

Herbschte

Kaum zurück in der Weinbauzone B und somit wieder mehr Spielraum fürs Chaptalisieren, liegt die Zukunft gefühlt nur noch im Entalkoholisieren. Dass gerade Alkohol Säuren und zum Teil störende Metaboliten aus einer nicht optimalen Gärung kaschieren, lässt mich schmunzeln.

In einem höchst industrialisierten Land Industriegetränke zu produzieren, scheint auf den ersten Blick eine prima Idee. Vor allem, wenn die Rohstoffe zum Discount angeboten werden und der Genuss überhaupt keine Rolle mehr spielt. Der zweite Blick trübt sich etwas, wenn einem bewusst wird, dass dies auf einem Planeten mit begrenzten Ressourcen geschieht.

Viel Zeit zum Denken wünscht

Michael Hänzi

Inhalt:

• Erntezeitpunkt	3
• Handwerk «Pressen»	5
• Nährstoffe und Gärung	6
• Übersicht: Wichtigste Stellhebel nach Aromaklasse	10
• Handwerk «Pumpen»	13
• Temperatursteuerung	15
• Handwerk «Flotieren»	17
• pH-Wert	18
• Phenolextraktion aufgrund der Reife	21
• Sei clevner: Siebvariante	23
• Arbeitssicherheit	25
• Biologischer Säureabbau (BSA)	26
• Feststoffferment nach Simon Jöhr	29
• Schläuche und Dichtungen	31
• Chlor- und bromfreie Reinigung und Desinfektion	32
• Mostoxidation	35
• SO ₂ – What else?	36
• Selbstkontrolle	41
• Hefeausbau	43
• Enzyme und Bentonite	44
• Füt alors	46





Erntezeitpunkt

«Diese verdammte physiologische Reife» sinnierte Peter Dipoli aus dem Südtirol nach einer ausgedehnten Weinverkostung im Jahr 2007. «Was ist das überhaupt und wie erreichen wir diese?» fragte er sich. Es gibt dazu viele Studien und Analysenansätze. Sie werden seit Jahrzehnten mehr oder weniger erfolgreich angewendet. Im Klassiker «Traité d'oenologie» von Ribéreau-Gayon sind sie detailliert nachzulesen. Und geht es einfacher und günstiger? Ja. Ein möglicher Ansatz bietet die Kombination folgender Vorgänge:

- Konsequentes Traubenverkosten während der letzten Reifephase.
- Erntezeitpunkt aufgrund der Verkostungsergebnisse, der betrieblichen Abläufe, Witterung und Gesundheitszustand des Traubengutes festlegen.
- Klare Extraktionsstrategie aufgrund der geernteten Reife festlegen.
- Spezifische Analyse bei Unklarheiten durchführen (z. B. Weinsäure und Äpfelsäure).
- Ehrliche Beurteilung der daraus resultierenden Weine.

Wichtig: Es ist eine Herausforderung die Vorgehensweise, Strategien, Eindrücke und Analysen nahtlos zu notieren. Ziel ist es, Rückschlüsse und Erkenntnisse aus den eigenen Aufzeichnungen schnell nachschlagen zu können. Die Ergebnisse aus Weinverkostungen sollten mit diesen Daten auch Jahre nach der Ernte kombiniert werden können.

Unvergleichbare Weine sind längerfristig einfacher zu verkaufen.

Bemerkungen: Im Nachhinein – vor der Flaschenfüllung – mit einer zu- gesetzten Süße Dichte und Reife vorzugaukeln, kann auch eine Strategie sein. Die Produktionsmengen auf Grund des Rebstockes, dessen Lage und den klimatischen Bedingungen einzustellen, anstatt der benötigten Verkaufsmengen, ist eine andere.

Beliebig süße Weine sind günstiger aus dem Ausland zu kaufen. Machen Sie sich nicht die Mühe, diese selber zu produzieren.

Trauben degustieren

		1	2	3	4	5	6	
Beerenfarbe	rot / grün							dunkelblau / gelb
Beerenbeschaffenheit	hart							weich
Beerenhaut	bitter							samtig
Traubenstielsatz	grün							braun, verholzt
Kerne	glänzend							matt
Fruchtfleisch um Kerne	umschlossen							abgelöst
Aromatik	neutral							fruchtig
allgemeiner Eindruck	unreif							reif
Fäulnisanteil	hoch (> 20 %)							keinen
Lesegut	nicht homogen							homogen



Handwerk «Pressen»

Mechanische Einflüsse beim Pressen erhöhen den Trubgehalt des Mostes bzw. den Gehalt an unerwünschten Gerbstoffen in Most und Jungwein. Dies fängt schon bei der Traubenverarbeitung an und verschärft sich beim Pumpen des Pressgutes. Jede unnötige Trommelrotation und zu hohe Füllmengen sind kontraproduktiv. Ebenso ständiges Rotieren beim Zentralbefüllen. Das Pressprogramm sollte immer auf das Traubengut und auf die Maische abgestimmt werden. Vergorenes Traubengut ist schneller und mit weniger Trommelrotationen gepresst, als frisch abgebeerte Maische oder ganze Trauben. Die Ausbeute wird nicht nur durch das Traktieren in der Trommel beeinflusst, sondern auch durch die vorgängigen Standzeiten und den gezielten Enzym-einsatz. Die Frage sei erlaubt, ob die Ausbeute über der Qualität stehen soll.

Wichtig: Abbeermaschinen, Pumpen, Schläuche, Förderbänder und Pressen dürfen so designed sein, dass eine effektive Hygiene schnell und unkompliziert umsetzbar ist.

Bemerkungen: Geerntetes Traubengut so schnell wie möglich verarbeiten. Das heisst nicht, Abbeermaschinen und Pumpen schneller laufen zu lassen. Es geht darum, die Abläufe zeitlich zu optimieren. Vor allem, wenn aussergewöhnlich hohe Temperaturen herrschen. Es ist jedes Jahr eine Herausforderung, die Gerätschaft dem Reifegrad des Traubengutes anzupassen. Sie anzunehmen lohnt sich.

Pressfraktionen können auf Grund der Drücke und der pH-Veränderung auseinander gehalten werden. Ganztraubenpressung, Pressung von abgebeertem Traubengut und / oder von abgebeertem Traubengut mit zugesetzten Rappen ergeben verschiedene Weinstile. Das Pressprogramm den Umständen anpassen.

Tipps vom OenoMech:

- Wenn die Presse verdächtig tönt, sofort einen Service nach der Ernte veranlassen.
- Nach der Endreinigung die Membrane auf Risse checken.
- Zwischen den Ernten die Presse mal laufen lassen.

Nährstoffe und Gärung

Wie viel hefeverfügbare Nährstoffe die geernteten Trauben enthalten, ist schwierig einzuschätzen. Der Richtwert von 150 mg/L hefeverfügbarem Stickstoff ist praxistauglich. Auf Grund der Analysenresultate kann das Jahr, die Lage oder die Rebsorte eingeschätzt werden. Nebst Diammoniumphosphat oder Ammoniumsulfat (jeweils max. 100 g/hl) und Vitamin B1 (max. 0.06 g/hl) können Spezialnährstoffe wie Hefeautolysate, Heferinden, inaktivierte Hefen und inaktivierte glutathionreiche Hefen, je nach Gärgut eine wertvolle Ergänzung sein. Oft sind sie sogar die beste Prophylaxe gegen einen Bock. Leider verpasste es die Hefenährstoff-Industrie bis dato, einheitliche Richtlinien zu den einzelnen Inhaltsstoffen zu definieren. Die Wahl des richtigen Nährstoffes bleibt damit ein Blindflug.

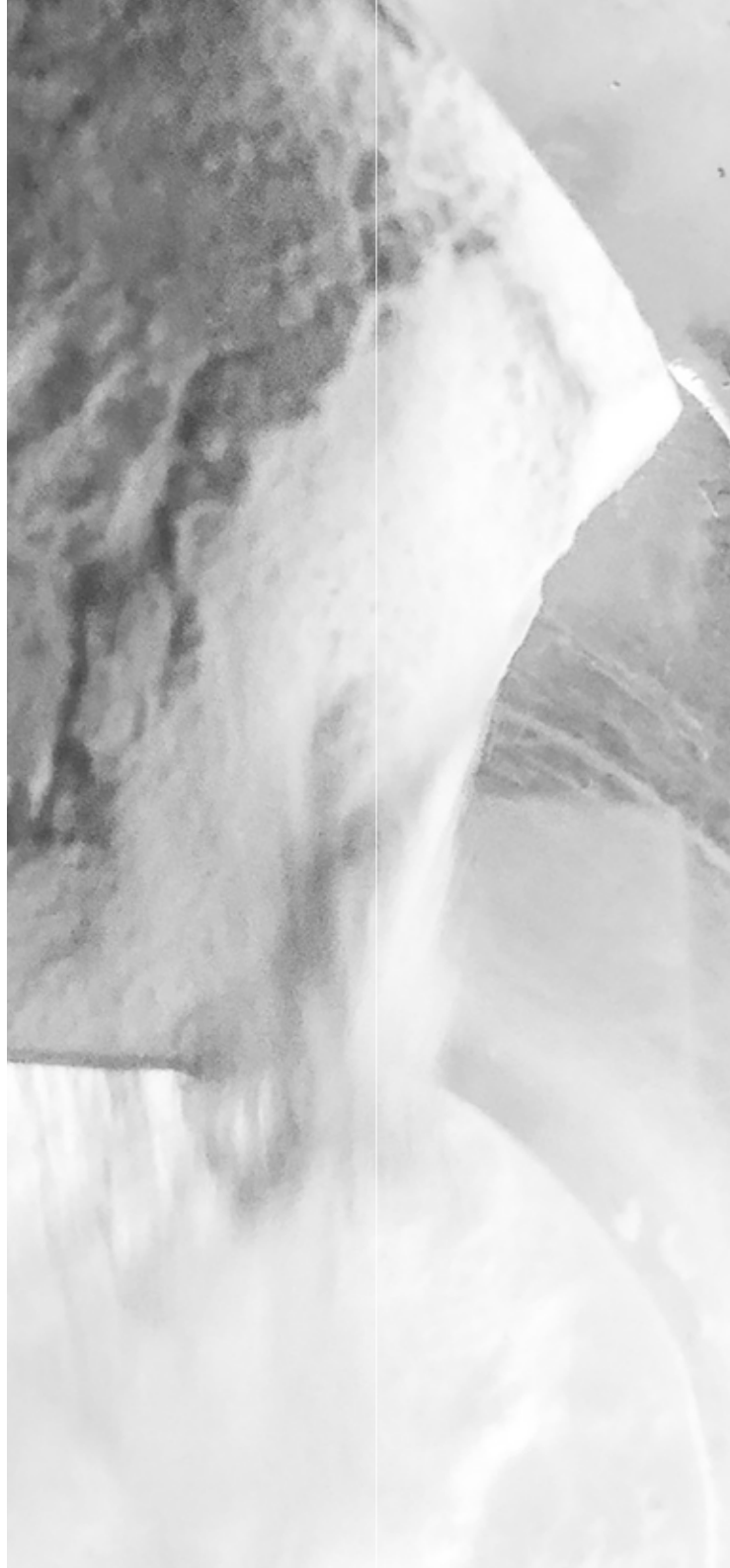
Ziel: Kontinuierlicher, zügiger Gärverlauf bis $< 0^\circ$ Oechsle

Dilemma: Das Wissen über den hefeverfügbaren Stickstoff sagt nichts über die Verfügbarkeit der benötigten Mikronährstoffe, Vitamine und Spurenelemente aus. Ebenso halten sich die Hersteller von Hefenährstoffen – wie bereits erwähnt – darüber bedeckt, wie viel von was genau in ihren Pülverchen steckt. Die oft erwähnten Aminosäuren können auch als Proteine vorliegen und sind somit nicht hefeverfügbar. Und dank dem Klimawandel haben wir eine erhöhte Zuckerproduktion bzw. einen verminderten Anteil Extrakt in den Trauben, also mehr potentiellen Alkohol.

