

**Alternative  
Klärverfahren  
bei Most**

Johann Seckler  
Rainer Jung  
Maximilian Freund

# ATW - Ausschuss für Technik im Weinbau

Deutscher Weinbauverband, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft

Abschlussbericht über das  
ATW-Vorhaben Nr. 102

## Vergleich alternativer Klärverfahren bei Most (Absitzen, Separieren, Flotieren, Schönen)

Bearbeiter: Johann Seckler  
Dr. Rainer Jung  
Maximilian Freund

KTBL-Titel: I/12

Förderjahre: 1997-1999

Förderländer: Bayern, Hessen, Rheinland-Pfalz

Durchführung: Forschungsanstalt Geisenheim  
Fachgebiet Kellerwirtschaft  
Leiterin: Prof. Dr. Monika Christmann  
Blaubachstraße 19, D-65359 Geisenheim

## ATW-Vorstand

Vorsitzender: Peter Jost  
Oberstraße, D-55420 Bacharach  
Tel.: 06743/1216  
Fax: 06743/1076  
eMail: tonijost@debitel.de

2. u. GF-Vorsitzender: Prof. Dr. Werner Rühling  
Forschungsanstalt Geisenheim, Fachgebiet Technik  
D-65359 Geisenheim  
Tel.: 06722/502-361  
Fax: 06722/502-360  
eMail: technik@geisenheim.fa.fh-wiesbaden.de

Dr. Jürgen Dietrich  
Staatlicher Hofkeller Würzburg  
Rosenbachpalais, Residenzplatz 3, D-97070 Würzburg  
Tel.: 0931/30509-20  
Fax: 0931/30509-33  
eMail: hofkeller-wuerzburg@t-online.de

## ATW-Beirat

Obmann: MinR Hermann Fischer  
Minist. für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau  
PF 3269, auhofstraße 4, D-55116 Mainz  
Tel.: 06131/16-3516  
Fax: 06131/16-3533  
eMail: Hermann.Fischer@mwwlw.rpl.de

Geschäftsführer: Dr. Albrecht Achilles  
KTBL, Bartningstr. 49  
D-64289 Darmstadt  
Tel.: 06151/7001-139  
Fax: 06151/7001-123  
eMail: a.achilles@ktbl.de

Titelbild: Resttrubgehalte des Mostes in Abhängigkeit der Separatorenleistung bei einem 1995er Riesling (SECKLER, J. 1997c)

© 2000 by Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL)  
Bartningstraße 49, D-64289 Darmstadt, Tel.: 06151/7001-0. [www.ktbl.de]

Redaktion: Dr. Albrecht Achilles

Herausgegeben mit Förderung des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten sowie des Deutschen Weinbauverbandes.

Nachdruck, auszugsweise Wiedergabe, Vervielfältigung, Übernahme auf Datenträger und Übersetzung nur mit Genehmigung des ATW.

Printed in Germany.

## Inhalt

1	Einleitung.....	3
2	Theoretische Betrachtung.....	4
2.1	Mosttrub .....	4
2.1.1	Definition .....	4
2.1.2	Entstehung und Menge.....	4
2.1.2.1	Beeinflussung des Trubgehaltes durch die Art der Pressenbefüllung .....	5
2.1.2.2	Mostzusammensetzung und Ausbeutewerte bei verschiedenen Pressfraktionen .	6
2.1.2.3	Einfluss der Traubenverarbeitungstechnik auf den Trubgehalt.....	7
2.1.2.4	Beeinflussung des Trubgehaltes durch Lesetechnik und Weiterverarbeitungsmöglichkeiten.....	9
2.1.3	Qualitative Zusammensetzung .....	12
2.1.4.	Disperses System Most.....	14
2.1.4.1	Echt gelöste Stoffe .....	15
2.1.4.2	Kolloidal gelöste Stoffe .....	17
2.1.4.3	Grobdispers gelöste Stoffe .....	18
2.2	Mostvorklärung .....	19
2.2.1	Zweck.....	19
2.2.2	Für und Wider.....	19
2.2.3	Verfahrenstechnik.....	20
2.2.3.1	Sedimentieren .....	21
2.2.3.2	Zentrifugieren .....	23
2.2.2.3	Filtration.....	29
2.2.2.3.1	Vakuumdrehfilter .....	31
2.2.2.3.2	Filterpresse.....	32
2.2.2.4	Flotation.....	33
3	Material und Methoden .....	38
3.1	Alternative Vorklärverfahren .....	38
3.1.1	Sedimentation.....	39
3.1.2	Separation .....	39
3.1.3	Flotation.....	39
3.1.4	Vakuumdrehfilter .....	40
3.2	Unterstützung der Mostvorklärung durch Schönungsmittel.....	41
3.3	Weiterverwendung von Süßtrubfiltrat.....	41
3.4	Mostuntersuchungen .....	42
3.4.1	Sedimentationstrub [% vol.].....	42
3.4.2	Schleudertrub / Resttrub [% gew.] .....	42
3.4.3	Gesamtphenole .....	43
3.4.4	Kalium und Calcium.....	43
3.4.5	Weinsäure .....	43
3.4.6	Mostgewicht und Zucker.....	43
3.4.7	pH-Wert und Gesamtsäure.....	44
3.4.8	Sauerstoffgehalt der Moste.....	44
3.4.9	Aminosäuregehalt.....	44
3.5	Weinuntersuchungen und Weinausbau .....	44

3.5.1	Weinausbau .....	44
3.5.2	Bentonitbedarf .....	46
3.5.3	Filtrierbarkeit der Weine .....	46
3.5.4	Weinanalyse .....	46
3.5.5	Sensorik .....	47
4	Ergebnisse und Diskussion .....	48
4.1	Alternative Vorklärverfahren .....	48
4.1.1	Versuchsweine .....	48
4.1.2	Resttrubgehalt .....	50
4.1.3	Sedimentationstrub und Flotatschlamm .....	51
4.1.4	Gesamtphenolgehalte im Most .....	52
4.1.5	Gesamtphenolgehalte im Wein .....	53
4.1.6	Filterindex .....	55
4.1.7	Gärverlauf .....	55
4.1.8	Sensorik .....	58
4.1.10	Anmerkungen .....	59
4.2	Vergleich verschiedener Flotationsgase .....	59
4.2.1	Versuchsweine .....	59
4.2.2	Resttrubgehalte .....	61
4.2.3	Sedimentationstrub und Flotatschlamm .....	62
4.2.4	Gesamtphenolgehalte im Most .....	62
4.2.5	Gesamtphenolgehalte im Wein .....	64
4.2.6	Sauerstoffgehalt im Most .....	64
4.2.7	Gärverlauf .....	66
4.2.8	Sensorik .....	67
4.2.9	Anmerkungen .....	67
4.3	Weiterverwendung von Süßtrubfiltrat .....	68
4.3.1	Versuchsweine .....	68
4.3.2	Resttrubgehalt .....	69
4.3.3	Gesamtphenolgehalte im Most .....	70
4.3.4	Gesamtphenolgehalte im Wein .....	71
4.3.5	Aminosäuregehalte der Moste .....	72
4.3.6	Kalium- und Calciumgehalte der Moste .....	73
4.3.7	Sensorik .....	74
4.3.8	Anmerkungen .....	75
4.4	Unterstützung der Mostvorklärung durch Schönungsmittel .....	75
4.4.1	Versuchswein .....	75
4.4.2	Rest- und Sedimentationstrub .....	77
4.4.3	Gesamtphenolgehalt in Most und Wein .....	78
4.4.4	Sedimentationsleistung .....	80
4.4.5	Gärverlauf .....	82
4.4.6	Filtrierbarkeit der Weine .....	83
4.4.7	Sensorik .....	84
4.4.8	Anmerkungen .....	86
5	Zusammenfassung .....	87
Literatur	.....	89

## 1 Einleitung

Die Reduzierung des Trubgehaltes kann als eines der wesentlichsten Ziele einer qualitätsorientierten Traubenverarbeitung angesehen werden. Durch eine schonende Traubenverarbeitung können schon im Vorfeld größere Trubmengen vermieden werden, vor allem Feinsttrubgehalte, die für die Klärfähigkeit des Mostes von Bedeutung sind.

In den zurückliegenden Jahren konnten wir wiederholt nachweisen, dass die Reintönigkeit des späteren Weines linear von der Höhe des Resttrubgehaltes des Mostes vor der Vergärung abhängt. Der Resttrubgehalt sollte  $< 0,8$  besser  $< 0,6$  % gew. betragen.

Nimmt man die Weinqualität als die wesentliche Zielgröße der Kellerwirtschaft, so muss eine umfassende Betrachtung aller Verarbeitungsschritte der Traube hinsichtlich ihres negativen Einflusses auf die Zielgröße erfolgen. Aus diesem Grund haben wir uns in den zurückliegenden Jahren intensiv mit den Möglichkeiten der Mostvorklärung beschäftigt.

Die nachfolgende Arbeit wurde in Teilaspekten im Rahmen von Diplomarbeiten bearbeitet.<sup>1</sup>

Die grundsätzlichen Verfahren der Mostvorklärung wie Sedimentation, Separation, Flotation, Drehfiltration und Filterpresseinsatz, wurden auf ihre Effektivität und Beeinflussung der Weinqualität geprüft. Zusätzlich wurden weitere Einflussgrößen in die Untersuchungen einbezogen. Dies war bei der Sedimentation die Wirkung unterschiedlicher Mostschönungsmittel und bei der Flotation der Einsatz verschiedener Gase. Ergänzend wurden Untersuchungen zur Weiterverarbeitung von Süßtrub angestellt.

Zur Beurteilung der Einflussgrößen dienten hauptsächlich die Parameter Sedimentationstrub, Resttrub, Gesamtphenole und Weinqualität sowie der Gehalt hefeverfügbarer Stickstoff und Filterindices. Begleitend wurde von allen Weinen eine Handelsanalyse erstellt.

---

<sup>1</sup> Die Verfasser bedanken sich bei Frau Marion Deimling, den Herren Marcus Heß, Kurt Rathgeber und Thomas Schäfer.

## **2 Theoretische Betrachtung**

### **2.1 Mosttrub**

#### **2.1.1 Definition**

Nach Anhang I der Verordnung 822/87EWG ist Weintrub der Rückstand, der sich in den Behältern, die Wein enthalten, nach der Gärung oder während der Lagerung oder nach einer zulässigen Behandlung absetzt. Die Verordnung versteht unter dem Begriff Weintrub auch jene Rückstände, die sich bei der Lagerung oder einer zulässigen Behandlung von Traubenmosten absetzen. Somit unterscheidet die Gesetzgebung nicht zwischen Most-, Hefe- und Schönungstrub. (AMTSBLATT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFT, 1987, NR. L84)

Eine weitere Phasentrennung des Rückstandes in den Behältern zu Traubenmost bzw. Wein und Weintrub ist nach Artikel 35 Abs. 1 der Verordnung 822/87 EWG nur dann zulässig, wenn diese durch Filterung oder Zentrifugierung und nicht durch Auspressung erfolgt. Daneben muss das dadurch gewonnene Erzeugnis handelsüblich sein und der entsprechend behandelte Weintrub nicht in den Trockenzustand ( $\leq 20$  % Restfeuchte) überführt werden. Laut Verordnung 3105/88 EWG muss der verarbeitete Weintrub einen Mindestalkoholgehalt von 3,5 vol.% und eine Restfeuchte von mindestens 45 % aufweisen, wenn er der Destillation (AMTSBLATT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFT, 1988, NR. L277)

In Artikel 67 Abs. 6 der Verordnung 822/87 EWG wird weiter die Bereitung von Wein oder anderer Getränke aus Weintrub zum unmittelbaren menschlichen Verbrauch verboten, wobei die Herstellung von Alkohol, Branntwein oder Tresterwein erlaubt ist. (AMTSBLATT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFT, 1987, NR. L84)

In wie weit der gewonnen Traubenmost bzw. Wein aus dem Behälterrückstand des Artikels 35 Abs. 1 im Widerspruch zu Artikel 67 Abs. 6 steht, ist für die vorliegende Arbeit und deren Fragestellung von untergeordneter Bedeutung. (vgl. WALTER, F. , 1991, S. 3 und KOCH, H., 1991)

#### **2.1.2 Entstehung und Menge**

Der Entstehungsort des Trubes im Most ist in der Traubenverarbeitung zu suchen. Diese erstreckt sich von der Lesetechnik über Transport und Annahme bis hin zum Pressvorgang. In diesen einzelnen technischen Teilprozessen wird die Traube bzw. Maische mehr oder weniger beschädigt und die Beerenhaut aufgerissen, so dass der Saft aus den Zellen austritt. Durch diese Vorgänge werden eine Reihe von mechanischen, biochemischen und mikrobiologischen Tätigkeiten in Gang gesetzt, die entscheidenden Einfluss auf die Mostinhaltsstoffe, den Trubgehalt und damit auf die Qualität des späteren Weines nehmen.

Durch die eigentliche Pressung werden die inhomogenen Phasen fest/flüssig weitgehend getrennt, wobei mit fortschreitender Pressdauer ein Anstieg problematischer Inhaltsstoffe

festzustellen ist. Diese problematischen Inhaltsstoffe sind bei der Traube vornehmlich im Stielgerüst, im Kernbereich und in der Beerenhaut zu finden. Aus deren Beschädigung wird mit zunehmender mechanischer Belastung nicht nur unerwünschte Inhaltsstoffe extrahiert, sondern auch mehr Trub erzeugt, welcher das Geschmacksbild des Weines negativ beeinflussen kann.

Somit sind folgende Einflussgrößen für den Trubgehalt im Most mitverantwortlich (SECKLER, J., 1997; MAUL, D., 1987, S. 987-997):

- Rebsorte und Jahrgang
- Reifegrad
- Fäulnisgrad
- Lesetechnik
- Transporttechnik (Pumpen- und Fördertechnik)
- Traubenannahme und -bevorratung
- Pressenbeschickung und Presssysteme

#### 2.1.2.1 Beeinflussung des Trubgehaltes durch die Art der Pressenbefüllung

Im Zuge einer rationellen Traubenverarbeitung bestand gegen Ende der siebziger Jahre die Möglichkeit Pressen mit einer Zentralbefüllungseinrichtung auszustatten. Anfänglich wurde der Einfülldeckel mit einem Anschweißgewindestutzen und einer Blindkappe versehen. Hierüber konnte dann die Maische bei stillstehendem Presskorb hineingepumpt werden. In den folgenden Jahren wurde die Möglichkeit geschaffen, pneumatische Pressen mit einer stirnseitigen Zentralbefüllungseinrichtung auszustatten. Durch die Möglichkeit, dass der Presskorb während der Befüllung rotieren konnte, wurden wesentlich größere Maischemengen im Presskorb untergebracht.

Tab. 1: Trubgehalt und Aufschüttmenge bei einer pneumatischen Presse (Korbinhalt 1800 l) in Abhängigkeit von der Art der Befüllung (Riesling, Fäulnisgrad 25 %)

Arbeitsweise	Aufschüttmenge [kg]	Sedimentationstrub [% vol.]
Befüllung über Einfüllöffnung – von oben -	2184 32%	13,1 35%
Befüllung über Zentralbefüllung – alle 2 min. eine Rotation -	2885 6 %	17,8 57%
Befüllung über Zentralbefüllung – ständige Rotation -	3054	28,0

In Tab. 1 sind die Trubgehalte und Aufschüttmengen bei einer pneumatischen Presse in Abhängigkeit von der Befüllungsart dargestellt. Der Korbinhalt der Presse betrug 1800 l.

Die Rieslingmaische hatte einen Fäulnisanteil von rd. 25 %. Bei der Befüllung über die Zentralbefüllungseinrichtung und Rotation des Presskorbes alle 2 Minuten konnte zwar 32 %

mehr Maische in der Presse untergebracht werden, diese höhere Aufschüttmenge brachte aber auch 35 % mehr Sedimentationstrub nach 18-stündiger Absetzzeit.

Bei ständiger Rotation während der Befüllung konnten zwar nochmals weitere 6 % mehr Maische untergebracht werden, die allerdings mit einer gewaltigen Trubzunahme um 57 % sehr teuer erkaufte wurde. Bei der drucklosen Entsaftung in Verbindung mit der Rotation des Presskorbes besitzt die Maische fast keine Filterwirkung, so dass der Trub mehr oder weniger ungehindert in den Most gelangen kann.

### 2.1.2.2 Mostzusammensetzung und Ausbeutewerte bei verschiedenen Pressfraktionen

Betrachten wir uns jetzt das mittlere Beispiel der Tab. 1 etwas genauer. In Tab. 2 sind einmal für die Variante Zentralbefüllung mit Rotation alle 2 Minuten die Ausbeutewerte und die Mostzusammensetzung der verschiedenen Pressfraktionen dargestellt.

Tab. 2: Ausbeutewerte und Mostzusammensetzung bei verschiedenen Pressfraktionen (Riesling - konventionell, Zentralbefüllung mit Rotation alle 2 Minuten -)

	V	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	Gesamt (G)
<b>Aufschüttmenge [kg]</b>	2885			
<b>Mostmenge [l] / [%]</b>	1200 / 55,6	590 / 27,3	370 / 17,1	2160 / 100
<b>Ausbeute [% gew.]</b>	78,9			
<b>Sedimentationstrub [% vol.]</b>	33,0	7,5	3,2	17,8
<b>Resttrub [% gew.]</b>	2,90	1,65	0,96	2,19
<b>Gesamtphenole [mg/l]</b>	323	376	468	366
<b>Kalium / Calcium [mg/l]</b>	1270 / 96	1628 / 127	1972 / 164	1512 / 122
<b>pH / Gesamtsäure [g/l]</b>	3,0 / 11,1	3,1 / 10,8	3,4 / 9,3	3,1 / 10,7
<b>°Oe / Zucker [g/l]</b>	82 / 197	83 / 196	84 / 193	83 / 196

Schon während der Aufschüttzeit von rd. 15 Minuten liefen über 55 % der Gesamtmostmenge ab. In der nächsten halben Stunde bei einem Pressdruck bis zu 0,2 bar weitere 27 %. Aus diesen Werten wird deutlich, dass in 25 % der gesamt Presszeit über 80% der erzielbaren Ausbeute zu gewinnen waren. Um die letzten 17 % Most zu gewinnen, mussten 75 % der Presszeit aufgewendet werden.

Die um den Trubgehalt in Gewichtsprozent bereinigte Ausbeute lag bei 78,9 % gew. Die Sedimentationstrubgehalte wurden nach 18 Stunden Absetzzeit ermittelt. Der Vorlauf - V - enthielt mit 33 % den größten Trubanteil. Der angefaulte und vorgeschädigte Riesling wurde durch die Förderung zur Presse weit stärker mazeriert als gesundes Lesegut. Diese verstärkte Mazeration, die intervallgesteuerte drucklose Rotation des Presskorbes und die dabei

fehlende Filterwirkung des Maischekuchens haben den hohen Trubgehalt von 33 % im Vorlauf erzeugt. **Hieraus wird deutlich ersichtlich, dass die Trubgehalte im wesentlichen durch die Arbeitsschritte vor dem eigentlichen Pressvorgang erzeugt werden.** Sobald dann die Entsaftung bei stillstehendem Presskorb, wenn auch nur unter leichtem Druck, vorgenommen wird, geht der Trubgehalt im Pressmost durch die einsetzende Filterwirkung des Presskuchens zurück. In der letzten Fraktion lag der Trubgehalt nur noch bei 3,2 %.

Der Gesamtphenolgehalt stellt neben dem Trub einen wesentlichen Untersuchungsparameter dar. Seine Optimierung kann als eines der Hauptziele einer qualitätsorientierten Traubenverarbeitung angesehen werden. Rebsorte und Zustand des Lesegutes und dessen Verarbeitungstechnik bestimmen die Höhe der Gesamtphenolgehalte. Generell verursacht jede mechanische Einwirkung die Erhöhung dieser Gehalte.

Ist mit fortschreitender Pressdauer der Saft des Fruchtfleisches weitgehend abgetrennt, beginnt verstärkt die mechanisch, enzymatische Freisetzung der Zellinhaltsstoffe aus der Beerenhaut, wo phenolische Verbindungen verstärkt vorkommen.

Auch in dem gezeigten Beispiel steigen die Gesamtphenolgehalte sehr stark mit fortschreitender Mazeration bzw. Pressdauer an. Diese hohen Gehalte wurden von uns nur dann gefunden, wenn das Lesegut stark angefault oder vor dem Pressen schon stark mechanisch belastet war.

Kalium und Calcium sind in der Beerenhaut höher konzentriert als im Fruchtfleisch. Beide nehmen auch hier mit fortschreitender Pressdauer zu. Das bekannte Verhältnis Kalium und Calcium im Most von 10:1 war auch hier annähernd gegeben. Die höheren Gehalte an Kalium und Calcium führen zu einer Erhöhung der pH-Werte. Dabei nehmen die Säuregehalte ab.

Mit fortschreitender Pressdauer steigen die Oechslegrade an, die Zuckergehalte jedoch bleiben annähernd gleich. Der relativ gesehen höhere Anteil von Nichtzuckerstoffen führt mit fortschreitender Pressdauer zur Dichteerhöhung.

Baut man diese Mostfraktionen getrennt zu Wein aus, so probiert sich der Vorlauf zwar sehr gradlinig, besitzt aber eine spitze, saure Art. Die letzte Fraktion dagegen präsentiert sich in den ersten zwei Jahren übelriechend, bitter und gallig. Nach längerer Lagerzeit gewinnt diese letzte Fraktion und täuscht dann im Vergleich mit den anderen Fraktionen Reifemerkmale vor.

Bei Ranordnungsprüfungen aller Fraktionen schnitten die Gesamtverschnitte wegen ihrer harmonischen Art am Besten ab.

### 2.1.2.3 Einfluss der Traubenverarbeitungstechnik auf den Trubgehalt

In Abb. 1 werden die Mostablaufmengen und Trubgehalte bei einem Riesling mit ca. 5 % Fäulnisanteil dargestellt. Aus der Darstellung sind links und rechts die Mostmengen in Prozent der einzelnen Pressfraktionen zu ersehen.

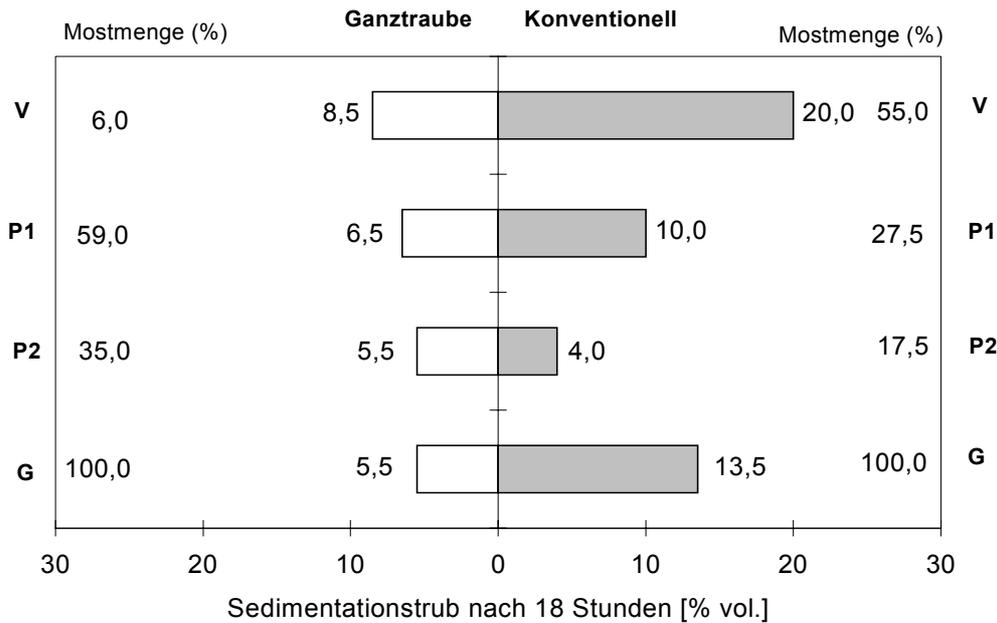


Abb. 1: Mostablauf und Trubgehalte der Pressfraktion bei Riesling (1992)

Die Sedimentationstrubgehalte, die nach 18 Stunden Absetzzeit ermittelt wurden, sind im Vergleich zur konventionellen Verarbeitung<sup>2</sup> bei der Ganztraubenpressung<sup>3</sup> niedriger. Die Werte der Ganztraubenverarbeitung sind mit den Trubmengen von den früher eingesetzten Vertikalpressen zu vergleichen. Die 6 % Vorlauf bei der Ganztraubenpressung sind durch die Schüttung im Weinberg und Kelterhaus erklärbar.

Beachtenswert ist auch die Mostmenge mit nahezu 60 %, die innerhalb der ersten halben Stunde bei einem Druck von bis zu 0,2 bar erzielt werden konnte.

Durch die kleinere Vorlaufmenge bei der Ganztraubenpressung liegt der Mostanteil bei der letzten Fraktion mit 35 % doppelt so hoch wie bei der konventionellen Verarbeitung. Beim anteilmäßigen Verschnitt der Pressfraktionen - G - zeigt der Trub ein anderes Absetzverhalten wie bei den Einzelfractionen. Nicht nur die Art der Traubenverarbeitung, sondern auch der Zustand des Erntegutes hat entscheidenden Einfluss auf die Höhe des Trubgehaltes

In Abb. 2 sind einmal die Sedimentationstrubgehalte in Abhängigkeit von der Traubenverarbeitung und dem Zustand des Lesegutes dargestellt.

<sup>2</sup> *Konventionelle Verarbeitung:* Handlese → Transport mit Einheitsbüten → Entleerung in Annahmetrichter → Aufschüttung mittels Schnecke und Exzentrerschneckenpumpe

<sup>3</sup> *Ganztraubenpressung:* Handlese → Transport mit Einheitsbüten → Aufschütten mittels Gabelstapler und Drehkranz

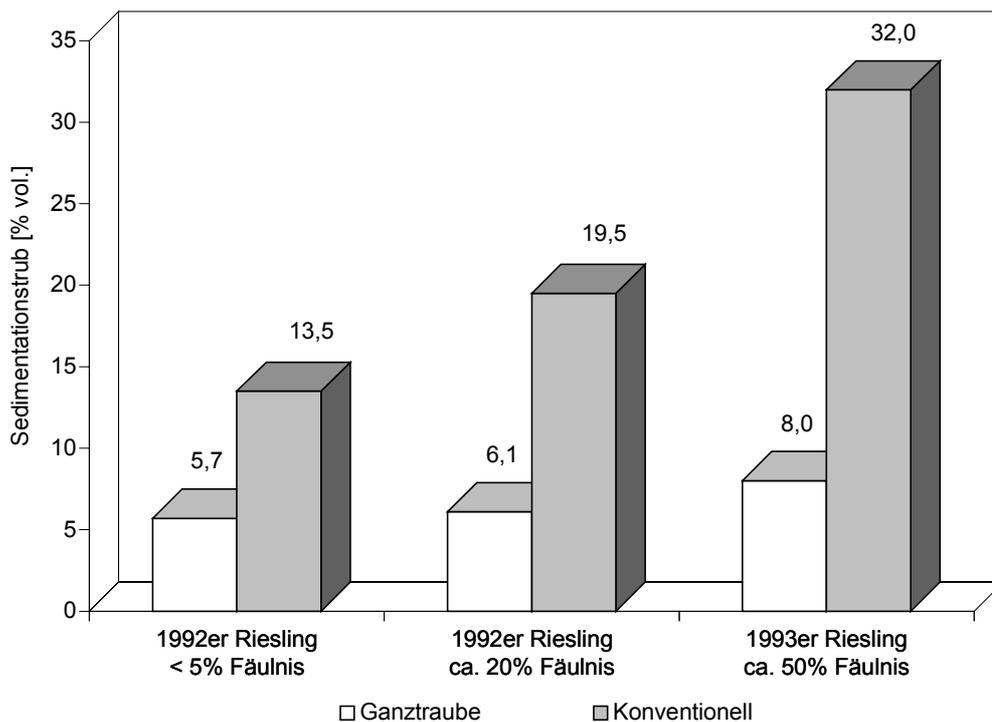


Abb. 2: Sedimentationstrubgehalte in Abhängigkeit von der Traubenverarbeitung und dem Zustand des Lesegutes

Das bereits im Weinberg durch Fäulnis stärker vorgeschädigte Lesegut wurde unter sonst gleichen Bedingungen durch Schüttung im Weinberg und Kelterhaus sowie durch die Förderung mittels Schnecke und Pumpe stärker beschädigt als gesundes Lesegut. Durch diese Tatsache kommen diese großen Unterschiede im Trubgehalt zustande.

Bei Ganztraubenpressung ist zwar auch ein Anstieg der Trubgehalte mit zunehmender Fäulnis zu verzeichnen, aber im Vergleich zur konventionellen Verarbeitung wesentlich geringer. Durch sie konnten die Sedimentationsgehalte je nach Rebsorte und Zustand des Lesegutes um 60-75% gegenüber der konventionellen Traubenverarbeitung gesenkt werden.

#### 2.1.2.4 Beeinflussung des Trubgehaltes durch Lesetechnik und Weiterverarbeitungsmöglichkeiten

Aus den vorausgegangenen Untersuchungen wurde ersichtlich, dass neben einem naturbedingten Einfluss die Arbeitsschritte vor dem Pressvorgang maßgeblich für eine erhöhte Freisetzung von Trubstoffen, Sekundäraromen und Bitterstoffen verantwortlich sind. Deshalb wurde die Art der Lesetechnik, der Traubentransport und die transportbedingte Beschickung der Presse mit in die Betrachtung einbezogen.

Durch die in Abb. 3 gezeigte Versuchsanstellung wollten wir Erkenntnisse darüber gewinnen, welcher Verarbeitungsschritt bei der Traubenverarbeitung für die Trub- und Phenolfreisetzung verantwortlich ist. Hierzu werden exemplarisch Ergebnisse aus 1994 und 1996 dargestellt.

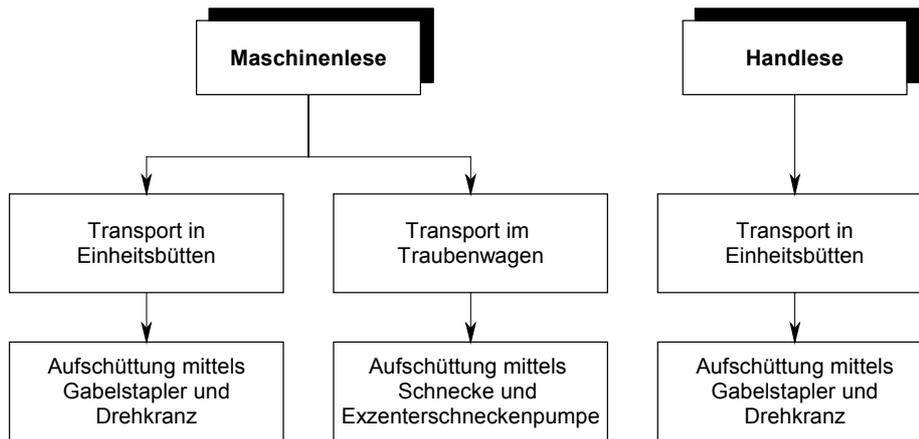


Abb. 3: Versuchsübersicht zur Lesetechnik und Weiterverarbeitungsmöglichkeiten im Vergleich

Der Traubentransport erfolgte in Einheitsbüetten bzw. mittels Traubentransportwagen, welcher mit Schnecke und Exzentrerschneckenpumpe ausgerüstet war. Die Endvermaischeinrichtung war ganz geöffnet bzw. ausgebaut.

Die Entsaftung wurde mit einer pneumatischen Presse vorgenommen.

Aus Tab. 3 und Tab. 4 wird sowohl bei den Trub- als auch bei den Phenolgehalten ersichtlich, dass der Unterschied in Abhängigkeit von der Lesetechnik bei gleich schonender Weiterverarbeitung als verhältnismäßig gering einzustufen ist.

Tab. 3: Trub- und Gesamtphenolgehalte bei einem 1994er Riesling in Abhängigkeit von der Lesetechnik und der Traubenverarbeitung

Art der Lese	Traubenverarbeitung	Sediment-trub [% vol.] <sup>1</sup>	Rest-trub [% gew.] <sup>2</sup>	Gesamt-phenole mg/l
Handlese	Transport in Einheitsbüetten, Aufschüttung mittels Gabelstapler und Drehkranz	7,0	1,26	260
Maschinenlese	Transport in Einheitsbüetten, Aufschüttung mittels Gabelstapler und Drehkranz	8,0	1,32	200
Maschinenlese	Transport im Traubenwagen, Aufschüttung mittels Schnecke und Exzentrerschneckenpumpe	19,0	2,81	404
<sup>1</sup> Sedimentationstrub nach 18 Stunden				
<sup>2</sup> Resttrub bei 3700 x g und 10 min Behandlungsdauer				

Tab. 4: Trub- und Gesamtphenolgehalte bei einem 1996er Riesling in Abhängigkeit von der Lese-technik und der Traubenverarbeitung

Art der Lese	Traubenverarbeitung	Sediment.-trub [% vol.] <sup>1</sup>	Rest-trub [% gew.] <sup>2</sup>	Gesamt-phenole mg/l
Handlese	Transport in Einheitsbütten, Aufschüttung mittels Gabelstapler und Drehkranz	4,0	1,09	418
Maschinenlese	Transport in Einheitsbütten, Aufschüttung mittels Gabelstapler und Drehkranz	8,0	1,36	434
Maschinenlese	Transport im Traubenwagen, Aufschüttung mittels Schnecke und Exzentrerschneckenpumpe	28,0	3,47	492

<sup>1</sup> Sedimentationstrub nach 18 Stunden  
<sup>2</sup> Resttrub bei 3700 x g und 10 min Behandlungsdauer

Eine wesentliche Erhöhung der Trub- und Phenolgehalte ergab sich durch die Förderung des Vollernterlesegutes mit Schnecke und Exzentrerschneckenpumpe zur Presse.

In Abb. 4 und in Abb. 5 sind u.a. die Trubgehalte und Ausbeutewerte der verschiedenen Pressfraktionen dargestellt, wobei der Trubgehalt in den Vorlaufmosten Rückschlüsse dazu ermöglicht auf welcher Verarbeitungsstufe die Haupttruberzeugung stattfindet.

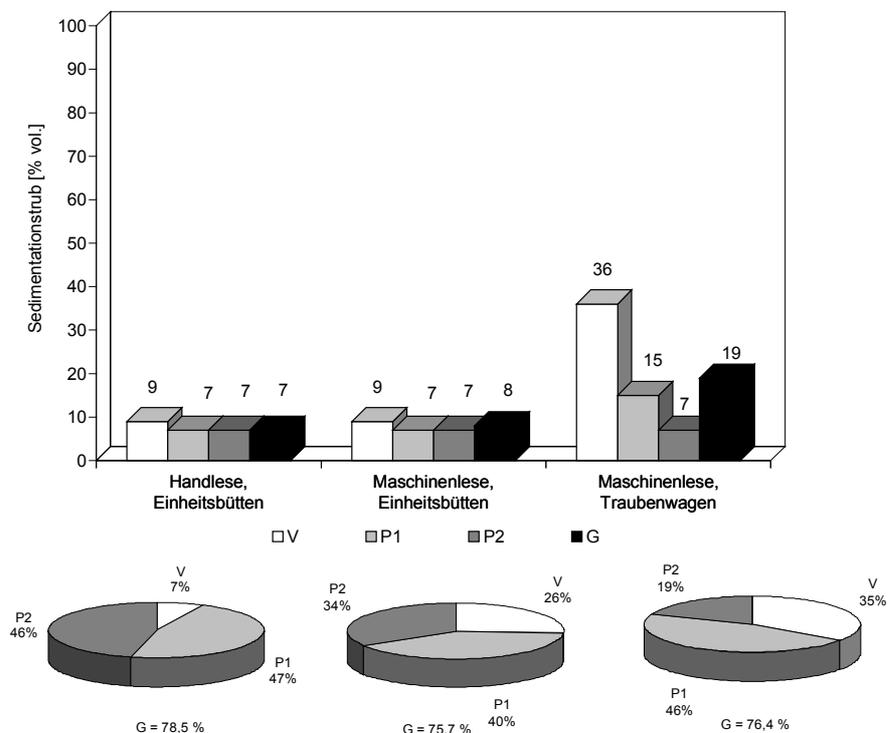


Abb. 4: Trubgehalte und Ausbeutewerte in Abhängigkeit von der Traubenverarbeitung bei Riesling (1994)

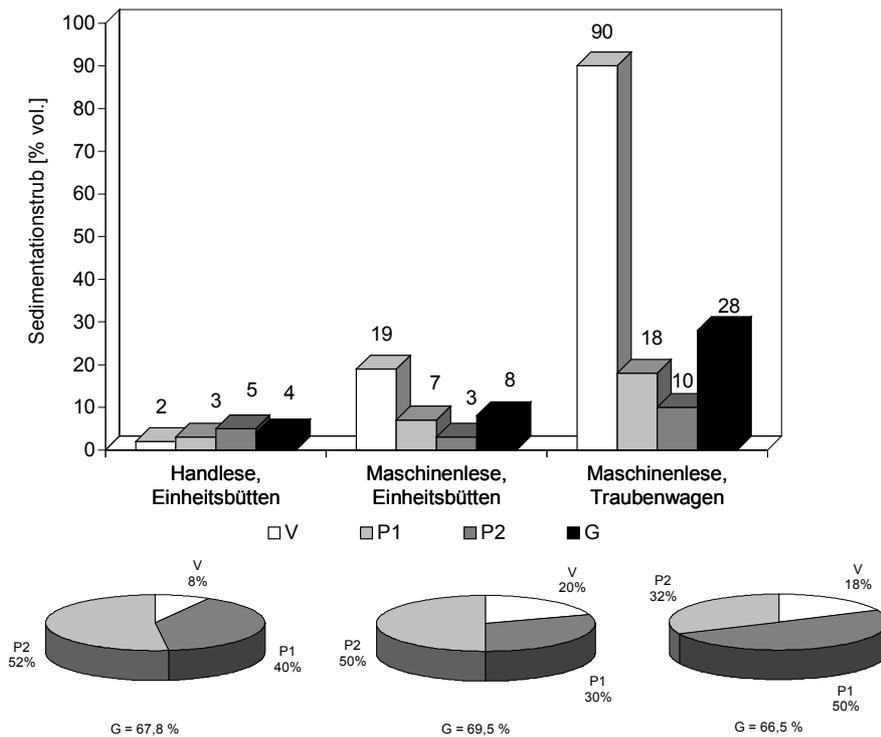


Abb. 5: Trubgehalte und Ausbeutewerte in Abhängigkeit von der Traubenverarbeitung bei Riesling (1996)

Bei der hier nicht dargestellten Wiederholung des im Herbst 1996 durchgeführten Versuchsansatzes kam es zu ähnlichen Ergebnissen. Die Versuchsansätze aus 1996 zeigen insgesamt niedrigere Ausbeutewerte als die 1994 durchgeführten Versuche. Die geringeren Ausbeutewerte lassen auf einen höheren Beerenhautanteil schließen. Der erhöhte Beerenhautanteil in Verbindung mit der durch eine späte Ernte hervorgerufenen naturbedingten Vorschädigung des Lesegutes dürfte mit für die 90 % Sedimentationstrub im Vorlaufmost (vgl. Abb. 5) ursächlich gewesen sein.

