

Cellulose – Kieselgur – Perlite - Filterhilfsmittel im Vergleich

Bernhard Schandelmeier, DLR Rheinpfalz

Für die erste und zweite Filtration während des Weinausbaus hat sich die Filtration mit einem Anschwemm-Kesselfilter durchgesetzt, in der Weinindustrie als Kieselgurfilter bezeichnet (nach dem am stärksten verbreiteten Filterhilfsmittel, der Kieselgur).

Die richtige Wahl der Filterhilfsmittel ist Erfahrungssache, da Trub-Zusammensetzung und Trub-Menge je nach Verarbeitung und Jahrgang stark schwanken. Schonende Anschwemmfiltration ist das Ergebnis eines optimalen Kompromisses aus geringer, aber ausreichender Dosierung von Filterhilfsmittel und guter Durchflussleistung. Durch Mischung und richtige Wahl der Filterhilfsmittel lässt sich im betrieblichen Ablauf eine Optimierung der Filtration erreichen. Insoweit ist es sinnvoll, die Produkteigenschaften der drei bekannten Filterhilfsmittel Zellulose, Perlite und Kieselgur zu beleuchten.

Einzelne Produkteigenschaften sprechen dafür, dass Zellulose und Perlite künftig der Kieselgur Marktanteile abnehmen werden. Veränderungen in der Aufbreitung und feinere Mahlgrade erlauben den Einsatz von Zellulose inzwischen auch für feine Filtrationen. In der Vergangenheit wurde Zellulose, bedingt durch den vergleichsweise hohen Preis nur in Beimischung oder zum Anschwemmen verwendet. Die Vor- und Nachteile der Filterhilfsmittel ergeben sich weitgehend aus den physikalisch-chemischen Eigenschaften und dem Herstellungsprozeß.

Zellulose

Tabelle 1: Zuordnung von Zellulose aufgrund der Filtereigenschaft und der Mengenleistung

Anbieter von Zellulose (alphabet.)	Begerow	Erbslöh	Pall Seitz Schenk
grob	Becocel 2000	Trub-ex	
mittel		DrenopurS	Fibroklar L
	Becocel 400	CelluFluxx P50	
	Becocel 250		
	Becocel 150		Fibroklar K
fein	Becocel 100	CelluFluxx P30	
		CelluFluxx F75	
sehr fein		CelluFluxx F45	
extra fein		CelluFluxx F25	

Zellulose wird neben Kieselgur, Perlite und Reiskleie als Press-Hilfsstoff verwendet. In Geisenheim wurde bereits 1960 durch Zellulose-Einsatz als Press-hilfsmittel eine Verminderung der Trubmenge um ein Drittel erreicht. Für sehr schleimige, schwer pressbare Maischen, wie zum Beispiel Silvaner- und Gutedel-Maischen, sowie für Auslesen, Beerenauslesen und Trockenbeerenauslesen, brachte Zellulose immer sehr gute Filtrationsergebnisse.

Zellulose wurde in der Anschwemmfiltration schon immer verwendet, und zwar zur Grundanschwemmung, um bei den früher üblichen großen Maschenweiten der Siebfilter Kieselgur aufbringen zu können, darüber hinaus auch in der Dosierung, um die bekannte Druckstoß-Empfindlichkeit von Kieselgur und Perlite zu beseitigen. Denn bei Kieselgur und Perlite kommt es ihrer feinkörnigen Struktur häufig zu Rissen und Kratern, die zu Durchbrüchen und zur Instabilität der Filterkuchen führen (Vergleich Perlite). Solche Fehler bewirken überhöhte Strömungsgeschwindigkeiten und in der weiteren Folge ggf. Trübungsdurchbrüche. In diesem Zusammenhang können Partikel der Filterhilfsmittel und Trubstoffe in das Filtrat gelangen. Zellulose hingegen - oder konstant zudosierte Zellulose - auch als Voranschwemmung – festigen, stabilisieren und „armieren“ den Filterkuchen. Risse und Krater werden verhindert, kleine Schadstellen überbrückt, Druckschwankungen, die gerne zu kleinen Filterdurchbrüchen führen, werden ausgeglichen. Vorteilhaft sind auch die kürzeren Reinigungszeiten der Stützgewebe.

