

Einfluss der Mikroflora auf die Weinqualität

Prof. Dr. Jürg Gafner, Mikrobiologie Forschung, Agroscope FAW Wädenswil, Schloss, Postfach 185, 8820 Wädenswil, juerg.gafner@faw.admin.ch

Der Einfluss der Mikroflora auf die Weinqualität ist immer von grosser Bedeutung, egal, ob eine spontane alkoholische Gärung mit anschliessendem spontanen biologischen Säureabbau, eine alkoholische Gärung mit Reinzuchthefen oder ein biologischer Säureabbau mit Starterkulturen durchgeführt wird. Die Mikroorganismen - sowohl Hefen als auch Bakterien - sind schon im Rebberg auf den Rebstöcken, den Trauben und später im Traubenmost vorhanden. Die Mikroorganismen-Population im Rebberg ist von Jahr zu Jahr sehr unterschiedlich je nach den klimatischen Verhältnissen während der Vegetationsperiode der Rebe. Unsere Untersuchungen über den Zeitraum von 15 Jahren haben gezeigt, dass der Hauptanteil der Mikroflora im Traubensaft und später im Wein mit den eingebrachten Trauben in den Keller kommt. Die Mikroflora im Keller sowohl in den Gärgebunden als auch auf den Kellerwerkzeugen spielt wenn überhaupt - eine untergeordnete Rolle in der Weinbereitung. Die Kenntnis der Zusammensetzung der in den Keller gebrachten Mikroflora ist für die Praxis wichtig, egal, ob eine induzierte alkoholische Gärung oder eine Spontangärung durchgeführt wird. In jedem Fall muss die unerwünschte Mikroflora von den erwünschten Mikroflora verdrängt werden. In diesem Artikel werde die Bedingungen aufgezeigt, bei denen sich die erwünschten Hefen und Bakterien für die Weinbereitung durchsetzen.

Zusammensetzung der Hefen auf den Trauben

Die Natur will es so, dass sich auf dem Rebstock und den Trauben im Rebberg sowohl erwünschte als auch unerwünschte Mikroorganismen entwickeln. Wir haben im Jahr 1992 eine Untersuchung durchgeführt, bei der die Versuchsbedingungen so gewählt wurden, dass wir möglichst alle Hefearten erfassen konnten. Wir konnten insgesamt sechzehn verschiedene Hefearten zuteilen (Tabelle 1). Diese Hefearten konnten bis jetzt in allen Weinbauregionen nachgewiesen werden, egal ob die Untersuchungen in warmen oder kälteren Weinbauregionen durchgeführt wurden. Nicht alle Hefearten können eine alkoholische Gärung durchführen. Die Gärfähigkeit ist natürlich auch von Hefestamm zu Hefestamm unterschiedlich.

Tabelle 1: Hefepopulation auf den Trauben (%).

***Saccharomyces cerevisiae* (0.3 – 3.0)**

***Hanseniaspora uvarum* (50.9 – 89.1)**

<i>Metschnikowia pulcherima</i>	(0.5 – 2.7)	<i>Lipomyces</i>	(0 – 0.5)
<i>Rhodotorula</i>	(0 – 26.1)	<i>Brettanomyces bruxellensis</i>	(0 – 0.4)
<i>Candida glabrata</i>	(4.0 – 7.2)	<i>Hyphopichia butonii</i>	(0 – 0.3)
<i>Zygosaccharomyces</i>	(1.0 – 3.9)	<i>Kluyveromyces</i>	(0.2 – 0.2)
<i>Candida zeylanoides</i>	(1.0 – 2.3)	<i>Williopsis sat.</i>	(0 – 0.2)
<i>Debaryomyces</i>	(0.6 – 2.1)	<i>Kryptococcus</i>	(0 – 0.2)
<i>Pichia kluyveri</i>	(0.4 – 1.4)	<i>other Saccharomyces</i>	(0.1 – 0.1)
<i>Candida</i>	(0.5 – 0.9)	<i>unidentified yeasts</i>	(0.1 – 0.2)