Diese recht eindeutigen Ergebnisse sollten dazu führen, dass der Traubentransport bzw. die Förderung des Lesegutes zur Presse mittels Schnecke und Pumpe neu überdacht werden.

### 2.1.3 Qualitative Zusammensetzung

Der durch eine Vorklärung zu entfernende Mosttrub besteht im wesentlichen aus größeren Bruchstücken des Zellgewebes und dessen makromolekularen Abbauprodukten wie Zellulose, Hemizellulose, Pektine, phenolische Verbindungen und Proteine. Hinzu kommen verschiedene abbauende Enzyme, die teils in der Beerenhaut lokalisiert sind oder durch faules Lesegut in den Most gelangen. Auch befinden sich auf der Beerenhaut eine Vielzahl von Hefen, Bakterien und Schimmelpilzen, deren Stoffwechselprodukte im Wein zu Fehltonen oder Filtrationsschwierigkeiten führen können. Weiter gelangen auf der Beerenhaut befindliche Verunreinigungen, Bodenteilchen und andere Schmutzstoffe in den Most. An der Cuticula haften fettlösliche Rückstände von Pflanzenbehandlungsmittel und je nach Umfeldbedingungen auch Immissionsrückstände aus der Luft. Zusätzlich können noch Mostbehand-

lungsstoffe wie Bentonit, Aktivkohle in den Mosttrub gelangen. (vgl. HAMATSCHEK, J., 1997A, S. 47; TROOST, G., 1988, S. 131; MILLIES, K., 1994, S. 26; SCHNEIDER, V., 1997, S. 23)

Somit setzt sich der Mosttrub aus folgenden Bestandteilen zusammen:

- Traubenmark, Zellgewebefetzen
- makromolekulare Pflanzenabbauprodukte (Pektin, Hemizellulose, Zellulose, phenolische Verbindungen, Proteine)
- Verunreinigungen, Bodenteilchen, Erde, Schmutzstoffe, Fremdkörper
- Pflanzenbehandlungsmittelrückstände
- Immissionen der Luft (z.B. Blei)
- Enzyme der Traube und Mikroorganismen (z.B. Polyphenoloxidasen)
- Bakterien, Hefen, Schimmelpilze und deren Stoffwechselprodukte (z.B.  $\beta$ -Glucan von Botrytis)
- Feine und gröbere Gerinnel (aus dem Pektinabbau oder der Oxidation des Mostes)
- Kristalle
- Schwermetallen
- Mostbehandlungsmittel (Bentonit, Aktivkohle, Gelatine, Kieselsol)

Einen generellen Überblick über die Zusammensetzung des Weintrubes den verschiedenen Stufen der Weinbereitung ist in Tab. 5 dargestellt.

Tab. 5: Zusammensetzung des Weintrubes aus den verschiedenen Stufen der Weinbereitung (verändert nach FEI, 1996, S. 10; MILLIES, K., 1994, S. 26)

	Most- trub	Hefe- trub	Ent- säue- rungs- trub	Schönungstrub									
				Kon- takt- wein- stein	Bent- onit	Blau- schö- nung	Gel- ati- ne/So- l	Hau- sen- blase	Eiklar	Blut- albu- min	Case- in	PVPP	
Schmutz	+												
Mikroorganismen	+	+											
Zellgewebe	+												
Pektin/Schleimstoffe	+	+	(+)		+	+	+		+	+			
Phenole	+	+	+	(+)	(+)		+	+	+	+	(+)	+	
Zuckerstoffe					+								
Proteine	+	+			+	+	+	+	+	+	+		
Silikate	+				+	(+)	+						
Pestizide	+												
Metalle	+					+	+			+	+		
Aktivkohle	+												
Hefen	+	+											
Ca-Tatrat		+	+										
Weinstein		+		+									

### 2.1.4. Disperses System Most

Die Zusammensetzung des Mosttrubes zeigt, dass es sich bei dem von der Presse ablaufenden Most um ein heterogenes Gemenge handelt. Dieses besteht einmal aus dem abfließenden Most und zum anderen aus dem darin verteilten Trub. In der Verfahrenstechnik wird hier von einem dispersen System gesprochen, welches vereinfacht aus zwei Phasen besteht, dem Most als Dispersionsmittel (Verteilungsmittel) und dem Trub als disperse Phase (verteilter Stoff).

Die Eigenschaften disperser Systeme werden durch Teilchengröße, -form, Flexibilität, Oberflächenbeschaffenheit, der Wechselwirkung zwischen den Teilchen untereinander und zwischen ihnen und dem Lösungsmittel beeinflusst. Weiter sind noch die Anzahl der Phasen, deren Verhältnis zueinander und der Aggregatzustand von Einfluss. Je nach Teilchengröße der dispersen Phase wird bei dispersen Systemen in echte und kolloidale Lösungen sowie in Suspensionen unterschieden. Tab. 6 gibt eine Übersicht.

Tab. 6: Übersicht der dispersen Systeme (SCHRÖDER, W., K. LAUTENSCHLÄGER und H. BIBRACK, 1985, S. 33)

Echte Lösungen	Kolloide Lösung	Suspensionen
Molekulardisperse Systeme	kolloiddisperse Systeme	grobdisperse Systeme
Teilchengröße $< 10^{-9}$ m	Teilchengröße $10^{-9}$ m - $5 \times 10^{-7}$ m	Teilchengröße $> 10^{-7}$ m
Teilchen optisch nicht erkennbar	Teilchen unter dem Ultramikroskop erkennbar	Teilchen mit bloßem Auge bzw. unter dem Mikroskop erkennbar
Teilchen laufen durch Papierfilter	Teilchen laufen durch Papierfilter	Teilchen werden von Papierfilter zurückgehalten

Für die Mostvorklärung von Interesse ist, dass durch Ausflockung (Koagulation) der Trubteilchen zur Zusammenlagerung (Aggregation) somit zur Stabilisierung und Trennung der Dispersion kommt. Die Ausflockung tritt ein, wenn die Stabilisierung des metastabilen Zustandes unter den gegebenen Bedingungen nicht ausreicht. Die Geschwindigkeit der Ausflockung und der Zusammenlagerung ist im Ruhezustand abhängig von der

1. Braunschen Wärmebewegung der Teilchen und
2. zwischenpartikularer bzw. zwischen molekularer Wechselwirkungskräften (Elektrostatische Wechselwirkungen, Van der Waalsche Kräfte, Adsorptionskräfte).

Stabilisierungsfaktoren sind eine hohe elektrostatische Abstoßung, geringe Dispersionswechselwirkungen der Teilchen mit dem Dispersionsmittel und geringe thermische Energie der Teilchen.

Bei Dichtedifferenz zwischen den Phasen tritt eine Phasentrennung durch Sedimentation oder Aufschwimmen der dispersen Phase ein. Diese Eigenschaft von Suspensionen wird sich bei der Mostvorklärung zu nutze gemacht. (vgl. TSCHUSCHNER, H., 1996, S. 89-134)

Ihre Gesetzmäßigkeiten im laminaren Strömungsbereich werden durch die Gleichung von STOKES ausgedrückt (LONCIN, M., 1969, S. 259):

$$v_s = \frac{d^2 \times (\rho_T - \rho_{Fl})}{18 \times \eta} \times g \quad (1)$$

$v_s$  = Sinkgeschwindigkeit  
 $d$  = Durchmesser  
 $\rho_T$  = Dichte des Trubteilchen  
 $\rho_{Fl}$  = Dichte der umgebenden Flüssigkeit  
 $g$  = Erdbeschleunigung  
 $\eta$  = Viskosität

Daraus folgt, dass mit zunehmendem Teilchendurchmesser und Dichtedifferenz die Sinkgeschwindigkeit ( $\rho_T - \rho_{Fl} > 0$ ) zunimmt und mit steigender Viskosität des Dispersionsmittels abnimmt. Liegt keine Dichtedifferenz zwischen Trubteilchen und Flüssigkeit vor ( $\rho_T - \rho_{Fl} = 0$ ) so tritt keine Phasentrennung ein.

Werden die unter 2.1.2 genannten Mosttrubbestandteile als disperse Phase angesehen und je nach Teilchengröße in die in Tabelle 2 dargestellten Klassifizierung eingeteilt, so kann die disperse Phase Mosttrub in weitere Gruppen unterteilt werden:

- echt gelöste Stoffe (Zucker, Säuren, Mineralstoffe, Phenole)
- kolloidal gelöste Stoffe (z.B. Pektin und Botrytisglucan)
- grobdispers gelöste Stoffe (z.B. Traubenmark, Zellgewebefetzen, Bodenteilchen, Kristalle)

#### 2.1.4.1 Echt gelöste Stoffe

Die Zusammensetzung der echt gelösten Stoffe im Mosttrub entspricht der des Mostes (Dispersionsmittel) (FEI, 1996, S. 11). Der Anteil dieser Phase beträgt im Mosttrub nach HAMATSCHEK, J. und S. HRUSCHKA (1993, S. 11) ca. 50% und oftmals mehr.

Wichtigster Bestandteil sind die reduzierbaren Zucker, welche auch wesentlich zur Mostviskosität beitragen. Hier sind vor allem Fructose und Glucose sowie in geringen Mengen Mannose und Galaktose zu nennen (FEI, 1996, S. 11). Diese Kohlehydrate bestimmen auch wesentlich die Mostviskosität (vgl. Gleichung (1)). So kann die schlechtere Selbstklärung von Mosten mit höheren Mostgewichten neben der geringeren Dichtedifferenz zwischen Trub und Most auch auf die erhöhte Mostviskosität zurückgeführt werden. Auch die zu den Kolloiden zählenden Kohlehydrate wie Pektin, Hemizellulose und Zellulose haben eine Bedeutung für die Mostviskosität (vgl. 2.1.4.2).

Eine weitere bedeutender Inhaltsstoff sind die Säuren und hier im Traubenmost vor allem die Äpfel- und Weinsäure. Auf Grund der Eigenschaft der Weinsäure mit Kalium Weinstein (Kaliumhydrogentatrat) und mit Calcium Calciumtatrat zu bilden, können sich Kristalle dieser übersättigten Lösungen im Mosttrub befinden. So gibt FEI (1996, S. 12) einen Anteil von 3 bis 15 % an der Mosttrubtrockenmasse an, der auf Grund seiner Stützwirkung die Trubfiltration verbessern hilft. In Verbindung mit den Mineralstoffen bestimmen die Säuren zu einem gro-

ßen Teil den pH-Wert des Mostes bzw. Weines und haben somit auch einen indirekten Einfluss auf die Wirkung mancher Behandlungsmittel (Bentonit, Gelatine).

Eine weitere gelöste Stoffgruppe sind die Stickstoffverbindungen. Hierzu zählen Ammonium, Nitrat, die Aminosäuren, Eiweißstoffe (Proteine, Proteide) und die Enzyme. Die Bedeutung der Stickstoffverbindungen wie Ammonium und Aminosäuren ist vorwiegend bei der Hefenahrung und somit bei der Gärung zu suchen. Da u.a. eine stärkeren Mostvorklärung als Grund für Gärstörungen genannt wird, ist von Interesse, inwieweit beim Entfernen von Trubstoffen auch Hefenährstoffe in Form von Aminosäuren abgereichert werden. BERGENER, K. und H. HALLER (1969, S. 266) konnten in ihren Untersuchungen jedoch zeigen, dass das Separieren der Moste keinen Einfluss auf den Gehalt der freien Aminosäuren hatte.

Im Vergleich zu den hefeverfügbaren Aminosäuren ist die Bedeutung der Eiweißstoffe aus verfahrenstechnischer Sicht eher als nachteilig zu betrachten. Zwar bilden diese bei der Traubenverarbeitung und Pressen der Traube mit phenolischen Substanzen schwerlösliche Verbindungen, die mit dem Mosttrub entfernt werden können, doch sind die verbleibenden Eiweißstoffe in der Lage unter bestimmten Bedingungen den Wein auf der Flasche einzutrüben. Um diesen Trübungen vorzubeugen, wird mit Bentonit versucht die in Lösung befindlichen Proteine zu entfernen. Geschieht dies im Moststadium, so befindet sich das Bentonit mit den gebundenen Eiweißstoffen im Mosttrub.

Eine besondere Gruppe der Eiweißstoffe bilden die traubeneigenen Enzyme. Von diesen sind für die Mostvorklärung die Oxidasen und die pektolytischen Enzyme interessant. Die Oxidasen, die traubeneigene Tyrosinase und die von *Botrytis cinerea* gebildete Laccase, sind für die Braunfärbung der Moste und Weine mitverantwortlich. Im Moststadium kann so ein zu hoher Gehalt an phenolischen Verbindungen vermindert werden. Die dabei entstehenden schwerlöslichen Phenolkomplexe fallen aus und können mit dem Mosttrub entfernt werden. Die pektolytischen Enzyme bauen die hochmolekularen Pektinstoffe ab. Durch diesen Abbau nimmt die Viskosität ab (vgl. Gleichung (1)), die stabilisierende Wirkung auf die Trubstoffe in Form eines Schutzkolloides wird aufgehoben und somit die Klärung des Mostes direkt verbessert (DIETRICH, H. und H. SCHMITT, 1991, S. 96). Die Aktivität von Enzymen wird durch den pH-Wert, die Temperatur und den  $\text{SO}_2$ -Gehalt beeinflusst (vgl. LEMPERLE, E. und H. LAY, 1989, S. 550-555). Durch ihre Eiweißstruktur sind Enzyme oft an Trubstoffen und schwerlöslichen phenolischen Verbindungen adsorbiert; auch Bentonit vermag manche Enzyme zu vermindern.

Phenolische Verbindungen sind als sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe in allen Früchten und somit auch der Traube präsent. Sie tragen in ihrer Vielfalt wesentlich zum Charakter von Wein bei und bestimmen dort maßgeblich die Farbe, den Geschmack, die Stabilität und somit die Qualität. Auf Grund ihrer chemischen Struktur und hohen Reaktivität können die Phenole mit den verschiedensten Inhaltsstoffen des Traubenmostes bzw. Weines oder auch mit sich selbst auf enzymatischen oder nichtenzymatischen Weg reagieren. Phenolische Verbindungen sind Träger eines mehr oder weniger ausgeprägten Bittergeschmacks und erzeugen auf den Geschmackspapillen der Zunge eine adstringierende Wirkung. Aus diesem Grund werden die Phenole zunehmend für den bitteren Geschmack, negative Alterungserscheinungen sowie für Nachtrübungen und frühzeitiger Bräunung im Weißwein verantwortlich ge-

macht. Da sich die phenolischen Verbindungen vorwiegend in der Beerenhaut, im Kern und im Stielgerüst befindet, erhöht sich deren Gehalt im Most bei jedem Vorgang, der die Beerenhaut, die Kerne und das Stielgerüst beschädigt. Darunter fallen Mazeration oder Ziehenlassen der Maische ebenso wie starkes Auspressen oder sonstige mechanische Scherkräfte. Teilaufgabe eine schonenden Traubenverarbeitung ist es nun den Eintrag an Polyphenolen aus den festen Beerenbestandteilen zu verringern. Da dies nicht immer möglich ist, wird bei harter Traubenverarbeitung eine frühzeitige Reduzierung der Phenole durch eine Mostoxidation empfohlen. Hierbei werden die Phenole mit Hilfe von Sauerstoff und dem traubeneigenen Enzymsystem zu sogenannten Chinonen und weiter zu höhermolekularen, unlöslichen Substanzen umgesetzt, die dann mit dem Mosttrub entfernt werden können. (RITTER, G., H. DIETRICH und J. SECKLER, 1996A, S. 172-176) Auch andere Eigenschaften wie die Eiweißfällung wird für die Reduzierung der Phenole ausgenutzt. So dienen eiweißhaltige bzw. -artige Schönungsmittel wie Gelatine, Kasein, Hausenblase, Eiklar und PVPP zur Phenol- und somit der Geschmackskorrektur. Diese Eiweiß-Gerbstoff-Gerinnsel können andere Trubbestandteile einschließen und beschweren, so dass sie in Form eines Flockungsmittels der Klärwirkung förderlich sind. Geschieht dies im Moststadium, so befindet sich diese Verbindung im Mosttrub.

Auf der Beerenhaut befinden sich Pflanzenbehandlungsmittelrückstände. Diese können über die Traubenverarbeitung in den Most gelangen. Diese Substanzen sind in der Regel lipophil, um an der Wachsschicht der Beere (Cuticula) zu haften. Aus diesem Grund sind sie auch an die pflanzlichen Bestandteile des Mosttrubes gebunden. WILL, F., B. STEINBERG und M. WEBER (1996, S. 28-31) stellten eine Abnahme von Pflanzenbehandlungsmittelrückständen von den Trauben bis zum fertigen Wein je nach Substanz um den Faktor 30-100 fest, wobei der größte Anteil in den Trebern verblieb. Einen weiteren Beitrag liefert eine sorgfältige Mostvorklärung, die die pflanzlichen Bestandteile entfernt.

#### **2.1.4.2 Kolloidal gelöste Stoffe**

Die kolloidal gelösten Stoffe im Most stammen vorwiegend aus der pflanzlichen Zellwand, welche durch mechanische Beschädigung bei der Mostgewinnung in den Saft übergehen. Von technologischer Bedeutung sind hierbei Pektin und die mit ihm verbundenen Polysaccharide. In Mosten aus faulem Lesegut kann zusätzlich das  $\beta$ -1,3-1,6-D-Glucan von *Botrytis cinerea* vorkommen, welches später im Wein zu großen Filtrationsproblemen führen kann. DIETRICH, H. und H. SCHMITT (1991, S.94-100) ermittelten in Traubenmosten Kolloidgehalte zwischen 68 und 375 mg/l. FEI (1996, S. 14) spricht von einem durchschnittlichen Gehalt von 300 mg/l.

Die Teilchengröße liegt zwischen 0,001 und 1  $\mu$ m bei einem Molekulargewicht von 10000 - 500000 Dalton. Kolloide sind auf Grund ihrer Größe mit dem bloßen Auge nur dann zu erkennen, wenn sie eingestrahktes Licht diffus streuen. Dieser Effekt wird als Tyndall-Effekt bezeichnet. (WUCHERPFENNIG, K. und H. DIETRICH, 1989, S.1-12)

Im Gegensatz zu den grobdispers gelösten Teilchen weisen die kolloidal gelösten Pektin- und andere Polysaccharidbestandteile nur eine geringe Dichtedifferenz zum Traubenmost auf. Zudem unterliegen diese kolloiddispersen Stoffe aufgrund ihrer größeren relativen Oberflä-

che der Braunschen Wärmebewegung und verstärkt die zwischenpartikulären Wechselwirkungen, so dass Ausflockung und Zusammenlagerung zwischen den Partikeln erschwert werden und es zu einer Stabilisierung des Trubes im Most kommen kann. Weiter liegen sie im Most aufgrund ihres hydrophilen Charakters und der dadurch bedingten Eigenschaft zur Bildung von Hydrathüllen in einer der Sol-Gel Übergangsformen vor.

Aus den in 2.1.3 gemachten Aussagen über disperse Systeme lässt sich nun folgern, dass infolge der physiko-chemischen Eigenschaften die kolloidal gelösten Trubteilchen nur sehr schwierig abzutrennen sind. Zum einen hemmen die zwischenpartikulären Wechselwirkungen und Braunschen Wärmebewegungen die Flockung und Zusammenlagerung der Teilchen und fördern dadurch die Stabilität dieser dispersen Phase, zum anderen erschwert die geringe Dichtedifferenz zum umgebenden Dispersionsmittel die Sedimentation.

Erschwerend kommt hinzu, dass grobdisperse Trubpartikel, die sich im Innern von diesen makromolekularen, stark hydratisierten Kolloiden befinden, in Schwebelage gehalten werden und somit das Sedimentieren hemmen bzw. verhindern können. Deshalb wird solchen Kolloiden (z.B. Pektin) die Eigenschaft eines Schutzkolloides zugesprochen. (HAMATSCHEK, J., M. HUPPERT und F. ZÜRN, 1993, S. 27-32) Zusätzlich ist zu beachten, dass diese Polysaccharide auch noch die Viskosität erhöhen (DIETRICH, H. und H. SCHMITT, 1991, S. 96) und somit eine Sedimentation weiter verlangsamen können.

### **2.1.4.3 Grobdispers gelöste Stoffe**

Die grobdispersen Mostbestandteile stammen außer aus der pflanzlichen Zellwand vorwiegend aus Verunreinigungen bei der Lese, dem Transport und der Verarbeitung des Lesegutes sowie der Mostbehandlung mit Bentonit, Aktivkohle oder Gelatine. Neben diesen abiotischen Bestandteilen, befinden sich auch die traubeneigene Mikroflora auf der Beerenhaut. Weiter kommen die unter 2.1.3 genannten Ausfällungen verschiedenen Trauben- bzw. Mostinhaltsstoffe hinzu.

Die Teilchengröße der verschiedenen Partikel ist sehr unterschiedlich und neben der Rebsorte, dem Reife- und Fäulnisgrad vorwiegend von der mechanischen Belastung während der Traubenverarbeitung und der Mostgewinnung abhängig. Auch dürfte die Teilchengröße auf Grund der zunehmenden Scherkräfte mit steigender mechanischer Belastung abnehmen (vgl. HAMATSCHEK, J., 1991B, S. 66-67). FEI (1996, S. 10) spricht bei unlöslichen grobdispersen Teilchen im Most von einer Teilchengröße bis zu 1 mm.

Suspensionen sind metastabile Systeme bezüglich Aggregation und Sedimentation. Bei grobdispersen Systemen ist die Braunsche Wärmebewegung nicht mehr wirksam, so dass lediglich zwischenpartikuläre Wechselwirkungen zu einer Flockungsstabilität beitragen. Da mit zunehmendem Teilchendurchmesser die spezifische Oberfläche des Trubes (dispersen Phase) und damit die Phasengrenzfläche abnimmt und somit die in 2.1.3 erwähnten Wechselwirkungen im Vergleich zum kolloidalen Trubanteil schwächer sind, kommt es zur Ausflockung und Zusammenlagerung der Teilchen. Da auch die Dichtedifferenz zwischen der dispersen Phase und des Dispersionsmittels ungleich 0 ist, kommt es nach den Gesetzmäßig-

keiten der STOKES'schen Gleichung zur Sedimentation oder Aufschwimmen der grobdispersen Trubteilchen. (vgl. TSCHUSCHNER, H., 1996, S. 89-134)

Diese Aggregation und Sedimentation von grobdispersen Trubpartikeln im Most kann wie in 2.1.4.2 bereits beschrieben durch die Schutzkolloidbildung von z.B. Pektin erschwert werden.

## **2.2 Mostvorklärung**

### **2.2.1 Zweck**

Ziel einer Mostvorklärung ist es die Trubstoffe schnellstmöglich aus dem Traubenmost zu entfernen, um eine negative Beeinflussung der in 2.1.3. genannten Substanzen auf den Most bzw. den späteren Wein zu verhindern. Unterbleibt sie, so kann die Weinqualität in Abhängigkeit der Zusammensetzung des Trubes extrem negativ beeinflusst werden (vgl. HAMATSCHEK, J., 1997A, S. 48; SCHNEIDER, V., 1997, S. 23; TROOST, G., 1988, S. 129-130).

Nach HAMATSCHEK, J. (1997, S. 48) ist bei einer unterlassenen Vorklärung mit folgenden Schwierigkeiten zu rechnen (vgl. HOLZINGER, R., 1967):

- höherer Bedarf an schwefliger Säure durch vermehrte Bildung von Acetaldehyd
- schlechtere Filtrierbarkeit des Weines durch Stabilisierung der Trubstoffe
- vergrößertes Hefedepot, das sich rasch zersetzt und Hefeböckser produziert
- stürmische Gärung mit entsprechend hohem Kühlaufwand und unter Umständen hohem Bukettverlust
- größerer Gärraum, da stürmisch gärende Moste mehr Schäumen
- bei faulem Lesegut Faul-, Grau- und Schimmeltöne
- Böckserbildung durch Pflanzenbehandlungsmittelrückstände
- unerwünschte Aktivität von Milchsäurebakterien
- Angärung durch wilde Hefen

### **2.2.2 Für und Wider**

Da in den zurückliegenden Jahren aus Gründen einer rationellen Arbeitsweise eine stärkere mechanische Belastung des Lesegutes hingenommen wurde und der Trubgehalt entsprechend anstieg, kommt der Mostvorklärung eine stärkere Bedeutung zu als in früheren Jahren. Nach SECKLER, J. (1997C) und SCHNEIDER, V. (1997, S.23) sollte ein Resttrubgehalt von 0,8 % gew. besser noch von 0,6 % gew. angestrebt werden. Mittlerweile werden International Resttrubgehalte von 0,5 % gew. und geringer gefordert (SCHNEIDER, V., 1999, S. 25). Dies sind blanke Moste.

Diese scharfe Mostvorklärung wird in der Praxis sehr oft mit Gärproblemen und -stockungen in Zusammenhang gebracht und deshalb von vielen Betrieben nicht in der geforderten Konsequenz durchgeführt. Doch ist durchweg eine Akzeptanz des unter 2.2.1 genannten Zweckes einer Mostvorklärung zu erkennen. Lediglich der Klärgrad bzw. der empfohlene Resttrubgehalt von < 0,8 % gew. wird oft nicht erreicht und auch nicht immer angestrebt.

Folgende Argumente, die bei einer Diskussion gegen eine zu starke Mostvorklärung angeführt werden, sind:

- fehlende innere Oberfläche und dadurch bedingte langsame Gärung, die zu Gärstörungen bzw. -unterbrechung führen kann
- Abreicherung von Hefenährstoffen mit dem Trub
- fehlende Klärkapazität durch fehlenden Tankraum zur Sedimentation oder mangelnde Leistung der vorhandenen Maschinen

Untersuchungen von GÖSSINGER, M. (1999) bestätigen, dass blanke Moste langsamer gären, weniger Wärme pro Zeiteinheit bilden und somit eine geringere Gärtemperatur erzeugen. Die dadurch bedingten Intensitätsschwierigkeiten in der abklingenden Phase der Gärung sind somit vorrangig temperaturbedingt und damit nur indirekt auf den Klärgrad zurückzuführen. Weiter führt er an, dass die Gärtemperatur eine regelbare Größe darstellt. Um die genannten Vorteile einer konsequenten Mostvorklärung zu nutzen, dürfen scharf vorgeklärte Moste nicht übermäßig kühl vergoren werden, damit das Ziel der Endvergärung erreicht wird.

SCHNEIDER, V. (1999, S. 22-25) führt neben Stickstoff-, Sauerstoff-, Thiaminverarmung, Gärtemperatur, verwendete Hefepopulation auch die Mostvorklärung als ein Punkt für Gär-schwierigkeiten an. Neben der langsameren Gärung macht er eine Abreicherung der als Hefenährstoffe fungierenden Sterole und höheren Fettsäuren mitverantwortlich, die aufgrund ihrer lipophilen Eigenschaften an die Trubpartikel teilweise gebunden sind. Dagegen werden keine Hefenährstoffe und hefeverfügbarer Stickstoff (FAN - free assimilable nitrogen) durch die Mostvorklärung entfernt, da diese gelöst sind. Er sieht die Lösung dieses Problems jedoch nicht in einer inkonsequenten Mostvorklärung, sondern in einem gezielten Einsatz von Hefenährsalzen, Hefezellrinde und optimaler Sauerstoffversorgung der Moste.

### 2.2.3 Verfahrenstechnik

Wie in 2.1.4 beschrieben handelt es sich bei dem von der Presse ablaufenden Traubenmost um eine Suspension mit Most als Dispersionsmittel und den Trubstoffen als disperse Phase. In der Verfahrenstechnik stehen u.a. die Verfahren Klassieren, Sortieren, Sedimentieren, Zentrifugieren, Filtrieren, Flotieren, Schaumbrechen und Entstauben für den mechanischen Grundprozess der Phasentrennung einer Suspension zur Verfügung (TSCHUSCHNER, H. 1996, S. 208-213).

Davon werden im Weinbereich zur Zeit folgende Verfahren zur Mostvorklärung eingesetzt (SECKLER, J., 1997B; SCHNEIDER, V., 1997, S. 23):

- Sedimentieren
- Zentrifugieren
- Filtrieren mit Drehfilter oder Filterpresse
- Flotieren

Zu diesen Verfahrenstechniken kommen noch verschiedene Mostbehandlungsmittel, die helfen sollen, die Klärwirkung zu verbessern.

### 2.2.3.1 Sedimentieren

Als Sedimentieren wird die unter Schwerkraftwirkung erfolgende Entmischung von Suspensionen bezeichnet, bei denen die Dichte der dispersen Phase größer ist als die Dichte der flüssigen Phase. Die disperse Phase setzt sich als Sediment ab. (TSCHUSCHNER, H., 1996, S. 210)

Im Weinbereich wird dieser physikalische Grundprozess bereits seit dem Mittelalter zur Vorklärung trüber Moste ausgenutzt und als Absetzenlassen bzw. Entschleimen bezeichnet (TROOST, G., 1988, S. 129-130). Hierbei erfolgt vorwiegend die Abtrennung der grobdispers gelösten Stoffe nach den in 2.1.4.3 beschriebenen Gesetzmäßigkeiten der STOKES'schen Gleichung. Hier wird deutlich, dass der Durchmesser und die Dichte des Teilchen sowie die Viskosität und die Dichte des Mostes Einfluss auf die Sinkgeschwindigkeit und somit auf die Gesamtdauer der Sedimentation nehmen.

Während bei Mosten die Dichte aus dem Mostgewicht bestimmt werden kann und je nach Reifegrad des Traubenmaterials zwischen 1,044 und 1,250 kg/dm<sup>3</sup> und mehr schwankt, liegen für Mosttrub nur wenig Informationen vor. In Tab. 7 sind einige Dichtewerte einzelner Trubbestandteile als Anhaltspunkte zusammengestellt.

Tab. 7: Zusammenstellung verschiedener Dichtewerte von unterschiedlichen Mosttrubbestandteilen (WAIDELICH, G., 1999, S. 5)

Trubbestandteil	Dichte $\rho$ [kg/dm <sup>3</sup> ]
Kern (Riesling Spätlese)	1,1757
Kern (Sangiovese)	1,1815
Schalen (Riesling Spätlese)	1,0793
Schalen (Sangiovese)	1,0962

Trotz der ungenauen Angabe der Dichtewerte, wird deutlich, dass mit zunehmendem Mostgewicht die Dichtedifferenz zwischen Trubteilchen und Most und damit die Sedimentationsgeschwindigkeit abnimmt, zumal mit höherem Zuckergehalt auch die Viskosität des Mostes zunimmt (vgl. 2.1.4.1).

Weiter zu beachten sind die Flockungseigenschaften von Suspensionen. Durch Ausflockung und folgender Zusammenlagerung kommt es zu einer Vergrößerung der Trubteilchen sowie zur Erhöhung der Dichte. Damit verbunden ist ein positiver Trennungseffekt, der eventuell durch Mostbehandlungsmittel wie Gelatine und Kieselsol verstärkt werden kann. Die Zusammenlagerung erfolgt vorwiegend aufgrund der zwischenpartikularen Wechselwirkungskräfte zwischen den Trubteilchen selbst bzw. zwischen ihnen und dem Behandlungsmittel (vgl. TROOST, G., 1988, S. 356-383; HAMATSCHEK, J., 1997A, S. 52-58).

Wie bereits in 2.1.4.2 beschrieben, kann das Polysaccharid Pektin in Form eines Schutzkolloides die Sedimentation stark beeinträchtigen. Dem Entgegen wirken die traubeneigenen pektolytischen Enzyme. Diese beschleunigen Abbau der hochmolekularen Pektinstoffe und erleichtern die Flockung und Zusammenballung der Trubteilchen sowie erniedrigen die Vis-

kosität des Traubenmoste. Die Aktivität dieser Enzyme ist neben dem Gehalt an Pektin und ihrer Konzentration vor allem von der herrschenden Temperatur und dem pH-Wert abhängig. So nimmt die Reaktionsgeschwindigkeit mit zunehmender Temperatur zu, fällt jedoch nach Erreichen eines Optimums relativ schnell wieder ab, was durch die Denaturierung der thermolabilen Proteine der Enzyme zu erklären ist. Dieses Temperaturoptimum wird zusätzlich von der Einwirkdauer beeinflusst, so dass mit steigender Einwirkzeit das Optimum niedriger liegt. Für pflanzliche Enzyme kann es zwischen 55° und 70° C (BUDECKE, E., 1980, S. 23; ERBSLÖH, 1995) liegen. Dies bedeutet, dass der enzymatische Pektinabbau im Most aufgrund der dort herrschenden Temperaturen weit unter dem Optimum stattfindet und dementsprechend Zeit benötigt. Bei Maischeerhitzung werden dagegen die Proteine denaturiert und somit die Enzyme zerstört, so dass zum Pektinabbau Enzyme zugesetzt werden müssen. Die pH-abhängige Aktivität liegt je nach Enzym zwischen pH 2,5 und 5 (ERBSLÖH, 1995), so dass in einem pH-Bereich des Mostes günstige Bedingungen vorliegen. Weiter lässt sich die Reaktionsgeschwindigkeit durch Erhöhung der Enzymkonzentration mittels Zusatz käuflicher pektolytischer Enzyme erhöhen (vgl. 2.2.3.5).

So wird letztendlich der Pektinabbau im Most vorwiegend von

- der Einwirkzeit,
- der Temperatur und
- der Enzymkonzentration beeinflusst.

Aus dem bisher beschriebenen geht klar hervor, welche Bedeutung dem Faktor Zeit bei der Mostvorklärung mittels Sedimentation zu kommt. Je länger die Sedimentationszeit, um so stärker ist der Abbau des Schutzkolloides Pektin, um so feinere Trubteilchen setzen sich ab, letztendlich um so klarer ist der Most. TROOST, G. (1988, S. 130) schreibt, dass bereits nach sechs bis acht Stunden Sedimentationsdauer feinflockige Trubteilchen abgesunken sind. Innerhalb von 24 bis 32 Stunden sollen sich die feinsten Trubteilchen abgesetzt haben, so dass der Most klar ist. Nach KÖHLER, H. ET AL. (1999) wird eine ausreichende Sedimentation über die Zeitspanne von 12 bis 24 Stunden erreicht.

Unter ungünstigen Bedingungen wie vorbelastetes Lesegut, erhöhte Temperaturen und fehlende Mostschwefelung können sich während dieser Zeit die traubeneigenen Mikroorganismen vermehren und zu einer unkontrollierten Angärung bzw. Fehlgärung führen, welche sich u.a. durch eine Schaumkrone auf der Mostoberfläche bemerkbar macht und nach Lösungsmittel riecht. Dies ist Ethylacetat, welches durch die wilden Hefen aus Ethanol und Essigsäure gebildet wird. Ergebnis ist eine unvollständige Sedimentation und nachfolgender Qualitätsbeeinflussung des Weines. Aus diesem Grunde ist gerade bei faulem Lesegut und in warmen Herbstes eine Mostschwefelung vorzunehmen. Nach TROOST, G. (1988, S. 128-129) genügen im allgemeinen 50 mg/l SO<sub>2</sub> für 16-20 Stunden. Durch die Zugabe kommt es neben einem Zeitgewinn durch die Gärverzögerung auch zu einer Positivauslese der Hefen zu Gunsten von *Saccharomyces cerevisiae*.

Ein weiterer Einflussfaktor ist die Behälterform. So weist ein liegender Tank zwar einen kürzeren Sinkweg als ein stehender Tank gleicher Maße auf, doch hat sich in der Praxis gezeigt, dass mit stehend zylindrischen Tanks mit Klöpperboden und einem Durchmesser- : Höhenverhältnis (D:h) von größer 1:2 ein größerer Klärgrad erzielt wird. Dies lässt sich zum einen

über den langen Sinkweg erklären, auf dem sinkende Trubteilchen sich zusammenballen und weitere, leichtere Trubteilchen einschließen und mit sich nach unten nehmen. Zum anderen werden durch die längere Kontaktzeit die Schutzkolloide weitestgehend zerstört, was zur Abtrennung feinerer Trubteilchen führt. Ein stehender Tank ist auch bei der Trubabtrennung von Vorteil, denn durch den höheren statischen Druck dürfte das Trubdepot kompakter werden. Auch ist die Oberfläche zwischen den beiden Phasen kleiner, so dass ein geringerer Produktverlust durch das Abziehen entsteht. Von arbeitstechnischen Seite ist bei den Vorklärbehältern zu beachten, dass sich der Klarablauf in ausreichender Höhe befindet, damit beim Abziehen der Klarphase nicht durch den Sog Trubpartikel mitgerissen werden und den Vorkläreffekt zunichte machen. Normale Behälter erfüllen dies nicht. Bei ihnen befinden sich in der Regel 12-13% vol. des Behältervolumens unter dem Klarablauf; bei Trubmengen darüber kommt es daher zwangsläufig zur Verschleppung von Trub. (vgl. KÖHLER, H. ET AL. 1999) Alternativ sollte von oben abgezogen oder das Mannloch mit Klarablauf dem Trubvolumen angepasst werden. Auch kann mit Hilfe eines Winkelrohres (Heferohres) abgezogen werden.

