Relevanz von analytischen Daten als Entscheidungsgrössen in der önologischen Praxis

II. Von der alkoholischen Gärung über den biologischen Säureabbau bis zum Ausbau

Analytische Daten können nicht nur der Einschätzung der Qualität eines Produktes, sondern auch als Prozessentscheidungsgrössen für die önologische Praxis dienen. Nachdem im ersten Teil der dreiteiligen Serie die zentralen Steuerungsgrössen von der Traubenannahme bis zum vorgeklärten Most beschrieben wurden, widmen sich die Autoren nun der alkoholischen Gärung, dem biologischen Säureabbau und dem Ausbau. Teil drei zeigt Kontrollparameter bei der Abfüllung und mögliche Ausstattungsalternativen für ein Betriebslabor auf.

KONRAD BERNATH, THOMAS FLÜELER UND TILO HÜHN,
HOCHSCHULE WÄDENSWIL

Weissweinbereitung

Um die Entwicklung wilder Hefen und die damit verbundene Bildung unerwünschter Aromastoffe (Lösungsmittelton) weitgehend zu verhindern, sollte die Gärstarttemperatur mindestens 15 °C betragen. Tiefere Gärtemperaturen (z.B. 10 °C) sind grundsätzlich möglich, bergen aber das Risiko von Gärstörungen. Durch diese Bedingungen wird ein Selektionsvorteil für unerwünschte Hefen geschaffen. Eine «kalte» Gärung kann die Bildung von Fruchtnoten (Gärungsestern) begünstigen. Falls im Rebberg schon Anzeichen einer Stickstoffunterversorgung erkennbar wurden, muss bei Gärbeginn eine Zugabe von Gärsalzen und Thiamin dringend empfohlen werden. Diese Zugabe kann Mangelsituationen mildern, aber nicht vollständig beheben. Der Einsatz von Hefenährstoffen und die Erhöhung der Hefeeinsaat muss bei einem Botrytisbefall dringend empfohlen werden.

Abb. 1: Verdunstungskühleinrichtung mit Steuergerät.

Hefezellwandpräparate erhöhen die Bildung von Hefezellmasse, wodurch der Nährstoffbedarf erhöht wird. Im Hinblick auf die Endproduktqualität ist ein schneller Gärstart, besonders bei infiziertem Lesegut, von grösster Bedeutung. Dies kann durch den Einsatz von an die Bedingungen des Mostes angepassten Reinzuchthefepräparaten (Anstellerbereitung) erreicht werden. Für die Anstellerbereitung muss die Hefe nach Herstellerangaben (Temperatur und Einwirkzeit) in Wasser rehydratisiert werden. Die Anpassung und Vermehrung der Hefepopulation kann durch einen oder mehrere Zwischenvermehrungsschritte mit Most (mind. 2% der Gesamtmostmenge) erreicht werden. Ablaufsaft ist zur Vermehrung der Hefen nicht geeignet, da er besonders reich an Trubstoffen und Mikroorganismen – die von den Beerenhäuten stammen – ist. Ein erhöhter SO_2 Bedarf bei abgestoppten oder steckengebliebenen Weinen erklärt sich durch einen erhöhten Gehalt an Gärungsprodukten, die nicht mehr ab- oder umgebaut werden konnten.

Rotweinbereitung

Förderung der Maische, Presstechnik und Pressausbeute

Die abgebeerte Maische sollte möglichst schonend vom Gärtank auf die Presse befördert werden. Frische Maische lässt sich dank der Schmierwirkung des Pektins bei Berücksichtigung der üblichen Vorsichtsmassnahmen (Schlauchdurchmesser mind. 50 mm, keine Bögen mit engem Radius, langsam laufende Maischepumpe) schonend mit einer Pumpe fördern. Vergorene Maische hingegen wird durch den Pumpvorgang zu stark mechanisch aufgeschlossen. Dieser mechanische Aufschluss bewirkt ein unselektives Herauslösen von Beerenhautbestandteilen und auch

des Kernengerbstoffes, falls die Traubenkerne bei der Förderung beschädigt werden. Extraktionsverstärkend wirkt hier der gebildete Alkohol. Die Maische sollte nach Abzug des Weines entweder mit Rutschen, über Förderbänder oder mit kippbaren Behältern (z.B. Gabelstapler mit Drehkranz) auf die Presse gefördert werden.

