

# Vergleich zwischen Zeolith und Bentonitarten in Bezug auf deren Effektivität thermolabiles Eiweiß aus Weißweinen zu entfernen



## **Impressum**

Medieninhaber und Herausgeber:

HBLA und Bundesamt Klosterneuburg

Wein- und Obstbau

Wiener Straße 74, 3400 Klosterneuburg

[weinobstklosterneuburg.at](http://weinobstklosterneuburg.at)

Verfasser: DI Michael Winkler BSc

Mitwirkender Autor: Maximilian Puhwein

Mitwirkende Partner: Lithos Natural GmbH, insbesondere Christian Griesmaier,  
Abteilung Chemie, insbesondere Veronika Schober, Christian Bader, Susanne Schneider,  
Abteilung Kellerwirtschaft, insbesondere Michael Schneider

Klosterneuburg, 2023. Stand: 12. Jänner 2023

### **Copyright und Haftung:**

Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet, alle sonstigen Rechte sind ohne schriftliche Zustimmung des Medieninhabers unzulässig.

Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung der HBLA und des Bundesamtes Klosterneuburg und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Rechtausführungen stellen die unverbindliche Meinung der Autorin/des Autors dar und können der Rechtsprechung der unabhängigen Gerichte keinesfalls vorgreifen.

# Inhalt

<b>1 Einleitung</b> .....	<b>5</b>
<b>2 Literatur</b> .....	<b>6</b>
2.1 Bentonit .....	6
2.2 Unterschiedliche Bentonitarten .....	6
2.2.1 Natriumbentonit.....	6
2.2.2 Calciumbentonit.....	7
2.2.3 Mischbentonit.....	7
2.2.4 Mostbentonit .....	7
2.2.5 Gärbentonit.....	8
2.3 Einsatzzeitpunkte des Bentonits.....	8
2.3.1 Durchführung im Most .....	8
2.3.2 Durchführung in der Gärung.....	8
2.3.3 Durchführung im Wein .....	9
2.4 Beeinflussende Faktoren bezüglich des Bentonitbedarfs .....	9
2.5 Vorquellen.....	11
2.6 Zeolith .....	12
<b>3 Problemstellung</b> .....	<b>14</b>
<b>4 Material und Methoden</b> .....	<b>15</b>
4.1 Versuchsplan für Most und Wein des Lesejahres 2020 .....	15
4.1.1 Material.....	16
4.1.2 Methode .....	23
4.1.3 Bestimmung des Bentonitbedarfs .....	27
4.2 Versuchsplan für Wein des Lesejahres 2021 .....	28
<b>5 Ergebnisse</b> .....	<b>34</b>
5.1 Ergebnisse des Versuches von Most und Wein des Lesejahres 2020 .....	34
5.1.1 Bentonitbedarf.....	34
5.1.2 Metallgehalte.....	36
5.1.3 Analysewerte der Weine .....	41
5.2 Ergebnisse des Versuches Wein des Lesejahres 2021.....	44
5.2.1 Bentonitbedarf.....	44
5.2.2 Metallgehalte.....	44
<b>6 Diskussion</b> .....	<b>46</b>
<b>7 Zusammenfassung</b> .....	<b>51</b>

<b>8 Summary.....</b>	<b>52</b>
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>53</b>

# 1 Einleitung

Die Eiweißstabilisierung von Wein mittels Anwendung von Bentonit ist ein Standardverfahren in der Weißweinbereitung. Der Grund für die notwendige Eiweißstabilisierung ist das Vorhandensein von Proteinen in Wein und die auftretende Denaturierung eben jenes bei Wärmeeinwirkung mit einer folgenden Trübung oder Schleierbildung (Hamatscheck, 2015). Die Proteine stammen großteils aus der Traube. Die Menge an gelösten Proteinen variiert und ist abhängig von vielen Faktoren wie der Rebsorte, der Reifegrad, Traubengesundheit, Weinfraction (in Presswein finden sich höhere Gehalte an Proteinen) und pH-Wert. Die Trübungen bestehen neben den Proteinen oftmals auch aus höhermolekularen Phenolen und Metallen (Hamatschek, 2015). Die ersten Trübungen können schon bei niedrigen Temperaturen von 17° bis 20° C entstehen. Problematisch werden Eiweißtrübungen bei abgefüllten Wein. Durch schwankende Temperaturen vor allem während des Transports oder der Lagerung der Weine (bspw. im Wohnbereich) erreicht der Wein häufig hohe Temperaturen, bei denen thermolabile Eiweiße ausfallen können. Dabei ist die Wärmesumme ausschlaggebend. Um das vorhandene thermolabile Eiweiß im Wein zu entfernen, werden am häufigsten in der kellerwirtschaftlichen Praxis unterschiedliche Bentonitpräparate angewendet. Zum aktuellen Zeitpunkt ist als Alternativverfahren die Anwendung von Proteasen noch in der Erprobung. Verfahren wie die Ultrafiltration oder die Wärmebehandlung haben sich nicht durchgesetzt. Bentonite basierend auf Tonerden haben sich in der Eiweißstabilisierung durchgesetzt, da sie keinen zu großen sensorischen Einfluss auf den Wein haben. Lithos Neutral GmbH bietet mit den Produkten Lithoplant BM und TM eine alternative Tonerde an die auf dem Gestein Aluminiumsilikat besteht. Dieses Zeolith genannte Präparat wurde in Hinblick auf die stabilisierende Wirkung des thermolabilen Eiweißes im Rahmen dieser Projektarbeit untersucht. In zwei aufeinander folgenden Jahren (Lese 2020 und Lese 2021) wurden Versuche an der Höheren Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau in der Abteilung Kellerwirtschaft in Zusammenarbeit mit der Abteilung Chemie durchgeführt.

# 2 Literatur

## 2.1 Bentonit

Bentonit ist ein Tonmineral welches nach dem Fundort Fort Benton in den USA benannt ist. Ausgangsmaterial für das Bentonit sind Verwitterungsprodukte aus vulkanischen Aschen und Tuffen (E Schnauer et al., 1999). Vor allem ist das Bentonit ein Gemisch aus verschiedensten Mineralien wie Montmorillonit, Glimmer, Feldspat, Quarz und Kalk. Die plättchenförmige Schichtstruktur besteht aus je 2 Schichten Siliziumoxid in welche das Aluminiumhydroxysilikat eingebettet ist. Die Ionen Kalium, Natrium und Calcium halten die Schichten locker zusammen (Waiblinger, 1999). Bentonit kann in der Weinbereitung als Schönungsmittel verwendet werden und muss technisch rein und lufttrocken einen Feuchtigkeitsgehalt zwischen 5 und 15 % aufweisen (Weinverordnung, 1992). Die Höchstmengen bei der Anwendung betragen für Prädikatsweine 500 g/hL und 400 g/hL für alle sonstigen Weine.

## 2.2 Unterschiedliche Bentonitarten

In der Praxis gibt es verschiedene Bentonitarten.

### 2.2.1 Natriumbentonit

Durch die Änderung des Weingesetzes ist seit 2009 in Österreich auch erlaubt, Natriumbentonit zur Stabilisierung des Eiweißes einzusetzen. Früher war die Anwendung untersagt, da man von einer unerlaubten Natriumanreicherung ausging (Görtges et al., 2008). Natrium ist ein einwertiges Kation, welches zwischen den Lamellen des Bentonits vermehrt vorkommt. Da es nur einwertig ist, gibt es kaum eine Verbindung zwischen den Lamellen. Das bedeutet, dass Natriumbentonit hoch quellfähig ist und es kann mit der gesamten inneren Oberfläche das vorhandene Eiweiß adsorbieren. Generell kann davon ausgegangen werden, dass Natriumbentonite im Vergleich zu Calciumbentoniten eine bessere Wirkung auch unter schwierigen Umständen besitzen. Jedoch ist das verbleibende Trubvolumen viel größer und damit ist auch der Most beziehungsweise Weinverlust um einiges größer. Somit ist auch eine etwas größere Verwässerung des Produktes die Folge (Langwalter, 2004). Da sich das Natriumbentonit schlecht absetzt und sich kaum vom restlichen Wein beziehungsweise

Most abtrennen lassen, entsteht sehr viel Trub. Dabei können auch schnell Probleme bei der Filtration auftreten, da das Bentonit die Filterschichten sehr schnell verschleißt. Natriumbentonit kann auch die Menge an biogenen Aminen, bspw. Histamin in Wein reduzieren (Herr, 2013).

### **2.2.2 Calciumbentonit**

Calcium ist ein zweiwertiges Kation, welches die Lamellen des Bentonits sehr stark zusammenhält. Dadurch ist es niederquellfähig und lässt sich schwer vorquellen. Im Vergleich zu Natriumbentonit zeigt sich jedoch eine geringere Fähigkeit zur Eiweißadsorption. Es setzt sich jedoch besser und leichter ab und bildet dadurch ein geringeres Trubvolumen (Görtges et al., 2008). Daher wird das Calciumbentonit gerne im Most zur Sedimentation eingesetzt, da es eine positive Wirkung auf das Absetzverhalten aller Trubpartikel hat und dabei ein sehr kompakter Trub entsteht. Durch den Calciumeintrag in den Wein soll es eine leicht entsäuernde Wirkung haben, was in heißen Jahrgängen mit generell niedrigen Säurewerten nachteilig sein kann (Langwalter, 2004).

### **2.2.3 Mischbentonit**

Aufgrund der Vor- und Nachteile der verschiedenen Bentonitarten, werden in der Praxis vor allem Mischbentonite angewandt (Görtges et al., 2008). Dabei werden die Vorteile der starken Adsorptionsfähigkeit und die gute Quellfähigkeit des Natriumbentonits mit dem starken Absetzverhalten des Calciumbentonits kombiniert. Mischbentonite weisen somit eine mittlere Quellfähigkeit auf und haben ein gutes und rasches Absetzverhalten. Auch die Eiweißstabilisierung ist zufriedenstellend. Bei der Produktion eines Mischbentonits wird ein Teil der Calciumionen durch einwertige Natriumionen ersetzt (Langwalter, 2004).

### **2.2.4 Mostbentonit**

Um in der Lesezeit zu sparen, entwickelten einige Firmen spezielle Mostbentonite. Diese besitzen den Vorteil, dass sie nicht unbedingt vorquellen müssen und gleich in den Most eingerührt werden können. Neben der Eiweißstabilisierung fördert es auch die Entfernung von gärhemmenden Mostinhaltsstoffen. Vor allem ist es schnell reaktiv, hat eine kurze Absetzzeit im Most, ist eisenarm und hilft bei der Entschleimung der Moste (Erbslöh, 2020b)

### **2.2.5 Gärbentonit**

Spezialprodukte wie FermoBent® PORE-TEC sind Bentonite, die während der Gärung im Most verbleiben und nach Abschluss der Gärung mit dem Hefetrub vom restlichen Wein abgetrennt werden. Diese Gärbentonite sind sehr locker granuliert, eisenarme Bentonite, die vor der Gärung in den Most gemengt werden (Erbslöh, 2020a).

## **2.3 Einsatzzeitpunkte des Bentonits**

Die Anwendung von Bentonit zur Eiweißstabilisierung kann zu drei verschiedenen Zeitpunkten erfolgen.

### **2.3.1 Durchführung im Most**

Da die meisten Proteine von der Traube kommen und daher schon im Most vorhanden sind, ist ein Bentoniteinsatz zu diesem frühen Zeitpunkt sinnvoll. Durch die mögliche Adsorption von aromatischen Verbindungen durch Bentonit wäre ein Einsatz im Most zu bevorzugen, da durch die anschließende Gärung weitere Aromen gebildet werden, die, falls der Wein bei Anwendung im Most komplett stabilisiert wäre, in diesem Fall nicht mehr entfernt würden. Zusätzlich wirkt sich der Bentoniteinsatz positiv auf die Polyphenoloxidasen und auf gärungshemmende Pflanzenschutzmittelrückstände aus. Es kann jedoch nicht davon ausgegangen werden, dass der Einsatz im Most immer zu einem stabilisierten Produkt führt. Möglicherweise verschiebt sich durch die alkoholische Gärung der isoelektrischen Punkte und Proteine können wieder ausflocken. Durch eine zu starke Entschleimung mittels Bentonit kann es auch zu Gärstockungen kommen. In Hinblick auf den Hefenährstoff kann Bentonit wichtige Vitamine und Stickstoffe adsorbieren (Würdig, 1989).