Trotz dieser Vorteile verhinderten bislang die hohen Kosten eine alleinige Verwendung von Zellulose. Der Preis von Zellulose ist 2 – 8 teurer als Kieselgur oder Perlite. Zellulose spielte aus

diesem Grunde in der Anschwemmfiltration eine nur untergeordnete Rolle. Allerdings ist inzwischen ein kostenneutraler Einsatz von Zellulose in der Filtration möglich, da die Aufwandmengen von Zellulose um 30 – 50 % niedriger als bei Kieselgur liegen können.

Bei der Zellulose-Herstellungstechnik sind Fortschritte zu verzeichnen, die sich in besser definierter Reinheit und rückläufigem Preis äußern. Inzwischen sind Zellulosen mit sehr gleichmäßiger Korngrößenverteilung in jeder beliebigen, auch kürzerer Faserlänge zwischen 20 -2000 µm herstellbar und erhältlich: Die Faserdicke liegt aber - unabhängig von der Faserlänge - immer in einer Bandbreite von 20 – 30 µm. Dies resultiert aus den natürlichen Gegebenheiten des Zellstoff-Grundmaterials.

Im Unterschied zu den sozusagen im Feuer geläuterten Kieselguren und Perliten sind Zellulosen organische Materialien, die primär nicht ganz frei von löslichen organischen Bestandteilen des Rohstoffes Holz sind. Filterschichten bestehen derzeit zu ca. 50 % aus Zellulose und zu ca. 50% aus Kieselgur sowie aus kleineren Mengen von Polymerharz, welche die Schichten zusammenhalten. Bei Filterschichten wird zur Vermeidung von Papiergeschmack grundsätzlich ein 20 minütiges Wässern vor Filtrationsbeginn empfohlen. Wenn mit vergleichsweise hohen Aufwandmengen vom über 2 g/L bei der Anschwemmfiltration im Kreislauf gefahren wurde, waren in Einzelfällen Geschmacksveränderungen bei neutralen Weißweinen zu beobachten, die sich aber nach einer einwöchigen Lagerdauer weitgehend verloren. Falls Zellulose zum Einsatz kommt, ist es deswegen - nicht nur aus Kostengründen - sinnvoll, den bislang üblichen Einsatz von Kieselgur zu halbieren oder sogar zu dritteln. Eine solche Einsparung ist erprobt und empfehlenswert. Sie erlaubt eine kosten- und geschmacksneutrale Verwendung der Zellulose an Stelle von Kieselgur zur Anschwemmfiltration.

Zellulose hat eine etwas höhere Absorptionsrate als Kieselgur. Die dadurch bedingte Verminderung der Weinhaltstoffe liegt aber deutlich unter dem sensorisch wahrnehmbaren Level. Zur Grundanschwemmung wird eine Schichtdicke von ca. 1 mm angestrebt. Bei einer alleinigen Verwendung von Zellulose als Filterhilfsmittel genügen - wie schon erwähnt - 30 – 50 % der üblicherweise verwendeten Kieselgurmengen, wahrscheinlich aufgrund der im Vergleich zu Perlite und Kieselgur gleichmäßigeren Korngrößenverteilung und des vergleichsweise geringeren Eigengewichts der Zellulose.

Vorteile beim Einsatz von Zellulose als Filterhilfsmittel

- Kein Verschleiß an Pumpen, wie sie bei Kieselgur- und Perlite-Verwendung durch deren abrasive Eigenschaften insbesondere an Kolbenpumpen des Hefefilters auftreten.
- Kein Verschleiß an Sieben und Stützsichten bei der alleinigen Verwendung von Zellulose für die Voranschwemmung, wie er in typischer Weise während der Voranschwemmung dann entsteht, wenn sich die abrasive Wirkung der anorganischen Feinstteilchen der Filterhilfsmittel Kieselgur und Perlite entfaltet, während die Grundanschwemmung auf das Maschennetz des Filters trifft und spezifisch belastet.
- Entstehung eines stabilen Filterkuchens - auch in Abmischungen mit Perlite und Kieselgur (dabei zu empfehlender Zellulose-Anteil ca. 5-10%). Kleine Schadstellen im Stützgewebe können überbrückt werden.
- Zellulosen setzen sich nicht im Kanalsystem ab; in die Kanalisation geleitete Restmengen sind unbedenklich.
- Das Abwerfen des Filterkuchens wird durch Zellulose verbessert.
- Der Staub enthält keine Gehalte an gesundheitsschädlichen cristobaliten Strukturen.