Pressausbeute: Bei einem zweckmässig eingerichteten Gärbehälter mit Ablaufsieb kann zirka 80% des erwarteten Jungweinvolumens abgezogen werden. Der Pressvorgang sollte den in der Maische noch enthaltenen Wein schonend freisetzen. Normalerweise reichen 2 bis 3 Anpressungen mit stufenweiser Erhöhung des Druckes während der einzelnen Anpressvorgänge aus. Der bei der ersten Pressung gewonnene Jungwein ist in seiner Qualität mit dem Ablaufwein vergleichbar. Je nach Güte und Homogenität des Rohmaterials bzw. der Extraktionstechnik kann der bei den weiteren Pressvorgängen gewonnene Presswein für die Gesamtmenge qualitätsverbessernd oder -mindernd sein. Daraus folgt, dass jede Pressfraktion degustiert werden sollte. Als Entscheidungsparameter gilt der degustative Vergleich der Gerbstoffqualität der jeweiligen Pressfraktion mit dem Ablaufwein. Bei einer ungenügenden Qualität des Presssaftes kann dieser bis nach dem Biologischen Säureabbau (BSA) getrennt ausgebaut werden und nach einer Behandlung mit proteinhaltigen Schönungsmitteln zur Hauptweinmenge gegeben oder deklassiert werden. Rote Pressweine lassen sich – bedingt durch den hohen Gehalt an Schutzkolloiden – zu diesem frühen Zeitpunkt meistens nur mit mässigem Erfolg schönen. Das zugesetzte Schönungsmittel flockt nicht aus, die Schönung «zieht» nicht. Der Zusatz von Klärenzymen zum Presswein beschleunigt die Aufhebung der Schutzkolloidwirkung und ermöglicht in den meisten Fällen ein «Ziehen» der Schönung schon nach dem BSA.

Endvergärung des Jungweins

Falls der Jungwein nach der Pressung degustativ durchgegoren erscheint, sollte der Restzuckergehalt mit chemischen Methoden (z.B. halbquantitativ mit dem Clinitest) überprüft werden. Im Presswein sind häufig noch einige Gramm hefeverwertbare Hexosen enthalten. Der Jungwein sollte vor dem Beginn des BSA oder der Beimpfung mit BSA-Bakterien durchgegoren sein. Die degustative und chemische Analyse (pH, Gesamtsäure, Essigsäure) des Jungweins nach der Gärung ermöglicht auch den Vergleich verschiedener Chargen zu einem definierten Zeitpunkt. Die Bestimmung der Essigsäure während der verschiedenen Stadien der Weinbereitung (nach Gärung, nach BSA und vor Abfüllung) ist eine gute Kontrolle der Stoffwechselaktivitäten unerwünschter Mikroorganismen. Essigsäuregehalte über 0,2 g/l nach der Gärung sind ein Hinweis auf eine zu starke Entwicklung von Essigsäurebakterien oder von «wilden Hefen». Essigbakterien entwickeln sich in der Vorgärphase, wenn noch aerobe Bedingungen herrschen. Unerwünschte Hefen können sich, falls sie nicht von *Saccharomyceten* unterdrückt werden, meist in der Angärphase entwickeln.