Bemerkungen: Hefe-Divas haben meistens einen exorbitanten Nährstoffbedarf. Spontihefen veratmen nicht alleine mit Luft und Liebe Zucker zu Alkohol.

Der Trübungsgrad hat einen Einfluss auf die Gärdynamik und nicht auf den hefeverfügbaren Stickstoff. Dieser ist wasserlöslich und wird beim Pressen extrahiert.

Hefeverfügbarer Stickstoff = Aminosäuren (ausser Prolin)
plus Ammonium
FAN = hefeverfügbarer Stickstoff
YAN = FAN
NOPA = Aminosäuren (ausser Prolin)



Folgende Punkte sind vor, während und nach der Gärung zu beachten:

- Für sortentypische Weiss- und Roséweine die Moste zwischen 20 und 100 NTU ausklären.
- Mit monofilen, hygienischen Tüchern / Säcken den Trub aufbereiten.
- Lesegutes bei hohen Temperaturen runter kühlen und / oder rasch verarbeiten.
- Wenn gewünscht mit Trockeneis oder -schnee inertisieren (0.5 bis 1 kg/100 kg Maische oder Saft).
- Auf Grund des gewünschten Alkoholgehalts und der definierten Weinbauzone anreichern.
- Mit einem pH-Wert unter 3.6 starten (1 g/L Weinsäure senkt um ca. 0.2 pH-Einheiten).
- Temperaturkontrolliert vergären.
- Reinzuchthefen oder Ansteller mit spontaner Flora einsetzen.
- Nährstoffe im ersten Gärdrittel auf Grund des FAN-Wertes dosieren.
- Sauerstoff vor Hauptgärphase, ca. nach 1/3 der Gärung, dosieren.
- Die Parameter Temperatur, Zuckergehalt und Mikrobiologie kontrollieren.
- Ende Gärung Gebinde spundvoll halten.

Gärstörungen

Wer sich eine Gärstörung einfängt, steht vor einer faszinierenden Herausforderung. Flaschennachgärungen deuten darauf hin, dass es bedingt teure, fructophile Hefen für die Endvergärung braucht oder das Glucose-Fructose-Verhältnis eingestellt werden müsste. Zudem ist die Glucosegabe in der Schweiz nicht erlaubt.

Was gärt denn da?

Der Blick unter das Mikroskop hilft. Solange etwas gärt, ist Geduld und Beobachtungsgabe gefragt. Über einem pH-Wert von 3.6 ist die Gefahr von unerwünschten Mikroorganismen erhöht. Ein bereits eingesetzter BSA kann auch süß durchgeführt werden. Braucht es den BSA überhaupt? Wenn ja, unbedingt die Gesamtsäure messen. Solange diese runter geht, ist alles auf grün. Wenn diese rauf geht, sofort sterilfiltrieren. Es besteht die Gefahr von Essigsäure- und / oder D-Lactat-Bildung. Nach einem BSA beginnt die alkoholische Gärung meistens wieder von selbst. Eine SO_2 -Gabe verhindert den BSA.



Fortsetzung: Nährstoffe und Gärung

Wie viel Zucker ist noch vorhanden?

Restsüsse von unter 10 g/L ist schwierig endzuvergären. Die Suche nach einem Verschnittpartner ist einfacher. Genaue Restzuckerwerte sind mit der Rebelein-Methode oder durch ein externes Fachlabor zu analysieren. Steht die Gärung komplett still und ist die Restsüsse für den Weinstil oder für einen Verschnitt zu hoch, hilft folgendes:

- Wein sterilfiltrieren
- 30 g/hl alkoholtolerante Hefe rehydrieren (Uvaferm 43/Sektheffen/Zinfandelhefe) direkt zum gesamten Gärgut geben.
- Mit 20 g/hl DAP plus 20 g/hl Spezialnährstoff sofort ernähren.
- Temperatur zwischen 18° C und 20° C halten. Geduldig sein und beobachten.

Welche Hefe passt zu mir?

Es gibt eine grosse Anzahl verschiedener Hefen, gekaufte oder spontane. Die Hefewahl ist abhängig vom Gärgut und dem gewünschten Weinstil. Folgende Punkte sind für einen erfolgreichen Einsatz interessant zu wissen:

- Nährstoffbedarf? (es gibt richtige Nährstofffresser mit Bockserneigung)
- Verträglich gegenüber dem BSA? (Gärnebenprodukte können Bakterien hemmen)
- Wie stark ist der Einfluss auf den pH-Wert?
- Alkoholtoleranz? (der Alkohol ist ein Zellgift)
- Alkoholproduktion? (es gibt Hefen, die weniger Alkohol produzieren)
- Temperaturoptimum? (grundsätzlich zwischen 18 und 23° C)
- Gärdynamik? (Tankbelegung, Temperaturmanagement, Dauer für Endvergärung)
- Endvergärungsgrad? (soll der Wein restsüss bleiben?)
- Essigproduktion? (grosse Unterschiede)
- Aromabildung? (Sortentypizität? Lagerfähigkeit?)
- Glycerinproduktion? (Gehalt)
- Säureproduktion? (Bernsteinsäure, Milchsäure)
- Säureabbau? (Äpfelsäureabbau durch die Hefe)
- Schwefelproduktion (möglichst tief)
- Haltbarkeit? (Aktivität und somit nötige Einsaat Hefemenge?)
- Propagierbar?
- Preis?

Bemerkungen: Gerade bei spontanen Vergärungen ist ein Ansteller ratsam. Dieser kann sensorisch und mit einem Mikroskop kontrolliert werden.

Der Aufbau einer gärfähigen Anzahl Hefen verbraucht auch hefeverfügbare Nährstoffe.

Übersicht: Wichtigste Stellhebel nach Aromaklasse

Aromen in den Wein zu überführen und zu konservieren ist eine delikate Angelegenheit. Viele Faktoren spielen eine Rolle und machen die Umsetzung sehr komplex. Mit dieser Übersicht schafft Ramón Heidinger vom WBI etwas Klarheit für die Praxis.

Legende: ++ = sehr wichtig | + = relevant | 0 = meist nachrangig

Parameter	Thiole			Terpene	Ester
Bildung aus gebundenen Vorstufen	++ Cystein- / Glutathion-Konjugate			++ freie + glycos. gebundene Formen	+ Acetat- und Fettsäure-Vorstufen
Bedeutung der Hefestammauswahl	++ Freisetzung stammspezifisch			+ Umwandlung möglich – nicht primär	++ Zentrale Bedeutung!
Exogene Enzyme / Glycosidasen	0 keine etablierte externe Lösung			++ gut nutzbar; eher spät: Glucose ↓	0 kein Standardhebel für Fruchtester
Oxidationsempfindlichkeit	++ sehr hoch; Schutz schon im Most			0 bis + wesentlich geringer als bei Thiolen	+ indirekt: Hefewachstum; Alterung
Stickstoff / YAN	+ indirekt über Hefe-Performance			0 sekundär	++ starker Einfluss auf Bildung und Stil
Sauerstoffmanagement	++ reduktiv arbeiten; Nachoxidation vermeiden			0 kein Haupthebel	+ indirekt: Hefewachstum
Wichtige Prozessphase	Botrytis, Mostbehandlung + Gärung + Ausbau			späte Gärung / MLF / Enzymkontaktzeit	Botrytis, Vorklärung, aktive Gärung; kühle Lagerung
Postfermentative Erhaltung	++ SO ₂ , Ascorbinsäure, O ₂ -Barriere			+ Aromaschonender Ausbau	++ kühl lagern; Hydrolyse verlangsamen
Typische Sensorik	Passionsfrucht, Grapefruit, Stachelbeere			floral, Muskat, Zitrus	jung-fruchtig: Banane, Birne, Ananas



Handwerk «Pumpen»

Ja, auch das Pumpen von Wein ist ein sensibler Vorgang. Ein paar Punkte dazu:

- Möglichst kurze Schlauchleitungen vorsehen.
- Vermeiden von Dampfblasen, die sich bilden und schlagartig zusammenfallen, wenn ein Vakuum auf der Saugseite entsteht (Kavitation).
- Überflüssige Schlauchkupplungen und Übergangstücke vermeiden.
- Defekte Pumpendichtungen und lockere Pumpenanschlüsse vor allem saugseitig vermeiden.
- Je nach Wein Leitungen mit Wasser oder Inertgas luftfrei bekommen. Ebenso den Zieltank.
- Die Pumpleistung dem Leitungsquerschnitt anpassen.
- Eine laminare Strömung ist anzustreben. Will heissen: langsamer als 1.5 m pro Sekunde zu pumpen.

DN 32 = 4 000 Liter/h

DN 40 = 7 500 Liter/h

DN 50 = 10 000 Liter/h

- Auswahl des geeigneten Pumpentyps auf Grund des Einsatzes.
- Gutes Hygienesdesign ermöglicht eine schnelle Reinigung.
- Ablassschraube nach Gebrauch immer öffnen.
- Beim chemischen Reinigen der Pumpe auch den Bypass mit reinigen.
- Beim Kauf auch auf den Service und auf die Verfügbarkeit von Ersatzteilen achten.
- Die wichtigsten Ersatzteile (Impeller, Stator, Gleitringdichtung) selber am Lager halten.
- Pumpen trocken lagern wegen der Elektronik.
- Wellendichtungen regelmässig prüfen und gegebenenfalls warten.
- Nur lebensmitteltaugliche Schmierfette verwenden.

Wichtig: Es geht darum, überflüssige, mechanische Belastungen beim Pumpen zu vermeiden und möglichst aromaschonend zu arbeiten. Das wird durch eine gezielte Anpassung der Mengenleistung und des Förderdruckes erreicht. Je weniger Kohlensäure verloren geht, umso schonender wurde gepumpt.

Bemerkungen: Energetisch ist ein Bypass ungünstig, weil ein Teil des Weines sinnlos im Kreis zirkuliert. Der Wein erwärmt sich dadurch und verliert Kohlensäure. Mit einem Frequenzumrichter kann die Drehzahl der gewünschten Leistung angepasst werden.

Das Arbeiten mit Immervolltanks vermeidet eventuell unnötiges Rumpumpen.



Temperatursteuerung

Vor allem während der Hauptgärphase von Weiss- und Rosémosten lohnt es sich, eine kontrollierte Gärtemperatur um die 18° C konstant zu halten. Bei 18° C ist im Vergleich zu tieferen Gärtemperaturen bedeutend weniger Kühlenergie nötig. Zudem ist der Aromaverlust gegenüber höheren Gärtemperaturen klar geringer. Mit kostengünstigen Kompaktanlagen, die Kaltwasser in einem geschlossenen System produzieren, braucht es minimale Wassermengen. Ebenso ist es sinnvoll aromatische Weine kühl zu lagern. Sei es im Tank oder in der Flasche.