### 2.2.3.2 Zentrifugieren

Unter Zentrifugieren wird die Trennung von Dispersionen mit geringer Dichtedifferenz und kleinen Partikeln durch die im Zentrifugalkraftfeld erzeugte Zentrifugalbeschleunigung verstanden, die Maschinen werden in der Verfahrenstechnik als Zentrifugen bezeichnet.

Ziel ist es, den unter Schwerkraftbedingungen nur sehr langsam ablaufenden Vorgang des Sedimentierens zu beschleunigen und somit eine Phasentrennung unter vertretbarem Energieaufwand zu erreichen. Zentrifugen, die nach diesem Prinzip arbeiten, werden als Separatoren bezeichnet. (vgl. HEMFORT, H., 1979, S. 5-6)

Im Vergleich zur Sedimentation wirkt beim Zentrifugieren anstatt der Erdbeschleunigung  $g$  die um ein vielfaches höhere Zentrifugalbeschleunigung  $b$ . Da die im Zentrifugalfeld abtrennbaren Feststoffe im allgemeinen genügend feinkörnig sind und die Partikelumströmung im Bereich niedriger Reynoldszahlen liegt, kann die Strömung als laminar bezeichnet werden. Somit kann zur Beschreibung der Sedimentationsvorgänge im Zentrifugalfeld das Gesetz nach STOKES (Gleichung (1)) wie folgt abgewandelt werden: (HEMFORT, H., 1979, S. 11)

$$v_z = \frac{d^2 \times (\rho_T - \rho_{Fl})}{18 \times \eta} \times r \times \omega^2 \quad (2)$$

$v_z$  = Sinkgeschwindigkeit

$d$  = Durchmesser

$\rho_T$  = Dichte des Trubteilchen

$\rho_{Fl}$  = Dichte der umgebenden Flüssigkeit

$r$  = Radius

$\omega$  = Winkelgeschwindigkeit

$\eta$  = Viskosität

Das Produkt aus  $r \times \omega^2$  wird als Zentrifugalbeschleunigung ( $b$ ) bezeichnet. Der Schleuder- oder Beschleunigungsfaktor ( $\zeta$ ) ist der Quotient aus Zentrifugalbeschleunigung und Erdbeschleunigung ( $g$ ) und beträgt bei Tellerseparatoren zwischen 5000 und 15000 (HEMFORT, H., 1979, S. 11)

$$\zeta = \frac{r \times \omega^2}{g} \quad (3)$$

Als Klärflächenbelastung ( $q_F$ ) wird der Quotient aus eintretendem Volumenstrom ( $Q$ ) und der zur Verfügung stehenden Klärfläche ( $A$ ) bezeichnet. Sie gibt die mittlere Geschwindigkeit der durchströmenden Flüssigkeit an (HEMFORT, H., 1979, S. 12):

$$q_F = \frac{Q}{A} \text{ [cm/sec]} \quad (4)$$

Abgeschieden werden all diejenigen Teilchen, deren Sinkgeschwindigkeit gleich oder größer ist als die Klärflächenbelastung.

Wird nun die radiale Sinkgeschwindigkeit (Gleichung 2) mit der Klärflächenbelastung (Gleichung 4) gleichgesetzt, so kann die erzielbare Trennkorngröße ( $D_T$ ) und der Volumendurchsatz ( $Q$ ) errechnet werden. Die Trennkorngröße ist der Durchmesser des Teilchens, das gerade noch abgeschleudert wird. (HEMFORT, H., 1979, S. 12)

$$D_T = \sqrt{\frac{18 \times \eta}{(\rho_T - \rho_{Fl})} \times \frac{1}{g} \times \frac{Q}{A \times r \times \omega^2}} \quad (5)$$

$$Q = \frac{d^2 \times (\rho_T - \rho_{Fl})}{18 \times \eta} \times r \times \omega^2 \times A \quad (6a)$$

$$Q = v_s \times \zeta \times A \quad (6b)$$

Als äquivalente Klärfläche ( $\Sigma$ ) wird nun das Produkt aus der Schleuderziffer ( $\zeta$ ) und der Rotorfläche ( $A$ ) bezeichnet. (HEMFORT, H., 1979, S. 12)

$$\Sigma = \zeta \times A \quad (7)$$

Sie gibt an, wie groß die Fläche eines Absetztankes sein muss, wenn seine Wirkung der Zentrifuge äquivalent sein soll. Sie beträgt bei heute gängigen Zentrifugen zwischen 7000 und 23000 m<sup>2</sup> (HAMATSCHEK, J., 1997B, S. 142).

Aufgrund der verschiedenen Einsatzgebiete von Separatoren haben sich Röhren-, Kammer- und Tellertrommeln entwickelt, von denen im Bereich der Most- und Weinklärung Kammer- und Tellerseparatoren verwendet werden.

In der Praxis haben sich wegen der kontinuierlichen Arbeitsweise mittlerweile die selbstaus tragenden Tellerseparatoren durchgesetzt. Bei ihnen erfolgt die Erhöhung der äquivalenten Klärfläche durch den Einbau einer großen Anzahl konischer Teller, deren Abstand je nach Arbeitsgebiet zwischen 0,3 bis 2 mm beträgt.

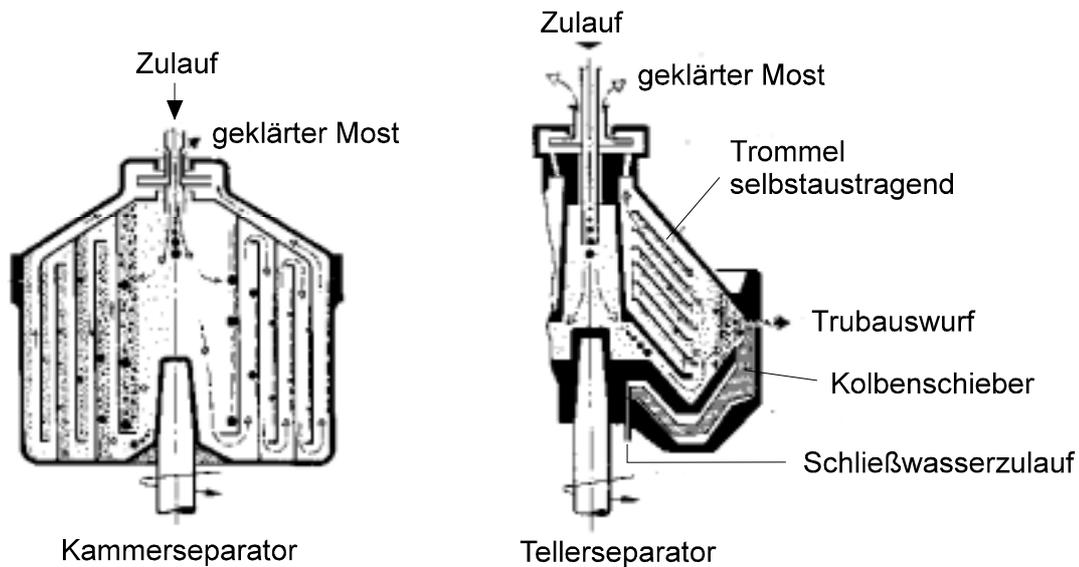


Abb. 6: Arbeitsprinzip von Separatortrommeln (TROOST, G., 1988, S. 405)

Für Tellerseparatoren leitet HEIMFORT, H. (1979, S. 17) die folgende vereinfachte Durchsatzgleichung ab:

$$Q = \frac{d^2 \times (\rho_T - \rho_{Fl})}{18 \times \eta} \times g \times \frac{2 \times \pi}{3 \times g} \times \omega^2 \times \tan(\varphi) \times z \times (r_1^3 - r_2^3) \quad (8)$$

- Q = Durchsatzmenge
- d = Durchmesser
- $\rho_T$  = Dichte des Trubteilchen
- $\rho_{Fl}$  = Dichte der umgebenden Flüssigkeit
- g = Erdbeschleunigung
- $\omega$  = Winkelgeschwindigkeit
- $\eta$  = Viskosität
- z = Telleranzahl
- $\varphi$  = Tellerwinkel
- r = Tellerradius

Aus Gleichung 8 lassen sich folgende produkt- und gerätespezifische Faktoren hinsichtlich der Klärleistung ableiten (HEIMFORT, H., 1979):

- a) Teilchengröße und Beschaffenheit (z.B. stumpf, pastös, kristallin) der dispersen Phase  
Je größer die Teilchen, desto höher die Durchsatzmenge des Separators. Im Bereich der Mostvorklärung kann eine Teilchenvergrößerung durch Zusatz von Flockungsmittel (z.B. Gelatine/Kieselöl) unterstützt werden. Weitere Möglichkeiten der Vergrößerung ist die pH-Verschiebung in den Koagulationsbereich eiweißhaltiger Kolloide (isoelektrischer Punkt) und das Erhitzen. Mit einem Tellerseparator können so Teilchen mit einem Durchmesser ( $D_{min}$ ) von  $\approx 0,5\mu m$  abgeschleudert werden.
- b) Dichtedifferenz zwischen Dispersionsmittel und disperser Phase: Eine Erhöhung der Dichtedifferenz zwischen dem Dispersionsmittel Most und den Trubteilchen erhöht die Durchsatzmenge und verbessert den Klärgrad. Im Mostbereich kann dies durch Abbau der als Schutzkolloide wirkenden Pektine mit Hilfe der natürlicher oder käuflicher Enzyme

geschehen. Problematisch dürfte hier die kurze Einwirkzeit der Enzyme sein. Auch kann eventuell die größere Ausdehnung mancher Teilchen bei Temperaturveränderung genutzt werden.  $\Delta\rho_{\min}$  beträgt  $\approx 0,01 - 0,03 \text{ kg/dm}^3$

- c) Viskosität des Dispersionsmittel: Eine hohe Viskosität des Mostes, verschlechtert die Durchsatzmenge. Zur besseren Klärung von Mosten kann auf die Viskosität durch Temperaturerhöhung bzw. kolloidbeeinflussenden Schönungen eingewirkt werden.

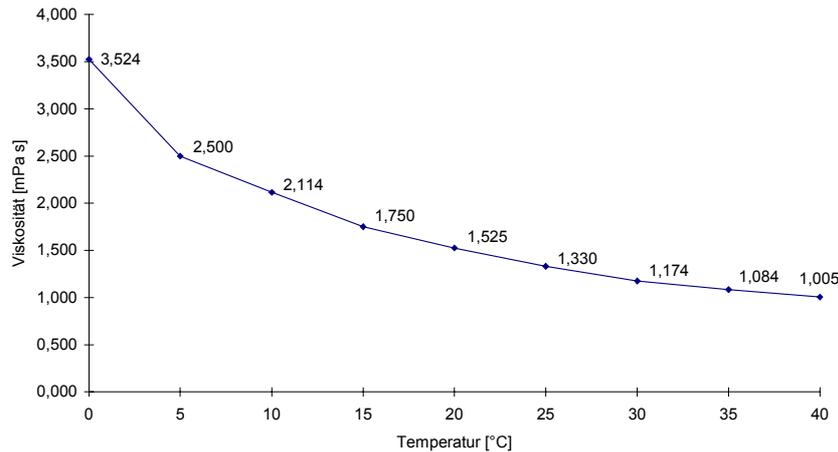
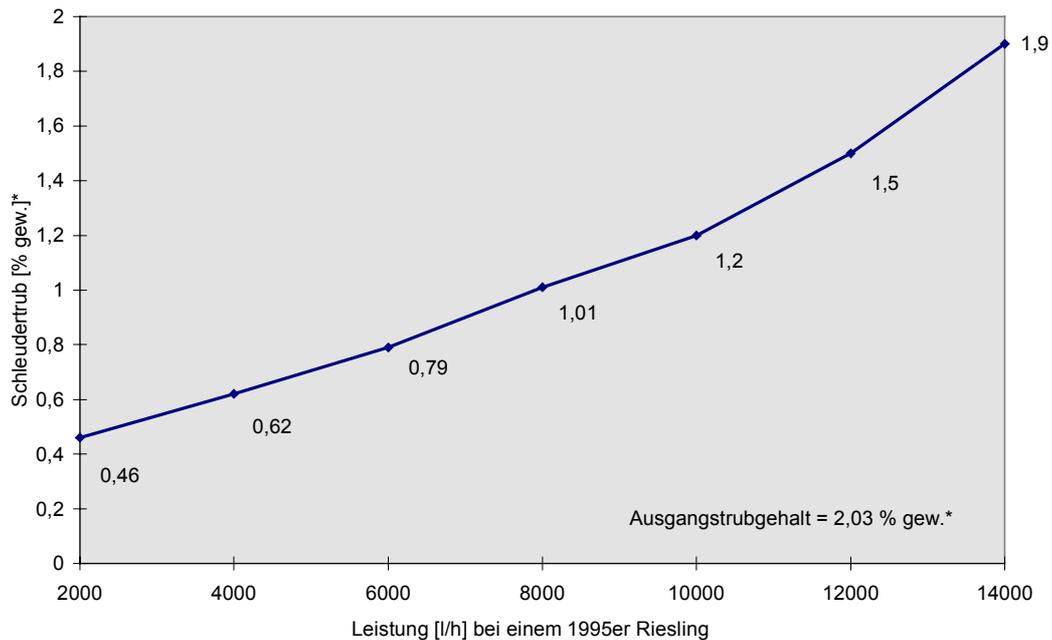


Abb. 7: Viskositätsverlauf in Abhängigkeit der Temperatur eines 1973er Müller-Thurgaus (MATHERN, H., 1978, S. 58-59)

In Abb. 7 ist für einen 1973 Müller-Thurgau Kabinett Wein beispielhaft der Viskositätsverlauf in Abhängigkeit der Temperatur dargestellt.

- d) Feststoffkonzentration: Es versteht sich von selbst, dass mit steigender Feststoffkonzentration, sprich Trubgehalt bei vorgegebenem Klärgrad, die Durchsatzmenge eines Separators zurückgeht. Zum einen wird eine größere Verweildauer in der Zentrifuge notwendig, zum anderen füllt sich der zur Verfügung stehende Feststoffraum schneller, so dass bei diesem Einflussfaktor sowohl eine produkt- also auch maschinenspezifische Komponente zu beachten ist. Der Trubgehalt kann durch eine schonendere Traubenverarbeitung oder durch eine vorhergehende Vorklärstufe mittels Sedimentation bzw. bei hohem Feststoffanteil mittels Drehbürstensieb erniedrigt werden. Weiter muss die Größe des Feststoffraumes den betrieblichen Gegebenheiten angepasst sein.
- e) Durchsatzmenge: Je kleiner die Durchsatzmenge, desto länger ist die Verweilzeit und um so größer der Klärgrad. Abb. 8 zeigt die Resttrubgehalte eines Mostes in Abhängigkeit der Durchsatzmenge einer Zentrifuge. Die Durchsatzmenge wird durch den zu erreichenden Klärgrad und die Größe der Zentrifuge bestimmt.



\* bei 3700 x g und 10 min Behandlungsdauer

Abb. 8: Resttrubgehalte des Mostes in Abhängigkeit der Separatorenleistung bei einem 1995er Riesling (SECKLER, J., 1997C)

f) Drehzahl der Trommel, Telleraußenradius, Tellerwinkel, Tellerzahl, Tellerabstand: Diese Einflussgrößen sind gerätespezifisch und können lediglich bei der Auswahl der richtigen Zentrifuge beeinflusst werden.

In Tab. 8 sind nochmals mögliche produkt- und gerätebedingte Einflussgrößen auf den Klärgrad von Most dargestellt.

Es wird deutlich, dass die Verfahren Zentrifugieren und Sedimentieren beide der Gleichung nach STOKES folgen, so dass die produktbedingten Einflussgrößen die gleichen sind (vgl. 2.2.3.1).

Die Arbeitsweise von selbstentleerenden Separatoren lässt sich u.a. in HAMATSCHEK, J. (1997B), HEMFORT, H. (1979) und TROOST, G. (1988) nachlesen. An dieser Stelle soll daher nur kurz über die Arbeitsweise eingegangen werden.

Die trübe Flüssigkeit strömt durch den Einlauf in die Mitte der rotierenden Trommel, wird dort auf Umdrehungsgeschwindigkeit beschleunigt und in die Einzelseparierungsräume des Tellerpakets mittels Verteiler aufgeteilt. In diesen Räumen findet die Abtrennung der Feststoffteilchen statt. Die geklärte Flüssigkeit strömt nach innen und wird vom Greifer unter Druck weitergefördert, wobei der Greifer die Funktion einer Pumpe übernimmt. Die abgeschiedenen Feststoffteilchen wandern nach unten in den Feststoffraum, werden dort weiter verdichtet und bei Bedarf mittels verschiedenster Steuerungssysteme über ein kurzes Freigeben von Bohrungen in der Trommelwand unter Druck ausgeschieden.

Tab. 8: Einflussgrößen auf den Klärgrad von Most (nach HAMATSCHEK, J., 1997B, S. 143)

Einflussgrößen	Wirkung		konstruktions- bedingt	produkt- bedingt	Anmerkung
	günstig	ungünstig			
Teilchengröße					Schönung
Dichtedifferenz					Schönung, Schutz- kolloide
Viskosität					Temperatur, Inhalts- stoffe, Kolloide
Feststoffkonzentration					Feststoffraum
Durchsatzmenge					
Trommeldrehzahl					werkstoffabhängig, Trommelaussen- radius
Trennradius					Trommeldurch- messer, Sedimenta- tion
Tellerwinkel					
Tellerzahl					
Tellerabstand					Absetzweg

Wie das Beispiel in Abb. 8 zeigt, ist die Effektivleistung eines Separators neben der Beschaffenheit und Ausgangskonzentration des Trubes von dem gewünschten Klärgrad abhängig. Bei einem zu erreichenden Klärgrad von  $> 0,6$  % gew. Resttrub liegt die Effektivleistung im genannten Beispiel bei 16 % der angegebenen Nennleistung von 25000 l/h, wobei der Eingangstrubgehalt 2,03 % gew. betrug. HAMATSCHEK, J., E. BOTT und P. SCHÖTTLER (1992, S. 8-10) sprechen dann von einem erfolgreichen Separatoreinsatz, wenn der Feststoffanteil des Mostes unter 8 % vol. liegt (vgl. 2.1.3). In diesen Fällen könnten Resttrubgehalte von 0,5 [% vol] mit dem Separator erreicht werden.

In Abhängigkeit des Trubgehaltes des zu klärenden Mostes kann bei konsequenter Mostvorklärung die Durchsatzmenge des Separators stark zurückgehen und es kann zu Verarbeitungsengpässen kommen. Dem kann mit Trubvermeidung bzw. richtiger Auslegung der Verarbeitungskapazität entgegen gewirkt werden.

Die Durchsatzmenge kann über die Drosselung des Separatorzu- bzw. -ablaufes vorgenommen werden, was zur Folge hat, dass der im Ablauf sitzende Greifer unterschiedlich tief in den Most eintaucht. Je nach Eintauchtiefe kommt es zu unterschiedlichem Eintrag von Luft (0,45 bis 5 mg/l im Most) (TROOST, G. 1988, S. 408), welcher zu einer unkontrollierten Mostoxidation führt. Dieser Effekt der Oxidation kann je nach Art der Traubenverarbeitung in der Praxis als positiv angesehen werden.

Eine weitere Erscheinung dieses Lufteintrages durch den Greifer macht jedoch ein weiteres Umlagern des Mostes notwendig. Die eingetragene Luft wird durch den Greifer fein in den Most verteilt und unter einen Druck bis zu 10 bar (vgl. HEMFORT, H. 1979) gesetzt. Dadurch kommt es im Einlagerungsbehälter zur plötzlichen Entspannung der Luft und zu einem Aufschwimmen noch vorhandener Trubpartikel auf der Mostoberfläche. Die durch diesen „Flotationseffekt“ aufschwimmenden Trubteilchen müssen aus qualitativen Gründen abgetrennt werden. In wieweit dieses Problem gerätetechnisch gelöst werden kann, ist mit dem jeweiligen Hersteller zu klären.

Mostbehandlungen können zur besseren Klärung beitragen. Jedoch ist zu beachten, dass feine aggressive Partikel wie Bentonit, Kohle und Kristalle die Dichtungsringe der selbstentleerenden Separatoren beschädigen können und als zu festgefahrener Trub zu Betriebsstörungen führen kann. Auch sollte je nach Feststoffzusammensetzung ein Sieb oder ein Drehbürstensieb vorgeschaltet werden, damit die größeren Trubteilchen den Feststoffraum nicht belasten und so die kontinuierliche Arbeitsweise fördern.

### 2.2.2.3 Filtration

Als Filtrieren wird die mechanische Trennung feststoffbeladener Flüssigkeiten mittels einer durchlässigen Schicht, dem Filtermittel, bezeichnet. Das zu trennende disperse Stoffsystem strömt durch eine poröse Schicht, so dass die feste disperse Phase vollständig in oder auf dieser Schicht zurückgehalten wird. Je nach Wirkmechanismus der Abtrennung wird eine Einteilung in Kuchenfiltration, Oberflächenfiltration und Tiefenfiltration vorgenommen. Weiter wird je nach Filtrationsziel von einer Feststoffabtrenn- bzw. Klärfiltration und Flüssigkeit-sabtrenn- bzw. Trennfiltration gesprochen. (TSCHUSCHNER, H., 1996, S. 210)

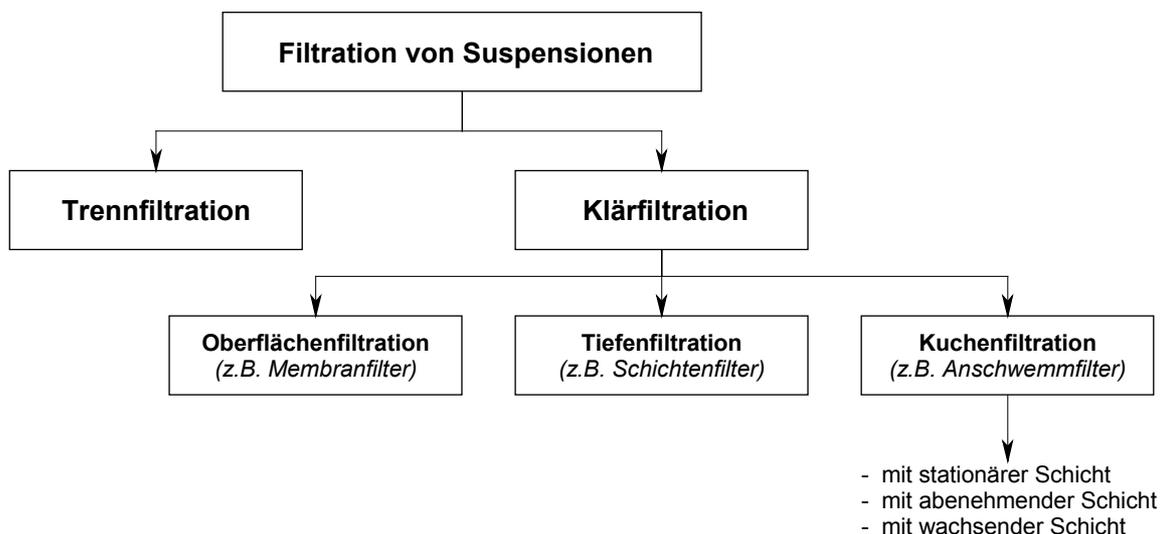


Abb. 9: Filtrationsarten

Da bei der Mostvorklärung das Ziel die Klärung des Mostes und die Abtrennung der festen Trubstoffe ist, soll im Folgenden verstärkt auf die Verfahren der Klärfiltration und im besonderen der Kuchen bzw. Anschwemmfiltration eingegangen werden.

Bei der Anschwemmfiltration wird die durchlässige Filtrationsschicht durch Anschwemmen von Filterhilfsmittel auf einer Stützschiicht selbst erzeugt. Hinsichtlich der Wirkungsweise der Abscheidung muss die Anschwemmfiltration als Kombination von Oberflächen- und Tiefenfiltration angesehen werden.

Auf Grund des sich aus Trubteilchen und Filterhilfsmittel aufbauenden Kuchens wird die Anschwemmfiltration zu der Kuchenfiltration gezählt und folgt auch deren Gesetzmäßigkeiten (vgl. FEI, 1996, S. 22; WALTER, F., 1991, S. 28).

Diese Gesetzmäßigkeiten des Filtrationsverlaufes können nach der CARMEN-Gleichung beschrieben werden (FEI, 1996, S. 23-30) (vgl. HRUSCHKA, S. und L. LINKE, 1996, S. 29; vgl. HAMATSCHEK, J. und S. HRUSCHKA, 1993, S. 20; vgl. WALTER, F., 1991, S. 28-30):

$$V_f = \frac{dV_f}{dt} = \frac{\Delta p \times A}{\eta_f \times \left( \beta + \alpha \times w_s \times \frac{V_f}{A} \right)} \quad (9)$$

- $V_f$  = Filtrationsvolumen [m<sup>3</sup>]
- $t$  = Filtrationsdauer [s]
- $A$  = Filterfläche [m<sup>2</sup>]
- $\Delta p$  = Druckdifferenz [Pa]
- $w_s$  = Feststoffkonzentration [kg/m<sup>3</sup>]
- $\eta_f$  = dynamische Viskosität des Filtrates [Pa s]
- $\alpha$  = Filterkuchenwiderstand [m/kg]
- $\beta$  = Filtermittelwiderstand [m<sup>-1</sup>]

Aus der Gleichung 9 lassen sich folgende Größen und deren Einfluss auf die Anschwemmfiltration entnehmen:

a) Filterfläche

Mit zunehmender Filterfläche erhöht sich die Durchsatzleistung.

b) Druckdifferenz zwischen Filterein- und Ausgang

Eine Erhöhung der Druckdifferenz zwischen Suspensionszulauf und Filtratablauf erhöht die Durchsatzmenge.

c) Feststoffkonzentration

Mit steigender Feststoffkonzentration nimmt die Durchsatzmenge eines Anschwemmfilters ab. Durch die größere Trubmenge steigt der Filterkuchen und dadurch sein Filterwiderstand schneller an. Auch geht die Filterfläche schneller zu.

d) Viskosität

Eine hohe Viskosität des Mostes, verschlechtert die Durchsatzmenge.

e) Widerstand der Filterschicht

Mit steigendem Filterschichtwiderstand, nimmt die Durchsatzmenge ab. Der Widerstand setzt sich aus dem Filtermittelwiderstand und des sich aufbauenden Filterkuchenwiderstandes zusammen, wobei sich letzterer im Verlauf der Filtration durch Änderung der Kuchendicke und Feststoffbelastung verändert.

Je nach Aufbau der Schicht wird zwischen stationären, abnehmenden und wachsenden Filterschicht unterschieden.

Bei der Filtration mit stationärer Schicht erfolgt lediglich eine Grundanschwemmung mit Filterhilfsmittel, die während des Filtrationsvorganges nicht erneuert wird. Diese Form der Anwendung erfolgt bei niedrigen Feststoffkonzentrationen.

Bei der Filtration mit abnehmender Schicht erfolgt eine Grundanschwemmung, von welcher während der Filtration ständig von oben das mit Trub belastete Filterhilfsmittel entfernt wird. Diese Art wird bei hohem Feststoffanteil angewandt. Als Beispiel ist der Vakuumdrehfilter zu nennen.

Neben einer Grundanschwemmung erfolgt bei der Filtration mit zunehmender Schicht eine weitere Zuführung von Filterhilfsmittel durch das Unfiltrat. Dieses zudosierte Filterhilfsmittel bildet zusammen mit den Trubteilchen eine Sekundärschicht. Der Filterkuchen baut sich langsam auf.

#### **2.2.2.3.1 Vakuumdrehfilter**

Bei der Trubfiltration mit Vakuumdrehfilter wird mit einer abnehmenden Filterschicht mit Filterhilfsmittel gearbeitet. Vor Beginn der eigentlichen Filtration wird der Filterkuchen bis zu einer Stärke von 6-7 cm auf das äußere Siebgewebe einer drehbaren Filtertrommel aufgeschwemmt, wobei zuerst eine Grundanschwemmung mit grobem Filterhilfsmittel Kieselgur oder Perlit erfolgt, bevor der eigentliche Filterkuchen mit feiner Kieselgur bzw. Perlit aufgetragen wird. Der Filterkuchen wird durch Unterdruck im Inneren der Trommel festgehalten.

Die Trommel mit Filterkuchen taucht in eine Wanne, die mit zu filtrierendem Produkt gefüllt ist. Durch den erzeugten Unterdruck wird die Flüssigkeit durch Filterkuchen und Siebgewebe eingezogen. Die Trub- und Schleimstoffe werden dabei auf der Oberfläche des Filterkuchens zurückgehalten. Da sich die Trommel ständig dreht und unterhalb des Filterkuchens einen ständiger Unterdruck aufrecht erhalten wird, erfolgt im nicht eingetauchten Teil der Trommel eine weitere Filtration und Trocknung des Kuchens. Kurz vor Wiedereintauchen in die Filterwanne wird dann die äußere verschmutzte Schicht des Filterhilfsmittelbelages - rd. 0,2-0,3 mm - abgeschabt, so dass wieder eine saubere, durchlässige Filterschicht vorhanden ist. Die Abschabvorrichtung bewegt sich mittels Antriebmotor in Richtung Trommelmitte, so dass immer die gleiche Schichtdicke abgetragen wird.

Da der Vakuumdrehfilter vorwiegend nach dem Siebprinzip arbeitet, ist die Wahl des richtigen Filterhilfsmittels von großer Bedeutung, denn wenn zu feine Trubteilchen ins innere des Filterkuchens eindringen, kommt es zur Leistungsminderung oder sogar zur völligen Erschöpfung des Filters.

Für die Durchsatzmenge gilt die CARMEN'sche Gleichung (Gleichung 9). Ergänzend leiten BAUER, H. und E. HOFFMANN (1971, S. 535-550) folgende Gleichung für die Drehfiltration ab:

$$V_f = \sqrt{\frac{p \times n}{c}} \quad (10)$$

- $V_f$  = Filtrationsvolumen  
 $n$  = Trommeldrehzahl [ $\text{min}^{-1}$ ]  
 $c$  = Feststoffkonzentration [% gew.]  
 $p$  = Vakuum bzw. Filtrationswirkdruck [at]

Die Durchsatzmenge ist sehr stark von der zu filtrierenden Suspension und deren Lageralter bis zur Verarbeitung abhängig. TROOST, G. (1988, S. 492)) gibt die Leistung eines Vakuumdrehfilters in Abhängigkeit des Trubgehaltes für die Filtration von

- Most mit 150 bis 400 l/h je  $\text{m}^2$  Filterfläche,
- Süß- bzw. Schönungstrub mit 50 bis 200 l/h je  $\text{m}^2$  Filterfläche und
- Weinhefe mit 50 bis 100 l/h je  $\text{m}^2$  Filterfläche an.

Für die Mostfiltration werden von HOLZINGER, R. (1967) ähnliche Werte (200 - 300 l/h pro  $\text{m}^2$ ) angegeben.

Ein weiterer Aspekt eines Vakuumdrehfilters ist die Sauerstoffaufnahme während der Filtration. Auf Grund der sich in der Atmosphäre drehenden Filterfläche lässt sich ein Luftkontakt nicht vermeiden. Bei der Filtration von Most hat der Sauerstoffeinfluss jedoch keine Qualitätsverschlechterung zur Folge. Nach MÜLLER-SPÄTH, H. (1976, S. 7-8) erfolgt bereits bei der Mostgewinnung eine beträchtliche Sauerstoffaufnahme, die bis zur Sättigung (8 mg/l) des Mostes mit Sauerstoff führen kann. Selbst bei einer intensiven Belüftung ist eine weitere Sauerstoffaufnahme nicht mehr möglich, eher erfolgt durch den anliegenden Unterdruck des Vakuumdrehfilters (rd. 5 m Wassersäule) eine Entlüftung. Die mögliche Aufnahme von Sauerstoff durch den Drehfilter ist in Abhängigkeit von Unterdruck und Temperatur etwa 5 mg/l, wobei einer chemischen Bindung des Sauerstoffes die physikalische Lösung folgt (MÜLLER-SPÄTH, H., 1976, S. 7-8; vgl. HAUBS, H., 1969).

### 2.2.2.3.2 Filterpresse

Die Filterpresse wird in der Weinwirtschaft hauptsächlich zur Trubaufbereitung von Sedimentations- oder Hefetrub eingesetzt. Auf Grund ihrer Arbeitsweise kann sie auch zur eigentlichen Mostvorklärung eingesetzt werden.

Hier wird in der Regel ein Filtertuch als Filtermittel verwendet, worauf sich während des Filtrationsvorganges eine Trubschicht aufbaut. Diese aufbauende Schicht übernimmt zusätzlich eine Filtrationswirkung. In der Praxis hat sich jedoch eine Grundanschwemmung mit Perlit bewährt, da so bei der nachfolgenden Reinigung der Trub leichter von den Tüchern entfernt werden kann.

Durch eine angebaute Kolbenpumpe wird der Most in die Filterplatte mit Tuch ausgebildete Filterkammer gedrückt. Ein Druckbehälter mit Luftpolster sorgt für den kontinuierlichen Filtra-

tionsverlauf nach Abschalten der Pumpe bei 12 bar. Bei 8 bar schaltet ein Druckwächter die Pumpe automatisch wieder ein. Das Filtrat wird über einen Sammelkanal abgeführt.

#### 2.2.2.4 Flotation

Unter Flotation soll im folgenden ein Trennverfahren fest/flüssig verstanden werden, bei dem die im Most vorhandenen Trubstoffe durch Haftung an Gasblasen an die Mostoberfläche gebracht und von dort entfernt werden. Durch die Einbringung von Luft wird aus dem Zweiphasen- ein Dreiphasensystem, welches aus einer flüssigen, pastöse und gasförmigen Phase besteht.

Zur Rohstoff- insbesondere zur Erzgewinnung wird die Flotation schon seit mehr als 100 Jahren eingesetzt. Hier wird die Trennung durch unterschiedliche Benetzbarkeit der Teilchen erreicht.

In Deutschland wird seit ca. 30 Jahren bei der Abwasserreinigung flotiert. Hier wird vornehmlich mit dem Druckentspannungsverfahren gearbeitet (siehe Abb. 10). Dieses Verfahren kann auch zur Mostvorklärung eingesetzt werden. Bei der Druckentspannungsflotation wird sich die Tatsache zunutze gemacht, dass die Löslichkeit eines Gases in einer Flüssigkeit bei konstanter Temperatur proportional mit dem Partialdruck des Gases über der Flüssigkeit ansteigt, bekannt als Henry-Dalton'sches Gesetz.

#### Vollstromverfahren

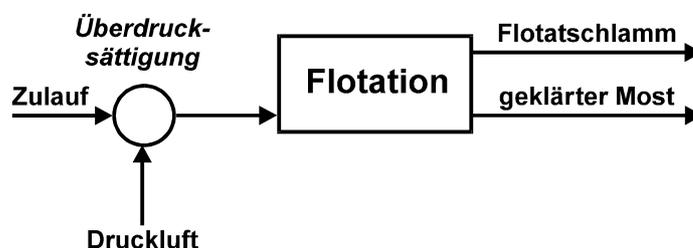


Abb. 10: Schematische Darstellung der Druckentspannungsflotation

In Tab. 9 sind die wichtigsten Einflussgrößen einer kontinuierlichen Entspannungsflotation (vgl. Abb. 13) zusammengefasst.

Wird also Most unter Druck gesetzt, sättigt ihn z.B. mit Stickstoff, Sauerstoff oder Luft und bringt ihn anschließend wieder auf den Normaldruck, so wird ein entsprechender Gasanteil wieder in Form feinsten Bläschen frei; diese Bläschen haften sich an die Trubstoffe und verleihen diesen einen Auftrieb. Dafür müssen die Gasbläschen am Trub haften bleiben. Dieser Haftvorgang wird durch Kapillar- und durch elektrostatische Kräfte beeinflusst. Durch den Auftrieb gelangen sie auf die Mostoberfläche, wovon sie dann abgeschöpft werden können.

Tab. 9: Die wichtigsten Einflussgrößen bei der Entspannungsflotation (verändert nach KLEINERT, P., 1984, S. 373)

Parameter	ändert sich mit	Auswirkungen	
		positiv	negativ
Luft-/Feststoffverhältnis [g Luft / g TS]	<u>Anteil trüber Most, Sättigungsgrad, Temperatur, Betriebsdruck</u>	hoher Wert	niedriger Wert
Größe der Luftbläschen	<u><math>\Delta p</math> am Entspannungsventil, Typ und Anordnung des Entspannungsventils, Oberflächenspannung, pH-Wert, Salzgehalt</u>	kleiner Durchmesser	großer Durchmesser
Hydraulische Belastung $m^3/m^2h$ Trockensubstanzbelastung $kg TS/m^2h$	<u>TS-Gehalt im Zulauf, Durchsatz <math>m^3/h</math> trüber Most</u>	niedriger Wert	hoher Wert
Flotierbarkeit der Feststoffteilchen	<u>Oberflächeneigenschaften, Struktur-Größenverteilung, Dosierung von Behandlungsmittel</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hydrophobe Feststoffoberflächen</li> <li>• relativ große, vernetzte Feststoffteilchen</li> </ul>	hydrophile Feststoffoberflächen
Beckenhydraulik	<u>Ausführung des Einlaufbereiches, Beckenform und -dimensionen, Räumsystem, Räumergeschwindigkeit, äußere Einflüsse (z.B. Wind / Regen)</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ausreichende Turbulenz im Einlaufbereich</li> <li>• laminare Strömung im übrigen Becken</li> </ul>	Turbulenzen im Abscheidebereich
Flottenstärke	<u>Räumergeschwindigkeit bzw. Räumfrequenz</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erhöhte Flotatschicht</li> <li>• Räumerschält nur die oberste Schicht ab</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zu geringe / zu hohe Flotatschicht</li> <li>• zu große Eintauchtiefe des Räumerschiltes</li> </ul>
<p>_____ = beeinflussbar durch technische Ausführung und Verfahrensführung</p> <p>----- = bedingt beeinflussbar</p>			

Die in Abb. 11 dargestellte maximale Löslichkeit von Luft in Wasser zeigt auf, welche Luftmengen in Abhängigkeit des Druckes in Wasser gelöst werden können. An dieser Stelle soll darauf hingewiesen werden, dass die Löslichkeit von Luft in Most wegen des dort vorhandenen Gesamtextraktes etwas geringer ist.

