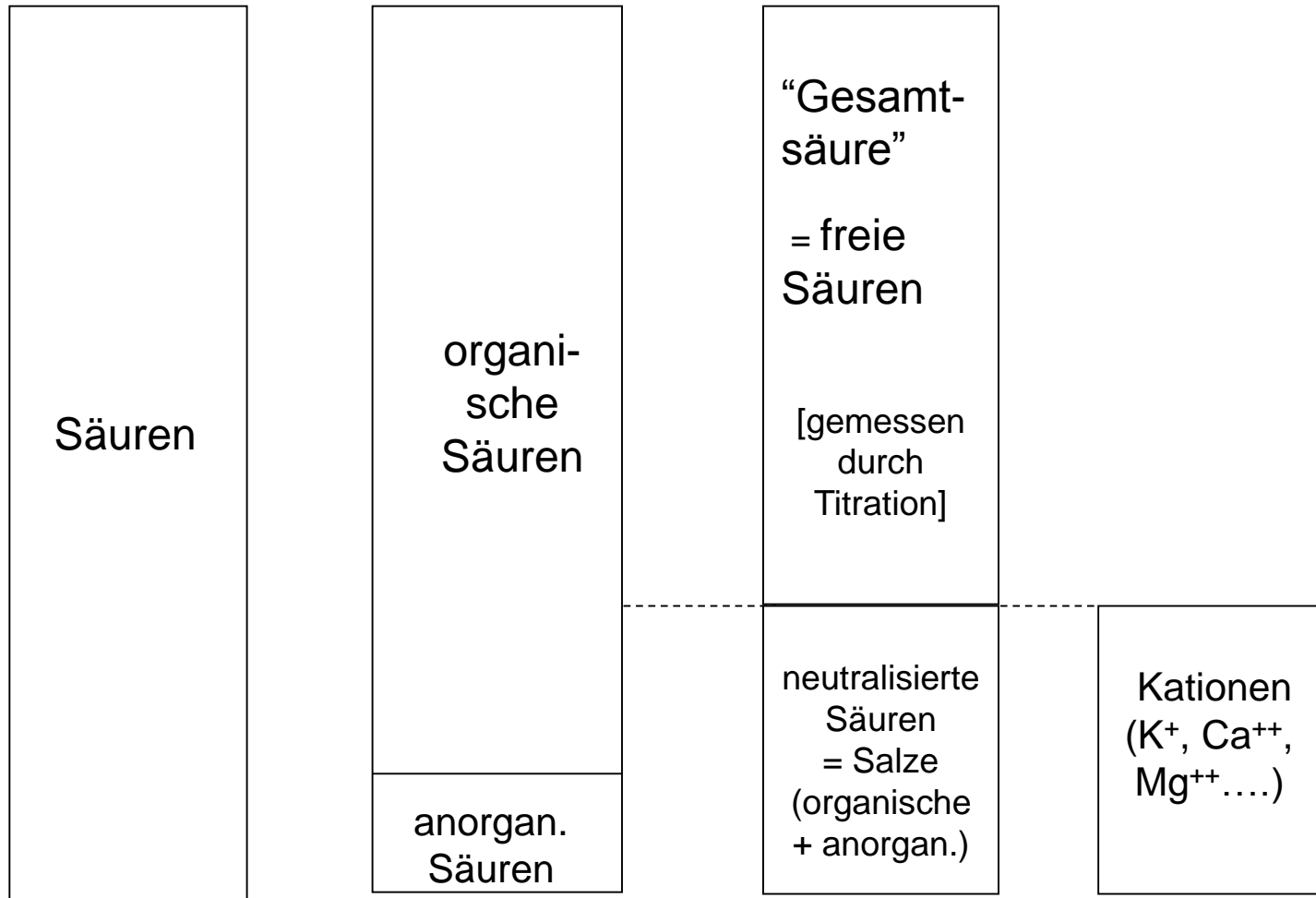


# Säuerung und Entsäuerung



Berechnungen,  
praktische Durchführung und  
sensorische Konsequenzen

# Bilanz von Säuren, Salzen und Kationen im Wein



Die titrierbare Gesamtsäure entspricht der Summe der nicht neutralisierten Anteile der Einzelsäuren. Die Summe aller Einzelsäuren (Anionen) ist höher als die Gesamtsäure.