Eine kurze Checkliste als Gedankenstütze:

- Es braucht 1 kW Kühlleistung für 10 000 Liter Weisswein in Gärung.
- Für kurzfristig benötigte Spitzenkühlleistungen braucht es ein Vielfaches mehr an Energie.
- Es braucht mind. 3 m² Kühlfläche für 10 000 Liter Wein in Gärung.
- Für eine Leistung bis 80 kW reichen kompakte Kaltwassergeräte aus.
- Die Gemeinde über den zusätzlichen Stromverbrauch informieren.
- Die Kühlleistung eines Gerätes ist abhängig von der Umgebungstemperatur. Bitte beachten: Der Standort unter einem unisolierten Dach ist schlechter geeignet als die kühle Ecke hinter dem Haus.
- Je nach Wohnsituation ist der Lärmpegel einer Anlage entscheidend.
- Soll das Gerät kühlen und heizen können?
- Ab wann lohnt sich eine Wärmerückgewinnung?
- Ab welcher Vinifikationsmenge braucht es ein redundantes System?
- Für Gärtemperaturen um 18° C reicht eine Vorlauftemperatur von 10° C aus.
- Für eine Vorlauftemperatur unter 5° C wird eine Glykolsole benötigt.
- Unter 10° C sollten die Leitungen isoliert werden. Kondenswasser!
- Verrohrung des Kühlsystems grosszügig auslegen.
- Ummantelte Tanks, Austauscherplatten und Kühlschläuche im Winter entleeren.
- Weinberührende Austauscherflächen vor Gebrauch auf Haarrisse prüfen.
- Braucht es eine Softwarelösung? Einfache Lösungen anstreben.
- Für die vorgängige Traubenkühlung in Kühlzellen braucht es nicht nur Kühlleistung, sondern luftdurchlässige Gebinde und eine starke Durchlüftung.
- Trauben bereits kühl ernten. Auf Tagestemperaturen während der Ernte achten. Gerade dunkle Beeren heizen sich durch die Sonnenstrahlen schnell auf.
- Tank- und Flaschenlager bitte unter 18° C halten.
- Grosse Schwankungen im Flaschenlager vermeiden (Pumpeffekt!)
- Trockeneis ist nützlich zum Inertisieren. Der Kühleffekt ist teuer.
- Maische lässt sich durch geeignete Röhrentauscher am effizientesten kühlen.
- Während der Maischegärung die flüssige Phase temperieren.

Wichtig: Bei hohen Flaschenlagern sollte es am höchsten Punkt max. 18° C sein. Die Temperatursteuerung ist auch am Verkaufsstandort und während des Transports ein Muss.

Bemerkung: Kühlanlagen und Temperatursteuerungssysteme sind so gut wie der dazu angebotene Service und die Verfügbarkeit der nötigen Ersatzteile.



Handwerk «Flotieren»

Die Flotation ist eine Möglichkeit, Traubenmoste zu klären. Der Trubanteil vermindert sich dadurch nicht. Vorgängige Arbeitsschritte beeinflussen die Trubmenge.

Ein paar Details dazu:

Enzymieren aufgrund der Reife der Trauben, der Temperatur des Mostes und der Aktivität des Enzyms. Mindestens 3 bis 4 Stunden wirken lassen. Wirkung über den Pektintest kontrollieren. Vorschlag: 1 g/hl Sihazym WineClear bei $>14^{\circ}\text{C}$

Benötigte Menge Gelatine mit der fünffachen Menge Kaltwasser gelieren und nach 30 Minuten mit der gleichen Menge Heisswasser ($<90^{\circ}\text{C}$) auflösen. Dem Tank beifügen und umrühren. Umrühren mit dem Flotationsgerät, drucklos ohne Luft- oder Stickstoffzufuhr, solange bis sich die Oberfläche im Tank bewegt. Vorschlag: 5 – 10 g/hl Siha Gelatine Pulver (100 Bloom). Flüssige Gelatine hat eine Bloom-Zahl von Null und eignet sich weniger zum Flotieren.

Der gepresste Traubenmost über ein Sieb in den Flotationstank umziehen.

Ein optimaler Flotationstank ist rund, möglichst höher als breiter. Der Eingang des flotierten Mostes sollte in der Mitte des Tanks sein. Mindestens 20 % Tankvolumen für den Flotationsschaum als Reserve dazurechnen.

Flotieren geht von Tank zu Tank oder im Kreislauf in einem Tank.

Flotieren im Kreislauf in einem Tank:

Eingang Flotation mit dem Klarablauf des Tankes verbinden.

Möglichst kurzen Ansaugschlauch wählen.

Rückleitung vom Ausgang des Gerätes zum Restablauf des Tanks.

Flotieren geht mit Stickstoff oder mit filtrierter, ölfreier Pressluft.

Optimale Flotationstemperatur: 15°C .

Optimaler Flotationsdruck: 6 bar.

Optimale Luftmenge: 1 bis 1.5 Liter pro Minute pro 1 000 Liter Stundenleistung.

Optimale Stickstoffmenge: 10 bis 15 % mehr als mit Luft.

Nach ca. 1 Stunde pro Meter Tankhöhe den klaren Most durch den Restablauf abziehen. Der Trubkuchen entsaftet sich über eine längere Zeit. Somit kann später nochmals klarer Saft abgezogen werden. Trubgehalte zwischen 20 und 100 NTU ergeben sortentypische Weine.

Wichtig: Die Wirkung kontrollieren. Dafür lässt sich eine Probe am Flotationsreaktor oder am Tank ziehen.

Bemerkung: Nach dem Flotieren die Anlage gut spülen, eventuell chemisch reinigen im Kreislauf.

pH-Wert

Der pH-Wert ist eine Momentaufnahme: Das Mass für die Konzentration an Wasserstoffionen, die sich in Lösung befinden.

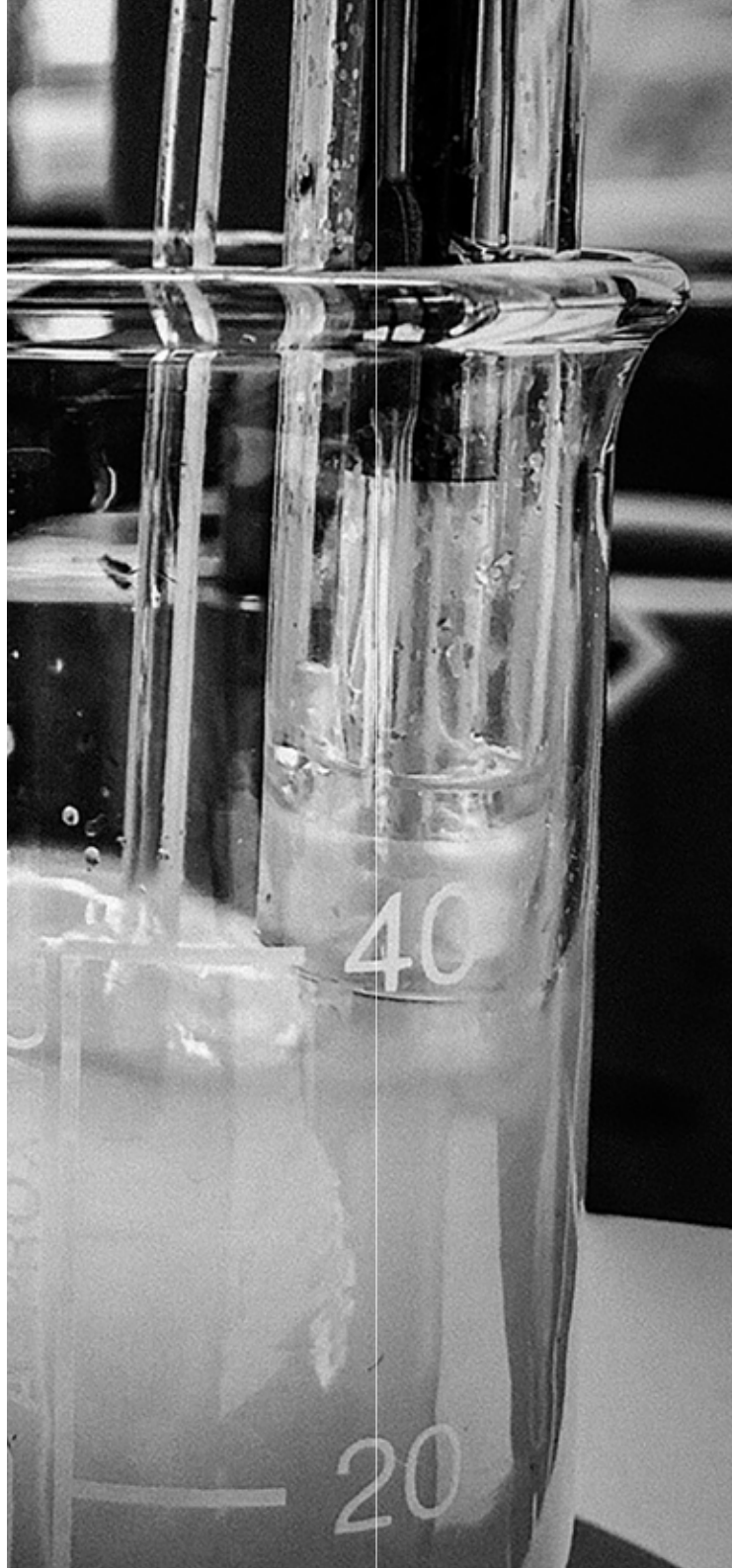
Starke Säuren wie z. B. die Weinsäure senken den pH-Wert stärker als schwache Säuren wie z. B. die Milchsäure.

Der pH-Wert ist und bleibt der wichtigste analytische Wert. Wieso? Weil der pH-Wert als Entscheidungshilfe in folgenden Bereichen dient:

- Erntezeitpunkt
- Mikrobielle Aktivität
- Extraktionsverfahren
- Pressfraktionen definieren
- Redox-System
- Sensorik
- Ent- und Aufsäuerung
- Wirkung der SO_2
- Filtrationsschärfe
- Eiweisstabilität
- Haltbarkeit der Weine
- Gehalt biogener Amine
- Metallstabilität
- Wirkung von Schönungsmitteln
- Reinigung

Wichtig: Es lohnt sich, ein Profi-pH-Messgerät anzuschaffen, welches einfach zu kalibrieren ist. Defekte Elektroden entsorgt auch der Hersteller fachgerecht.

Bemerkung: Es besteht kein kausaler Zusammenhang zwischen pH-Wert und wahrgenommener Säure. Ein säurearmer Wein kann einen niedrigen pH-Wert aufweisen, wenn er wenig Kalium enthält. Bei entsprechend viel Kalium kann ein säurereicher Wein einen relativ hohen pH-Wert aufweisen. Die saure Geschmacksempfindung ergibt sich zu 80 % aus der Gesamtsäure und zu 20 % aus dem pH-Wert. Deshalb ist der pH-Wert als Orientierungshilfe bei der Einstellung des sauren Geschmacksbildes ungeeignet.



Wie messe ich den pH-Wert?