Wird ein Most bei 15°C und 6 bar Absolutdruck mit Luft gesättigt, so sind ca. 120 dm<sup>3</sup> Luft per m<sup>3</sup> bzw. 120 ml Luft pro Liter Most gelöst. Unter diesen Bedingungen bedeutet dies, dass ca. 36 mg/l Sauerstoff und ca. 115 mg/l Stickstoff in Lösung sind.

Eine Flotation mit CO<sub>2</sub> ist wenig Erfolg versprechend. Die Löslichkeit der CO<sub>2</sub> liegt unter den vorgenannten Bedingungen bei 10 - 11 g/l, was volumenmäßig einer gelösten Gasmenge von 5 - 5,5 l CO<sub>2</sub> per Liter Most entspricht. Die Löslichkeit dieses Gases ist für den Zweck

der Flotation zu groß und verursacht beim Entspannen Turbulenzen, die dem Flotationsvorgang abträglich sind.

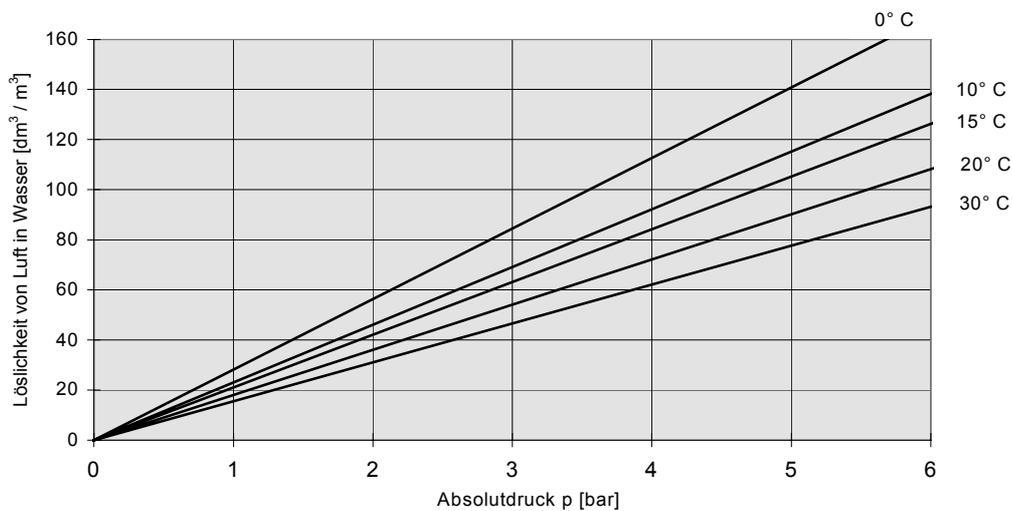


Abb. 11: Maximale Löslichkeit von Luft in Wasser (KLEINERT, P., 1984, S. 369)

Die Sättigung des Zulaufes mit Luft kann vorgenommen werden unter Verwendung von:

- Belüftungsarmaturen,
- statischen Mischern,
- Injektoren,
- Luftzugabe an der Saugseite der Produktpumpe und nachfolgender Abscheidung der überschüssigen Luft in einen Behälter.
- Auch ein Verrieseln oder Versprühen des Mostes in einen Druckkessel, dessen Produktstand ausreichend niedrig gehalten, wird ist denkbar. Zur Verbesserung des Lösungsvorganges kann der Kessel Füllkörper, Schikanen oder andere Einbauten enthalten.

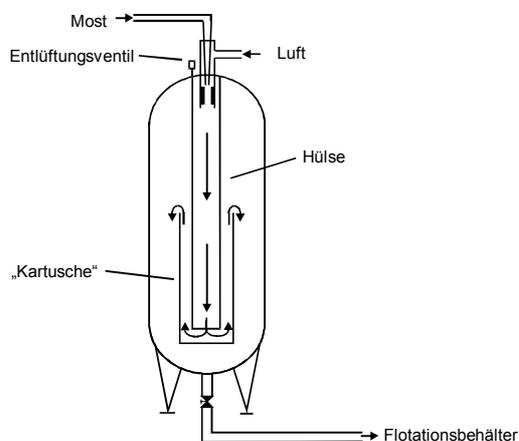


Abb. 12: Schematische Darstellung eines Flotationsreaktors

In den in Abb. 12 dargestellten unter 5 bar Überdruck stehendem Flotationsreaktor wird der Most mit Hilfe einer mehrstufigen Zentrifugalpumpe über ein Venturirohr hineingefördert. Der Most gelangt in eine Hülse, über deren Ende eine Art „Kartusche“ geschoben ist. Durch diese Bauart wird auf Grund der Wegverlängerung eine Verbesserung der Löslichkeit von Luft erreicht. Da der Sättigungsgrad nicht vollständig ist, muss die überschüssige Luft über eine Entlüftungsventil abgeschieden werden.

Der unter Druck gesättigte Most kann anschließend in einen Produkttank oder aber in ein Flotationsbecken überführt werden, wo dann die Druckentspannung des Mostes stattfindet. Wird der Most in einen Tank gefördert, so kann man von einem diskontinuierlichem Verfahren sprechen. Nach Befüllung des Tanks ist eine Wartezeit von ca. 1/2 bis 1 Stunde erforderlich. Während dieser Zeit gelangen dann die Trubstoffe auf die Mostoberfläche. Anschließend kann der geklärte Most über das Restablaufventil entnommen werden. Über ein in die Produktleitung eingebautes Klarsichtrohr lässt sich dann geklärter Most und Flotatschlamm unterscheiden.

Beim kontinuierlichen Verfahren wird der Most von dem Reaktionsbehälter in ein Flotationsbecken gefördert. Die Konstruktion des Flotationsbeckens ermöglicht trotz ständiger Beschickung mit trübem Most eine kontinuierliche Trennung von Trub und geklärtem Most. Nach der Druckentspannung gelangen die Trubteile an die Oberfläche, wo sie mit Hilfe eines Schabers, der die Flotatschlammschicht überstreicht, in einen vom Format her rechteckigen Trichter gelangen. Eine Pumpe, die zur Trubförderung geeignet ist, sorgt für den Abtransport des Flotatschlammes. Die Größe des Flotationsbeckens ist etwa auf die Hälfte der Stundenleistung ausgelegt, so dass sich eine mittlere Verweildauer bis zu einer halben Stunde ergeben kann. Der geklärte Most wird von unten aus dem Flotationsbecken über eine Rohrleitung, die nach dem Prinzip einer kommunizierenden Röhre arbeitet, in einen seitlich angebrachten Behälter geleitet. Am Ende der Rohrleitung ist ein verstellbares Wehr angebracht. Mit dessen Hilfe kann die Verweildauer bzw. Durchsatzleistung und der Klärgrad beeinflusst werden. Eine Produktpumpe entnimmt - schwimmergesteuert - über das Ventil V4 den geklärten Most aus dem seitlich angebrachten Behälter. Bei Sortenwechsel oder Beendigung der Vorklärung wird der Most vollständig in das Flotationsbecken überführt. Nach einer Wartezeit von etwa 30 Minuten kann der geklärte Most über das Ventil V3 bis zum Trüblaufen direkt entnommen werden.

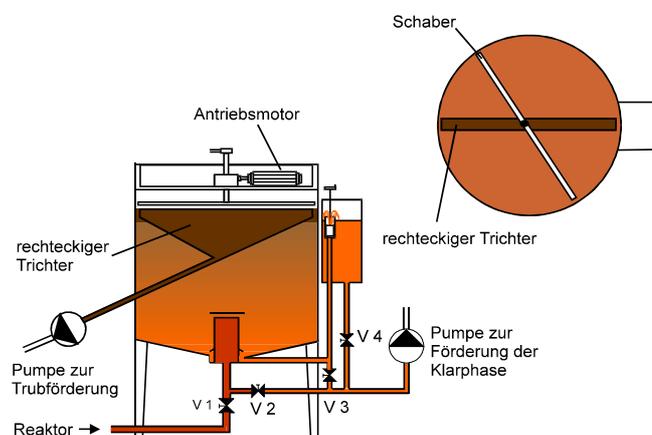


Abb. 13: Schematische Darstellung eines Flotationsbehälters

Die Klärschärfe ist nach SCHNEIDER, V. und P. CHAPRON (1992, S. 18) in einem weiten Bereich regelbar. Sie berichten von Versuchen mit einer industriellen Anlage, die eine Minderung des Feststoffgehaltes im Most von 65 bis 98 % bei einem Feststoffgehalt im Trub von 25 bis 50 % erbrachten. Im Vergleich mit der Zentrifugation zeigte sich bei der Flotation ein besserer Klärgrad. Dagegen war eine höhere Resttrübung als bei der Sedimentation und Vorklärung mit dem Drehfilter zu beobachten.

Tab. 10: Flavonoidfällung bei der Flotation mit Sauerstoff in Abhängigkeit von Gelatinezusatz und im Vergleich mit der statischen Mostoxidation (SCHNEIDER, V. und P. CHAPRON, 1992, S. 19, verändert)

Variante	Standard	Standard + 50 g/hl Gelatine	Oxidation (2 h)	Oxidation (2 h) + 50 g/hl Gelatine	Flotation schnell	Flotation langsam	Flotation + 50 g/hl Gelatine	Flotation langsam + Oxidation (2 h)
Mengendurchsatz [l/h]					120	60	60	60
Gesamtphenole [mg/l]	280	267	210	195	200	194	195	193
Flavonoide [mg/l]	123	110	50	37	43	36	37	36
Nichtflavanoide [mg/l]	157	157	160	158	157	158	158	157

Ein weiterer Nebeneffekt der Flotation mit Luft, ist der Sauerstoffkontakt des Mostes. SCHNEIDER, V. und P. CHAPRON (1992, S. 18), SECKLER, J., T. SCHÄFER und M. FREUND (1997, S. 36) und BREIER, N. (1999, S. 18) berichten von einer verstärkten Reduzierung der Gesamtphenole nach einer Flotation mit Luft (vgl. Tab. 10). Es wird jedoch gleichzeitig darauf hingewiesen, dass die Notwendigkeit einer Mostoxidation betriebsabhängig zu prüfen ist (SECKLER, J., T. SCHÄFER und M. FREUND 1997, S. 36).

Ein Nachteil der Flotation ist, dass ein bereits angeogener Most nicht mehr vorgeklärt werden kann.

### **3 Material und Methoden**

Im Rahmen der verschiedenen Herbstkampagnen seit 1990 haben wir im Fachgebiet für Kellerwirtschaft unterschiedliche Versuchsanstellungen zum Einfluss von Vorklärmaßnahmen auf die Weinqualität durchgeführt.

In den zurückliegenden Jahren konnten wir wiederholt nachweisen, dass die Qualität des späteren Weines linear von der Höhe des Resttrubgehaltes des Mostes vor der Vergärung abhängt. Der Resttrubgehalt sollte kleiner 0,8 % gew. besser kleiner 0,6 % gew. betragen.

Bei den nachfolgenden Versuchsreihen war es Ziel, jeweils alternative Teilprozesse oder Gerätschaften innerhalb einer konstant gehaltenen Verarbeitungsabfolge gegenüberzustellen. Dabei wurden die Effekte der Sedimentation, der Separation, der Flotation und der Einsatz des Drehfilters untersucht. Inwieweit unterschiedliche Schönungsmittel die Mostvorklärung unterstützen wurde in weiteren Versuchsanstellungen geprüft. Ebenso wurde die Weiterverwendbarkeit von Süßtrubfiltrat untersucht.

Bei begleitenden analytischen Untersuchungen standen die Größen Sedimentationstrub % vol., Resttrub % gew. und Gesamtphenolgehalte im Vordergrund, da hier Einflüsse der unterschiedlichen Verfahren zu erwarten waren. Die ebenfalls ermittelten Größen Mostgewicht, Zucker, Gesamt- und Weinsäure dienten in erster Linie zur Absicherung der Vergleichbarkeit innerhalb der Varianten.

Von mehreren Versuchsanstellungen wurde eine Durchschnittsprobe des jeweiligen Mostes von jeder Variante im Versuchswinausbau des Fachgebietes für Kellerwirtschaft in 50l Glasballons oder in 300l fassenden Edelstahl tanks zu Wein ausgebaut, um anschließend den Einfluss des Mostvorklärverfahren auf die Weinqualität feststellen zu können.

#### **3.1 Alternative Vorklärverfahren**

Um die Vergleichbarkeit unter den einzelnen Vorklärverfahren sicher zustellen, wurde die Gesamtmenge des jeweils verwendeten Mostes in einem Puffertank gesammelt. Nachdem Zusatz von 30-40 mg/l SO<sub>2</sub> und vor der Verteilung auf die einzelnen Varianten wurden die Phasen mittels Rührwerk nochmals homogenisiert (vgl. Abb. 15). Nach diesem Mischen erfolgte je nach Versuchspartie die Aufteilung auf die Varianten

- Sedimentation,
- Separation,
- Flotation und
- Vakuumdrehfilter.

### 3.1.1 Sedimentation

Die für die Sedimentation bestimmte Mostmenge wurde im Puffertank belassen. Bei diesen Tanks handelte es sich um 4000-l-GFK-Tanks mit Klöpperboden und erhöhtem Klarablaufstutzen.

Nach 18 Stunden Sedimentationszeit wurde die Klar- von der Trubphase über den Klarablauf mittels Pumpe getrennt. Der Klarphasenmost wurde für den weiteren Ausbau in Glasballons der Größen 50 l, 25 l und 10 l abgestochen. Je nach Versuchsanstellung kamen auch 300 l Edelstahl tanks zur Verwendung. Der weitere Ausbau zu Wein ist in 3.5.1 beschrieben.

### 3.1.2 Separation

Nach der Homogenisierung wurde eine Mostmenge von rd. 600l mit Hilfe eines selbstaustragenden Tellerseparators (WESTFALIA Typ SB 14) vorgeklärt und in die Gärgebinde befüllt. Dieser Separatortyp hat eine maximale Schluckleistung von 8000 l/h. Die Durchsatzleistung betrug bei den Standardversuchen rd. 1500 l/h.

Zusätzlich wurden in einigen Versuchen die Durchsatzleistung variiert, um deren Einfluss auf den Vorkläreffekt und somit auf die Weinqualität beurteilen zu können.

Zur Gewährleistung der Vergleichbarkeit zu den anderen Vorklärverfahren, fand die Vergärung je nach Versuch in 50 l, 25 l, und 10 l Glasballons bzw. 300 l Edelstahl tanks statt.

### 3.1.3 Flotation

Wie bei der Separation wurden 600 l des homogenisierten Mostes flотиert. Mit Hilfe vorhandener Gerätschaften wurde hierfür eine eigene Anlage konzipiert (vgl. Abb. 14).

Der zur Vorklärung anstehende Most wurde drucklos mittels Pumpe in einen 1000 l Hochdrucktank gefördert und dort mit Hilfe einer Zentrifugalpumpe umgewälzt. Unter Verwendung einer druckseitig eingebauten Belüftungsarmatur mit eingebauter Edelstahlsinterkerze wurde Luft zugeführt. Der Behälterinhalt wurde solange umgewälzt bis ein Absolutdruck von 6bar erreicht war. (vgl. Abb. 14 Schritt A)

Anschließend erfolgte die Entspannung des imprägnierten Most. Hier wurde der Most unter einem Druck von 6bar in einen Flotationstank ausgeleitet. Dieser Druck wurde benötigt, um einen Flotationseffekt bereits im Hochdrucktank zu vermeiden. (vgl. Abb. 14 Schritt B)

Nach vollständiger Überleitung in den Flotationstank wurde nach 30 bis 60 min Wartezeit der geklärte Most über das Restablaufventil in die jeweiligen Gärgebinde gepumpt. Mit Hilfe eines saugseitig eingebauten Schauglases konnte die Phasentrennung problemlos durchgeführt werden. (vgl. Abb. 14 Schritt C)

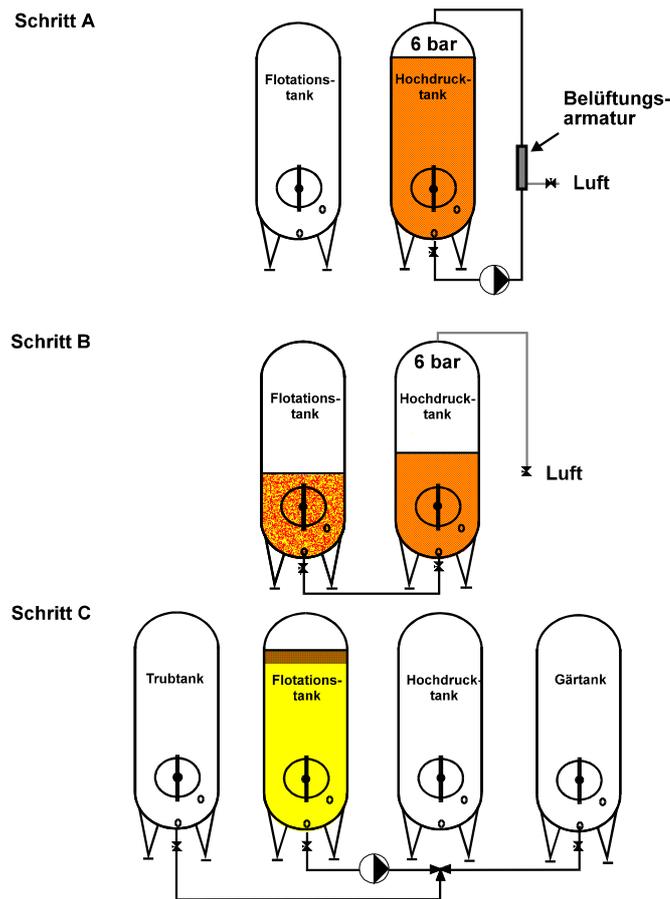


Abb. 14: Schematische Darstellung der Druckentspannungsflotation

Auch bei der Flotation wurde der Weinausbau wie in 3.5.1 beschrieben durchgeführt.

Erweiternd wurde der Einflussfaktor Flotationsgas auf die Flotation und somit auf die Vorklärleistung untersucht, wobei hier ergänzend zur Luft Sauerstoff und Stickstoff verwendet wurde.

### 3.1.4 Vakuumdrehfilter

Zur Filtration der homogenisierten Mostmenge wurde ein Vakuumdrehfilter der Firma SEN Typ Monoblock verwendet. Dieser besitzt eine Filterfläche von 2 m<sup>2</sup>, auf die ein Filterkuchen mit 10 kg Perlit angeschwemmt wurde. Die so entstandene Kuchenschicht von 21mm, wurde je Umdrehung um 0,18 mm verringert. Die Trommel wurde mit einer Drehzahl von 1,58 min<sup>-1</sup> und einem durchschnittlichen Druck von 0,6 bar absolut gedreht. Dabei ergab sich im Mittel eine Leistung von 660 l/h.

Auch hier wurden wieder 600 l pro Variante in die Gärgebinde vorgeklärt.

### 3.2 Unterstützung der Mostvorklärung durch Schönungsmittel

Bei diesen Versuchsanstellungen wurde der Einfluss verschiedener Mostschönungsmittel auf die Mostqualität untersucht. Der Schwerpunkt wurde auf die Parameter Gesamtphenolreduzierung, die Absenkung des Resttrubgehaltes der Klarphase und das Trubdepot gelegt.

Im folgenden sind die durchgeführten Schönungsansätze beschrieben:

1. Zusatz von auf 30-40 mg/l SO<sub>2</sub> (6 %ige Lösung) (Kontrolle)
2. Zusatz eines Kaseinpräparates (Crospure P<sup>®</sup>) in einer Dosage von 50 g/hl
3. Zusatz eines Gelatine-Kaseinat-Derivates (Optigel<sup>®</sup>) in einer Dosage von 25 ml/hl.
4. Zusatz eines Gelatine-Kaseinat-Derivates (Mostgelatine<sup>®</sup>) in einer Dosage von 100 ml/hl
5. Zusatz von pektolytischen Enzymen (Trenolin DF<sup>®</sup>) in einer Dosage von 5 ml/hl
6. Zusatz von Bentonit (Seporit<sup>®</sup>) in einer Dosage von 150 g/ hl

Schönungsansätze mit Weinausbau. Zum einen erfolgte die Schönung in 150 l Polyethylen-tanks. Nach einer 10-minütigen Homogenisierung wurden 5 l des geschönten Mostes dem Tank entnommen und in mehrere 500 ml Glaszylinder gefüllt. Die Moste in den Tanks wurden dann je nach rd. 18 Stunden Sedimentation vorgeklärt und wie in 3.5.1 beschrieben ausgebaut. An den Mosten in den Standzylindern wurden nach bestimmten Zeitintervallen die Parameter Sedimentationstrub [% vol.] und Resttrub in der Klarphase [% gew.] bestimmt. Der Gesamtphenolgehalt wurde vor und nach den unterschiedlichen Behandlungen ermittelt.

Schönungsansätze ohne Weinausbau. Hier wurden die Schönungsansätze direkt in 500 ml Glaszylindern durchgeführt. In die graduierten Glaszylinder wurde 500 ml homogener Most gefüllt und mit dem Schönungsansatz 10 min. durchmischt. Darauf folgte je nach Versuchsanstellung eine 3 bis 24-stündige Sedimentation und die Analyse auf die obengenannten Untersuchungsparameter.

### 3.3 Weiterverwendung von Süßtrubfiltrat

In einer weiteren Versuchsanstellung ging es um die Weiterverwendung des bei der Süßtrubaufbereitung entstehenden Filtrats. Hier wurden rd. 150 l des nach der Mostvorklärung zurückbleibende Trubes mittels einer Kammerfilterpresse der Firma Schenk unter einem Druck von 8 - 12 bar entsaftet.

Ein Teil des Trubfiltrats wurde anteilmäßig mit der durch Sedimentation geklärten Mostmenge zurückverschnitten. Ein weiterer wurde getrennt ausgebaut, so dass sich die folgenden drei Vergleichsvarianten ergaben:

1. Wein aus vorgeklärtem Most (Sedimentation)
2. Wein aus reinem Trubfiltrat
3. Wein aus dem anteilmäßigen Verschnitt

Der Ausbau erfolgte wie in 3.5.1 beschrieben in Glasballons zu 50 l, 25 l und 10 l.

### 3.4 Mostuntersuchungen

Begleitend zu den Versuchsanstellungen wurden verschiedene Messgrößen bestimmt, die die Vergleichbarkeit der einzelnen Varianten ermöglichen. Die vorgenommenen Untersuchungen wurden spätestens einen Tag nach Probeentnahme im Labor des Fachgebietes Kellerwirtschaft durchgeführt. Ausnahmen waren die Kalium- und Calciumanalyse und der Aminosäuregehalt. Hier wurden die Proben tiefgefroren und zu einem späteren Zeitpunkt vom Labor des Fachgebietes Bodenkunde aufgearbeitet.

Im folgenden sind die einzelnen Messgrößen mit ihrer Bedeutung und des Bestimmungsverfahrens aufgeführt.

#### 3.4.1 Sedimentationstrub [% vol.]

Die Höhe des anfallenden Trubes ist von gravierender Bedeutung für die weitere Verarbeitung. Die Arbeitsspitze wird im Herbst durch die notwendige Traubenverarbeitung weiter erhöht. Zudem ist der aus dem Trub gewonnene Most üblicherweise von minderer Qualität. Der Trubgehalt dient als Indikator für eine mechanische Belastung und spielt in dieser Arbeit eine zentrale Rolle.

Der Sedimentationstrub wurde in 500 ml fassenden Standzylindern mit graduierter Skala nach rund 18 Stunden Standzeit abgelesen. Daraus ergab sich bei einem Trubgehalt von z.B. 40 ml ein Sedimentationstrub von 8 % vol.

#### 3.4.2 Schleudertrub / Resttrub [% gew.]

Die Ermittlung des Schleudertrubgehaltes in Gewichtsprozent gibt den Resttrubgehalt im Most wieder. Er erlaubt gegenüber der Angabe in Volumenprozent eine durchgängige Betrachtungsweise der Traubenverarbeitung. Die Werte erlauben nicht nur eine Aussage über den tatsächlichen Trubgehalt, sondern mit ihrer Hilfe kann auch die Pressausbeute korrigiert werden.

Der Trubgehalt in Gewichtsprozent wurde mittels einer Laborzentrifuge mit einem Trennfaktor von 3700 x g ermittelt. Während der Behandlungsdauer von 10 Minuten wird der Trub soweit entwässert, dass er anschließend durch weitere Separation kein Fruchtwasser mehr abgibt. Der Trub, der unter diesen Bedingungen behandelten Mostmenge von 200 g, setzt sich nach der Separation als festes Sediment im Zentrifugenglas ab. Die Flüssigkeit wird vorsichtig entleert und das Zentrifugenglas ca. 30 Sekunden abtropfen gelassen. Aus der Gewichts Differenz Most und Depot lässt sich dann der Resttrub in Gewichtsprozent errechnen.

Die Sedimentationsleistung ist in dieser Arbeit definiert als das Verhältnis des Resttrubes in der Klarphase zur Sedimentationszeit.

$$\text{Sedimentationsleistung [\% gew./h]} = \frac{\text{Resttrub [\% gew.]}}{\text{Sedimentationszeit [h]}}$$

### 3.4.3 Gesamtphenole

Der Gesamtphenolgehalt stellt neben dem Trub einen wesentlichen Untersuchungsparameter dar. Seine Optimierung kann als eines der wichtigsten Ziele einer qualitätsorientierten Traubenverarbeitung angesehen werden. Rebsorte, Zustand des Lesegutes und dessen Verarbeitungstechnik bestimmen die Höhe des Gesamtphenolgehaltes. Generell verursacht jede mechanische Belastung die Erhöhung der Gehalte. Somit ist der Gesamtphenolgehalt neben dem Trubgehalt als Indikator für mechanische Belastung anzusehen.

Ermittelt wurde der Gesamtphenolgehalt nach der Methode von Folin-Ciocalteu. Hier gehen phenolische Substanzen - Flavonoide wie auch Phenolcarbonsäuren - im alkalischen Milieu mit dem Folin-Ciocalteu-Reagenz eine Blaufärbung ein, die photometrisch bei einer Wellenlänge von 720 nm gemessen wird. Die Extraktion wird über einen Faktor zum Gesamtphenolgehalt umgerechnet. Als Bezugsgröße diente bei unseren Versuchen Catechin.

### 3.4.4 Kalium und Calcium

Eine Zunahme der Kalium- und Calciumgehalte während des Pressens oder erhöhte Gehalte im Vorlauf, können als Hinweis auf eine verstärkte mechanische Beanspruchung gesehen werden. Die Kalium- und Calciumgehalte wurden flammenphotometrisch ermittelt. (vgl. SCHALLER, K., 1988)

### 3.4.5 Weinsäure

Zur besseren Beurteilung der Traubenverarbeitung wurde auch der Weinsäuregehalt nach der Methode Rebelein mittels Photometer in Most und Wein bestimmt. Trübungen bzw. Trubstoffe, die die photometrische Analyse beeinflussen, wurden an Aktivkohle adsorbiert und durch Silbernitrat gefällt und anschließend abfiltriert. Nach Zugabe von Ammoniumvanadat, bildet diese mit der Weinsäure eine orange-gelbe Komplexverbindung, die bei 530 nm photometrisch ausgewertet wird. (vgl. TANNER, H. und R. BRUNNER, 1987)

Da hohe Zuckergehalte die Genauigkeit der angewandten Methode beeinflussen können, sind die gemessenen Werte im Most eventuell mit Fehlern behaftet. Jedoch weisen die Versuchsvarianten gleiche Zuckerkonzentrationen auf, was einen Vergleich der Relativwerte innerhalb der Versuchsanstellung erlaubt.

### 3.4.6 Mostgewicht und Zucker

Die Größen Mostgewicht und Zucker dienen zur Absicherung der Vergleichbarkeit innerhalb der Varianten. Ferner wurde der Gesamtzuckergehalt zur Feststellung des Vergärungsgrades und das Mostgewicht zur Ausbeuteberechnung herangezogen.

Die Zuckerbestimmung wurde nach der Methode Rebelein durchgeführt.

Die ° Oechsle wurden über die Bestimmung der relativen Dichte 20°C/ 20°C mit dem Biegeschwinger errechnet. (SCHMITT, A., 1983)

$$^{\circ} \text{ Oechsle} = [\text{relative Dichte } 20^{\circ} \text{ C} / 20^{\circ} \text{ C} - 1000] \times 1000$$

### **3.4.7 pH-Wert und Gesamtsäure**

Zur besseren Beurteilung der Verfahren wurde der pH-Wert und die Gesamtsäure mit herangezogen. Die Bestimmung erfolgte gemeinsam. Nach der Ermittlung des pH-Wertes mittels einer Elektrode, wird mit Lauge einer bekannten Konzentration eine abgemessene Probenmenge auf dem Neutralpunkt titriert. Aus dem Laugenverbrauch lässt sich die Gesamtsäure berechnen oder an geeichten Büretten als g/l direkt ablesen. (SCHMITT, A., 1983)

### **3.4.8 Sauerstoffgehalt der Moste**

Um den Sauerstoffgehalt und deren Entwicklung in den Mosten vergleichen zu können, wurde er mit einem Messgerät der Firma ELBAGU ermittelt. Die Messelektrode wird solange in den Most getaucht, bis sich der Wert auf der Anzeige stabilisiert hat. Der Sauerstoffgehalt wird dann in mg/l Most abgelesen.

### **3.4.9 Aminosäuregehalt**

Der Gehalt an Aminosäuren unterliegt aufgrund verschiedener Einflussgrößen sehr starken Schwankungen. Neben weinbaulichen Einflussfaktoren wird auch eine zu scharfe Mostvorklärung sehr oft als mögliche Ursache für Gärprobleme angeführt, da Aminosäuren für die Hefeernährung von Bedeutung sind.

Um diesen Einfluss der Mostvorklärung zu untersuchen und mögliche Gärstörungen erklären zu können, wurden die Aminosäuren mittels HPLC (vgl. PRIOR, B., 1997) untersucht.

## **3.5 Weinuntersuchungen und Weinausbau**

### **3.5.1 Weinausbau**

Die gewonnenen Moste aus den unterschiedlichen Vorklärmaßnahmen wurden im Versuchsausbau des Fachgebietes Kellerwirtschaft unter standardisierten Bedingungen zu Wein ausgebaut (vgl. Abb. 15). Ziel hierbei war ein sensorischer und analytischer Vergleich der Weine.

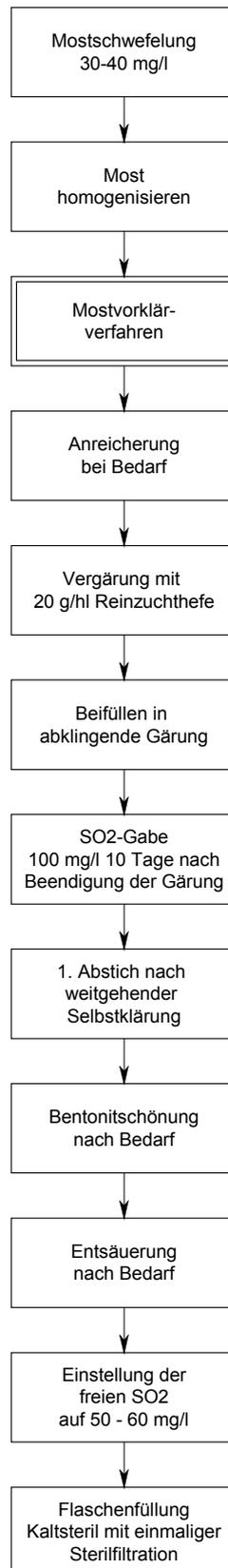


Abb. 15: Versuchsausbau im Fachgebiet Kellerwirtschaft

### 3.5.2 Bentonitbedarf

Zur Feststellung, in wieweit das Mostvorklärverfahren den Bentonitbedarf der Weine beeinflusst, wurde dieser mit dem Bentotest nach Dr. Jakob ermittelt.

Vor den eigentlichen Schönungsansätzen wurde ein Vortest durchgeführt, um den Bedarf an Bentonit grob abschätzen zu können. Diesem Vortest folgten dann die Schönungsansätze in Abstufungen von 25 g/hl. Nach Filtration und Zugabe der Bentotest-Reagenz wurde dann der Schönungsbedarf festgestellt. (JAKOB, L., 1962)

### 3.5.3 Filtrierbarkeit der Weine

Zur Beantwortung der Frage, ob sich ein Zusammenhang zwischen der Mostvorklärung und der späteren Filtrierbarkeit der Weine ergibt, wurde diese mit einem standardisierten Verfahren ermittelt.

Hierbei wurden jeweils 200 ml Wein mit konstantem Druck von 2 bar über ein Membranfilter mit einer Filterfläche von 20,3 cm<sup>2</sup> filtriert. Die maximale Filtrationsdauer wurde auf 300 s festgelegt.

Die Filtrationsdauer in Sekunden bzw. Minuten stellt ein Maß für die Filtrierbarkeit der Weine dar. Um Differenzen in der Filtrationsdauer zu erhalten, wurde für jede Versuchsserie die Porenweite - zwischen 0,6 µm und 8,0 µm - solange variiert, bis eine aussagefähige Streuung in den Werten vorlag.

### 3.5.4 Weinanalyse

Zur Bewertung der unterschiedlichen Mostvorklärverfahren wurde von den ausgebauten Weinen eine „Handelsanalyse“ erstellt.

Die des Weinsäuregehaltes, des Zuckers, des pH-Wertes und der Gesamtsäure erfolgte wie bei Most. Abweichend zur Gesamtphenolbestimmung bei Mosten wurde bei den Weinen die schweflige Säure vor der Bestimmung mit H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> oxidiert, so dass sie bei der Bestimmung keinen höheren Gesamtphenolgehalt vortäuschen konnte.

Zur Bestimmung der freien und gesamten schwefligen Säure wurden jeweils die jodometrische Titration nach Rebelein angewandt (SCHMITT, A., 1983).

Der Alkohol- und Extraktgehalt wurde mit Hilfe von Biegeschwinger und Eintauchrefraktometer ermittelt. Die Gehalte wurden anhand der relativen Dichte (20° C/ 20° C) des Weines und der Refraktionszahl (Brezahl) im PC nach folgenden Formeln berechnet:

$$\text{vorh. Alkohol [g/l]} = 2557,19 - (258,57 \times \text{rel. Dichte } 20^\circ\text{C} / 20^\circ\text{C}) + (2,6186 \times \text{Refraktionszahl})$$

$$\text{Gesamtalkohol [g/l]} = \text{vorh. Alkohol} + ((\text{Zucker vor Inversion} - 1) \times 0,465)$$

$$\text{Gesamtextrakt [g/l]} = -1587,41 + (1581,04 \times \text{rel. Dichte } 20^\circ\text{C} / 20^\circ\text{C}) + 1 \times \text{Refraktionszahl}$$

$$\text{zuckerfreier Extrakt [g/l]} = \text{Gesamtextrakt} - \text{Zucker vor Inversion}$$

### **3.5.5 Sensorik**

Zur abschließenden Bewertung der unterschiedlichen Mostvorklärverfahren gehörte auch die sensorische Analyse der Weine.

Im Rahmen des Themenkomplexes „Vergleich von Vorklärmaßnahmen bei Most“ fanden verschiedene Verkostungen der Weine in Geisenheim statt. Teilnehmer waren hauptsächlich Winzer, Winzermeister, Kellermeister technische Betriebsleiter und Studenten der Fachhochschule Wiesbaden, Fachbereich Weinbau und Getränketechnologie in Geisenheim.

Auf dem Programm standen vorwiegend Dreieckstests, Rangordnungsprüfungen und Bewertung nach dem DLG-5-Punkte-Schema.

## 4 Ergebnisse und Diskussion

Im folgenden werden unsere Ergebnisse der verschiedenen Fragestellungen vorgestellt. Aufgrund der Vielzahl der Untersuchungen werden nur einige wenige Versuchsanstellungen aufgeführt. Diese Beispiele wurden bewusst ausgewählt, so dass sie die ganze Varianz aufzeigen und eine Pauschalisierung hinsichtlich eines bestimmten Mostvorklärverfahrens vorbeugen. Dadurch bedingt wurden die theoretischen Denkansätze nicht immer bestätigt, was wiederum auf die Komplexität der Fragestellung „Mostvorklärung“ und die Notwendigkeit einer individuellen Betrachtungsweise mit Blick auf die betriebliche Arbeitsweise hinweist.

### 4.1 Alternative Vorklärverfahren

#### 4.1.1 Versuchsweine

Die aus der genannten Versuchsanstellung gewonnenen Ergebnisse werden an drei Versuchsweinen exemplarisch erörtert. Die Tabellen 11, 12 und 13 zeigen die analytischen Untersuchungsergebnisse der drei Versuchsweine im Überblick.

