

Was ist schonende Filtration?

Für den Grossteil der Weine ist eine Filtration notwendig: Erstens um eine Klärung zu erreichen und zweitens lassen sich nur so Nachgärungen durch Hefen und Bakterien verhindern. Obwohl ein deutlicher Einfluss der Filtration auf die Weinsensorik bislang wissenschaftlich nicht nachgewiesen werden konnte, ist die Frage nach einer schonenden Filtration legitim, nur schon um die Weinbereitung zu optimieren und so zu gestalten, dass die Filtration möglichst wenig in das «Gefüge» des Weins eingreift. Jenseits aller Mutmassungen gibt es faktische Zusammenhänge und grundsätzliche Überlegungen, die berücksichtigt werden müssen, damit eine Filtration als schonend bezeichnet werden kann.

BERNHARD SCHANDELMAIER,
DLZ RHEINPFALZ, NEUSTADT AN DER WEINSTRASSE/D
bernhard.schandelmaier@dlr.rlp.de

Im Wesentlichen sind es drei Faktoren, die bei der Filtration potenziell die Inhaltsstoffe verändern können. Die Effekte sind aber einzeln nur in Ausnahmefällen sensorisch oder analytisch erfassbar. Dennoch ist davon auszugehen, dass es zu einer Addition einzelner Einflüsse kommt, die in der Summe sehr wohl dem Wein abträglich sein können.

Eine Filtration ist a) ohne Ausnahme mit der Absättigung des Filterhilfsmittels durch Weinhaltstoffe verbunden. Bei der Schichtenfiltration von Rotwein lässt sich denn auch immer eine Rotfärbung der Filterschichten beobachten (s. Abb. Titelseite). Zudem kommt es b) unvermeidbar zum Übergang kleinster Mengen an Stoffen aus dem Filterhilfsmittel in den Wein. Darüber hinaus führt c) jede Bewegung des Weins zur Entgasung von Kohlendioxid (CO₂) und damit auch zu einem Verlust an flüchtigen Aromastoffen.

Eine möglichst zurückhaltende Verwendung von Filterhilfsmitteln bei möglichst geringer CO₂-Freisetzung ist daher anzustreben. Ein angemessener CO₂-Anteil ist besonders für die meisten Weissweine wichtig, weil CO₂ als «Frische» wahrgenommen wird. So feinperlig wie sie naturgemäss im Originalwein vorliegt, kann sie nicht zudosiert werden. Bei Rotweinen ist trotz potenzieller Aromaverluste allerdings eine Entgasung auf unter 0,8 g CO₂/L notwendig, um den weichen Rotweincharakter herauszustellen.

CO₂-Entgasung und Strömung

Hohe CO₂-Verluste werden bei der Filtration vor allem durch zu schnelle Pumpvorgänge in den Zu- und Ableitungen verursacht.

Bei geringen Strömungsgeschwindigkeiten in den Leitungen strömt der Wein in Schichten, die sich nicht vermischen (Abb. 1). Dies wird als laminare Strömung (von lat. Lamina = Platte, Scheibe) bezeichnet, es kommt dabei zu keinen Turbulenzen, Verwirbelungen oder Querströmungen.

Die turbulente Strömung ist die Bewegung von Flüssigkeiten, bei der Verwirbelungen auftreten (Abb. 2). Diese Strömungsform ist gekennzeichnet durch meist dreidimensionale, scheinbar zufällige Bewegungen der Teilchen, die zu verstärkter Diffusion führen. Die so auftretende Vermischung liegt um mehrere Zehnerpotenzen über der rein molekularen Diffusion. Ein Verlust von Aromastoffen an die Luft ist die Folge. An den Schlauchdurchmesser angepasste Durchflussmengen können Aromaverluste begrenzen.

Strömungsgeschwindigkeit

Hierbei gilt es zu unterscheiden zwischen Strömungsgeschwindigkeit in den Förderleitungen und der Anströmgeschwindigkeit im Filter. Die Strömungsgeschwindigkeit in der Förderleitung sollte unter 1,5 m/sec liegen, um eine laminare Strömung zu gewährleisten (Tab. 1 und 2).

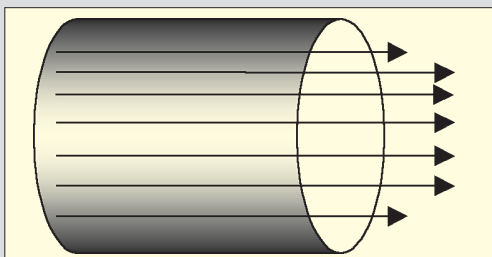


Abb. 1: Laminare Strömung.