### **2.3.2 Durchführung in der Gärung**

Einige Betriebe in der Praxis setzen Bentonit nicht nur zur Eiweißstabilisation ein, sondern auch zur Gärführung bei „zu“ stark geklärten Mosten. Dabei kann sich die Hefe am Bentonit festhalten und wird durch die CO<sub>2</sub> Produktion während der Gärung im Tank verteilt. Ebenso empfiehlt es sich Bentonit während der Gärung einzusetzen, wenn die Moste sehr spät und kalt eingelagert werden. Allerdings muss bei einem Bentoniteinsatz während der Gärung darauf geachtet werden, dass genügend Kühlleistung gegeben ist, um die entstehende Abwärme während der Gärung abzutransportieren. Dadurch könne es zu einer stürmischen



Gärung kommen mit negativen Folgen auf die Weinaromatik. Bei der zeitsparenden Methode des Mitgärens kommt es zu einer längeren Kontaktzeit des Bentonits mit dem Most und zu einer langen Durchmischung. Daher zeigt sich, dass eine geringerer Bentonitmenge nötig ist. Allerdings kann es, bei einer zu hohen Konzentration des Bentonits, zu einer Gärstockung kommen, da es sich wiederum negativ auf die Gäraktivität der Hefe auswirkt. Was aber der größte Nachteil der Methode des Mitvergären ist, dass es bei einigen Bentoniten zu einem hohen Ausscheiden an Eisen kommen kann mit der Folge einer gegebenenfalls notwendigen Blauschönung (Breier, 2010).

### **2.3.3 Durchführung im Wein**

Der häufigste gewählte Einsatzzeitpunkt der Bentonitschönung ist jene im Wein. Zu diesem Zeitpunkt ist der Wein schon am stabilsten und es kommt kaum zu einer Veränderung der Inhaltsstoffe. Allerdings muss man bei einer pH-Wert Änderung vor allem durch Entsäuern aufpassen, da dabei das Eiweiß wieder instabil werden könnte. Die Aufwandsmenge kann in einem blanken Wein leicht und sicher ermittelt werden. Die eingesetzten Tests liefern nur im fertigen Wein sichere und zuverlässige Daten (Eder et al., 2007), (Oenologischer Hinweis, 2018).

## **2.4 Beeinflussende Faktoren bezüglich des Bentonitbedarfs**

Verschiedenste Faktoren beeinflussen den Bentonitbedarf im Wein. Das meiste thermolabile Eiweiß kommt aber von der Traube und wird daher hauptsächlich durch Faktoren im Weingarten beeinflusst.

Ein wichtiger Faktor ist der Unterschied der Rebsorten. Grüner Veltliner ist eine der eiweißreichsten Sorten. Dabei kann es oft dazu kommen, dass die Höchstmenge an Bentonit benötigt wird. Rebsorten wie Müller-Thurgau und Riesling und Sorten der Burgunderfamilie haben nur einen geringen Schönungsbedarf. Aber es besteht ebenso ein Unterschied zwischen Rot- und Weißweinrebsorten. In der Praxis wird Bentonit kaum beim Rotwein eingesetzt, da dieser durch die höhere Gärtemperatur und durch die längere Lagerung schon ohne Behandlungsmittel sehr stabil ist (Eschnauer et al., 1999).

Der pH-Wert hat ebenso einen wichtigen Einfluss auf die Wirksamkeit von Bentoniten, vor allem bei erhöhtem pH-Wert über 3,5. Wenn ein zu schönendes Produkt einen niedrigen

pH-Wert vorweist, ist der Wasserstoffüberschuss größer und somit auch die positiv geladenen Eiweißmoleküle. Da das Bentonit negativ geladen ist, bindet es nun leichter am Eiweiß (Abbildung 1). Die Wirksamkeit beruht also auf der elektrischen Anziehung aber auch aufgrund der Van-der-Waalschen Kräfte (Eder et al., 2017).

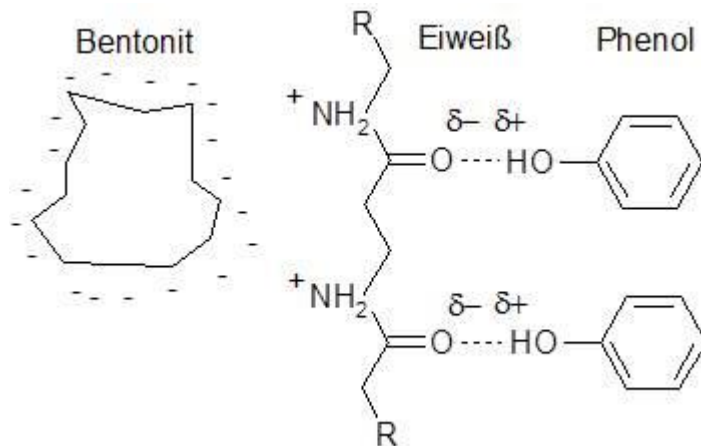


Abbildung 1: Wirkung von Bentonit im Hinblick auf Eiweiß

Für die Adsorption vom thermolabilen Eiweiß ist vor allem der isoelektrische Punkt verantwortlich. Der isoelektrische Punkt liegt meist zwischen 4 bis 9 und der pH-Wert unter 3,5. Je größer der Unterschied dieses Punktes und des pH-Werts ist, desto leichter lassen sich die Proteine entfernen. Dabei spielt die Konzentration der H<sup>+</sup> und OH<sup>-</sup> und die Struktur und Größe des Eiweißes eine wichtige Rolle. Daher kann es zu Problemen bei der Bentonitschönung kommen, wenn der Säuregehalt im Wein niedrig ist und der pH-Wert dadurch höher ist (Sommer, 2013).

Die Witterung spielt ebenso einen wichtigen Einfluss auf die Schönungsmenge. Jede Stresssituation der Pflanze im Weingarten bedeutet, dass Abwehrstoffe produziert. In Summe wurde herausgefunden, dass Wetteranomalien ausschlaggebend auf den Eiweißgehalt und somit auf den Bentonitbedarf sind. Dies ist verbunden mit Sonnenscheinintensität, Temperatur, Niederschlag und Wasserbilanz. Je mehr Wetterextreme es in einem Jahr gibt, desto mehr Eiweiß ist vorhanden. Daher kann man nicht grundsätzlich davon ausgehen, dass in einem trockenen und heißen Jahr mehr Bentonit benötigt wird als in feuchten und kühlen Jahren. Auch der Gesundheitszustand, Reife und Erntezeitpunkt haben einen Einfluss (Sommer, 2011).

## 2.5 Vorquellen

Um die volle Wirksamkeit des Bentonits ausnutzen zu können muss es vor Anwendung vorquellen werden. Dabei ist vor allem ein warmes Wasser mit einer geringen Wasserhärte von Vorteil. Denn dabei können sich die Kationen besser im Wasser lösen und es quillt leichter auf. Wenn dies nicht gemacht wird, benötigt man eine höhere Aufwandmenge, man hat einen erhöhten Weinverlust und es kommt zu einer schlechten Adsorption von Eiweiß. Das Bentonit soll in der zehnfachen Wassermenge beziehungsweise Zitronensäurelösung vorquellen. Die Zitronensäurelösung hat durch den niedrigeren pH-Wert den Vorteil, dass danach das Bentonit besser wirkt und sich die Schwermetalle leichter rauslösen. Nach dem Vorquellen wird das überschüssige Wasser abgegossen und das Bentonit mit Most/Wein homogenisiert. Beim Vorquellen sollte auch getestet werden, ob das Bentonit rein von Geruchs- und Geschmackstoffen ist (Steidl, 2017). Da Bentonit in der Regel stark Gerüche adsorbiert, ist die sensorische Überprüfung des Wassers empfohlen.



## 2.6 Zeolith

Eine zu alternative Methode zur Eiweißschönung mit Bentonit ist der Einsatz von Zeolith. Laut Hersteller soll die Zeolithschönung zahlreiche Vorteile im Gegensatz zum Bentonit aufweisen. Der Hauptanwendungsgebiete des Zeoliths liegen nicht in der Getränketechnologie, sondern in der Industrie vor allem als Füllstoffe, Geruchsbinder, Molekularsieb und Filtermedium (Lithos Natural, 2020). Zeolith soll in der Anwendung bei Wein im Vergleich zu Bentonit zu weniger Weinverlust während der Schönung führen. Außerdem soll es durch die Abnahme von Kalium die Weinsteinstabilisierung verbessern. Im Vergleich zu Bentonit soll es auch zu einem geringeren Aromaverlust beim Einsatz des Zeoliths kommen. Zeolithe sind kristalline, hydratisierte Aluminiumsilikate von Natrium und Kalzium und in geringerem Maße Barium, Strontium, Kalium, Magnesium und Mangan. Charakteristisch für das Zeolith ist das Vorhandensein von sogenanntem zeolithischen Wasser. Dies kann durch Erhitzen aus der Struktur gelöst werden und hinterlässt die offene Skelletstruktur des Kristalles. Aktuell wird daran geforscht, die Wirkung des Zeoliths zu verbessern. Wegen der überschüssigen negativen Ladungen auf der Oberfläche von Zeolithen sollen sie ausgezeichnet geeignet für die Entfernung von Proteinen aus dem Wein sein (Mercurio, 2010). Zeolith zeigt einen möglichen Adsorptionsmechanismus auf die Trübungsbildung von Proteinen und die Wirkweise entspricht somit jener von Bentonit. Die natürliche Zeolith Struktur hat eine negative Nettoladung, die das Einfangen von positiven Ionen wie Kalium, Calcium, Magnesium und Natrium erleichtert. Diese freien Ionen, welche in den Poren vorhanden sind, können mit anderen positiv geladenen Teilchen ausgetauscht werden. Die Wirkung wird beeinflusst durch die Porengröße des Zeoliths und wie gut es vorher vorgequollen wird. Bei der Anwendung kann es zu einer Abnahme an Kalium kommen und eine Zunahme von Calcium, Natrium und Eisen. Zusätzlich kann es auch noch zu einer Veränderung des Säuregehalts und Phenolgehalts kommen. Durch die große innere Oberfläche von bis ca.  $400 \text{ m}^2/\text{g}$ , welche durch die spezielle Gitterstruktur der Aluminiumsilikate entsteht, soll es sehr viele Stoffe aufnehmen und vor allem Wasser darin speichern können (Lithos Natural, 2020).

Aufgrund der angegebenen Abnahme von Kalium von 10 bis 30 % hat Zeolith auch einen Einfluss auf den pH-Wert und dadurch auch auf die Weinsteinbildung. Außerdem soll es auch bis zu 60 % der Essigsäure adsorbieren können. Jedoch konnte keine Abnahme von Aromen und Gerbstoffen festgestellt werden, welche die Weinqualität beeinflussen würde

(Mierczynska-Vasiley et al., 2019). Außerdem findet bei der Adsorption von Eiweiß kein Austausch von Ionen statt, sondern das Eiweiß wird nur in der Gitterstruktur des Zeoliths eingeschlossen (Lithos Natural, 2020).

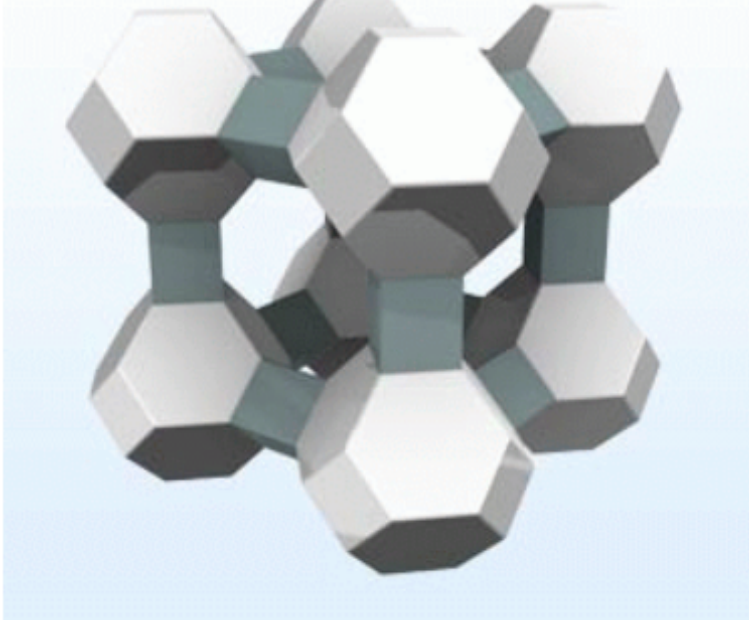


Abbildung 3: Struktur von Zeolith (Lithos Natural, 2020)

# 3 Problemstellung

Um die Wirkung von Zeolith als Schönungsmittel zur Eiweißstabilisierung zu testen, werden zwei Zeolithpräparate mit unterschiedlicher Körnungsgröße mit verschiedenen Bentonitarten verglichen. Zusätzlich wird darauf geachtet, wie sich unterschiedliche Einsatzzeitpunkte der Bentonite und der Zeolithe auswirken.

