

TECHNOLOGIE DES WEINES

BEHANDLUNGSMITTEL

Ludwig Pasch
Matthias Schmitt

Hochschule Geisenheim University
Institut für Önologie



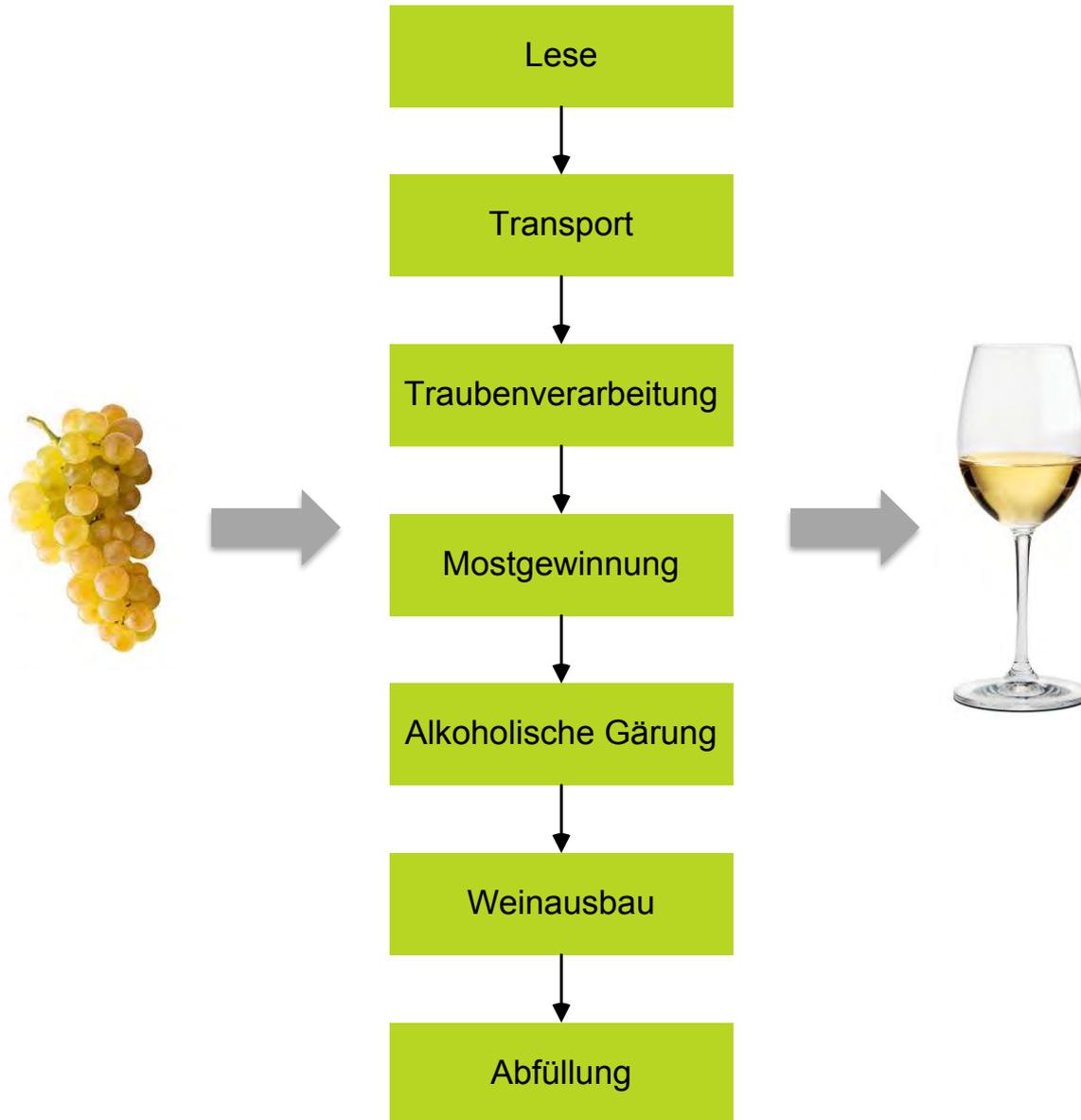
DEFINITION BEHANDLUNGSMITTEL

Technische Hilfsstoffe, die zur Qualitätserhaltung und damit zur Stabilität und zur Sicherung der Produktbeschaffenheit von Getränken beitragen.

Nach erfolgter Reaktion im Getränk erfolgt eine **Abtrennung** durch Sedimentation, oder Filtration. Behandlungsmittel wirken klärend und entfernen Stoffe, die zur Trübung sowie Farb- und Geruchsveränderungen führen können.

Behandlungsmittel **verbleiben nicht im Getränk.**

WEINBEREITUNG ALS GESAMTPROZESS



Freund 2014

ZIELSETZUNG DER MOST- BZW. WEINBEHANDLUNG

- **Ausgleichen** möglicher jahrgangsbedingter und lesegutbestimmter **Fehler** der Trauben wie Fäulnis, Frost;
- **Ausgleichen** möglicher jahrgangsbedingter **Mängel** oder **Überschüsse** der Hauptinhaltsstoffe Zucker, Säure und Gerbstoffe;
- Ausgleichen von **verfahrensbedingter negativer Beeinflussung** während der Verarbeitungsprozesse
- **Schutz und Stabilisierung** der Most- /Weinqualität, vor allem **qualitätsbeeinflussender Inhaltsstoffe**;
- Kontrolle der natürlichen und kellereigenen Mikroflora und **Schutz vor negativer Beeinflussung** durch **Mikroflora**;
- **Schaffen der Rahmenbedingungen** zu Mostvorklärung bw. Weinlagerung (**Zeit, Temperatur, Mikroflora; Kolloidsystem**);
- **Entfernung der Trubstoffe** – vor allem im Moststadium schnellstmöglich;
- Berücksichtigen der gewünschten Produktqualität mit Ziel **Kundenzufriedenheit**

Viele Behandlungsmittel wirken mehrfach.

- Oenologische Behandlungen, die die **Grundstruktur** des Weines **verändern**, sollen unterbleiben
- **Erhaltung** der **Weineigenschaften**
- **keine Entfernung** von **relevanten Stoffen** aus dem Wein
- **keine Freisetzung unerwünschter Stoffe** bis auf technisch unvermeidbare und gesundheitlich unbedenkliche Mengen - Gesundheitsschutz
- technische Notwendigkeit des Eingriffs **keine Verschlechterung der Qualität**
- **Sicherstellung der Verkehrsfähigkeit**
- Nachahmungs- und Irreführungsverbote
- Wein muss authentisch bleiben, damit er wiedererkannt wird

EINFLUSSFAKTOREN AUF WIRKSAMKEIT

- Dosagemenge
- Qualität der Behandlungsmittel
- Temperatur
- Viskosität (Edelsüße Weine)
- pH-Wert
- Weinmatrix
- Zugabereihenfolge
- Mischtechnik
- Kontaktzeit
- Weinzustand (CO₂ Entwicklung, Erschütterungen)
- Weintank

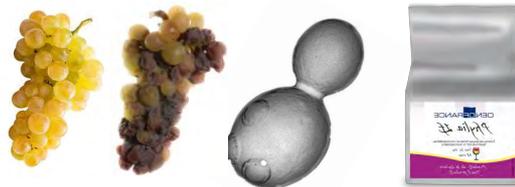
Je früher eine Maßnahme durchgeführt wird, desto weniger wirkt sie sich auf die Weinqualität negativ aus, aber desto ungenauer ist die Anwendung und muss ggf. im Wein wiederholt werden (Hamatschek 2014).

KOLLOIDALE INSTABILITÄTEN

Polysaccharide (Glucane, Mannane, etc.), Eiweiße, Polyphenole

	Partikelgröße (nm)	Ungefähre Anzahl der Atome pro Partikel	Stoffe	Partikeleigenschaften
Echte Lösung	< 2	10^3	Ionen, Mono-saccharide, Säuren, Aromastoffe	Passieren Ultrafiltration; sind nicht sichtbar und echt gelöst; keine Sedimentation
Kolloidale Lösung	2 – 1000	10^3 - 10^9	Polysaccharide, Proteine	Passieren Filtration, aber nicht Ultrafiltration; sind unter Ultramikroskop sichtbar; lösen sich schwierig in Lösung; sedimentieren sehr langsam
Suspension	> 1000	> 10^9	Mikroorganismen, Niederschläge	Werden bei Filtration zurückgehalten; sind unter Mikroskop sichtbar; lösen sich nur sehr schwierig in Lösung; sedimentieren schnell

Herkunft

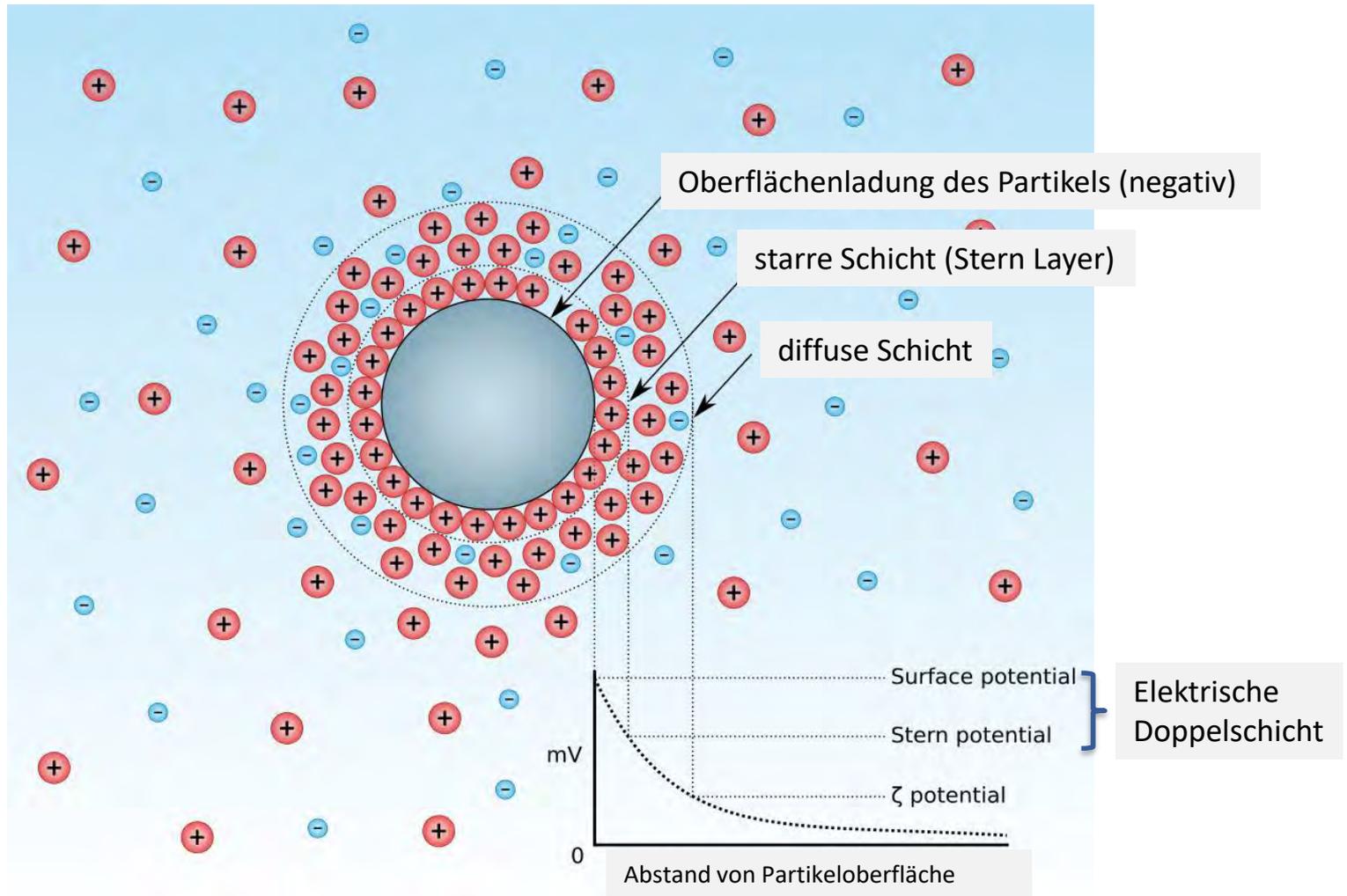


Kolloidgehalt Weißwein: 150-600 mg/L
Rotwein: > 1 g/L

Ribéreau-Gayon et al. 2006

KOLLOIDE

ZETA-POTENTIAL



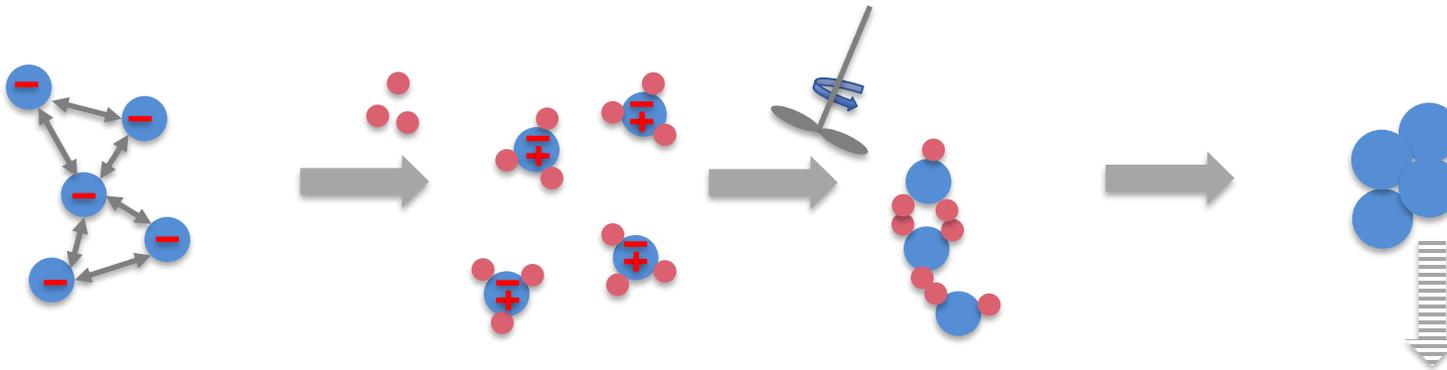
<https://de.wikipedia.org/wiki/Zeta-Potential>

- „Befinden sich geladene Partikel in Suspension, so lagern sich auf der Partikeloberfläche Ionen des Suspensionsmediums in einer fest gebundenen Schicht an. Weitere Ionen lagern sich eher locker gebunden in einer diffusen Schicht an. Damit erscheint das Partikel aus großer Entfernung elektrisch neutral, weil alle Ladungen bzw. Potentiale des Partikels durch Ionen des Suspensionsmediums kompensiert werden.
- Bewegt sich ein Partikel, so wird durch Reibung ein Teil der locker gebundenen diffusen Schicht abgeschert und das Partikel erscheint nicht mehr elektrisch neutral, sondern besitzt wieder ein Potential. Dieses Potential an der Abschergrenze wird als Zeta-Potential bezeichnet.“
- Die Oberflächenladungen der Teilchen erzeugen ein elektrostatisches Potential um das Teilchen herum, das mit zunehmendem Abstand vom Teilchen abnimmt.

<https://de.wikipedia.org/wiki/Zeta-Potential>

KOLLOIDE IM WEIN

Eine kolloidale Lösung besteht aus kleinen Teilchen, die durch verschiedene Kräfte (z.B. elektrostatisch abstoßende Kraft durch Oberflächenladung), die ihre Aggregation und Flockung verhindern, in einer Flüssigkeit dispergiert gehalten werden.



**Stabile kolloidale
Lösung**

Abstoßende Kräfte
Brownsche Bewegung
Masse

Koagulation

Flokkulation

Zusammenballung
von Teilchen

Van-der-Waals Kräfte

Sedimentation

KOLLOIDE IM WEIN

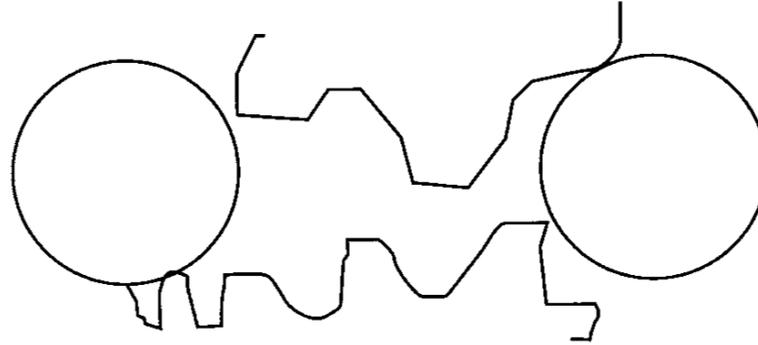
Ladungen von Kolloiden in Wein

Positive Ladung	Negative Ladung
Proteine	Hefe-Mannanproteine
Zellulosefasern	Arabinogalactane
Anthocyane	Rhamnogalacturone
Schleimstoffe	Hefezellen
	Bakterienzellen
	Kolloidale Farbstoffe
	Eisen(III)-phosphat
	Eisen(III)-hexacyanoferrat(II)
	Bentonit
	Pektin
	Trubstoffe
	Laccase
	Glucane
	Kieselgur, Gummi arabicum

KOLLOIDE IM WEIN

BEDEUTUNG UND AUSWIRKUNG IN DER WEINBEREITUNG

- Erhöhung der Maischeviskosität
- Geringe Saftausbeute beim Pressen
- Verringerung der Farbstoffausbeute
- Klärschwierigkeiten bei Most und Wein
- Unzureichende Schönungswirkung (Hängenbleiben, Überschönung)
- Filtrationsprobleme (Verblockung, Deckschichtbildung, Reinigung)
- Nachtrübungen des Weines, Ausscheidung von Kolloiden
- Zähwerden des Weines (Lindwerden)
- Einfluss auf das Alterungsverhalten des Weines
- Verzögerung der Weinsteinkristallisation
- Komplexbildung mit Mineralstoffen und Schwermetallen
- Extrakterhöhende Eigenschaften (zuckerfreier Extrakt)
- Verbesserung der sensorischen Eigenschaften (Mouthfeeling)
- Schutzkolloidwirkung; Stabilisierung gegen (Eiweiß-) Trübung



Flockung durch Kreuzbindung zwei kolloidaler Partikel bei Überschusses an Polysacchariden

Wirkungsweise

- Das Schutzkolloid muss die gesamte Oberfläche des Partikels bedecken
- Verhindert Agglomeration der Kolloide und damit Trübung
- Bei zu niedriger Polymerkonzentration können einzelne Partikel zusammengebunden werden

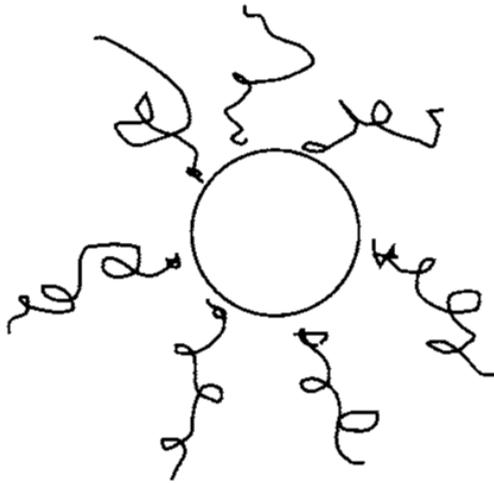
Effekte

- Verhindern Agglomeration von Kolloiden und Trübung
- Erschweren Klärung und Schönung
- Blockieren Filter

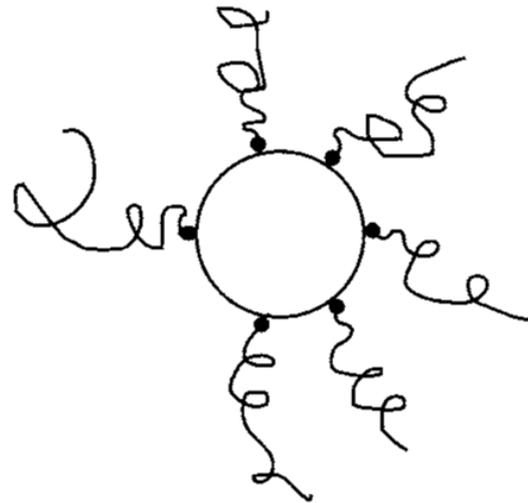
SCHUTZKOLLOIDE

NATÜRLICHE SCHUTZKOLLOIDE IM WEIN

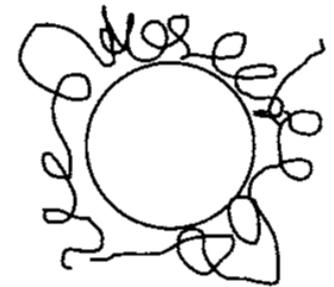
- Mannoproteine, phenolische Verbindungen, Karbohydrate, Polysaccharide (β -Glucan)
- Werden durch Filtrationen während der Weinbereitung teilweise entfernt.



