

## Reaktivierung stockender Gärungen

*Gärstörungen sind eine weltweite Realität. Sie erschweren nicht nur die Herstellung trockener Weine, sondern bergen auch ein erhebliches mikrobiologisches Risiko in sich. Ist die Gärung vorzeitig zum Abbruch gekommen, erfordert ein erneuter Gärstart viel Arbeit, Umsicht und Geduld. Volker Schneider, Bingen, behandelt einige zentrale Fragen zur Reaktivierung stockender Gärungen.*

Die Gründe für einen vorzeitigen Gärabbruch können vielschichtig und komplex sein. Es kann sich um einen Mangel an Hefe-verwertbarem Stickstoff oder Sterolen handeln, um zu hohe, zu niedrige oder stark schwankende Temperaturen, um eine Übersättigung mit Kohlensäure bis in den toxischen Bereich hinein, um Spritzmittelrückstände oder schlechthin um eine ungeeignete Hefe. In der Praxis kommen oftmals mehrere Effekte zum Tragen und addieren sich synergistisch, so dass die Analyse der Ursachen nicht immer leicht ist.

In kühlen Anbaugebieten und bei spätreifen Sorten kann der Kältestress ein ausschlaggebender Faktor werden. Bei Temperaturen unter 8-10°C ist von den meisten Hefestämmen keine wesentliche Gäraktivität mehr zu erwarten. Andererseits häufen sich Fälle, in denen ein spontaner biologischer Säureabbau (BSA) einsetzt, nachdem die Hefe aufgrund zu niedriger Temperaturen längst ihre Aktivität eingestellt hat.

### Flüchtige Säure durch Gärprobleme

Die Gefahr einer unkontrolliert einsetzenden Bakterienaktivität im noch restsüßen Wein ist das eigentliche Problem schleppender oder steckengebliebener Gärungen. Die zwischenzeitlich aus der Autolyse der Hefe anfallenden Produkte stellen ein ideales Nährmedium für Bakterien dar. Dadurch können diese auch unter ansonsten widrigen Bedingungen wie niedrige Temperatur und niedriger pH-Wert zum Wachstum kommen. Heterofermentative Stämme säureabbauender Bakterien sind in der Lage, auf anaerobem Weg Glucose zu Essigsäure abzubauen. Da in schleppend ausgärenden Weinen noch genügend Glucose vorliegt, ist die Bildung erhöhter Gehalte an flüchtiger Säure eine häufige Konsequenz. Es hängt im wesentlichen von dem zur Dominanz kommenden Bakterienstamm und dem momentanen Redoxpotenzial ab, ob ein im restsüßen Wein einsetzender BSA im Einzelfall tatsächlich zur Bildung flüchtiger Säure führt.

Die überwiegende Mehrzahl der durch flüchtige Säure verdorbenen Weine hat ihre Ursache in dem Zusammentreffen von unvollständiger Endvergärung und spontanem BSA. Die Wahrscheinlichkeit eines solchen Zusammentreffens nimmt zu in dem Maß, wie a) der einzelne Keller durch defizitäre hygienische Maßnahmen zunehmend mit betriebsspezifischen "wilden" Bakterienpopulationen besiedelt wird, und b) die alkoholische Gärung durch erschwerte Rahmenbedingungen verzögert wird. Deshalb kann es allein aus mikrobiologischen Gründen ratsam werden, die Gärung innerhalb einer akzeptablen Zeitspanne zu Ende zu führen (1).

### Überwachung des Gärverlaufs

Eine Gärung kann als schleppend bezeichnet werden, wenn die tägliche Abnahme des scheinbaren Mostgewichtes weniger als 2° Oechsle oder die des Zuckers weniger als 5 g/l beträgt. Solche Gärungen müssen in Hinblick auf die Bildung flüchtiger Säure überwacht werden, wobei in Abhängigkeit von der spezifischen betrieblichen Erfahrung die Überwachung mehr oder weniger intensiv sein muß. Der Zusatz von Hefenährstoffen wie Gärsalz oder Hefezellrinde fördert in dieser Phase mehr die Aktivität von Bakterien als die der Hefe. Effizienter sind ein belüftendes Umpumpen unter Abstich von der Depothefe und eine Korrektur der Temperatur auf 20°C. Die Wirksamkeit eines solchen Vorgehens kann vorab anhand einer bei Raumtemperatur aufbewahrten Probe beurteilt werden.

