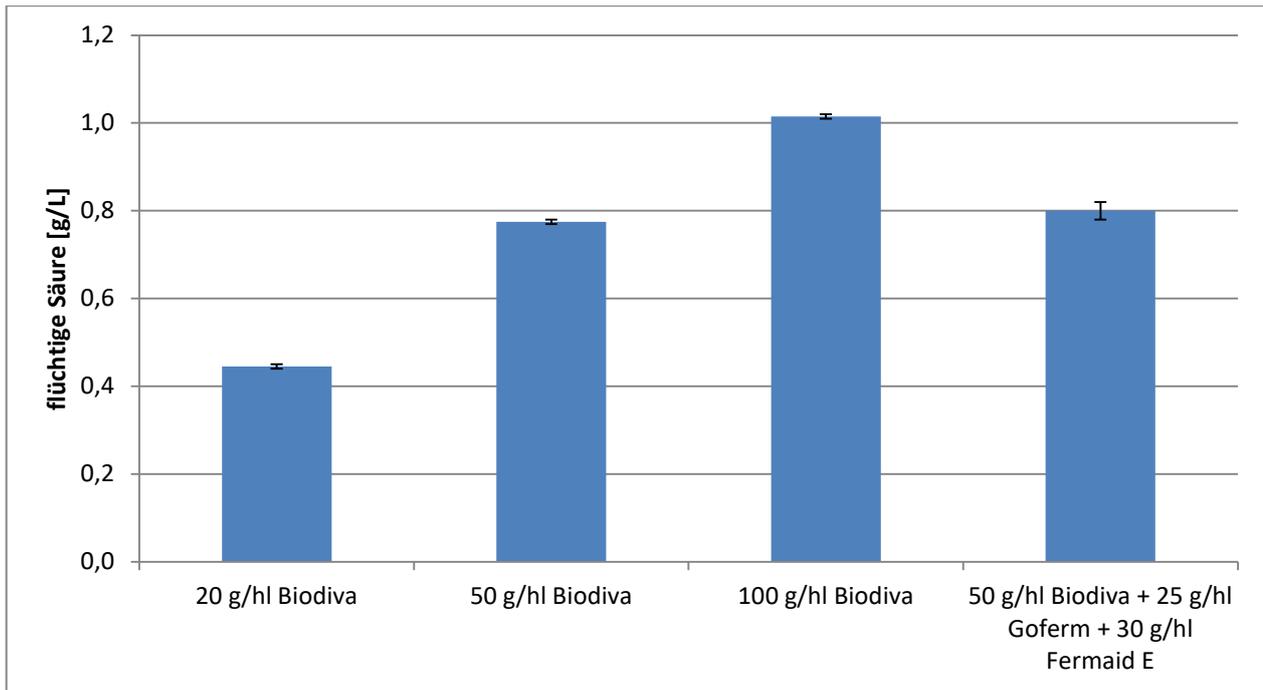


Abbildung 2: Gehalt an flüchtiger Säure (dest.) nach der Gärung bei einem Ausgangsmostgewicht von 186°Oe

### Einfluss der Gärtemperatur

Die Hefe fühlt sich bei höheren Temperaturen deutlich wohler als bei zu kühlen Gärbedingungen. Temperaturen während der Fermentation von unter 16 °C führen meist zu fruchtigeren und aromatischeren Weinen, für die Hefe bedeutet dies aber Stress. Bei höheren Temperaturen kann sich die Hefe besser und schneller vermehren, was eine zügigere und sicherere Vergärung zur Folge hat. Ob dies auch für Moste mit hohem osmotischen Druck gilt, bzw. ob sich der Stressfaktor Temperatur, ähnlich dem Faktor osmotischer Druck, vielleicht sogar negativ auf die Bildung von flüchtiger Säure auswirkt, wurde an einem Silvanermost getestet, der hierfür mit RTK auf 180 °Oe angereichert und bei den beiden Temperaturstufen 16 °C und 22 °C vergoren wurde. Hierfür wurden jeweils 3 Reinzuchthefen (2 *Saccharomyces* und eine *Torulasporea delbrueckii*) verwendet, eine Variante wurde spontan vergoren. Der Most wurde mit dem Kammerfilter vorgeklärt und betriebsüblich mit Hefenährstoffen versehen.