Kontrollparameter – Alkoholische Gärung

Reintönigkeit
Temperatur
pH-Wert
Dichte
[Mikroorganismenpopulation]

Endkontrolle
Trubmenge
Restzucker
Weinsäure
Äpfelsäure
Essigsäure
SO_2-Gehalt
[Essigsäureethylester]
[Essentielle N-Verbindungen]
[Acetaldehyd]

Biologischer Säureabbau (BSA)

Der Start und der Verlauf des BSA können mittels periodischer Bestimmung der titrierbaren Gesamtsäure überwacht werden. Die sichere Bestimmung des vollständigen Abbaues der Äpfelsäure ist aber nur mittels chromatographischer Methoden (Papier-, Dünnschichtchromatographie, HPLC) oder enzymatischer Bestimmung möglich. Sobald die Äpfelsäure vollständig abgebaut ist, wird der Wein umgezogen, mit schwefliger Säure stabilisiert und abgekühlt. Falls der Wein nicht sauerstoffempfindlich ist (Lufttest), kann der Umzug mit einer Sauerstoffzufuhr gekoppelt werden. Wie die Gärung bewirkt auch der BSA immer einen Anstieg der flüchtigen Säure. Im Normalfall sollte dieser Anstieg nicht über 0,2 g/l liegen. Wenn die Äpfelsäure vollständig verstoffwechselt ist, kann unter bestimmten Bedingungen ein vorhandener Rest an Zitronensäure oder Glucose zur Bildung von Essigsäure durch Milchsäurebakterien führen.

Bei Weisswein, in dem trotz optimalen Bedingungen bezüglich Temperatur (18 bis 20 °C), pH-Wert (> 3,2) SO_2 (< 40 mg/l gesamte, 0 mg/l freie) und Beimpfung mit BSA-Starterkulturen kein Säureabbau festzustellen ist, kann die chemische Entsäuerung zur Erreichung der Säureharmonie empfohlen werden. Eine lange warme Lagerung von Weisswein ohne SO_2-Schutz verursacht meistens negative Veränderungen der Aromatik.

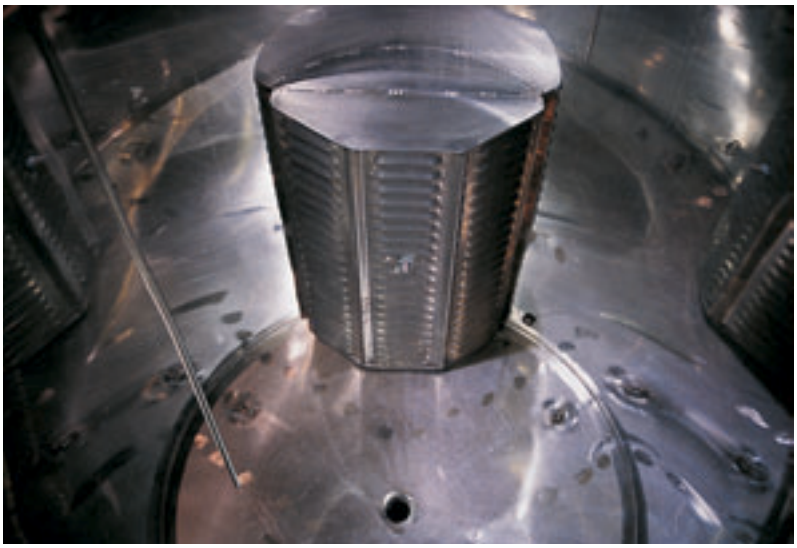

Abb. 3: Lamellenablaufsieb.

Kontrollparameter – Biologischer Säureabbau

Reintönigkeit
Temperatur
Äpfelsäure : Milchsäure
[Mikroorganismenpopulation]

Endkontrolle
pH-Wert
Gesamtsäure
Weinsäure
Essigsäure
[D-Milchsäure]
[Diacetyl]