Die Hefearten *Saccharomyces cerevisiae* (*S. cerevisiae*) und *Hanseniaspora uvarum* (*H. uvarum*) sind die wichtigsten aus der Tabelle 1, die für die Weinqualität verantwortlich sind, wobei *S. cerevisiae* die erwünschte und *H. uvarum* die

unerwünschte Weinhefe ist. Leider ist es so, dass die unerwünschte Hefe (50 bis 90%) zu einem viel höheren Prozentsatz vorhanden ist als die erwünschte (0.3 bis 3.0) (Tabelle 1). Der höhere Prozentsatz der unerwünschten Hefe (90%) wird auf verdorbenem Traubengut gefunden und der niedrige (50%) auf gesundem. Praktisch heisst das, dass wir bis zu einer Million Zellen der unerwünschten Hefe schon im Traubengut haben können. Die erwünschte Hefe ist nur bis zu maximal 3% auf den Trauben gefunden worden, wobei 0.3 auf verdorbenen Trauben und 3% auf gesunden Trauben wahrscheinlich sind.

Warum ist *Hanseniaspora uvarum* oder *Kloeckera apiculata* als Gärhefe unerwünscht?

Hanseniaspora kann bis zu bis zu 2 g/L Essigsäure bilden. Wir haben auf einem pasteurisierten Traubensaft in einem Gebinde einen Stamm von *Saccharomyces cerevisiae* und in einem zweiten Gebinde einen Stamm von *Hanseniaspora uvarum* eingimpft. In der Tabelle 2 sind die Resultate zusammengefasst. Es zeigt sich, dass beide Hefen eine alkoholische Gärung durchführen können: Es entstehen Alkohol und Glycerin. Aber die Essigsäurewerte sind unterschiedlich hoch: die unerwünschte Hefe kann bis zu 25- bis 30-mal mehr Essigsäure bilden. Diese Beobachtung haben wir auch in der Praxis gemacht.

Tabelle 2: Essigsäurebildung der alkoholischen Gärung in pasteurisiertem Traubensaft.

	<i>Hanseniaspora uvarum</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
Essigsäure (g/L)	0.50	0.03
Glycerin (g/L)	5.47	5.07
Alkohol (g/L; %)	78.3 ; 10.2	79.3 ; 10.3

Es fällt auf, dass *H. uvarum* (5.47 g/l) mehr Glycerin bildet als *S. cerevisiae* (5.07); auch diese Feststellung hat sich in der Praxis bestätigt. Die erhöhte Glycerinbildung wäre ja ein positiver Aspekt für die Weinqualität. Es fragt sich allerdings, ob dieser leicht erhöhte Glycerinwert bezüglich der Weinqualität vor allem sensorisch eine Rolle spielt. Ich würde meine Weine jedoch nicht mit *H. uvarum* vergären. Wir haben auch festgestellt, dass *H. uvarum* während der Gärung wesentlich höhere Konzentrationen an SO₂ Bindungspartnern (Acetaldehyd, Pyruvat usw.) als *S. cerevisiae* bildet.

Unterschiedliche Wachstumsbedingungen für *H. uvarum* und *S. cerevisiae*

Die beiden Hefearten haben unterschiedliche optimale Wachstumsbedingungen. Die Gärtemperatur, die pH-Werte und die SO₂-Zugabe im Traubensaft spielen eine wichtige Rolle für die Wachstumsbedingungen der beiden Hefearten.

Temperatur: Die Hefe *H. uvarum* hat einen hohen Wachstumsvorteil bei Gärtemperaturen unter 15 °C gegenüber *S. cerevisiae*. In der Weinpraxis ist bekannt, dass in vielen Weissweinen, die bei Temperaturen unter 15 °C vergoren wurden, Ester und Amyltöne vorherrschen. Diese sensorischen Wahrnehmungen sind das Resultat der Vergärung mit einem hohen Anteil an *H. uvarum*. Es würden den Rahmen dieser Kurfassung sprengen, den sensorischen Einfluss der Ester- und Amyltöne im Wein zu diskutieren. Eine Tatsache ist aber, dass solche Noten im Weisswein nichts mit Sortentypizität zu tun haben. Der Temperaturabhängigkeit dieser beiden Hefen muss bei Kaltstandzeiten („Maceration au froid“) grosse Aufmerksamkeit beigemessen werden. Untersuchungen an der Agroscope RAC Changins in der Schweiz haben gezeigt, dass sich die Population von *H. uvarum* sowohl bei 4 °C über vierzehn Tage als auch bei 14 °C über vierzehn Tage von 10⁴ auf 10⁶ Zellen pro Milliliter vermehren