Tab. 11: Analysenwerte eines 1997er Geisenheimer Mäuerchen, Riesling I; Lesedatum 20.10.1997

	Sedimentation	Flotation	Drehfiltration	Separation
Mostuntersuchungen				
Mostgewicht [°Oe]	79			
pH-Wert	3,1			
Gesamtsäure [g/l]	10,3			
Weinsäure [g/l]	7,06			
Ausgangstrub [% gew.]	3,29			
Sed. Trub [% vol.]	17,0	21,7	-	-
Resttrub [% gew.]	0,74	0,83	0,10	1,18
Gesamtphenole [mg/l]	301	294	345	349
Weinuntersuchungen				
vorh. Alkohol [g/l]	84,34	84,11	80,48	83,31
Gesamtextrakt [g/l]	20,31	20,21	20,88	20,43
Zuckerfr. Extrakt [g/l]	20,31	20,21	20,88	20,43
verg. Zucker [g/l]	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesamtsäure [g/l]	7,90	7,90	8,00	7,90
Weinsäure [g/l]	3,38	3,37	3,41	3,48
pH-Wert	3,20	3,20	3,20	3,15
freie SO <sub>2</sub> [mg/l]	68	61	63	62
ges. SO <sub>2</sub> [mg/l]	116	108	113	109
Gesamtphenole [mg/l]	198	153	194	197
Filterindex [s/ml]	44/200	28/200	34/200	26/200

Tab. 12: Analysenwerte eines 1997er Geisenheimer Mäuerchen, Riesling II; Lesedatum 22.10.1997

	Sedimentation	Flotation	Drehfiltration	Separation
Mostuntersuchungen				
Mostgewicht [°Oe]	88			
pH-Wert	3,1			
Gesamtsäure [g/l]	10,1			
Weinsäure [g/l]	6,84			
Ausgangstrub [% gew.]	1,49			
Sed. trub [% vol.]	8	20	-	-
Resttrub [% gew.]	0,60	0,26	0,10	1,40
Gesamtphenole [mg/l]	290	309	321	280
Weinuntersuchungen				
vorh. Alkohol [g/l]	94,76	97,76	91,45	95,07
Gesamtextrakt [g/l]	19,92	19,92	25,85	19,51
zuckerfr. Extrakt [g/l]	19,77	19,72	20,60	19,46
Verg. Zucker [g/l]	0,15	0,20	5,25	0,05
Gesamtsäure [g/l]	8,55	8,40	9,05	8,55
Weinsäure [g/l]	3,47	3,45	3,55	3,35
pH-Wert	3,20	3,20	3,20	3,20
freie SO <sub>2</sub> [mg/l]	59	44	48	48
ges. SO <sub>2</sub> [mg/l]	123	97	114	114
Gesamtphenole [mg/l]	172	173	183	162
Filterindex [s/ml]	34/200	25/200	32/200	22/200

Tab. 13: Analysenwerte eines 1998er Rüdesheimer Klosterberg, Müller-Thurgau; Lesedatum 15.10.1998

	Sedimentation	Flotation	Drehfiltration	Separation
Mostuntersuchungen				
Mostgewicht [°Oe]	84			
Zucker [g/l]	204			
pH-Wert	3,4			
Gesamtsäure [g/l]	6,48			
Weinsäure [g/l]	3,88			
Fäulnisanteil [%]	51,2			
Ausgangstrub [% gew.]	1,60			
Sed. trub [% vol.]	20,83	6,16	-	-
Resttrub [% gew.]	0,05	0,34	0,05	0,40
Gesamtphenole [mg/l]	683	629	617	675
Weinuntersuchungen				
Gesamtalkohol [g/l]	92,01	92,06	91,31	91,37
vorh. Alkohol [g/l]	91,73	91,73	90,94	90,96
Gesamtextrakt [g/l]	22,85	22,85	22,30	23,33
zuckerfr. Extrakt [g/l]	22,25	22,15	21,50	22,42
Restextrakt [g/l]	9,09	9,18	8,72	9,32
verg. Zucker [g/l]	0,6	0,7	0,8	0,9
Gesamtsäure [g/l]	6,53	6,33	6,21	6,50
Weinsäure [g/l]	2,00	2,16	2,22	1,98
pH-Wert	3,35	3,30	3,34	3,33
freie SO <sub>2</sub> [mg/l]	29	29	35	29
ges. SO <sub>2</sub> [mg/l]	119	120	120	111
Gesamtphenole [mg/l]	384	269	323	337
rel. Dichte 20/20	0,99350	0,99350	0,99340	0,99380
Refraktionszahl	39,50	39,50	39,10	39,50
Bentonitbedarf [g/hl]	200	200	200	200
Filterindex [s/ml]	300/110	131/200	300/156	21/200

#### 4.1.2 Resttrubgehalt

Ziel einer Mostvorklärung ist wie in 2.2.1 beschrieben, die Trubstoffe schnellstmöglich aus dem Most zu entfernen. In 2.2.2 wurden die Zielgröße von 0,8 % gew. besser noch von 0,6 % gew. definiert, so dass sich die folgenden Resttrubgehalte der verschiedenen Vorklärverfahren an dieser orientieren müssen.

In Abb. 16 sind die Vorklärvarianten der drei in 4.1.1 beschriebenen Versuchsweine dargestellt.

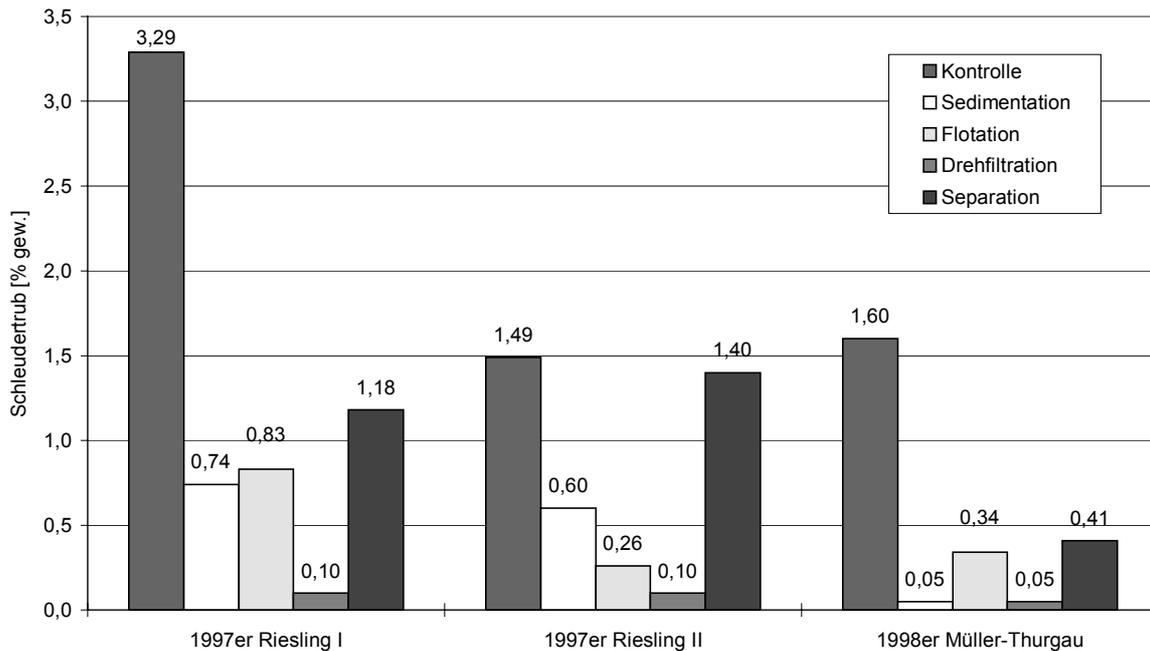


Abb. 16: Resttrubgehalte im Most der drei Versuchsvarianten in % gew.

Wird der 1997er Riesling I betrachtet, so zeigt sich als Ausgangswert ein hoher Resttrub von 3,29 %gew. Mit Hilfe der Sedimentation über 18 h und der Flotation lassen sich 0,8 % gew. erreichen. Der Drehfilter reduziert den Resttrub auf 0,10 % gew. Dagegen kommt der Separator mit einer Leistung von 1500 l/h auf einen Resttrub von 1,18 %gew. und erreicht die Zielgröße nicht.

Beim 1997er Riesling II mit einem Ausgangstrubgehalt von 1,49 % gew. kommt es bei den Varianten Sedimentation (0,60 % gew.), Flotation (0,26 % gew.) und Drehfiltration (0,10 % gew.) zu einer guten bis sehr guten Minderung des Trubgehaltes. Auch hier zeigt die Separation mit der vorgegebenen Leistungseinstellung keine ausreichende Klärwirkung.

Der 1998er Müller-Thurgau hatte einen Ausgangstrubgehalt von 1,60 % gew. Hier konnte in allen vier Fällen eine sehr gute Vorklärung erzielt werden. Die Sedimentation und Drehfiltration mit ihren 0,05 % gew. brachten einen klaren Most hervor. Auch die Flotation und Separation konnten die Zielgröße 0,6 % gew. unterschreiten.

#### 4.1.3 Sedimentationstrub und Flotatschlamm

Die Sedimentationstrub- bzw. Flotatschlammgehalte der Varianten Sedimentation und Flotation sind ursächlich Lesegut abhängig und werden vorwiegend ihrer Höhe von der von der Traubenverarbeitung bestimmt. Da diese Größe auch nicht für alle vier Vorklärverfahren messbar ist, gibt sie lediglich Auskunft über die zu verarbeitende Trubmenge.

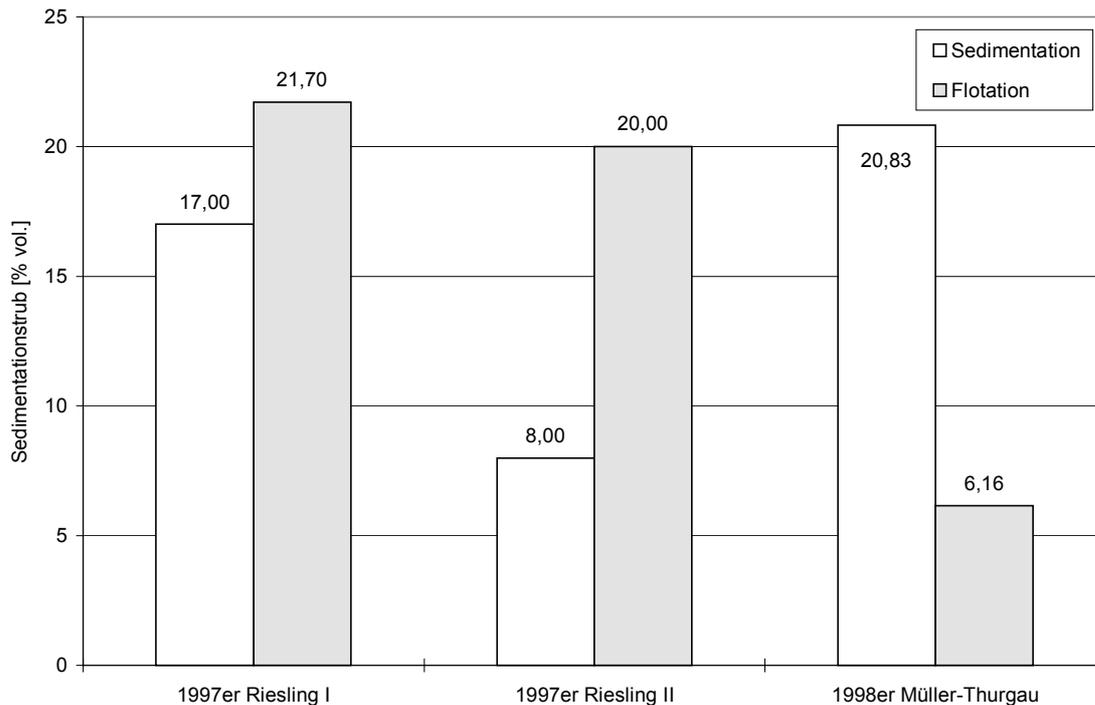


Abb. 17: Trubgehalte im Most der drei Versuchsanstellungen in % vol.

In Abb. 17 sind die Sedimentationstrub- bzw. Flotatschlammgehalte der Varianten Sedimentation und Flotation der drei beschriebenen Versuchsvarianten dargestellt. Art und Anzahl der Trubpartikel sowie die Dichtedifferenz zwischen der Trägerflüssigkeit und den Trubstoffen bestimmen den jeweiligen Trubgehalt. Aus diesem Grund kann keine generelle Aussage getroffen werden, mit welchem Verfahren die niedrigsten Gehalte erreicht werden (vgl. 2.1.4).

#### 4.1.4 Gesamtphenolgehalte im Most

Der Gesamtphenolgehalt der Moste ist ein Maß für die mechanische Belastung des Traubengutes. Neben der Traubenverarbeitung wird die Höhe u.a. von der Rebsorte, dem Jahrgang und dem Mostvorklärverfahren beeinflusst.

In Abb. 18 sind die Gesamtphenolgehalte der verschiedenen Versuchsvarianten dargestellt.

Beim 1997er Riesling I zeigen die Varianten Sedimentation (301 mg/l) und Flotation (294 mg/l) geringere Gehalte als die beiden Varianten Drehfiltration (345 mg/l) und Separation (349 mg/l).

Der 1997er Riesling II weist in der Variante Separation mit 280 mg/l die geringsten Gehalte auf, dicht gefolgt von der Sedimentation mit 290 mg/l und der Flotation (309 mg/l). Die Drehfiltration hat mit 321 mg/l die höchsten Gehalte.

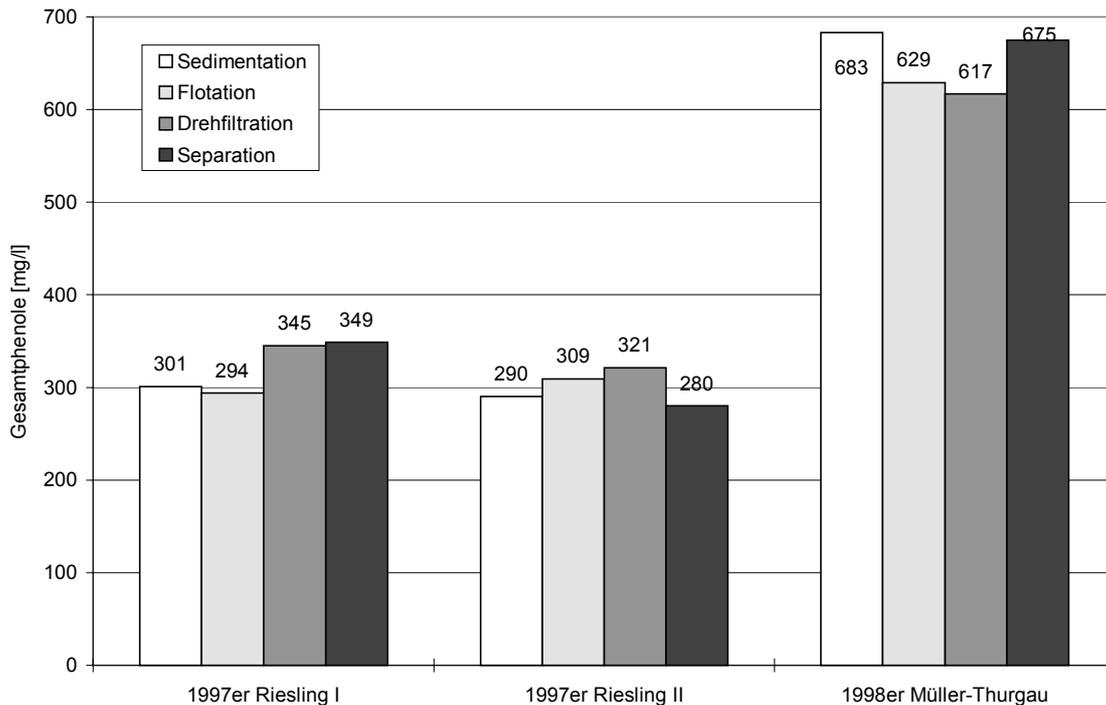


Abb. 18: Gesamtphenolgehalte in Most der drei Versuchsanstellungen in mg/l

Der 1998er Müller-Thurgau zeigt einen ungewöhnlich hohen Gesamtphenolgehalt (geringer Ertrag, relativ hoher Beerenhautanteil, Trockenstress), welcher durch die verschiedenen Vorklärverfahren unterschiedlich reduziert wurde. So zeigen die beiden Varianten Flotation (629 mg/l) und Drehfilter (617 mg/l) mit einem direkten Luftkontakt eine stärkere Minderung auf als die Varianten Sedimentation (683 mg/l) und Separation (675 mg/l), wobei die Reduzierung bei der Flotation am stärksten ausgeprägt war.

#### 4.1.5 Gesamtphenolgehalte im Wein

Bei den Gesamtphenolgehalten im Wein zeigt sich ein ähnliches Bild wie bei den in 4.1.3 beschriebenen Werten; lediglich auf einem niedrigeren Niveau.

So hat sich beim 1997er Riesling I der Gesamtphenolgehalt der Variante Flotation mit 153 mg/l am stärksten reduziert. Die drei anderen liegen mit 194 mg/l (Flotation), 197 mg/l (Separation) und 198 mg/l Sedimentation) sehr dicht beieinander.

Der 1997er Riesling II zeigt die gleiche Rangfolge wie beim Most; Separation (162 mg/l) vor Sedimentation (172 mg/l) und Flotation (173 mg/l) gefolgt von der Drehfiltration (183 mg/l).

Beim 1998er Müller-Thurgau weisen wiederum die beiden Varianten mit direktem Luftkontakt die geringeren Gesamtphenolgehalte auf. Ein Unterschied liegt nur darin, dass die Flotationsvariante mit 269 mg/l den Gehalt mehr gemindert hat als die Variante Drehfiltration (323 mg/l). Die Sedimentation hat mit 384 mg/l die höchsten Gesamtphenolwerte.

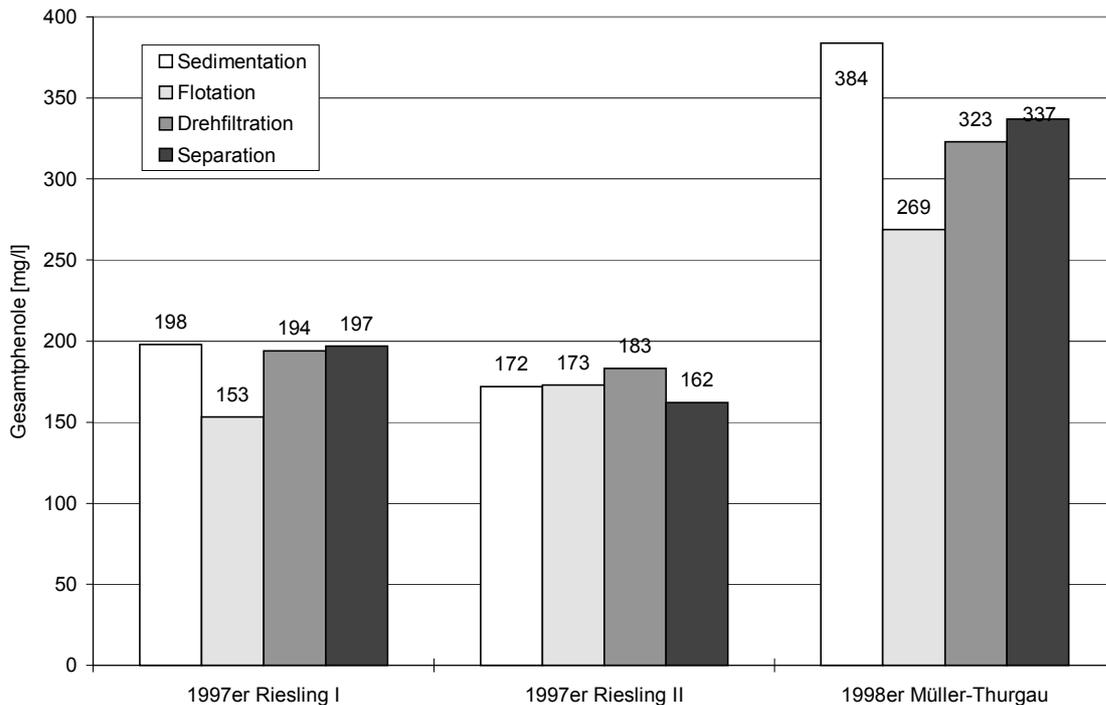


Abb. 19: Gesamtphenolgehalte im Wein der drei Versuchsanstellungen in mg/l

In Tab. 14 ist die Gesamtphenolreduzierung der einzelnen Varianten von ihrem Ausgangsgehalt (Kontrolle) im Zeitraum des Weinausbaus dargestellt. Zu beachten ist, dass neben dem Mostvorklärverfahren auch der Prozess der Gärung einen Einfluss auf den Gesamtphenolgehalt ausübt.

Tab. 14: Gesamtphenolreduzierung während des Weinausbaus in mg/l

Versuchswein	Variante	Gesamtphenolgehalt [mg/l]		
		Most	Wein	Reduzierung
1997er Riesling I	Kontrolle	386	-	-
	Sedimentation	301	198	188
	Flotation	294	153	233
	Drehfiltration	345	194	192
	Separation	349	197	189
1997er Riesling II	Kontrolle	348	-	-
	Sedimentation	290	172	176
	Flotation	309	173	175
	Drehfiltration	321	183	165
	Separation	280	162	186
1998er Müller-Thurgau	Kontrolle	678	-	-
	Sedimentation	683	384	294
	Flotation	629	269	409
	Drehfiltration	617	323	355
	Separation	675	337	341

#### 4.1.6 Filterindex

In Abb. 20 zeigt die Filtrierbarkeit der verschiedenen Mostklärverfahren nach den Versuchsweinen gegliedert.

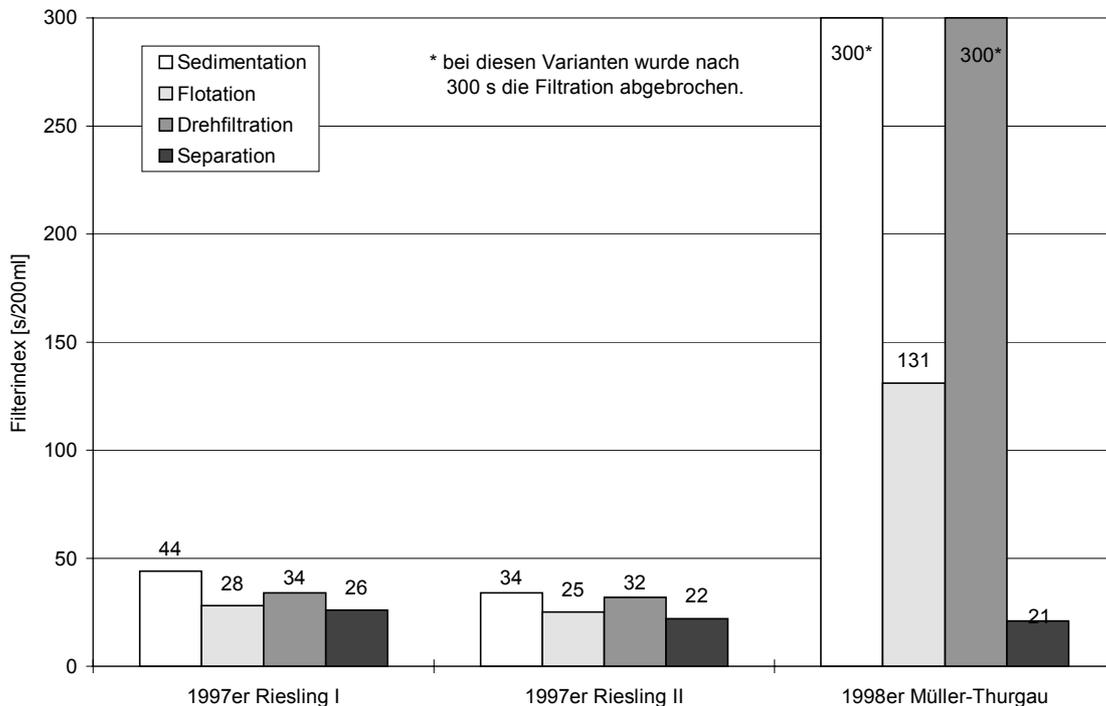


Abb. 20: Filterindex der drei Versuchsanstellungen [s/200ml]

Bei dem 1997er Riesling I lässt sich die Variante Sedimentation mit einem Filterindex von 44 s/200ml am schlechtesten filtrieren. Die Sedimentation wird von der Drehfiltration gefolgt, die mit 34 s/200 ml um eine Differenz von 6 Sekunden langsamer ist als die Flotation. Die beste Filtrierbarkeit weist die Variante Separation mit 26 s/200 ml auf.

Diese Reihenfolge wird vom 1997er Riesling II bestätigt. Separation (22 s/200 ml) vor Flotation (25 s/200 ml), Drehfiltration (32 s/200ml) und Sedimentation (34 s/200 ml).

Der 1998er Müller-Thurgau weist generell einen höheren Filterindex auf, was auf den hohen Botrytisanteil von rd. 51 % zurückzuführen ist. Die Filtrierbarkeit war so schlecht, dass die Varianten Sedimentation und Drehfiltration bei Ermittlung des Filterindices nach 300 s abgebrochen wurden. Aber auch hier zeigt sich die oben beschriebene Tendenz der Reihenfolge Separation (21 s/200 ml) vor Flotation (131 s/200 ml), Separation (300 s/156 ml) und Sedimentation (300 s/110 ml).

#### 4.1.7 Gärverlauf

Inwieweit die verschiedenen Mostklärverfahren den Gärverlauf beeinflussen, ist in Abbildung 21, 22 und 23 für die drei vorgestellten Versuchsweine dargestellt.

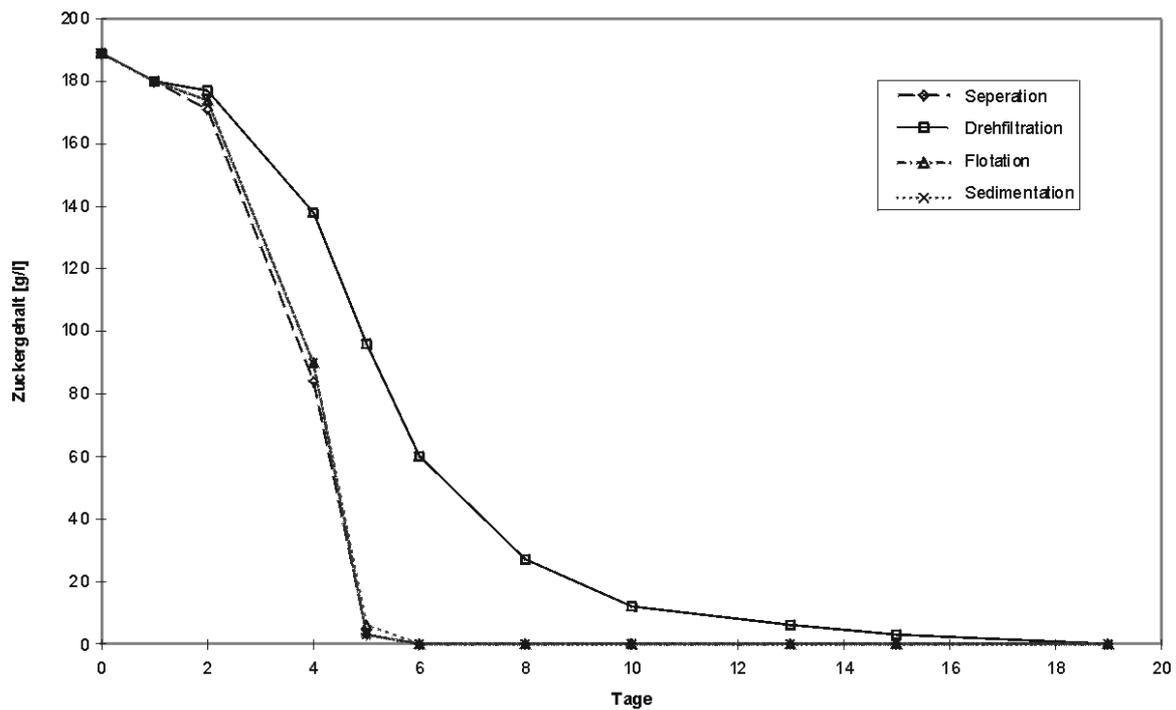


Abb. 21: Gärverlauf des 1997er Geisenheimer Mäuerchen Riesling I

Abb. 21 zeigt den Gärverlauf des 1997er Geisenheimer Mäuerchen Riesling I. Es wird deutlich, dass die Gärung bei allen vier Varianten sehr zügig verlief. Bei der Sedimentation, der Flotation und der Separation war die Gärung bereits nach 5 Tagen abgeschlossen, die Drehfiltration benötigte 19 Tage, gäerte aber wie die anderen drei Varianten völlig durch.

In Abb. 22 ist der Gärverlauf des 1997er Geisenheimer Rieslings II dargestellt, Hier verlief die Gärung allgemein etwas langsamer, was unter Umständen auf den niedrigen Resttrubgehalt aller Varianten zurückzuführen ist, wobei hier der hohe Resttrubgehalt des Separators widerspricht. Aber auch hier verlief die Gärung des drehfiltrierten Mostes langsamer und wurde durch Abstich und Schwefelung bei einem Zuckergehalt von 5,25 g/l unterbrochen.

Der Gärverlauf des 1998er Rudesheimer Klosterberg Müller-Thurgau ist in Abb. 23 aufgezeichnet. Hier kann generell von einem zügigen Gärverlauf gesprochen werden. Bei den Varianten Drehfiltration, Flotation und Sedimentation war die Gärung nach 8 Tagen abgeschlossen. Der separierte Most gäerte zwar langsamer, seine Gärdauer kann mit 11 Tagen aber auch als zügig bezeichnet werden.

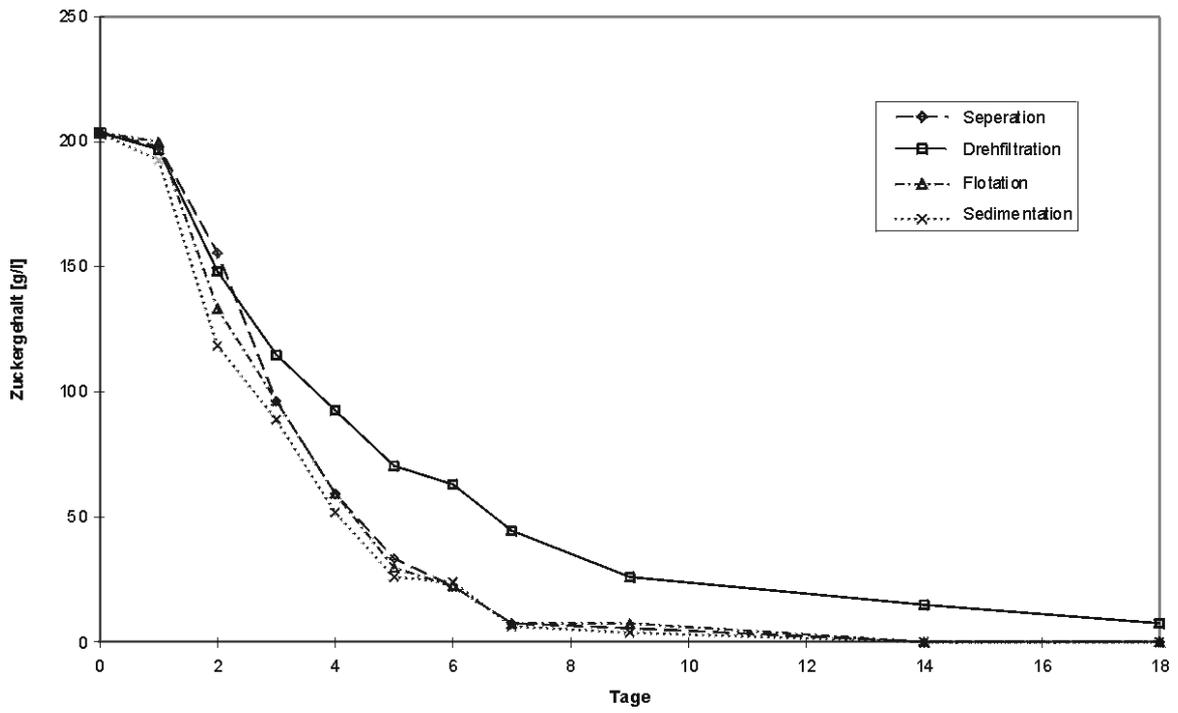


Abb. 22: Gärverlauf des 1997er Geisenheimer Mauerchen Rieslings II

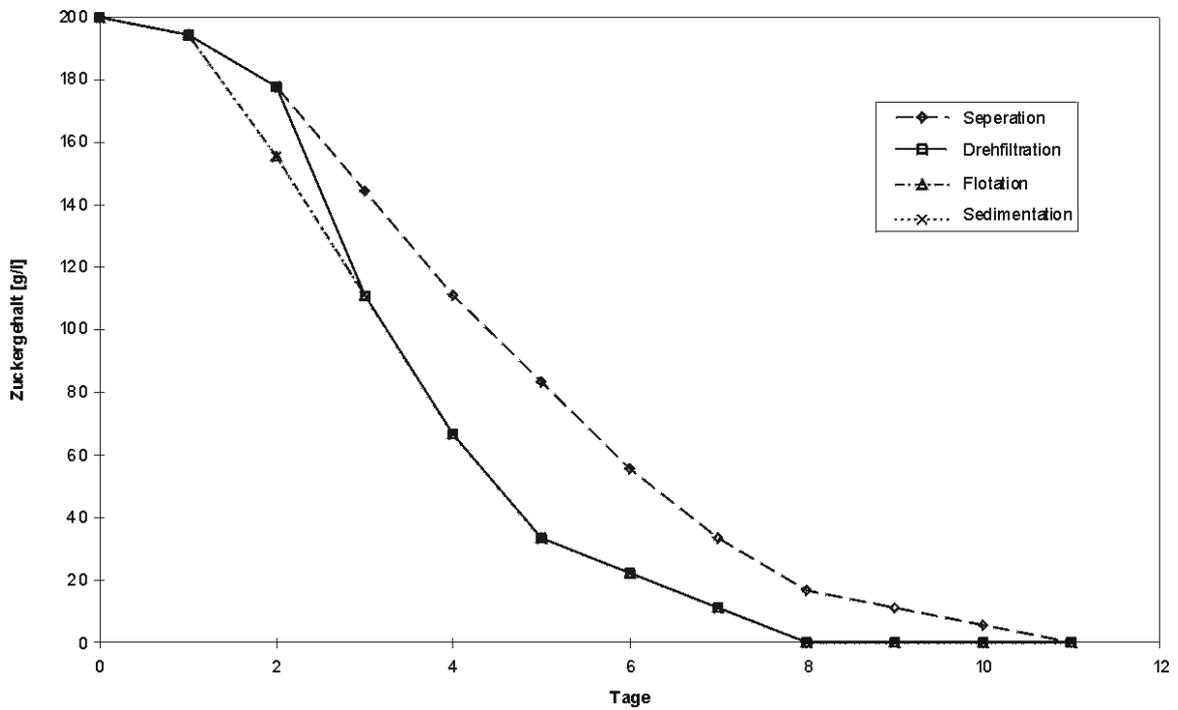


Abb. 23: Gärverlauf des 1998er Rudesheimer Klosterberg Müller-Thurgau

#### 4.1.8 Sensorik

Die im folgenden aufgeführten Verkostungsergebnisse der drei Versuchsanstellungen wurden mittels Rangordnungsprüfung ermittelt. Ein gesicherter Unterschied zwischen den Varianten ist statistisch nur dann gegeben, wenn die Differenz zwischen den Rangziffern  $\geq 1$  beträgt.

Tab. 15: Rangordnungsprüfung des 1997er Geisenheimer Mäuerchen, Riesling I  
Probetermin: 16.4. 1998; n = 19

	<b>Sedimentation</b>	<b>Flotation</b>	<b>Drehfiltration</b>	<b>Separation</b>
Platzziffer	2,84	2,26	2,42	2,47
Rangziffer	3,45	2,68	2,89	2,96

Die Rangordnungsprüfung des 1997er Riesling I (vgl. Tab. 15) ergab zwischen keiner der vier Versuchweine einen signifikant gesicherten Unterschied. Keiner der Weine aus den vier alternativen Mostvorklärverfahren wurden somit von den teilnehmenden Prüfern sensorisch bevorzugt.

Tab. 16: Rangordnungsprüfung des 1997er Geisenheimer Mäuerchen, Riesling II  
Probetermin: 16.4.1998; n = 19

	<b>Sedimentation</b>	<b>Flotation</b>	<b>Drehfiltration</b>	<b>Separation</b>
Platzziffer	2,53	2,84	1,74	2,95
Rangziffer	3,04	3,45	1,99	3,60

Die Verkostung beim 1997er Riesling II (vgl. Tab. 16) ergab eine Bevorzugung der Drehfiltervariante gegenüber den drei anderen Varianten. Da dieser sich mit einem Zuckerrest von 5,25 g/l deutlich von den drei anderen Weinen abhebt, kann das Verkostungsergebnis von diesem beeinflusst worden sein.

Tab. 17: Rangordnungsprüfung des 1998er Rudesheimer Klosterberg, Müller-Thurgau  
Probetermin: 18.3.1999; n = 40

	<b>Sedimentation</b>	<b>Flotation</b>	<b>Drehfiltration</b>	<b>Separation</b>
Platzziffer	3,10	2,60	1,60	3,70
Rangziffer	3,81	3,12	1,80	4,61

Beim 1998er Müller-Thurgau wurde der Wein aus der Drehfiltration signifikant besser beurteilt als die drei anderen Weine. Die Flotationsvariante kann signifikant besser als der Wein aus der Separation bezeichnet werden, jedoch unterscheidet sie sich nicht von der Sedimentation. Auch wurden die beiden Varianten Sedimentation und Separation von den Prüfern nicht signifikant bevorzugt.

#### **4.1.10 Anmerkungen**

Die Maischeverarbeitung im Fachgebiet für Kellerwirtschaft kann als recht schonend eingestuft werden, so dass bei den relativ niedrigen Trub- und Gesamtphenolwerten keine Bevorzugung eines bestimmten Vorklärverfahrens herausgearbeitet werden konnte.

Doch lässt sich generell aus den umfangreichen Untersuchungen ableiten, dass es wichtiger ist, den Trubgehalt vor der Vergärung auf ein bestimmtes Maß abzusenken als ein Vorklärverfahren zu präferieren. Das gewählte Vorklärverfahren sollte jedoch auf die vorausgehende Traubenverarbeitung abgestimmt sein.