(a)



(b)



(c)

Verschiedene Mechanismen, durch die Polysaccharide kolloidale Partikel vor Flockung schützen: (a) Blockpolymere, (b) gepfropfte Polymere (kovalente Bindungen), (c) lineare Polymere

HERKUNFT VON PROTEINEN IN WEIN

Gehalt: Traube

>

Most

>

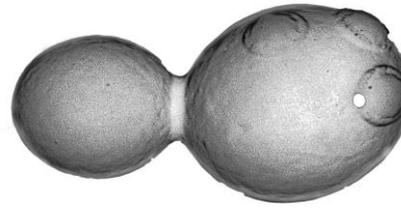
Wein



20.000 – 50.000 Daltons
(*instabil*)



Rebsorte, Jahrgang
(Wasserstress), Düngung,
Gesundheitszustand Traube,
Traubenverarbeitung (Lese,
Transport, Mazeration)



> 10.000 Daltons
(*Reaktion mit Tanninen*)



Gärbedingung,
Hefestamm, Autolyse,
BSA



?



Behandlungsmittel

- Nur lösliche Proteine werden extrahiert
- Proteingehalte (10-500 mg/L) nehmen während Weinbereitung ab
- Abnahme aufgrund von:
 - Flokkulation mit Polyphenolen/ Schönungsmitteln und Niederschlag;
 - Denaturierungsprozesse (Ethanolzunahme, pH-Wert Veränderungen, Proteolyse, etc.)

Eigenschaften

- Weinproteine haben eine Molekülgröße von 9 bis > 60 kDa und einen isoelektrischen Punkt von 3 bis 9.
 - Hauptanteil hat Größe von **20-30 kDa** und **IP von 4.1 bis 5.8**

Trübungsverursachende Proteine (thaumatin-like proteins = TLPs)

- Pathogenese-verwandte Proteine:
 - werden in Reaktion auf eine pathogene Infektion produziert
 - werden als Reaktion auf osmotischen Stress produziert

EIWEIßTRÜBUNG

WEINPROTEINE

Die Proteinstabilität hängt ab von

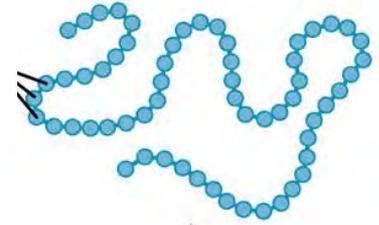
- intermolekularen Wechselwirkungen,
- intramolekularen Wechselwirkungen
- Polarität der Lösung,
- pH-Wert,
- Ionenstärke der Lösung (Ionen)

Grund für Eiweißtrübung

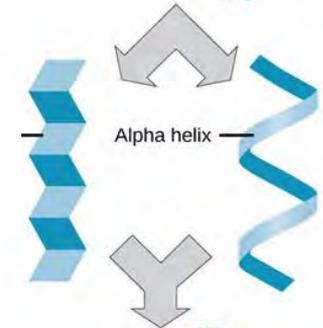
1. Veränderungen der Protein-Struktur während der Lagerung (Temperatur, pH-Wert)
2. Veränderung intermolekularer Wechselwirkungen

Die Denaturierung von Proteinen während der Weinreifung führt zu deren Aggregation und kann Trübungen verursachen.

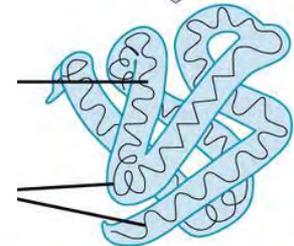
Primärstruktur
Aminosäuren



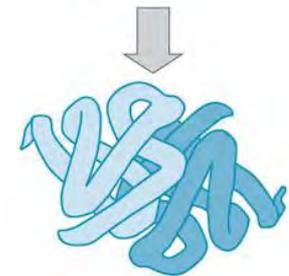
Sekundärstruktur
Faltstruktur oder
Helix



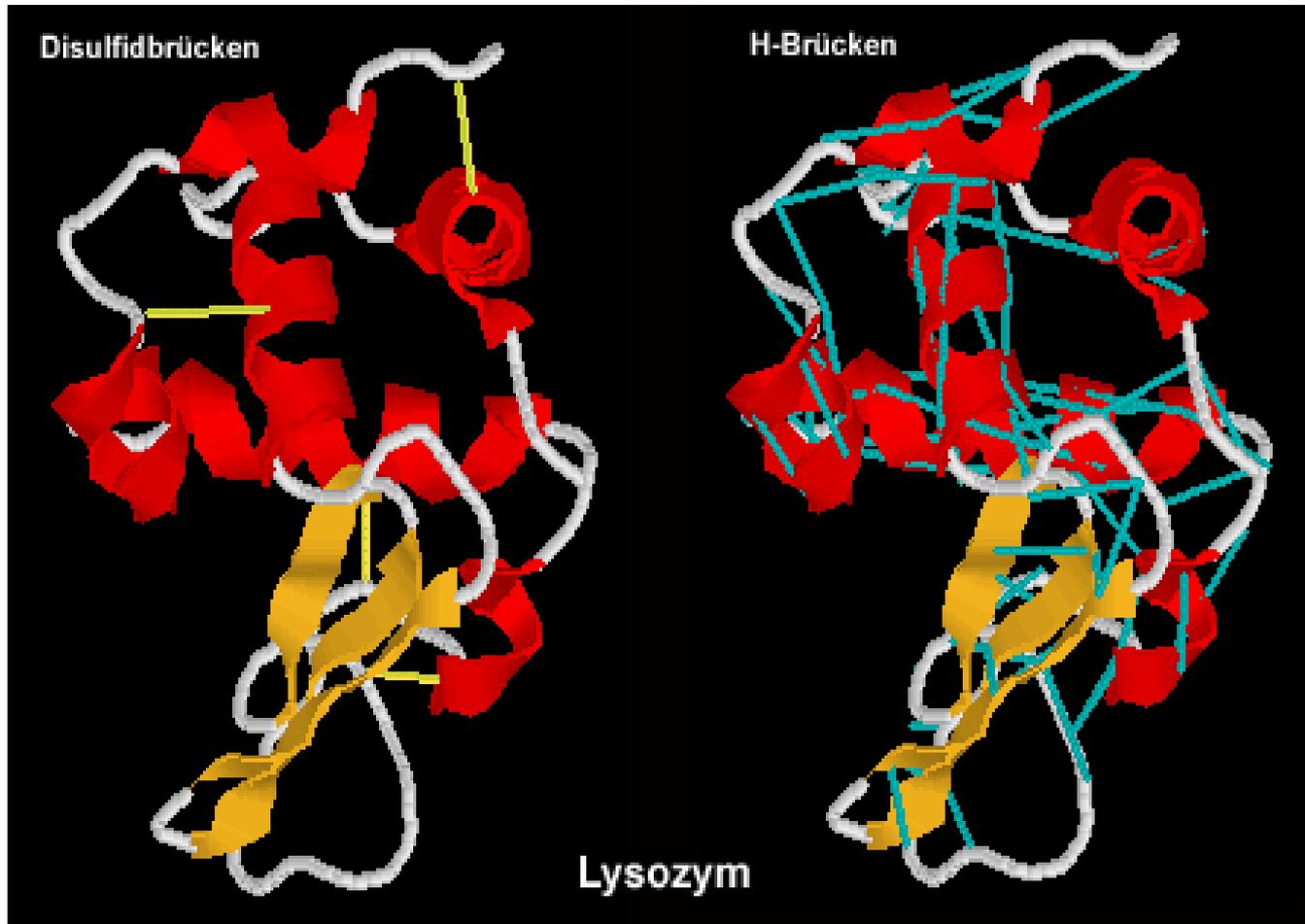
Tertiärstruktur
Knäuel durch
innere
Bindungskräfte



Quartärstruktur
Verbund aus
Proteinen



VERNETZUNG VON PROTEINMOLEKÜLEN



Stocké 2016

Reine Eiweißtrübungen

- nur bei stark übersättigten Weinen

Eiweiß-/Gerbstofftrübungen

- häufigste Form; oft genügen nur kleine Rückstandsmengen
- hydrophobe Wechselwirkungen, Wasserstoffbrücken
- Je höher der pH Wert, desto stärker die Ladung der Flavonole

Eiweiß-/Metalltrübungen

- seltenste Form; Zinn und Aluminium; manchmal auch Kupfer und Eisen



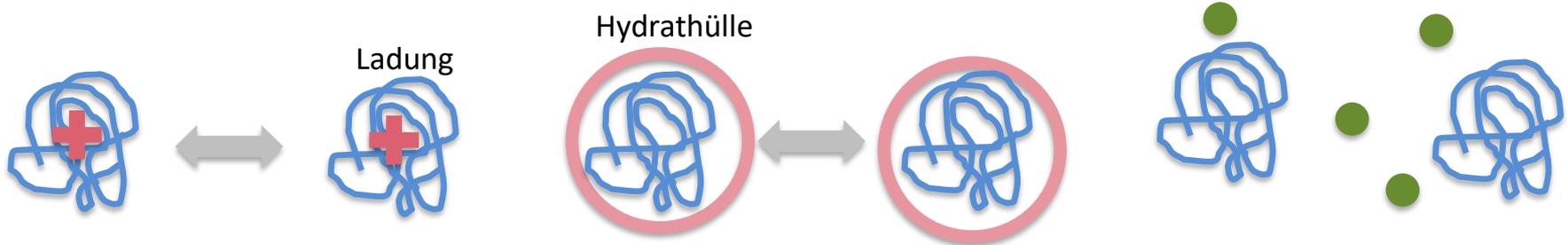
Quelle*

Im Allgemeinen erfordert die Ausfällung von Proteinen die Anwesenheit von Alkohol, Tanninen oder Erwärmung.

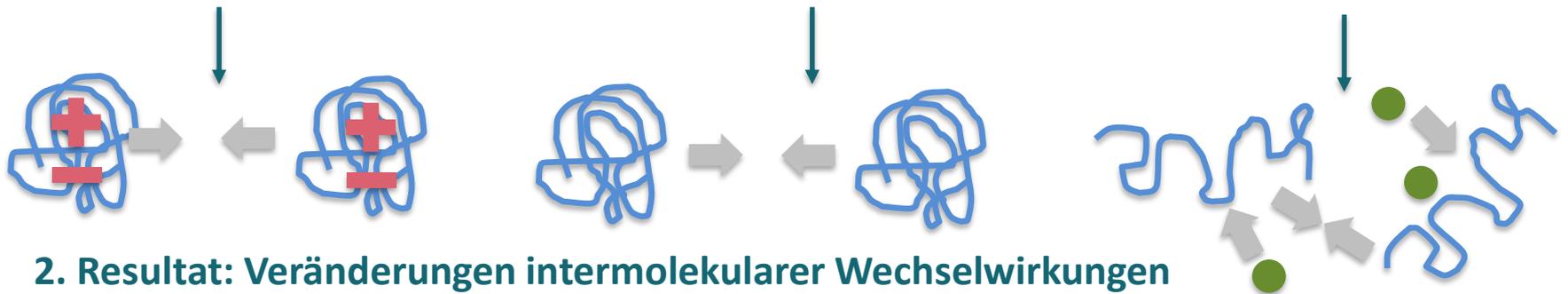
Einflussfaktoren auf Eiweißtrübung

- Proteine (PR-Proteine)
 - Gesamtproteingehalt korreliert nicht mit Trübungsanfälligkeit
- pH-Wert
- Alkoholgehalt
- Temperatur
- Nicht eiweißhaltige Stoffe:
 - Phenolische Verbindungen
 - Polysaccharide
 - Metallionen (Al, Sn, Cu, Fe)

EIWEIßTRÜBUNG



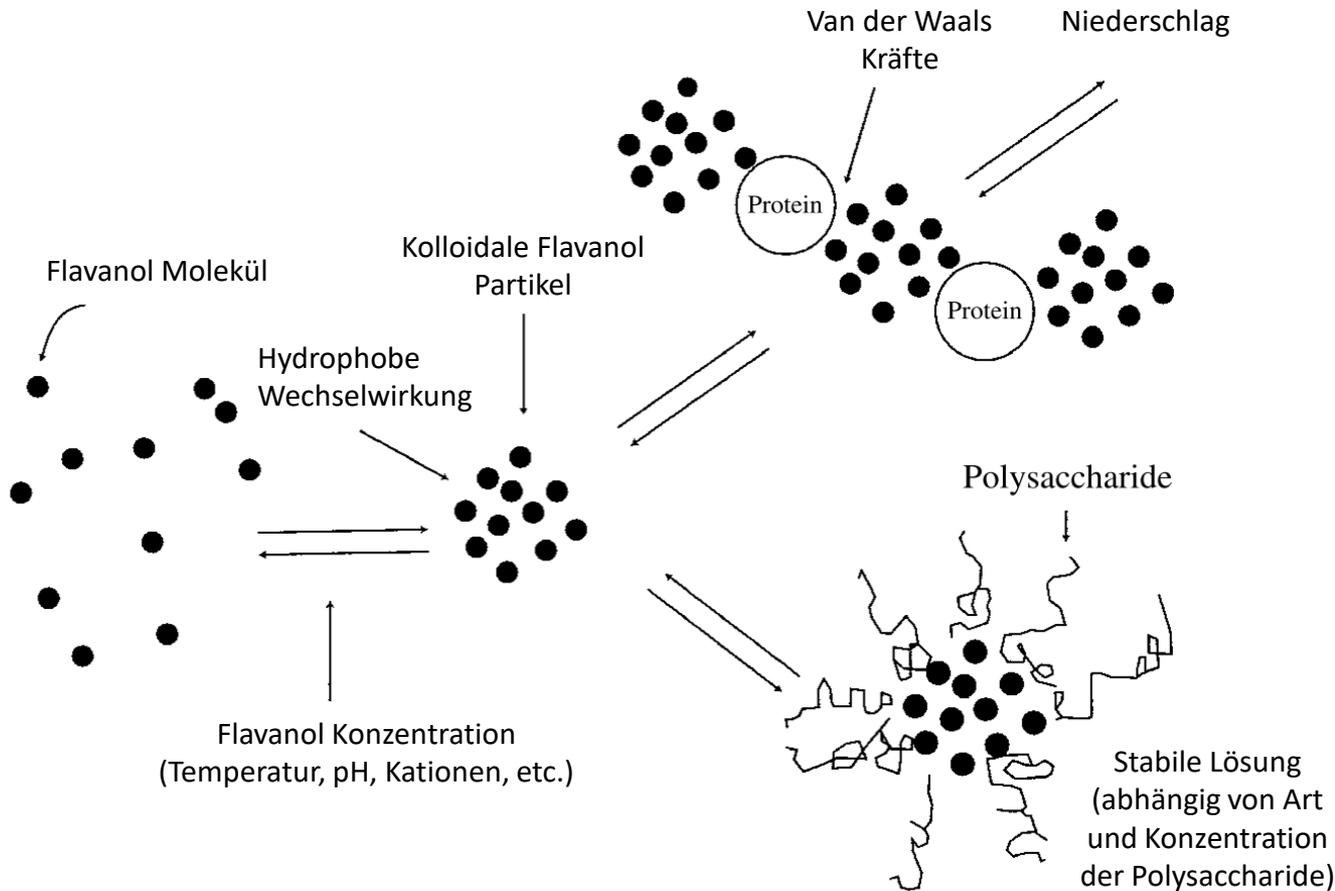
1. Veränderungen der Protein-Struktur während der Lagerung (Temperatur, pH-Wert)



hydrophobe Assoziation;
keine Ladung

Protein
Polysaccharide, Salze,...