Nachteile der Zellulose

- Überhöhte Aufwandmengen von über 2 g/l (z.B. bei der Voranschwemmung) können bei neutralen Weißweinen zum kurzfristigen Auftreten eines Papier-tones führen.
- Hohe Staubeentwicklung bei der Entnahme.

Kieselgur

Kieselgur besteht aus den Skeletten von in Salz- und Süßwasser lebenden Algen aus dem Tertiär und Quartär mit einem Durchmesser von 0,01 - 0,1 mm. Die Angaben über die Zahl fossiler Arten schwanken von 6.000 bis 10.000. Ein Kubikzentimeter Kieselgur enthält die fossilen Überbleibsel von 4,6 Millionen bis zu 1 Milliarde Diatomeen. Es handelt sich um einen Natur-Rohstoff von großer, durch die Artenvielfalt bedingter Form- und Partikel-Variabilität, was sich naturgemäß in den Eigenschaften der Endprodukte niederschlägt.

Industrielle Aufbereitung von Kieselgur

Die mächtigen Schichten der fossilen Kieselalgen werden mit Baggern im Tagebau abgetragen. 3 Formen der Kieselgur-Verarbeitung lassen sich unterscheiden. Die abgebaute Kieselgur wird gemahlen und bei niederen Temperaturen getrocknet und gesiebt, um unterschiedliche Teilchengrößen zu gewinnen. Dieser Kieselgurtyp ist in der Farbe gräulich bis grauweiß.

Kalzinierte Kieselgur:

Kalziniere besteht im Austreiben von Wasser und flüchtigen Bestandteilen durch Erhitzen des Rohstoffes ("So weiss machen wie Kalk", einen Stoff zu heller Asche verbrennen). Während Kieselgur vor der Verarbeitung hauptsächlich, je nach Lagerstätte, aus der amorphen Form des Siliziumdioxides besteht, entstehen durch gezielten Einsatz von Druck und Temperatur im Produktionsprozess verschiedene Kristallgitter, unter anderem und hauptsächlich: „Quarz“, - „Cristobalit“ benannt nach seinem Fundort, dem Berge San Cristobal in Süd Mexiko. Sie entstehen beim Erhitzen des Rohmaterials auf ca. 1500°C in Anwesenheit von Alkaliverbindungen (als Katalysatoren) im Drehofen. Alle anderen Kristallgitter-Strukturen sind in höheren Anteilen nur unter sehr viel höheren Drücken von bis zu 120.000 bar zu erzeugen.

Wegen seines Gehaltes an Cristobalit ist Kieselgur als gesundheitsgefährdender Stoff in der Diskussion, weil besonders dessen Partikel, wenn sie eingeatmet werden, eine Schädigung der Lungen hervorrufen. Cristobalite Kieselgurstrukturen werden als krebserregend eingeschätzt.

Die Kalzinierung im Drehofen bei 800°C ist notwendig, um organische, flüchtige und wässrige Anteile zu entfernen. Das Produkt wird gegebenenfalls gemahlen und nach Teilchengröße getrennt. Die Farbe verändert sich vom Grau des Rohstoffs ins reine Weiß bis hin zum Rot des Fertigproduktes.

Fluxkalzinierte Kieselgur:

In einem Drehofen wird die Kieselgur bei 800°C gebrannt unter dosierter Zugabe von Natriumcarbonaten. Die Zugabe von z.B. Natriumcarbonaten als Flußmittel führt zu einer Herabsetzung des Schmelzpunktes, und damit zu einer Zunahme der Teilchengröße der Kieselgur. Die Erzeugung grober Guren bedarf der Fluxkalzinierung. Der Anteil Cristobaliter Kieselgurstrukturen ist bei solch groben Guren am höchsten und nimmt je nach Verarbeitungsmodus von 30% bei alleiniger Kalzinierung auf 60 – 70% zu. In der Filtration werden kalzinierte und fluxkalzinierte Kieselguren eingesetzt.