Wie zu erwarten war, startete die Gärung bei allen 22 °C-Varianten schneller und der gesamte Gärverlauf war deutlich kürzer, mit einem viel höheren Endvergärungsgrad bei den *Saccharomyces cerevisiae* / *bayanus* – Gärungen und der Spontangärvariante. Die *Torulasporea delbrueckii* vergor bei 16 °C deutlich langsamer, führte aber am Ende zu einem vergleichbaren Endvergärungsgrad (Abbildung 3). Eine spontane Vergärung bei derartig hohen Mostgewichten ist fast nicht möglich, da sich die wenigen vorhandenen Hefen durch den hohen osmotischen Druck kaum bis gar nicht vermehren können. Bei 16 °C war eine Spontangärung in einen vernünftigen Alkoholbereich völlig unmöglich.

Bei der Bildung der flüchtigen Säure waren die Unterschiede abhängig von der gewählten Hefe. So zeigten beispielsweise Biodiva und Zymaflore ST kaum Unterschiede zwischen der Vergärung bei 16 °C und bei 22 °C, während Lalvin EC1118 bei der niedrigeren Temperatur (16 °C) 0,3 g/L flüchtige Säure mehr produzierte als bei 22 °C, immer bezogen auf den jeweils vorhandenen Alkoholgehalt (Abbildung 4). Tendenziell gesehen, waren aber die Gehalte an flüchtiger Säure bei allen Hefen bei einer Vergärung bei 16 °C höher als bei der Vergärung bei 22 °C. Dies ist auf die besseren Bedingungen für die Hefe bei höheren Temperaturen zurückzuführen.