- Mit einer professionellen Elektrode und nicht mit Messstreifen.
- pH-Elektrode nach dem Kalibrieren im Puffer 4 zur Konditionierung für 15 Minuten stehen lassen.
- Beim Messen muss der Stopfen offen sein, damit der Elektrolyt (KCl, 3 mol/L) fließen kann und der Wein nicht in die Referenzkammer eindringt. Elektrolyt verbraucht sich dadurch und muss regelmässig nachgefüllt werden. Da die KCl-Lösung auskristallisieren kann, darf diese auch periodisch komplett ausgewechselt werden.
- Elektrode nicht in der Luft hängen lassen und nicht mit einem Tuch abwischen. Nur mit destilliertem Wasser abspülen.
- Die Temperatur spielt eine entscheidende Rolle bei der pH-Messung.

Wieso müssen pH-Elektroden regelmässig kalibriert werden?

Durch das Kalibrieren wird die Veränderung des Messglases, die Verschiebung des Nullpotentials und der Einfluss des Diaphragmas festgestellt und bei den effektiven Messungen berücksichtigt.

→ *Wer beim Kalibrieren pfuscht, pfuscht automatisch bei allen nachgeschalteten Messungen!*

Nach dem Kalibrieren können die Puffer nochmals zur Kontrolle gemessen werden.

Die Pufferlösungen sind nach dem Öffnen zeitlich begrenzt haltbar!

Wie lagere ich meine pH-Elektrode?

pH-Elektroden niemals trocken lagern, damit die Quellschicht (Messglas an der Spitze) nicht austrocknet. Je nach Hersteller gibt es neben dem Elektrolyt auch spezielle Aufbewahrungslösungen, welche die Lebensdauer der Elektroden verlängern.



Phenolextraktion aufgrund der Reife

Die Phenolextraktion von roten Trauben ist delikat. Gerade wenn es um Pinot noir geht.

Ein paar Fragen zum Thema:

- Wie reif ist mein Traubengut?
- Wie aromatisch sind meine Trauben?
- Wie gesund ist das Traubengut?
- Habe ich die Chance, die gleiche Lage zu unterschiedlichen Zeitpunkten zu ernten?
- Wie ist der Ertrag einzuordnen?
- Wie extrahiere ich meine Pinot noir Trauben: Möchte ich das gesamte Potenzial extrahieren oder nur einen Teil?
- Welche Inhaltsstoffe möchte ich in welchen Mengen extrahieren?
- Ist der pH-Wert optimal?
- Extrahiere ich in der wässrigen Phase (Kaltmazeration) oder in der alkoholischen Phase (Standzeit nach der Gärung)?
- Passe ich die Extraktion an der Art und Grösse des Gärgebundes an?
- Welchen Weintyp strebe ich an?
- Ist der benötigte Weintyp überhaupt realisierbar?
- Bin ich bereit situativ zu reagieren?
- Aufgrund welcher Daten wird entschieden?
- Welche Vinifikationsmöglichkeiten stehen zur Verfügung?
- Wie viel Energie (Kälte, Wärme) darf oder kann aufgewendet werden?
- Gibt es unterschiedliche Methoden, den gewünschten Weinstil zu vinifizieren?
- Wie schnell soll der Wein trinkfertig sein?
- Welcher Platz steht für wie lange zur Verfügung?
- Steht Zeit für Versuche zur Verfügung?
- Welche Risiken bin ich bereit, einzugehen?

Wichtig: Für harmonische Rotweine ist neben einer komplexen Aromatik, Säure und Alkohol das Tannin-Anthocyan-Verhältnis wichtig. Das Ergebnis ist abhängig von den eingesetzten Analysemethoden. In den ersten vier bis sieben Tagen werden die Anthocyane extrahiert, danach farblose phenolische Verbindungen. Der Gesamtphenolgehalt in mg/L Catechin ist ein guter Richtwert für die Einschätzung des Weintyps und die Art des Ausbaus.

Bemerkung: Der Alkoholgehalt wird auch durch die Extraktionsmethode beeinflusst. Stark belüftete Maischen weisen im Vergleich weniger Alkohol auf als maischeerhitzte Weine aus gleichem Traubengut.



Sei clever: Siebvariante

Eine einfache Methode, Pinotmaischen ohne grossen Aufwand schonend zu extrahieren, ist die Siebvariante.

Dabei wird der Maischekuchen ständig mit einem Lochblech (Sieb) ca. 10 cm unter den Flüssigkeitsstand getaucht. Dies kann auch schon für eine kühle Vorgärphase geschehen.

Wichtig: In der Hauptgärphase einmal das Sieb rausnehmen und das Gärgebilde gut durchmischen.

Bemerkungen: Ziel ist es, die Traubenhäute komplett zu extrahieren. Die Kerne können auch nach dem Pressen gesammelt und im Wein gezielt extrahiert werden.

Ganztraubenvergärungen mit einem Anteil von 25 bis 50% ganzen Trauben bringen mehr Komplexität als Maischegärungen mit nur gequetschten Trauben. Die Variante «abgebeerte Trauben mit zugesetzten Rappen» ist anscheinend weniger komplex als der Zusatz ganzer Trauben.

Sobald das Stilgerüst mitvergoren wird, nehmen der Alkoholgehalt sowie die Gesamtsäure leicht ab. Der pH-Wert hingegen nimmt zu.

Lohnt es sich das Hauptstilgerüst zu entfernen, ohne die Beeren zu beschädigen?



Arbeitssicherheit

Gerade während arbeitsintensiven, stressigen Arbeitsphasen gilt es vorsichtig zu sein. Es gibt keine gescheiterten Unfälle. Ein paar Punkte dazu:

- Stolperfallen vermeiden.
- Leitern immer sichern.
- Elektrische Gerätschaften spritzgeschützt verbauen.
- Augenschutz beim Arbeiten mit ätzenden Stoffen (Laugen, Säuren, Oxidationsmittel wie Peroxid).
- Mitarbeitende über die Risiken eingesetzter Chemikalien informieren.
- Schutzmassnahmen festlegen und Risiken beherrschen.
- Arbeitsanweisungen über den Gebrauch der Chemikalien erstellen und Mitarbeitende schulen.
- Gibt es unbedenklichere Alternativen zu den eingesetzten Chemikalien?
- Gasmaske beim Arbeiten mit gasförmigem SO_2 tragen.
- Sind die Notausgänge frei und unverschlossen?
- Wo ist der Sammelplatz?
- Werden Gargase sicher aus dem Arbeitsraum entfernt?
- Gibt es ein CO_2 -Alarmsystem?
- Rotierende Gerätschaften sichern.
- Gasflaschen in dafür geeigneten Transportwagen sichern.
- Stress und Hektik vermeiden.
- Genügend Ruhezeiten und Schlaf einplanen.
- Auf gute Ernährung und moderaten Alkoholkonsum achten.
- @ Lernende: Sagen Sie STOPP bei Gefahr und unsicheren Situationen!
- Externe Handwerker über Gefahren informieren.
- Wo ist der nächste Erste-Hilfe-Kasten und Defibrillator?

Wichtig: Die Verantwortlichen haben eine Vorbildfunktion.

Bemerkung: Arbeitsabläufe vor dem Einsatz organisieren und reflektieren. Arbeitssicherheit ist auch eine Frage der Kommunikation.

Weiterführende Literatur: SUVA Dokument SBA_140_d: «Welches sind Ihre Pflichten auf dem Gebiet der Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutzes?»

Biologischer Säureabbau (BSA)

Der BSA ist und bleibt ein mehr oder weniger grosses Geheimnis. Wieso überhaupt einen BSA durchführen? Vielleicht, weil es eine natürliche Entsäuerungsmethode sein kann? Vor allem, wenn zu viel Äpfelsäure und zu wenig Weinsäure für eine Harmonisierung vorhanden sind. Die Alternative dazu ist die Doppelsalzentsäuerung oder verbotenerweise die physikalische Behandlung mit Osmose und Ionentauscher. Doppelsalzentsäuerungen sind schwieriger umzusetzen, als die Theorie erwarten lässt.

Der BSA kann vor, während, am Ende oder nach der alkoholischen Gärung durchgeführt werden. Es ist bekannt, dass ein um Monate verzögerter BSA die Pinot noir Stilistik relevant beeinflusst.

Das Märchen, dass Äpfelsäure nach Apfel riecht und den Wein saurer erscheinen lässt als Weinsäure, hält sich nachhaltig. Wohl ist es eher so, dass Traubengut mit überdurchschnittlich hohen Äpfelsäurewerten eher unreif ist und andere Inhaltsstoffe den Gaumen unvorteilhaft beeinflussen. Klar ist, dass die einwertige Milchsäure weicher schmeckt als die zweiwertige Äpfelsäure.

Folgende Faktoren beeinflussen Milchsäurebakterien im Wein:

- pH-Wert
- Alkoholgehalt
- Gehalt an Äpfelsäure
- Temperatur
- Gärerender Hefestamm
- Gehalt an SO_2

Bemerkung: Der BSA beeinflusst je nach Bakterienstamm die Aromatik. Gebildetes Diacetyl (Butternote) wird mit schwefeliger Säure stabilisiert. BSA-Bakterien können Carbonylverbindungen reduzieren und somit den SO_2 -Bedarf senken.



Wie könnte ich den BSA analytisch begleiten?

- Als erste Einschätzung die Gesamtsäure messen:
 - < 7 g/L Gesamtsäure: BSA nicht zwingend nötig als Entsäuerungsmittel.
 - Weinsäure analysieren: Eine chemische Entsäuerung darf laut OIV-Richtlinien den Gehalt nicht unter 1 g/L senken.
 - > 7 g/L Gesamtsäure: BSA könnte ein Thema werden, wenn es um Stilistik geht und nicht nur ums Entsäuern.
 - Überblick schaffen mit den Werten pH, Alkoholgehalt, gesamte SO_2 , Weinsäure und Äpfelsäure.
- Bei hohen Alkohol- und Gesamt- SO_2 -Werten ist ein BSA schwierig durchzuführen.
- Bei geplantem BSA-Einsatz sollte anhand des pH-Werts die passende Bakterienkultur gewählt werden: Spontis/Oenococcus/Plantarum. Der Plantarum-Stamm (ML Prime) lässt sich in Vorversuchen prima testen.
- Mit Hilfe eines Mikroskops, der Veränderung der Gesamtsäure und /oder mit einem Chromatogramm den Verlauf verfolgen. Temperatur messen und zwischen 18 und 20° C einstellen.
- Am Schluss mit einer genauen Äpfelsäure-Analyse und dem pH-Wert die mikrobiologische Stabilität einschätzen, bzw. den Gehalt freier SO_2 (bzw. molekularer SO_2) sowie, wenn nötig, die Filtrationsschärfe definieren.



Feststoffferment nach Simon Jöhr

Wieso nicht ausgepresste Maische zu einem stabilen Feststoffferment umwandeln?

Folgend das Rezept von Simon Jöhr von Regenerativ Schweiz.