Die Sedimentation erbrachte bei der gewählten Standzeit von 18 Stunden immer einen ausreichenden Vorkläreffekt mit geringster Phenolreduzierung. Der Klärgrad bei der Separation hängt sehr stark von der eingestellten Durchsatzleistung in l/h ab, bei ähnlicher Phenolreduzierung wie bei der Sedimentation. Der Drehfilter lieferte insgesamt den besten Vorkläreffekt, wobei der Endvergärungsgrad nicht in jedem Falle erreicht wurde. Die Phenolreduzierung lag zwischen der Sedimentation bzw. Separation und der Flotation. In allen Fällen brachte die Flotation einen guten Vorkläreffekt. Je nach Jahrgang und Zustand des Lesegutes sowie die Art der Traubenverarbeitung wurden ähnliche Flotatschlammengen wie Süßtrubvolumen bei der Sedimentation gemessen. Hinsichtlich der forcierten Mostoxidation konnte auch hier die stärkste Phenolreduzierung festgestellt werden. Bei dieser Phenolreduzierung ist jedoch zu beachten, dass phenolische Substanzen das Geruchs- und Geschmacksbild eines Weines mitprägen und nicht so tief abgesenkt werden dürfen (vgl. RITTER, G., H. DIETRICH und J. SECKLER, 1996B, S. 326-335)

## **4.2 Vergleich verschiedener Flotationsgase**

Bei dieser Versuchsanstellung wurde neben atmosphärischer Luft Sauerstoff und Stickstoff als Flotationsgas verwendet, um deren Wirkung auf die Gesamtphenole und somit auf die Weinqualität zu untersuchen.

### **4.2.1 Versuchsweine**

In den Tabellen 18 und 19 sind die analytischen Untersuchungsergebnisse der zwei verwendeten Versuchsweine im Überblick aufgelistet:

Tab. 18: Analysenwerte eines 1997er Rüdesheimer Magdalenenkreuz, Müller-Thurgau;  
Lesedatum 7.10.1997

	Sedimentation	Flotation mit N <sub>2</sub>	Flotation mit O <sub>2</sub>	Flotation mit Luft
Mostuntersuchungen				
Mostgewicht [°Oe]	82			
pH-Wert	3,3			
Gesamtsäure [g/l]	6,20			
Weinsäure [g/l]	5,75			
Ausgangstrub [% gew.]	1,90			
Sed. trub [% vol.]	9,0	12,6	3,0	4,0
Resttrub [% gew.]	0,57	0,77	0,72	0,70
Gesamtphenole [mg/l]	424	423	371	354
Weinuntersuchungen				
vorh. Alkohol [g/l]	93,20	93,44	92,96	88,64
Gesamtextrakt [g/l]	18,05	18,15	18,72	17,12
zuckerfr. Extrakt [g/l]	18,05	18,15	18,72	17,12
verg. Zucker [g/l]	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesamtsäure [g/l]	6,70	6,70	6,60	6,30
Weinsäure [g/l]	2,92	2,87	2,89	2,78
pH-Wert	3,20	3,20	3,20	3,20
freie SO <sub>2</sub> [mg/l]	48	56	51	58
ges. SO <sub>2</sub> [mg/l]	128	138	136	133
Gesamtphenole [mg/l]	220	192	180	153

Tab. 19: Analysenwerte eines 1997er Rüdesheimer Magdalenenkreuz, Riesling;  
Lesedatum 16.10.1997

	Sedimentation	Flotation mit N <sub>2</sub>	Flotation mit O <sub>2</sub>	Flotation mit Luft
Mostuntersuchungen				
Mostgewicht [°Oe]	80			
pH-Wert	3,0			
Gesamtsäure [g/l]	9,80			
Weinsäure [g/l]	7,09			
Ausgangstrub [% gew.]	2,89			
Sed. trub [% vol.]	14,0	11,0	6,0	9,0
Resttrub [% gew.]	0,36	0,36	0,47	0,48
Gesamtphenole [mg/l]	341	338	314	325
Weinuntersuchungen				
vorh. Alkohol [g/l]	86,64	85,84	86,32	86,08
Gesamtextrakt [g/l]	21,49	21,19	20,87	21,03
zuckerfr. Extrakt [g/l]	20,99	20,94	20,87	21,03
verg. Zucker [g/l]	0,50	0,25	0,00	0,00
Gesamtsäure [g/l]	8,10	8,00	7,95	8,05
Weinsäure [g/l]	3,41	3,47	3,44	3,49
pH-Wert	3,20	3,20	3,20	3,20
freie SO <sub>2</sub> [mg/l]	60	54	64	63
ges. SO <sub>2</sub> [mg/l]	124	105	113	125
Gesamtphenole [mg/l]	213	200	137	170

#### 4.2.2 Resttrubgehalte

Wird auch bei dieser Versuchsanstellung die Zielgröße von 0,8 %gew. als Maß herangezogen, so kann bei allen Varianten von einer ausreichenden Vorklärung gesprochen werden.

Werden die Flotationsvarianten in Abbildung 24 verglichen, so zeigen sich beim 1997er Müller-Thurgau nur geringfügige Unterschiede. Die Flotation mit N<sub>2</sub> mit 0,77 %gew. ist nur unwesentlich höher als die Varianten Flotation mit O<sub>2</sub> (0,72 %gew.) und Flotation mit Luft (0,70 %gew.).

Diese unbedeutenden Differenzen spiegeln sich auch bei dem 1997er Riesling wider, wo die Stickstoffvariante mit 0,36 % gew. etwas günstiger abschneidet als die Sauerstoff- (0,47 % gew.) und Luftvariante (0,48 % gew.).

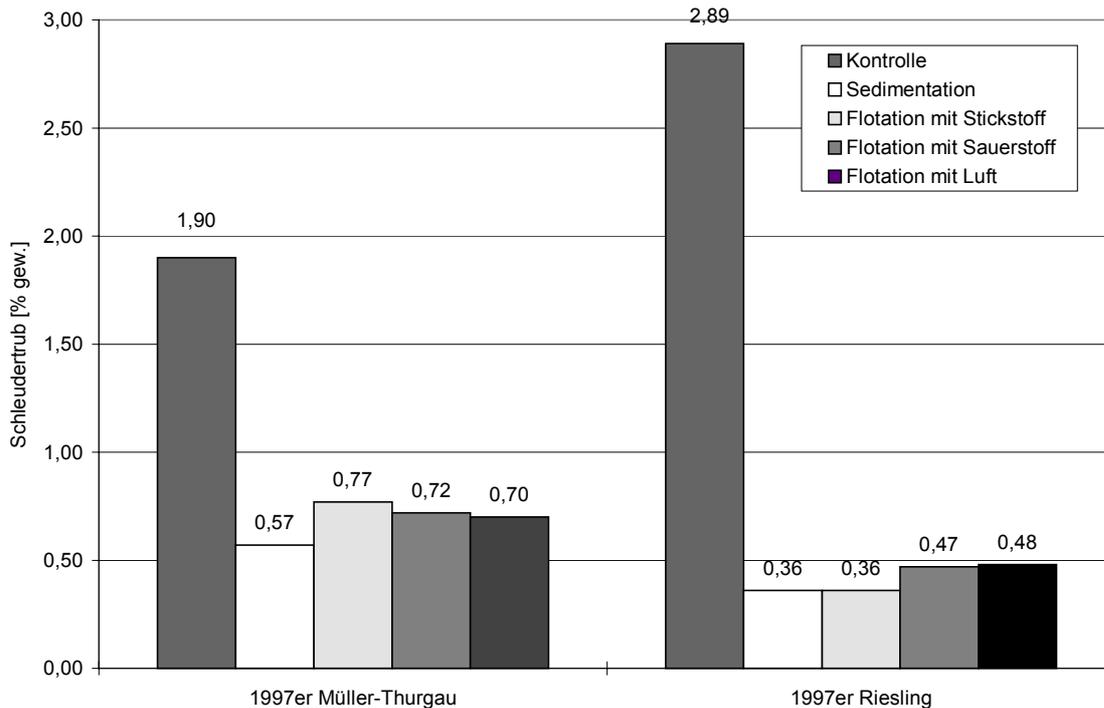


Abb. 24: Resttrubgehalte in Most der Versuchsanstellungen in % gew.

#### 4.2.3 Sedimentationstrub und Flotatschlamm

Im Vergleich zu den Resttrubgehalten spiegelt sich bei dem Sedimentationstrub- bzw. dem Flotatschlammvolumen größere Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten wider.

So zeigt beim 1997er Müller-Thurgau die Variante Stickstoff mit 12,6 [%vol] eine um das drei- bzw. vierfache höhere Trubmenge als die Luft- (4,0 %vol.) und Sauerstoffvariante (3,0 %vol.).

Gleiches stellt sich beim 1997 Riesling dar. Die Unterschiede zwischen den Varianten ist nicht so groß, doch sind sie deutlich und zeigen die gleiche Reihenfolge - Flotation mit Stickstoff (11,0 %vol.) vor Flotation mit Luft (9,0%vol.) und Flotation mit Sauerstoff (6,0 %vol.).

#### 4.2.4 Gesamtphenolgehalte im Most

In Abbildung 26 sind die Gesamtphenolgehalte der beiden Versuchsanstellungen im Moststadium dargestellt.

Beim 1997er Müller-Thurgau zeigt sich die oxidative Wirkung der Varianten Flotation mit Sauerstoff (371 mg/l) und mit Luft (354 mg/l) gegenüber der Stickstoffvariante (423 mg/l).

Der 1997er Riesling bestätigt das vorstehende Ergebnis.

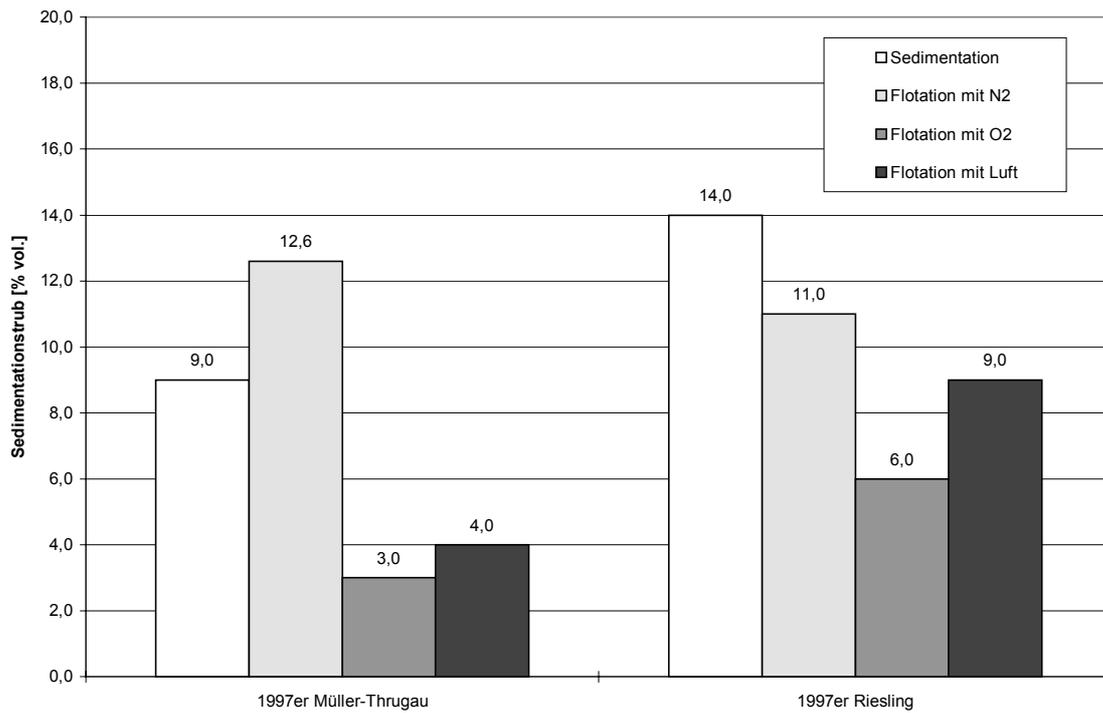


Abb. 25: Sedimentationstrub- und Flotatschlammgehalte der Versuchsweine in % vol.

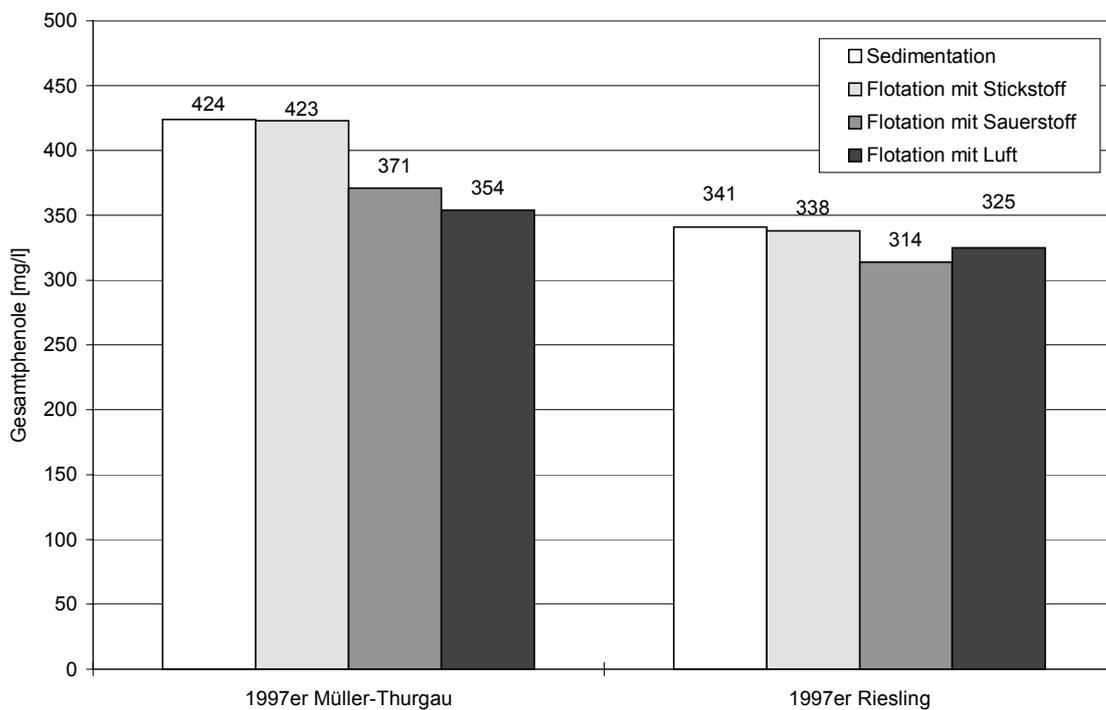


Abb. 26: Gesamtphenolgehalte im Most der zwei Versuchsanstellungen in mg/l

#### 4.2.5 Gesamtphenolgehalte im Wein

Die in Abbildung 27 abgebildeten Werte, stellen sehr deutlich dar, dass durch Sauerstoff und Luft als Flotationsgase eine Reduzierung des Gesamtphenolgehaltes im Wein vorgenommen werden kann.

Beim 1997er Müller-Thurgau zeigt sich bei der Variante Flotation mit Luft (153 mg/l) einen um 39 mg/l niedrigeren Gesamtphenolgehalt als bei der Stickstoffvariante (192 mg/l). Bei der Sauerstoffvariante mit 180 mg/l ist er dagegen nicht so stark vermindert.

Dagegen weist bei dem 1997er Riesling die Sauerstoffvariante mit 137 mg/l die niedrigsten Gehalte auf, gefolgt von der Flotation mit Luft (170 mg/l). Die Flotation mit Stickstoff liegt mit 63 bzw. 30 mg/l mehr Gesamtphenolgehalt deutlich über den beiden anderen Varianten.

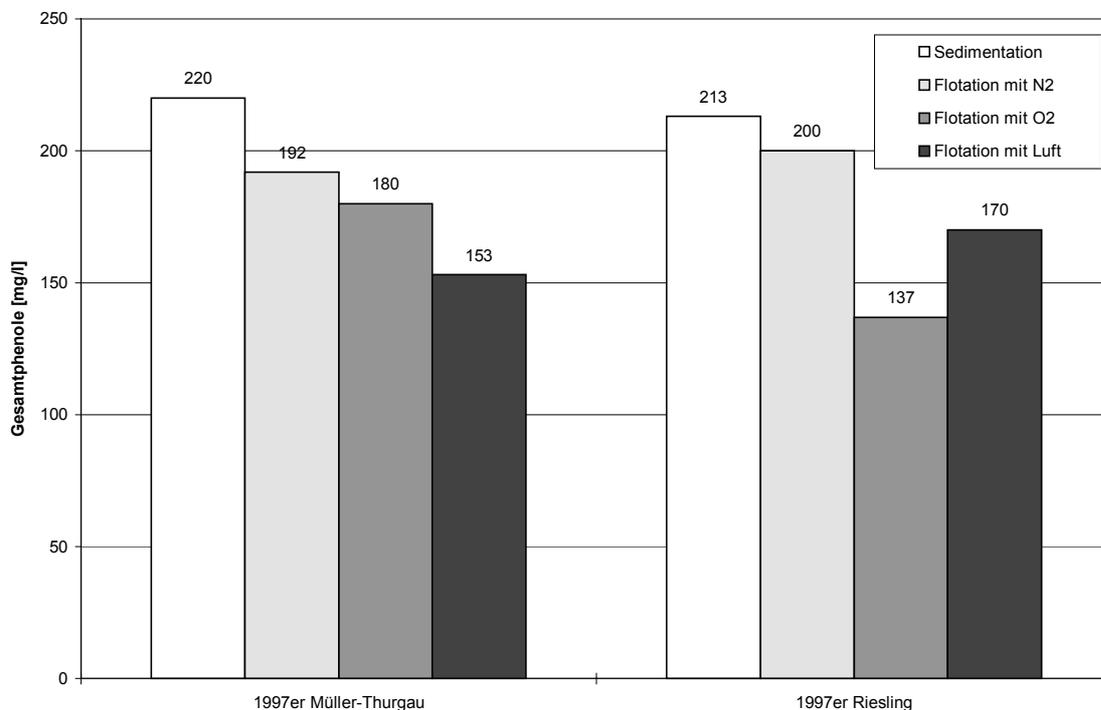


Abb. 27: Gesamtphenolgehalte im Wein der zwei Versuchsanstellungen in mg/l

#### 4.2.6 Sauerstoffgehalt im Most

In Abbildung 28 ist der zeitliche Verlauf der Sauerstoffgehalte bei dem 1997er Müller-Thurgau dargestellt. Auch hier zeigt die Sauerstoffvariante mit 18 mg/l den höheren O<sub>2</sub>-Gehalt im Vergleich zu der Luftvariante (8 mg/l) auf. Im Gegensatz zu dem in Tabelle 20 vorgestellten Werten, vermindert sich der O<sub>2</sub>-Gehalt langsamer. So sind nach 2 Stunden bei der Stickstoffvariante noch 4,4 mg/l und bei der Luftvariante noch 1,5 mg/l Sauerstoff vorhanden. Die Reduzierung der O<sub>2</sub>-Gehalte zieht sich bei der Flotation mit Luft über 27 Stunden bei der Flotation mit Sauerstoff sogar über 45 Stunden hin. Im Zusammenhang mit den in Tabelle 20

gezeigten Ergebnissen kann keine klare Aussage über das dynamische Verhalten des Sauerstoff gemacht werden.

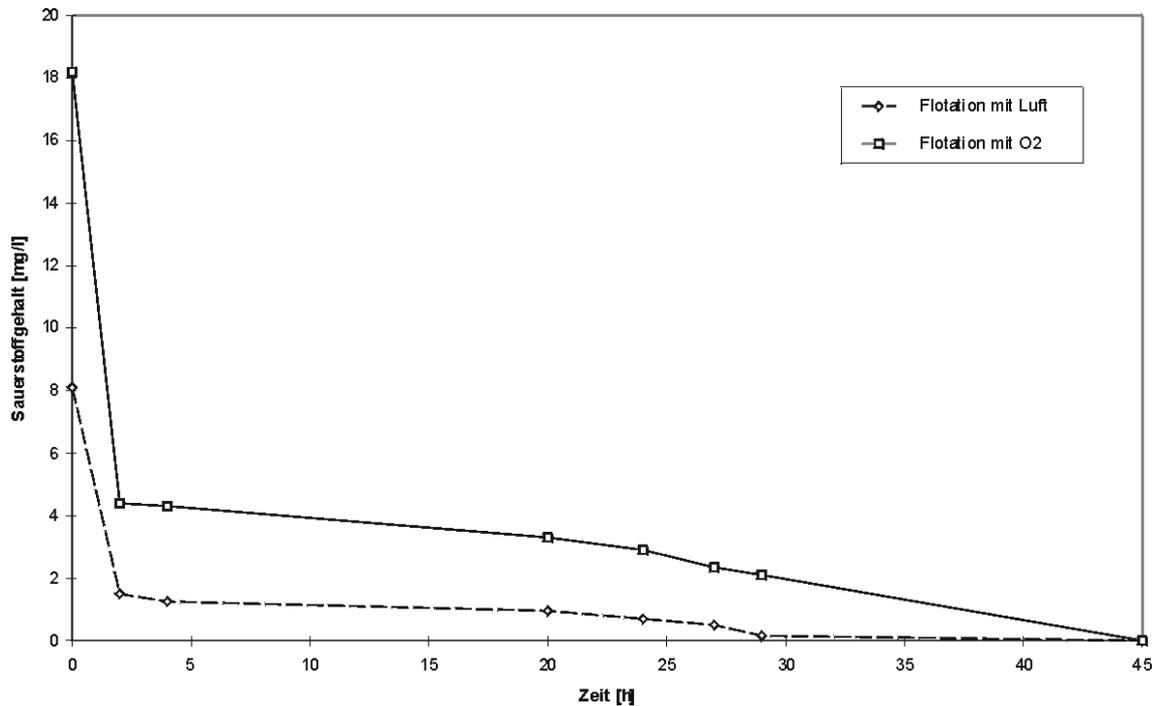


Abb. 28: Verlauf der O<sub>2</sub>-Gehalte in mg/l bei Flotation mit Luft und Sauerstoff bei dem 1997er Müller-Thurgau

In Tabelle 20 sind die Sauerstoffgehalte des 1997er Rieslings für die einzelnen Varianten einmal direkt nach der Flotation und dann nach 2 Stunden aufgelistet.

Es zeigt sich deutlich, dass direkt nach der Flotation der mit O<sub>2</sub> flotierte Most mit 19,9 mg/l den mit Abstand höchsten Sauerstoffgehalt der vier Varianten aufweist. Dagegen haben sich die Sauerstoffgehalte aller vier Varianten nach 2 Stunden auf rd. 0,3 bzw. 0,4 mg/l angeglichen.

Tab. 20: Sauerstoffgehalte des 1997er Rudesheimer Magdalenenkreuz, Riesling im Moststadium zu verschiedenen Zeitpunkten

	O <sub>2</sub> -Gehalt direkt [mg/l]	O <sub>2</sub> -Gehalt nach 2 Stunden [mg/l]
Sedimentation	1,3	0,4
Flotation mit N <sub>2</sub>	0,4	0,4
Flotation mit O <sub>2</sub>	19,9	0,4
Flotation mit Luft	2,2	0,3

### 4.2.7 Gärverlauf

Die in Abbildung 29 und 30 gezeigten Gärverläufe der beiden Versuchsweine zeigen, dass es keine gravierenden Unterschiede im Verlauf der Gärung zwischen den einzelnen untersuchten Varianten gibt. Lediglich die Sedimentation im Falle des 1997er Rieslings (vgl. Abbildung 30) zeigt ab dem fünften Tag eine kleinere Verzögerung des Gärverlaufs.

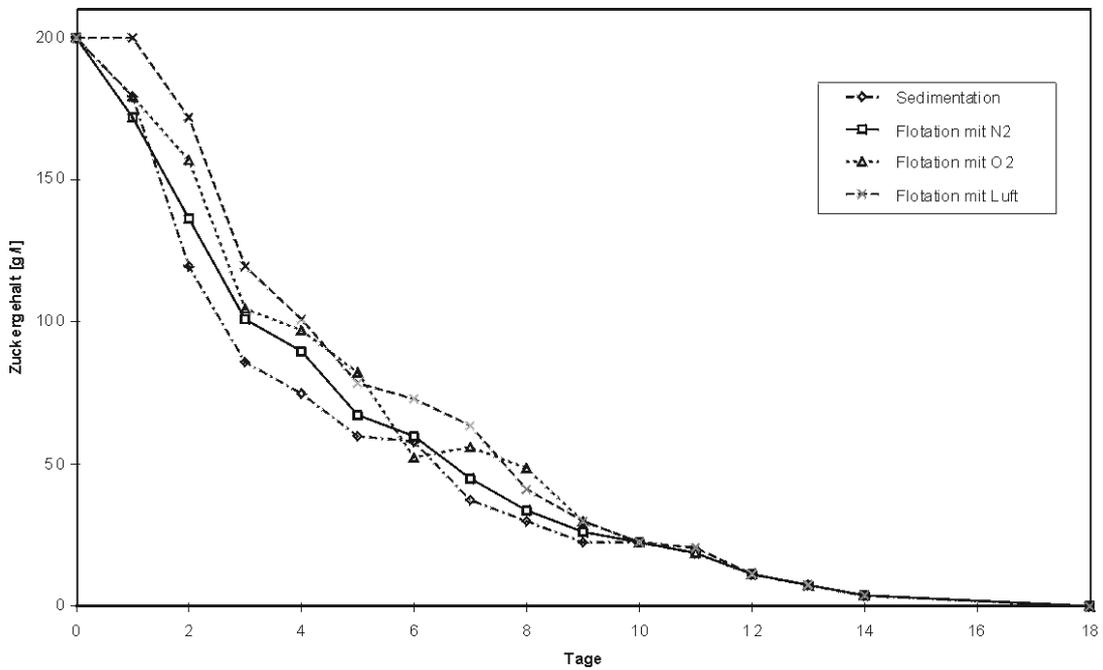


Abb. 29: Gärverlauf des 1997er Rudesheimer Magdalenenkreuz Müller-Thurgaus

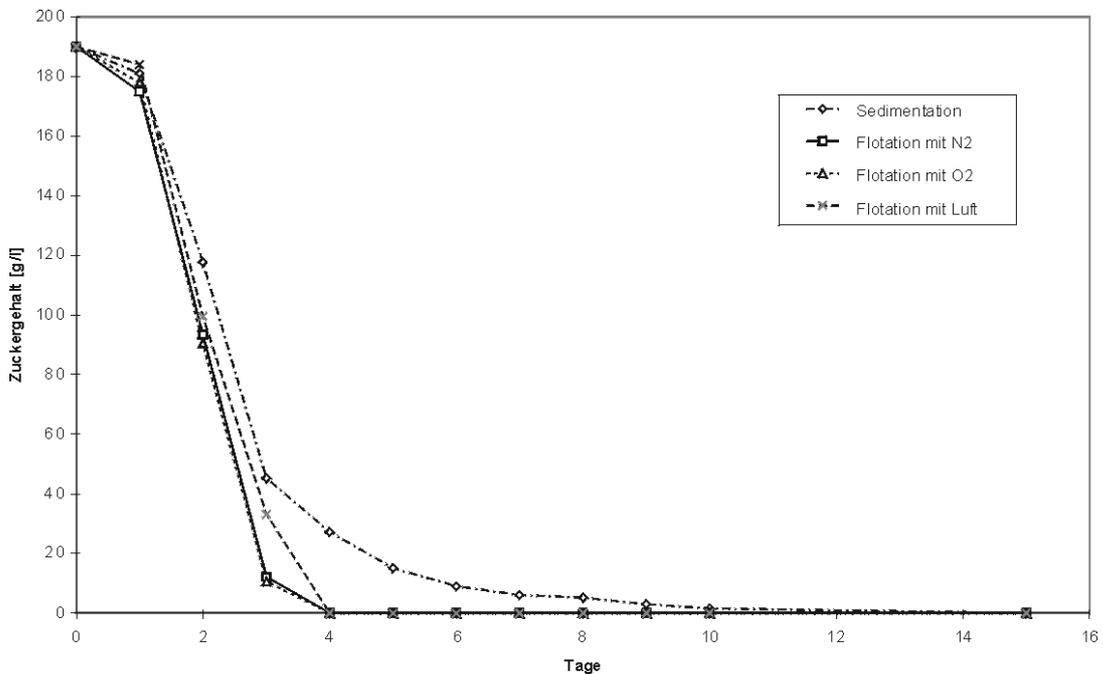


Abb. 30: Gärverlauf des 1997er Rudesheimer Magdalenenkreuz Rieslings

#### 4.2.8 Sensorik

Die im folgenden aufgeführten Verkostungsergebnisse der zwei Versuchsweine wurden mittels Rangordnungsprüfung ermittelt. Ein gesicherter Unterschied zwischen den Varianten ist statistisch nur dann gegeben, wenn die Differenz zwischen den Rangziffern  $\geq 1$  beträgt.

Tab. 21: Rangordnungsprüfung des 1997er Rüdesheimer Magdalenenkreuz, Müller-Thurgau  
Probetermin: 16.4.1998; n = 19

	Sedimentation	Flotation mit N <sub>2</sub>	Flotation mit O <sub>2</sub>	Flotation mit Luft
Platzziffer	2,47	2,63	2,47	2,37
Rangziffer	2,96	3,17	2,96	2,83

Die Rangordnungsprüfung des 1997er Müller-Thurgaus ergab keine signifikanten Unterschiede, so dass festgehalten werden muss, dass die Prüfer keine der vier Varianten bevorzugten bzw. benachteiligten.

Tab. 22: Rangordnungsprüfung des 1997er Rüdesheimer Magdalenenkreuz, Riesling  
Probetermin: 16.4.1998; n = 19

	Sedimentation	Flotation mit N <sub>2</sub>	Flotation mit O <sub>2</sub>	Flotation mit Luft
Platzziffer	1,63	3,21	2,68	2,47
Rangziffer	1,84	3,95	3,24	2,96

Dagegen bevorzugen die Prüfer beim 1997er Riesling die Sedimentationsvariante. Die Flotationsvarianten lassen sich dagegen nicht signifikant unterscheiden, wobei die Mehrheit der Prüfer bei der Variante Flotation mit N<sub>2</sub> ein Böckser festgestellt haben.

#### 4.2.9 Anmerkungen

Durch den Einsatz von Luft bzw. Sauerstoff als Flotationsgas können je nach Sättigungsgrad 40 mg/l bzw. 200 mg/l Sauerstoff in Lösung gebracht werden. Selbst nach Entspannung konnte mehr Sauerstoff nachgewiesen werden, als es dem dazugehörigen Druck entspricht - Phänomen der Übersättigung -.

Bei der Verarbeitung von Maische und Most können unter Normaldruckbedingungen nur rd. 8 mg/l O<sub>2</sub> gelöst werden. Da bei der Flotation mittels Luft bzw. Sauerstoff von einer forcierten Mostoxidation auszugehen ist, kommt es zwangsläufig zur stärksten Reduzierung der Phenolgehalte. Eine Minimierung des Phenolgehaltes ist jedoch nicht erstrebenswert, da Phenole das Geruchs- und Geschmacksbild des Weines auch positiv mitprägen.

Aus diesem Grund kann sich vor allem schon bei schonender Verarbeitung mit geringeren Gesamtphenolwerten eine technisch unvermeidbare Belüftung als ausreichend erweisen.

Der Einsatz von N<sub>2</sub> als Flotationsgas brachte ähnlich gute Vorkläreffekte wie die beiden anderen Flotationsvarianten. Die Phenolreduzierung lag sehr nahe bei der Sedimentation. Bei all unseren Rangordnungsprüfungen schnitt die Flotation mit Stickstoff nicht positiv ab.

### 4.3 Weiterverwendung von Süßtrubfiltrat

Die Menge an Sedimentationstrub wird im wesentlichen von dem Zustand des Lesegutes und der Art der Traubenverarbeitung bestimmt (vgl. 2.1). Da Trubvolumina durchaus 30%vol. und mehr überschreiten können, ist die Weiterverwendbarkeit des Süßtrubfiltrates von Bedeutung. Am folgenden Versuchsansatz wurde die Klarphase nach 18-stündiger Sedimentation sowie das Süßtrubfiltrat und ein anteiliger Verschnitt beider zu Wein ausgebaut.

#### 4.3.1 Versuchsweine

Die Ergebnisse aus den drei Varianten der Versuchsanstellung Weiterverarbeitung von Süßtrubfiltrat wird an zwei Weinen beispielhaft erläutert. Die Tabellen 23 und 24 zeigen die analytischen Kenndaten.

Tab. 23: Analysenwerte eines 1998er Rudesheimer Magdalenenkreuz, Riesling; Lesedatum 23.10.1998

	Sedimentation	Trubfiltrat	Verschnitt
Mostuntersuchungen			
Mostgewicht [°Oe]	91		
Fäulnis [%]	51		
PH-Wert	3,1		
Gesamtsäure [g/l]	10,92		
Weinsäure [g/l]	5,94		
Resttrub [% gew.]	0,04	0,05	0,05
Gesamtphenole [mg/l]	554	501	519
Aminosäure-N [mg/l]	416	398	387
Arginin [mg/l]	159	147	145
Kalium [mg/l]	581	713	664
Calcium [mg/l]	152	169	165
Weinuntersuchungen			
vorh. Alkohol [g/l]	91,93	92,44	92,44
Gesamtextrakt [g/l]	38,34	37,51	37,51
zuckerfr. Extrakt [g/l]	22,54	22,01	21,51
verg. Zucker [g/l]	15,80	15,50	16,00
Gesamtsäure [g/l]	6,16	6,51	6,57
Weinsäure [g/l]	1,71	1,71	1,54
pH-Wert	3,37	3,36	3,38
frei SO <sub>2</sub> [mg/l]	51	51	55
ges. SO <sub>2</sub> [mg/l]	123	121	108
Bentonitbedarf [g/hl]	350	350	400
Gesamtphenole [mg/l]	375	324	358
Filterindex [s/ml]	300/134	14/200	47/200

Tab. 24: Analysenwerte eines 1999er Rheingau Rieslings; Lesedatum 15.10.1999

	Sedimentation	Trubfiltrat	Verschnitt
Mostuntersuchungen			
Mostgewicht [°Oe]	81		
Fäulnis	gesund		
pH-Wert	3,04		
Gesamtsäure [g/l]	9,9		
Weinsäure [g/l]	4,61		
Resttrub [% gew.]	0,12	0,01	0,08
Gesamtphenole [mg/l]	733	734	735
Aminosäure-N [mg/l]	280	285	285
Kalium [mg/l]	1150	1130	1170
Calcium [mg/l]	104	115	115
Weinuntersuchungen			
vorh. Alkohol [g/l]	98,5	96,7	97,5
Gesamtextrakt [g/l]	22,9	24,5	24,3
zuckerfr. Extrakt [g/l]	21,9	21,5	21,7
verg. Zucker [g/l]	1,0	3,0	2,6
Gesamtsäure [g/l]	8,7	7,4	9,4
Weinsäure [g/l]	1,46	1,50	1,55
pH-Wert	3,00	3,30	3,10
frei SO <sub>2</sub> [mg/l]	49	63	48
ges. SO <sub>2</sub> [mg/l]	129	113	117
Gesamtphenole [mg/l]	255	291	275

#### 4.3.2 Resttrubgehalt

Bei dieser Versuchsanstellung ging es uns nicht um den absoluten Resttrubgehalt der einzelnen Varianten, sondern um die Veränderung des Trubgehaltes nach dem Rückverschnitt des Süßtrubfiltrates zum vorgeklärten Most.

Da die Trubgehalte des 1998er Rieslings generell auf einem sehr niedrigen Niveau (Sedimentation 0,04 % gew., Trubfiltrat 0,05 % gew., Verschnitt 0,05 % gew.) liegen, kann er nicht als repräsentativ angesehen werden. Doch zeigt der 1999er Riesling, dass dort die Resttrubgehalte des Trubfiltrates mit 0,01 % gew. am niedrigsten sind, gefolgt von den Verschnitt- und der Sedimentationsvarianten. Dies lässt sich durch die sehr gute Klärleistung der Kammerfilterpresse erklären, so dass mit dem Rückverschnitt je nach Zugabe eine Verdünnung des Trubes in der Verschnittvariante erfolgt.

Allgemein kann somit festgehalten werden, dass der Rückverschnitt mit Süßtrubfiltrat den Resttrubgehalt im Most nicht erhöht.

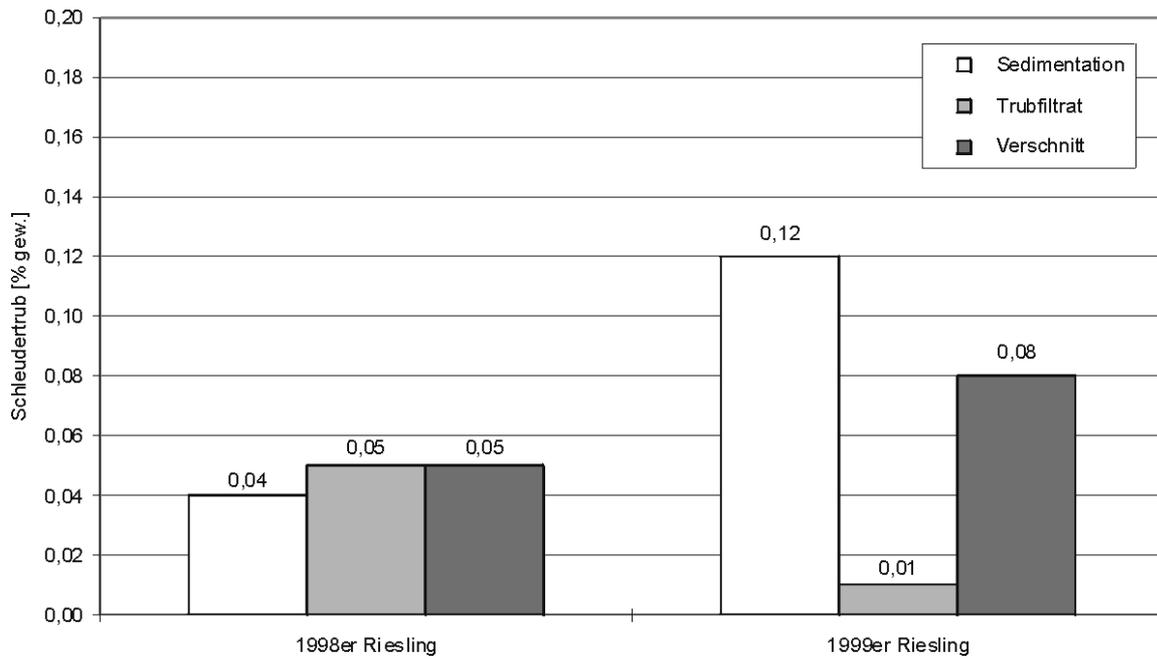


Abb. 31: Resttrubgehalte im Most der zwei Versuchsanstellungen in % gew.