Modell der kolloidalen Eigenschaften von Flavanolen (Tanninen) (Saucier, 1997)



PROTEINSTABILISIERUNG

HITZETEST

Hitze Denaturierung von Proteinen im Wein

1. Filtrierte Weinprobe von ca. 100 ml (Trübung < 1 NTU)
2. Trübung messen (NTU)
3. Erhitzen auf 80°C für 4h oder 60°C für 14h
4. Abkühlen über Nacht (12h 4°C)
5. Trübung messen (NTU)

Wenn $\Delta \text{NTU} < 2$, dann ist Wein eiweißstabil

- Testergebnis: Gefahr der Überschätzung der Bentonitgabe → Überschönung
- Lysozymeinsatz (250-500 mg/L) erhöht normalen Proteingehalt im Wein um vielfaches
→ potentiell nicht stabil; reagiert schlecht auf Hitzetest



PROTEINSTABILISIERUNG

WEITERE MÖGLICHKEITEN

Chemische Denaturierung - Bentotest nach JAKOB

- Sichtbarmachung von Eiweiß durch Zusatz des Fällungsmittels (Denaturierung) Phosphorwolframsäure.
- 1 ml Bentotest-Lösung zu 10 ml filtrierten Wein
- Bei Flockenbildung/ Trübung ist Wein instabil (> 5 NTU)
- Je nach Trübungsgrad wird die Dosage in den Vorversuchen angepasst
- Sonderfall **pasteurisierte** Moste (Test ist immer positiv)



Herabsetzen der Löslichkeit

- Ethanolzugabe
- Tanninzugabe (0,5 – 2 g Gallotannine/ l Wein)
- Tanninzugabe + Wärme (80°C, 30 Minuten)

} Trübungsmessung

PROTEINSTABILISIERUNG

SCHÖNUNGSVORVERSUCH

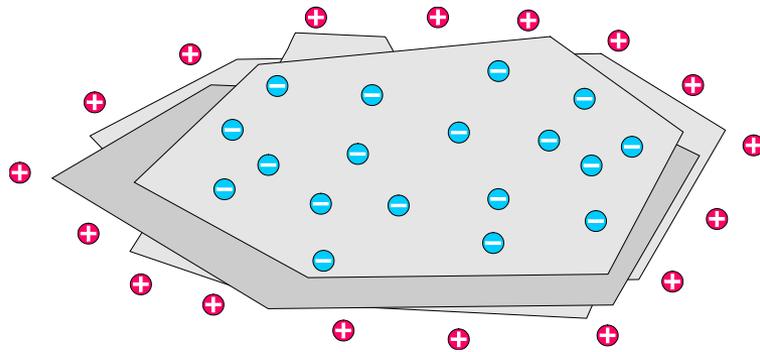


Bentonitgabe (g/L)

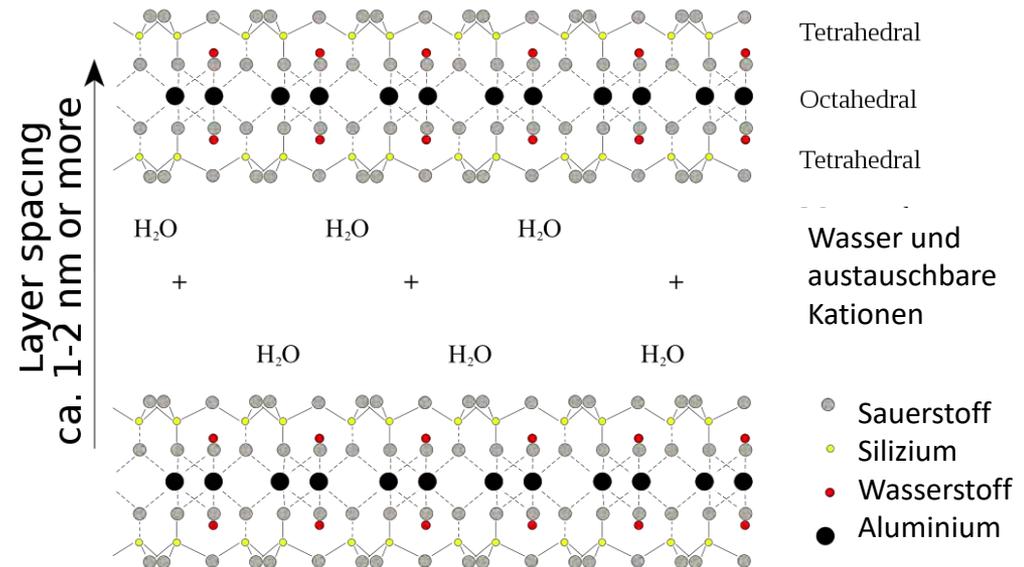
Wilkes, AWRI, 2015

PROTEINSTABILISIERUNG

BENTONITSCHÖNUNG



Kristallgitter des Montmorillonits



- Bentonit = Mischung aus verschiedenen Tonmineralien, dass durch Verwitterung von Vulkanasche entsteht
- Elektrostatische Wechselwirkung mit positiv geladenen Proteinen
- Kationenaustausch (Na⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺)
- Es gibt keine zufriedenstellenden Alternativen (Proteasen, Ultrafiltration, Kationenaustauscher, etc.)

PROTEINSTABILISIERUNG

BENTONITE IN DER KELLERWIRTSCHAFT

Na/ Ca Bentonit

- Vereint Vor- und Nachteile
- Als fertige Mischungen im Handel erhältlich



Rohher Ton

Pulver

Granulat

Na Bentonit (hochquellfähig)

- Quellfaktor ca. 1,4 bis 4 l/kg
- Höhere Flockungsintensität
- Bessere Klärwirkung
- Einsatz in DE verboten

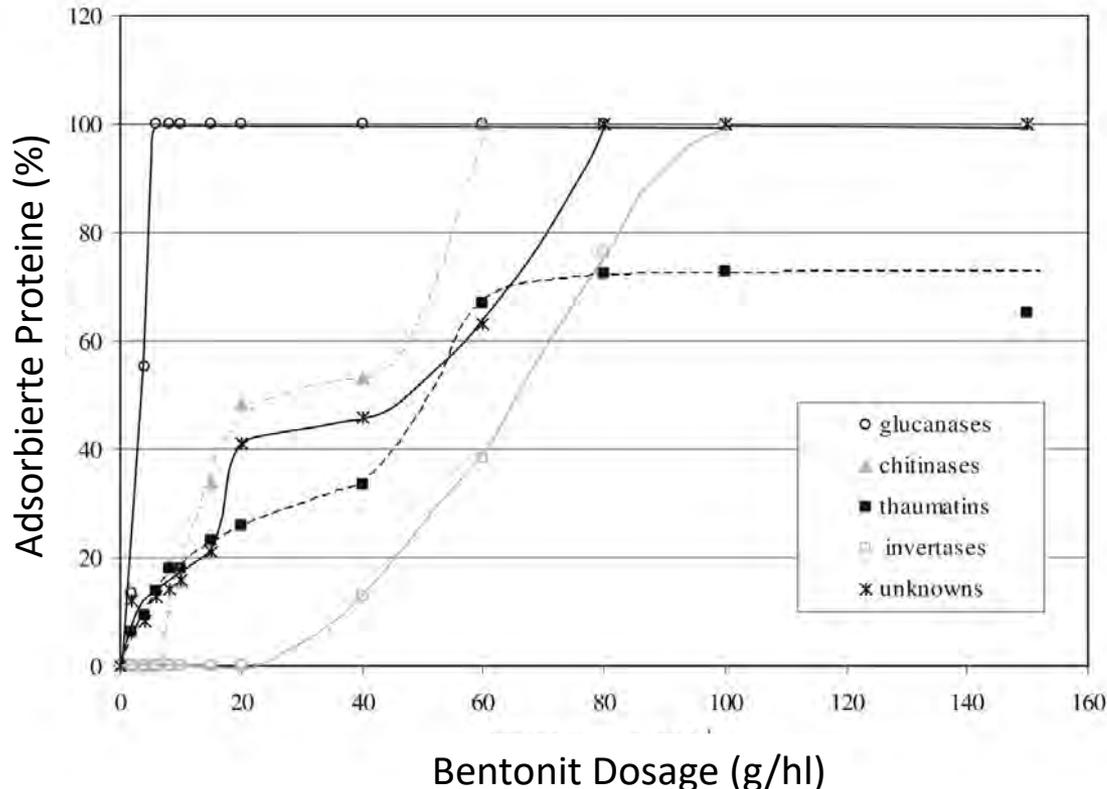
Ca Bentonit (niederquellfähig)

- Quellfaktor 1,1 bis 1,4 l/kg
- Kompakteres Trubvolumen
- Leichtere Suspendierbarkeit

PROTEINSTABILISIERUNG

BENTONITSCHÖNUNG

Prozentsatz der adsorbierten Proteine in Abhängigkeit der Bentonit-Dosis, dargestellt für einzelne Proteine.



Protein	Molekulargewicht	Hitzeinstabil nach 30min bei
Glucanase	~ 37 kDa	40°C
Chitinase	~ 28 kDa	40 – 80 °C
Thaumatisine	~ 25 kDa	40 – 80 °C
Invertase	~ 71 kDa	> 80 °C
Unbekannt	~ 14 kDa	> 80 °C

Die Ergebnisse zeigen eine Selektivität bei der Proteinentfernung durch Bentonit.

Sauvage et al. 2010

PROTEINSTABILISIERUNG

BENTONITSCHÖNUNG

Anwendung (große Spanne 50-600 g/hl)

1. 1 Teil Bentonit in 5-10 Teile Wasser klumpenfrei einrühren.
2. Vorquellen für 6-24 Stunden.
3. Klaren Überstand abziehen und verkosten.
4. Bentonit-Brei mit der 3 bis 4fachen Weinmenge verflüssigen.
5. Bentonit unter kräftigen Rühren dem Most/ Wein zusetzen.



Zeitpunkt

- Most, Gärung, 1./2. Abstich, Abfüllung

Produkt

- Weißwein, Rotwein, **Süßreserve**, Traubensaft

PROTEINSTABILISIERUNG

BENTONITSCHÖNUNG

Zu Beachten

- Weinverlust (3-10%)
- Ca-Eintrag → Calciumtartrat Bildung
 - kein Ca-Bentonit bei $\text{pH} > 3,4$
- ohne Vorquellung sind 25 bis 30 % höhere Bentonitgaben erforderlich
- Abreicherung von Aminosäuren, N-Verbindungen
- unspezifische Wirkung: evtl. Reduzierung von Aromastoffen, Polyphenolen, Farbpigmenten, etc.
- Wirkung ist pH-Wert abhängig
- Metallabgabe (Fe, Al, Ca, Mg) bei langem Kontakt (Gärung)
- Entsorgung von Schönungsstrub
- Lagerung (gute fachliche Praxis!)

Hausenblase (Fisch)

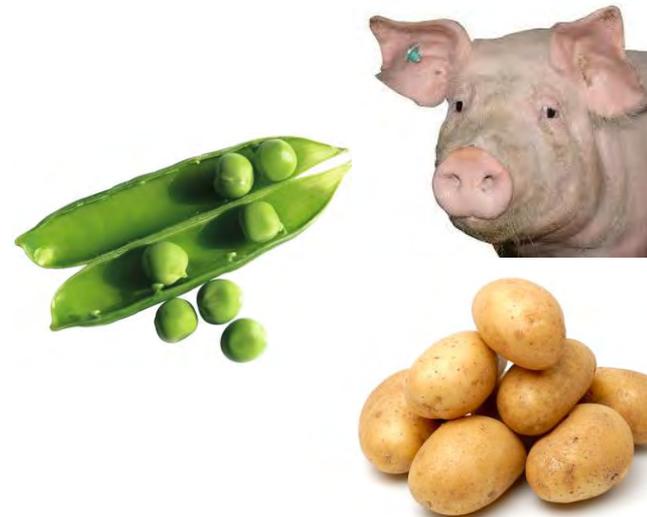
Eieralbumin

Kasein (Milch)

Gelatine (Kollagen)

Erbsenprotein

Kartoffelprotein



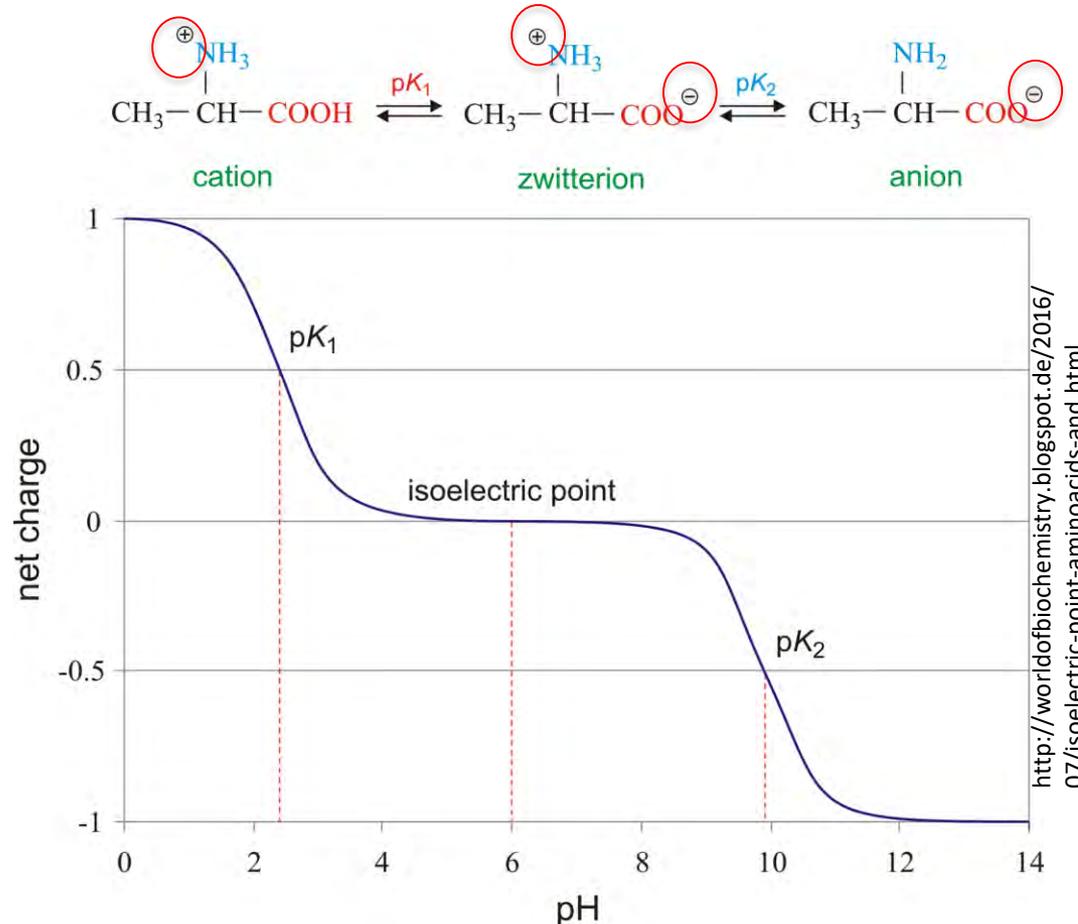
TYPEN VON EIWEIßEN

Peptide = Ketten mit bis zu 100 Aminosäuren
(z. B. Hormone)

Proteine = Ketten von 100 – 30.000 Aminosäuren
(z. B. Enzyme, Antikörper)

Proteide = Proteine mit Fremdeinschlüssen
(z. B. Hämoglobin)

Isoelektrischer Punkt von Aminosäuren



Im stark sauren Bereich tragen Eiweiße nur positive, im stark alkalischen Bereich nur negative Ladungen. Als isoelektrischen Punkt bezeichnet man den pH-Wert bei dem die Zahl der negativen und positiven Ladungen gleich ist, die elektrische Ladung der Eiweißmoleküle durch Neutralisation der basischen und sauren Gruppen also verschwindet.

Aufschlussart:

- Enzymatisch, alkalisch oder sauer aufgeschlossen

Eigenschaften verschiedener Gelatine

Warmlösliche Gelatine	<ul style="list-style-type: none">• Saure Hydrolyse• Proteingehalt 30-50% mit hohem MW > 10⁵• Stark positiv geladen bei Wein pH• Auflösung in heißem Wasser
Kaltlösliche Gelatine	<ul style="list-style-type: none">• Enzymatische Hydrolyse• Proteine mit MW < 10⁵• geringer Peptidgehalt• geringe positive Ladung bei Wein pH
Flüssige Gelatine	<ul style="list-style-type: none">• Intensive saure Hydrolyse• Proteine mit geringem MW < 10⁵• Hoher Gehalt positiv geladener Peptide (Risiko Überschönung)• positive Ladung bei Wein pH

Bloomzahl

- nieder-, **mittel** (80-100)-, hochbloomig (> 180)
- Je höher die Bloomzahl (Gallertfestigkeit), desto schlechter die Auflösung in Wasser
- Vorteile mittelbloomiger Gelatine: höhere Flockungsaktivität; besserer Kläreffekt; größere Schönungsbandbreite; höhere Polyphenoladsorption; geringeres Trubdepot; bessere Löslichkeit
- Hochbloomige Gelatine wird zur Flotation eingesetzt um ein kompaktes Trubdepot zu erreichen

Zustandsform

- Blattgelatine, **gemahlene** oder flüssige Gelatine

Löslichkeit

- kalt oder **warm** löslich
- kalt lösliche Gelatine sind kurzkettig, ohne definierte Bloomzahl, schwache Ladung

GELATINE

WIRKUNGSWEISE

1. Eiweiß-Gerbstoff-Reaktion

- Ausfällung von adstringierenden, überschüssigen Gerbstoffen (polymerisierte Flavanole).
- Reagiert nicht mit kleinen phenolischen Verbindungen (monomere Flavanole)
- Wasserstoffbrückenbildung zwischen Hydroxygruppen der Phenole und Peptidgruppen der Gelatine

2. Klärwirkung

- Ausfällung von Trubpartikeln und Kolloiden.

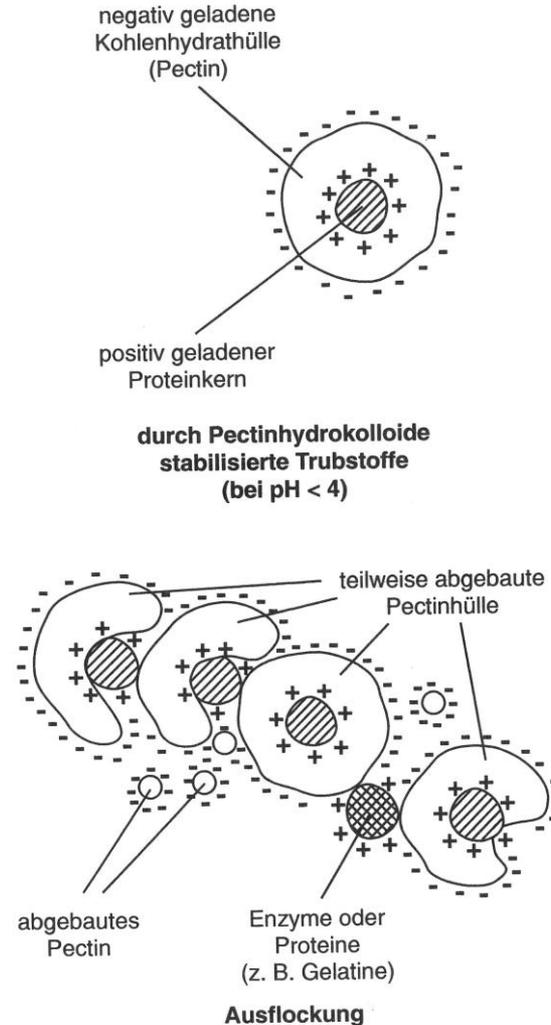
3. Stabilisierend

- Ausfällung von Kolloiden, die eine Nachtrübung verursachen können.