Die primäre Forschungsfrage lautet, ob Zeolith als Eiweißstabilisierungsmittel wirkt. Außerdem, welchen Einfluss der Einsatzzeitpunkt der Schönungen auf die Eiweißstabilisierung in den Weinen hat. Eine zusätzliche Forschungsfrage ist, wie Zeolith im Vergleich zu handelsüblichen Bentoniten abschneidet.

Um die Forschungsfragen beantworten zu können wurde Most und Wein aus dem Lesejahr 2020 mit Zeolithpräparaten und weiteren Bentonitpräparaten geschönt, analysiert, gegebenenfalls neu geschönt und entsprechend verglichen. Weiters wurde Wein aus dem Lesejahr 2021 geschönt und analysiert, hier wurde jedoch nur mit Zeolithpräparaten gearbeitet<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Aufgrund der Ergebnisse mit den Varianten aus dem Lesejahr 2020 wurden die angewandten Zeolithpräparate für die Varianten aus dem Lesejahr 2021 verändert. Mehr dazu im Kapitel zur Beschreibung des Versuchs 2021.

# 4 Material und Methoden

## 4.1 Versuchsplan für Most und Wein des Lesejahres 2020

Aus dem Versuchsplan in Abbildung 4 geht hervor, wie der Versuch während der Lese 2020 aufgeteilt wurde. Es gab anfangs zwei unterschiedliche Einsatzzeitpunkte. Einerseits der Einsatz im Most (bezeichnet als M) und der Einsatz im fertig vergorenen Wein (bezeichnet als W)<sup>2</sup>. Für jeden Einsatzzeitpunkt gab es sechs Varianten und jede Variante wurde dreimal durchgeführt (dreifache Wiederholung).

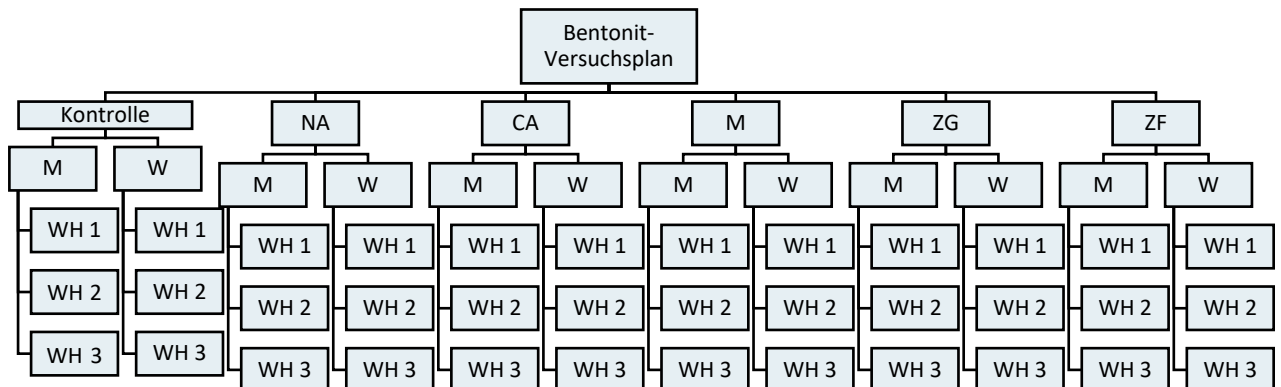


Abbildung 4: Versuchsplan 2020

In Tabelle 1 sind die unterschiedlichen Bezeichnungen des Versuchsplans beschrieben. Zur Erklärung: Die ersten ein oder zwei Buchstaben beziehen sich auf das Präparat, der dritte

---

<sup>2</sup> Aufgrund einer vom Präparat abhängigen, nicht vollständig wirkenden, Eiweißschönung, mussten Varianten der Einsatzzeitpunkte Most und Wein später nochmals geschönt werden. Bei den Bezeichnungen wurden zwecks der Nachvollziehbarkeit die Begriffe der Einsatzzeitpunkte „Most“ und „Wein“ nicht weiter verändert, obwohl die nachfolgenden Schönungen auch bei den Varianten Einsatzzeitpunkt im Most im Stadium Wein erfolgten. Im Text wird jeweils darauf hingewiesen.

(bzw. im Falle von Mischbentonit der zweite) Buchstabe bezeichnet den Einsatzzeitpunkt (Most oder Wein). WH steht für die Wiederholung.

Tabelle 1: Bezeichnungen der Varianten

OM	Kontrolle Most ohne Schönung
OW	Kontrolle Wein ohne Schönung
NAM	Natriumbentonit, Einsatzzeitpunkt im Most
NAW	Natriumbentonit, Einsatzzeitpunkt im Wein
CAM	Calciumbentonit, Einsatzzeitpunkt im Most
CAW	Calciumbentonit, Einsatzzeitpunkt im Wein
MM	Mischbentonit, Einsatzzeitpunkt im Most
MW	Mischbentonit, Einsatzzeitpunkt im Wein
ZGM	Grobes Zeolith (LithoFill BM), Einsatzzeitpunkt im Most
ZGW	Grobes Zeolith (LithoFill BM), Einsatzzeitpunkt im Wein
ZFM	Feines Zeolith (LithoFill MM), Einsatzzeitpunkt im Most
ZFW	Feines Zeolith (LithoFill MM), Einsatzzeitpunkt im Wein

## 4.1.1 Material

### 4.1.1.1 Traubenmaterial

Für den Versuch wurden 2.000 kg Trauben der Sorte Grüner Veltliner am 29.09.2020 händisch in Großkisten gelesen und mit 50 mg freiem SO<sub>2</sub> geschwefelt. Die Großkisten wurden über Nacht im Kühlhaus gelagert und am 30. September mittels der Presse Willmes Merlin 3.400 durch Ganztraubenpressung abgepresst. Die Ausbeute des Mostes betrug 1.700 Liter Most. Nach dem Pressen, Enzymieren und anschließender Sedimentation über Nacht wurde der Most entsprechend für die zwei Einsatzzeitpunkte aufgeteilt.





Abbildung 5: Trauben der Sorte Grüner Veltliner

Tabelle 2: Mostanlaysen

Parameter	Grundmost
Zuckergehalt (°KMW)	17,1
Säuregehalt g/l berechnet als Weinsäure	6,6
pH-Wert	3,24
Weinsäure g/l	6,6
Äpfelsäure	2,7
Ammonium mg/l	159
Gesamt Stickstoff mg/l	112
Kalium mg/l	1555
Natrium mg/l	9,94
Calcium mg/l	68
Eisen mg/l	0,080

#### 4.1.1.2 Mischbentonit (NaCalit PORE-TEC)

NaCalit von der Firma Erbslöh war das erste Bentonit, welches am Markt erschienen ist. Dieses Schönungsmittel leitete einen starken Wandel in der Weinindustrie ein, da es eine Klärwirkung und eine adsorbierende Wirkung auf trübungsrelevante Proteine und sonstige Kolloide hat. Dadurch wurden die Weine reiner und auch klarer. In Kombination mit anderen Klärschönungen und gerbstoffadsorbierenden proteinhaltigen Schönungsmitteln wird die Klärwirkung gefördert. Teilweise wird auch Mischbentonit als Träger bei Gerbstoffschönungen verwendet und weist auch eine Zusatzwirkung auf die Gerbstoffadsorption auf. Durch die PORE-TEC-Technologie ist das Bentonit leichter benetz- und suspendierbar, hat eine intensivere und selektivere Adsorption von Eiweiß und Kolloiden, und weist eine starke Klärwirkung auch bei Problemfällen und hohen pH-Werten auf. Laut des Herstellers ist es wichtig, Vorversuche zu machen, da die Wirkung abhängig von pH-Wert, Temperatur und Trübungsgrad abhängig ist. Die empfohlene Dosagemenge in Wein ist 50 bis 200 g/hL welche in fünf bis zehnfache Wassermenge langsam eingerührt und über vier bis sechs Stunden, besser zwölf Stunden vorgequollen werden soll. Vor der Zugabe in den Wein soll das überstehende Wasser abgossen werden und auf Geschmack und Geruch geprüft werden. Die Suspension wird nochmals aufgerührt mit einer Teilmenge der Flüssigkeit verdünnt und das Gemisch anschließend gut in das Getränk eingerührt und über einen längeren Zeitraum in Schwebe gehalten (Erbslöh, 2020b).



Abbildung 6: Restliches Trubdepot im Wein beim Mischbentonit

#### 4.1.1.3 Natriumbentonit (Granu-Bent PORE-TEC)

Das Granu-Bent PORE-TEC von der Firma Erbslöh ist ein Natriumbentonit welches mit der PORE-TEC-Technologie behandelt wurde. Dabei wurde es granuliert und die Anwendung des Bentonits ist dadurch einfacher. Da das Natriumbentonit eine verbesserte Wirkung hat, benötigt man weniger Bentonit wobei die Angabe des Herstellers bei 20 bis 100 g/hL liegt. Es ist hochquellfähig und beim Vorquellen einfach zum Einrühren, jedoch setzt es sich schlecht ab mit der Folge eines höheren Wassereintrags. Durch die gute Löslichkeit benötigt man die zehn bis zwölffache Wassermenge, um alle Lamellen aufzuschließen und vorzuquellen. Dadurch entsteht eine schleimartige Suspension, wobei kein überstehendes Wasser nach einer Vorquelldauer von zwölf Stunden entsteht. Da auch die entstehende Trübung höher ist, hat man dadurch einen höheren Weinverlust. Jedoch hat das Natriumbentonit eine hohe Wirksamkeit gegen thermolabiles Eiweiß und eine sehr gute Klärwirkung. Vor dem Einrühren in den Wein, muss die Bentonitsuspension auf ihre Reinheit geprüft werden (Erbslöh, 2020b)

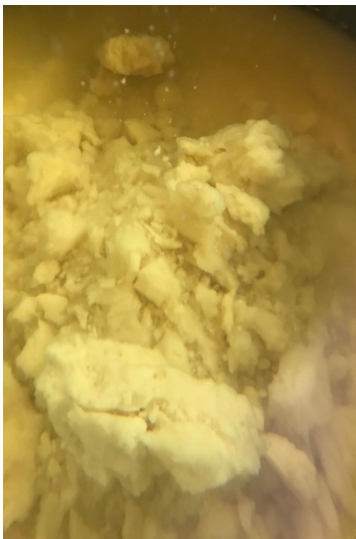


Abbildung 7: Aufschwimmendes Natriumbentonit

#### 4.1.1.4 Calciumbentonit (Ca-Granulat)

Das Ca-Granulat der Firma Erbslöh ist ein granuliertes Calciumbentonit. Durch die Granulation ist es anwenderfreundlich, da es dadurch leichter löslich ist, weniger Klumpen gebildet werden und es weniger staubt. Calciumbentonit ist niederquellfähig und löst sich daher sehr schwer. Jedoch setzt es sich beim Vorquellen besser ab. Durch die geringere Wirkung des Calciumbentonits benötigt man mehr Aufwandmenge, was zu einer Verdünnung des Weines führt. Laut Hersteller soll eine Dosage im Wein von 50 bis 200 g/hL verwendet werden, welches zwischen sechs bis acht Stunden in fünf bis zehnfacher Wassermenge vorgequollen

werden soll. Vor dem Einrühren in den Wein wird das überstehende Wasser abgegossen und auf Reinheit geprüft (Ersblöh, 2020e).



Abbildung 8: Restliches Trubdepot im Wein beim Calciumbentonit

#### **4.1.1.5 Grobes Zeolith (LithoFill BM)**

Für den Versuch mit dem Zeolith wurde von der Firma Lithos Natural GmbH das Produkt LithoFill BM zur Verfügung gestellt. Dies ist ein reines, natürliches Aluminiumsilikat mit einem hohen Klinoptiolitanteil, welches eine innere Oberfläche von 400-600 m<sup>2</sup>/g aufweist. Außerdem besitzt es eine Kationenaustauschkapazität von 151 meq/100g und eine Ammonium-Stickstoff Adsorptionskapazität von 15 mg/g. Der Unterschied zum Feinen Zeolith liegt im Vermahlungsgrad. Die Mittlere Teilchengröße liegt bei sechs µm und der Topcut ist bei 24 µm (Lithos Natural, 2020). Dieses Produkt wird in weiterer Folge grobes Zeolith beschrieben.

