

Flotation: Die Alternative zur Mostvorklärung im Weinbau?

Die Flotationstechnik stösst aufgrund ihrer hohen Wirksamkeit bei der Mostvorklärung auf immer grösseres Interesse, vor allem in Betrieben mit grossen täglichen Verarbeitungsmengen. Im Herbst 2000 ergaben sich im Bereich der Vorklärung zudem Probleme bei den herkömmlichen Verfahren wie Sedimentation und Separatoreinsatz. Die Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Landwirtschaft, Weinbau und Gartenbau (SLVA) in Oppenheim (D) verfügt mittlerweile über vierjährige Versuchserfahrungen mit der Flotationstechnik. Die Resultate werden nachfolgend vorgestellt.

JÖRG WEIAND UND NORBERT BREIER,
STAATLICHE LEHR- UND VERSUCHSANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT,
WEINBAU UND GARTENBAU OPPENHEIM (D)

Bei der Flotation wird der Traubenmost unter Druck von etwa 6 bar mit einem Gas (in der Regel Luft oder Stickstoff) imprägniert. Das Gas wird danach in einem Flotationstank langsam wieder freigesetzt. Die entstehenden Gasbläschen reissen die Trubstoffe mit an die Oberfläche, wo sich ein fester Trubkuchen bildet. Der geklärte Most wird an der Tankunterseite abgezogen (Abb. 1 u. 2). Bei kontinuierlicher Flotation wird der Trubkuchen in einem Flotationsbecken laufend oben abgeschabt. Beim diskontinuierlichen Verfahren verbleibt der Süssstrub nach Abzug des blanken Mosts im Flotationstank zurück.

Schönungsmittel können vor der Imprägnierung im Vorlagetank oder bei Einsatz einer Dosierpumpe kontinuierlich während der Flotation zudosiert werden. Beim Einsatz von Enzymen ist auf ausreichende Dosierung in Abhängigkeit von Mosttemperatur und Einwirkzeit zu achten.

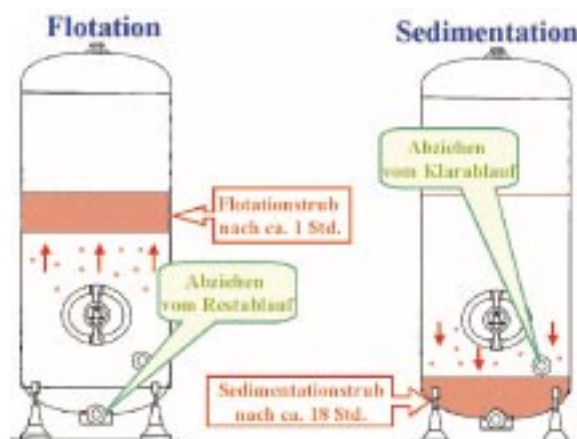


Abb. 1: Funktionsprinzip der Flotation im Vergleich zur Sedimentation.

Soll die Flotation direkt der Mostablaufwanne nachgeschaltet werden, kann die Zudosierung von Enzymen und Kohle nur über die Trauben oder die Maische erfolgen. Dabei sind an die Homogenität der Beimischung höchste Ansprüche zu stellen. Die Effizienz vor allem bei der Aktivkohle bleibt fraglich. Die Zugabe von so genannt hochbloomiger Gelatine und Bentonit ist dann nur über Dosierpumpen möglich und bedingt höhere Investitionskosten.

Die Verarbeitungsleistung der Flotationsanlagen beginnt bei 5000 l/h und kann je nach Anlage auf über 20'000 l/h gesteigert werden. Damit liegt die Leistung über der von Separatoren.



Abb. 2: Flotationsanlage.

Flotation, diskontinuierlich	
F	Reinigung über Drehbürstensieb
F	Enzymeneinsatz zur Pektinspaltung Dosierung abhängig von - Mosttemperatur - Einwirkzeit
F	Schönungsmiteinsatz zur Verbesserung der Flockung • Gelatine, hochbloomig (80-200), Sauer, 10-20 g/hl • führt zur Phenolreduktion
F	Zugabe weiterer Schönungsmittel bei Bedarf (Bentonit, Kohle)
◆	Imprägnierung mit Flotationsgas (Luft, N ₂) • O₂ führt zur Mostoxidation
F	Entspannung im Flotationsbehälter
F	Aufsteigen des Flotationstrubs, ca. 1 h
F	Absaugen des klaren Mostes von unten

Abb. 3: Ablaufschema für die Mostvorklärung durch Flotation.