GELATINE

WIRKUNGSWEISE

Entstabilisierung von trubstabilen Kolloiden mit positivem Proteinkern (Hamatschek 1997)



Anwendung (3 - 20 g/hl)

- Zeitpunkt: Most und Wein
- Gelatine 30 Minuten in Wasser vorquellen, und danach bei warmer Temperatur auflösen
- Bei Temperaturen unter 8°C ist spontanes Gelieren möglich

Gefahr Überschönung

- Vorversuch
- Ein Teil der zugesetzten Gelatine flockt nicht aus.
- Höhere Gefahr in Weißwein wenn nicht ausreichend Reaktionspartner vorliegen.
- Kann zu nachträglicher Trübung bei Tannin- oder Proteineintrag führen (Holzfass, Verschnittpartner, Einsatz oenologischer Tannine, Naturkork, etc.)
- Behandlung überschönter Weine mit Bentonit, Kieselsol, (Tannin)
- Der Einsatz von **Kasein** oder **Hausenblase** in niedrigen Konzentrationen führt fast nie zur Überschönung
- **Hühnereiweiß** benötigt viele Tannine als Reaktionspartner um vollständig auszuflocken

PHENOLGEHALT 1999ER RIESLING MOST / WEIN VERSCHIEDENE SCHÖNUNGEN

variant	Total phenols		Reduction of the total phenols from the initial content*			
	After clarification [mg/l]	After fermentation [mg/l]	After clarification [mg/l]	After clarification [%]	After fermentation [mg/l]	After fermentation [%]
Control	406	242	40	9,0	204	45,7
Gelatine	370	249	76	17,0	214	48,0
Gelatine	392	232	54	12,1	197	44,2
Casein	376	227	70	15,7	214	48,0
Pectinase	327		119	26,7	-	-
Bentonit	371	200	75	16,8	219	49,1

*initial content 446 mg/l

KIESELSOL (ANORGANISCH)

- Kieselsoil besteht aus Monokieselsäure die sich sofort beim Ansäuern von wasserlöslichen Silikaten bildet.
- Wässrige kolloidale Suspension (mind. 15%ig) von amorphen **Siliziumdioxid** (SiO_2)
- Die Partikel sind an Oberfläche hydroxyliert und daher negativ geladen bei Wein pH

Wirkung

- Ersatzstoff zum in der Vergangenheit eingesetzten Tannin
- Verbessert Ausflockung von Gelatine/ Hausenblase
- zum besseren Absetzen des Schönungsmittels
- zur raschen Klärung und kompakten Trubdepot
- zur Filtrationsverbesserung

Anwendung

- Zuerst eiweißhaltiges Schönungsmittel dann Kieselsoil
- Kieselsoil/ Gelatine Verhältnis liegt zwischen 5 und 10

HAUSENBLASE

- Fischblase von verschiedenen Fischarten (Stör, Hausen, Sterlet, Glattstör, Scherg, Osseter)
- Besteht zu 70% aus Kollagen
- Vergleichbare Reaktion wie Gelatine (schonender als Gelatine)
- Isoelektrischer Punkt: 5,5



Zustandsform

- Blattform, **gemahlen** oder flüssig
- Bei Blattform aufwendige Präparation; Quellung in Wasser (0,5ml HCL/l + 200 mg/l SO₂) für 10 Tage und anschließend sofortige Verwendung

Einsatz (0,5 – 2,5 g/hl)

- Trubniederschlag/ Klärung empfindlicher gerbstoffarmer Weißweine
- Leichte Gerbstoffharmonisierung (reagiert schwächer mit Tanninen als Gelatine)
- Phenole und Farbpigmente werden geringfügig reduziert
- reagiert hauptsächlich mit monomeren Phenolen
- Verbessert “Glanz”
- Nach Blauschönung
- Koschere Weine
- **Lockerer Trubdepot** → Schwierigkeiten beim Abstich → Filtrationsprobleme

Nach der Schönung klären sich die Weine, abhängig von der Temperatur, innerhalb weniger Tage und können nach 8-10 Tagen abgestochen werden.

- Haupteiweiß in Kuhmilch. Liegt als lösliches Calciumsalz in einer Konzentration von 3-3,5% vor.
- Proteine haben aufgrund der Phosphorylierung auch teilweise negative geladene Regionen
- Isoelektrischer Punkt: 4,7

Zustandsform

- Granulat, Pulver
- Relativ hydrophob; erschwert Löslichkeit in Wasser
 - Besser löslich in alkalischem Medium als in Wasser
 - **Calciumkaseinat** ist leichter löslich

Anwendung

- Auffrischung oxidierter Weine
- Farb- und Geruchverbesserung von hochfarbenen Weinen
- kann präventiv eingesetzt werden
- leichte Klärwirkung
- Entfernt phenolische Bitterkeit, Rauheit und Fehl aromen
 - reduziert monomere Falvan-3-ole (Bitterkeit)
- Entfernt weniger Tannine als Gelatine/ Hausenbase oder Albumin

Einsatz (5-100g/hl)

- Fällt unabhängig von Reaktionspartnern aus (keine Gefahr der Überschönung)
- Sehr **schnelle Ausflockung** bei Wein pH-Wert → Schnelle, effiziente Vermischung!

ALBUMIN (HÜHNEREIWEIß)

- Albumin setzt sich aus verschiedenen Proteinen zusammen und macht 12,5 % des Gewichts frischen Eiweißes aus. Ovalbumin ist das Hauptbestandteil (Ribéreau-Gayon et al., 2006)
- Isoelektrischer Punkt: 4,6

Zustandsform

- Frisch, **Pulver**, Flüssig

Einsatz

- Harmonisierung tanninreicher, adstringierender Rotweine während Fassreifung (reagiert mit polymeren Pigmenten)
- Pulverform (3-15 g/hl)
- Rotwein (1-3 Eier/hl): Aufschlagen, aufziehen und dann zusetzen



<http://jmiglavs.photoshelter.com/image/I0000ugjQ4VlkqDU>

PFLANZLICHE PROTEINE

- Vegane Weine, Halal, Koscher
- Erbsenprotein, Kartoffelprotein
- **Siehe Vorlesung „Bioweinbereitung“**

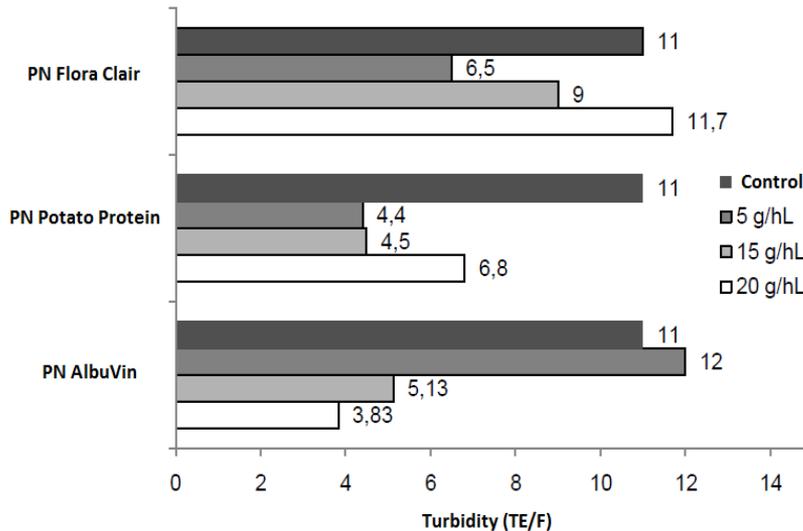
Schönungsmittel	TPI	Trübung	Bräunungs- potential ¹	Farbe	
				b* Gelbton	ΔE^* ²
Kontrolle	5.63 ± 0.08a	0.28 ± 0.04a	0.011 ± 0.002a	2.44 ± 0.03a	-
Erbsenprotein (40g/hl)	5.01 ± 0.11b	0.08 ± 0.04d	0.006 ± 0.001 ab	1.73 ± 0.04c	6.19 ± 0.11a
Kaliumkaseinat (40g/hl)	5.03 ± 0.12b	0.13 ± 0.04c	0.003 ± 0.002b	1.71 ± 0.04c	5.17 ± 0.07a
PVPP (25g/hl)	4.88 ± 0.09b	0.45 ± 0.04a	0.007 ± 0.001ab	1.99 ± 0.05b	0.63 ± 0.05c
Erbsenprotein/ PVPP (25g/hl)	5.56 ± 0.19a	0.15 ± 0c	0.008 ± 0.001 a	1.70 ± 0.04c	4.38 ± 0.05b

¹Unterschied bei A420nm nach 5 Tagen bei 55°C

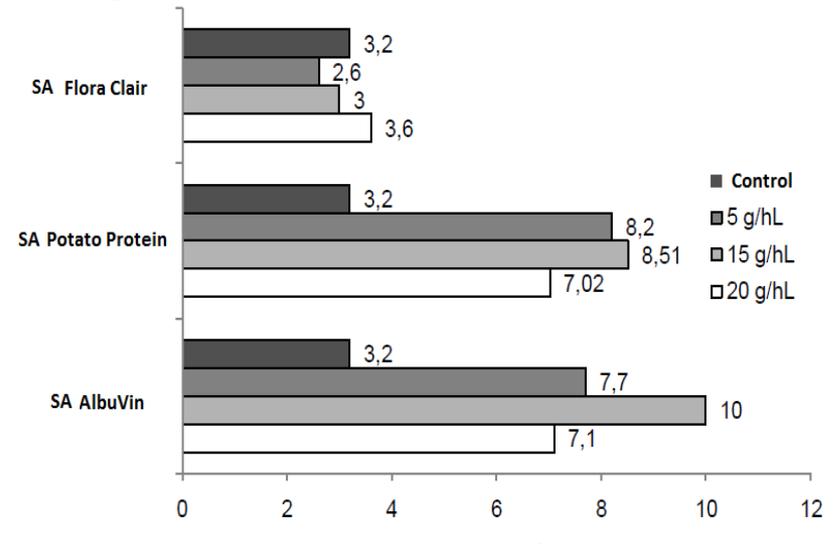
²Farbunterschiede können mit dem Auge unterschieden werden wenn der Wert ΔE^* größer als zwei Einheiten ist

VERGLEICH VERSCHIEDENER SCHÖNUNGSMITTEL

Pinot Noir



Sangiovese



Vergleichende Studie

- Erbse, Hausenblase, Ovalbumin, Gelatine, PVPP, Kartoffel, Kaliumkaseinat

Ergebnisse

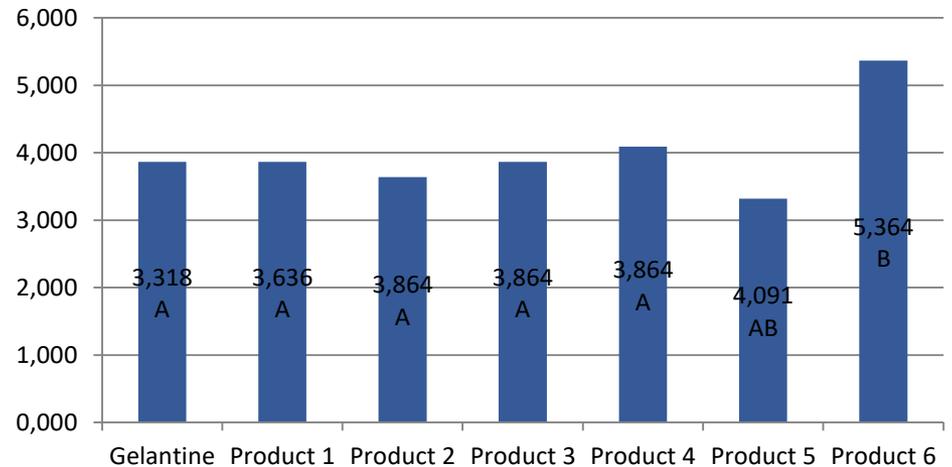
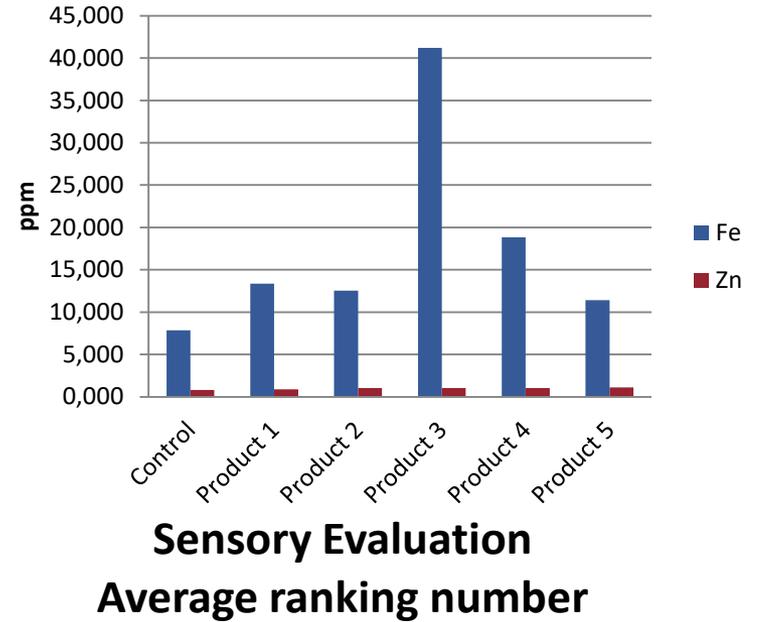
- kein sensorischer Unterschied bei Weiß- und Rotwein
- kein erhöhter Mineralstoffgehalt bei pflanzlichen Proteinen
- Ähnliche Ergebnisse für Anthocyane und weitere phenolische Verbindungen
- Ausnahme PVPP: stärkste Abreicherung

Webber Witt 2014

VERGLEICH VERSCHIEDENER SCHÖNUNGSMITTEL



Lees

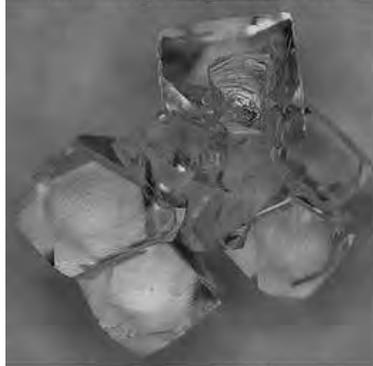


KRISTALLAUSSCHIEDUNGEN

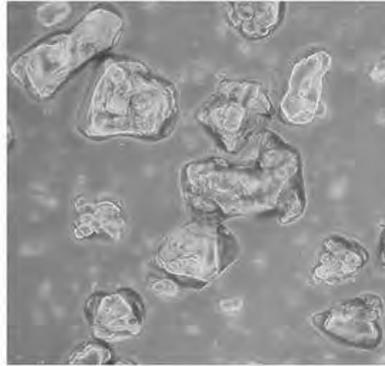
Kaliumhydrogentartrat,  Calciumtartrat, Calciummucate