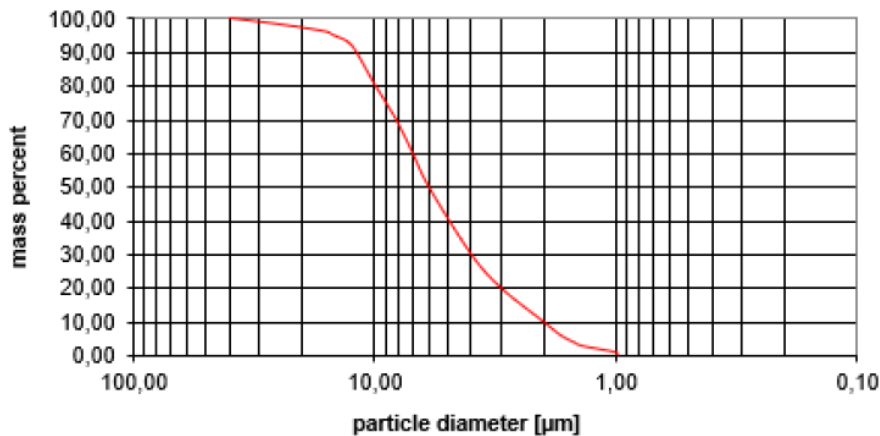


Abbildung 9: Verteilung der Teilchengröße des groben Zeoliths

SiO <sub>2</sub>	67-72
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11-14
CaO	3-6
K <sub>2</sub> O	1-4
MgO	0,5-1,5
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,8-1,7
Na <sub>2</sub> O	0,2-1,5
TiO <sub>2</sub>	< 0,2
SO <sub>3</sub>	< 0,1
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	< 0,1
L.O.I. DIN 51081 bei 1050°C	6-12
Feuchte ab Werk DIN ISO 787/2 [%]	< 6,0

Tabelle 3: Bestandteile des groben Zeoliths

#### 4.1.1.6 Feines Zeolith (LithoFill MM)

Das feine Zeolith LithoFill MM wurde auch von der Firma Lithos Natural GmbH zur Verfügung gestellt. Es besitzt dieselbe Zusammensetzung wie das grobe Zeolith, jedoch ist dies feiner vermahlen. Dadurch erhöht sich die Kationenaustauschkapazität auf 164 meq/100g

und die Ammonium-Stickstoff Adsorptionskapazität auf 16 mg/g. Durch die feinere Vermahlung liegt der Topcut bei acht bis zehn µm und die mittlere Porengröße bei vier µm. Dieses Produkt wird in weiterer Folge als feines Zeolith beschrieben.

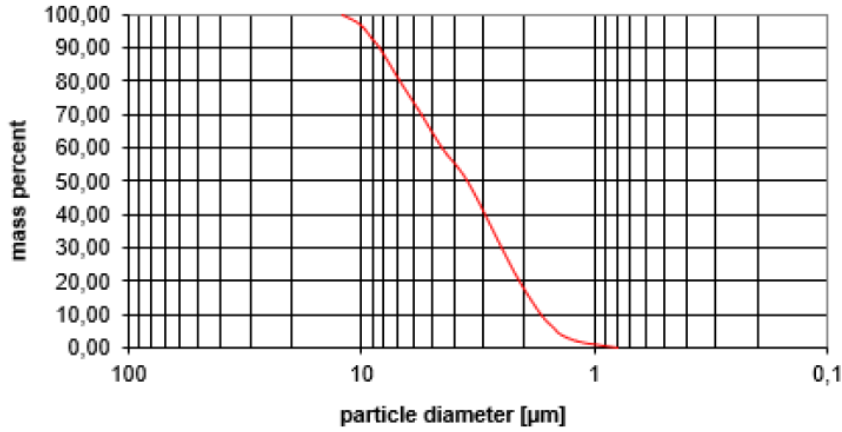


Abbildung 10: Verteilung der Teilchen

Tabelle 4: Bestandteile des feinen Zeoliths

SiO <sub>2</sub>	67-72
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11-14
CaO	3-6
K <sub>2</sub> O	1-4
MgO	0,5-1,5
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,8-1,7
Na <sub>2</sub> O	0,2-1,5
TiO <sub>2</sub>	< 0,2
SO <sub>3</sub>	< 0,1
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	< 0,1
L.O.I. DIN 51081 bei 1050°C	6-12
Feuchte ab Werk DIN ISO 787/2 [%]	< 6,0



Abbildung 11: Restliches Trubdepot im Wein bei LithoFill MM

#### 4.1.2 Methode

Wie bereits beschrieben wurde der entschleimte Most für die zwei Einsatzzeitpunkte aufgeteilt.

Für den Einsatz in Most wurde der entschleimte Most in 34 L Glasballons aufgeteilt, mit Hefe versetzt und mit den jeweiligen Schönungspräparaten versetzt. Anschließend wurde der Most über 14 Tage lang in einem klimatisierten warmen Raum vergoren. Nachdem die Gärung abgeschlossen war und sich die Hefe und die Schönungsmittel wieder abgesetzt haben, wurde der Jungwein nach 14 Tage Kontaktzeit abgezogen. Der Jungwein wurde in 25 L Ballons abgezogen und dabei mit 70 mg/L SO<sub>2</sub> geschwefelt. Anschließend wurden die Varianten analysiert. Bei noch nicht vorhandener Eiweißstabilität nach der ersten Schöpfung sollte weitergeschönt werden.

Für den Einsatz in Wein wurden 550 L des entschleimten Mosts (550 Liter) in einem 700-Liter Tank mit 25 g/L Freddo Hefe vergoren. Nachdem der Wein nach 14 Tagen trocken durchgegoren war, wurde dieser von der Hefe abgezogen und mit 70 mg/L freiem SO<sub>2</sub> geschwefelt. Der Jungwein wurde für die Versuche danach in 34-Liter Glasballons abgezogen und mit den Schönungspräparaten vermengt. Nach einer Verweildauer der Schönungsmittel von 14 Tagen, gleich wie in der Variante während der Gärung, wurde der Wein in 25-Liter Ballons umgezogen. Auch hier wurden anschließend die Varianten analysiert und bei noch nicht vorhandener Eiweißstabilität nach dieser ersten Schöpfung weitergeschönt.

Die Schönungspräparate (alle Bentonite und Zeolithe) wurden vor dem jeweiligen Einsatz zwölf Stunden lang vorgequollen. Beim Vorquellen wurde nach Gebrauchsanweisungen der Firma Erbslöh für alle Varianten (auch die Zeolithvarianten) vorgegangen. Es wurden jeweils vier g/L des Bentonits/Zeoliths als Dosage herangezogen und diese für 30 Liter Most beziehungsweise 34 Liter Wein angerührt. Dies bedeutet, dass in einer 1-L Flasche 120 oder 134 g Bentonit/Zeolith mit Hilfe eines Magnetrührers eingerührt wurden. Da sich bei den ersten Versuchen während der Gärung beim Lösen vom Natriumbentonit Probleme gezeigt haben, wurde das Natriumbentonit beim Versuch im Wein in 50-facher Wassermenge gelöst. Das Natriumbentonit löste sich zwar bei dieser Wassermenge, jedoch setzte sich das Bentonit nicht ab, sodass kein überstehendes Wasser vorhanden war und das Gemisch sehr schleimartig war. Um das bestmögliche Ergebnis beim Vorquellen zu erzielen, wurde ein deionisiertes Wasser verwendet. Nach der Vorquelldauer von jeweils zwölf Stunden wurde das überschüssige Wasser abgegossen und auf nasale und orale Reinheit geprüft. Vor der Zugabe der Schönungsmittel zum Most oder Wein wurden diese nochmals homogenisiert. Die Schönungsmittel wurden sehr gut im Most oder Wein verteilt und über einen Zeitraum von zehn Minuten in Schwebelage gehalten.

Die Orientierung der Menge der ersten Schönungsgabe an der Gebrauchsanweisung der Firma Erbslöh führte dazu, dass nach der ersten Schönung bei beiden Einsatzzeitpunkten nicht alle Varianten Eiweißstabil waren (hier bereits ein erstes Teilergebnis vorweggenommen). In diesem Fall wurden erneute Schönungsansätze gemacht, bei denen die Menge an Präparat jeweils variierte und immer auch entsprechend die Präparate vorgequollen wurden. Die genauen Mengen finden sich im Ergebnisteil. Dabei waren bei manchen Präparaten teilweise drei oder vier Schönungen notwendig. Für den Einsatz wurden die Weine (auch die Varianten mit Einsatzzeitpunkt Most waren dann fertig vergorene Weine) nicht mehr jeweils abgezogen, sondern die erneuten Schönungen jeweils immer weiter hinzugefügt, um weitere Weinverluste zu vermeiden.



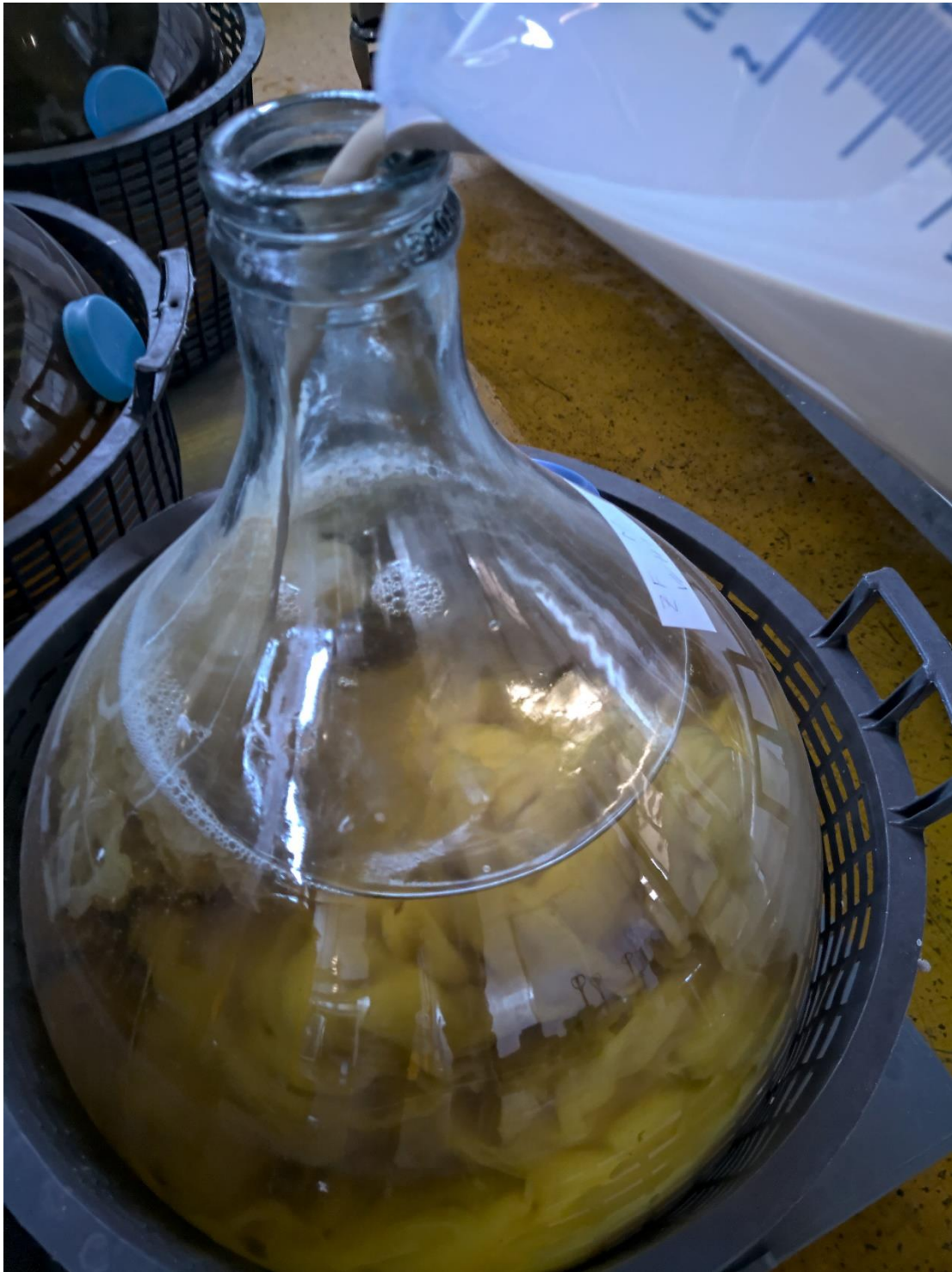


Abbildung 12: Anwendung des feinen Zeolithpräparates im Wein



Abbildung 13: Schönung der Varianten



26 Vergleich zwischen Zeolith und Bentonitarten in Bezug auf deren Effektivität thermolabiles Eiweiß aus Weißweinen zu entfernen

### 4.1.3 Bestimmung des Bentonitbedarfs

Der Bentonitbedarf eines Weines oder Mostes gibt an, wieviel Bentonit der Probe zugesetzt werden muss, um eine Eiweißstabilität zu erreichen. Zur Bestimmung des Bentonitbedarf wurden in der Abteilung Chemie zuerst Wärmetests und Bentotests gemacht und anhand dieser Vorversuche mittels Bestimmungsreihe durch Bentonitsuspension der Bentonitbedarf ermittelt. Dies ist ein sehr aufwendiges und genaues Verfahren. Vor dem Wärmetest und Bentotest wurden die Moste beziehungsweise Weine filtriert. Beim Bentotest werden nach der Filtration ca. zehn mL Wein in eine Eprovette gefüllt und anschließend zwei bis drei mL von der Phosphomolybdat/Phosphowolframat-Lösung hinzugegeben. Anhand der entstehenden Trübung wird der Bedarf für die Probenreihe ermittelt. Beim Wärmetest wurde der filtrierte Wein für zwei Stunden bei 80 °C in den Wärmeschrank gestellt. Dabei denaturiert das thermolabile Eiweiß und anhand dieser Trübung wird der Bedarf vom Bentonit abgeschätzt. Durch die Ergebnisse der Vorproben wird eine Probenreihe für die genaue Bestimmung des Bedarfs von Bentonit gemacht. Dazu wird eine 2,5 % ige NaCalit-Lösung verwendet. Diese Suspension wurde dann in 100 mL Wein gegeben und nach 12 Stunden wieder abfiltriert. Anschließend wurde nochmals ein Wärmetest und Bentotest gemacht.