Kieselgur in der Filtration

Tabelle 2: Zuordnung von Kieselgur aufgrund der Filtereigenschaft und der Mengenleistung

Anbieter von Kieselgur (alph.)	Begerow	Erbslöh	Pall Seitz Schenk	Manville	Kenite	Mengenleistung
grob	Becogur 4500		Ultra	555 545	1000	↓
mittel	Becogur 3500	Dicalite Speed-plus	Spezial Super	Hyflo-Supercel	900 700	
fein	Becogur 1200		Pura Media	Standard-Supercel	200	
sehr fein	Becogur 200		Extra	Filtercel	100	
extra fein	Becogur 100		EF			

Bei allen Kieselgurarten zeigen die Partikelgrößen eine hohe Streubreite, bedingt durch die Artenvielfalt der Ablagerungen und die Verarbeitung. Stets sind sehr feine und relativ grobe Teilchen untereinander vermischt.

Vorteile von Kieselgur als Filterhilfsmittel

- Feine Kieselgur ermöglicht bislang im Vergleich aller drei Filterhilfsmittel den höchstmöglichen Klärgrad bei der Anschwemmfiltration (Vergleiche
- Tabelle 3: Durchschnittliches Rückhaltevermögen von **Kieselgur**)
- Kieselgur ist ein inerte Stoff: das Glühen des Materials bei der Herstellung garantiert das Verbrennen aller organischen Bestandteile.
- Geringere Staubentwicklung bei der Entnahme als bei Perlite und Zellulose.
- Kostengünstig

Nachteile von Kieselgur als Filterhilfsmittel

- Kieselgur ist ein sehr abrasives Material, das Pumpen stark abnützt.
- Kieselgur setzt sich im Kanalsystem schnell ab und kann zu Verstopfungen der Abwasserleitungen führen. Kieselgur, die beim Nachspülen abfließt, muss aufgefangen werden, da Kieselgur die Kanalisation verstopfen kann und ein Einleitungsverbot besteht.
- Der Staub enthält je nach Kieselgurtyp unterschiedliche hohe Gehalte an gesundheitsschädlichen sog. cristobaliten Kieselgurstrukturen.

Tabelle 3: Durchschnittliches Rückhaltevermögen von Kieselgur

	Durchschnittliches ungefähres Rückhaltevermögen
Grobe Kieselgur	7 µm
Mittlere Kieselgur	3 µm
Feine Kieselgur	1 µm

Perlite

Tabelle 4: Zuordnung von Perlite aufgrund der Filtereigenschaft und der Mengenleistung

Anbieter von Perlite (alphab.)	Begerow	Erbslöh	Pall Seitz Schenk	Manville	Mengenleistung
grob	Becolite 5000		Perlite A	J10	↓
mittel	Becolite 4000	Diacelite			
	Becolite 3000	Perlite Mittelfein			

Als Perlite bezeichnet man ein dichtes, glasartiges Gestein vulkanischen Ursprungs. Es wird im Tagebau abgebaut.

Zur Herstellung der Perlite wird Perlit-Erz im Drehrohfen auf über 870°C (meist werden Temperaturen zwischen 1000 und 1400° C erreicht) bis zum plastischen Zustand erhitzt. Das im Gestein enthaltene Wasser verdampft und bläht das Erz schaumig auf das 20-fache seines ursprünglichen Volumens auf. Nach dem Abkühlen wird der „Steinschaum“ gemahlen und nach Korngrößen sortiert. Die Korngrößen-Verteilung liegt zwischen 1–100 µm, hauptsächlich zwischen 40 und 60 µm. Während das unbehandelte Gestein leicht schimmernd grau bis glänzend schwarz ist, führt der Prozess der Expansion zu der charakteristischen rein weißen Farbe. Perlite besitzt im Gegensatz zu Kieselgur keine innere Porosität, ist aber genauso chemisch inaktiv und unlöslich wie Kieselgur. Die einzelnen Partikel von Perlite entsprechen in Form und Art den unregelmäßigen Teilchen eines zerschlagenen Glaskügelchens. Ihnen fehlt die in sich poröse skelettförmige Struktur der Kieselalgen (Diatomeen). Perlite hat im Vergleich zu Kieselgur und Zellulose das geringste Raumgewicht (Vergleiche Tabelle 5: Raumgewichte von Perlite, Kieselgut und Zellulose), es liegt um 20% - bis zu 50% niedriger als bei Standard-Kieselgur.