KRISTALLAUSSCHIEDUNGEN

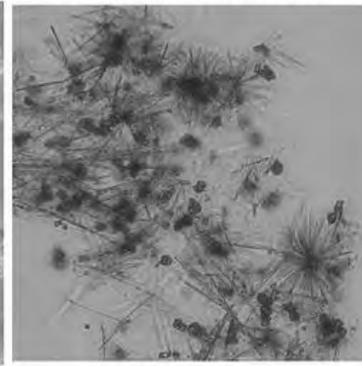
Kaliumhydrogentartrat



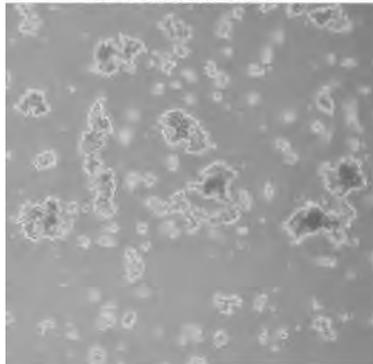
Calciumtartrat



Calciummalattartrat



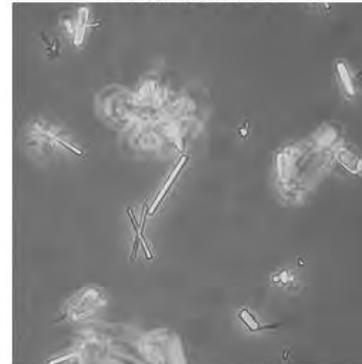
Calciumoxalat



Calciummucet



Calciumuvat



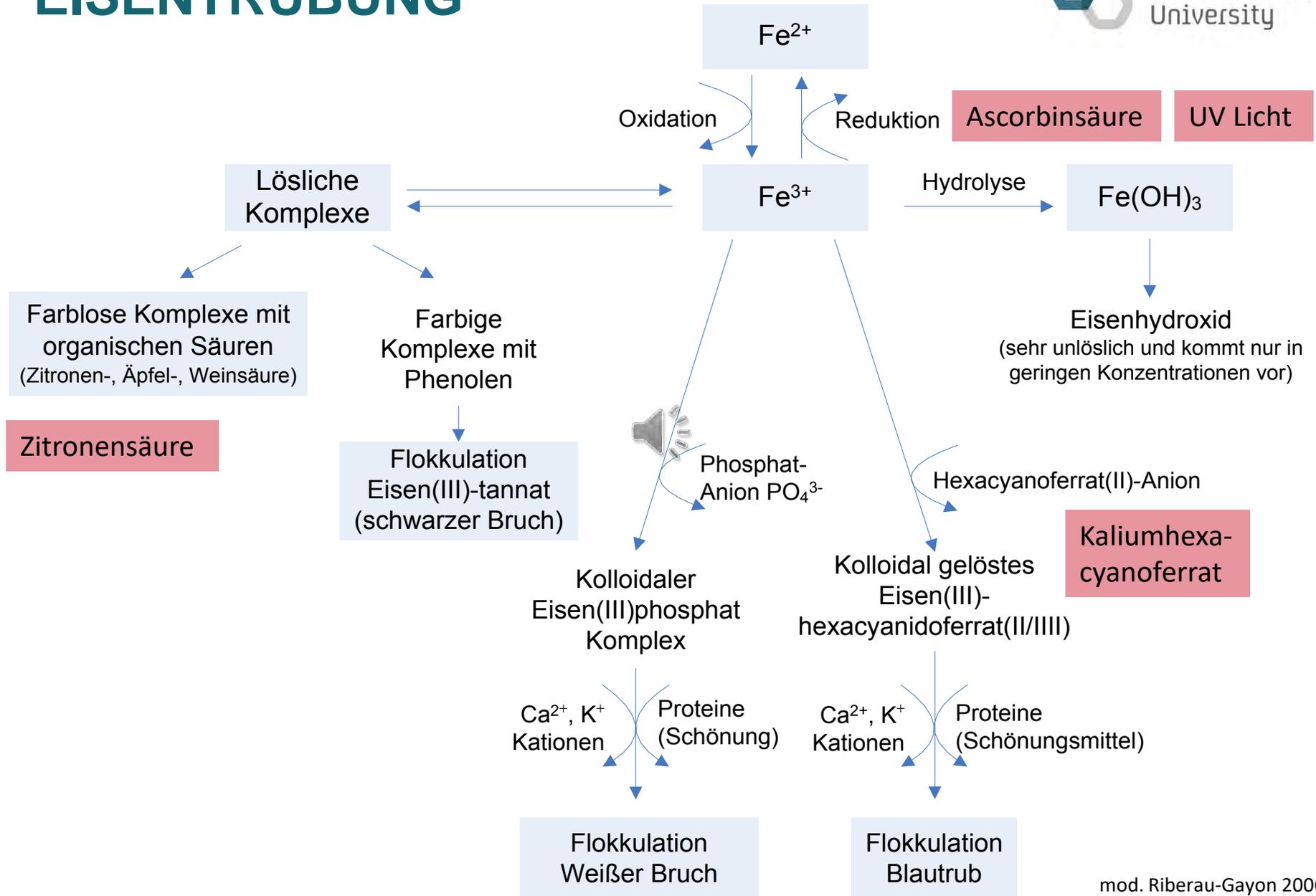
Sommer 2014

Siehe Vorlesung „Weinsteinstabilisierung“

METALLSTABILISIERUNG

Eisentrübung, Kupfertrübung

EISENTRÜBUNG



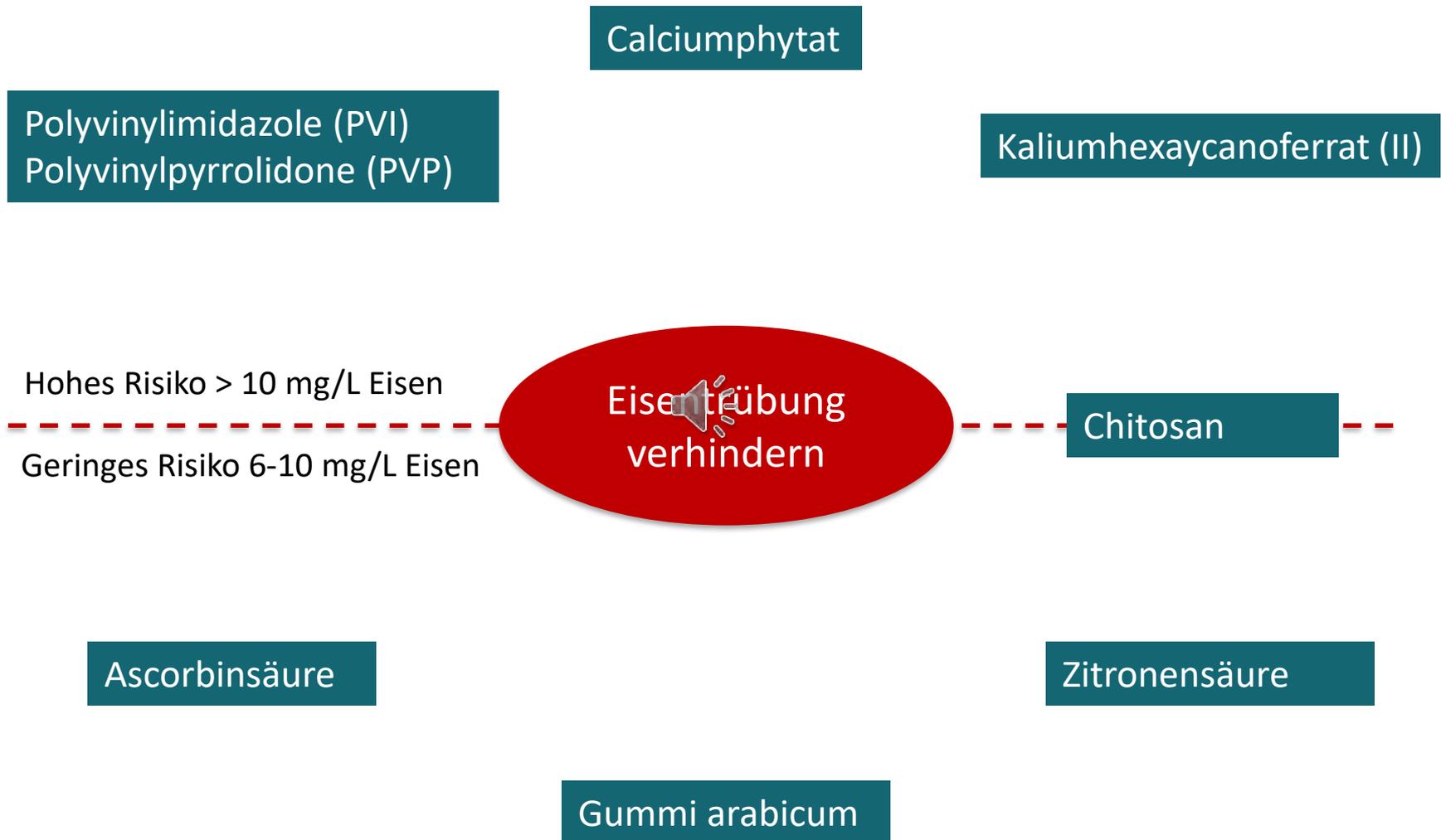
- Der Eisen Eintrag erfolgt über Trauben (1-5 mg/l), korrodierte Metallflächen bei Transport und Kellereigeräten, Betontanks, PSM Rückstände
- **Technische Sicherheitsgrenze bei 6 mg/l**
- Schwermetalle werden während der Gärung teilweise als Sulfide ausgefällt, oder von Hefen adsorbiert und über das Hefegeläger ausgetragen
 - $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ Verhältnis hängt von Lagerbedingungen (SO_2 , Oxidation ab)



Nach Sauerstoffzufuhr liegt ein höhere Anteil als Fe^{3+} vor und somit ist Wein anfälliger

- Natürlicherweise sind nur geringe Mengen Phosphate im Wein vorhanden
 - Diammoniumphosphatgabe (100g/hl)
 - Risiko nur bei pH Werten 2,9 - 3,6 (niedrigen Temperaturen)

EISENTRÜBUNG



EISENTRÜBUNG

KALIUMHEXACYANOFERRAT (II)

Schönung

- Schönungsbedarf muss von **Fachlabor** ermittelt werden
- Schönung muss durch **Oenologen** durchgeführt werden
 1. 1 Teil Kaliumhexacyanoferrat in 3-4 Teilen warmen Wasser lösen
 2. ohne Sauerstoffzufuhr dem Wein zusetzen und gründlich durchmischen
 3. Eventuelle Nachschönung mit eiweißhaltigen Mittel um kolloidal gelösten Blautrub auszufällen
 4. Einige Tage warten
 5. Abtrennung des Blautrubes (**Sondermüll**) und **Sterilfiltration** des Weines
- Abstich des Weines von Trubdepot **Schönungsnachkontrolle** im Labor
- Cu-, Zn-, Mn-, Ni-, Ag-, Pb-, (Al-) und Cd-Ionen werden auch ausgefällt
- Trübungsbereitschaft durch Eisenionen nimmt mit steigenden pH-Werten zu
- mit steigenden pH-Wert ist die Menge des ausfällbaren Eisens begrenzt (durch die zunehmende Komplexbildung des Eisens mit org. Säuren)



Cyanwasserstoff



(Würdig und Woller 1989)

EISENTRÜBUNG

CALCIUMPHYTAT

- Nur für **Rotweine** (max. 80 mg/l), nicht aber für Weiß- und Roséweine zugelassen
 - 20 mg/l Calciumphytat komplexieren 1 mg/L Eisen
- Calciumphytat löst sich zum Teil und verbindet sich mit Fe^{3+} zu schwerlöslichem Eisenphytat, das langsam und leider unvollständig ausscheidet
- Eisenphytat kann durch Absitzenlassen, besser jedoch durch eiweißhaltige Schönung und Filtration entfernt werden
- Keine Geschmacksbeeinflussung



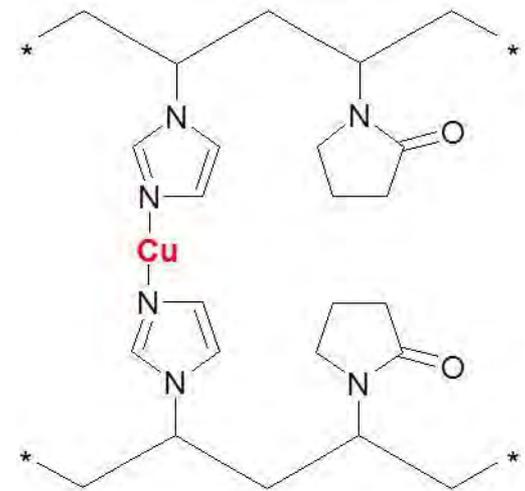
Nachteile

- Entfernt **nur Eisen**
- Lange Reaktionszeit von 3-5 Tagen (sonst Nachtrübungsgefahr)
- Calciumeintrag (20-30 mg/l)
- Nur bei geringer Metallbelastung effektiv
- Fe^{2+} wird nicht entfernt, d.h. vor Behandlung Wein belüften ($\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$)

EISENTRÜBUNG

POLYVINYLIMIDAZOLE (PVI) POLYVINYLPIRROLIDONE (PVP)

- Anwendung in Most und Wein mit max. 500 mg/l
- Synthetisch hergestelltes, unlösliches Copolymer aus Vinylimidazol und Vinylpyrrolidon
- Reduziert Cu, Fe, Al, Ni, Zn, Pb, Cr, As, Mn und Cd
- Keine Reduzierung von Ca, Mg and Na
- Leichte Reduzierung von K



Nebeneffekt

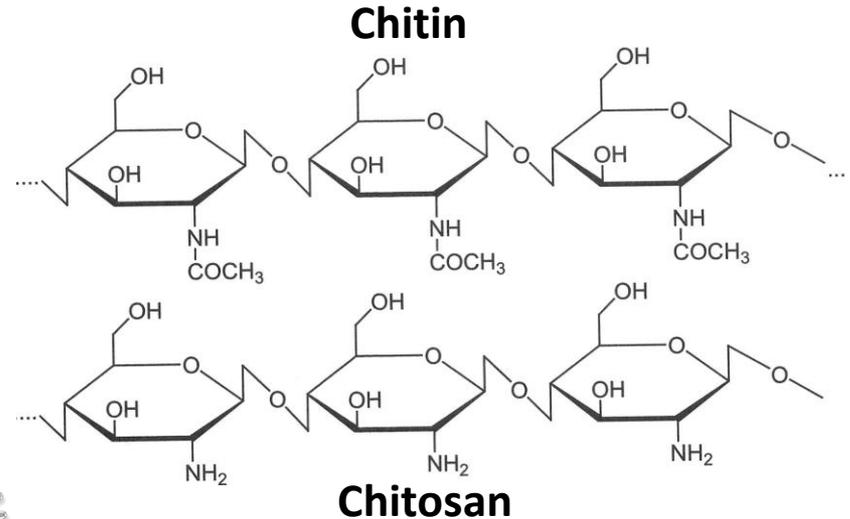
- Reduzierung niedrigmolekularer Phenolverbindungen (Hydroxycimtsäurederivate, hauptsächlich Caftar Säure), Anthocyane
- Vermindertes Bräunungsrisiko

Mira et al. 2007

EISENTRÜBUNG

CHITOSAN UND CHITIN-GLUCAN

- Chitin ist ein Polysaccharid in den Schalen von Krustentieren, sowie auch in Zellwänden von Pilzen und enthält dort noch β -Glucane
- Chitosan wird durch Hydrolyse aus Chitin gewonnen



- NH_2 Gruppen des Chitosans sind bei Wein pH-Wert positiv geladen
- Höhere Wirksamkeit der Fe Entfernung bei niedrigen pH-Wert
 - Zitronensäure bildet bei pH Anstieg wahrscheinlich mehr Komplexe mit Eisen

EISENTRÜBUNG

CHITOSAN UND CHITIN-GLUCAN

Zugelassen sind Chitosan aus Pilzen und Chitin-Glucan aus Pilzen

Zugelassene Anwendungsbereiche

- a. Verringerung des Gehalts an Schwermetallen, insbesondere Fe, Pb, Cd und Cu
- b. Vermeidung von Eisen- und Kupfertrübungen
- c. Verringerung etwaiger Schadstoffe, insbesondere Ochratoxin A
- d. Verringerung der Populationen unerwünschter Mikroorganismen, insbesondere *Brettanomyces*, ausschließlich durch Behandlung mit Chitosan



Verwendungshöchstdosis

- 100 g/hl für die Anwendung unter den Buchstaben a und b
- 500 g/hl für die Anwendung unter Buchstabe c
- 10 g/hl für die Anwendung unter Buchstabe d
- Das (Trub)Geläger wird mit physikalischen Mittel entfernt

EISENTRÜBUNG

GUMMI ARABICUM

Anwendungsbereiche

- Alleine nicht sehr effektiv bei Eisentrübung
 - Metallstabilisierung (in Kombination mit Zitronensäure/ Ascorbinsäure)
- Kupfertrübung (Kupfersulfid)
 - verhindert Ausflockung
- Verhindert Ausfall von Phenolen und Farbstoffen im Rotwein (bei tiefen Temperaturen)
 - 10-20 g/hl für Rotweine die schnell konsumiert werden
 - Wein kann an Klarheit verlieren
- **Siehe Vorlesung „Weinsteinstabilisierung“**
- Sofortige Wirkung



<http://www.zeit.de/wirtschaft/2013-01/fs-gummi-arabicum-2>



<http://beautytips.ch/gummi-arabicum-ein-natuerlicher-inhaltsstoff-in-lebensmitteln-und-kosmetika/>

KUPFERTRÜBUNG (WEIßWEIN)

Kupfereintrag

- durch Trauben ca. 5 mg/l im Most
 - Einsatz von max. 1 g/hl Kupfersulfat oder Kupfercitrat
 - Kellereigerätschaften (Messing- und/ oder Bronzearmaturen)
- Natürliche Abreicherung während Gärung: Jungwein 0,3 - 0,4 mg/l

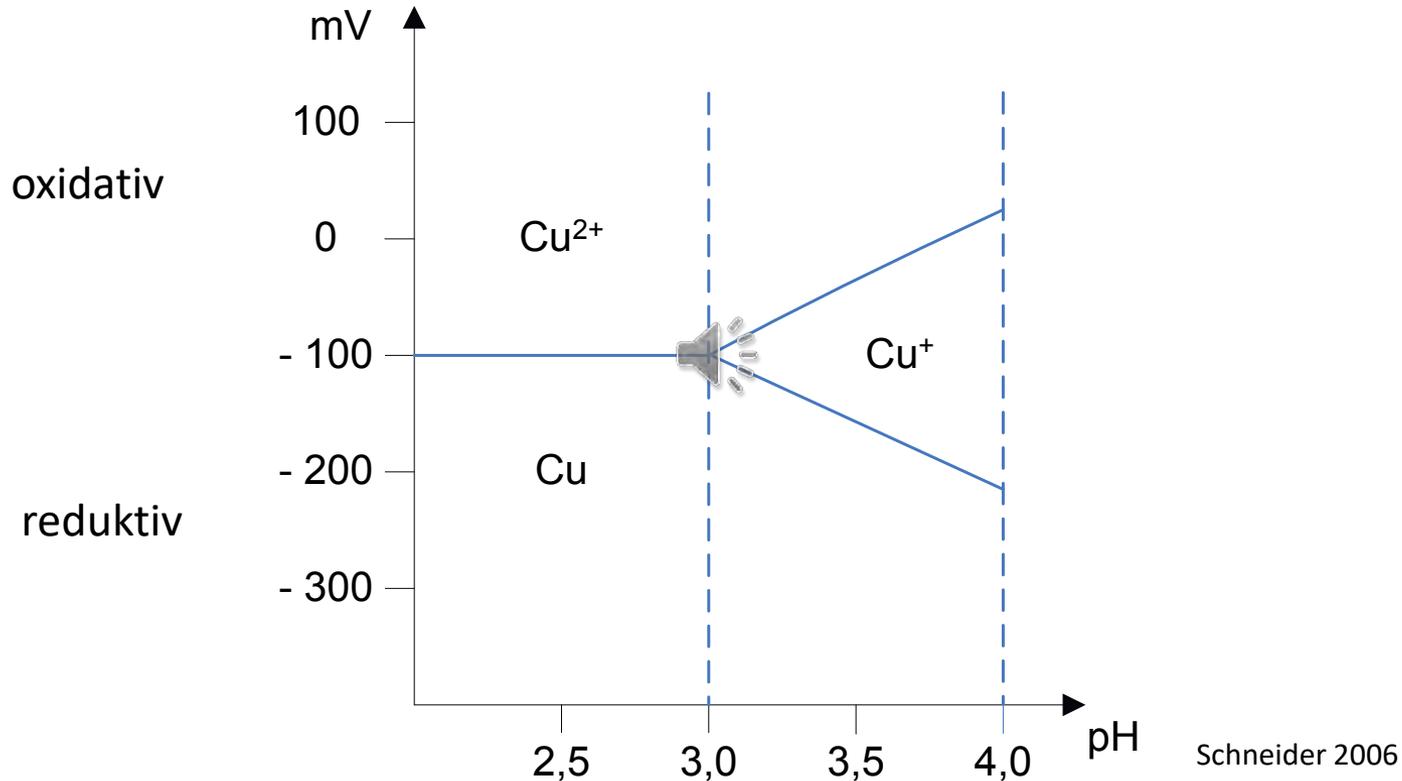


- Gesetzlicher Grenzwert EU 1 mg/l (USA 0,5 mg/l)
- **Technische Sicherheitsgrenze bei 0,5 mg/l Cu⁺**
- Kupfer wirkt als **Oxidationskatalysator** (Phenole, Eisen)
- Chemische Reaktionen zur Trübung sind nicht vollständig erforscht
- Kupferniederschläge finden sich auch in Rotweinen

Kupfertrübung

- Opaleszent trüber Wein
- Grünlich-bräunlicher Niederschlag
- Rotbraune Flocken

Zustandsformen des Kupfers in Abhängigkeit von Redoxpotenzial (mV) und pH-Wert.