Vorteile

Die Vorteile der Flotation liegen vor allem in der hohen Effizienz auch bei Mosten mit hohen Ausgangstemperaturen. Dies hat das Jahr 2000 mit starker Traubenfäule deutlich gezeigt. Unter diesen Bedingungen konnte die Sedimentation öfters keine befriedigenden Ergebnisse bringen. Die rasche Verarbeitung der Moste sichert bereits am Erntetag eine ausreichende Vorklärung. Dadurch gewinnen die Betriebe im Herbstgeschehen höhere Flexibilität. Die Menge des Süssstrubs kann zudem gegenüber der Sedimentation um etwa 50% reduziert werden.

Nachteile

Die Flotation kann bei angegorenen Mosten nicht eingesetzt werden. Eine Trubaufarbeitung ist im Gegensatz zum Separator im Einzelfall notwendig. Die Aufarbeitung des verbleibenden Süssstrubs – z.B. mit einem Hefefilter – steigert die Mostausbeute, führt aber zu einem Most mit eingeschränkter Qualität. Auch ist ein Einsatz der Flotation zur Jungweinklärung nach dem ersten Abstich nicht möglich.

Tab. 1: Marktübersicht angebotener Flotationsanlagen.

(Die Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, Änderungen vorbehalten.)

Firma	Velo	Kiesel	Technica	Romfil
Leistung	Anschaffungskosten (inkl. MWSt.)			
3-5000 l/h			18'300 Fr.	
7500 l/h	12'200 Fr.			
8000 l/h				18'100 Fr.
5-10'000 l/h		15'000	26'000 Fr.	
15'000 l/h	13'500 Fr.			28'200 Fr.
10-20'000 l/h			29'500 Fr.	
20-30'000 l/h	14'400 Fr.	25'600 Fr.	33'800 Fr.	31'700 Fr.
technische Details	Einpumpenlösung patentierter Imprägnierblock	Zweipumpenlösung	Einpumpenlösung kein Kompressoranschluss nötig	Zweipumpenlösung

Kosten

Mittlerweile werden am Markt diskontinuierliche Flotationsanlagen verschiedener Hersteller mit unterschiedlichem Leistungsniveau angeboten. Kleinere Anlagen mit einer Durchflussleistung von zirka 7500 l/h sind schon ab etwa 12'000 Fr. erhältlich. Grössere Anlagen mit einer Stundenleistung bis zu 30'000 Liter kosten zirka bis zu 35'000 Fr. (Tab. 1).

Beim Vergleich der Verfahrenskosten ist die Sedimentation am günstigsten, wobei unbefriedigende Klärleistung und die langen Vorklärzeiten finanziell schwierig zu gewichten sind. Vergleicht man die Flotation mit dem Separatoreinsatz, so ist sinnvollerweise eine Verfahrenskombination zu betrachten, da der Separator auch für den Abstich einsetzbar ist. Tabelle 2 zeigt die Fixkosten wie auch die variablen Kosten der beiden Verfahren beim Einsatzumfang von 100'000 und 150'000 Liter.

Somit ergeben sich für die Flotation und Kieselgurfiltration eines Jungweins bei 100'000 Litern Kosten von etwa 0.06 Fr./l gegenüber 0.08 Fr./l für den Separator. Dieser Kostenvorteil bleibt auch noch bei einem Verarbeitungsumfang von 150'000 Litern bestehen. Erst bei einem Volumen von 230'000 Litern

Tab. 2: Verfahrensvergleich Separator/Flotation und Kieselgurfiltration.

	Separator (diskontinuierlich)		Flotation und Kieselgurfiltration (diskontinuierlich)		
Anschaffungskosten	60'000 Fr.		15'000 Fr.	11'300 Fr.	
Nutzungsdauer Jahre	15		15	15	
Abschreibung Fr./Jahr	4'000 Fr.		1'000 Fr.	750 Fr.	
Zinskosten (p=0.05 Fr./Jahr)	1'800 Fr.		450 Fr.	340 Fr.	
Reparaturkosten Fr./Jahr	1'400 Fr.		300 Fr.	170 Fr.	
Fixkosten Fr./Jahr	7'200 Fr.		1'750 Fr.	1'300 Fr.	
Verarbeitete Menge					
Mostvorklärung	100'000 l	150'000 l	100'000 l		150'000 l
Nach 1. Abstich	100'000 l	150'000 l		100'000 l	150'000 l
Variable Kosten Fr./Jahr	0.008 Fr.	0.008 Fr.	0.003	0.025 Fr.	0.003 Fr. 0.025 Fr.
Fixkosten	0.08 Fr.	0.05 Fr.	0.02	0.013 Fr.	0.012 Fr. 0.009 Fr.
Gesamtkosten Fr./l	0.08 Fr.		0.06 Fr.		
Fr./l	0.06 Fr.		0.05 Fr.		

entsteht aufgrund einer höheren Fixkostendegression beim Separator Kostenparität zwischen den beiden Verfahren. Will man die Kosten des Hefefilters zur Trubaufarbeitung noch berücksichtigen, so bleibt die Flotation bis rund 150'000 Litern Verarbeitungsumfang das günstigere Verfahren.