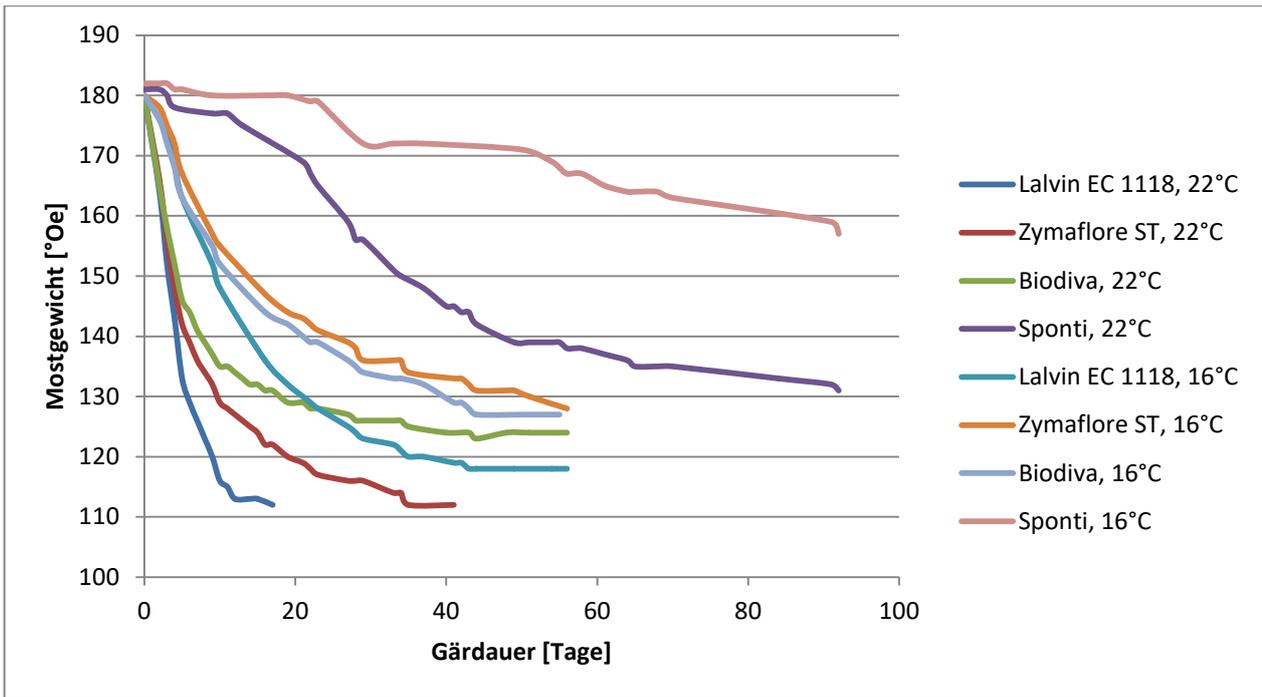


Abbildung 3: Gärverlauf verschiedener Hefen bei einem 2016 Silvaner (180 °Oe) bei Gärtemperaturen von 16 °C und 22 °C