Eine **reduktive** Ausbauweise und Lagerbedingungen (Hefelager, SO_2 , Ascorbinsäure, Kopfraumpülung mit Inertgas, UV-Licht) erhöhen Risiko einer Kupfertrübung

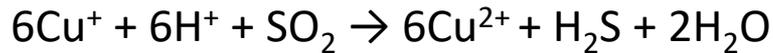
KUPFERTRÜBUNG

CHEMISCHE REAKTION

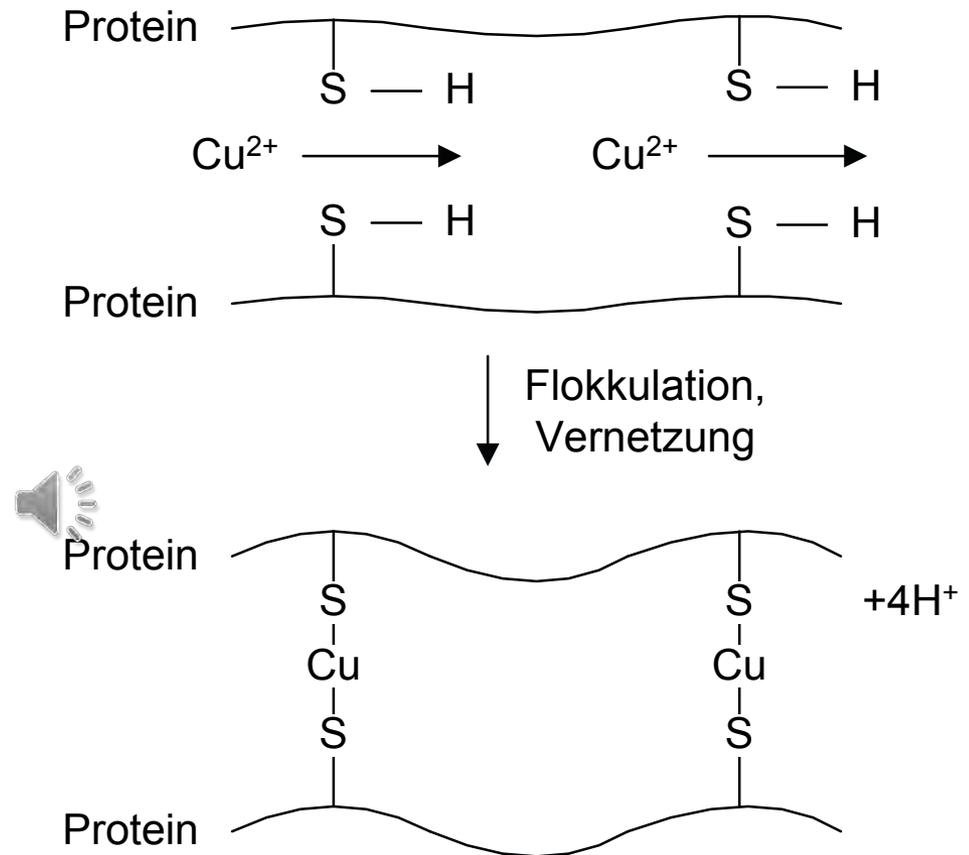
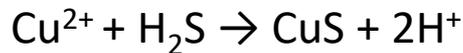
1. Reduktion von Kupferionen



2. Reduktion von Schwefeldioxid



3. Bildung von Kupfersulfid (CuS) und Flockung des CuS mit Proteinen



Riberau-Gayon 2006

Stabilitätstests

- Weißwein für 4 Wochen bei 30°C lagern
- Weißwein für 1 Woche ins Sonnenlicht stellen (Weißglas)

KUPFERTRÜBUNG

Polyvinylimidazole (PVI)
Polyvinylpyrrolidone (PVP)

Kaliumhexacyanoferrat (II)

Hohes Risiko > 1 mg/L Kupfer

Geringes Risiko < 1 mg/L Kupfer

Kupfertrübung
verhindern

Chitosan

Gummi arabicum

Bentonit

FARBBLICHE FEHLER

Pinking, Bräunung

OXIDATIVE ROSAFÄRBUNG IN WEIßWEIN (PINKING)

Rosafärbung von Weißwein während Lagerung bei Luftkontakt

- Reaktion von Proanthocyanen mit Sauerstoff (?)
- bei anhaltender Oxidation färbt sich der Wein braun
- Ursache: Reduktive (Most)Verarbeitung (?)



Anfällige Rebsorten



Sauvignon Blanc, Chenin Blanc, Crouchen, Verdejo, Albariño, Grenache Blanc, Chardonnay, Colombard, Viognier, Riesling

OXIDATIVE ROSAFÄRBUNG IN WEIßWEIN

Test

1. Zugabe von 15 mg/l H_2O_2 zu Probe und für 24h bei 25°C in Dunkelheit stehen lassen
2. Kontrollvariante unbehandelt (volle Flasche)
3. Beide Varianten visuell auf Pinkfärbung überprüfen

Für quantitatives Ergebnis die Extinktion bei 520nm messen: wenn Wert > 15 ist der Wein anfällig gegenüber Pinking



Präventive Behandlung

- PVPP (Entfernung der Vorstufen) + Ascorbinsäure (Oxidationsschutz)
- Freie SO_2 überprüfen/ Sauerstoffeintrag kontrollieren

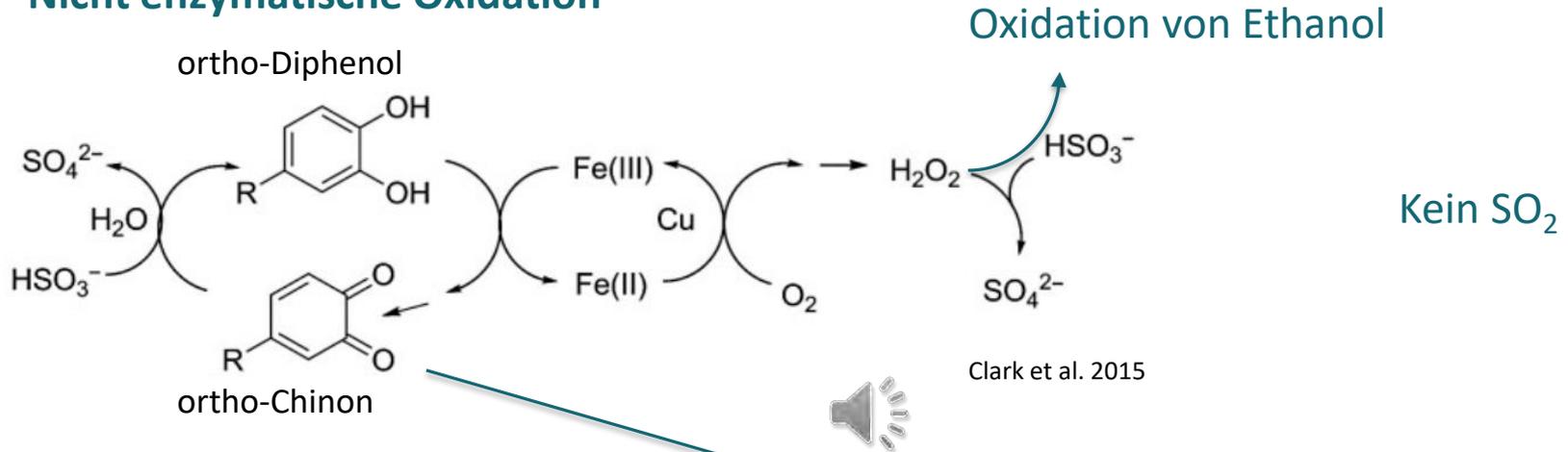
Kurative Behandlung

- PVPP, Kasein
- (Exposition zu Sonnenlicht)

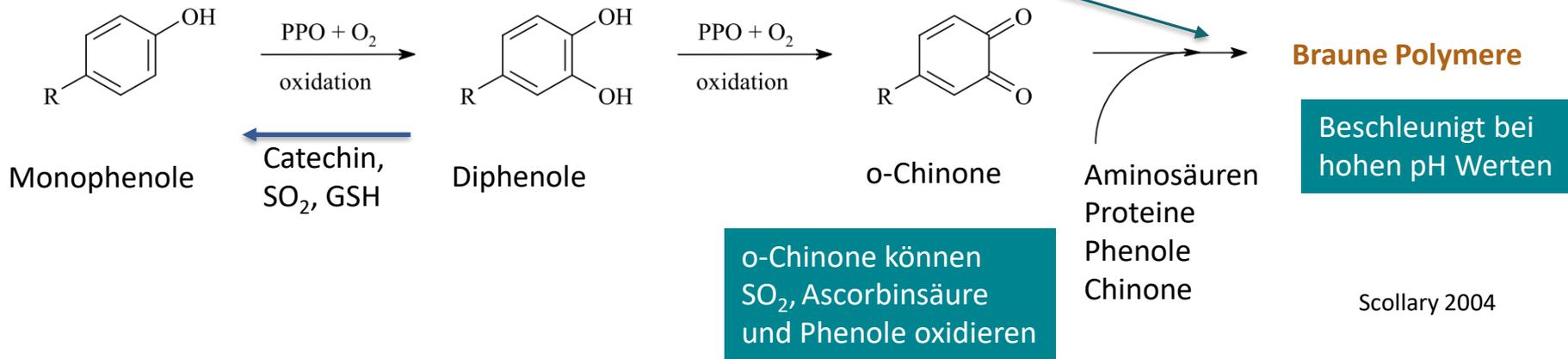
- Ascorbinsäure reagiert mit O_2 zu Dehydroascorbinsäure und H_2O_2
- 2.8 mg/l Ascorbinsäuren können potentiell 1 mg/l SO_2 "konsumieren"

BRÄUNUNGSREAKTION IN WEIßWEIN

Nicht enzymatische Oxidation

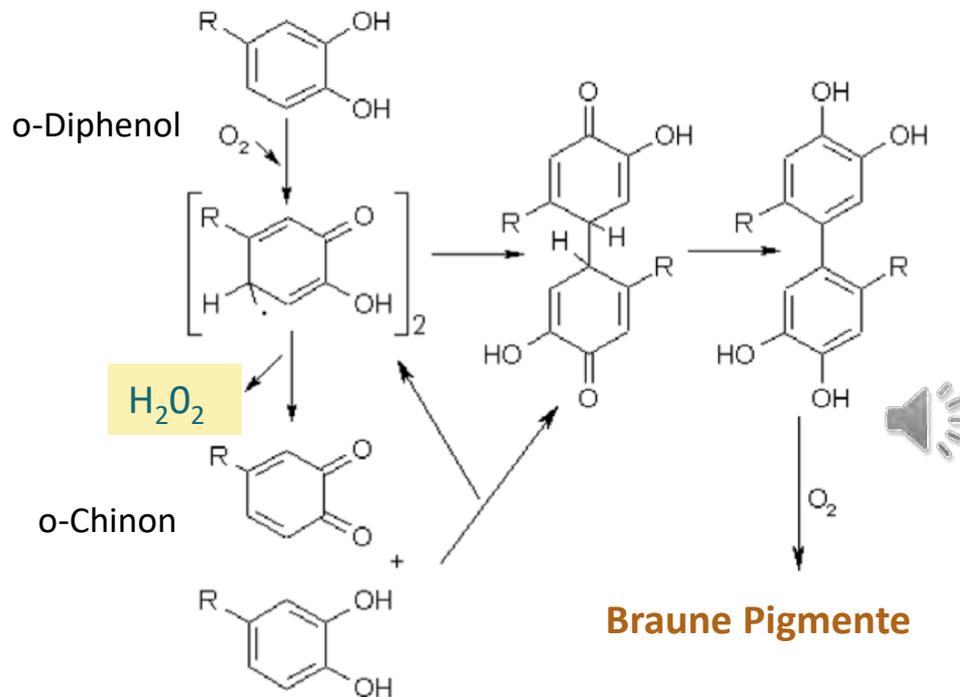


Enzymatische Oxidation

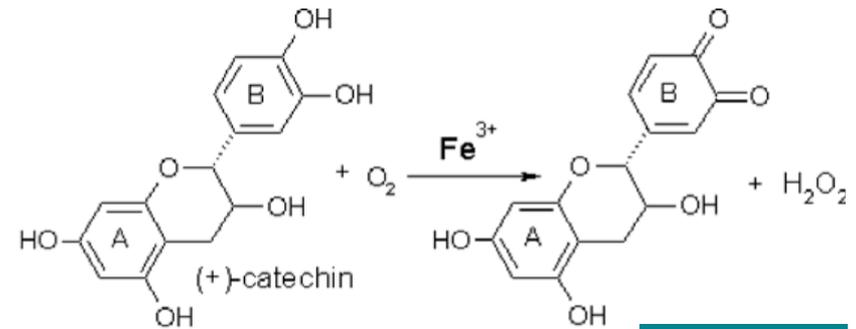


BRÄUNUNGSREAKTION IN WEIßWEIN

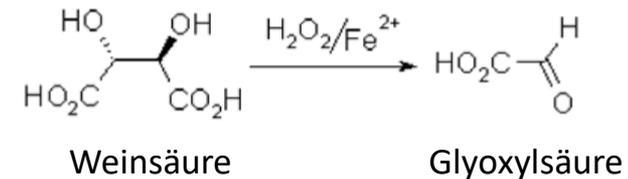
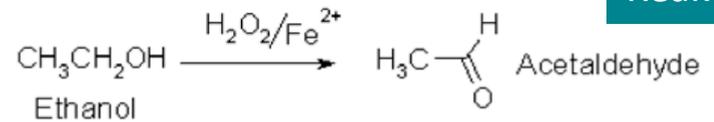
Nicht enzymatische Bräunungsreaktion



Reaktion zwischen Chinon und Phenol oder zwei Semi-Chinonen



Fenton
Reaktion

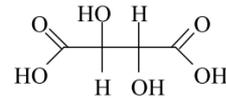


Oxidation von Catechin, Ethanol und Weinsäure

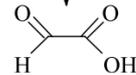
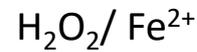
- Oxidation läuft sehr langsam bei Wein pH-Wert ab/ hängt von Fe und Cu Gehalt ab
- SO₂ wirkt antioxidativ und reagiert mit H₂O₂
- Hydroxyl Radikale $\cdot OH$ können Weinsäure und Ethanol oxidieren

BRÄUNUNGSRREAKTION IN WEIßWEI

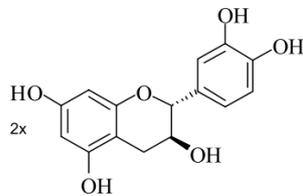
Metallkatalysierte Oxidationsreaktionen



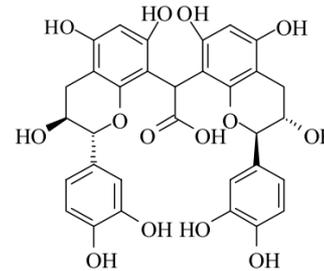
L-Weinsäure



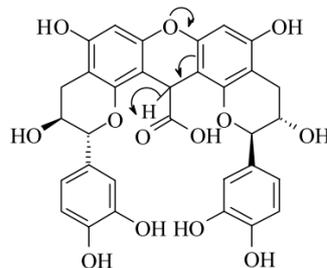
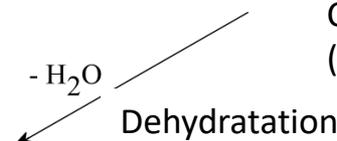
Glyoxylsäure



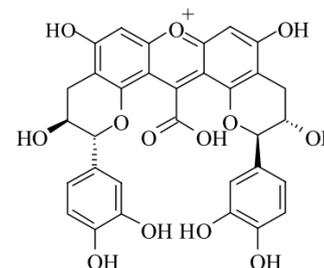
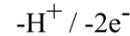
(+) Catechine



Carboxymethin verbundene (+) Catechindimere



Xanthone (farblos)

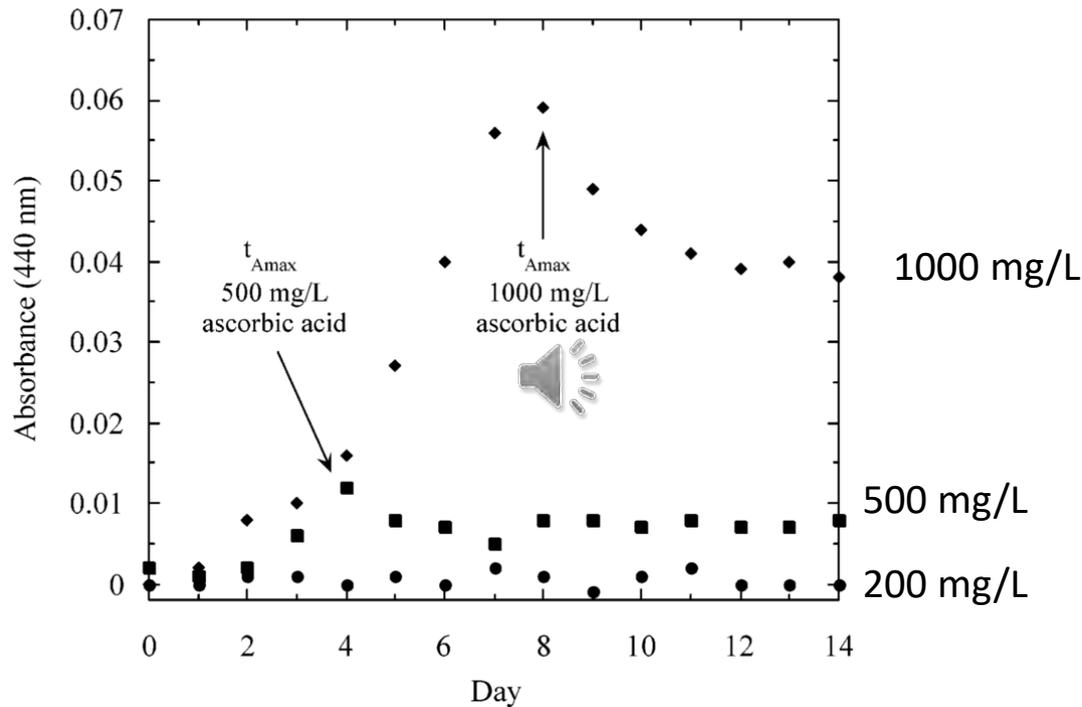


Xanthylum Kation (orange-gelb)

BRÄUNUNGSREAKTION IN WEIßWEIN

ASCORBINSÄURE

Variation in absorbance at 440 nm over 14 days for solutions of ascorbic acid in a model winebase.