### 4.3.3 Gesamtphenolgehalte im Most

Aufgrund des erhöhten Anteils von Pflanzengewebsteilen und der dadurch bedingt erhöhten Gerbstoffextraktion wurde mit einem erhöhten Gesamtphenolgehalt in der Trubfiltratvariante gerechnet.

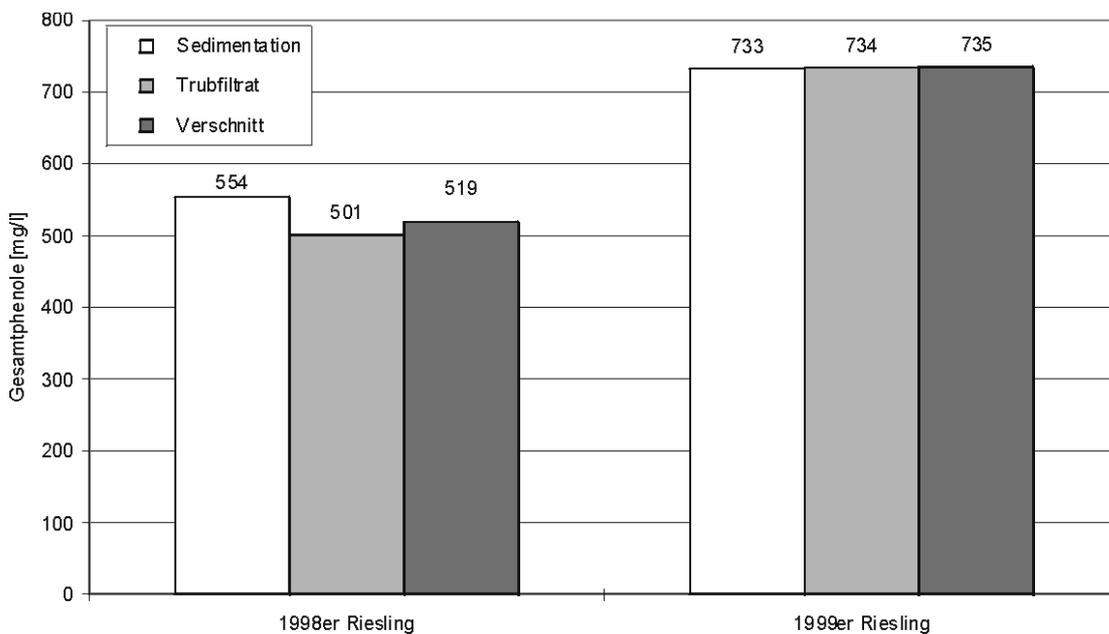


Abb. 32: Gesamtphenolgehalte im Most der zwei Versuchsanstellungen in mg/l

Die in Abbildung 32 dargestellten Ergebnisse bestätigen diese Vermutungen eines erhöhten Gesamtphenolgehaltes im Trubfiltrat jedoch nicht. So zeigt das Trubfiltrat beim 1998er Riesling mit 501 mg/l einen niedrigeren Gesamtphenolgehalt als der vorgeklärte Most (554 mg/l). Dieses Ergebnis bestätigt auch der 1999er Riesling, bei dem allen drei Varianten sehr dicht beieinander liegen (Sedimentation 733 mg/l, Trubfiltrat 734 mg/l, Verschnitt 735 mg/l).

Dieses Verhalten kann mit einer erhöhten Oxidationsbereitschaft erklärt werden. Zum einen sind die Oxidationsenzyme an Trubteilchen gebunden, zum anderen wurde aufgrund des Verfahrensablaufes ein erhöhter Luftkontakt verursacht. Zusätzlich erfolgte die Probenahme des Filtrates zeitlich verzögert zu der Klarphase, so dass der niedrigere Gehalt im Trubfiltrat durch eine verstärkte Mostoxidation zu erklären ist. Ein weiterer Ansatz ist eine verstärkte Phenol-Eiweißfällung im Trubfiltrat (vgl. 4.3.5).

#### 4.3.4 Gesamtphenolgehalte im Wein

Bei den Gesamtphenolgehalten im Wein findet sich bei den vorgestellten Versuchsweinen die gleiche Rangfolge wie bei den Mostuntersuchungen.

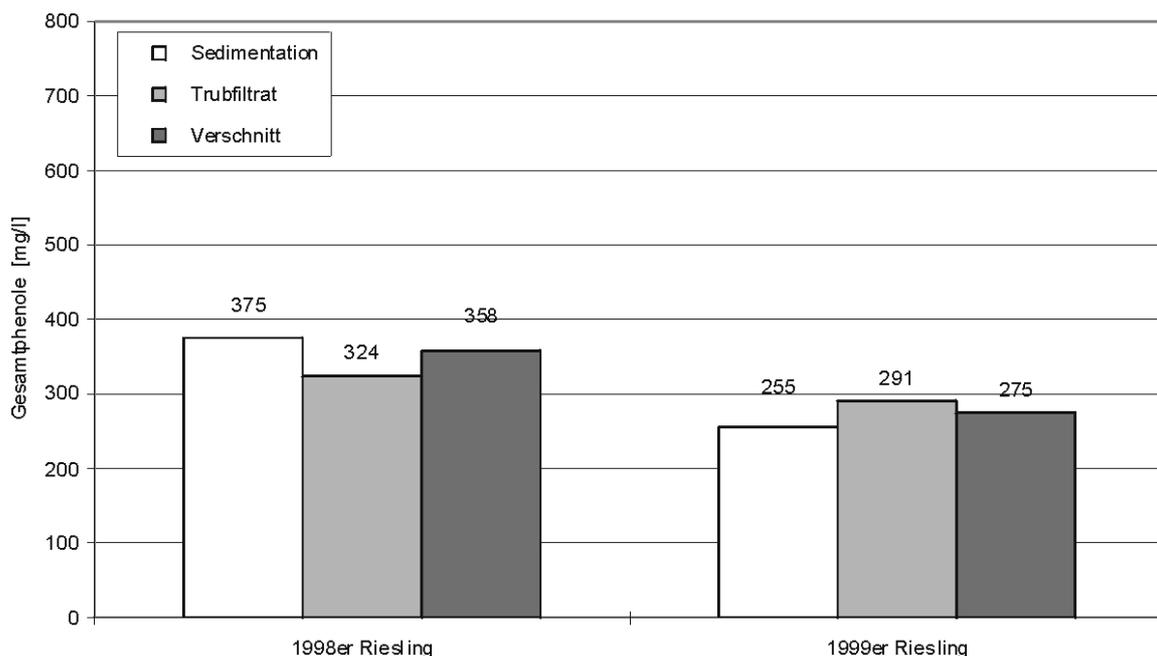


Abb. 33: Gesamtphenolgehalte im Wein der zwei Versuchsanstellungen in mg/l

Bei dem 1998er Riesling sind die Gesamtphenolgehalte der Trubfiltratvariante niedriger (324 mg/l) als bei der Variante aus vorgeklärtem Most (375 mg/l). Der Verschnitt liegt mit 359 mg/l erwartungsgemäß aufgrund des Verdünnungsverhältnisses unter der vorgeklärten Variante.

Dagegen weist der 1999er Riesling mit 255 mg/l bei der Sedimentationsvariante den niedrigsten Gehalt auf.

### 4.3.5 Aminosäuregehalte der Moste

Um die Auswirkung der Mostvorklärung auf den Hefenährstoff Stickstoff festzustellen und um mögliche Gärprobleme erklären zu können, wurde für die drei Varianten der Gehalt an dem in Aminosäuren enthaltenden Stickstoff untersucht.

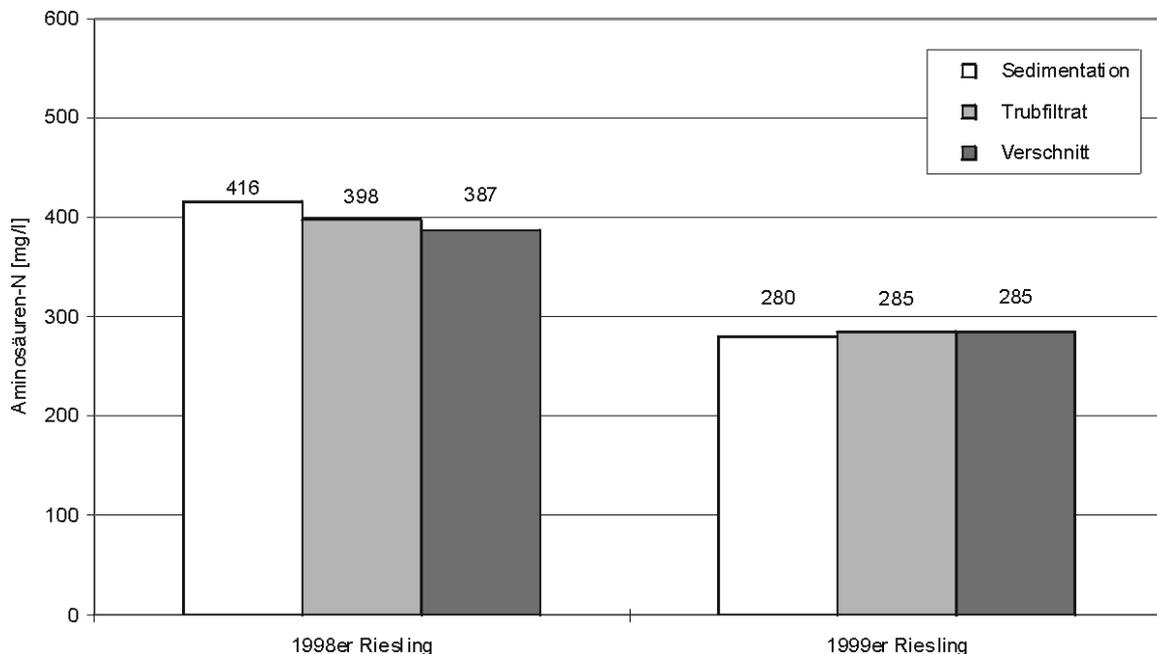


Abb. 34: Aminosäuregehalte im Most der zwei Versuchsanstellungen in mg/l

In Abbildung 34 ist der Aminosäurestickstoff der drei Varianten dargestellt. Beim 1998er Riesling weist die Sedimentationsvariante mit 416 mg/l den höchsten Stickstoffgehalt auf; Trubfiltrat (398 mg/l) und Verschnitt (387 mg/l) folgen.

Der 1999er Riesling weist für alle drei Varianten einen ähnlichen Gehalt auf. So hat die Sedimentationsvariante mit 280 mg/l nur 5 mg/l weniger Aminosäure-N als die Varianten Trubfiltrat und Verschnitt.

Der niedrigere Gehalt der Trubfiltratvariante beim 1998er Riesling lässt sich unter Umständen durch einen verspäteten Messzeitpunkt erklären. So könnte in diesem Zeitraum eine verstärkte Phenol-Eiweißfällung im Trubfiltrat den niedrigeren Aminosäuregehalt erklären (vgl. 4.3.3).

Die bisher beobachtete Tatsache, dass sich die Verschnittvariante entsprechend dem anteiligen Volumen verhält, kann bei dem Stickstoffgehalt nicht bestätigt werden. Ob es sich hierbei um Fällungsreaktionen handelt oder Messfehler, müssen weitere Untersuchungen zeigen.

### 4.3.6 Kalium- und Calciumgehalte der Moste

Die in Abbildung 35 dargestellten Kaliumgehalte im Most der beiden Versuchsweine zeigen kein einheitliches Bild. So weist der 1998er Riesling mit 581 mg/l im vorgeklärten Most die geringsten Gehalte auf. Die Trubfiltratvariante hat einen um 132 mg/l höheren Kaliumgehalt. Der Verschnitt liegt mit 664 mg/l zwischen diesen beiden. Der 1999er Riesling weist mit 1150 mg/l im vorgeklärten Most die höchsten Gehalte auf. Die Trubfiltratvariante hat einen um 130 mg/l niedrigeren Kaliumgehalt. Der Verschnitt liegt mit 1170 mg/l zwischen diesen beiden.

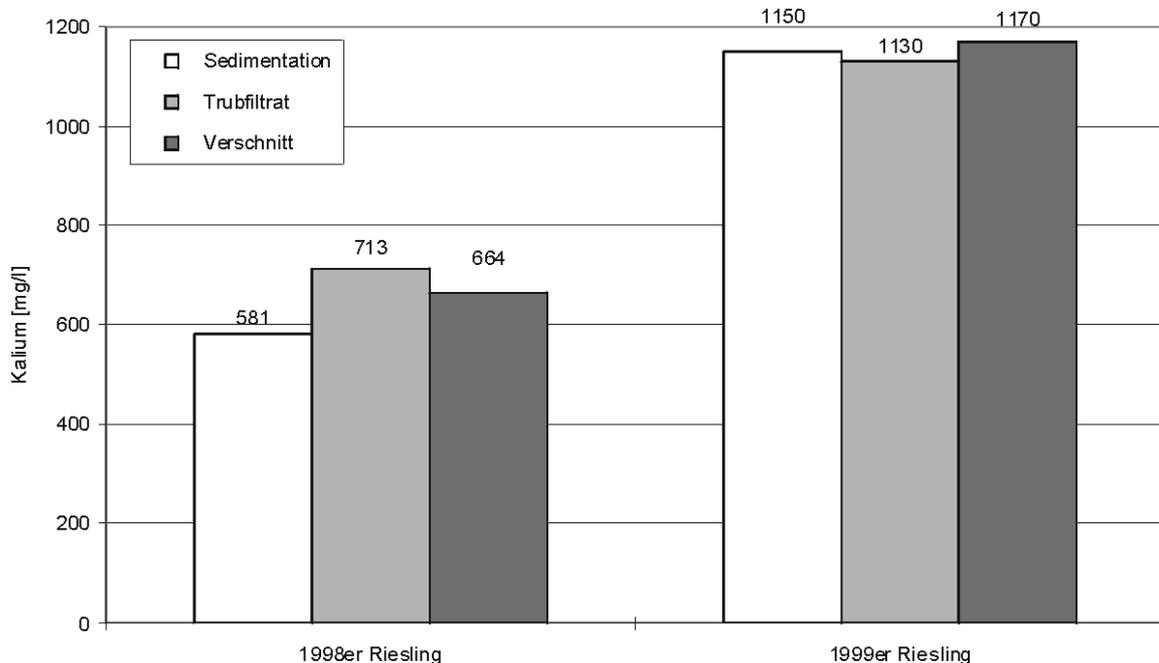


Abb. 35: Kaliumgehalte im Most der zwei Versuchsanstellungen in mg/l

Beim 1999er Riesling ist der Kaliumgehalt bei der Trubvariante mit 1130 mg/l um 20 mg/l niedriger als bei der Sedimentationsvariante. Die Verschnittvariante hat mit 1170 mg/l die höchsten Kaliumwerte.

Die Calciumgehalte (vgl. Abbildung 36) aller Varianten liegen dagegen dichter beisammen. Auch machen sich hier jahrgangsbedingte Schwankungen nicht so bemerkbar wie bei Kalium.

Der 1998er Riesling weist in der Sedimentationsvariante mit 152 mg/l die geringsten Calciumwerte auf, gefolgt von der Verschnitt- (165 mg/l) und der Trubfiltratvariante (168 mg/l), die beide sehr nahe zusammen liegen.

Gleiches Bild zeigt sich beim 1999er Riesling, wo wiederum die Sedimentationsvariante mit 104 mg/l am wenigsten Calcium besitzt. Auch die beiden anderen Varianten zeigen mit 115 mg/l untereinander keine Unterschiede im Calciumgehalt.

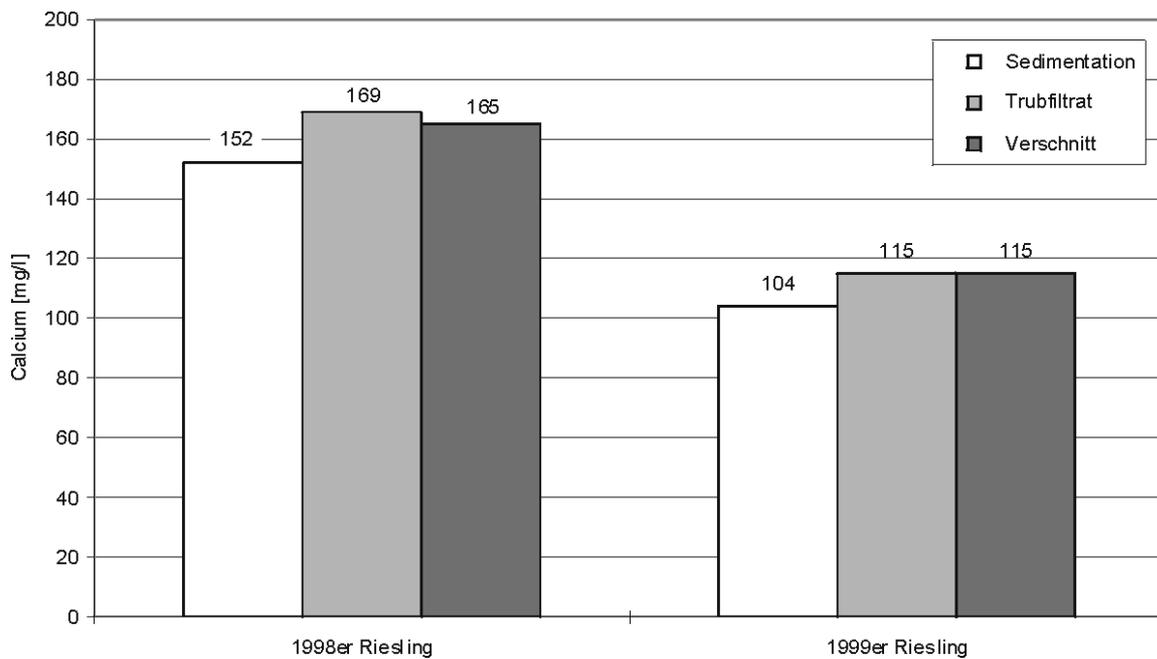


Abb. 36: Calciumgehalte im Most der zwei Versuchsanstellungen in mg/l

#### 4.3.7 Sensorik

Die im folgenden aufgeführten Verkostungsergebnisse der zwei Versuchsweine wurden mittels Rangordnungsprüfung ermittelt. Ein gesicherter Unterschied zwischen den Varianten ist statistisch nur dann gegeben, wenn die Differenz zwischen den Rangziffern  $\geq 1$  beträgt.

Tab. 25: Rangordnungsprüfung des 1998er Rudesheimer Magdalenenkreuz, Riesling  
n = 40

	Sedimentation	Trubfiltrat	Verschnitt
Platzziffer	1,5	2,4	2,4
Rangziffer	1,75	3,1	3,1

Die in Tabelle 25 dargestellte Verkostung des 1998er Rieslings ergab eine Bevorzugung der Sedimentationsvariante gegenüber dem Trubfiltrat und dem Verschnitt. Dagegen wurde zwischen Trubfiltrat und Verschnitt kein Unterschied gefunden.

Tab. 26: Rangordnungsprüfung des 1999er Riesling  
 Probetermin: 11.02.2000; n = 19

	Sedimentation	Trubfiltrat	Verschnitt
Platzziffer	1,32	2,95	1,74
Rangziffer	1,47	3,92	2,11

Beim 1999er Riesling lässt sich zwar ein Unterschied zwischen der Sedimentation und dem Verschnitt erkennen, doch ist die Differenz  $< 1$ , so dass von keiner Bevorzugung einer der beiden Varianten gesprochen werden kann. Dagegen heben sich beide gegen die Trubfiltratvariante positiv ab.

#### 4.3.8 Anmerkungen

Nach den vorstehenden Ergebnissen ist vor allem bei dem 1997er Riesling, der stark durch Botrytis geprägt war, eine gesonderte Weiterverwertung des Süßtrubes empfehlenswert. Auch bei dem gesunden 1999er Riesling ergeben sich zwar bei der Rangordnungsprüfung Tendenzen aber kein gesicherter Unterschied. Empfehlenswert ist, dass zur Erzielung von Spitzenqualitäten das Süßtrubfiltrat einer anderen Verwertung zugeführt werden sollte.

Somit erscheint eine Reduzierung der Süßtrubmengen durch eine schonende Traubenverarbeitung sinnvoller als eine spätere Trubaufarbeitung.

#### 4.4 Unterstützung der Mostvorklärung durch Schönungsmittel

Inwieweit sich verschiedene Schönungsmittel als Hilfsmittel für eine Mostvorklärung eignen, wurde versucht in folgender Versuchsanstellung zu klären. Es wurden fünf für die Mostvorklärung empfohlene Schönungsmittel in die Versuchsanstellung einbezogen, so dass sich mit der Kontrolle sechs Varianten ergaben. Bei einem Versuchswein wurde zusätzlich die Ganztraubenpressung mit verglichen, um zu zeigen, dass die Trubvermeidung einer Trubverminderung vorzuziehen ist.

##### 4.4.1 Versuchswein

In Tabelle 27 und 28 sind die Analysenwerte der beiden Versuchsweine im Überblick wiedergegeben.

Tab. 27: Analysenwerte eines 1999er Müller-Thurgaus

	Kontrolle	Most-gelatine	Crospure P	Optigel	Trenolin	Seporit	Ganz-trauben
Mostuntersuchungen							
Mostgewicht [°Oe]	78						
pH-Wert	3,25						
Gesamtsäure [g/l]	6,3						
Weinsäure [g/l]	3,75						3,63
Gesamtphenole [mg/l]	359						270
Resttrub [% gew.]	0,16	0,17	0,20	0,16	0,12	0,29	0,16
Sed. Trub [% vol.]	16	19	17	17	17	14	6
Gesamtphenole [mg/l]	319	257	205	236	259	221	270
Weinuntersuchungen							
vorh. Alkohol [g/l]	98,7	92,2	100,2	99,8	98,2	99,5	98,4
Gesamtextrakt [g/l]	16,9	15,1	17,4	16,8	22,9	20,7	17,5
zuckerfr. Extrakt [g/l]	16,3	15,1	16,5	16,1	16,3	18,0	17,3
verg. Zucker [g/l]	0,6	0,0	0,9	0,7	6,6	2,7	0,2
Gesamtsäure [g/l]	5,3	4,9	5,1	5,8	5,5	6,3	6,5
Weinsäure [g/l]	1,77	1,67	1,75	1,73	1,73	1,89	1,96
pH-Wert	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,2	3,2
freie SO <sub>2</sub> [mg/l]	49	42	44	45	41	29	39
ges. SO <sub>2</sub> [mg/l]	91	82	90	87	96	110	104
Gesamtphenole [mg/l]	177	183	184	166	175	200	162
Filterindex [s/ml]	2,4	0,6	0,5	0,7	1,1	0,9	0,3

Tab. 28: Analysenwerte eines 1999er Rieslings

	Kontrolle	Most-gelatine	Crospure P	Optigel	Trenolin	Seporit
Mostuntersuchungen						
Mostgewicht [°Oe]	81					
pH-Wert	3,1					
Gesamtsäure [g/l]	9,0					
Weinsäure [g/l]	4,13					
Gesamtphenole [mg/l]	446					
Resttrub [% gew.]	0,26	0,29	0,27	0,21	0,12	0,27
Sed. Trub [% vol.]	20	22	22	21	13	16
Gesamtphenole [mg/l]	406	370	392	376	327	371
Weinuntersuchungen						
vorh. Alkohol [g/l]	97,0	92,6	99,5	97,3	-	95,1
Gesamtextrakt [g/l]	20,6	19,8	21,4	20,7	-	21,0
zuckerfr. Extrakt [g/l]	19,9	19,6	20,9	19,8	-	20,4
verg. Zucker [g/l]	0,7	0,2	0,5	0,9	-	0,6
Gesamtsäure [g/l]	8,0	7,7	8,7	8,0	-	8,4
Weinsäure [g/l]	2,53	2,46	2,69	2,58	-	2,66
pH-Wert	3,0	3,0	3,0	3,1	-	3,0
freie SO <sub>2</sub> [mg/l]	39	38	34	36	-	29
ges. SO <sub>2</sub> [mg/l]	98	94	97	91	-	104
Gesamtphenole [mg/l]	242	232	249	232	-	227
Filterindex [s/ml]	4,8	4,3	3,2	4,0	-	3,1

#### 4.4.2 Rest- und Sedimentationstrub

Eine Aufgabe von Schönungsmittel im Most ist zum einen die Klärung des Mostes zu beschleunigen und zum anderen den Klärgrad zu verbessern. So sollen pektolytischen Enzyme das Schutzkolloid Pektin aufspalten und somit eingeschlossene Trubpartikel freigegeben und ihnen die Sedimentation aufgrund ihrer größeren Dichte überhaupt ermöglichen und auch beschleunigen. Weiter soll z.B. Gelatine in Form einer klassischen Flugschönung negativ geladene Teilchen an sich binden, diese Vergrößern und somit die Sedimentationsgeschwindigkeit erhöhen.

Beim in Abbildung 37 dargestellten 1999er Most, zeigt sich bei der Kontrollvariante, dass die Selbstklärung dieses Mostes auch ohne Behandlung sehr gut verlaufen ist; die 0,16 % gew. sprechen für sich. Lediglich das pektolytische Enzym Trenolin weist in diesem Beispiel mit 0,12 % gew. weniger Resttrub auf. Mostgelatine mit 0,17 % gew., Optigel mit 0,16 % gew. und die Ganztraubenpressung mit 0,16 % gew. zeigen zu der Kontrollvariante keine besser oder schlechtere Klärleistung. Dagegen wurde bei Crospure P (0,20 % gew.), einem Casein-Gelatine-Mischpräparat, und bei dem Bentonit Seporit (0,27 % gew.) eine schlechtere Klärung des Mostes festgestellt.

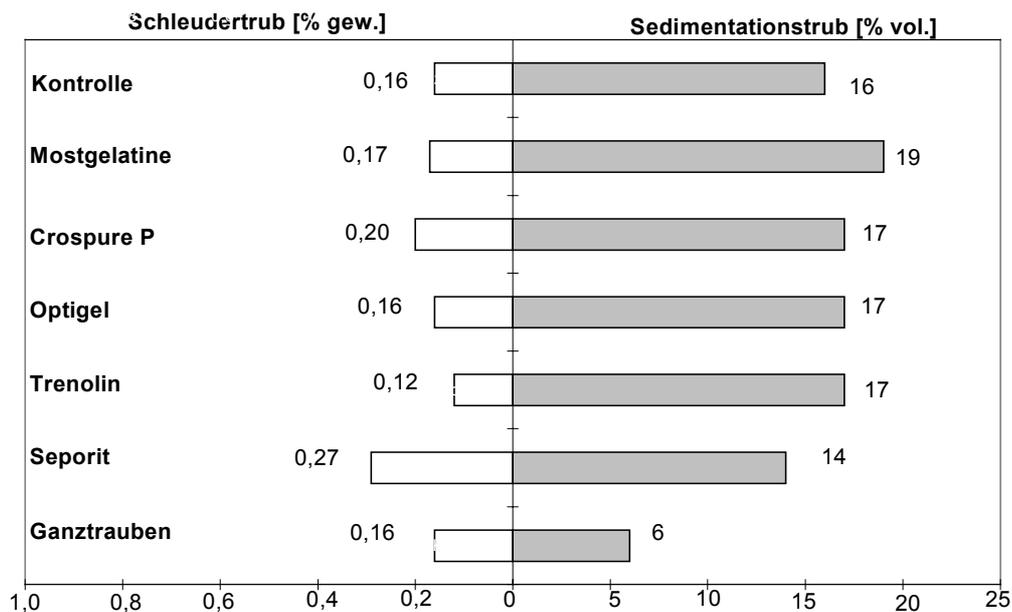


Abb. 37: Resttrub- und Sedimentationstrubgehalte eines 1999er Müller-Thurgau-Mostes nach Einsatz verschiedener Schönungsmittel bei einer Sedimentationsdauer von 24 Stunden

Wird der Sedimentationstrub betrachtet, so zeigt sich, dass die Mostgelatine mit 19 % vol. ein größeres Trubvolumen erzeugt als die Varianten Kontrolle (16 % vol.), Crospure P, Optigel und Trenolin mit 17 % vol., wobei bei dem pektolytischen Enzym ein besser Klärgrad vorliegt. Zwar weist die Seporitvariante mit 14 % vol. ein kleineres Trubvolumen auf, hat aber auch eine deutlich niedrigere Klärleistung bzw. höheren Resttrubgehalt. Die Variante Ganztraubenpressung verdeutlicht jedoch mit ihren 6 % vol. Sedimentationstrub ganz deutlich, dass eine Trubvermeidung wesentlich wirkungsvoller ist, als jede Behandlung mit Schönungsmittel.

Der 1999er Riesling (vgl. Abbildung 38) zeigt ein ähnliches Verhalten als der 1999er Müller-Thurgau. Die Varianten Kontrolle (0,26 % vol.), Mostgelatine (0,29 % vol.), Crospure P (0,27 % vol.) und Seporit (0,27 % vol.) zeigen die gleiche Klärleistung, so dass im Falle der Verbesserung der Klärleistung von keiner Verbesserung durch die Behandlung gesprochen werden kann. Dagegen zeigen die Varianten Optigel mit 0,21 % vol. und vor allem mit Trenolin mit 0,12 % vol. eine Verbesserung der Klärleistung

Beim Sedimentationstrub weisen die Varianten Mostgelatine (22 % vol.), Crospure P (22 % vol.) und Optigel (21 % vol.) ein leicht erhöhten Trubgehalt auf als die Kontrolle mit 20 % vol.). Wie beim 1999er Müller-Thurgau zeigt sich auch beim 1999er Riesling, dass die pektinspalende Wirkung des Trenolins neben einer besseren Klärleistung auch das Trubvolumen (13 % vol.) merkbar reduzieren kann. Auch bestätigt die Variante Seporit mit 16 % vol. eine Trubreduzierung, wobei beim 1999er Riesling die Klärleistung mit der Kontrolle vergleichbar ist.

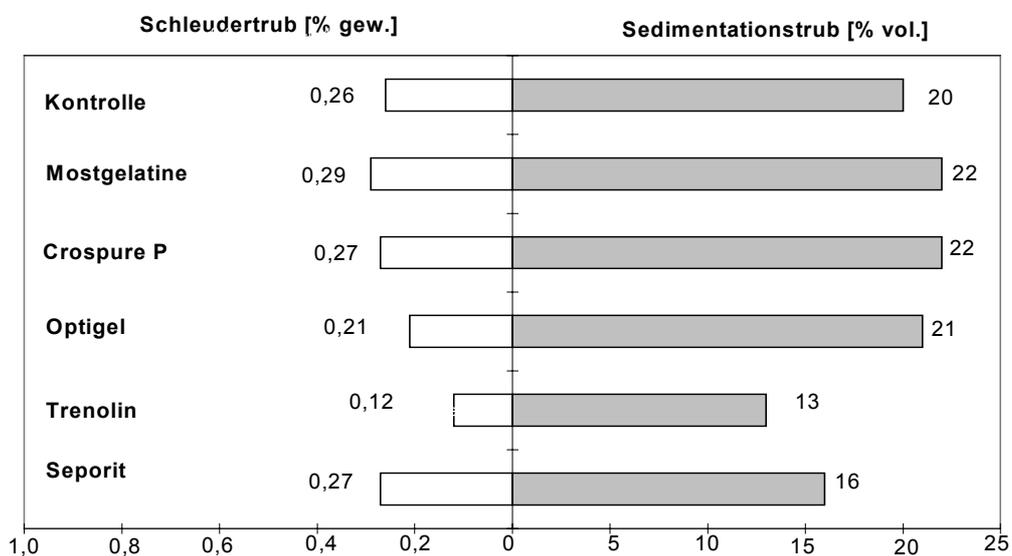


Abb. 38: Resttrub und Sedimentationsgehalte eines 1999er Rieslingmostes nach Einsatz verschiedener Schönungsmittel bei einer Sedimentationsdauer von 24 Stunden

#### 4.4.3 Gesamtphenolgehalt in Most und Wein

Neben einer Verbesserung der Klärleistung sollen Schönungsmittel helfen eine Geschmacksänderung im Most zu erzielen, welche u.a. auf die Reduzierung und somit die Optimierung des Phenolgehaltes im Most und späteren Wein einschließt, dessen Gehalt durch eine von arbeitswirtschaftlichen Gesichtspunkten geprägten harten Verarbeitung erhöht sein kann.

Aus diesem Grund wurden der Gesamtphenolgehalt vor Vorklärung, nach Vorklärung und nach Gärung bestimmt, um eine Aussage treffen zu können, welches Schönungsmittel den Gesamtphenolgehalt vermindert. Die Ergebnisse sind für beide Versuchsweine in Tabelle 29 und 30 zusammengefasst.

Wird der Ausgangsgehalt an Gesamtphenolen des 1999er Müller-Thurgaus (vgl. Tabelle 29) von 359 mg/l als Basis herangezogen, so wird bei allen verwendeten Schönungsmitteln im Vergleich zur ungeschönten Kontrolle die Gehalte stärker reduziert. Am stärksten wird dies bei dem Casein-PVPP-Mischpräparat Cropsure P mit 42,9% sichtbar, gefolgt von dem Bentonit Seporit (38,4 %) und dem Gelatine-Kasein Präparat Optigel (34,3 %). Die Mostgelatine mit 28,4% und das Enzym Trenolin mit 27,9% liegen etwas unter dieser Reduzierung, jedoch immer noch besser als die Kontrolle mit einer Minderung allein durch die Vorklärung von 11 %. Wird nun die Ganztraubenpressung als Vergleich betrachtet, so zeigt sich auch hier wieder, dass eine schonende Traubenverarbeitung spätere Reparaturmaßnahmen im Most und Weinstadium vermeiden hilft.

Tab. 29: Gesamtphenolgehalte eines 1999er Müller-Thurgaus im Most und im späterem Wein nach unterschiedlichen Mostschönungen

Variante	Gesamtphenole		Reduzierung der Gesamtphenole vom Ausgangsgehalt*			
	nach Vorklärung [mg/l]	nach Gärung [mg/l]	nach Vorklärung		nach Gärung	
			[mg/l]	[%]	[mg/l]	[%]
Kontrolle	319	177	40	11,1	182	50,7
Mostgelatine	257	183	102	28,4	176	49,0
Cropsure P	205	184	154	42,9	175	48,7
Optigel	236	166	123	34,3	193	53,8
Trenolin	259	175	100	27,9	184	51,3
Seporit	221	200	138	38,4	159	44,3
Ganztrauben	180	162	90	33,3	108	40,0

\*Ausgangsgehalt: Maischeverarbeitung 359 mg/l; Ganztrauben 270 mg/l

Werden nun die Gesamtphenolgehalte im Wein nach der Gärung verglichen, so stellen sich zwar auch Unterschiede ein, die jedoch durch den Gärungsprozess teils ausgeglichen wurden. So schneidet das Präparat Optigel mit einer Gesamtreduzierung von 53,8 % am besten ab; jedoch vermindern die Varianten Trenolin (51,3 %), Kontrolle (50,7 %), Mostgelatine (49,0 %) und Cropsure P (48,7 %) den Gesamtphenolgehalt in ähnlicher Weise. Lediglich Seporit mit 44,3 % liegt etwas unter den anderen Varianten. Die Ganztraubenpressung weist zwar mit 40 % die niedrigste relative Reduzierung zum Ausgangsgehalt auf, hat jedoch mit dem Absolutbetrag von 162 mg/l im Wein den geringsten Gesamtphenolgehalt.

Tab. 30: Gesamtphenolgehalte eines 1999er Rieslings im Most und im späterem Wein nach unterschiedlichen Mostschönungen

Variante	Gesamtphenole		Reduzierung der Gesamtphenole vom Ausgangsgehalt*			
	nach Vorklärung [mg/l]	nach Gärung [mg/l]	nach Vorklärung		nach Gärung	
			[mg/l]	[%]	[mg/l]	[%]
Kontrolle	406	242	40	9,0	204	45,7
Mostgelatine	370	249	76	17,0	214	48,0
Crospure P	392	232	54	12,1	197	44,2
Optigel	376	227	70	15,7	214	48,0
Trenolin	327		119	26,7	-	-
Seporit	371	200	75	16,8	219	49,1

\*Ausgangsgehalt 446mg/l

Beim 1999er Riesling, mit einem Ausgangsgehalt von 446mg/l, reduziert im Moststadium das Enzym Trenolin den Gehalt mit 26.7% am stärksten, wobei diese Variante den höchsten Restzuckergehalt aufweist, welcher unter Umständen das Messverfahren beeinflusst hat. Zwischen Mostgelatine mit 17,0%, Seporit mit 16,8% und Optigel mit 15,7% lässt sich kein großer Unterschied feststellen, dagegen vermindert die Crospure P-Variante den Gesamtphenolgehalt am geringsten, wobei sie immer noch mehr reduziert als die Kontrolle mit 9%. Im Wein hat die Gärung wieder die Gehalte angepasst, so dass beim 1999er Riesling genau wie beim 1999er Müller-Thurgau keine großen Differenzen zwischen den einzelnen Varianten festgestellt werden kann (vgl. Tabelle 29).

Für beide Versuchsmoste bzw. -weine kann gesagt werden, dass die Wirkung der einzelnen Schönungsmittel sehr unterschiedlich und wohl auch unspezifisch auf den Gesamtphenolgehalt ist. Es wäre sicherlich aussagekräftiger, wenn einzelne Phenolfractionen bestimmt worden wären, doch war es im Rahmen dieser Versuchsanstellung nicht möglich.