können. In diesem Fall ist es wichtig mit einer vitalen Population von *S. cerevisiae* einzupflanzen, damit eine gute Weinqualität erhalten wird. Dieses Resultat wird aufgezeigt, damit die Praxis weiss, worauf sie bei der Durchführung einer Kältestandzeit achten sollte. Diese Technologie bringt sicher einen Beitrag zur Weinqualität, wenn später die Gärung durch die erwünschte Hefe *S. cerevisiae* durchgeführt wird.

pH-Wert: Die Hefe *H. uvarum* hat bei pH-Werten tiefer als 3.4 einen geringen Wachstumsvorteil gegenüber *S. cerevisiae*.

SO₂-Zugabe: Prof. Dr. Thomas Henick-Kling, Cornell University in Geneva, Staat New York, konnte mit seiner Arbeitsgruppe in Versuchen zeigen, dass die Hefestämme von *H. uvarum* wesentlich stärker auf eine Mostschwefelung reagieren als *S. cerevisiae*.

Zusammenhang zwischen Terroir und Spontangärungen

Ich möchte hier nicht über den Zusammenhang von Terroir und Spontangärung philosophieren. Zum Thema Zusammensetzung der Mikroflora und Terroir haben wir über 15 Jahre Versuche durchgeführt. Wir wollten wissen, ob sich die gefundenen *S. cerevisiae* Stämme in verschiedenen Jahren unterscheiden. Wir haben auf verschiedenen Parzellen Proben entnommen und die Zusammensetzung der Population von *S. cerevisiae* untersucht. Das Untersuchungsmaterial stammt aus einem kommerziell genutzten Rebberg und von einer wilden Rebe. Ihre Beeren können weder gegessen werden noch werden sie zu Wein verarbeitet - nicht einmal die Vögel mögen diese Früchte. Ein anderer Teil stammt von Äpfeln aus einer Apfelkultur. Es hat sich gezeigt, dass drei *S. cerevisiae* Hefestämme immer am häufigsten vorkommen und mindestens 50 % der gesamten Population ausmachen. Es zeichnet sich also eine Präferenz für bestimmte Hefestämme in einem bestimmten Mikroklima ab. Die Untersuchungen werden weiter geführt.

Warum Spontangärungen?

Wir wissen, dass wir unterschiedliche Weine erhalten, wenn wir den gleichen Traubensaft auf verschiedene Gärgebinde aufteilen und dann mit unterschiedlichen Reinzuchthefen beimpfen. Sowohl der Geruch - von neutral bis fruchtig mit allen möglichen Zwischenstufen - als auch der Geschmack - von harmonisch bis bitter mit allen Variationen dazwischen - können sehr unterschiedlich sein. Wir erwarten unterschiedliche Weine durch den Einsatz unterschiedlicher Reinzuchthefen. In spontan vergorenen Weinen werden während der Gärung immer mehrere Hefestämme gefunden. Normalerweise sind drei bis sechs verschiedene Hefestämme an der Vergärung beteiligt; es können auch noch mehr sein. Spontan vergorene Weine zeigen ein komplexeres Aromaspektrum, weil mehrere Hefestämme beteiligt sind und jeder seinen spezifischen Anteil zur Aromabildung leistet. In der Praxis haben wir Versuche durchgeführt, bei denen derselbe Traubensaft spontan vergoren wurde und mit Reinzuchthefer. Die Blauburgunderweine wurden separat angebaut und die Reifung der Weine wurde sensorisch verfolgt. Es hat sich sehr schnell gezeigt, dass der mit Reinzuchthefer vergorene Wein schneller trinkreif und der spontan vergorene Wein wesentlich komplexer war. In den ersten drei Jahren wurde der Wein, der mit Reinzuchthefer vergoren wurde, degustativ bevorzugt, aber nach dieser Zeit war die spontan vergorene Variante der Favorit. Leider wurde die Mischung der beiden Varianten vor der Flaschenabfüllung nicht in den Versuch aufgenommen. Die Praxis kann natürlich auch ohne Spontangärung komplexe Weine vinifizieren, die auf dem oben beschriebenen Prinzip beruhen. Die Traubenmoste können in verschiedene Gärgebinde aufgeteilt und mit verschiedenen Hefen beimpft werden. Nach der Gärung können die Weine vermischt werden und man erhält so hat den Einfluss der verschiedenen Hefen. Die Beimpfung eines Traubensafts mit verschiedenen Reinzuchthefen wird nicht empfohlen, weil sich die Hefen unterschiedlich gut