Ist die Gärung selbst durch Erwärmung auf 20°C nicht innerhalb von ein bis zwei Tagen wieder in Gang zu bringen, leidet die Hefe an einer irreversiblen Erschöpfung. Da sie jedoch nicht tot ist, sind mikroskopische Untersuchungen in Verbindung mit den klassischen Färbetests zur Unterscheidung zwischen lebenden und toten Zellen wenig aufschlußreich. Es liegt vielmehr eine Inaktivierung von einigen für die Gärung essentiellen Funktionen des Stoffwechsels vor, die die Mechanismen des Zuckertrans-

ports durch die Zellmembran ins Zellinnere betreffen. Man spricht von einem biochemischen Status der Hefe, in dem sie nicht mehr gärfähig ist.

Eine zur völligen Inaktivität gekommene Hefe spricht auf Stimuli in Form von Nährstoffen nicht mehr an. Gärfördernde Maßnahmen wirken nur auf junge Hefe, deren biochemischer Status noch nicht festgeschrieben ist. Nach einer irreversiblen Schädigung der Stoffwechselwege ist sie nicht mehr in der Lage, derartige Stimuli physiologisch umzusetzen. Deshalb müssen alle Versuche zur Reaktivierung steckengebliebener Gärungen durch Zufuhr von Stickstoff, Sauerstoff oder Hefezellrinde zwangsläufig fehlschlagen, solange nicht noch ein gewisser Anteil der Hefe aktiv und regenerierfähig ist. Nachdem eine Gärung zum absoluten Stillstand gekommen ist, kann sie nur durch ein Beimpfen mit neuer Hefe reaktiviert werden.

Zur Beimpfung kann das frische Hefegeläger eines anderen Weines verwendet werden, der reibungslos durchgegoren ist. Dieses Vorgehen hat den Vorteil, dass die Hefe bereits an den Alkohol adaptiert ist und man gleichzeitig mit einer hohen Zellzahl die Beimpfung durchführt. Die Grenzen des Verfahrens liegen in der Verfügbarkeit einer geeigneten Hefe zum richtigen Zeitpunkt. Aus diesem Grund wird die Praxis immer wieder mit der Notwendigkeit eines erneuten Beimpfens mit frischer Reinzuchtheife konfrontiert.

### **Glucophilie und Kältestress**

Die zur Reaktivierung eingesetzte Hefe findet erschwerte Gärbedingungen vor. Zunächst muß sie sich an den bereits vorliegenden Alkohol adaptieren. Da die verfügbaren Nährstoffe bereits weitgehend von der ersten Hefe aufgebraucht wurden, findet nur eine geringfügige Vermehrung statt mit der Folge, dass die Vergärung von wenigen Zellen durchgeführt werden muß. Darüber hinaus stellt sich in der Praxis häufig ein Temperaturproblem, welches die Hefe einem Kältestress aussetzt.

Ein zusätzliches Hemmnis bei der Umgärung solcher Weine geht von ihrem Glucose-Fructose-Verhältnis aus, das je nach Restzuckergehalt in einem Bereich um 1:10 schwankt. Die meisten Hefen sind glucophil, das heißt, sie vergären bevorzugt Glucose. Die Anwesenheit von Glucose ist Voraussetzung für die Vergärung von Fructose. Nach einem vorzeitigen Gärostopp ist die Glucose weitgehend aufgebraucht, und der verbliebene Restzucker besteht überwiegend aus Fructose. Bei einem Restzuckergehalt von 10-20 g/l ist ein Glucoseanteil von ca. 10 % zu erwarten.

Durch Zusatz von Glucose, zum Beispiel in Form von Saccharose, kann das Glucose-Fructose-Verhältnis korrigiert und damit die Gärfähigkeit verbessert werden (2). Die weinrechtlichen Vorgaben schließen jedoch eine Anreicherung in vielen Fällen sowie eine zweite Anreicherung grundsätzlich aus. Deshalb gewinnt die Suche nach Hefen an Interesse, die eine hohe Fructophilie aufweisen bzw. Fructose auch in Anwesenheit geringer Mengen Glucose zu vergären vermögen. Solche Stämme wurden innerhalb der Gattung *Candida stellata* gefunden (3). Züchtung, Vermarktung und Praxiserfahrungen mit diesen Hefen stehen zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch aus.

Glucophilie, Kältestress und weitere hemmende Faktoren bei der Umgärung steckengebliebener Weine führen zu der Frage, unter welchen Bedingungen und mit welchen Hefen aus dem bestehenden Angebot des Marktes eine erneute Beimpfung erfolgversprechend ist.