Säureregulierung

Nach dem BSA und vor der Weinsteinstabilisation sollte die Säureharmonie degustativ überprüft werden. Grössere Säurekorrekturen (1 bis 2 g/l) sind mit $CaCO_3$ zu diesem Zeitpunkt noch möglich. Die durch den Weinsteinausfall verursachte Säureverminderung kann in einem Muster simuliert werden. Kontaktweinstein (zirka 8 g/l) wird einem Weinmuster in einer 0,5 l Flasche zugegeben. Das Weinmuster sollte mit einem Spritzenfiltervorsatz vorfiltriert werden. Die Flasche wird für zirka 12 h im Kühlschrank (4 °C) gelagert. Der Kontaktweinstein wird mittels Rühren (z.B. Magnetrührer) in Suspension gehalten. Nach Kontaktzeit, Abzug und Temperierung kann das Muster degustiert werden. Durch Messung der titrierbaren Gesamtsäure vor und nach dem Test kann die Verminderung der Weinsäure bestimmt werden. Die Verminderung der Gesamtsäure um 0,5 g/l entspricht der Verminderung der Weinsäure um 1 g/l. Falls die durch den Weinsteinausfall verursachte Säureverminderung zu klein ist, sollte der Wein entsäuert werden. Der Entsäuerungsumfang wird durch Vorproben degustativ ermittelt. Die Entsäuerung der Muster (nicht der Hauptweinmenge) kann einfach und ohne Analysenwaage mit Natronlauge durchgeführt werden (13,3 ml molare Natronlauge pro l Wein bewirken eine Säureverminderung um 1 g/l).

Ausbau der Weine

Bis zum Abfüllzeitpunkt muss der Wein bezüglich folgender Punkte stabilisiert und entwickelt werden:

- Mikrobielle Stabilität
- SO_2 Stabilität
- Weinsteinstabilität (saurer und neutraler Weinstein)
- Proteinstabilität (Weisswein)
- Metallstabilität (Eisen für Rotwein, Kupfer für Weisswein)
- Förderung der Aromaentwicklung (Tertiäraromatik)
- Farbstabilisierung und Gerbstoffverfeinerung (Rotwein).

Einen entscheidenden Einfluss auf die meisten in der Ausbauphase stattfindenden Vorgänge besitzt die Lagertemperatur. Die optimale Lagertemperatur liegt zwischen 12 ° und 14 °C, wobei für Rotwein auch eine Lagertemperatur von 18 °C noch toleriert werden kann. Kühlere Lagertemperaturen (bis 4 °C) sind nur zur Weinsteinstabilisation sinnvoll. Sie hemmen die in der Ausbauphase stattfindenden Prozesse stark. Zu warme Lagerung der Weine fördert ihre Alterung, begünstigt eine zu weitgehende Oxidation und erschwert die mikrobielle Stabilisierung.

Kontrollparameter – Biologischer Ausbau

Stabilisierung des Potenzials
Temperatur
SO_2-Gehalt
Sauerstoffbedarf
Trübungsgrad
Filtrierbarkeit

Endkontrolle
pH-Wert
Gesamtsäure
CO_2-Gehalt
Keimgehalt
Proteinstabilität
Kristallstabilität
[Mikroorganismenpopulation]
[Essigsäure]
[Biogene Amine]

Mikrobielle Stabilität: Weine, die durchgegoren sind und einen BSA durchlaufen haben, sind betreffend ihrer mikrobiologischen Stabilität wesentlich unproblematischer zu beurteilen als Weine mit Restsüsse. Das Vorhandensein von mikrobiell verwertbaren Kohlenhydraten erhöht die Gefahr von Nachgärungen und die Bildung von unerwünschten Inhaltsstoffen. Eine mikrobielle Stabilisierung kann durch Abtötung (Pasteurisation, SO_2-Einsatz etc.) oder Entfernung (Entkeimungsfiltration) potenziell schädigender Mikroorganismen erfolgen. Bei starker Verkürzung der Ausbauphase, wo die Inaktivierung der Mikroorganismen noch nicht so weit fortgeschritten ist, sind die Anforderungen an die Massnahmen zur mikrobiellen Stabilisierung höher.

SO_2 Stabilität: Ein SO_2 stabiler Wein sollte vor der Abfüllung über einen Zeitraum von vier Wochen praktisch kein SO_2 mehr abbinden, d.h. der Gehalt an freier SO_2 darf nur unwesentlich absinken. Bei restsüssen Weinen sollte zirka eine Woche vor der Abfüllung der Gehalt an aktiver SO_2 (wird vom pH-Wert beeinflusst) mindestens 0,8 mg/l betragen, um eine mikrobielle Wirksamkeit zu entfalten. SO_2 bindet weiterhin aromawirksame Aldehyde ab (z.B. Acetaldehyd), die zu einer oxidativen Note führen können.