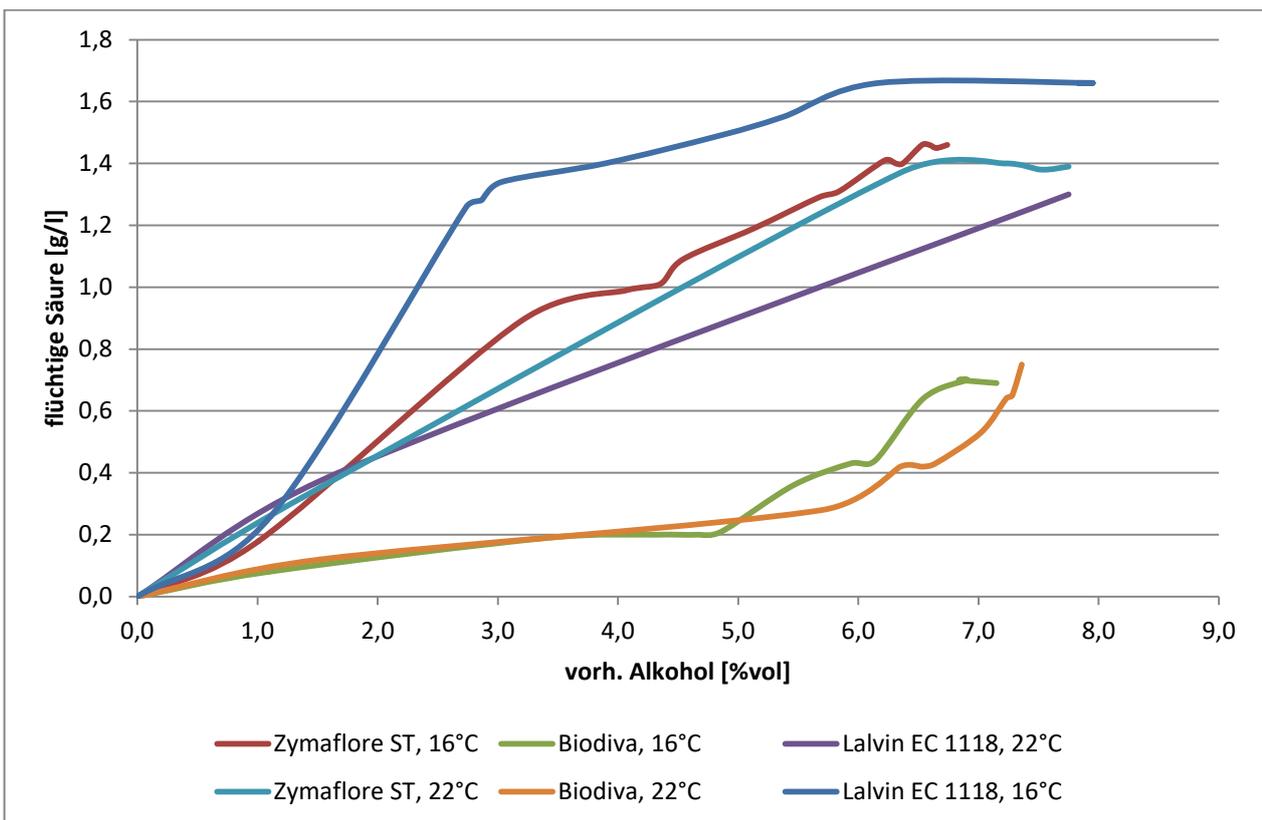


Abbildung 4: Bildung von flüchtiger Säure während der Gärung bei 16 °C und 22 °C (2016 Silvaner, 180 °Oe)

### Einfluss des Ausgangsmostgewichtes

Ein hohes Mostgewicht bedeutet hoher osmotischer Druck für die Hefen bei der Vergärung. Bei Mosten mit bis zu 100 °Oe ist der osmotische Drang des Zuckers, Wasser aus den Hefezellen zu

ziehen, relativ gering; bei Mostgewichten von über 150 °Oe steigt dieser Sog jedoch ganz erheblich an. Und bei Mostgewichten jenseits der 250 °Oe zieht es dann das Wasser derartig aus den Hefen, dass diese nicht mehr arbeiten können. Diese hochgradigen Moste können also gar nicht gären. Der Zuckergehalt hat in solchen Fällen fast das Niveau von rektifiziertem Traubenmostkonzentrat oder Marmelade erreicht!

Um die Wirkung des hohen osmotischen Drucks und den direkten Einfluss auf die Bildung der flüchtigen Säure zu überprüfen, wurde ein 2016er Eiswein (140 °Oe) stufenweise bis auf 200 °Oe mit RTK (Rektifiziertem Traubenmostkonzentrat) angereichert. Für diesen Versuch wurde wieder eine *Saccharomyces cerevisiae* (Zymaflore ST) und eine *Torulaspora delbrueckii* (Biodiva) ausgewählt, um auch hier den Unterschied in Gärverhalten und Bildung von flüchtiger Säure zu untersuchen.

Abbildung 5 zeigt den Gehalt an flüchtiger Säure nach der Gärung. Hier ist klar erkennbar, dass bei der Vergärung mit der *Saccharomyces cerevisiae* der Gehalt an flüchtiger Säure direkt mit der Höhe des Ausgangsmostgewichtes korreliert. Liegt die flüchtige Säure bei einem Ausgangsmostgewicht von 140 °Oe noch bei einem für Eiswein absolut akzeptablen Wert von 1,3 g/L, so ist der Wein bei einem Ausgangsmostgewicht von 200 °Oe mit einem Gehalt an flüchtiger Säure von 2,3 g/L nicht mehr verkehrsfähig!

Die Hefe Biodiva (*Torulaspora delbrueckii*) zeigte auch in diesem Versuch, dass ihr der hohe osmotische Druck weniger Probleme macht und die Bildung von flüchtiger Säure unabhängig vom Mostgewicht konstant bleibt. So ist in Abbildung 4 zu sehen, dass die Biodiva bei 140 °Oe, wie auch bei 200 °Oe nur 0,8 g/L flüchtige Säure während der Gärung produziert hat. Da häufig edelsüße Weine aufgrund zu hoher flüchtiger Säure abgelehnt werden oder sogar nicht mehr verkehrsfähig sind, ist dies eine wichtige Erkenntnis zur Steigerung der Produktoptimierung!