### **Durchgären abhängig von der Hefe**

Bereits bei einem Glucose-Fructose-Verhältnis von 1:1, wie es in frischen Mosten vorliegt, weisen einzelne Hefestämme ein stark differierendes Gärverhalten in Hinblick auf den Endvergärungsgrad auf. Abbildung 1 zeigt den Restzucker nach der Vergärung zweiter Traubensäfte mit 18 handelsüblichen Hefepreparaten (A, B...R) bei 20°C, wobei als erschwerende Faktoren ein geringer Gehalt an Hefewertbarem Stickstoff (140 bzw. 170 mg/l N) und das vollständige Fehlen einer inneren Oberfläche (Filtration) hinzutreten. Durch Zugabe von Ammoniumstickstoff in Form von 30 g/l Gärnsalz konnte der verbleibende Restzucker um durchschnittlich 33 % gemindert werden, wobei die einzelnen Hefen mit 4 bis 75 % weniger Restzucker unterschiedlich stark auf die zusätzliche Stickstoffgabe ansprachen. Einige der Hefen zeigen ernsthafte Schwierigkeiten, unter den Bedingungen eines gängigen Mostes eine reibungslose Endvergärung durchzuführen (4).

### **Temperatur entscheidend bei Neubeimpfung**

Von den 18 Hefen wurden vier (G, H, I und K) ausgewählt und ihre Eignung zur Durchgärung steckengebliebener Weine geprüft. Zwei von ihnen werden u.a. unter dem Aspekt ihres guten Durchgärvermögens und eine unter Betonung ihrer Kälteresistenz vermarktet. Diese Hefen wurden in der zehnfachen Menge eines sterilen Wein-Most-Gemisches (1:1) bei 38°C aufgelöst und unter langsamer Abkühlung während einer Stunde rehydratisiert. Mit ihnen wurde zu je 40 g/hl ein steriler Wein beimpft. Der Wein enthielt 22 g/l Restzucker, bestehend aus 20 g/l Glucose und 2 g/l Fructose, sowie 11,5 % Alkohol und keine freie schweflige Säure. Von jedem Gäransatz wurden eine zusätzliche Varianten durch Zusatz von 40 g/hl eines kombinierten Hefenährstoffpräparates hergestellt, welches Gär Salz, Thiamin und Hefezellrinde enthielt. Die Vergärung wurde jeweils bei 10, 15 und 22°C durchgeführt und nach Ablauf von 28 Tagen der Restzucker bestimmt.

Aus Abbildung 2 geht hervor, dass für den typischen Fall der Umgärung steckengebliebener Weine sowohl die zur Neubeimpfung eingesetzte Hefe als auch die Gärtemperatur gleichermaßen entscheidend sind. Bei einem Glucose-Fructose-Verhältnis von nur 1:10 waren bei 22°C alle vier Hefen in der Lage, innerhalb von vier Wochen den Restzucker bis auf weniger als 2 g/l zu vergären. Bei den niedrigeren Temperaturen von 10 und 15°C, wie sie nach einer Neubeimpfung in der Praxis häufig anzutreffen sind, zeigte nur noch eine Hefe - K - eine zufriedenstellende Leistung, während die anderen drei Hefen schlechthin versagten. Die gleiche Tendenz zeigte sich bei der Vergärung anderer Restzuckergehalte mit ähnlichem Glucose-Fructose-Verhältnis. Die zusätzliche Versorgung mit dem kombinierten Hefenährstoffpräparat erbrachte keinen statistisch abgesicherten Effekt.

Es ist eine deutliche Interaktion zwischen Hefe und Temperatur sichtbar. Die Gärleistung der Hefen ist stark von der Temperatur abhängig. Bei 22°C tritt der Aspekt der Glucophilie offensichtlich in den Hintergrund. Die in der Kälte effiziente Hefe K gehört zur Gattung von *Saccharomyces bayanus* und wird überwiegend zur Sektbereitung eingesetzt. Solche Stämme werden als schlechte Vergärer von überschüssiger Fructose angesehen (2), ohne dass dieses Charakteristikum unter dem Blickwinkel vorliegender Ergebnisse verallgemeinert werden kann.

### **Gäransatz zur Neubeimpfung**

Auf Grund der widrigen Gärbedingungen sollte zur Neubeimpfung steckengebliebener Weine die Hefe in einer Dosage von 40-50 g/hl zur Anwendung kommen. Es ist sinnvoll, sie durch einen Gäransatz nach und nach an den bereits vorliegenden Alkoholgehalt heranzuführen. Ein solcher Ansatz wird bereitet, indem man die Reinzuchtheife in der zehnfachen Menge eines 35-38°C warmen Gemisches (1:1) aus dem betreffenden Wein und Wasser auflöst, das zusätzlich mit ca. 50 g/l Zucker oder einer äquivalenten Menge Süßreserve versetzt wird. Nach einem Tag Standzeit wird das abgekühlte Volumen des Ansatzes durch Zusatz des gleichen Weins unter Belüftung verdoppelt. Dieses Vorgehen wird während ein bis zwei weiteren Tagen wiederholt, bis man schließlich einen gärenden Ansatz von ca. 10 % der Gesamtmenge erhält, mit dem man beimpft. Beim Verschnitt mit dem Gärgebilde sollte kein Temperaturschock von mehr als 10°C auftreten.