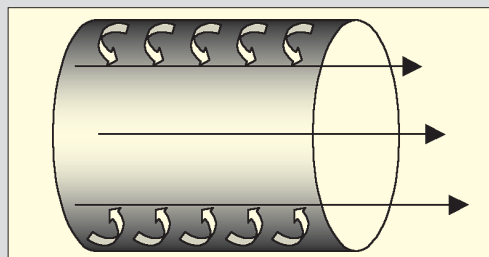


Abb. 2: Turbulente Strömung.

Tab. 1: Berechnung der Strömungsgeschwindigkeit in Schläuchen.

$$v = \frac{0.354 \times Q}{d^2}$$

V = Strömungsgeschwindigkeit

Q = Volumensstrom in Liter/Std.

d = Innendurchmesser in mm

Tab. 2: Durchflussmengen für das Pumpen von Wein in Abhängigkeit vom Schlauchdurchmesser und maximale Filterfläche.

Nennweite DN innen	Üblicher Rohr-Innen-durchmesser in mm	Max. Durchflussmenge (Liter) bei einer Strömungsgeschwindigkeit von 0.8 bis 1.5 m/Sek. (gerundet)	Max. Filterfläche bei 1500 L/m ² × Std.
NW 20	22	1 100 – 2 000	1.0 m ²
NW 32	36	2 900 – 5 500	3.5 m ²
NW 50	53	6 400 – 12 000	8.0 m ²
NW 65	70	11 000 – 21 000	14.0 m ²
NW 80	82	15 000 – 28 000	18.5 m ²
NW 100	105	25 000 – 46 000	30.0 m ²

Fliessgeschwindigkeit im Filter

Bei Kieselgurfiltern muss die Fliessgeschwindigkeit von zirka 1000 bis 2000 L/m² × Std. unbedingt eingehalten werden. Während bei Schichtenfiltern gilt: «Je langsamer, desto besser», trifft dies bei der Kieselgurfiltration nicht zu. Wenn 1000 L/m² × Std. durch den Filter fliessen, beträgt die tatsächliche Fliessgeschwindigkeit 1 m pro Stunde. Dies entspricht 1000 Litern Wein, vorstellbar als ein Würfel mit einer quadratischen Grundfläche von 1 m Kantenlänge, der in einer Stunde durch eine Filterfläche von 1 m² fliesst. Die relativ gemächliche Strömung ist gerade noch ausreichend für die gleichmässige Verteilung der Filterhilfsmittel-Partikel. Ist die Strömungsgeschwindigkeit tiefer, kommt es zur Sedimentation der Kieselgur während des Filtrationsvorgangs und damit auf den Sieben zu einer schwerkraftgesteuerten, ungleichmässigen Verteilung. Bei Werten von 400 bis 600 L/m² × Std. setzen sich die Teilchen schneller ab, als die Flüssigkeit sie bewegen kann.

Ersichtlich wird dieser Filtrationsfehler, wenn die unteren Filtersiebe nach dem Filteröffnen eine dickere Schicht Kieselgur als die höher liegenden Siebe aufweisen. Ursache ist eine ungleichmässige Verteilung des Filterhilfsmittels auf dem Stützgewebe, unabhängig davon, ob ein Kieselgur-Kesselfilter oder ein Hefefilter eingesetzt wird. Bei Kieselgurfiltern mit horizontalen Siebflächen zeigt sich bei der Reinigung am vorderen Rand eine dickere Kieselgurschicht, die zur Sammelachse hin deutlich abnimmt. Auch die oberen Siebflächen sind dann meist mit weniger Filterhilfsmittel belegt als die unteren. Deshalb ist es sinnvoller, beim Unterschreiten der Strömungsgeschwindigkeit die Filtration zu unterbrechen und den Filter zu reinigen, als mit niedriger Leistung weiter zu filtrieren. Bei zu spärlicher Dosage oder zu hoher Trübung muss die Filtration aufgrund des unverhältnismässig stark ansteigenden Drucks abgebrochen werden.

Wie viel muss es sein?

Bei ungenügender Fliessgeschwindigkeit konzentrieren sich an den kritischen Stellen die feinen Partikel des Filterhilfsmittels. Nach kurzer Zeit nimmt dort die Filterdurchlässigkeit ab und das Produkt läuft nunmehr überwiegend durch die porösen Partien des Filterkuchens ab. Wenn die Druckdifferenz weiter ansteigt, werden die aus feinen Partikeln gebildeten Schichtbereiche stärker belastet, als es ihre Struktur

erlaubt. Die Folge sind Filterdurchbrüche und damit ein erhöhtes Risiko für die mikrobiologische Stabilität des Endprodukts.