- Je nach Feuchtigkeitsgrad des Traubentresters mehr oder weniger EM (effektive Mikroorganismen) zur Beimpfung begeben: Mindestens 3 Liter pro Kubikmeter (Boden Fit).
- Trockene Pflanzkohle dem Trester beimischen: Je feuchter, desto mehr. Maximal 3 kg pro Kubikmeter.
- Tipp: Die Pflanzkohle vorgängig mit EM beimpfen. Der Prozess ist dadurch sicherer (EM Kohle).
- Zusätzlich 1 bis 2 kg pro Kubikmeter Zeolith (Klynospray) oder Biolith beimischen (Bio-Lit Gartenhit).
- Optimal ist die Zusammensetzung, wenn 40 bis 45 % Feuchtigkeit erreicht werden (analog Silage in der Landwirtschaft).
- Die Anteile sehr gut mischen, verdichten und möglichst luftdicht lagern. Dazu eignen sich IBC-Container oder Traubenständen. Die Fermentation dauert in der Regel vier bis sechs Wochen.

Wichtig: Die Anteile perfekt durchmischen. Futtermischwagen oder Betonmischer sind hilfreich bei grösseren Mengen. Kleinere Mengen auf einem befestigten Platz oder in Stossgareten mit Schaufel und Rechen gut mischen.

Bemerkung: Das so entstandene Feststoffferment ist stabil und gibt die Nährstoffe langsam und dosiert an die Reben ab. Der Nährstoffausnutzungsgrad ist hoch. Fein unter die Reben streuen. Vor allem auf nicht ganz fitten Böden wenig davon verwenden – maximal 10 Kubikmeter pro Hektare.

Daraus könnte auch ein regionales Gemeinschaftsprojekt entstehen.

Weiterführende Informationen:

- www.em-schweiz.ch
- www.regenerativ.ch



Schläuche und Dichtungen

Ach, Schläuche. Wenn sie nicht rumhängen, so liegen sie am Boden oder werden in fraglich sauberen Ablagen versteckt. Dichtungen ergeht es nicht besser. In einsamen Fugen und Ritzen werden sie oft vergessen. Trotzdem sind die Anforderungen an Schläuche und Dichtungen sehr hoch. Aus Elastomeren gefertigt, dürfen sie Lebensmittel in ihrer Qualität nicht beeinträchtigen; nicht einmal in Geruch und Geschmack. Und dann altern sie auch noch.

Folgende Punkte gilt es beim Einsatz zu beachten:

- chemische Beständigkeit (innert gegen Laugen, Säuren, Oxidationsmittel wie Wasserstoffperoxid)
- Temperaturtoleranz, Dämpfbarkeit
- Biegsamkeit, Druck- und Alterungsbeständigkeit
- Lebensmittelzertifikat (Lebensmittelechtheit, FDA)
- Frei von Phthalaten, Bisphenol A und PFAS

Für Schläuche gilt im Besonderen:

- glatte und weisse (oder durchsichtige) Innenseele
- robuster Aussenmantel
- hygienisches Design, damit Mikroorganismen sich nicht vermehren können und Reinigungs- und Desinfektionsmittel kein Depot bilden.

Wichtig: Lebensmittelzertifikat und Reinigungsanwendung vom Schlauch- und Dichtungslieferanten anfordern. Übergangsstücke mit Klemmhülsen an Schläuche anbringen. Alles andere ist eher «grusig».

Bemerkung: Wer mit aromatisierten Weinmischgetränken arbeitet, darf besonders aufpassen. Elastomere verschleppen gerne Aromen. Fremde Aromen sind im Wein nicht erlaubt! Ein angepasstes Reinigungskonzept minimiert diese Gefahr.

Tipp: Unterhaltsplan für Dichtungen und Schläuche erstellen, Hygieneplan ergänzen. Möglichst viel dokumentieren.

Weiterführende Informationen:

- Hersteller: www.eriks.de
- Bundesinstitut für Risikobewertung: www.bfr.bund.de/de/start.html

Chlor- und bromfreie Reinigung und Desinfektion

Übel riechende Muff- und Korkfehlöne oder eine dezente, heimelige Kellernote sind am einfachsten und sehr nachhaltig mit chlor- und bromhaltigen Reinigungsmitteln in einen Weinkeller zu bekommen. Wer seinen Wein damit nicht ergänzen möchte, kann als Reinigungsverstärker einfach Wasserstoffperoxid verwenden. Der fokussierte Einsatz von Wasser, vor allem auch heissem Wasser, verzögert zeitlich eine gründliche, chemische Reinigung. Gezielte, chemische Reinigungen können gerade die Lebensdauer von Filtermaterialien verlängern. Ein Reinigungs- und Hygieneplan, wie sie die Hygieneverordnung vorsieht, ist sehr effektiv.

Reinigung ist eine Kombination aus folgenden Parametern:

- Reinigungszeit
- Temperatur der Reinigungslösung
- Art und Konzentration des chemischen Reinigungsmittels
- Kraft bzw. Druck des mechanischen Reinigungsgerätes

Wichtig: Die Wasserqualität darf jährlich geprüft und halbjährlich von der Gemeinde bestätigt werden. Bei Bedarf filtrieren.

Bemerkungen: Die zu reinigenden Oberflächen müssen für eine wirksame Reinigung intakt sein. Reinigung kommt vor Desinfektion (Waschen vor Deo). Hochdruckreiniger werden oft als effizienten Keimverteiler benutzt. Das Pflichtenheft für Kellereigeräte darf mit dem Punkt Hygienesign ergänzen werden.

→ *Siehe auch:* «Checkliste Chlorfreie Kellerhygiene und Desinfektion»

Für regelmässige Routinereinigungen Checklisten erstellen. Periodische Reinigungen, wie zum Beispiel für Filtersysteme, sind klar zu beschreiben und zu dokumentieren.



Seit dem 1. September 2024 gilt die Verordnung 3 zum Arbeitsgesetz (ArGV 3; SR 822.113). Es geht darin um den Gesundheitsschutz.

Der Arbeitgeber muss ein Verzeichnis der in seinem Betrieb verwendeten Stoffe und Zubereitungen nach dem Chemikaliengesetz vom 15. Dezember 2000 (SR 813.1) führen und eine Gefährdungs- und Risikobeurteilung der damit ausgeführten Tätigkeiten vornehmen.

Folgende Punkte sind dafür zu beachten:

- Chemikalienliste erstellen
- Gefährliche chemische Produkte substituieren (durch weniger gefährliche Alternativen ersetzen)
- Gefährdungen kennen
- Sicherheitsdatenblätter beachten und aufbewahren
- Exposition und Risiken kennen
- Konformitätserklärungen und Betriebsanleitungen beschaffen
- Schutzmassnahmen festlegen
- Beschäftigte informieren, schulen und instruieren
- Umsetzung kontrollieren
- Fachgerecht lagern
- Fachgerecht transportieren
- Fachgerecht entsorgen
- Dokumente archivieren
- Vorgaben zum Mutter- und Jugendarbeitsschutz umsetzen



Mostoxidation

Die Mostoxidation ist die aktive Zufuhr von Sauerstoff in einen ungeschwefelten Most vor der Gärung. Für die Ausfällung unerwünschter Flavanoide braucht es zwischen 40 bis 45 mg/L Sauerstoff. Dies ist am einfachsten durch eine Flotation mit Luft zu erreichen. Die Sauerstoff-Dosage mit geeigneten Begasungseinheiten oder sehr feinen Fritten ist ebenso geeignet. Ausreichend oxidierte Moste können auch mit Stickstoff flottiert werden.

Wichtig: Oxidierte Moste müssen gut ausgeklärt werden (< 100 NTU). Ausgeflockte Phenole, die nicht vollständig entfernt werden, können sich durch Alkohol oder Schwefeldioxid wieder zurück lösen.

Bemerkung: Eine perfekt durchgeführte Mostoxidation ersetzt sämtliche Schönungsmittel gegen Gerbstoffe und ergibt sehr fruchtige, langlebige Weine. Ebenso wird die Farbe bei Federweißen Mosten wegoxidiert.

SO₂ – What else?

Schwefeldioxid (SO₂) schützt vor unerwünschten Infektionen mit Hefen, Bakterien und Schimmelpilzen und kann durch selektive Effekte die erwünschte *Saccharomyces cerevisiae* fördern. Sie bindet sensorisch nachteilige Gärungsmetaboliten ab und schützt vor Oxidationen. Nicht zu unterschätzen ist die Inaktivierung von sauerstoffübertragenden Enzymen. Auch die Stilprägung und schliesslich die Qualitätssicherung seien an dieser Stelle erwähnt. Nur die molekulare SO₂, ohne elektrische Ladung, gasförmig, hat eine mikrobizide Wirkung.

Formel zur Berechnung der molekularen SO₂:

$$\text{SO}_2 \text{ molek. (mg/L)} = \text{freie SO}_2 : [1 + 10^{(\text{pH} - 1,81)}]$$

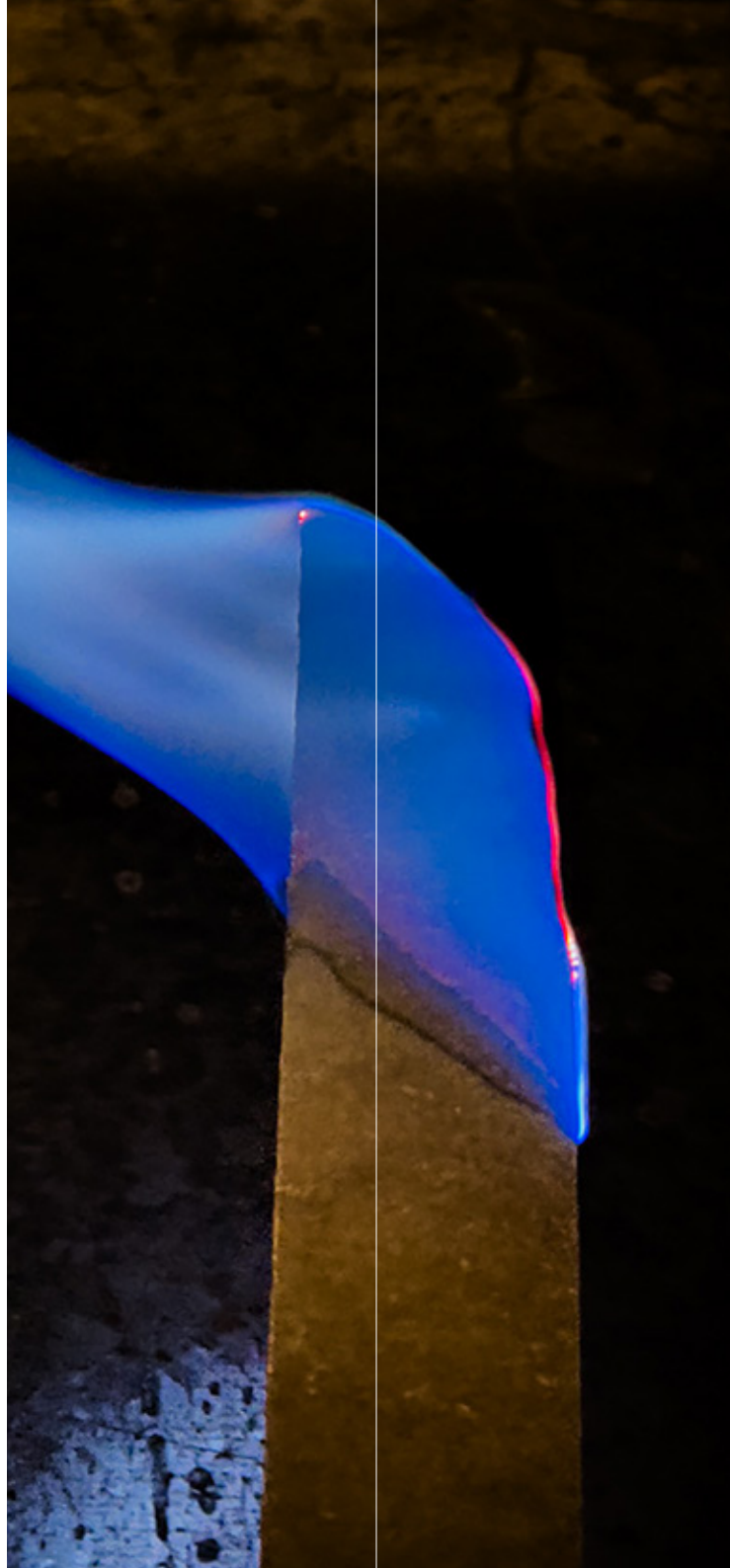
So kann der SO₂-Bedarf reduziert werden:

- Gesundes Lesegut verarbeiten.
- Hohe SO₂-Zugaben zum unvergorenen Lesegut vermeiden.
- Zugabe von Thiamin (Vitamin B1) vermindert die Bildung von Brenztraubensäure (Pyruvat).
- Durchgären ohne Störungen auf unter 2 g/L Restzucker.
- Ziel: Hefeaktivität bis zum Schluss erhalten.
- Eine Gärung nicht mit SO₂ abstoppen → Gärungszwischenprodukte werden so abgebunden.
- Biologischer Säureabbau (BSA) → O. oeni-Stämme bauen vor allem Ketoglutarsäure, Brenztraubensäure und Acetaldehyd ab.
- Nicht sofort, sondern 7 bis 10 Tage nach dem Abbau der Äpfelsäure die SO₂-Gabe vorsehen.
- Einsatz von Nicht-Saccharomyceten.

Wichtig: Die folgenden molekulare SO₂-Werte hemmen das Wachstum und töten die Mikroorganismen nicht komplett ab. Je nach Spezies gibt es grosse Bandbreiten!

- | | |
|---|------------------|
| • Weinhefen (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>) | 0.8 mg/L |
| • Essigsäurebakterien (<i>Acetobacter</i>) | 0.8 mg/L |
| • Milchsäurebakterien | 0.4 mg/L |
| • Brettanomyceten | 0.4 bis 0.6 mg/L |
| • Schadhefen (z. B. <i>Zygosaccharomyces</i>) | 2.0 bis 3.0 mg/L |

Und somit ist klar, dass die SO₂ nicht alleine vor unerwünschten Mikroorganismen schützt. Faktoren wie Hygiene, pH-Wert, Säuregehalt, Alkoholgehalt, Nährstoffe (C-N-Ver-



hältnis), Redoxpotential, thermische Behandlungen, Schönungen, Zusätze wie Kaliumsorbat, Filtration und Temperaturführung spielen ebenso eine Rolle.

Bemerkung:

freie SO₂ + gebundene SO₂ = gesamte SO₂

Die Grenzwerte der gesamten SO₂ sind in der «Liste der zulässigen oenologischen Verfahren und Behandlungen sowie ihre Grenzen und Bedingungen gemäss Anhang 9 der Getränkeverordnung», Tabelle 2, Punkt 2 (Konservierungsstoffe und Antioxidantien), Anhang Teil B, aufgeführt.

Tipp: Die Anwendung des pulverförmigen Kaliumpyrosulfit (Kaliumdisulfit, Kaliummetabisulfit) ist ungefährlich und kann kurzfristig auch in Wasser gelöst angewendet werden. Aus 1 g Kaliumpyrosulfit entsteht ca. 0.5 g SO₂. Eine Schwefeldioxidgabe von 100 mg/L entsäuert den Wein um 0.25 g/L.

Das Pulver unbedingt trocken lagern, sonst verliert es die Wirkung innert wenigen Monaten.

Notwendige Menge an freier SO₂ (mg/L) zur Erreichung verschiedener Konzentrationen an molekularer SO₂ in Abhängigkeit vom pH-Wert:

pH-Wert	molekulare SO ₂			
	0.5 mg/L	0.825 mg/L	2.0 mg/L	4.0 mg/L
2.8	5	9	21	42
3.0	8	14	32	64
3.2	12	20	49	98
3.4	19	32	76	152
3.6	30	51	120	240
3.8	47	80	189	378
4.0	75	128	299	598
4.2	119	202	476	952

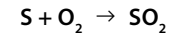
→ Fortsetzung auf Seite 39



Bild: stock.adobe.com

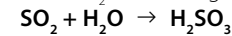
Fortsetzung: SO_2 – What else?

Verbrennt Mensch reinen Schwefel, so entsteht gasförmiges Schwefeldioxid:

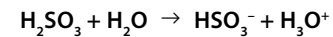


Dieses ist flüssig (unter Druck) in Gasflaschen erhältlich.

Wird SO_2 in Wasser gelöst, bildet sich schwefelige Säure:

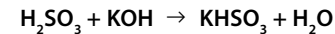


Der pH-Wert des Wassers sinkt dabei stark ab, da die Säure hydratisierte Protonen freisetzt:



Leider sind die beiden letzten Reaktionen leicht umkehrbar, sodass aus wässriger schwefeliger Säure stets gasförmiges SO_2 freigesetzt werden kann, ähnlich wie aus kohlensäurehaltigem Wasser CO_2 entweicht (Haltbarkeit! → Lösung messen vor Gebrauch)

Dies lässt sich jedoch verhindern, indem man die schwefelige Säure mit Kalilauge (KOH) neutralisiert, dabei entsteht Kaliumhydrogensulfit (Kaliumbisulfit):



Das Kaliumhydrogensulfit liegt in Wasser ebenfalls dissoziiert vor:



Diese Reaktion ist nun nicht mehr so leicht umkehrbar, sodass eine KHSO_3 -Lösung kaum noch SO_2 freisetzt.

KHSO_3 ist nur als wässrige Lösung erhältlich. Wird diese Lösung so lange erhitzt, bis das Wasser vollständig verdampft ist, so kristallisiert es als Kaliumdisulfit aus: $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$ (Kaliummetabisulfit, Kaliumpyrosulfit, aus 1 g entstehen ca. 0.5 g SO_2)

Zur Freisetzung der schwefeligen Säure aus Kaliumdisulfit ist ein saures Milieu nötig.

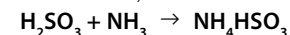
Für die Verwendung als Desinfektionslösung von Flaschen oder Holzfässern braucht es zwingend Säure (Weinsäure, Zitronensäure...).

Kaliumdisulfit-Gaben können eine geringe Entsäuerung auslösen, denn das eingebrachte Kalium fördert den Weinsteinausfall.

Eine SO_2 -Gabe von 100 mg/L mit Kaliumdisulfit entspricht einer Kaliumhydrogencarbonat-Gabe, die um ca. 0.25 g/L entsäuern würde.

→ Wichtig: Kaliumdisulfit unbedingt trocken lagern.

Wenn zur Neutralisation der schwefeligen Säure anstelle von Kalilauge (KOH) Ammoniak (NH_3) verwendet wird, entsteht Ammoniumhydrogensulfit (Ammoniumbisulfit):



Ammoniumhydrogensulfit kristallisiert ebenso aus und hat den Vorteil eine hohe Löslichkeit aufzuweisen. In einem Liter Wasser können mehr als 2.5 g NH_4HSO_3 gelöst werden und riecht nicht so stark.



Selbstkontrolle

Anstelle eines aufgeblasenen HACCP-Konzeptes reicht es für kleinere bis mittlere Betriebe aus, ein smartes Selbstkontrollkonzept zu etablieren. Nebst einfachen Dokumentationen ist es wichtig, den Zusammenhang zu erkennen bzw. zu wissen, welcher Inhalt in welcher Flasche Wein bis zum Schluss vorhanden ist. Es fängt mit den verwendeten Trauben an und hört mit dem Verschliessen des Gebindes auf. Dafür braucht es in der Konsequenz bei grösseren Traubenzukäufen oder wichtigen Lohnkelterungen ein Rückstellmuster, welches im Verdachtsfall auf Pflanzenschutzmittel überprüft werden kann. 100 g Trauben bzw. 100 ml Most reichen aus, um eine Analyse durchzuführen.

Ebenso wichtig ist es, die verwendeten Hilfsmittel und Mikroorganismen zu notieren. Da sollte es ausreichen, wenn zum Beispiel während der Ernte alle Rechnungen mit den Losnummern der verwendeten Produkte separat aufbewahrt werden. Auch während einer Abfüllung können die Rechnungen über die Flaschen und Verschlüsse und den eingesetzten Filtermaterialien einem Abfülltag und somit der abgefüllten Weine zugeordnet werden. Eine Selbstkontrolle zu dokumentieren braucht Selbstdisziplin und ist so gut, wie sie eben dokumentiert wird. Lieber ein Mindestmass an Aufwand erwägen, als von vornherein ein perfektes, vielleicht sogar digitalisiertes System aufzubauen, dass nach drei Erntetagen bereits versagt.

Wichtig: Wenn es hart auf hart kommt, muss Selbstkelter*in wissen, was alles in einer abgefüllten Flasche enthalten ist. Hat zur Folge, dass nicht nur das eigene Schaffen dokumentiert ist, sondern auch Lieferanten mit einbezogen werden. Nebst dem Einfordern von Zertifikaten über die Lebensmitteltauglichkeit der gelieferten Produkte, kann dies auch durch Betriebsbesuche, mit anderen Worten einem Audit vor Ort, geschehen.

Bemerkung: Je nach Vollzug, also je nach Kantonschemiker*in, sind die Kontrollen weniger herausfordernd. Nebst den gesetzlichen Vorgaben sind viele Dinge in eigener Verantwortung umzusetzen und somit der eigenen Kreativität überlassen. Wiederholende Arbeiten und Dokumentationen sind leichter mit Checklisten durchzuführen.

Tipp: Damit der eigene, blinde Fleck ab und zu erhellt wird, kann eine externe Kontrolle nützlich sein. Labor Veritas ist tagtäglich in der Getränkeproduktion unterwegs.



Hefebau

Feinhefe ist in den ersten Monaten nach der Gärung ein wunderbarer, unverzichtbarer Oxidationsschutz, gerade für fruchtige Weiss- und Roséweine. Die freie SO_2 schützt nicht zu 100 % vor Oxidation. Phenole können zu Peroxiden oxidieren und so Aromen zerlegen. Ethanol oxidiert zu Acetaldehyd. Die Bitterkeit und Adstringens nimmt mit der Oxidation von flavonoiden Phenolen deutlich zu.

Wichtig: Es braucht nicht viel Feinhefe dafür. Eine opaleszierende Trübung (35 NTU) reicht aus. Nur die Feinhefe in Schwebelage schützt vor Oxidation. Das Aufrühren der Feinhefe möglichst aromaschonend gestalten.

Bemerkung: Die oenologische Nutzung der Feinhefe setzt eine strikte Mostvorklärung (unter 100 NTU bzw. unter 0.5 Gewichtsprozent Trub) voraus. Nur die Hefe nützt, nicht die Trubstoffe aus einer schlechten Mostvorklärung. Das Vermögen, Sauerstoff zu zehren, ist auch vom Hefestamm abhängig.