1 mL Suspension pro 50 mL Wein entspricht 50 g Bentonitbedarf pro 100 L Wein.

Diese Methode kann auch mit Bestimmungsreihen dazu benutzt werden, den Bentonitbedarf zu ermitteln. Vor dem Wärmetest und Bentotest werden die Weine filtriert. Beim Wärmetest wurde der filtrierte Wein für zwei Stunden bei 80 °C in den Wärmeschrank gestellt. Dabei denaturiert das thermolabile Eiweiß und anhand dieser Trübung wird der Bedarf vom Bentonit abgeschätzt.

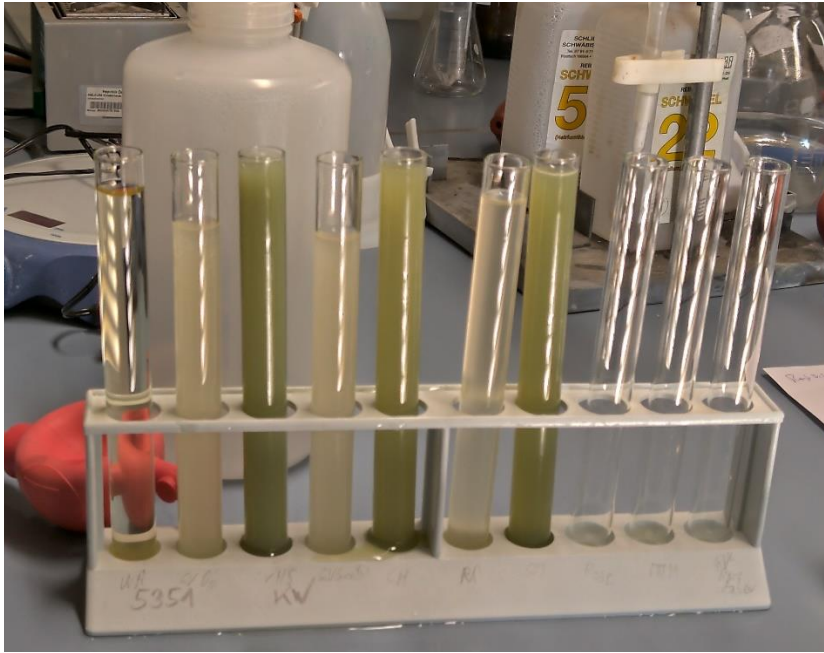


Abbildung 15: Beispiel für Bestimmung des Bentonitbedarfs: klare Probe wurde nicht überprüft, trübe Proben mittels Wärmeschrank überprüft und grünlich gefärbte Proben mittels Bentotest.

## 4.2 Versuchsplan für Wein des Lesejahres 2021

Wie in Abbildung 17 dargestellt ist, wurde der Versuchsplan mit Wein aus 2021 deutlich reduziert. Durch das Vorhandensein von Ergebnissen des Versuches mit Wein und Most der Lese 2020 wurden für das Lesejahr 2021 Anpassungen vorgenommen. Beispielsweise wurde darauf Rücksicht genommen, dass das Vorquellen der Schönungspräparate zu einer starken Verwässerung der Weine geführt hat. Von der Firma Lithos Natural GmbH wurde extra eine Körnung von Zeolith produziert, die leicht gröber als LithoFill BM (ZG) ist mit einem Topcut von 50  $\mu\text{m}$ . Diese Variante wird in weiterer Folge ZM genannt.. Aufgrund des besten Ergebnisses von Zeolith in der gröberen Körnungsstufe bei Einsatzzeitpunkt erst in Wein, gab es, wie in Abbildung 17 dargestellt ist, drei Varianten. Einerseits die Kontrollvariante, diesmal

nur einmal durchgeführt, die Variante grobes Zeolith (ZG) und die Variante mit etwas höherem Topcut (ZM), jeweils zweimal wiederholt.



Abbildung 16: Zeolith mit Topcut von 50 µm

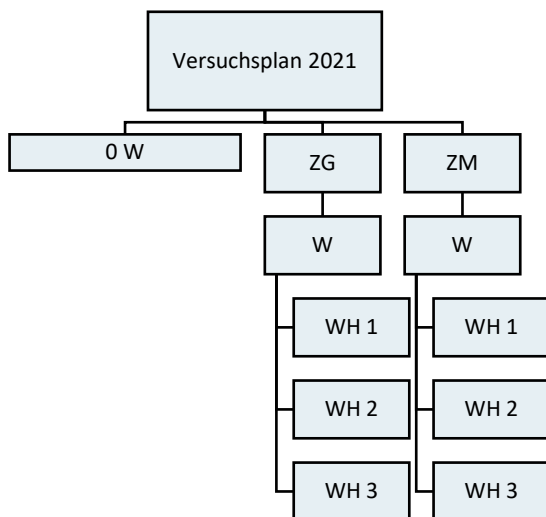


Abbildung 17: Versuchsplan 2021

In Tabelle 5 sind die Bezeichnungen jeweils nochmal beschrieben.

Tabelle 5: Bezeichnungen der Varianten

OW	Kontrolle Wein ohne Schönung
ZGW	Grobes Zeolith, Einsatzzeitpunkt im Wein
ZMW	Zeolith höherer Topcut, Einsatzzeitpunkt im Wein

Die Trauben eines Sortenverschnitts (ein Gemisch an Nicht- und Qualitätsweinrebsorten, im Kellerbuch als Wein geführt) wurden von der Abteilung Rebzüchtung der Höheren Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau Wein am 25.10.2021 und am 27.10.2021 gelesen und jeweils zur weiteren Verarbeitung der Abteilung Kellerwirtschaft übergeben. Die Trauben wurden jeweils am Lesetag mittels Willmespresse Ganztraubengepresst. Der daraus gewonnene Most wurde enzymiert, über Nacht zum Entschleimen ruhen gelassen und jeweils am nächsten Tag vom Trub abgezogen. Am 28.10.2021 wurden die Moste zusammengezogen und die Gärung mittels 20 g/hL der Hefe Excellence FTH der Firma Lamothe-Abiet eingeleitet. Nach abgeschlossener Gärung wurde der Wein am 16.11.2021 von der Hefe abgezogen und mit 70 mg/L SO<sub>2</sub> geschwefelt. Für den Versuch wurden 380 L Wein in einen eigenen Stahltank gezogen. Für die Durchführung des Versuches wurde der Wein selbst anschließend am 07.12.2021 in jeweils 60 L Plastikbehälter gepumpt und mit dem jeweiligen Schönungspräparat geschönt, bzw. die Kontrollvariante nicht geschönt. Für die Aufwandsmenge wurden die Ergebnisse des Vorjahres zur Orientierung verwendet, grob aufgerundet und somit für beide Varianten ZGW und ZMW die gleiche Aufwandsmenge von 3000 g/hL verwendet. Die Zeolithpräparate wurden nicht vorgequollen, um eine Verwässerung der Proben zu vermeiden. Nach dem Einwiegen und Rühren des Weines wurden die Behälter jeweils vollgefüllt und bei einer Umgebungstemperatur von ca. 15°C gelagert. Für die Analysen wurde am 13.12.2021 Proben gezogen, also nach einer Einwirkzeit von knapp sechs Tagen und der Abteilung Chemie übergeben.



Abbildung 18: Befüllen der Behälter



Abbildung 18: Zeolith an der Oberfläche bevor es absinkt.

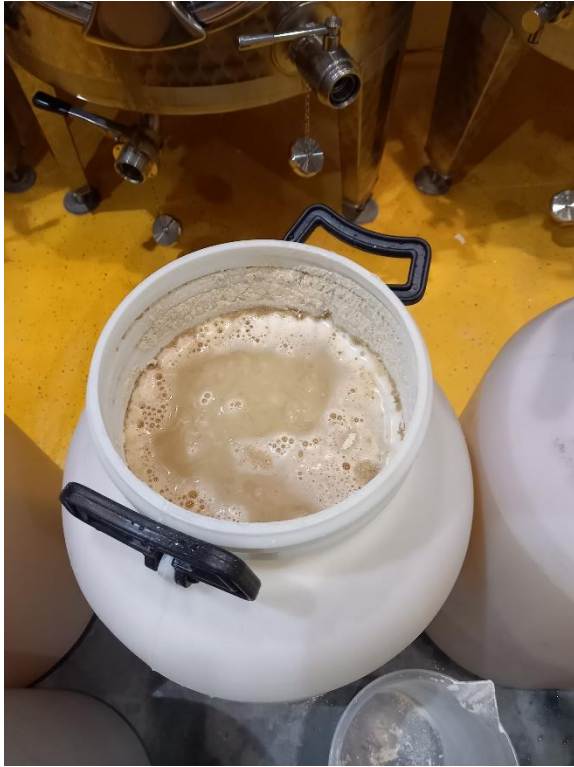


Abbildung 19: Zeolith nach dem Absinken



Abbildung 20: Verrühren





Abbildung 21: Schaumbildung

# 5 Ergebnisse

## 5.1 Ergebnisse des Versuches von Most und Wein des Lesejahres 2020

### 5.1.1 Bentonitbedarf

In Tabelle 6 sind die Ergebnisse des Bentonitbedarfs zusammengefasst. Aus Gründen der Kompaktheit und da die Varianten mit Einsatzzeitpunkt des Mostes auch zum Teil später im Stadium des Weines weiter geschönt wurden, sind die Ergebnisse der zwei ursprünglichen Einsatzzeitpunkte Most und Wein zusammengefasst.

Generell zu sehen ist, dass die Kontrollvarianten instabil waren und somit auch ein Schönungsbedarf vorhanden war.

Zur Erklärung der Tabelle 6: In der obersten Zeile steht jeweils der Monat der Analyse. In der ersten Spalte sind die unterschiedlichen Varianten aufgelistet, primär sortiert nach erstem Einsatzzeitpunkt (Most oder Wein), weiter nach dem entsprechenden Schönungspräparat und weiters nach Wiederholung<sup>3</sup>. In der jeweils zweiten, vierten, sechsten oder achten Spalte sind die jeweiligen Anwendungsmengen der Präparate angegeben, da manche Varianten mehrere Anwendungen benötigten. Der jeweils anschließend gemessene Bentonitbedarf ist dann in Spalten drei, fünf, sieben und neun zu sehen. Die Anzahl an Anwendungen ist anhand der untermalten Farbe zu erkennen, so sind bspw. einige der Zeolithwiederholungen grün untermalt, da in Summe vier Mal das jeweilige Präparat angewendet wurde um die Eiweißstabilität zu erreichen. Zum Schluss wurden alle Varianten nochmals analysiert.

---

<sup>3</sup> Diese oder eine daran orientierte Darstellung der Tabellen wird auch in den weiteren Ergebnissen verwendet.