Weinsteinstabilität: Die Weinsteinstabilität lässt sich am sichersten mit dem Minikontaktverfahren oder mit der Bestimmung der Sättigungstemperatur erfassen. Beide Verfahren beruhen auf der Messung der Leitfähigkeit, vor und nach der Zugabe von saurem oder neutralem Kontaktweinstein. Sie berücksichtigen die gesamte Weinmatrix (z.B. den Gehalt an Kristallisationsinhibitoren). Die Bestimmung einzelner für die Weinsteinausscheidung relevanter Parameter (Weinsäure-, Ca-, K-Gehalt und pH-Wert) oder der Kältetest sind als Testverfahren weniger zuverlässig.

Proteinstabilität: Die Bestimmung der Proteinstabilität und der zur Stabilität notwendigen Bentonitzugaben erfolgt entweder mit dem Bentontest nach Jakob oder mit einem Wärmetest. Beide Tests weisen ihre Vor- und Nachteile auf, wobei der Bentontest

häufiger als der Wärmetest in einem Wein, der stabil ist, eine Instabilität anzeigt.

Metalltrübungen: Durch zu hohe Metallgehalte verursachte Trübungen sind eher selten. Eisentrübungen sind meistens auf eine Anreicherung des Mostes oder Weines mit den bei der Ernte oder Kelterung und Ausbau verwendeten Geräten zurückzuführen. Sie treten durch die geringere Verbreitung von verchromten oder mit einem Schutzüberzug versehenen Eisenoberflächen kaum mehr auf.

Kupfertrübungen treten bei Traubenmosten oder bei Weissweinen, welche zur Böckserbekämpfung mit zu hohen Kupferzugaben behandelt wurden, auf. Moste, welche aus mit Kupfer behandelten Trauben hergestellt werden, enthalten immer höhere Kupfergehalte als die entsprechenden Weine. Das Kupfer wird durch das von der Hefe bei jeder Gärung gebildete H_2S zum grössten Teil als schwerlösliches Kupfersulfid ausgefällt. Hohe Kupfergehalte erhöhen die H_2S-Produktion der Hefe. Aus diesem Grund ist eine Kupferzugabe zu Most häufig kontraproduktiv, weil die Bildung von Böckser-Aroma begünstigt wird.

Aromaentwicklung, Farbstabilisierung und Gerbstoffverfeinerung

Jeder Wein braucht während der Ausbauphase, auch wenn er reduktiv ausgebaut wird, eine gewisse Zufuhr von Sauerstoff. Der Sauerstoff begünstigt die Kettenverlängerung der Gerbstoffmoleküle (Gerbstoffverfeinerung) und die Reaktion der Farbstoffmoleküle mit dem Gerbstoff (Farbstabilisierung). Die Sauerstoffzufuhr verhindert auch eine zu starke Zunahme der Reduktivität (Absinken des Redoxpotenzials) in der Ausbauphase, welche häufig das Auftreten vom Böckser-Aroma fördert. Wie gross die Sauerstoffzufuhr und die Verbrauchsdynamik während der Ausbauphase für einen bestimmten Weintyp ist, lässt sich mit dem heutigen Wissenstand nicht genau sagen. Zusätzlich ist auch festzustellen, dass beim offenen Umzug je nach Umzugstechnik die Sauerstoffanreicherung sehr verschieden sein kann (von 1 bis 8 mg/l).

Die Ermittlung des Sauerstoffbedarfs setzt ein sorgfältiges Beobachten und Degustieren der Weine voraus. Der Sauerstoffbedarf wird im Wesentlichen von folgenden Parametern beeinflusst:

- Alter: Je jünger der Wein, desto grösser ist der Sauerstoffbedarf.
- Gerbstoffgehalt: Je grösser der Gerbstoffgehalt, desto höher ist der Sauerstoffbedarf.
- Trubgehalt und Hefemasse: Je höher der Trubgehalt und die im Wein verbliebene Hefemasse, desto grösser ist der Sauerstoffbedarf.