Enzyme und Bentonite

Enzyme werden zur kurzen Extraktion von Maischen, zur raschen Klärung von Mosten und zur Verbesserung der Filtrierbarkeit von Weinen nach der Gärung eingesetzt. Je nach Anwendung besitzen die eingesetzten Pektinasen unterschiedliche Nebenaktivitäten.

Spezielle Aromaenzyme enthalten nebst ihrer pektolytischen Aktivität Beta-Glucosidasen um traubeneigene Terpene abzuspalten. Aromaenzyme sollten nach Erreichen der gewünschten Wirkung mit Bentonit gestoppt werden, da die behandelten Weine sonst rasch altern.

Enzyme sind Eiweisse (Proteine) und ihre Wirkung ist abhängig von pH-Wert und Temperatur. Unter 14° C wirken oenologische Enzyme sehr langsam, über 40° C denaturieren sie und wirken kaum noch.

Enzyme lassen sich anhand ihrer deklarierten Polygalakturonase-Aktivität (PGNU/g) vergleichen.

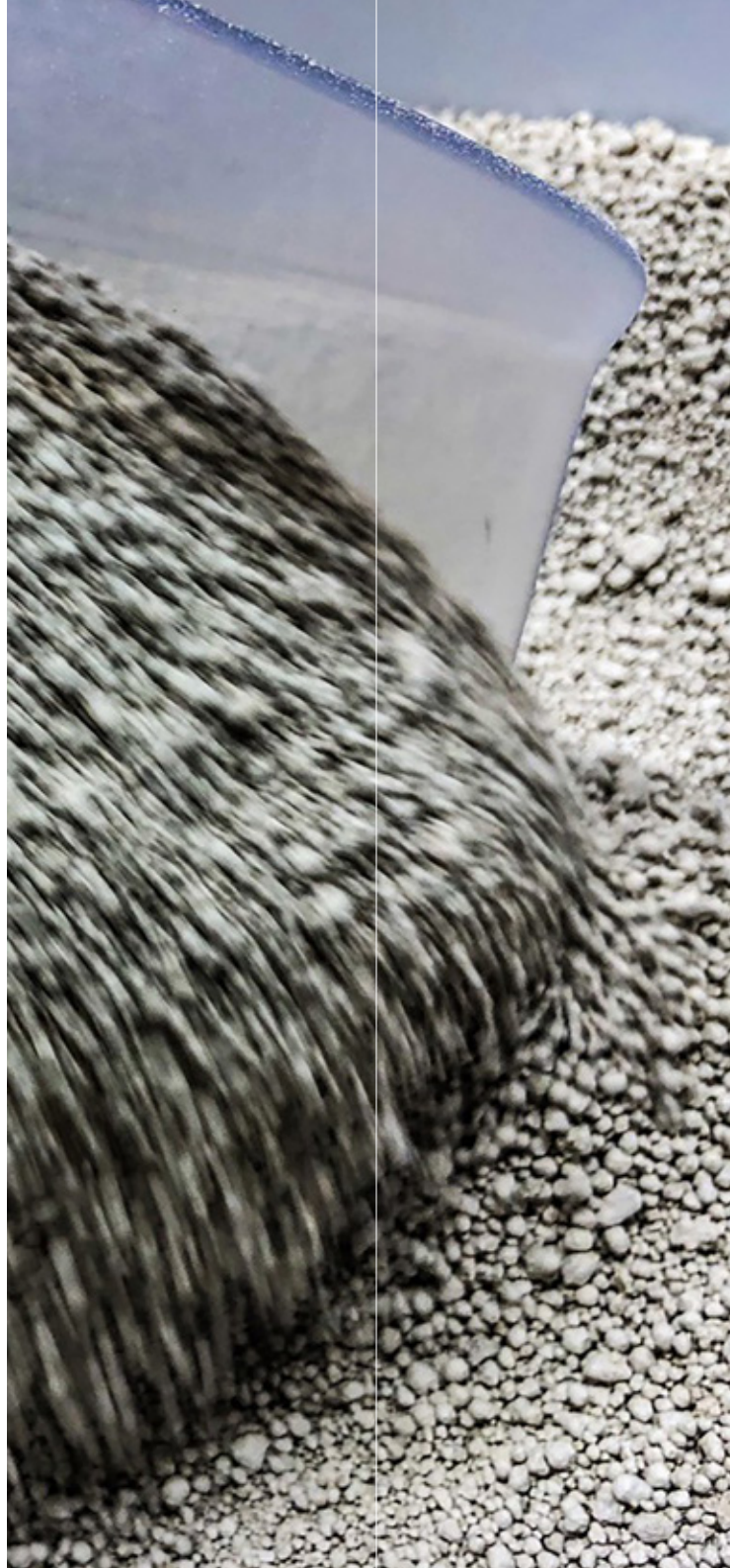
Es gibt Allround-Enzyme wie zum Beispiel das Sihazym WineClear, welche für alle Anwendungen – ausser als Aroma-booster – geeignet sind.

Wichtig:

- Flüssige Enzyme verlieren ihre Wirksamkeit schneller als Granulate.
- Granulierte Enzyme können kurz vor Gebrauch in Wasser / Most / Wein gelöst werden.
- Enzyme werden durch Bentonite adsorbiert und somit irreversibel inaktiviert.
- Kohle vermindert die Enzymaktivität.
- Cinnamyl-Esterase-freie Enzyme sind zu bevorzugen.
- Enzyme bei 4 bis 6° C trocken lagern.

Bemerkungen: Der Pektintest ist eine einfache und zuverlässige Technik zur Kontrolle des Pektinabbaus in Traubenmosten. Hierzu werden in einem Reagenzglas 5 ml Traubenmost mit 5 ml 96 % Alkohol (Ethanol) vermischt. Das Reagenzglas wird zweimal um 180° gedreht und nach 10 bis 15 Minuten kann die Auswertung erfolgen.

- Gallertartige Ausfällungen und kleine Luftblasenbildung: nicht vollständig abgebaut.
- Keine Trübungen und Luftblasenbildung: vollständig abgebaut.



Ausgewählte Bentonite dienen der Eiweissstabilisierung von Mosten und Weinen. Im Most verringern Bentonite den Gehalt an Vitamin B1 (Thiamin) und inaktivieren Enzyme. Die Klärwirkung durch Sedimentation von Mosten ist eher bescheiden. Bentonite absorbieren Aromen, welche an Proteine gebunden sind.

Warum nicht das Bentonit erst gegen Ende der Gärung einsetzen, wenn es wirklich nötig ist? Der Bedarf ist im Vergleich zu einer Mostschönung niedriger.

Es gibt Allrounder-Bentonite mit breitem pH-Wirk-Spektrum, welche in allen Stadien verwendet werden können.

Wichtig:

- Jegliche Bentonite – auch solche, die eigentlich direkt angewendet werden könnten – sind mit Wasser ge-quellt effektiver. Die Aufwandmenge vermindert sich dadurch drastisch.
- Je tiefer die Temperatur, desto schlechter ist die Wirkung.
- Je höher der pH-Wert, desto schlechter wirkt Bentonit.
- Reine Na- sowie Na-Ca-Bentonite sind erlaubt.
- Nur eisenarme Bentonite verwenden.
- Unterschiede zwischen Bentoniten werden in der Praxis überbewertet. Die Anwendungsbedingungen sind mindestens genau so wichtig wie das Bentonit als solches.
- Wird im fertigen Wein mit Bentonit geschönt, kann nach wenigen Stunden nach der Behandlung die Wirkung mit einem Bentotest oder Wärmetest kontrolliert werden. Bei Bedarf nachdosieren.
- Bentonite trocken und gut verschlossen lagern. Sie nehmen sehr schnell Gerüche auf.
- Vorsicht beim Einbringen im Wein. Kalte, turbulente Oberflächen nehmen sehr gut Sauerstoff auf.

Wärmetest im klaren Wein:

Während 4 Stunden bei 80° C wirken lassen.

Mit Nephelometer: NTU < 5 = stabil

Visuell: Opaleszierend → grad so in Ordnung

Flockenbildung → Bentonitbedarf

Bemerkung: Bentonit kann auch für Geruchsfallen eingesetzt werden, um muffige Orte zu bewerten.

Fût alors

Weine in Barriquen oder grösseren Holzgebinden zu vinifizieren ist komplexer als oft gedacht. Es beginnt bereits mit der Frage: Für welche Kundschaft produziere ich welchen Weintyp? Wenn die Zielsetzung die Aromatisierung oder das willkürliche Einbringen von Tanninen beinhaltet, geht es mit Holzalternativen verschiedener Arten und Formen aus mehr oder weniger seriösen Quellen günstiger, einfacher und schneller. Ebenso sei an dieser Stelle erwähnt, dass es Menschengenerationen brauchte, um den für die Holzgebände nötigen Rohstoff heranwachsen zu lassen. Die kunstvolle Fertigung verlangt verstandenes Handwerk und Zeit.

Ansprüche an die Weine:

- Je kleiner das Holzgebäude, desto grösser ist der Einfluss von Sauerstoff, Holz und Röstaromen.
- Je unreifer die «Weingerbstoffe», desto mehr Sauerstoff braucht es, um diese zu «verarbeiten».
- Bittere Gerbstoffe reduzieren sich durch den Holz- und Sauerstoffkontakt kaum.
- Sollen die Röstaromen dezent neben der Frucht des Weines zur Geltung kommen oder irgend etwas maskieren?
- Es braucht für den Barriqueausbau von Rotweinen mindestens einen Gesamtphenolgehalt von 2 500 mg/L (in mg/L Catechine ausgedrückt).
- Schwebende Hefen schützen vor allem Weissweine vor Sauerstoff.
- Weine mit einem pH-Wert unter 3.6 sind mikrobiell stabiler. Auch unerwünschte Mikroorganismen ernähren sich gerne von Wein- und Holzinhaltsstoffen. Deshalb sollte die freie schwefelige Säure zwischen 25 und 35 mg/L eingestellt und gehalten werden. Wenn der pH-Wert über 3.6 liegt, ist ein Ausbau im Holz zu hinterfragen, da die SO₂ alleine kein genügender Schutz gegen ungewollte Mikroorganismen darstellt.
- Weine konzentrieren sich im Holzgebäude durch Wasserverdunstung auf und nehmen dadurch im Alkoholgehalt zu.

Ansprüche ans Holz:

Gespaltenes Mondholz, mit feinen Jahresringen, welches mindestens 24 Monate bis höchstens 36 Monate gelagert wurde, ergibt hochwertige Holzgebäude. Je nach Waldherkunft sind Unterschiede im Aromaprofil und der Gerbstoffmenge und -qualität zu erwarten.



Wie trocknet der Tonnelier das Holz? Es gibt einen klaren Unterschied zwischen der Lagerung auf der Palette und in der Form eines Cheminée. Im Cheminée wird das Holz effektiver extrahiert und getrocknet. Wie oft wurde die Palette umgeschichtet? Nicht zu vergessen sind die durchschnittlichen Niederschläge und Sonnenstunden am Lagerstandort. Sind in der Nähe des Lagerplatzes Quellen, die das Holz kontaminieren können?

Je nach Anwendung, z.B. für den Ausbau von Schnaps und Essig, gibt es neben Eichenholz auch Hölzer aus Esche, Kirsche, Maulbeere, Kastanie und Akazie. Der gezielte Einsatz amerikanischer Eiche kann die Komplexität erhöhen.