Möglichkeiten und Grenzen

Die nachfolgenden Ergebnisse basieren auf Versuchen an der SLVA Oppenheim mit mehr als 80 Weinen, auf Versuchen in Winzerbetrieben und einer Befragung von Betrieben, die bereits Flotationsanlagen einsetzen.

Einsatz von Schönungsmitteln und Enzymen

Der Einsatz von Bentonit und Aktivkohle und deren Entfernung vor der Gärung ist möglich. Die kontinuierliche Beimischung der Schönungsmittel erfordert eine zusätzliche Dosierpumpe und damit höhere Investitionskosten sowie mehr Fingerspitzengefühl. Bei diskontinuierlicher Flotation kann auf eine Dosierpumpe verzichtet werden. Die Schönungsmittel werden mit einem Rührgerät im Vorlagetank beige mischt. Da Bentonit die Enzyme (Eiweisse) absorbiert, ist bei Einsatz von Enzymen und Bentonit vor der Flotation auf ausreichende Einwirkzeit (mindestens 4 h) der Enzyme zu achten. Bei niedrigen Mosttemperaturen ist die Dosagemenge entsprechend zu erhöhen oder die Einwirkzeit zu verlängern.

Resttrubgehalte und Trubaufkommen

Die Flotation führt zu ähnlich starker, zum Teil sogar zu schärferer Vorklärung als die Sedimentation oder der Separatoreinsatz. Die Resttrubgehalte liegen in der Regel zwischen 0,1 bis 0,3 Gewichtsprozent. Probleme mit unbefriedigender Ausbeute und Klärschärfe treten bei hochwertigen Mosten wie Beerenauslesen oder Eiswein mit über 70% Fäulnisbefall auf.

Die nach der Flotation zurück bleibenden Trubmengen sind abhängig von Erntetechnik und Traubentransport, Maischeverarbeitung, Einsatz von Mostschönungsmitteln (Enzyme, Bentonit, Gelatine) wie auch von der Bedienung und Einstellung der Anlage, der Chargengröße und der Standzeit nach der Flotation bis zum Abziehen.

In der Regel ist ein Schaumvolumen im Flotationstank von 10 bis 15% zu berücksichtigen. Das Trubaufkommen liegt zwischen 4 und 8%. Im Jahrgang 2000 ergaben sich wegen der Fäulnis z.T. höhere Trubanteile. Die etwas problematische Entfernung des verbleibenden Süssstrubs aus dem Flotationstank lässt sich durch Ausspritzen des Tanks lösen, was zum

Zusammenfallen des Schaumtrubs führt. Das anfallende Trub-Wasser-Gemisch muss in die Kläranlage gebracht oder landbaulich verwertet werden. Eine rasche Aufarbeitung des Süssstrubs mit dem Hefefilter ergab nochmals 60 bis 70% Mostausbeute. Zusätzliche Kosten und Arbeitsaufwand verbunden mit begrenzter Mostqualität legen bei großen Ernten einen Verzicht auf die Aufbereitung nahe. Im Einzelfall (hochwertige Moste, Rotweine) scheint eine Aufarbeitung aber durchaus angezeigt.

Gärverlauf

Bedingt durch die starke Vorklärung flotierter Moste mit geringen Resttrubgehalten (s. oben) ergeben sich ähnliche Gärverläufe wie nach Sedimentation oder Separatoreinsatz. Die Gärdauer liegt je nach Hefeeinsatz und Gärtemperatur zwischen zwei und drei Wochen. Mitunter kann es aufgrund zu starker Vorklärung und geringer Gärtemperaturen zu Problemen mit ungenügendem Endvergärungsgrad kommen. Daher erlangt die Gärkontrolle bei flotierten Mosten einen hohen Stellenwert, um rechtzeitig gärfördernde Massnahmen (erhöhte Hefemenge, Einsatz von Nährsalzen und unter Umständen Hefezellrindepräparate) ergreifen zu können. Flotierte Moste sollten grundsätzlich mit höheren Dosagen von Reinzuchthefer und unter Einsatz von Hefenährstoffen vergoren werden.

Gesamtphenole

Die Flotation reduziert im Vergleich zur Sedimentation und dem Separator die Gehalte an Gesamtphenolen um etwa 30 mg/l (Tab. 3). Die Differenz der Verfahrensmittelwerte war aber trotz eines Stichprobenumfangs von 30 Weinen statistisch bisher nicht abzusichern. Inwieweit das Phenolspektrum der Versuchsweine verändert wird, soll weiter untersucht werden. Flotation mit Luft (O₂) verringert die Gesamtphenole stärker als mit Stickstoff, wenngleich auch hier beim bearbeiteten Variantenumfang bisher keine statistische Absicherung zu erkennen ist.