Tabelle 6: Bentonitbedarf

Varianten	Nov.20		Mär.21		Apr.21		Aug.21		Summe [g/hL]
	Anwendung [g/hL]	Bentonitbedarf Messung [g/hL]	Anwendung [g/hL]	Bentonitbedarf Messung [g/hL]	Anwendung [g/hL]	Bentonitbedarf Messung [g/hL]	Anwendung [g/hL]	Bentonitbedarf Messung [g/hL]	
0M WH 1	0	350	0		0	250	0	250	0
0M WH 2	0	350	0		0	250	0	250	0
0M WH 3	0	300	0		0	250	0	250	0
CaM WH1	400	0	0		0	0	0	80	400
CaM WH2	400	80	0		0	80	145	80	545
CaM WH3	400	80	0		0	0	0	80	400
NaM WH1	400	0	0		0	0	0	80	400
NaM WH2	400	0	0		0	0	0	0	400
NaM WH3	400	0	0		0	0	0	0	400
MM WH1	400	0	0		0	80	145	0	545
MM WH2	400	0	0		0	0	0	0	400
MM WH3	400	0	0		0	0	0	0	400
ZFM WH1	400	250	2000	80	1000	80	1240	0	4640
ZFM WH2	400	250	2000	80	1000	80	1240	0	4640
ZFM WH3	400	250	2000	80	1000	80	1240	80	4640
ZGM WH1	400	250	2000	80	1000	0	0	0	3400
ZGM WH2	400	250	2000	80	1000	0	0	0	3400
ZGM WH3	400	250	2000	80	1000	80	1240	0	4640
0W WH1	0	300	0		0 >150		0	250	0
0W WH2	0	300	0		0 >100		0	250	0
0W WH3	0	300	0		0 >100		0	250	0
CaW WH1	400	80	0		0	80	145	0	545
CaW WH2	400	80	0		0	80	145	0	545
CaW WH3	400	80	0		0	80	145	0	545
NaW WH1	400	0	0		0	0	0	0	400
NaW WH2	400	80	0		0	0	0	0	400
NaW WH3	400	0	0		0	0	0	0	400
MW WH1	400	80	0		0	0	0	0	400
MW WH2	400	0	0		0	0	0	0	400
MW WH3	400	80	0		0	80	145	0	545
ZFW WH1	400	250	800	150	1200	80	870	0	3270
ZFW WH2	400	250	800	150	1200	80	870	0	3270
ZFW WH3	400	250	800	150	1200	80	870	0	3270
ZGW WH1	400	200	800	80	1000	80	650	0	2850
ZGW WH2	400	200	800	80	1000	80	650	0	2850
ZGW WH3	400	200	800	80	1000	80	650	0	2850

- 0 Anwendungen
- 1 Anwendung
- 2 Anwendungen
- 3 Anwendungen
- 4 Anwendungen

Falls die Varianten nach der ersten Schönung nicht eiweißstabil waren, wurde entsprechend weiter geschönt. Für die Berechnung der neuen Aufwandsmenge wurde die Bentonitbedarfsmenge der Kontrollvarianten (0M und 0W) vereinfacht mit 300 g/hL angenommen. Wenn beispielsweise die Anwendung von feinem Zeolith mit 400 g/hL den Bentonitbedarf um 50 g/hL reduziert, somit der Bentonitbedarf von 300 auf 250 g/hL sank, würde dies eine sechsfach geringere Wirkung des Zeoliths bedeuten und bzw. 400 g/hL für 50 g/hL und für weitere 250 g/hL wären somit 2000 g/hL notwendig. Diese Art der Berechnung wurde für alle zweiten, dritten und vierten Schönungen vorgenommen und die entsprechenden Aufwandsmengen sind in Tabelle 6 zu erkennen.

Die Ergebnisse zeigen, dass nach der ersten Schönung mit einer Aufwandsmenge von 400 g/hL nur das Nacalibentonit in Most und Wein stabil wurden. Bei Mischbentonit zeigte sich, dass die Aufwandsmenge wohl etwas zu knapp bemessen war und vermutlich etwas höher liegen hätte sollen, da es jeweils bei einer Wiederholung einer zweiten geringen Schönungsbedarf, die dann entsprechend auch wirkte. Calciumbentonit wirkte bei einer Wiederholung im Most, jedoch bei keiner der Wiederholung der Variante mit erstem Einsatzzeitpunkt im

Wein. Hier zeigte sich jedoch, dass wohl alle Wiederholungen bei erstem Einsatzzeitpunkt im Most nicht komplett stabil wurden, da die letzte Bentonitbedarfsmessung alle Wiederholungen dieser Variante für nicht stabil auswies. Es zeigt sich dennoch, dass Calciumbentonit wirkt, da die Variante bei ersten Einsatz im Wein vor der letzten Analyse als instabil analysiert wurde und nach der zweiten leichten Schönung, die entsprechend gering war, stabil wurden. Bezüglich den Zeolithpräparaten ist zu sagen, dass die ursprünglich verwendete Aufwandsmenge bei weitem nicht ausreichte. Die zweiten Schönungen waren entsprechend höher dosiert, doch selbst das reichte nicht aus. Entsprechend hoch sind dann die jeweiligen Endaufwandsmengen. Beim direkten Vergleich der Zeolithpräparate untereinander, ergibt sich ein deutlicher Vorteil für den Einsatz des gröberen Zeolithproduktes bei Einsatz im Wein. Der Einsatz des feineren Zeoliths hatte keine Vorteile, sondern ergab umgekehrt eine in Summe höhere Aufwandsmenge. Dies hat damit zu tun, dass die Anwendungsmengen bei 2. bzw. 3. Schönungen zum Teil nur sehr wenig Einfluss auf die Stabilität hatten und somit entsprechend noch höher dosiert wurde. Auffallend ist, dass die Finalaufwandsmengen bei Ersteinsatz im Most deutlich über den Finalaufwandsmengen bei Ersteinsatz im Wein liegen.

Die Instabilität der Kontrollvarianten wurde im Verlauf der Zeit weniger, dennoch waren sie bei der letzten Messung die instabilsten Varianten.

### **5.1.2 Metallgehalte**

Die Messung der unterschiedlicher Metallgehalte in Wein ist notwendig, da der Einfluss der Schönungspräparate sich auf die Metallgehalte auswirken kann. Die Metallgehalte wiederum sind ein wesentlicher Faktor für das Mundgefühl von Weinen, für die Weinsteinstabilität und generell für die Verkehrstauglichkeit. Dabei sind vor allem Kalium, Natrium, Calcium und Eisen relevant. Die Ergebnisse der ersten Metallanalysen nach einfacher Schönung sind in Tabelle 7 dargestellt.

Bei Kalium zeigt sich, dass unabhängig von der Art des Präparates, nach einer Schönung die Kaliumgehalte niedriger waren als ohne Schönung. Somit nahmen anfangs alle Präparate Kalium auf. Der Verlust von Kalium lag bei einem Wert von 50 bis 300 mg/L. Dies lässt sich einerseits durch die Verwässerung durch das Vorquellen und die Adsorption erklären. Allerdings beeinflussen die verschiedenen Mittel die Adsorption von Kalium sehr. Am wenigsten Kalium geht beim Einsatz des Zeoliths verloren.

Die Natriumgehalte haben sich im Verhältnis wenig verändert, ausgenommen jedoch bei Natriumbentonit, beim dem im Durchschnitt fast 60 mg/L Natrium an den Wein abgegeben wurde. Im Schnitt gab das Mischbentonit zwischen 15 und 20 mg/L Natrium in den Wein ab. Die geringste Abgabe wurde beim Calciumbentonit beobachtet in der Höhe von 5 mg/L Natrium. Ebenso gab es auch durch Zeolith einen gleich geringen Eintrag nach einfacher Schönung.

Der Calciumgehalt in den 0-Proben lag zwischen 60 und 70 mg/L. Ebenso in diesem Bereich befand sich die Mehrzahl der Proben. Auffallend ist, dass der Eintrag von Calcium in den Wein vor allem durch den Einsatzzeitpunkt beeinflusst wird. Daraus ist zu erkennen, dass während der Gärung mehr Calcium aus den Schönungsmitteln gelöst wird als in den Varianten im Wein. Im Vergleich zu den anderen Behandlungsmitteln lässt sich erkennen, dass mehr Calcium aus dem reinen Calciumbentonit gelöst wird.

Als der am größten zu beeinflussende Parameter zeigte sich der Eisengehalt. Bei einigen Varianten wurde ein 60-facher Eisengehalt festgestellt als in der 0-Variante. Dort wurde ein durchschnittlicher Wert von 0,1 mg/L gemessen. Der geringste Eisengehalt löst sich aus dem Natriumbentonit gefolgt von Mischbentonit. Bei diesen Varianten ist der Eisengehalt sowohl im Most als auch im Wein so gering, dass auf eine Blauschönung sicherlich verzichtet werden kann. Problematisch würde dies schon beim Calciumbentonit werden. In der Variante im Most würde man zu einer Blauschönung raten, jedoch kann das Eisen bei der Variante im Wein durch sämtliche Hilfsmittel komplexiert werden. Durch das Zeolith gab es einen Eiseneintrag von sechs bis sieben mg/L während der Gärung und ca. drei mg/L im Wein. Vor allem die Werte bei Mostschönung sind sehr problematisch und es wäre eine Blauschönung zu empfehlen.

Tabelle 7: Metallgehalte nach einfacher Schönung bzw. keiner Schönung bei den Nullvarianten.

Variante	Kalium mg/l	Natrium mg/l	Calcium mg/l	Eisen mg/l
0M WH1	1094	8,63	68	0,148
0M WH2	1000	8,46	71	0,187
0M WH 3	1062	9,61	62	0,165
CaM WH1	935,00	9,71	84,00	6,113
CaM WH2	925,00	8,53	74,00	5,875
CaM WH3	917,00	9,99	79,00	6,394
NaM WH1	835,00	62,16	80,00	1,354
NaM WH2	834,00	67,82	69,00	1,335
NaM WH3	821,00	66,23	69,00	1,315
MM WH1	856,00	28,73	81,00	2,752
MM WH2	769,00	29,60	67,00	2,632
MM WH3	842,00	27,27	79,00	2,638
ZFM WH1	1015,00	15,22	68,00	5,575
ZFM WH2	959,00	14,91	72,00	8,360
ZFM WH3	923,00	13,38	76,00	6,848
ZGM WH1	947,00	13,59	77,00	6,684
ZGM WH2	977,00	15,40	65,00	6,978
ZGM WH3	944,00	13,22	74,00	6,395
0W WH1	985,00	8,18	62,00	0,173
0W WH2	975,00	7,76	59,00	0,186
0W WH3	978,00	8,06	69,00	0,152
CaW WH1	889,00	13,19	56,00	1,496
CaW WH2	894,00	11,48	67,00	1,539
CaW WH3	889,00	13,83	58,00	1,492
NaW WH1	786,00	70,50	77,00	0,821
NaW WH2	827,00	68,80	72,00	0,756
NaW WH3	853,00	64,31	66,00	0,694
MW WH1	851,00	25,36	68,00	0,854
MW WH2	856,00	24,35	73,00	0,817
MW WH3	874,00	20,13	67,00	0,743
ZFW WH1	865,00	14,92	59,00	2,800
ZFW WH2	877,00	12,76	70,00	3,178
ZFW WH3	865,00	12,97	65,00	3,056
ZGW WH1	867,00	13,57	68,00	2,092
ZGW WH2	866,00	13,54	61,00	2,024
ZGW WH3	864,00	13,73	57,00	2,089

Die Metallgehalte nach der jeweils letzten Schönung sind in Tabelle 8 dargestellt.

Es zeigen alle Varianten bereits deutlich geringere Kaliumgehalte, da Weinstein über die Zeit bereits ausgefallen ist. Auffällig sind aber vor allem die Zeolithvarianten, die allesamt deutlich weniger Kalium aufwiesen als die anderen Varianten und somit die Aussage des Herstellers, Zeolith würde Kalium binden, zutreffen dürfte. Der Effekt auf die Weinsteinstabilität wurde hier jedoch nicht weiters beleuchtet.

Die Natriumwerte sind bei den mehrfach geschönten Zeolithvarianten zwar im direkten Vergleich zu den Werten nach einer Schönung durchaus höher, aber in Summe allesamt nicht großartig unterschiedlich zu den anderen geschönten Varianten, trotz deutlich höherer Aufwandsmenge.

Bei den Calciumgehalten zeigte sich das ursprüngliche Bild, dass die Calciumvarianten erhöhte Calciumwerte aufwiesen nicht mehr so deutlich. Augenscheinlicher sind die hohen Calciumwerte bei den Zeolithvarianten, bei dem von einem anschließenden Calciumtartratausfall ausgegangen werden kann.

Die Eisenwerte zeigen ein ähnliches Bild wie nach einfacher Schönung, ausgenommen, dass die Zeolithvarianten weit über den üblichen Mengen liegen, zu dem es bereits zu einem Eisenausfall kommen kann.

Tabelle 8: Metallgehalte nach der jeweils letzten Schönung.