Ansprüche an den Tonnelier:

Wünschenswert sind weindichte Gebinde ohne Brüche und Brandblasen und von Charge zu Charge die gleiche Qualität aufweisend.

TCA-Analysen vom fertigen Gebinde sind empfehlenswert. TCA (TriChlorAnisol) verursacht den typischen Korkgeschmack und entsteht durch die Behandlung mit chlorhaltigem Wasser. Produktions- und Lagerorte können auch mit Anisolen wie TCA, TCP, TBP, TBA TeCA und PCA belastet sein.

Wie wurde das Holz thermisch behandelt?

- Aufheizen mit Feuer oder Dampf oder Heisswasser?
- Endbehandlung mit Feuer oder Dampf oder Heisswasser?
- Wie lange und bei welcher Temperatur wurde getoastet?
 - 140 – 160°C (leichte Toastung)
 - 180 – 200°C (mittlere Toastung)
 - 220 – 260°C (starke Toastung)
- Sind die Deckel thermisch behandelt oder roh?

Je weniger Extraktion und Aromaumwandlung durch Hitze und direktes Feuer stattgefunden haben, desto mehr Holzgerbstoffe wirken auf den Wein ein. «Rohe» Holzgerbstoffe können das Weinprofil auch positiv beeinflussen.

→ Fortsetzung auf Seite 49



Fortsetzung: Fût alors

Es gibt Reifen aus Edelstahl für sehr feuchte Lagerstandorte. Eine lustige Farbe schützt den verzinkten Stahl ebenso. Haselholz oder Plastikalternativen dienen heutzutage eher als Deko und weniger als Reifenschutz. Ein zusätzliches Loch auf der Seite (Broquereau) ist super nützlich für den pumpenfreien Umzug und für die Reinigung.

Die Daubendicke ergibt sich durch die gewünschte Gebindegrösse.

Ansprüche an den Praktiker:

Der Ausbau in Barriquen und Grossholzfässern unterstützt die Idee des kontrollierten Nichtstuns. Nicht zu verwechseln mit einem unkontrollierten Blindflug. Gut verschlossene Gebinde müssen nicht ständig aufgefüllt werden. Nach einer Probeentnahme sollte jedoch aufgefüllt werden. Diese darf selbstverständlich regelmässig erfolgen.

Spannend und zugleich komplex ist die Kombination folgender Optionen:

- Ausbauzeit
- Temperatur (möglichst unter 17°C)
- Luftfeuchtigkeit (um die 70%)
- Gebindegrösse
- Holzwahl
- Röstungsgrad
- Redoxreaktionen

Ein wichtiges Augenmerk ist auf die Hygiene gerichtet. Jährlich sollten alle Beläge und Biofilme rigoros entfernt werden. Nasskonservierte Fässer bleiben länger stabil und trocknen nicht aus. Hierfür wird das Wasser mit Weinsäure auf einen pH-Wert von 3.3 eingestellt. Je nach Wasserhärte braucht es dafür ca. 1 g/L Weinsäure. 25 bis 35 mg/L schwefelige Säure bieten einen guten mikrobiellen Schutz. Von Zeit zu Zeit den pH wie auch die freie SO_2 messen und nachjustieren.

- Vor der Befüllung des Holzgebundes darf dieses mit Wasser gespült werden.
- Das Befüllen und vor allem die Entleerung so umsetzen, dass möglichst wenig Sauerstoff ein- und Aromen ausgetragen werden.
- Gebrauchte Barriquen lassen vielleicht weniger Sauerstoff in den Wein eindringen, der Schutz durch bereits extrahierte Ellagttannine ist dafür geringer.
- Prophylaktisch können Chitosane wie NoBrettInside den Wein vor Brett-Aktivitäten schützen.
- Ein Schimmelpilzbefall ist unbedingt zu vermeiden.
- Die Kontrolle der Mikrobiologie durch ein spezialisiertes Labor gibt Sicherheit.

Quellen und weiterführende Literatur:

- «Traité d'oenologie, 2. Chimie du vin, Stabilisation et traitements», Ribéreau-Gayon et al., 1998, ISBN: 2 10 003948 2
- «Neuanschaffung einer Weinpresse», Bernhard Schandelmaier, Das Deutsche Weinmagazin, Nr. 5, 14.3.2015
- «Optimierung der Haltbarkeit und Aromastabilität fruchtiger Weissweine», Volker Schneider, Geisenheimer Berichte Band 85, Gesellschaft zur Förderung der Hochschule Geisenheim, 2017
- «Sichere Gärführung», Manfred Grossmann, Judith Muno-Bender, Verlag Eugen Ulmer KG, Stuttgart, 2014
- «Technologie des Weines», Jochen Hamatschek, Verlag Eugen Ulmer KG, Stuttgart, 2015
- «Nur Stickstoff in Form von Ammonium?», Dr. Ilona Schneider, Das Deutsche Weinmagazin, Nr. 19, 17.9.2016
- «Die richtige Hefeernährung» von Johannes Burkert, Das Deutsche Weinmagazin Nr. 16/17, 19.8.2023
- «Pumpeneinsatz in Kellereibetrieben», Dr. Dietrich Marbé-Sans, Das Deutsche Weinmagazin, Nr. 21, 24.10.2015
- «Pumpen in der Kellerwirtschaft», Heinz Trogus und Georg Kaufmann, KTBL Arbeitsblatt, Der Deutsche Weinbau, 25–26, 9.9.1988
- «Masterplan zur Temperatursteuerung», Bernhard Schandelmaier, Das Deutsche Weinmagazin, Nr. 12, 12.6.2021
- «Optimierte Gärtemperatur zur Steigerung der Energieeffizienz» von Magali Blanc, Der Winzer, 03/2026
- «Temperatur des Lesegutes im Auge behalten», Bernhard Degünther, Das Deutsche Weinmagazin, Nr. 14, 10.7.2021
- «Bedeutung der Lagertemperatur für die Haltbarkeit von Weisswein», Volker Schneider, Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau (Die Rote)
- «pH-Wert», Wolfram Börker, Das Deutsche Weinmagazin, Nr. 16/17, 27.8.2011
- «Über vermeintlich und tatsächlich hohe pH-Werte und den pH-Fetischismus», Volker Schneider, Die Winzer-Zeitschrift, September 2022
- «Einfluss keller technischer Massnahmen auf biogene Amine in Wein», Antonie Binner et al., Mitteilungen Klosterneuburg 63 (2013): 139–158
- «Einfluss der Reife auf die Phenolextraktion», Prof. Domink Durner, Das Deutsche Weinmagazin, Nr. 16/17, 25.8.2018
- «Tanninmanagement und Redoxführung in Rotweinen», Volker Schneider, Geisenheimer Berichte Band 89, Gesellschaft zur Förderung der Hochschule Geisenheim, 2018
- «Alles Pinot noir», Bernd Weik, Das Deutsche Weinmagazin, Nr. 16/17, 29.8.2015
- «Sicherheit geht vor», Das Deutsche Weinmagazin, Nr. 22, 7.11.2015
- «Weinsäure ist nicht gleich Säure im Wein», Dr. Ramón Heidinger, Das Deutsche Weinmagazin, Nr. 1/2, 14.1.2023
- «Optimierung des BSA», Volker Schneider, Der Winzer, 9/2010



- «Aromamigration aus Dichtungen», Dr. Maximilian Freund und Johann Seckler, Das Deutsche Weinmagazin, Nr. 3, 2022
- «Kellerton oder Korkgeschmack?», Horst Rudy, Das Deutsche Weinmagazin, Nr. 3, 2010
- «Nicht nur sauber, sondern rein», Ulrich Hamm, Wolfram Börker, Michael Lipps, Das Deutsche Weinmagazin, Nr. 21, 2009
- «Lagerung gefährlicher Stoffe – Leitfaden für die Praxis», 3. überarbeitete Auflage 2018, herausgegeben von den Kantonen der Nordwestschweiz (AG, BE, BL, BS, SO), den Kantonen TG und ZH sowie der Gebäudeversicherung Kanton Zürich (GVZ)
- «Untersuchungen zum Auftreten dumpfmuffiger Fehltöne im Wein», Volker Schaefer, Geisenheimer Berichte, Band 74, 2014
- «Mostoxidation unter besonderer Berücksichtigung der Flotation», Volker Schneider, Önologisches Kompendium No. 3 – III./2002
- «Schwefeldioxid in der Weinbereitung», Bernhard Schandelmaier, Das Deutsche Weinmagazin, Nr. 14, 2015
- «Wine Microbiology», Fugelsang und Edwards, Springer Verlag, 2007
- «Schwefeldioxidreduktion im Wein durch Kontrolle der Carbonylverbindungen», Prof. Dr. Ramón Mira de Orduña Heidinger et al., Deutsches Weinbau-Jahrbuch 2016 (67. Jahrgang), Verlag Eugen Ulmer
- «Leitlinie für gute Verfahrenspraxis in der Weinherstellung» (LGVP Wein), vom BLV genehmigte Version, 10.1.2023, corrigée le 15.5.2023
- «Sauerstoff im Weisswein und oxidative Alterung», Volker Schneider, schneider-oenologie.de
- Technische Informationen von Eaton über Sihazyme und Siha Puranit.
- «Mitvergoren – Mitgewonnen!», von Johannes Burkert et al., Das deutsche Weinmagazin Nr. 16/17, 25. August 2012
- «Säuremanagement in Most und Wein», Volker Schneider, Geisenheimer Berichte Band 81, Gesellschaft zur Förderung der Hochschule Geisenheim, Geisenheim, 2016
- «Getränke Analytik», Hans Tanner, Hans Rudolf Brunner, Verlag Heller Chemie- und Verwaltungsgesellschaft mbH, Schwäbisch Hall, 2. Auflage, 1987
- «Mikrobiologie des Weines», Helmut Hans Dittrich, Manfred Grossmann, Verlag Eugen Ulmer KG, Stuttgart, 4. Auflage, 2010
- «Mikroskopische Beurteilung von Weinen und Fruchtsäften in der Praxis», Hans R. Lüthi, Ulrich Vetsch, Verlag Heller Chemie- und Verwaltungsgesellschaft mbH, Schwäbisch Hall, 2. Auflage, 1992
- «Der Mythos «Molekulares SO₂», Ramón Heidinger, Das deutsche Weinmagazin, Nr. 25, 10.12.2022
- «Önologie der Weissweine – Optimierung von Haltbarkeit und Aromastabilität», von Volker Schneider, Tredition Ahrensburg, ISBN 978-3-384-63021-6
- «Von der Daube bis hin zum Fass» von Bernhard Schandelmaier, Das Deutsche Weinmagazin, Nr. 13, 1.7.2017

Hinweis: Die aufgeführten Quellen können unter info@oenoservice.ch angefragt werden.

Impressum:

Oenoservice Hänzi GmbH
Michael Hänzi
Benkenstrasse 254
4108 Witterswil
info@oenoservice.ch

Fotos: Jolanda Baumann, [instagram.com/jolandabaumann.ch](https://www.instagram.com/jolandabaumann.ch)
Gestaltung: Büro Format, [bueroformat.ch](https://www.bueroformat.ch)
Druck: Druckerei Lutz, [druckereilutz.ch](https://www.druckereilutz.ch)

gedruckt auf «Genesis blauer Engel»,
FSC Recycled Credit – SQS-COC-100123