Bei diesem Versuch ist aufgefallen, dass trotz der Vergärung mit dem Nichtsaccharomyceten *Laevinobaeomyces delbrueckii* vorhandene Alkoholgehalte von bis zu 15,2 %vol. entstanden sind. Hierbei stellte sich die Frage, inwieweit wirklich die *Torulaspora delbrueckii* für die Gärungen verantwortlich waren oder ob es eine ungewollte Fremdinfection gegeben hat. Hierfür wurden am Ende der Gärung sterile Proben entnommen und mikroskopiert. Da alle Hefezellen klein und rund waren, konnte keine Unterscheidung vorgenommen werden. Deshalb erfolgte zur Identifizierung eine PCR Differenzierung (ITS 1 / ITS 2, RFLP) im Vergleich zum eingesetzten Trockenreinzuchthefestamm. Dadurch konnte festgestellt werden, dass in den Proben mit den Ausgangsmostgewichten von 140 °Oe und 160 °Oe am Ende der Gärung ausschließlich *Saccharomyces cerevisiae* nachzuweisen war. So wurde die beimpfte Hefe Biodiva im Laufe der Gärung durch einen wild vorhandenen Saccharomyceten überwuchert, da der osmotische Druck im Toleranzbereich der echten Weinhefe lag. Dadurch konnten hohe Alkoholgehalte erzielt und der Wein mit 140 °Oe sogar vollständig vergoren werden. Beim Ausgangsmostgewicht von 180 °Oe war im Wein ein Gemisch von *Saccharomyces cerevisiae* und *Torulaspora delbrueckii* vorhanden. In der Probe mit dem Ausgangsmostgewicht von 200 °Oe konnte ausschließlich die Hefe *Torulaspora delbrueckii* nachgewiesen werden (siehe Tabelle 1). Dies zeigt, dass bei Mostgewichten über 180 °Oe Saccharomyceten durch den hohen osmotischen Druck fast keine Überlebenschancen mehr haben, während die *Torulaspora delbrueckii* den Most bis auf 6,8 %vol. sauber vergären konnte.

Ausgangsmostgewicht	vorh. Alkohol in %vol. nach der Gärung	Hefezugehörigkeit
140 °Oe	15,2	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
160 °Oe	10,7	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
180 °Oe	8,8	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> und <i>Torulaspora delbrueckii</i>
200 °Oe	6,9	<i>Torulaspora delbrueckii</i>

Tabelle 1: Hefezugehörigkeit nach der Vergärung mit Biodiva, abhängig vom Ausgangsmostgewicht