In den ersten Wochen nach der Gärung ist der Sauerstoffverbrauch der im Wein verbliebenen Hefemasse wesentlich höher als z.B. ein halbes Jahr nach der Gärung.

Die optimale Sauerstoffzufuhr erfolgt kontinuierlich (z.B. Barriqueausbau). Dem Wein werden ständig kleine Mengen an Sauerstoff zugeführt, ohne dass ein erhöhter Gehalt an gelöstem Sauerstoff nachgewiesen werden kann. Diese Idealvorstellung der Sauerstoffzufuhr kann mit der Technik des offenen Umzuges beim Tankausbau ohne den Einsatz von kontinuierlichen Sauerstoffdosiergeräten nur annäherungsweise erreicht werden. Auch beim offenen Umzug sind häufigere Umzüge einer Weinteilmenge günstiger zu beurteilen als eine oder mehrere vollständige Belüftungen in grösseren Zeitabständen. Deshalb wird diese Thematik unter Einsatz von Silikonschläuchen mit konstanten Diffusionsraten zur Zeit an unserem Fachgebiet bearbeitet. Ziel ist die gezielte und kostengünstige Weinbehandlung mittels Sauerstoff zur Gerbstoffverfeinerung und Farbstabilisierung.

Einem Jungwein sollte nur dann Sauerstoff zugeführt werden, wenn Gewissheit besteht, dass im Wein keine Restaktivität des Botrytis-Oxidationsenzyms (Laccase) mehr feststellbar ist (Lufttest). Auch Weissweine sollten nach der Gärung und nach dem BSA offen umgezogen werden. Ein Weisswein, bei dem nach der Gärung praktisch die gesamte Hefemasse und der Trub entfernt wurde (Filtration oder Zentrifugation), besitzt einen relativ kleinen Sauerstoffbedarf. Den grössten Sauerstoffbedarf hingegen besitzt ein gerbstoffhaltiger Rotwein, der nach dem BSA nicht filtriert wurde und der sich während der Ausbauphase durch Ausfall von Trubstoffen selbst klärt. Ein grösserer Sauerstoffbedarf bedingt auch immer eine längere Ausbauphase. Werden die Weine zu früh abgefüllt, können die Prozesse der Gerbstoffverfeinerung und der Farbstabilisierung beim anschliessenden Flaschenausbau nicht bis zum Optimum gelangen. Die Gefahr des Auftretens von Böckseraromen in der Flasche ist ebenfalls erhöht.

Die Abfüllreife eines Weines bezüglich Sauerstoffbedarf lässt sich mit einem empirischen Test degustativ feststellen. Vom zu untersuchenden Wein werden zwei Musterflaschen gezogen. Beim ersten Muster wird die Sauerstoffaufnahme minimiert (Auffüllen der Flasche mit einem Schlauch, der bis zum Flaschenboden reicht). Beim zweiten Muster hingegen wird der Wein offen umgezogen. Beide Flaschen werden mit einem Anrollverschluss versehen, bei Kellertemperatur gelagert und nach zirka 7 bis 10 Tagen degustiert. Falls der offen umgezogene Wein degustativ besser als das Vergleichsmuster ist, sollte die Hauptweinmenge mit Sauerstoff versorgt werden.

RÉSUMÉ

Importance des données analytiques en tant que paramètres de décision dans la pratique œnologique

II. De la fermentation alcoolique en passant par la fermentation malolactique jusqu'à l'élevage

Les données analytiques peuvent non seulement servir à évaluer la qualité d'un produit, mais aussi fournir des paramètres pour le choix des processus dans la pratique œnologique. Alors que la première partie d'une série en trois volets traitait des principaux paramètres de commande, de la réception du raisin jusqu'au moût débourbé, les auteurs se penchent maintenant sur la fermentation alcoolique, la fermentation malolactique et l'élevage.