durchsetzen können und die meisten keinen Einfluss auf den fertigen Wein haben, weil sie zu schnell verdrängt werden.

Welche Spontangärung ist sinnvoll?

Eine Gärung, bei der die Maische oder der Traubensaft in ein Gärgebilde gegeben wird und dann sich selbst überlassen wird - ohne jegliche Kontrolle der Mikroflora und sensorischen Entwicklung - ist nicht zu empfehlen. Es ist sinnvoll, dass bei Spontangärungen genügend Reinzuchthefer im Kühlschrank zur Verfügung steht, damit sofort beimpft werden kann, wenn eine negative Entwicklung bemerkbar wird. Eine Spontangärung sollte auf jeden Fall immer sensorisch verfolgt werden und wenn Essigstich, Esternoten oder zuviel Amyltöne festgestellt werden, muss gehandelt werden: Es muss sofort mit Reinzuchthefen beimpft werden, um eine gute Weinqualität zu bekommen. Am Besten kontrollierbar ist ein Ansteller, der dann zur Beimpfung gebraucht werden kann. Dieser Ansteller kann bei seiner Entwicklung gut kontrolliert werden. Sensorische Untersuchungen und vielleicht sogar mikroskopische wären optimal. Ein Ansteller darf nie zu spät zum Beimpfen eingesetzt werden, wenn mehr als die Hälfte des Zuckers vergoren ist, sollte er nicht mehr benützt werden. Der so genannte Pied de Cuve ist immer noch der optimale Ansatz, um eine Spontangärung durchzuführen. Bei diesem Verfahren werde 10% gesunde Trauben, damit die Zellzahl von *H. uvarum* möglichst niedrig gehalten wird, gelesen und ein Ansteller gemacht. Sobald der Ansteller den Voraussetzungen für eine optimale Weinqualität genügt, kann die Ernte eingebracht und mit dem Pied de Cuve beimpft werden. Die Ansteller sollten mindestens bei Temperaturen um 20 °C oder besser 22 °C gehalten werden.

Spontangärung und biologischer Säureabbau

Wir finden nicht nur Weinhefen auf den Trauben, sondern auch Milchsäurebakterien. Bei einer schleppenden oder von Anfang an zögerlich verlaufenden Gärung finden die Milchsäurebakterien sehr viel Nährstoff und können sich dadurch gut entwickeln. Die Beobachtung, dass in schleppenden Gärungen bereits der biologische Säureabbau abläuft, ist nicht neu. Spontangärungen müssen nicht schleppend sein, wenn für die *S. cerevisiae* Stämme optimale Bedingungen geschaffen werden. Die Milchsäurebakterien im Traubensaft und später im Wein sind die erwünschten *Oenococcus oeni* (*O. oeni*) und die unerwünschten *Pediococcus*-Arten und *Lactobacillen*. Bei einer Mostschwefelung werden die erwünschten *O. oeni* sehr stark in ihrer Aktivität eingedämmt und die unerwünschten Arten wesentlich weniger. Es ist wichtig, wieder einmal darauf hinzuweisen, dass bei niedrigem pH die schweflige Säure aktiver ist als bei hohen pH-Werten und dass bei pH-Werten unter 3.4 von den Milchsäurebakterienarten im Wein nur *O. oeni* aktiv ist.

Fazit

Spontangärungen müssen engmaschig kontrolliert werden, damit die Weinqualität nicht aufs Spiel gesetzt wird. Das soll aber nicht heissen, dass die Beschäftigten im Keller sich nur auf die Spontangärung konzentrieren sollen und den Rest der Weine im Keller vergessen.