Tabelle 5: Raumgewichte von Perlite, Kieselgur und Zellulose

Filterhilfsmittel	Perlite	Kieselgur	Zellulose
Schüttgewicht	70 – 90 g/l	150 – 300 g/l	40 – 300 g/l

Damit ergibt sich die Möglichkeit, bei vielen Filtrationen durch den Einsatz von Perlite an Stelle von Kieselgur Kosten zu sparen. Durch größeres Volumen je kg im Vergleich zu Kieselgur ergeben sich um bis zu 20% verringerte Aufwandmengen. Perlite kompaktiert nicht und der Filterkuchen bleibt porös, dadurch ist das Abwerfen des Filterkuchens schnell und einfach zu bewerkstelligen. Perlite wird bislang hauptsächlich in der Grobfiltration, z.B. in der Verarbeitung von Süßtrub und um Hefe abzutrennen.

Handelsübliche Perliten waren aber bislang meist grob, voluminös. Aufgrund neuer Mahltechniken ist es möglich, Perlite, die bisher nur zur groben Klärfiltration eingesetzt wurden, so fein zu mahlen, dass Feinfiltration möglich wird. Perlite lässt sich somit in der Anschwemmfiltration nicht nur im Hefefilter verwenden, sondern auch in Kesselfiltern mit horizontaler oder vertikaler Anordnung der Stützsiebe. Bislang konnte bei der alleinigen Verwendung von Perlite nicht immer eine der Kieselgur entsprechende Klärschärfe erreichen werden. Unklar bleibt einstweilen auch, in wieweit Perlite als alleiniges Filterhilfsmittel für die Feinfiltration geeignet ist. Zur Verringerung der bekannten Druckstoßempfindlichkeit der Perlite ist die Zugabe von Zellulose notwendig. Durch Druckschwankungen kann es zum so genannten „Hefestoß“ kommen, besonders häufig dann, wenn der Tank zur Neige geht und Hefe mit abgezogen wird. Hefen und Bakterien brechen „stoßartig“ durch; mangelnde Keimreduzierung ist die Folge. An der Oberfläche der Anschwemmschicht steigt der Anteil der schleimigen Trubteilchen gegenüber den Partikeln des Filterhilfsmittels so stark an, dass sich dort eine relativ undurchlässige Schicht bildet. Dadurch kommt es zu einem entsprechend starken und schnellen Anstieg der Druckdifferenz. Wenn dies am Anfang der Filtration geschieht, besteht die Gefahr einer Verschlechterung der Filtrationsergebnisse durch solche „Durchbrüche“. So wie im Baugewerbe Beton der Stahlarmierung bedarf, so bedarf Perlite der Armierung durch die längerfaserige Zellulose.

Vorteile von Perlite als Filterhilfsmittel

- Geringe Kosten durch niedriges Raumgewicht
- Bei Perliten zeigen die Partikelgrößen eine geringere Streubreite als bei Kieselgur.
- Der Staub enthält keine Gehalte an gesundheitsschädlichen cristobaliten Strukturen.
- Inerter Stoff: Glühen des Materials bei der Herstellung garantiert wie bei der Kieselgur das Verbrennen aller organischen Bestandteile.

Nachteile von Perlite als Filterhilfsmittel

- Insgesamt ist Perlite ein sehr abrasives Material, das Pumpen und auch Filtertücher stark abnützt.
- Druckstoßempfindlichkeit; Zusatz von Zellulose zur Stabilisierung ist sinnvoll und beim Einsatz in Kieselgurfiltern unumgänglich notwendig.
- Der Klärgrad von Kieselgur konnte bislang noch nicht erreicht werden.
- Hohe Staubentwicklung bei der Entnahme.

Fazit:

Der maximal mögliche Klärgrad lässt sich bislang durch Kieselgur erreichen. Dennoch bietet Zellulose eine interessante, oft vorteilhafte Alternative: Ihre Fasern verhalten sich aufgrund ihrer Struktureigenschaften elastisch gegenüber Druckstößen, sie überbrücken kleinere Schadstellen im Filtergewebe und erleichtern - durch ihren hohen inneren Haftverbund - das spätere Abreinigen des Filterkuchens. Das wirtschaftlichste Filterhilfsmittel bleibt Perlite, deren bekannte Druckstoßempfindlichkeit spricht aber gegen eine alleinige Verwendung. Der Kampf um Marktanteile lässt aber weiteren Raum zur Optimierung der Produkte.

Literatur:

Schandelmaier, B.: (2004) Kieselgurfiltration im Klein und Mittelbetrieb, ATW Bericht Nr. 128