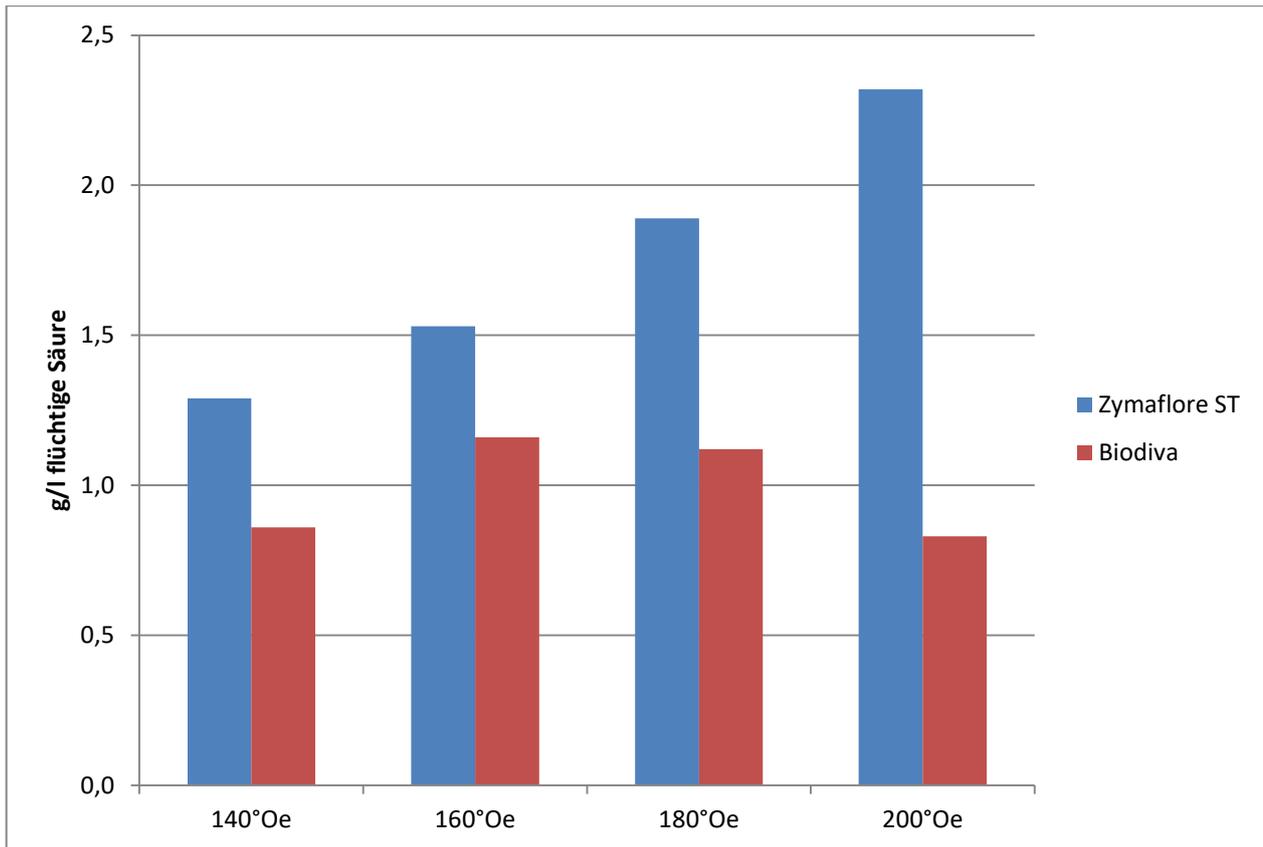


Abbildung 5: Gehalt an flüchtiger Säure nach der Gärung, abhängig vom Ausgangsmostgewicht und der Wahl der Hefe (2016 Silvaner)

## Fazit

Edelsüße Weine sind und bleiben eine absolute Spezialität, zu deren Erzeugung es auf das harmonische Zusammenspiel vieler Einzelfaktoren ankommt. Die hohen Gehalte an flüchtiger Säure bei solchen Weinen haben meist ihren Ursprung in der Gärung. Geringere Gehalte an flüchtiger Säure wären für die Weiterentwicklung des Weinstils bei Süßweinen ein wichtiger Baustein. Der Gehalt an flüchtiger Säure im späteren Wein steigt mit dem Ausgangsmostgewicht. *Saccharomyces cerevisiae* /*bayanus* bildet bei dem hohen osmotischen Druck der auf die Hefezellen wirkt größere Mengen an Essigsäure. Zu signifikant niedrigeren Gehalten an flüchtiger Säure kommt es bei optimalen Gärbedingungen durch die Verwendung der Hefe *Torulaspora delbrueckii*, unter Umständen sogar in Kombination mit einer *Saccharomyces cerevisiae*-Hefe. Als optimale Gärbedingungen können hier Temperaturen über 20 °C, eine gute Nährstoffversorgung und eine ausreichende Hefeeinsaatmenge von mindestens 50 g/hL angesehen werden.

Ein weiterer großer Vorteil der Verwendung einer *Torulaspora delbrueckii* zur Vergärung von edelsüßen Weinen ist die Tatsache, dass diese nur ca. 6 – 7 %vol. Alkohol produziert. Somit kommt es nicht zur Bildung von ungewollt hohen Alkoholgehalten, weil der richtige Zeitpunkt des Abstoppens versäumt wird.

Auch wenn der Preis der *Torulaspora delbrueckii*, der bis zu dem vierfachen einer normalen *Saccharomyces*-Hefe betragen kann, im ersten Moment vielleicht abschreckt, ist die Verwendung absolut empfehlenswert, da durch die geringere flüchtige Säure und damit einhergehend die deutliche Qualitätssteigerung (oder überhaupt die Vermarktungsfähigkeit) ein deutlich höherer Preis am Markt erzielt werden kann.

## Literatur:

- Schandelmaier, B.(2014) Flüchtige Säure bei Süßweinen, Das Deutsche Weinmagazin, Oktober 2014