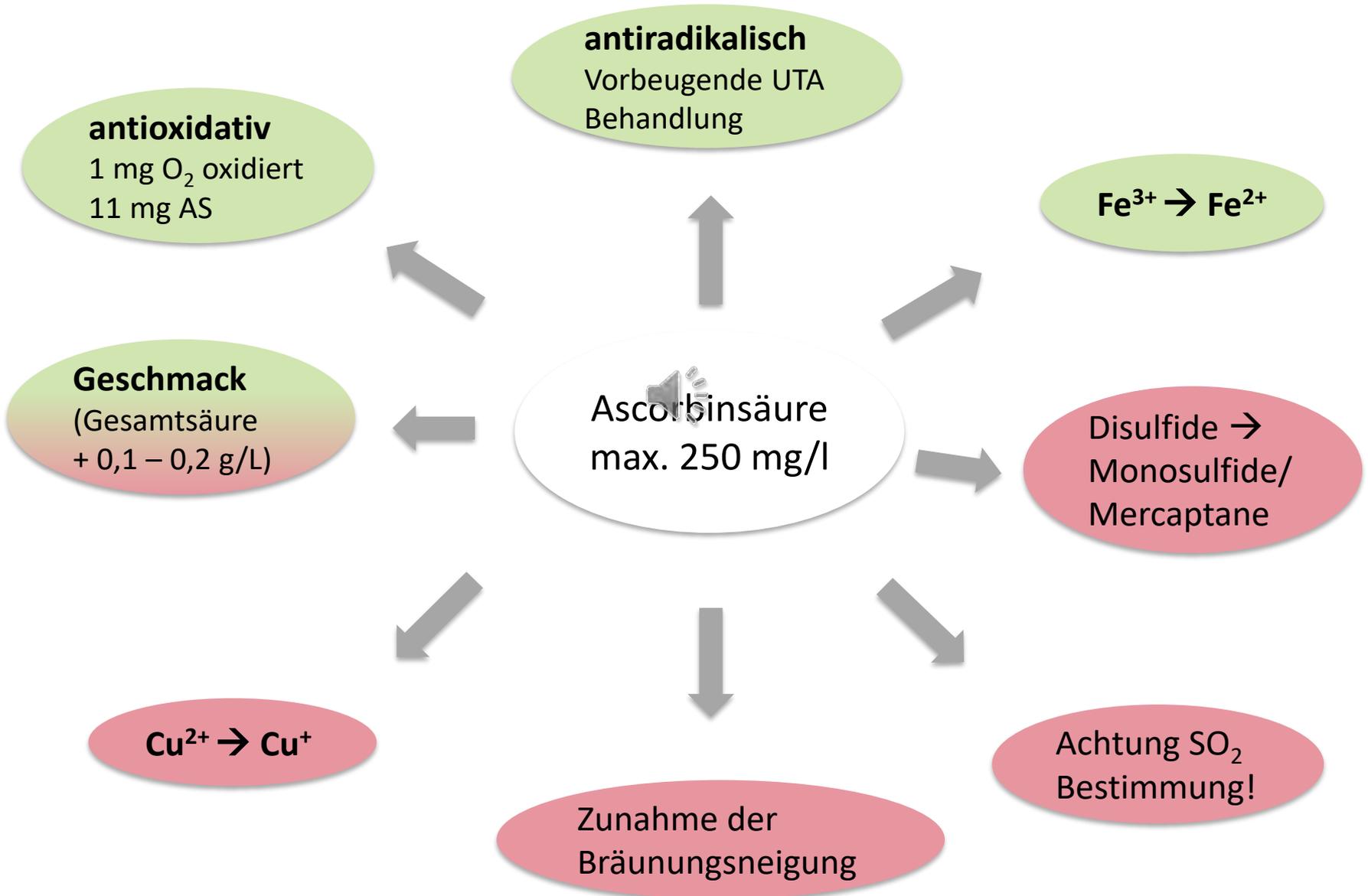


Oxidationsprodukte von Ascorbinsäure

- Dehydroascorbinsäure, H_2O_2 + Nebenprodukte (Acetaldehyd, Furfural,)
- Bildung von braun gefärbten Xanthylium Kation

Bradshaw et al. 2003

ASCORBINSÄURE



VERHINDERUNG VON BRÄUNUNGSREAKTIONEN

Präventive Maßnahmen

- Schonende Traubenverarbeitung
- Hydroxykation des Mostes
- Metalleintrag
- SO₂ Gehalt
- Bedachter Einsatz von Ascorbinsäure



Schönungsmittel

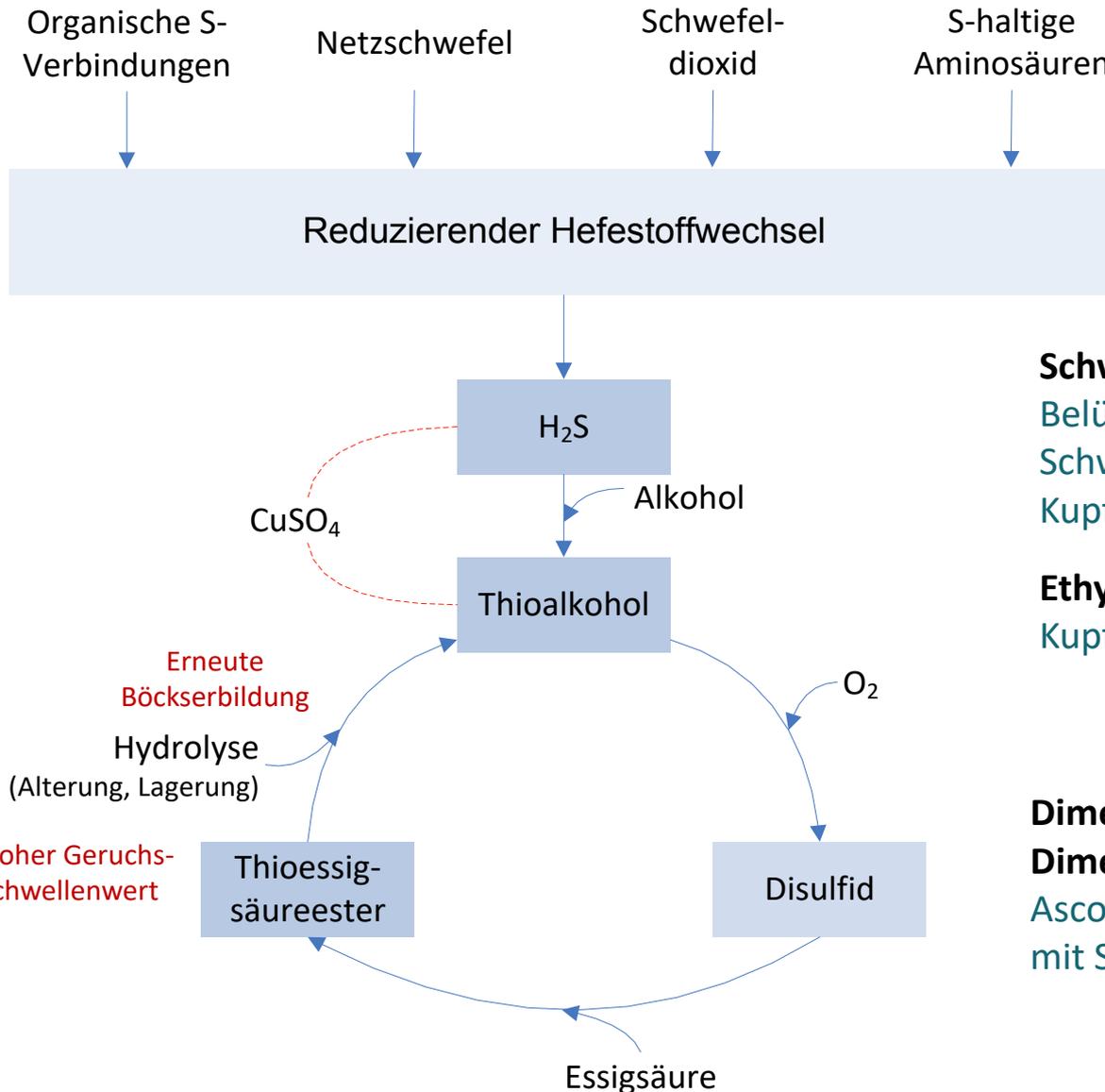
- PVPP
- Kasein
- Gelatine
- Hausenblase
- Pflanzliche Proteine
- (Chitosan)
- Kohle

GERUCHLICHE FEHLER



Schwefelhaltige Verbindungen, Oxidationstöne, Mufftöne,
Brettanomyces, etc.

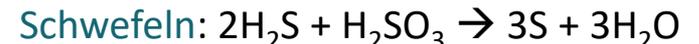
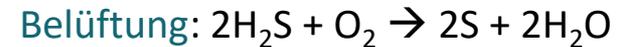
SCHWEFELHALTIGE VERBINDUNGEN



Silberchlorid

- Einsatz nicht mehr zulässig
- (EU) 2019/934 vom 07. Dezember 2019

Schwefelwasserstoff



Ethylthiol/-mercaptan

Kupferbehandlung

Dimethylsulfid, Diethylsulfid

Dimethyldisulfid, Diethyldisulfid

Ascorbinsäure 10-50mg/l in Verbindung mit Silberchlorid/ Kupfer

SCHWEFELHALTIGE VERBINDUNGEN

S-Substanz	Geruchsschwellenwert ($\mu\text{g/l}$)	Konzentration im Wein ($\mu\text{g/l}$)	Geruchseindruck	Siedepunkt	Behandlung
Schwefelwasserstoff (H_2S)	10 – 80	0 – 370	Faule Eier	- 61 °C	Kupferbehandlung, Silberchlorid, Belüftung, Schwefelung
Methanthiol Methylmercaptan ($\text{CH}_3\text{-SH}$)	2 – 10	20 – 40	Faule Eier, gekochter Kohl	6 °C	Kupferbehandlung, Silberchlorid
Ethanthiol Ethylmercaptan ($\text{C}_2\text{H}_5\text{-SH}$)	1,1	0 – 8	Gummi, Zwiebeln	11 °C	Kupferbehandlung, Silberchlorid
Dimethylsulfid ($\text{CH}_3\text{-S-CH}_3$)	25 – 60	0 – 480	Kohl, Spargel, gek. Mais	2 °C	Ascorbinsäure + Silberchlorid, Kupferbehandlung
Diethylsulfid ($\text{C}_2\text{H}_5\text{-S-C}_2\text{H}_5$)	0,9	0 – 10	Knoblauch	92 °C	Ascorbinsäure + Silberchlorid, Kupferbehandlung
Dimethyldisulfid ($\text{CH}_3\text{-S-S-CH}_3$)	29	0 – 22	Gekochter Kohl, Zwiebeln	109 °C	Ascorbinsäure + Silberchlorid, Kupferbehandlung
Diethyldisulfid ($\text{C}_2\text{H}_5\text{-S-S-C}_2\text{H}_5$)	4,3	0 - 80	Verbrannter Gummi, Knoblauch	152 °C	Ascorbinsäure + Silberchlorid, Kupferbehandlung

ENTFERNUNG SCHWEFELHALTIGER VERBINDUNGEN

Stoff	Anwendung	Komposition	Anmerkungen
Kupfersulfat (CuSO ₄)	max. 1 g/hl (= 2,55 mg/l Cu)	(255 mg Cu/ g Salz)	<ul style="list-style-type: none"> metallisch, bitterer Geschmack erhöhter Cu Gehalt eventuell Blauschönung zeit 07.01.2020 nicht mehr für Bio-Wein zugelassen
Silberchlorid (AgCl)	max. 1 g/hl (Restmenge Ag < 0,1 mg/L)	Formulierung: auf Bentonit oder Kieselgur aufgetragen	<ul style="list-style-type: none"> metallisch, bitterer Geschmack erhöhter Ag Gehalt eventuell Blauschönung seit Januar 2020 verboten
Kupfercitrat (Cu ₂ C ₆ H ₄ O ₇)	max. 1 g/hl reines Kupfercitrat (= 3,35 mg/l Cu) (max. 1 g/L Zitronensäure)	(350mg Cu/ g Salz)	<ul style="list-style-type: none"> gleicher Restkupfergehalt wie Kupfersulfat Kupzit® enthält 2 % Kupfercitrat = max. 50 g/hl

Gesetzlicher Grenzwerte für Cu in Wein:
max. 1,0 mg/l in EU und 0,5 mg/l in USA

Welche Faktoren beeinflussen die Bockserbildung?

- Schwefelhaltige Pflanzenschutzmittelrückstände
- Mangel an hefeverfügbaren Stickstoff
- weinbauliche Faktoren, Reife, Ertrag
- unzureichende Mostvorklärung
- zu starke Most- und Maischeschwefelung
- zu reduktive Mostverarbeitung 
- Hefewahl (Reinzuchthefer vs Spontangärung)
- Gärsteuerung (Gärtemperatur, Hefemenge, Trubgehalt, Gebindegröße)
- Schwefelung (auf Depothefer)
- später Zeitpunkt Abstich (Bockserbildung im Hefesediment)

BEDARFSERMITTLUNG ZUR KUPFERSULFATBEHANDLUNG

Vorversuch mit 0, 1 %iger Stammlösung* durchführen

Fehlerintensität	Schönungsvorversuch			Schönung im Keller		
	0,1 % Kupfersulfat- lösung (ml/ 100 ml)			Kupfersulfatmenge (g/ hl)		
schwach-mittel	0,1	0,2	0,4	0,1	0,2	0,4
stark	0,6	0,8	1,0	0,6	0,8	1,0



Risiko

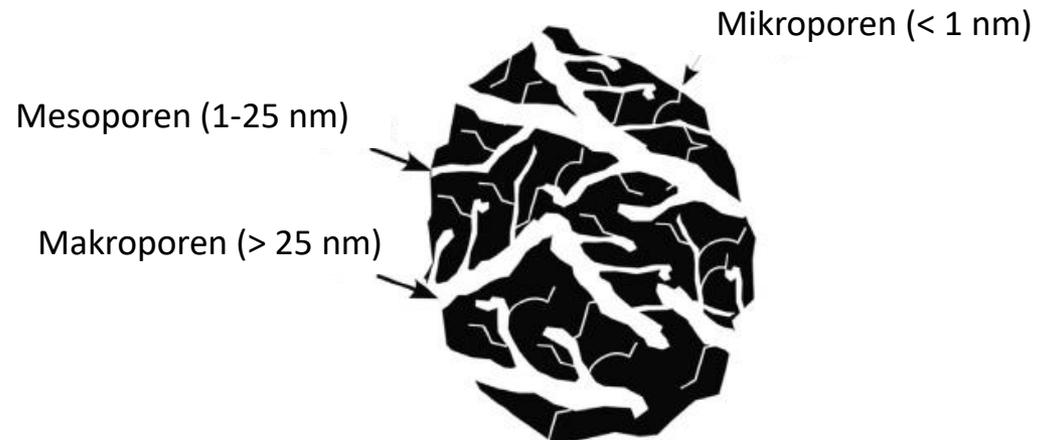
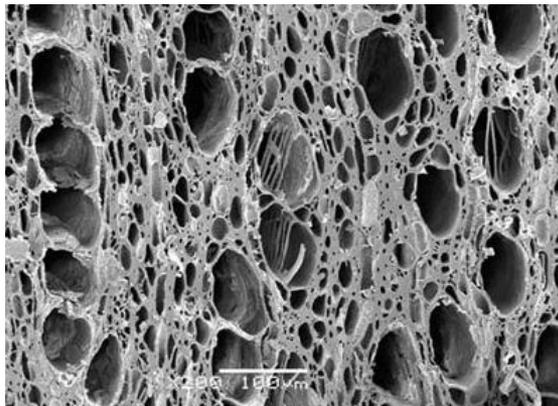
- Aromaverlust bei Rebsorten mit Thiolen (Sauvignon Blanc, Cabernet Sauvignon, Scheurebe,...)
- Trübungsgefahr
- nicht alle S-hatigen Verbindungen sind mit Kupfersulfat zu entfernen

* 0,1% Kupfersulfatlösung: 100 mg Kupfersulfat-5-Hydrat in 100 ml Messkolben mit dest. Wasser bis zur Marke auffüllen

FEHLTÖNE DURCH HAGEL, FÄULNIS, FROST, UMWELTEINFLÜSSE

Aktivkohle

- amorpher Kohlenstoff und schwammartig aufgebaute Graphitkristalle
- innere Oberfläche im molekularen Bereich von 400 bis 1600 m²/g
- wirkt als Absorbent vorwiegend über van der Waal'sche Kräfte über ganze Oberfläche
- Porenstruktur
 - je nach Anwendung Kompromiss zwischen Porenvolumen und Oberfläche
 - **Farbkohlen** im **mittleren** Bereich, damit hochmolekulare farbintensive Pigmente ins innere gelangen
 - Trübungsaktiv und **oxidierbare Phenole** sind kleiner und verlangen Poren im **Mikrobereich**, so dass hochmolekulare Stoffe nicht ins innere gelangen können



FEHLTÖNE DURCH HAGEL, FÄULNIS, FROST, UMWELTEINFLÜSSE

Aktivkohle

- größere Trubmengen verlegen die Oberfläche
- kühle Temperatur ist besser, da Eigenbewegung der Teilchen nicht so groß
- Faustregel: Je % Fäulnis 1 g/hL Kohle
- bei Kombinationsbehandlungen immer zuerst Kohle, nach 15 min weitere Mittel
- Wirkung sicher nach einem Tag abgeschlossen, dann aber auch entfernen
-> Gleichgewichtseinstellung
- gibt Metalle in gewissen Mengen an Most/Wein ab



Pulverform



Granuliert

Frische Hefe

- Depot: Hefezellen, Fruchtfleisch, Eiweiß- normal
Gerbstoff-Verbindungen, Weinstein und Verunreinigungen
- nur helle, ockergelbe Hefen verwenden



Einsatz (8-10 l/hl)

- lebende Zellen haben reduktive Wirkung 
- Abbau von Acetaldehyd
- Reduzierung von Polyphenolen, Tanninen und Farbstoffen (hochfarbene Weißweine)
- Entfernung von leichten Fehltonen (kann mit Aktivkohle zusammen eingesetzt werden)

Nicht einsetzen bei

- restsüßen Weinen, bakteriell kranken Weinen, niedrigen Säuregehalten

SÄUREMANAGEMENT

SÄUREERHÖHUNG UND -REDUZIERUNG

Geschmack
Mikrobiologische Stabilität
Wirksamkeit von SO₂
Oxidationsvorgänge
Eiweißstabilität
Weinsteinstabilität



Weinsäure
Äpfelsäure
Milchsäure
(Zitronensäure)
Elektromembranbehandlung
Kationenaustauscher

 Säuremanagement



Maischestandzeit
Malolaktische Gärung
Natürlicher Weinsteinausfall
Elektromembranbehandlung
Feinentsäuerung
Normalentsäuerung
Doppelsalzensäuerung
Erweiterete Doppelsalzensäuerung

Gesetzlich maximale Säuerungsmengen für Most und Wein in Jahren mit **Sondergenehmigung**

	Maische Most	Wein
Weinsäure	1,5 g/l	2,5 g/l
Äpfelsäure	1,34 g/l	2,23 g/l
Milchsäure	2,25 g/l	3,75 g/l



Säure	1 g/L Gesamtsäure entspricht
Weinsäure	1,00 g/L
Zitronensäure	0,80 g/L
Essigsäure	0,85 g/L
Fumarsäure	0,77 g/L
Milchsäure	1,20 g/L
Äpfelsäure	0,90 g/L
Bernsteinsäure	0,79 g/L
Phosphorsäure	0,65 g/L