#### 4.4.4 Sedimentationsleistung

Wie in 3 beschrieben wird bei der Sedimentationsleistung der Resttrub in der Klärphase der jeweiligen Sedimentationszeit bei der Messung ins Verhältnis gesetzt. In Abbildung 39 und 40 sind die Sedimentationsleistungen beider Versuchsmoste graphisch erläutert.

Bei beiden Versuchsanstellungen wird deutlich, dass die Zielgröße von 0,6 % gew. Resttrub bei allen Varianten nach 6 Stunden erreicht wurde. Auch zeigen alle Varianten in den ersten 6 Stunden ein ähnliches Klärverhalten, welches sich ab dann bei den verschiedenen Varianten im geringen Umfang unterschiedlich verändert.

Es muss hier aber hinzugefügt werden, dass beide Moste ein sehr gutes Klärvermögen zeigten und somit die 6 Stunden Sedimentationszeit nicht pauschalisiert werden dürfen.

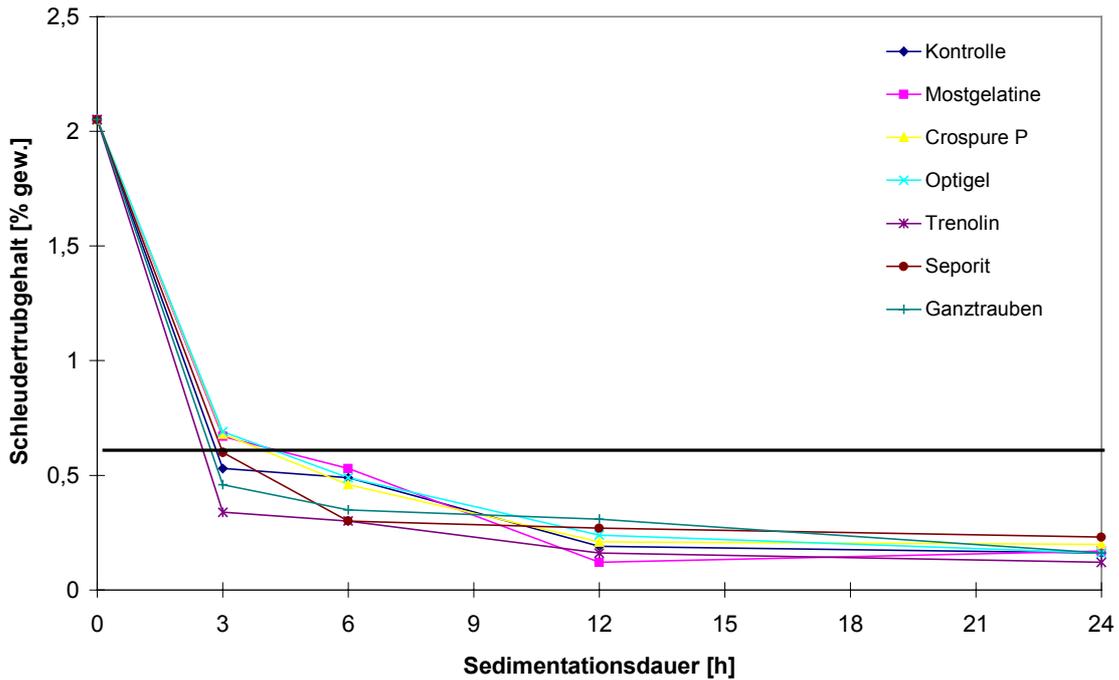


Abb. 39: Sedimentationsleistung eines 1999er Müller-Thurgau-Mostes nach Behandlung mit unterschiedlichen Schönungsmitteln

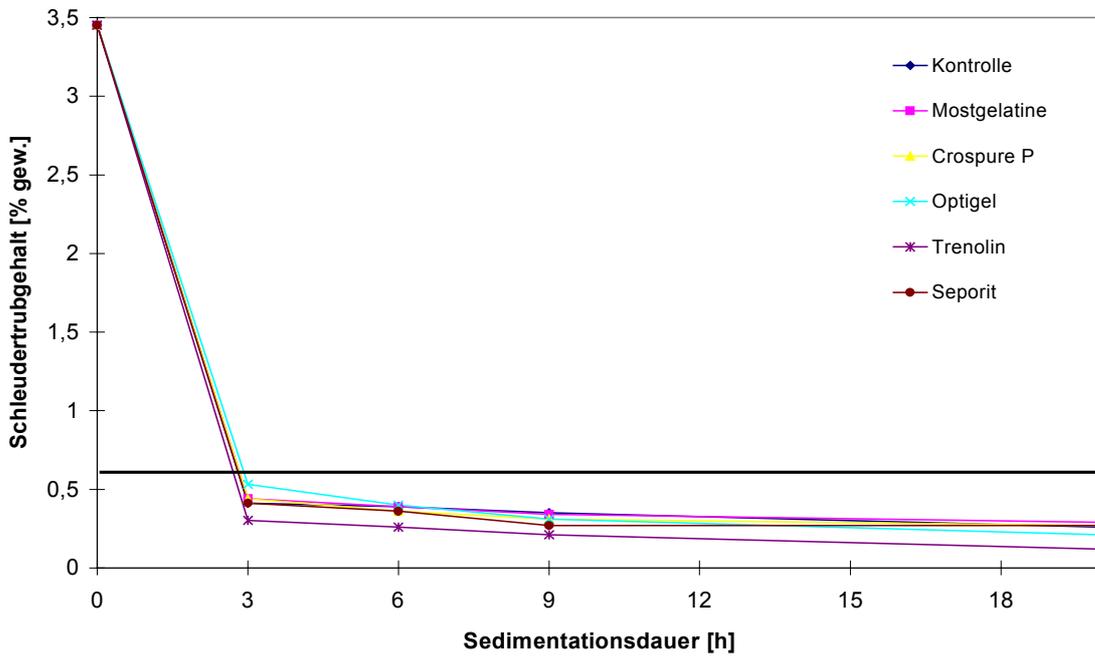


Abb. 40: Sedimentationsleistung eines 1999er Rieslingmostes nach Behandlung mit unterschiedlichen Schönungsmitteln

### 4.4.5 Gärverlauf

Die Abbildung 41 und 42 zeigen die Gärverläufe beider Versuchsanstellungen.

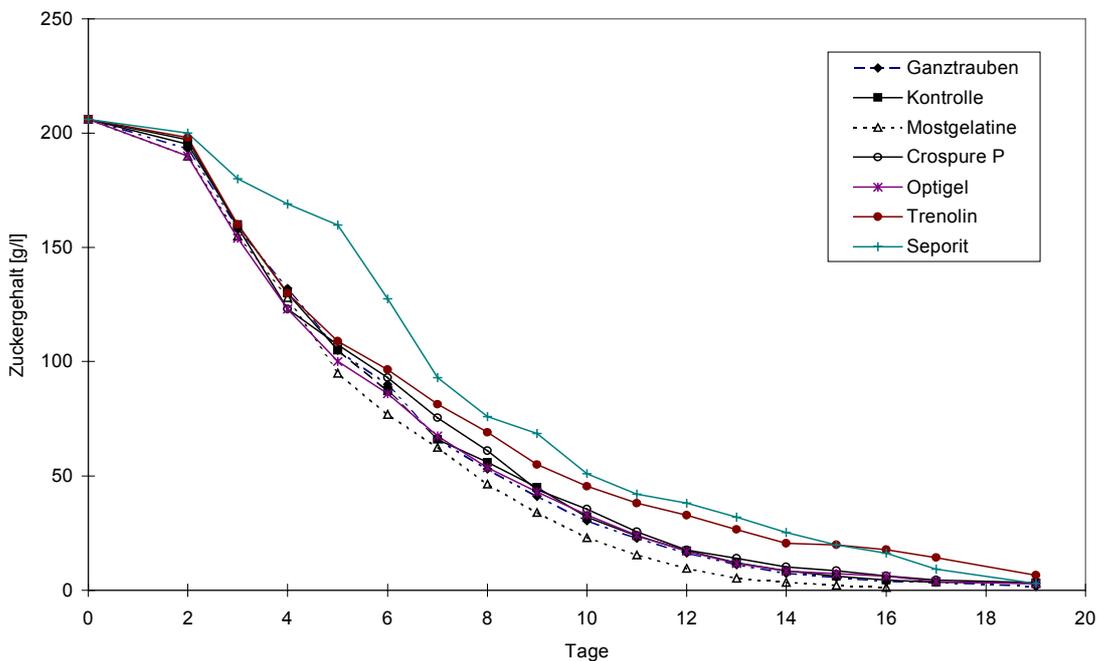


Abb. 41: Gärverlauf des 1999er Müller-Thurgaus

In den ersten 6-8 Tagen fällt beim 1999er Müller-Thurgau die Seporitvariante mit einer etwas langsameren Gärung auf. Ab dem 6. Tag verlangsamt sich auch die Gärung der Variante Trenolin. Der Gärverlauf dieser beiden Varianten verläuft in der Folgezeit sehr ähnlich, wobei bei der Gärung bei Trenolin mit 6,6 g/l Zucker am höchsten ausfällt. Bei den anderen Varianten verläuft die Gärung relativ gleich und zügig.

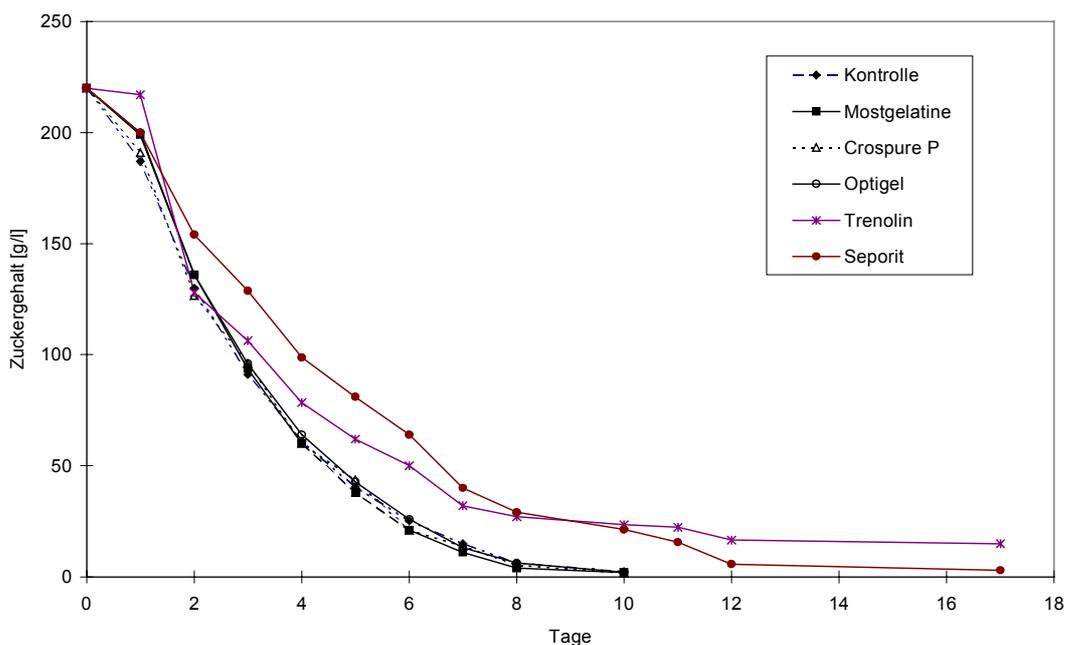


Abb. 42: Gärverlauf des 1999er Rieslings

Auch bei dem 1999er Riesling heben sich die beiden Varianten Trenolin und Seporit im gleichen Maße ab, wie beim 1999er Müller-Thurgau, wobei hier die Gärverzögerung noch deutlich zu erkennen ist. Während die Varianten Kontrolle, Mostgelatine, Cropsure P und Optigel nach rd. 10 Tage durchgegoren haben, benötigt die Seporitvariante 17 Tage und Trenolin bleibt bei einem Restzucker von 15 g/l hängen.

Da Trenolin in beiden Fällen bei weitem die geringsten Resttrub im Most besaß, liegt die Vermutung nahe zu sagen, dass der Klärgrad auf die Gärleistung Einfluss hat. Dies wird wohl unumstritten sein. Die Ergebnisse der obengenannten Versuche zeigen jedoch auch, dass es bei einer guten Vorklärung nicht unbedingt zu Gärstörungen kommen muss. Hier sind noch weitere detailliertere Betrachtungen notwendig, zumal ja auch die Seporitvariante in beiden Fällen einen relativ hohen Resttrub im Vergleich zu den anderen Vergleichsvarianten hatte.

#### 4.4.6 Filtrierbarkeit der Weine

In Abbildung 43 ist die Filtrationsleistung des 1999er Müller-Thurgaus veranschaulicht. Zur Ermittlung wurde in diesem Fall eine 0,6µm bei einem Filtrationsdruck von 2 bar verwendet, so dass generell bei diesem Wein von einer guten Filtrierbarkeit gesprochen werden kann.

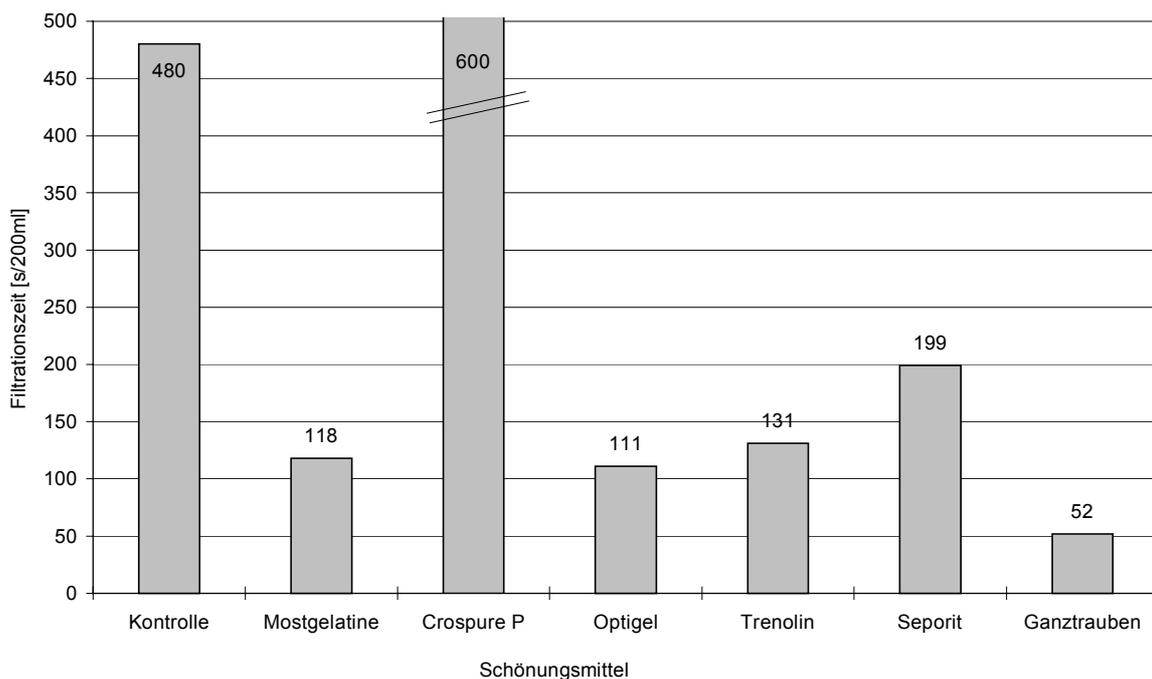


Abb. 43: Filtrationsleistung eines 1999er Müller-Thurgau-Mostes nach Behandlung mit unterschiedlichen Schönungsmitteln (Druck 2 bar; 0,6 µm Membran)

Doch zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten, wobei bis auf Cropsure P (600 s/200 ml) bei allen Varianten eine Verbesserung der Filterleistung im Vergleich zur Kontrolle (480 s/200 ml) festzustellen war. So lassen sich die Varianten Mostgelatine (118s/200ml), Optigel (111 s/200ml), Trenolin (131 s/200 ml) und Seporit (199 s/200 ml) besser filtrieren. Aber weist sich wieder, dass Variante Ganztraubenpressung ohne jegliche Behandlung die besten Werte aufweist.

Beim 1999er Riesling musste aufgrund der schlechten Filtrierbarkeit (8 µm Membran bei 2 bar) von der Art der Ermittlung der Filtrierleistung abgewichen werden. Hier wurde das gemessene Volumen in der Zeit 600 s ermittelt.

Wie Abbildung 44 zeigt kann auch bei dem 1999er Riesling von einer Verbesserung der Filtrierleistung bei allen Varianten gesprochen werden. So werden in den 600s bei Mostgelatine 140ml und bei Optigel 150ml filtriert. Im Gegensatz zum 1999er Müller-Thurgau lässt sich beim Riesling die Cropsure P Variante mit 190ml relativ gut filtrieren, nur die Seporitvariante ist mit 195ml günstiger.

Doch bei einer Betrachtung beider vorgestellter Ergebnisse kann auch hier wiederum festgestellt werden, dass eine konkrete Aussage über die Effektivität eines Schönungsmittels nicht möglich ist.

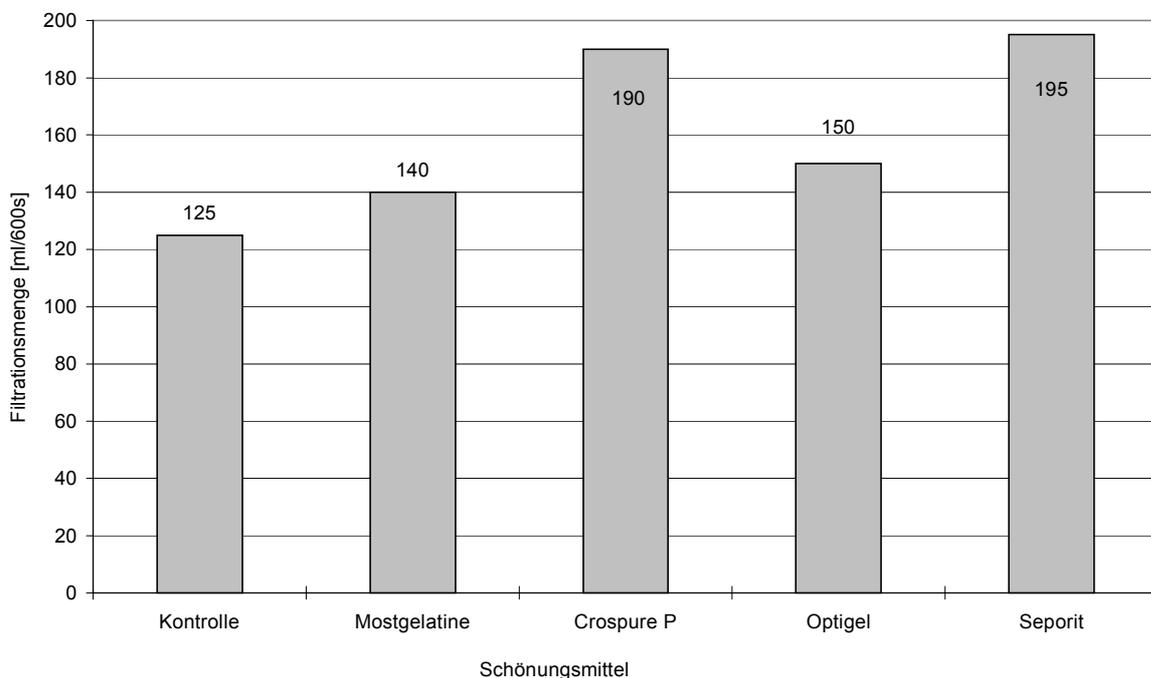


Abb. 44: Filtrationsleistung eines 1999er Müller-Thurgau-Mostes nach Behandlung mit unterschiedlichen Schönungsmitteln (Druck 2 bar; 8 µm Membran)

### 4.4.7 Sensorik

Die sensorischen Verkostungen der beiden Versuchsanstellungen wurde im Falle der Schönungsmittel nach dem DLG-5-Punkt-Schema vorgenommen

Tab. 31: Ergebnis der Bewertung nach dem DLG-5-Punkt-Schema des 1999er Müller-Thurgaus, Probedatum 11.02.2000; n=16

	Kontrolle	Mostgelatine	Crospure P	Optigel	Trenolin	Seporit
Geruch	2,8	2,8	3	3,1	3,3	2,3
Geschmack	2,8	2,7	2,8	2,7	3,4	2,6
Harmonie	2,9	2,6	2,8	2,7	3,5	2,5
<b>Qualitätszahl</b>	<b>2,8</b>	<b>2,7</b>	<b>2,9</b>	<b>2,8</b>	<b>3,4</b>	<b>2,5</b>
QZ-Max	4,0	3,8	4,3	3,8	4,3	3,5
QZ-Min	1,7	1,5	1,8	1,7	2,2	1,5
QZ-Standard	0,8	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6

Tabelle 31 zeigt die Ergebnisse des 1999er Müller-Thurgaus. Es wird deutlich, dass die Variante Trenolin mit einer Qualitätszahl von 3,4 von dem Prüferpanel am besten beurteilt wird. Inwieweit der etwas höhere Restzucker von 6,6 g/l die Probe beeinflusst hat, bleibt offen. Mostgelatine (QZ=2,7), Crospure P (QZ=2,9) und Optigel (QZ=2,8) werden ähnlich der ungeschönte Variante (QZ=2,7) bewertet. Lediglich die Variante Seporit mit einer Qualitätszahl von 2,5 schneidet geringfügig schlechter ab.

Tab. 32: Ergebnis der Bewertung nach dem DLG-Punkt-Schema des 1999er Rieslings; Probedatum 11.02.2000; n=16

	Kontrolle	Mostgelatine	Crospure P	Optigel	Seporit
Geruch	3,3	3,4	3,2	3,5	3,2
Geschmack	3,3	3,4	3,4	3,3	3,0
Harmonie	3,2	3,4	3,2	3,4	2,8
<b>Qualitätszahl</b>	<b>3,3</b>	<b>3,4</b>	<b>3,3</b>	<b>3,4</b>	<b>3,0</b>
QZ-Max	4,2	4,5	4,8	4,8	4,3
QZ-Min	1,7	1,8	2,5	2,2	1,5
QZ-Standard	0,7	0,8	0,6	0,7	0,8

Wird der 1999er Riesling betrachtet, so spiegelt sich das gleiche Bild wider wie beim 1999er Müller-Thurgau. Die Varianten Mostgelatine (QZ=3,4), Crospure P (QZ=3,3) und Optigel (QZ=3,4) werden von der Prüfergruppe gleich mit der ungeschönten Kontrolle (3,3) bewertet. Auch hier wird die Seporitvariante mit der Qualitätszahl 3,0 geringfügig schlechter eingestuft. Die Trenolinvariante wurde beim 1999er Riesling aufgrund des hohen Restzuckers nicht mit in die Probe einbezogen.

Die sensorischen Verkostungen zeigen beide, dass die ungeschönten Kontrollen ähnlich bewertet wurden wie die geschönten Varianten,

#### **4.4.8 Anmerkungen**

Die vorstehenden Ergebnisse wurden mit Mosten aus dem Jahrgang 1999 ermittelt; ein recht unproblematischer Jahrgang hinsichtlich Reife und Fäulnis. Aus diesem Grund können bei problematischen Jahrgängen und harter Traubenverarbeitung diese Schönungen sich als prophylaktische Maßnahme erweisen, vor allem dann, wenn die Weine längere Zeit gelagert werden sollen.

## 5 Zusammenfassung

Die Reduzierung des Trubgehaltes kann als eines der wesentlichsten Ziele einer qualitätsorientierten Traubenverarbeitung angesehen werden. Durch eine schonende Traubenverarbeitung können schon im Vorfeld größere Trubmengen vermieden werden, vor allem Feinsttrubgehalte, die für die Klärfähigkeit des Mostes von Bedeutung sind.

In den zurückliegenden Jahren konnten wir wiederholt nachweisen, dass die Reintönigkeit des späteren Weines linear von der Höhe des Resttrubgehaltes des Mostes vor der Vergärung abhängt. Der Resttrubgehalt sollte  $< 0,8$  besser  $< 0,6$  % gew. betragen.

Nimmt man die Weinqualität als die wesentliche Zielgröße der Kellerwirtschaft, so muss eine umfassende Betrachtung aller Verarbeitungsschritte der Traube hinsichtlich ihres negativen Einflusses auf die Zielgröße erfolgen. Aus diesem Grund haben wir uns mit folgenden Mostvorklärverfahren beschäftigt:

- Sedimentation
- Separation
- Flotation
- Drehfiltereinsatz
- Filterpresseneinsatz

Bei vergleichenden Untersuchungen zeigten erste Ergebnisse, dass durch die Flotation zwar die geforderten Resttrubgehalte erreicht werden, niedrigere Werte wurden jedoch durch die natürliche Sedimentation und durch die Filtration mittels Filterpresse und Drehfilter erzielt.

Um den geforderten Klärgrad bei der Separation zu erreichen, wurde eine starke Abhängigkeit von der Beschaffenheit der Moste und der gefahrenen Effektivleistung des Separators ersichtlich. Da es in allen Versuchsanstellungen bei der Flotation mittels Luft zur stärksten Reduzierung des Gesamtphenolgehaltes kam, ist auch von einer verstärkten Mostoxidation auszugehen. Dieser Effekt wurde bei der Prüfung auf Eignung weiterer Flotationsgase wie Stickstoff, Luft und Sauerstoff beim letztgenannten besonders deutlich herausgearbeitet. Die Notwendigkeit einer zusätzlichen Mostoxidation ist betriebsabhängig zu prüfen. Dabei ist zu beachten, dass bei der Traubenverarbeitung schon ohne zusätzliche Belüftung eine natürliche Mostoxidation stattfindet, die sich als ausreichend erweisen kann.

Bei unseren Untersuchungen zur Weiterverwertung des Süßtrubes konnte festgestellt werden, dass vor allem zur Erzeugung von Spitzenqualitäten eine gesonderte Verarbeitung empfehlenswert ist.

Die Untersuchungen mit verschiedenen Mostbehandlungsmitteln die Sedimentation der Trubstoffe zu beschleunigen bzw. den Klärgrad zu erhöhen, zeigte, dass lediglich mit pektolytischen Enzymen leichte Vorteile bezüglich des Klärgrades herausgearbeitet werden konnten. Bei den meisten eiweißhaltigen bzw. -artigen Behandlungsmitteln konnte keine wesentliche Verbesserung des Vorkläreffektes erzielt werden, wobei das Sedimentationstrubvolumen in vielen Fällen gegenüber der Kontrollvariante erhöht wurde.

Nach unseren Ergebnissen scheint es wichtiger, den Trubgehalt vor der Vergärung abzusenk-  
ken, als ein spezielles Verfahren zu favorisieren. Die Vorklärmaßnahmen können dabei nicht  
pauschal eingesetzt werden, sondern müssen zur Erreichung guter Weinqualitäten an die  
restliche Verarbeitung angepasst werden.

## Literatur

AMTSBLATT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFT (1987): Verordnung (EWG) Nr. 822/87 des Rates über die gemeinsame Marktorganisation für Wein. Nr. L 84.

AMTSBLATT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFT (1988): Verordnung (EWG) Nr. 3105/88 der Kommission vom 7. Oktober 1988 mit Durchführungsbestimmungen für die obligatorischen Destillationen gemäß den Artikeln 35 und 36 der Verordnung (EWG) Nr. 822/87. Nr. L 277.

BAUER, H. und E. HOFFMANN (1971): Kenngrößen und qualitative Untersuchungen der Mosttrub- und Hefegeläufigfiltration mit dem Saugzellen-Drehfilter. Weinberg und Keller, Band 18, S. 535-550.

BEGEROW (1992): DIN Sicherheitsdatenblatt. Begerow, Langenlonsheim, 1992.

BERGENER, K. und H. HALLER (1969): Das Verhalten der freien Aminosäuren von Weißwein im Verlauf der Gärung, bei Ausbau, Lagerung und Umgärung. Mitteilung Klosterneuburg, Heft-Nr. 4, S. 264-288.

BREIER, N. (1999): Flotation im Vergleich. Das Deutsche Weinmagazin, Heft-Nr. 18, S. 12-18)

BUDDECKE, E. (1980): Grundriss der Biochemie. Verlag Walter de Gruyter, Berlin, 1980.

DIETRICH, H. und H. SCHMITT (1991): Neuere Ergebnisse der Kolloidforschung Teil II. Der Deutsche Weinbau, Heft-Nr. 3, S. 94-100.

ERBSLÖH (1995): Oenothek 3.0. Erbslöh, 1995.

FEI (FORSCHUNGSKREIS DER ERNÄHRUNGSINDUSTRIE E.V.) (1996): Filtration von Mostvorklärtrub bei der Weinbereitung. Schlussbericht des Forschungsvorhaben Nr. 9449 B.

GÖSSINGER, M. (1999): Mostvorklärung - Ein wichtiger Schritt zur Qualitätssteigerung. Der Winzer, Heft-Nr. 14, s. 10-14.

HAMATSCHEK, J. (1991A): Schonende Weinbereitung. Der Deutsche Weinbau, Heft-Nr. 11, S. 420-424.

HAMATSCHEK, J. (1991B): Der Aufbau der Traubenbeere - Grundlage für die Weinbereitung. Die Weinwissenschaft, Jahrgang 46, Heft-Nr. 3, S. 58-68.

HAMATSCHEK, J. UND S. HRUSCHKA (1993): Entwässerung von Most- und Weintrub mit verschiedenen marktgängigen Techniken und deren Auswirkung auf die Weinqualität. Abschlussbericht über das ATW-Vorhaben Nr. 54, KTBL, Darmstadt, 1993.

HAMATSCHEK, J., M. HUPPERT, und F. ZÜRN (1993): Objektive Messung de Klärgrades von Wein. Die Weinwissenschaft, Jahrgang 48, Heft-Nr. 1, S. 27-32.

HAMATSCHEK, J. (1997A): 3 Der Traubenmost. IN: JAKOB, L. (HERSG.): Der Wein. Ulmer-Verlag, Stuttgart, 1997, S. 45-69.

HAMATSCHEK, J. (1997B): 7 Technische Ausrüstung. IN: JAKOB, L. (HERSG.): Der Wein. Ulmer-Verlag, Stuttgart, 1997, S. 120-169.

HAMATSCHEK, J., E. BOTT und P. SCHÖTTLER (1992): Separatoren und Dekanter für die qualitätsbewußte Weinbereitung. Technisch-wissenschaftliche Dokumentationsschrift Nr. 17, Westfalia Separator AG, Oelde, 1992.

HAUBS, H. (1969): Die Anwendung des Seitz-Drehfilters (System DORR-OLIVER) in der Kellerwirtschaft. Seitz, Filterwerke, Sonderdruck, Bad Kreuznach 1967.

HEMFORT, H. (1979): Separatoren - Zentrifugieren für Klärung, Trennung, Extraktion. 1. Auflage, Westfalia Separator AG, Oelde, 1979.

- HOLZINGER, R. (1967): Die Mostfiltration mit dem neuen Drehfilter System DORR-OLIVER. Seitz, Filterwerke, Sonderdruck, Bad Kreuznach 1967.
- HRUSCHKA, S. und L. LINKE (1996): Einflussgrößen auf die Weintrubfiltration. Die Weinwissenschaft, Jahrgang 51, Heft-Nr. 1, S. 29-36.
- JAKOB, L. (1962): Bentotest - Eine Schnellmethode zur Ermittlung des Bentonitbedarfes. Weinblatt, Jahrgang 57, S. 805-807.
- KLEINERT, P. (1984): Neuere Entwicklungen bei Flotationsverfahren in der Abwasserreinigung und Schlammtdickung. In: Neuere Verfahrenstechnologie in der Abwasserreinigung, Abwasser- und Gewässerhygiene, S. 369, Ödenbourg-Verlag, München, 1984.
- KOCH, H. (1991): Stichworte: Weintrub, Mengenbegrenzung, Verschnitt, Oenologische Behandlung (Asbest). Weinrechtskommentar. 3. Auflage, Deutscher Fachverlag.
- KÖHLER, H., M. GEßNER, R. MILTENBERGER, K. CURSCHMANN, A. SCHMITT (1999): Trubreduzierung durch Mostvorklärung als Voraussetzung reintoniger Weine. <http://www.lwg.bayern.de/trub.html>.
- LEMPERLE, E. und H. LAY (1989): 5.1.6 Enzyme. IN: WÜRDIG, G. und R. WOLLER (HERSG.): Chemie des Weines. Ulmer-Verlag, Stuttgart, 1989.
- LONCIN, M. (1969): Die Grundlagen der Verfahrenstechnik in der Lebensmittelindustrie. Verlag Sauerländer, Frankfurt am Main, 1969.
- MATHERN, H. (1978): Einfluss der Weintemperatur auf die Durchflussmenge und Filtrationsgeschwindigkeit bei der Filtration mit Filterschichten und Filtermembranen. Diplomarbeit der Fachhochschule Wiesbaden, Studienort Geisenheim
- MAUL, D. (1987): Moderne Technik und Trubanfall. Der Deutsche Weinbau, Heft-Nr. 23, S. 987-997.
- MILLIES, K. (1994): Sedimente in der Kellerwirtschaft - Zusammensetzung und Verwertungsmöglichkeiten. 45. Betriebsleitertagung Forschungsanstalt Geisenheim.
- MÜLLER-SPÄTH, H. (1976): Aktuelle Betrachtungen zur Saffiltration und Trubverarbeitung. Sonderdruck aus Flüssiges Obst, Heft-Nr. 1, S. 7-8.
- PRIOR, B. (1997): Einfluss der Stickstoffversorgung auf die löslichen Aminosäuren in den Organen von *Vitis vinifera* und auf die Qualität des Mostes und des Weines.
- RENNER, M. (1999): Qualitätsbeeinflussung durch verschiedene Trauben- und Maischetransportsysteme. Diplomarbeit der Fachhochschule Wiesbaden, Studienort Geisenheim.
- RITTER, G., H. DIETRICH und J. SECKLER (1996A): Vermeidung negativer Alterungserscheinungen - Der Einfluss der Mostoxidation auf die phenolischen Verbindungen und die Qualität des Weines - Teil 1. Getränkeindustrie, Heft-Nr. 3, S. 172-176.
- RITTER, G., H. DIETRICH und J. SECKLER (1996B): Vermeidung negativer Alterungserscheinungen - Der Einfluss der Mostoxidation auf die phenolischen Verbindungen und die Qualität des Weines - Teil 2. Getränkeindustrie, Heft-Nr. 5, S. 326-335.
- SCHALLER, K (1988): Praktikum zur Bodenkunde und Pflanzenernährung. Geisenheimer Bericht Band 2, S. 133-136.
- SCHMITT, A. (1983): Aktuelle Weinanalytik. Verlag Heller Chemie- und Verwaltungsgesellschaft, Schwäbisch Hall.
- SCHNEIDER, V. (1997): Önologisches Stichwort - Mostvorklärung. Deutsche Winzer-Zeitung, Heft-Nr. 10, S. 23.
- SCHNEIDER, V. (1999): Trockene Weine - Förderung der Endvergärung. Deutsche Winzer-Zeitung, Heft-Nr. 9, S. 22-25.

SCHNEIDER, V. und P. CHAPRON (1992): Mostvorklärung durch Flotation. Weinwirtschaft Technik, Heft-Nr. 2, S. 17-19.

SCHRÖDER, W., K. LAUTENSCHLÄGER und H. BIBRACK (1985): Chemie - Fakten und Gesetze. 13. Auflage, Buch- und Zeit-Verlagsgesellschaft, Köln.

SECKLER, J. (1997A): Ganztraubenpressung. ATW-Abschlussbericht-Nr. 88, KTBL, Darmstadt, 1997.

SECKLER, J. (1997B): Steigerung der Weinqualität durch schonende Traubenverarbeitung. IN GROßMANN, M. und T. HÜHN (HERSG.): Geisenheimer Forum, Praktische Anbau-, Ausbau- und Vermarktungsstrategien auf dem Prüfstand. Forschungsanstalt Geisenheim, 1997.

SECKLER, J. (1997C): Vorklärung der Moste unter besonderer Berücksichtigung der Flotation. IN GROßMANN, M. und T. HÜHN (HERSG.): Geisenheimer Forum, Praktische Anbau-, Ausbau- und Vermarktungsstrategien auf dem Prüfstand. Forschungsanstalt Geisenheim, 1997.

SECKLER, J., T. SCHÄFER und M. FREUND (1997): Mostbehandlung - Vorklärung durch Flotation. Das Deutsche Weinmagazin, Heft-Nr. 21, S. 30-37.

TANNER, H. und R. BRUNNDER (1987): Getränke-Analytik. 2. Auflage, Verlag Heller Chemie- und Verwaltungsgesellschaft, Schwäbisch Hall.

TROOST, G. (1988): Handbuch der Getränketechnologie -Technologie des Weines. 6. Auflage, Ulmer-Verlag, Stuttgart, 1988.

TSCHUSCHNER, H. (HRSG.) (1996): Grundzüge der Lebensmitteltechnik. Behr's-Verlag, Hamburg, 1996.

WAIDELICH, G. (1999): Die Ermittlung der hydromechanischen Fließeigenschaften von Weinmaische zur Modellbildung für die Dimensionierung von Maischerohrleitungssystemen mit der Finite Elemente Methode. Diplomarbeit der Fachhochschule Reutlingen, Fachbereich MA.

WALTER, F. (1991): Qualitätsbeeinflussung von Wein bei der Trubaufbereitung mittels Vakuumdrehfilter. Diplomarbeit der Fachhochschule Wiesbaden, Studienort Geisenheim.

WILL, F., B. STEINBERG und M. WEBER (1996): Fungizidrückstände nach der Weinbereitung? Das Deutsche Weinmagazin, Heft-Nr. 21, S. 28-31.

WUCHERPFENNIG, K. und H. DIETRICH (1989): Die Bedeutung der Kolloide für die Klärung von Most und Wein, Die Weinwissenschaft, Jahrgang 44, Heft-Nr. 1, S. 1-12.