Variante	Kalium mg/l	Natrium mg/l	Calcium mg/l	Eisen mg/l
OM WH1	693,8	6,4	52,4	0,21
OM WH2	678,5	6,0	48,3	0,18
OM WH3	690,6	6,2	54,4	0,22
CaM WH1	664,4	7,6	57,3	5,34
CaM WH2	690,6	9,1	68,6	6,98
CaM WH3	693,0	8,5	54,0	6,14
NaM WH1	641,8	53,5	52,5	1,32
NaM WH2	901,4	5,8	94,5	0,35
NaM WH3	644,3	55,2	51,4	1,33
MM WH1	633,4	28,7	72,6	3,69
MM WH2	616,0	28,1	69,6	3,95
MM WH3	661,1	25,1	62,0	3,13
ZFM WH1	205,6	50,5	385,2	39,67
ZFM WH2	192,7	50,1	363,1	39,27
ZFM WH3	218,1	53,4	354,1	38,36
ZGM WH1	309,9	51,3	238,0	22,97
ZGM WH2	318,0	55,2	239,0	25,06
ZGM WH3	190,9	54,3	444,1	28,80
OW WH1	695,1	6,8	48,9	0,29

0 Anwendungen
1 Anwendung
2 Anwendungen
3 Anwendungen
4 Anwendungen



OW WH2	673,7	6,6	48,1	0,22
OW WH3	704,4	6,8	50,5	0,19
CaW WH1	648,7	10,4	66,7	2,56
CaW WH2	649,2	10,3	61,4	2,55
CaW WH3	621,3	11,1	59,9	2,55
NaW WH1	633,9	59,4	51,0	1,38
NaW WH2	605,6	57,5	53,0	1,50
NaW WH3	580,6	53,2	61,0	2,83
MW WH1	610,8	22,2	53,9	0,88
MW WH2	605,4	22,0	49,5	0,88
MW WH3	613,0	22,1	61,0	1,19
ZFW WH1	257,8	46,4	263,4	24,94
ZFW WH2	250,7	46,3	272,2	25,91
ZFW WH3	247,4	46,0	244,9	23,20
ZGW WH1	376,3	42,1	222,2	15,28
ZGW WH2	377,0	40,8	217,7	14,67
ZGW WH3	391,5	39,5	205,3	14,43

### 5.1.3 Analysewerte der Weine

In Tabelle 9 sind die Analysenwerte der fertigen Weine aller Varianten dargestellt.

Anhand der Tabelle ist zu erkennen, dass alle Varianten, die geschönt wurden, geringere Alkoholgehalte und Säurewerte und höhere pH-Werte aufweisen, es somit zu einer deutlichen Verwässerung kommt. Dies ist auf das Vorquellen zurückzuführen. Dabei wird zwar versucht, so wenig Wasser wie möglich einzubringen, in dem das vorgequollene Schönungspräparat zwölf Stunden lang einweicht und danach das Wasser abgetrennt wird, jedoch verhindert man dabei keinen kompletten Wassereintrag. Die Größenordnung, in dem bei diesem Versuch gearbeitet wurde ist aber sehr klein und demnach ist die Einbringung von Wasser durch das Vorquellen entsprechend höher. Auffällig ist dennoch, dass jene Wiederholungen, welche öfter geschönt wurden, eine größere Verdünnung erfahren. Besonders betrifft das die Zeolithvarianten, die drei bzw. vier Schönungen erfuhren.

Tabelle 9: Analysenwerte aller fertig vergorenen Weine.

Varianen	Relative Dichte 20/20	Voh. Alkhd	Glucose FTR	Fruktose FTR	Zuckeralkoh	Threose (als WS)	PM-Wert FTR	Weißsäure	Äpfelsäure	Milchsäure	Fettsäure FTR	Citronensäure FTR
OM WH1	0,99160	12,20	n.n.	n.n.	n.n.	6,10	3,27	3,0	1,9	n.n.	0,1	0,1
OM WH2	0,99150	12,20	n.n.	n.n.	n.n.	6,00	3,29	2,9	2,0	0,1	0,2	0,2
OM WH3	0,99160	12,20	n.n.	n.n.	n.n.	6,00	3,31	2,9	2,0	0,1	0,2	0,2
CaM WH1	0,99120	12,20	n.n.	n.n.	n.n.	5,60	3,33	2,8	1,8	n.n.	0,2	0,1
CaM WH2	0,99110	12,20	n.n.	n.n.	n.n.	5,50	3,34	2,8	1,9	0,1	0,3	0,1
CaM WH3	0,99110	12,20	n.n.	n.n.	n.n.	5,50	3,34	2,8	1,9	0,1	0,3	0,1
NaM WH1	0,99110	12,20	n.n.	n.n.	n.n.	5,30	3,36	2,8	1,8	0,1	0,3	0,1
NaM WH2	0,99120	12,10	n.n.	n.n.	n.n.	5,30	3,37	2,8	1,8	0,1	0,3	0,1
NaM WH3	0,99110	12,20	n.n.	n.n.	n.n.	5,30	3,36	2,9	1,8	0,1	0,3	0,1
MM WH1	0,99160	11,90	n.n.	n.n.	n.n.	5,60	3,34	2,9	2,0	0,2	0,2	0,1
MM WH2	0,99150	11,90	n.n.	n.n.	n.n.	5,60	3,35	2,7	2,1	0,2	0,2	0,2
MM WH3	0,99200	11,80	n.n.	n.n.	n.n.	6,20	3,29	3,1	2,2	0,3	0,2	0,1
ZFM WH1	0,99100	11,20	n.n.	n.n.	n.n.	2,00	3,98	n.n.	1,3	n.n.	0,3	0,2
ZFM WH2	0,99090	11,20	n.n.	n.n.	n.n.	1,90	4,00	n.n.	1,3	n.n.	0,3	0,3
ZFM WH3	0,99100	11,10	n.n.	n.n.	n.n.	1,90	4,00	n.n.	1,4	n.n.	0,3	0,3
ZGM WH1	0,99090	11,60	n.n.	n.n.	n.n.	2,90	3,76	0,5	1,7	n.n.	0,2	0,2
ZGM WH2	0,99080	11,60	n.n.	n.n.	n.n.	2,90	3,76	0,4	1,7	n.n.	0,2	0,2
ZGM WH3	0,99080	11,30	n.n.	n.n.	n.n.	2,00	3,98	n.n.	1,4	n.n.	0,4	0,3
OW WH1	0,99110	12,40	n.n.	n.n.	n.n.	5,80	3,31	2,8	1,8	0,2	0,2	0,2
OW WH2	0,99110	12,40	n.n.	n.n.	n.n.	5,80	3,31	2,8	1,9	0,2	0,2	0,1
OW WH3	0,99110	12,40	n.n.	n.n.	n.n.	5,80	3,32	2,8	1,9	0,2	0,2	0,1
CaW WH1	0,99100	12,10	n.n.	n.n.	n.n.	5,40	3,34	2,7	1,8	0,2	0,2	0,1
CaW WH2	0,99110	12,10	n.n.	n.n.	n.n.	5,40	3,34	2,8	1,8	0,2	0,2	0,1
CaW WH3	0,99110	12,00	n.n.	n.n.	n.n.	5,40	3,34	2,7	1,8	0,2	0,2	0,1
NaW WH1	0,99240	10,70	n.n.	n.n.	n.n.	4,80	3,38	2,7	1,6	0,1	0,1	0,2
NaW WH2	0,99190	11,20	n.n.	n.n.	n.n.	4,90	3,37	2,7	1,6	0,1	0,2	0,1
NaW WH3	0,99150	11,60	n.n.	n.n.	n.n.	5,00	3,38	2,5	1,6	0,2	0,2	0,1
MW WH1	0,99100	12,10	n.n.	n.n.	n.n.	5,30	3,33	2,6	1,7	0,2	0,3	0,1
MW WH2	0,99100	12,10	n.n.	n.n.	n.n.	5,30	3,32	2,6	1,7	0,1	0,3	0,1
MW WH3	0,99100	12,10	n.n.	n.n.	n.n.	5,30	3,36	2,7	1,7	0,2	0,3	0,1
ZFW WH1	0,99060	11,40	n.n.	n.n.	n.n.	2,30	3,82	0,2	1,4	n.n.	0,3	0,2
ZFW WH2	0,99050	11,50	n.n.	n.n.	n.n.	2,30	3,82	0,2	1,4	n.n.	0,3	0,2
ZFW WH3	0,99050	11,50	n.n.	n.n.	n.n.	2,40	3,78	0,3	1,5	n.n.	0,3	0,2
ZGW WH1	0,99070	11,70	n.n.	n.n.	n.n.	3,10	3,70	0,9	1,6	n.n.	0,3	0,2
ZGW WH2	0,99070	11,70	n.n.	n.n.	n.n.	3,20	3,70	1,0	1,7	n.n.	0,3	0,2
ZGW WH3	0,99080	11,70	n.n.	n.n.	n.n.	3,20	3,70	1,0	1,7	n.n.	0,3	0,1



## 5.2 Ergebnisse des Versuches Wein des Lesejahres 2021

### 5.2.1 Bentonitbedarf

In Tabelle 10 sind die Ergebnisse des Bentonitbedarfs der drei Varianten dargestellt. Es lässt sich erkennen, dass die im Vergleich zu einem regulären Bentonitpräparat hohe Aufwandsmenge von 3000 g/hL bei beiden Varianten zur Eiweißstabilität führte. Bei der Variante ZMW war jedoch eine Wiederholung nicht komplett stabil und zwei waren stabil, was darauf schließen lässt, dass die verwendete Anwendungsmenge knapp unter der Grenze ist, die notwendig wäre, um sicher eine Eiweißstabilität hervorzurufen. Bei der Variante ZGW ist davon auszugehen, dass die Aufwandsmenge von 3000 g/hL jedenfalls ausreichend ist und versuchsweise reduziert werden hätte können. Ebenso wurde gezeigt, dass ein Vorquellen auf die Wirkung der Präparate keinen Einfluss hat.

Tabelle 10: Bentonitbedarf nach einfacher bzw. keiner Anwendung.

Varianten	Anwendung [g/hL]	Bentonitbedarf Messung [g/hL]
0 W	0	150
ZGW WH1	3000	0
ZGW WH2	3000	0
ZGW WH3	3000	0
ZMW WH1	3000	80
ZMW WH2	3000	0
ZMW WH3	3000	0

0 Anwendungen

1 Anwendung

### 5.2.2 Metallgehalte

Die Metallgehalte der geschönten Proben sind zum Teil deutlich gestiegen. Wie in Tabelle 11 dargestellt ist, sind praktisch alle Werte der vier Metalle durch die Schönungen erhöht. Bei Kalium fällt vor allem die Variante ZMW auf, bei der die erhöhten Kaliumgehalte potenziell zu mehr Weinsteinausfall führen können. Bei der Variante ZGW sind die Ausprägungen

der Wiederholungen leicht unterschiedlich, der Einfluss war jedoch gering im Vergleich zur 0-Variante. Die Calciumwerte sind bei beiden geschönten Varianten in Bereiche gestiegen, die in der Regel zu einem Ausfall von Calciumtartrat führen. Auch die Eisenwerte liegen deutlich in einem Bereich, bei dem eine anschließende Blauschönung notwendig ist.

Tabelle 11. Metallgehalte

<b>BezZusatz</b>	<b>Kalium</b> mg/l	<b>Natrium</b> mg/l	<b>Calcium</b> mg/l	<b>Eisen</b> mg/l
0 W	491,3	5,1	51,6	0,09
ZGW WH 1	457,0	36,7	285,0	4,52
ZGW WH 2	512,0	39,7	324,6	4,19
ZGW WH 3	512,2	40,7	329,0	3,97
ZMW WH 1	645,4	28,5	136,1	3,47
ZMW WH 2	646,0	29,8	166,9	4,85
ZMW WH 3	652,0	29,6	154,1	5,20

## 6 Diskussion

Der Fokus dieser Arbeit lag darauf, ob Zeolith als Eiweißschönendes Mittel in Wein eingesetzt werden kann. Die Ergebnisse aus zwei Versuchsjahren zeigen, dass prinzipiell der Einsatz zu einer Eiweißstabilität führt. Jedoch sind die Aufwandsmengen im Vergleich zu in den Weinkellern üblicherweise eingesetzten Bentoniten deutlich höher. Deren Wirkung zeigt sich bereits bei viel geringeren und für diese Präparate üblichen Aufwandsmengen. Anzumerken ist dabei jedoch, dass der im ersten Versuchsjahr angewandte Grüner Veltliner als sehr intensiv zu schönende Sorte bekannt ist. Der Bentonitbedarf zwischen 300 und 350 bei den Kontrollvarianten bestätigt dies zwar nur bedingt da Grüner Veltliner oft auch einen noch höheren Bedarf hat. Der weiße Sortenverschnitt aus Nicht- und Qualitätsweinsorten im zweiten Versuchsjahr kann als durchschnittlicher Wein im Sinne des Rebsortenspiegels eingestuft werden und hat somit einen mittleren Schönungsbedarf, wie sich beim Bentonitbedarf der Kontrollvariante auch gezeigt hat. Insofern waren die Anforderungen an die Schönungspräparate durchschnittlich und dennoch zeigte sich bei Zeolith in beiden Jahren eine sehr hohe Aufwandsmenge. Die beste Wirkung erreichte das Produkt Lithofill BM bei Anwendung in Wein. Der Einsatz im Most führte bei den Zeolithpräparaten zu keinem Vorteil, sondern bedarf höherer Aufwandsmengen. Keine der Bentonitvarianten (ausgenommen CaM) hat mehr als zwei Schönungen gebraucht, um eine Eiweißstabilität aufzuweisen. Dabei ist hervorzuheben, dass die Aufwandsmengen bei den zweiten Schönungen immer sehr gering waren und bei CaM ist davon auszugehen, dass entsprechend eine etwas höhere Schönung auch zur Eiweißstabilität geführt hätte. Somit sind die eingesetzten Bentonitvarianten sowohl bei Einsatz im Most als auch im Wein zu empfehlen, mit einem leichten Vorzug für Natriumbentonit und einem leichten Nachzug für Calciumbentonit. Der Einsatz im Most hat sich bei den Bentonitvarianten als leicht vorteilhaft erwiesen.