- Zeitverzögerter Weinsteinausfall, nicht unmittelbar vor Abfüllung säuern
- Zitronensäuregabe nur zur Komplexbildung von Schwermetallen

Eigenschaften der zur Säuerung zugelassenen Säuren

	Trauben, Maische und Most	Wein
Wein- säure	sinnvoll zur pH-Absenkung, erwünscht	weniger sinnvoll, zusätzlicher Weinsteinausfall
	<ul style="list-style-type: none"> • ergibt die größte pH Absenkung • 1,5 g/l Weinsäure senkt den pH-Wert um ca. 0,2 Einheiten im Most • Erhöhung der Gesamtsäure nicht vorhersehbar, durch den Weinsteinausfall wird meist die Hälfte der eingesetzten Säure wieder ausgefällt • Kaliumausfall • es darf nur Weinsäure aus landwirtschaftlichen Ursprung verwendet werden (L-Weinsäure) 	
Äpfel- säure	wenig sinnvoll, weil noch geringere Auswirkung auf den pH-Wert als Milchsäure	sinnvoll, weil kein Einfluss auf Weinsteinstabilität
	<ul style="list-style-type: none"> • handelsübliche DL-Äpfelsäure besteht je zur Hälfte aus D- und L-Äpfelsäure • bei einem biologischen Säureabbau wird die L-Form zu Milchsäure angebaut, die D-Form ist stabil 	
Milch- säure 80%	wenig sinnvoll, weil geringe Auswirkung auf den pH-Wert	sinnvoll, weil mikrobiologisch stabil und kein Einfluss auf Weinsteinstabilität
	<ul style="list-style-type: none"> • handelsüblich ist eine 80 % ige Lösung, nicht in Pulverform erhältlich • kann einen leicht laktischen Geruch aufweisen • der Säuerungseffekt stellt sich erst mit Zeitverzögerung ein, da Milchsäure zu 7-8% gebunden vorliegt 	

Verfahren	Erforderliche Produkte	Aufwandmenge/hl für 1 g Säure/l	Ausgefällte Salze
Normalentsäuerung	CaCO ₃ (Kalk)	67 g	Ca-Tartrat
Doppelsalzensäuerung	speziell präpariertes CaCO ₃	67 g	Ca-Tartrat-Malat
Feinentsäuerung	KHCO ₃	67 g	K-Hydrogentartrat
Feinentsäuerung	K ₂ -Tartrat	151 g	K-Hydrogentartrat
Doppelsalzensäuerung mit Weinsäurezusatz	speziell präpariertes CaCO ₃ mit Weinsäure	Speziell zu berechnen	Ca-Tartrat-Malat

Hamatschek 2014

- **Unbegrenzte Entsäuerung für Most und Jungwein**
 - Es müssen mindestens 0,5 g/L Weinsäure im Wein verbleiben
 - Behandlung muss vor dem 16. März des auf die Ernte folgenden Jahres durchgeführt werden
- **Wein** darf um max. 1 g/l entsäuert werden
 - Keine zeitliche Einschränkung
 - Die Entsäuerung von zugekauften Wein ist nicht erlaubt

1. Normalentsäuerung	2. Doppelsalzensäuerung	3. Zusatz von Weinsäure bei der erweiterten Doppelsalzensäuerung
<p>Folgende Berechnungsformel für die maximale Entsäuerungsmöglichkeit mit Kalk ist gültig:</p> $E \text{ max.} = \frac{GS \times \% \text{ Anteil WS}}{100} - RW$ <p>Beispiel: GS = 12,3 g/l WS = 40 %</p> $E \text{ max.} = \frac{12,3 \times 40}{100} - 1 = 5 - 1 = 4 \text{ g/l}$ <p>Dieser Most könnte maximal um 4 g/l auf 8 g/l Gesamtsäure entsäuert werden. Hierfür wäre folgende Menge an Kalk (EK) nötig:</p> $EK = 0,67 \times E$ $EK = 0,67 \times 4 = 2,68 \text{ g/l} \hat{=} 268 \text{ g/hl}$ <p>Aus diesem Beispiel ist ebenfalls ersichtlich, dass mit der Normalentsäuerung ab ca. 12 g/l Gesamtsäure im Getränk der gewünschte Entsäuerungsumfang oft nicht erreicht werden kann.</p>	<p>Jungwein: (Beispiel) GS = 17,5 g/l WS = 40 % $\hat{=} 7 \text{ g/l}$ RW = 0,5 g/l M = 100 l</p> <p>Berechnung der maximalen Entsäuerungsmöglichkeit:</p> $E \text{ max.} = \frac{GS \times (WS - RW)}{GS - WS}$ $E \text{ max.} = \frac{17,5 \times (7 - 0,5)}{17,5 - 7} = 10,8 \text{ g/l}$ <p>Berechnung der total zu entsäuernden Teilmenge:</p> $TM = M \times \frac{E}{GS}$ $TM = 100 \times \frac{10,8}{17,5} = 621$ <p>Von 100 l sind 621 total zu entsäuern.</p> <p>Berechnung der benötigten „Neoantacid“-Menge (N):</p> $N = 0,67 \times M \times E$ $N = 0,67 \times 100 \times 10,8 = 724 \text{ g/hl} \hat{=} 7,24 \text{ g/hl}$ <p>Um 1 g/hl Gesamtsäure zu reduzieren, werden 67 g Kalk benötigt. Somit sind im vorgegebenen Beispiel 7,24 g/l bzw. 724 g/hl Kalk nötig, um 100 l Jungwein um 10,8 g/l auf 6,7 g/l zu entsäuern.</p>	<p>Weinsäure-Zusatz (kg/1000 l) =</p> $1,7 \times \left(E - WS + RW - \frac{E \times WS}{GS - 2} \right)$ 
<p>E max. = maximale Entsäuerungsmöglichkeit in g/l E = gewünschter Entsäuerungsumfang in g/l ($\leq E \text{ Max.}$) GS = gesamttitrierbare Säure berechnet als Weinsäure in g/l WS = Weinsäure in g/l</p>	<p>TM = Teilmenge RW = Restweinsäure in g/l M = zu entsäuernde Menge N = benötigte Doppelsalz-Kalk-Menge EK = benötigte Menge Kalk</p>	

CHEMISCHE SÄUREREDUZIERUNG

EINFACHE ENTSÄUERUNG

Calciumcarbonat (CaCO_3)

- Calciumcarbonat + Weinsäure \rightarrow Calciumtartrat (unlöslich) + CO_2
 - Calciumcarbonat + Äpfelsäure \rightarrow Calciummalat (gut löslich)
- \rightarrow Kristalle fallen teilweise nur langsam aus (6-8 Wochen vor Abfüllung)

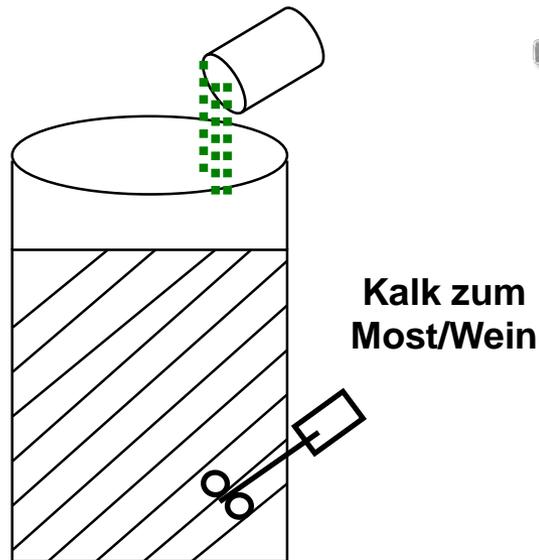
Kaliumhydrogencarbonat/ Kaliumbicarbonat (KHCO_3)

- Kaliumhydrogencarbonat + Weinsäure \rightarrow Kaliumhydrogentartrat (Weinstein) + CO_2
 - Säureminderung variiert zwischen 0,5 – 1 g/l Säure pro 0,67 g/l KHCO_3 und hängt davon ab wie viel K^+ tatsächlich ausfällt
- \rightarrow Kristalle fallen sofort aus

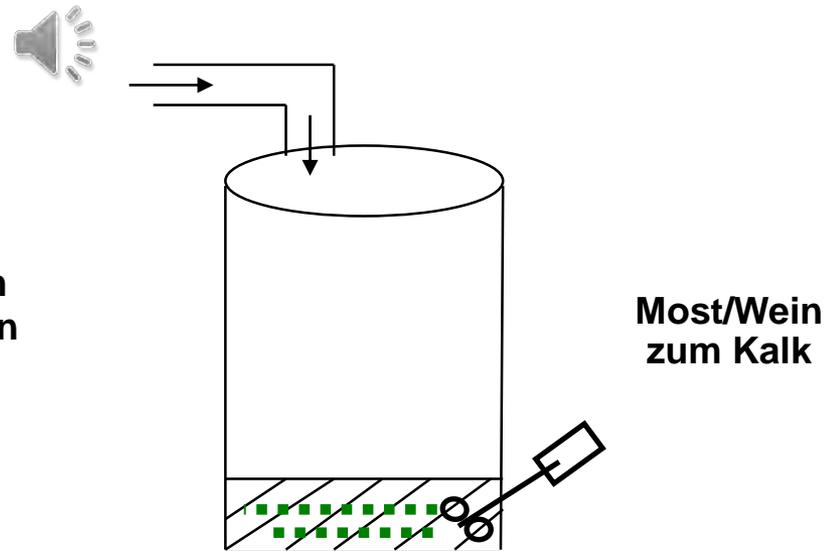
Kaliumtartrat (K_2T)

- findet keine Verwendung (teuer)

1. Anteigen der berechneten Kalkmenge in Most oder Wein
2. Unter Rühren die gesamte Weinmenge langsam zugegeben, oder unter Rühren die angeteigte Kalkmenge der Gesamtweinmenge zugeben
3. Stürmische CO_2 Entbindung und heftiges Schäumen
4. Entsäuerungsvorgang ist abgeschlossen, wenn die CO_2 -Entwicklung aufhört
5. Ausgefällte Kristalle sedimentieren schnell zum Tankboden



**langsame Kristallisation durch
geringe Ionenkonzentration**



**rasche Kristallisation durch hohe
Ionenkonzentration**

Stocké 2016

Doppelsalzensäuerung (Ca-Salze der Äpfel- und Weinsäure)

→ Calciumcarbonat + Weinsäure + Äpfelsäure → Calciummalattartart (unlöslich) + CO₂

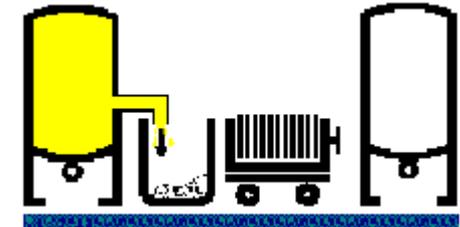
- Ab einem pH-Wert > 4,5 findet die Bildung von Ca-Malat-Tartrat statt
 - Überentsäuerung mit Calciumcarbonat in Teilmenge
- Ausfällung von Weinsäure und Äpfelsäure

Erweitere Doppelsalzensäuerung mit Weinsäurezusatz

- In sehr säurereichen Jahrgängen, falls normale Doppelsalzensäuerung nicht ausreicht und der Weinsäuregehalt den limitierenden Faktor darstellt
- Entsäuerungsspanne wird durch Zusatz von Weinsäure beliebig groß

DURCHFÜHRUNG DOPPELSALZENTSÄUERUNG

1. Kalk mit Wein anteigen und in einer Bütte oder Fass vorlegen.

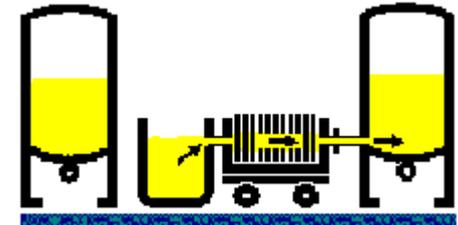


2. Unter ständigen Rühren die zu entsäuernde Teilmenge den angeteigten Brei zugeben.

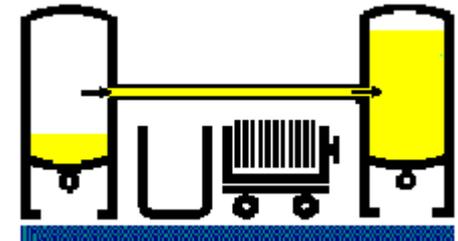
Das sich entbindende CO_2 wird ausgetrieben, so dass stabile pH-Verhältnisse ($> 4,5$) gewährleistet sind.



3. Nachdem CO_2 -Entbindung abgeschlossen, muss eine vollständige Kristallabtrennung erfolgen (am besten durch Filtration).



4. Unmittelbar danach wird die vollkommen entsäuerte Teilmenge wieder mit dem nichtentsäuerten Wein zusammengeführt.



DURCHFÜHRUNG ERWEITERTE DOPPELSALZENTSÄUERUNG

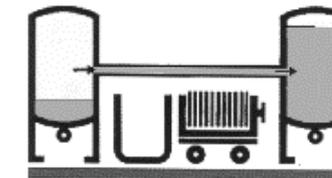
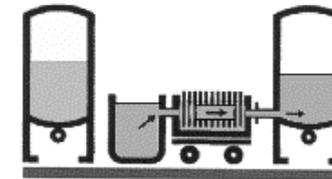
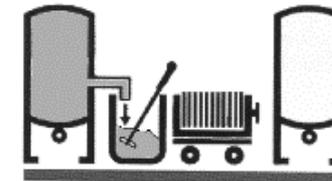
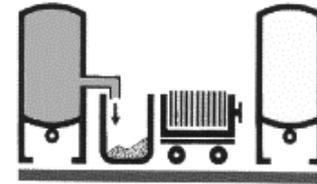
1. Kalk mit Wein anteigen und in einer Bütte oder Fass vorlegen.

2. Unter ständigen Rühren die zu entsäuernde Teilmenge den angeteigten Brei zugeben.

3. Weinsäure (Malicid) unter Rühren zugeben 

4. Entsäuerte Teilmenge filtrieren

5. Nicht entsäuerte Restmenge zupumpen



ZUSAMMENFASSUNG SCHÖNUNGSMITTEL

Klärung	Sedimentation und Abstich, Schönung mit Gelatine, Kasein, Albumin, Pflanzenproteinen, Hausenblase, Siliziumdioxid, Bentonit, Alginat, Filtration, Zentrifugation, pektolytische Enzyme
Biologische Stabilisierung	Pasteurisation, Filtration, Schwefeldioxid, Sorbinsäure, Dimethyldicarbonat, Lysozym
Antioxidativ	Schwefeldioxid, Ascorbinsäure, Inertgas
Eiweißtrübung	Bentonit, Tannin, Pasteurisation, Kältestabilisierung
Farbpigmente	Kältestabilisierung, Schönung, Bentonit, Gummi arabicum
Gerbstoffminderung	Gelatine, Kasein, Albumin, PVPP, Pflanzenproteine, Hausenblase
Eisentrübung	Zitronensäure, Gummi arabicum, Ascorbinsäure, Kaliumhexacyanoferrat, Calciumphytat, PVI/PVP, Chitosan
Kupfertrübung	Kaliumhexacyanoferrat, Gummi arabicum,, PVI/PVP, Chitosan, (Bentonit)
Farb- und Geruchsfehler	Aktivkohle, Kasein, frische Hefe
S-haltige Fehltöne	Kupfersulfat, Kupfercitrat, Silberchlorid
Säuerung	Weinsäure, Äpfelsäure, Milchsäure, Elektromembranbehandlung, Kationenaustauscher
Entsäuerung	Calciumcarbonat, Kaliumhydrogencarbonat, Kaliumtartrat, Doppelsalz, Doppelsalz mit Weinsäure, Elektromembranbehandlung
Weinsteinstabilisierung	Metaweinsäure, Gummi arabicum, Mannoproteine, Kältestabilisierung, Kaliumbitrartrat, Kaliumhydrogentrartrat, Kalziumtartrat, DL-Weinsäure, Elektrodialyse, Carboxymethylcellulose

- Bornet A. and Teissedre P.L.** (2008): Chitosan, chitin-glucan and chitin effects on minerals (iron, lead, cadmium) and organic (ochratoxin A) contaminants in wines. *P.L. Eur Food Res Technol* (2008) 226: 681
- Bradshaw M.P., Cheynier V., Scollary G.R., and Prenzler P.D.** (2003). Defining the Ascorbic Acid Crossover from Anti-Oxidant to Pro-Oxidant in A Model Wine Matrix Containing (+)-Catechin. *J. Agric. Food Chem.*, 51, 4126–4132
- Cosme F., Capão I., Filipe-Ribeiro L, Bennett R.N., Mendes-Faia A.** (2012). Evaluating potential alternatives to potassium caseinate for white wine fining: Effects on physicochemical and sensory characteristics. *LWT - Food Science and Technology* 46, 382-387
- Dittrich, H.** (2009): Kolloide als Zusatzstoffe für Wein (1). *Der Deutsche Weinbau*, Vol. 15, S. 16-19
- Kammer K., Van Wallbrunn C. and Dietrich H.** (2011): Chitosan – ein neues Schönungsmittel für die Most- und Weinbehandlung. *Geisenheimer Betriebsleitertagung Weinbau und Kellerwirtschaft*, S.20-22
- Lamuela-Raventós R.M., Huix-Blanquera M. und Waterhouse A.I.** (2001): Treatments for Pinking Alteration in White Wines. *Am. J. Enol. Vitic.* 52:2
- Mira H., Leite P. Catarino S., Ricardo-da-Silva J.M., Curvelo-Garcia A.S.** (2007): Metal reduction in wine using PVI-PVP copolymer and its effects on chemical and sensory characters. *Vitis* 46 (3), 138–147
- Pinking:** https://www.awri.com.au/industry_support/winemaking_resources/frequently_asked_questions/pinking/
- Schneider V.** (2006): Die Stabilität des Kupfers. In: *Die Winzer-Zeitschrift*, Vol. 06, S. 34-35
- Scollary G.** (2004): Mechanism of oxidative browning of white wine by copper(II) and ascorbic acid. FINAL REPORT to GRAPE AND WINE RESEARCH & DEVELOPMENT CORPORATION
- Simpson R.F.** (1977): Oxidative pinking in white wines. *Vitis* 16, 286-94
- Sommer, S.** (2014): Trübungen in Most und Wein. Abteilung Weinbau & Oenologie (Gruppe Oenologie), Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinpfalz, Neustadt an der Weinstraße.
- Webber Witt M.** (2014): The allergic potential arising from proteinous wine fining agents of milk and chicken egg albumen. Doktorarbeit, Justus Liebig Universität Giessen und Hochschule Geisenheim University.