Langsame Fliessgeschwindigkeiten treten besonders dann auf, wenn zu scharf filtriert wird. Die Kieselgurfiltration soll im Idealfall so verlaufen, dass der Druckanstieg pro Zeiteinheit über weite Strecken konstant verläuft (Zunahme 0.2 bis 0.4 bar/Std.) und gegen Ende der Filtration den Maximalwert erreicht. Das Ende der Filtration soll einhergehen mit der Ausschöpfung des Trubraums. Dies legt es nahe, bei hohen Trubgehalten zwei Kieselgurfiltrations-Durchläufe einzuplanen.

Beim Einsatz grossflächiger Filter wie Hefefiltern ist weniger die Anströmgeschwindigkeit als der Durchmesser der verwendeten Schlauchleitung der begrenzende Faktor. Denn entweder ist der Filter zu gross oder die Schlauchleitung zu klein. So benötigt ein Hefefilter mit 30 Platten von 60 cm × 60 cm und einer Filterfläche von ungefähr 18 m² bei einer Anströmung von mindestens 1000 L/m² × Std. eine Schlauchleitung mit dem Durchmesser DN 80. Damit wird die zur Produktschonung notwendige Obergrenze der Fliessgeschwindigkeit von 1.5 m/sec nicht überschritten. Diese Zusammenhänge werden meist nur in grossen Kellereien, nicht aber in wachsenden Weingütern berücksichtigt. Entscheidend für die Produktschonung ist eine laminare, gleichmässige Strömung ohne Turbulenzen, die bei einer Strömungsgeschwindigkeit von 1.5 m pro Sekunde bei kohlensäurehaltigen Weinen ihre Obergrenze findet. Eine langsamere Filtration macht aus den oben angesprochenen Gründen keinen Sinn.

Adsorption und Zeta-Potenzial

Beim Vorgang der Adsorption (lat. ad-sorbere = (an-) saugen, schlürfen) lagert sich ein Atom oder Molekül aus der Flüssigkeit an der Oberfläche des Filterhilfsmittels an. Dies ist eine Konsequenz der Oberflächenenergie des Filterhilfsmittels: Während im Inneren eines Festkörpers rundum alle Bindungen eines Atoms oder Moleküls gesättigt sind, fehlen den Oberflächenteilchen einige Bindungspartner. Um diesen Teil der Ladung zu sättigen, gehen die Oberflächenteilchen eine Bindung mit fremden Molekülen ein. Nach dem Ladungsausgleich erfolgt keine weitere Anlagerung an das Filterhilfsmittel.

Auf der Oberfläche des Filterhilfsmittels lagern sich fest gebundene Ionen in der sogenannten Helm-

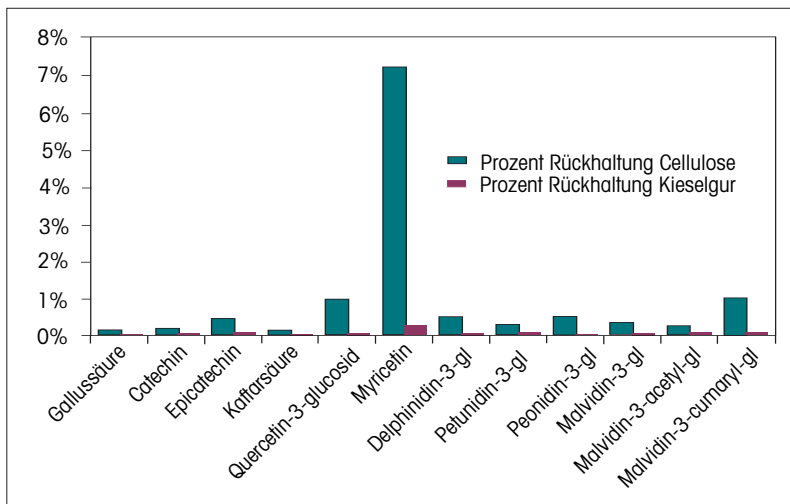


Abb. 3: Rückhaltung ausgewählter Gerb- und Farbstoffe von Rotwein durch Cellulose und Kieselgur.

holtz-Schicht an. Weitere Ionen befinden sich eher locker gebunden in einer diffusen weiteren Schicht. In der Bewegung wird durch Reibung ein Teil der locker gebundenen diffusen Schicht abgeschert und das Filterpartikel erscheint nicht mehr elektrisch neutral, sondern besitzt wieder ein Potenzial. Dieses Potenzial an der Abschergrenze wird als Zeta-Potenzial bezeichnet. Bei gleichem Medium stellt es eine relative Messgrösse dar für das Oberflächenpotenzial und somit für die Ladung des Filterhilfsmittels.