Das Vorquellen der Zeolithpräparate hat die Weine verwässert und wurde dahingehend auch im zweiten Versuchsjahr nicht durchgeführt. Die hohe Aufwandsmenge führt zu einer höheren Wassermenge beim Vorquellen und dies zu einer deutlichen Verwässerung. Dies stellt jedoch einen weiteren Nachteil des Zeolith dar, da durch eine Geruchsüberprüfung und geschmackliche Überprüfung des Vorquellwassers die sensorische Unversehrtheit des anzuwendenden Präparats festgestellt werden kann. Ohne Vorquellen wirkt es aber dennoch.

Bezüglich des Einflusses auf die Metallgehalte ist das Ergebnis etwas vielschichtiger. Einerseits fallen bei Zeolith die viel zu hohen Eisengehalte auf und die deutlichen Anstiege der Calciumgehalte. Bei Kalium im ersten Versuchsjahr war anfänglich eine leichte Reduktion zu erkennen, im zweiten Versuchsjahr konnte bei Kalium kein bzw. ein erkennbarer Anstieg bemerkt werden. Ein Unterschied ist hierbei jedoch zu nennen, und zwar die unterschiedlich lange Exponiertheit der Weine zu den Schönungsmitteln. Es waren im zweiten Versuchsjahr sechs Tage bis die Proben für die Analyse gezogen wurden, während im ersten Versuchsjahr die mehr als einmal geschönten Proben bei der zweiten Analyse von März bis August auf den jeweiligen Schönungsmitteln lagen und somit die Extrahierung von Eisen und Calcium bzw. die Auslaugung von Kalium lange stattfinden konnte. Insofern sind die überaus hohen Eisenwerte bzw. die niedrigen Kaliumwerte bei der zweiten Analyse der Weine des ersten Versuchsjahres nicht zu stark zu bewerten. Dennoch, bei den Eisenwerten wurden bei entsprechend effektiven Schönungen hohe Eisengehalte bei den Zeolithpräparaten analysiert, die eine anschließende Blauschönung nach sich ziehen würden. Bezüglich der Calciumwerte zeigt sich, dass bei Anwendung der erforderlichen Menge für die Eiweißstabilität die Calciumwerte stark ansteigen.

Bezüglich der Anwendung ist anzumerken, dass die Zeolithprodukte im Vergleich zu Bentonitprodukten weniger anwenderfreundlich waren. Dies liegt zum einen an der sehr starken Staubentwicklung während der Anwendung, bei dem sich die zur Pandemiezeiten obligatorische Maske im Innenraum bewährt hat. Weiters kommt es im Wein durch die Anwendung zu einem starken CO<sub>2</sub>-Ausschuss und die Weine können dabei leicht übergehen wie in Abbildung 22 zu sehen ist, wenn nicht vorher entsprechend Wein aus dem zu schönenden Behälter gegeben wurde.



Abbildung 22: Schäumender Wein nach erfolgter Zeolithschönung.



Die Weine des Versuches des Lesejahres 2020 wurden allesamt ebenso von in Summe

acht Kostern verkostet. Allerdings wurde auf die Auswertung der Verkostung verzichtet. Die meisten Koster gaben an, dass die Weine sehr stark zu unterscheiden waren aufgrund des unterschiedlichen Alkoholgehalts aufgrund der Verwässerung durch das vielfache Vorquellen. Die anschließenden Analyseergebnisse bestätigten dies und somit ist eine Aussage auf Grundlage der Verkostung nicht gegeben.



Abbildung 23: Die Maske hilft gegen die Staubentwicklung

Eine kurze Erklärung bedarf es bezüglich des Wertes des Bentonitbedarfs. Dieser Wert gibt an, wieviel Bentonit einem Wein zugesetzt werden muss, um eine Eiweißstabilität zu erreichen. Es ist somit indirekt zu verstehen und ist nicht ein Wert der angibt, wie viel Protein im Wein vorhanden ist, das entfernt werden muss. Es ist ein praxistauglicher Wert, der für die gängigen Bentonitpräparate zutrifft, dadurch jedoch nicht sonderlich genau ist. Die angegebenen Werte sind Richtwerte für die Praxis, die bei entsprechender Anwendung mit großer Wahrscheinlichkeit zu einer Eiweißstabilität führen. Wie in Tabelle 12 zu erkennen ist, sind die üblicherweise verwendeten Werte bezüglich des Bentonitbedarfs nicht sonderlich genau, jedoch vollkommen ausreichend für die Praxis.

Tabelle 12: Skala des Bentonitbedarfs (eigene Darstellung)

0 g/hL
80 g/hL
> 100 g/hL
150 g/hL / >150 g/hL
200 g/hL
250 g/hL
300 g/hL
350 g/hL
400 g/hL

Da diese Arbeit vorrangig zum Ziel hatte, herauszufinden, ob Zeolith eingesetzt werden kann um Weine und Moste Eiweißstabil zu bekommen und einen Vergleich zwischen Bentonitpräparaten und Zeolithpräparaten zu erforschen, ist die Ungenauigkeit des Wertes des Bentonitbedarfs für die Arbeit nicht von Relevanz. Es ist allerdings anzuführen, dass die Werte nicht direkt für Zeolithpräparate passen. Hierfür sind höhere Aufwandsmengen zu verwenden, wie in den Ergebnissen zu sehen ist, ca. um den Faktor 10.

Bei dem Versuch mit Wein des Lesejahres 2021 wurden keine Analysenwerte bzgl. des Alkoholgehalts, Restzucker etc. durchgeführt, da durch das Auslassen des Vorquellens kein Wasser eingetragen wurde und von gleichbleibenden Gehalten auszugehen ist. Ebenso wurden die Weine nicht verkostet.

# 7 Zusammenfassung

Um das vorhandene thermolabile Eiweiß im Wein zu entfernen wurden im Rahmen dieser Projektarbeit Zeolithpräparate mit handelsüblichen Bentonitpräparaten verglichen, die am häufigsten in der kellerwirtschaftlichen Praxis zum Einsatz kommen. Dafür wurden in zwei aufeinander folgenden Jahren (Lese 2020 und Lese 2021) Versuche mit unterschiedlichen Umfang an der Höheren Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau durchgeführt. Alle Bentonitvarianten hatten bei üblichen Anwendungsmengen die Weine bezüglich ihrer Eiweißthermolabilität stabilisiert. Die angewandten Zeolithpräparate schafften dies ebenso, allerdings mit deutlich höheren Aufwandsmengen. Dies hatte einerseits einen negativen Einfluss auf die Eisen- und Calciumgehalte, die wiederum zu einer Eisentrübung bzw. zum Ausfall von Calciumtartrat führen können. Weiters kann bei den Aufwandsmengen von Zeolith das Vorquellen nicht empfohlen werden, und somit die sensorische Überprüfung auf Reinheit vor Anwendung nicht durchgeführt werden kann, was ebenso nachteilig ist.

## 8 Summary

This project examines the stabilisation of the proteins in wine and compares zeolites and conventional bentonites. For this, an experiment was made in two vintages (harvest 2020 and harvest 2021) at the Federal College and Institute for Viticulture and Pomology. The usage of typical amounts of all bentonites led to protein stabilised wines. Also the zeolites led to protein stabilised wines, however the amounts needed were much higher. This had a negative consequence on the amounts of iron and calcium, which could in return lead to a cloudiness due to the high amounts of iron and in case of calcium to a precipitation tartar crystals. In addition, due to the high amount of zeolites required, the swelling of zeolites is not recommended, because the amount of water, which would be added to the wine were too high. The swelling is important for the winemaker to check if the used product does not add any unwanted aroma to the wine.

## Literaturverzeichnis

Breier, N. 2010: Eiweißstabilisierung – aber wie?. DLR Rheinhessen Nahe Hunsrück, Oppenheim

Eder, R. et al. 2007: Weinfehler. Österreichischer Agrarverlag

Erbslöh, 2020a: NaCalit PORE-TEC

[https://erbsloeh.com//fileadmin/user\\_upload/pdf/Wine/technical\\_data\\_sheet/DE/nacalit\\_poretec-wein-saft-datenblatt-deutsch-erbsloeh.pdf](https://erbsloeh.com//fileadmin/user_upload/pdf/Wine/technical_data_sheet/DE/nacalit_poretec-wein-saft-datenblatt-deutsch-erbsloeh.pdf), abgerufen am 5.4.2021

Erbslöh, 2020b: GranuBent PORE-TEC

[https://erbsloeh.com/fileadmin/user\\_upload/pdf/Wine/technical\\_data\\_sheet/DE/granubent\\_poretec-wein-saft-datenblatt-deutsch-erbsloeh.pdf](https://erbsloeh.com/fileadmin/user_upload/pdf/Wine/technical_data_sheet/DE/granubent_poretec-wein-saft-datenblatt-deutsch-erbsloeh.pdf), abgerufen am 5.4.2021

Eschnauer, H.R. und Görtges, S. 1999: Bentonit – „Klärerde“ zur Weinbehandlung: Historie – Geologie – Gewinnung – Anwendung – Reinheit. Deutsches Wein Jahrbuch, 50, 209-220

Görtges, S. und Weninger, H. 2008: Anwendung von Natriumbentonit, Der Winzer, Heft 9, S. 6-9

Hamatschek, J. 2015: Technologie des Weines. Eugen Ulmer KG, S. 337-339

Herr, P. 2013: Das deutsche Weinmagazin, Nr. 13

Langwalter, F. 2004: Der richtige Umgang mit Bentonit, Der Deutsche Weinbau, Heft 24, S. 12-14

Lithos Natural 2020: <https://lithosnatural.at/de> abgerufen, am 5.4.2021

Mercurio et al., 2010: Natural zeolites and white wines from Campania region (Southern Italy): a new contribution for solving some oenological problems; An International Journal of MINERALOGY, CRYSTALLOGRAPHY, GEOCHEMISTRY, ORE DEPOSITS, PETROLOGY, VOLCANOLOGY and applied topics on Environment, Archeometry and Cultural Heritage

Miercznzska-Vasilev et al., 2019: Using Zeolites To Protein Stabilize White Wines, ACS Sustainable Chemistry and Engineering, 7, 12240-12247

Oenologischer Hinweis, 2018: Oenologischer Hinweis vom 20.08.2018. Gründe und Vorgehensweise bei der Bentonit-Schönung. Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau Weinsberg: [http://www.lvwo-bw.de/pb/site/pbs-bw-new/get/documents/MLR.LEL/PB5Documents/lvwo/pdf/o/Oenologischer\\_Hinweis\\_Bentonit\\_2018-08-20\\_LVWO.pdf](http://www.lvwo-bw.de/pb/site/pbs-bw-new/get/documents/MLR.LEL/PB5Documents/lvwo/pdf/o/Oenologischer_Hinweis_Bentonit_2018-08-20_LVWO.pdf), abgerufen am 23.12.2021

Sommer, S. 2011: Das Mysterium des Bentonitbedarfs, Schweizerische Zeitschrift für Wein und Obstbau, Heft 6, S. 6-9

Sommer, S. 2013: ...damit Sie nicht im Trüben fischen. Das deutsche Weinmagazin, Nr. 2, 20-23

Steidl, R. 2017: Kellerwirtschaft, Agrarverlag, 10. Auflage, 2017

Waiblinger, R. 1999: Bentonit – ein Tonmineral macht Karriere. Das deutsche Weinmagazin. 19: Seiten: 33-36

Weinverordnung, 1992: StF: BGBl. Nr. 630/1992.

Würdig, G. 1989: Chemie des Weines, Ulmer, S. 161-163

**HBLA und Bundesamt Klosterneuburg**  
Wein- und Obstbau  
Wiener Straße 74, 3400 Klosterneuburg  
[weinobstklosterneuburg.at](http://weinobstklosterneuburg.at)