Gelatinezugaben von 10 g/hl scheinen ausreichend, um eine kompakte Trubabscheidung bei akzeptabler Phenolreduktion zu erzielen. Höhere Gelatinedosagen führen zu kompakterem Trubdepot, die Gesamtphenole werden dadurch aber kaum zusätzlich reduziert.

Flüchtige Säure

Gerade in einem Herbst mit starker Fäulnis des Lesezugs wie im Jahr 2000 stellt sich die Frage, inwieweit der verstärkte Sauerstoffeinfluss durch Flotation zu erhöhten Gehalten an flüchtiger Säure führt. Flotierte Weine zeigten trotz z.T. hoher Fäulnis (bis 70%) keine erhöhten Gehalte an flüchtiger Säure im Vergleich zum Separatoreinsatz. Die Flotation mit Stickstoff führte nicht zu niedrigeren Werten an flüchtiger Säure. Der Mittelwert der 2000er Weine liegt mit 0,36 g/l flüchtiger Säure sowohl analytisch als auch sensorisch im akzeptablen Bereich.

Einfluss auf die Rotweinfarbe

Die Flotation ist auch bei maischeerhitzten Rotweinstöfen bis zu Temperaturen von etwa 35 °C einsetz-

Tab. 3: Mittelwerte ausgewählter Analysedaten aus den Flotationsversuchen

Flotation mit							
Separator	Flotation	n=		Stickstoff (N ₂)	Luft (O ₂)	n=	
Gesamtphenole (mg/l)							
Weissweine	239	210	30		282	246	14
Rotweine					1123	1080	8
Flüchtige Säure (g/l)							
Weiss- u. Rotweine	0,36	0,35	12		0,37	0,37	14

bar. Die Weine profitieren von der Vorklärung und zeigen sich reintöniger. Die Farbstoffe erfahren durch den Sauerstoffeinfluss keine negative Beeinflussung in Richtung Braunfärbung. Dies zeigen die Messungen der Farbwerte E 420 und E 520 und deren Verhältnis. Ein geringer Verlust an Farbe und Intensität im Vergleich zum Separatoreinsatz ist nach der Flotation aber erkennbar. Mit Stickstoff als Flotationsgas ergeben sich keine relevanten Farbverbesserungen, sodass auf den teureren Stickstoff verzichtet werden kann. Vor allem Rotweine mit kräftigerem Gerbstoffgerüst profitieren eher vom Sauerstoffeinfluss.

Sensorische Beurteilung

Flotierte Weissweine zeigten sich oft in jungem Stadium etwas fruchtiger und weiter entwickelt als die

Vergleichsproben. Später holen die Vergleichsvarianten oft wieder auf. Die Flotation zieht also aus sensorischer Sicht im Vergleich zum Separatoreinsatz keine Qualitätsverminderung nach sich, im Einzelfall führt sie sogar eher zu einer Verbesserung. Eine Qualitätssteigerung im Vergleich zur Sedimentation lässt sich ebenfalls nicht eindeutig nachweisen. Ob die tendenziell geringeren Phenolgehalte – die nach schonender Trauben- und Maischeverarbeitung schon auf eher niedrigem Niveau liegen – die Lagerfähigkeit flotierter Weine begrenzen, lässt sich noch nicht beurteilen.

Flotierte Rotweine mit Maischeerhitzung präsentieren sich fruchtiger und reintöniger.

RÉSUMÉ

La flottation: une option pour la première clarification du moût?

C'est surtout son efficacité qui fait de la flottation une technique séduisante pour la première clarification du moût de raisin. Ce procédé de clarification consiste à imprégner le moût d'un gaz (généralement de l'air ou du N₂) sous une pression d'environ 6 bar. Ce gaz est ensuite dégagé très lentement dans une cuve de flottation. Les bulles de gaz qui se produisent en cours de processus entraînent les particules troubles à la surface du moût où elles forment un amalgame solide et le moût clarifié peut être soutiré. Etant donné que ce procédé donne un bon résultat avec un faible résidu de particules troubles pour presque tous les moûts, il représente un précieux instrument de garantie de la qualité. Les frais d'investissement supplémentaires qu'il engendre par rapport à la sédimentation sont largement compensés par un gain de sécurité et de temps. Pour des volumes à traiter jusqu'à 150'000 litres, cette méthode s'avère plus avantageuse qu'un séparateur. C'est donc surtout dans les entreprises avec des volumes de traitement importants que la flottation trouvera son application.