Der positive Effekt dieser Anziehungskräfte ist, dass Partikel zurückgehalten werden können, die kleiner als die Poren des Filterhilfsmittels sind: Kleine geladene Partikel werden angezogen und festgehalten, während die Flüssigkeit an der Oberfläche entlangfliesst. Dieser Vorgang hat bei der Schichtenfiltration den Vorteil, dass Mikroorganismen vom Filter zurückgehalten werden können, die kleiner sind als der Porendurchmesser, also unter der nominellen Ausschlussgrenze liegen. Aus diesem Grund sind die Durchflussmengen besonders bei der Sterilfiltration mit Schichtenfiltern konstant zu halten.

Veränderung der Weininhaltsstoffe

Um die Veränderung der Weininhaltsstoffe durch Adsorption an Filterhilfsmitteln zu ermitteln, wurde in einem Modellversuch mit Rotwein jeweils 1 g Filterhilfsmittel, Cellulose und Kieselgur eingewogen, der durchfliessende Wein in 10 ml Fraktionen unterteilt und untersucht.

Es zeigte sich, dass Kieselgur fast vollständig inert ist und ein Rückhaltevermögen von nahezu Null aufweist. Cellulose bindet im Vergleich zu Kieselgur grössere Mengen an Inhaltsstoffen. Bei einer Menge von 1 g Cellulose/L als Filterhilfsmittel wurden im vorliegenden Fall 7.2% Myricetin adsorbiert, alle anderen untersuchten Weininhaltsstoffe lagen zumeist deutlich unter 1% (Abb. 3).

Desorption

Desorption (lat. de-sorbere = (weg-)saugen) bezeichnet den Vorgang, bei dem Moleküle die Oberfläche des Filterhilfsmittels wieder verlassen und in Lösung gehen. Die Desorption stellt damit den Umkehrvorgang der Adsorption dar. Filterhilfsmittel müssen inert sein, dennoch lassen sich bei einem hohen Einsatz von Filterhilfsmitteln, wie er bei der Voranschwemmung, der Anschwemmfiltration oder bei der Schichtenfiltration vorliegt, im Ausnahmefall kurzfristige geschmackliche Veränderungen feststellen. So konnte Schmidt (2004) zeigen, dass eine extrem hohe Aufwandmenge von Cellulose (10 g/L) bei einer langen Kontaktdauer von einer Stunde zu einem Papiergeschmack führte, der sich aber nach einem Monat Lagerung halbierte und nach sechs Wochen nur noch in sehr geringer Intensität wahrnehmbar war. In der betrieblichen Anwendung hat sich gezeigt, dass die durch Desorption hervorgerufenen Fehltonen sehr kurzfristiger Natur sind. Es kann wohl davon ausgegangen werden, dass die so gelösten Stoffe in Wein instabil sind und nach kurzer Zeit unter ihren sensorischen Schwellenwert sinken.

Dennoch sind auch vor diesem Hintergrund optimale Filtrationsbedingungen anzustreben, auch um den Aufwand an Filterhilfsmittel tief halten zu können.

Literatur

Schmidt O.: Anschwemmfiltration von Wein mit Kieselgur oder Zellulose. Das Deutsche Weinmagazin 13, 29–35, 2004.

RÉSUMÉ

Qu'est-ce qu'une filtration en douceur?

Ce n'est pas le nombre de filtrations qui décide d'un remplissage ménageant ou non, mais la procédure correcte. Le débit dans les tuyaux d'alimentation et d'évacuation du filtre doit être de 0.8 à 1.5 m/sec., sans quoi il se produit des turbulences qui vont conduire au dégazage de CO₂ et en même temps, à la perte de substances aromatiques volatiles. Le débit effectif dans le filtre devrait se situer autour de 1000 à 2000 L/m² × h afin de garantir une répartition uniforme de l'adjuvant de filtrage. Ce paramètre est assez difficile à respecter, car dans de nombreuses caves, on utilise aujourd'hui des filtres plus grands qu'autrefois, sans que les sections des tuyaux n'aient été adaptées. La modération est en outre recommandée dans l'utilisation d'adjuvants de filtrage, étant donné que lors de chaque filtration, il se produira forcément une saturation de l'adjuvant de filtrage par des composantes du vin.