Der Zusatz einer nur vorgequollenen, jedoch nicht adaptierten Hefe führt zum Absterben des größten Teils der Zellen durch Alkoholschock. Da der Wein durch sein Steckenbleiben bereits bewiesen hat, dass er schwer zu vergären ist, sollte die Hefeaktivität im Rahmen des Möglichen durch eine Korrektur der Temperatur auf ca. 20°C unterstützt werden.

### **Abstich und Killer-Effekt**

Das alte Hefegeläger ist gärungstechnisch unbrauchbar, neigt zur Autolyse und fördert das Wachstum von Milchsäurebakterien. Vor der Neubeimpfung sollte es daher durch Abstich entfernt werden. Eine Filtration ist soweit nicht notwendig. Mehr Sicherheit gibt eine Analyse des Säurespektrums. Ist die Milchsäure bereits höher als 0,8 g/l bzw. die flüchtige Säure höher als 0,4 g/l, liegt der Verdacht einer Bakterienaktivität im gesamten Gebindeinhalt nahe. In diesem Fall empfiehlt sich eine Filtration, um dem bakteriellen Verderb des noch restsüßen Weins zuvorzukommen.

Hefe können Toxine ausscheiden, die das Absterben anderer Hefen auslösen. Dieses Phänomen nennt man Killer-Effekt. Eine solche Inkompatibilität zwischen verschiedenen Hefestämmen könnte man vermeiden, indem man die Zweitbeimpfung mit der gleichen Hefe wie die Erstbeimpfung durchführt. Dieses Vorgehen birgt aber das Risiko in sich, dass die Hefe, die bereits während der ersten Gärung versagt

hat, auch nach einer Neubeimpfung scheitert. Deshalb sollte die zweite Gärung mit einer anderen Hefe eingeleitet werden.

Bei den Killer-Toxinen handelt es sich um niedermolekulare Proteine, die durch Bentonit inaktiviert werden können. Eine Dosage von 100 g/hl Bentonit in Verbindung mit der Neubeimpfung erlaubt, mögliche Killer-Effekte auszuschalten (5).

### **Zusammenfassung**

Schleppende und stockende Gärungen können zum bakteriellen Verderb durch flüchtige Säure führen, wenn ein spontaner BSA im noch restsüßen Wein einsetzt. Zur Beschleunigung schleppender Endvergärungen sind nur eine Erwärmung auf 20°C und ein belüftendes Umpumpen sinnvoll. Mißerfolg dieser Maßnahme oder völliger Gärstillstand erfordern eine erneute Beimpfung mit einer anderen, adaptierten Hefe unter Abtrennung der alten Hefe. Die Glucophilie der meisten Hefen bei der Vergärung des überwiegend aus Fructose bestehenden Restzuckers ist ein Hemmnis, das durch eine Erwärmung auf 20-22°C überwunden werden kann. Nur wenige Hefen sind in der Lage, den nach einem Gärstopp verbleibenden Restzucker bei niedrigeren Temperaturen zu vergären.

### **Literatur**

1. Schneider V.: Essigstich: Alter Fehler-neue Ursachen. Das Deutsche Weinmagazin 2, 2000, 12-14.
2. Gafner J., Schütz M.: Impact of glucose-fructose-ratio on stuck fermentations: Practical experiences to restart stuck fermentations. In: The composition of musts, influence on stuck fermentations. Les entretiens scientifiques Lallemand, 5, Lallemand S.A., Toulouse 1997, 93-96.
3. Gafner J. et al.: Selektion und Einsatz von fructophilen Weinhefen zur Behebung von Gärstockungen. In: Tagungsband 6. Int. Symposium Innovationen in der Kellerwirtschaft, Intervitis-Interfructa 2001, 201-208.
4. Rosi I., Bertuccioli M., Picchi M., Fia G.: Behavior of 36 strains of *Saccharomyces cerevisiae* at 15°C fermentations. In: Inoculation rate and nutritional aspects. Les entretiens scientifiques Lallemand, 8, Lallemand S.A., Toulouse 2001, 63-70.
5. Barre P.: Le facteur killer. In: Les acquisitions récentes en microbiologie du vin, B. Donèche (Coord.), Lavoisier Tec & Doc, Paris 1992, 63-69.