# Bedeutung der Kationen

- **Na: 20-100 mg/L,**  
sensorisch nicht relevant.
- **Mg: 60-100 mg/L,**  
sensorisch nicht relevant.
- **Ca: 60-120 mg/L,**  
nach Entsäuerung mit  $\text{CaCO}_3$  über 200 mg/l, sensorisch relevant durch Eigengeschmack.
- **K: 300-2000 mg/L,**  
abhängig von Boden, Witterung und Entsäuerung, sensorisch relevant durch Eigengeschmack und Neutralisierung von Säure.

**Kalium ist das wichtigste Kation im Wein. Sein Gehalt prägt die Weinstilistik. Er wird durch Wachstumsbedingungen und Entsäuerungsmaßnahmen differenziert.**

# Bedeutung der Einzelsäuren

1,0 g/L Gesamtsäure (als Weinsäure) entspricht:

- 1,00 g/L Weinsäure (Tartrat)
  - 0,90 g/L Äpfelsäure (Malat)
  - 1,20 g/L Milchsäure (Lactat)
  - 0,85 g/L Citronensäure (Citrat)
  - 0,80 g/L Bernsteinsäure (Succinat)
  - 0,65 g/L Phosphorsäure (Phosphat)
  - 0,80 g/L Essigsäure (Acetat)
- 
- Bezogen auf 1,0 g/L Gesamtsäure sind Wein-, Äpfel-, Milch- Citronen- und Phosphorsäure geschmacklich nicht voneinander zu unterscheiden.
  - Besonders Wein- und Äpfelsäure schmecken gleich sauer !
  - Der saure Geschmack wird nicht von der Zusammensetzung, sondern von der Konzentration der Gesamtsäure bestimmt.
  - **Es ist daher sinnlos, im Rahmen einer Entsäuerung Äpfelsäure zu entfernen, wenn genügend Weinsäure zur Entsäuerung zur Verfügung steht.**

# Durchführung von Vorversuchen zur Säuerung von Wein

Herstellung der Versuchslösung zur Säuerung und Durchführung der Versuche.					
Herstellung der Versuchslösung	100 g Citronensäure* in Wasser lösen und auf 1000 ml auffüllen.				
Anwendung der Versuchslösung	0,1 ml / 100 ml Wein entspricht im Tank: + 0,1 g/l Citronensäure				
	+ 0,1 ml	+ 0,2 ml	+ 0,3 ml	+ 0,4 ml	+ 0,5 ml
Entspricht im Tank:	+ 0,1 g/l	+ 0,2 g/l	+ 0,3 g/l	+ 0,4 g/l	+ 0,5 g/l
<ul style="list-style-type: none"><li>Anmerkung: Die Citronensäure kann durch äquivalente Mengen von Äpfelsäure oder Milchsäure ersetzt werden.</li></ul>					

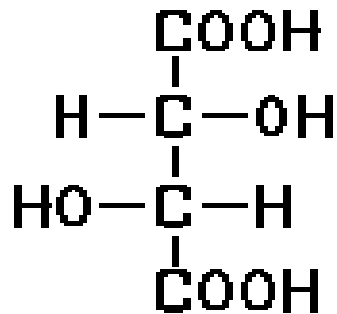
**Zur Säuerung mit Weinsäure sind keine derartigen Vorversuche möglich, da die sensorische Auswertung gestört ist, solange die zugesetzte Weinsäure nicht zur Ausscheidung gebracht wurde.**

# Säuerung mit verschiedenen Säuren

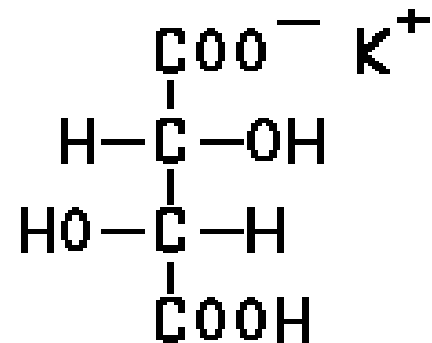
- Zur Säuerung sind Wein-, Äpfel-, Milch- und Citronensäure zugelassen.
- Mit Wein-, Milch- und Äpfelsäure darf im Most die Gesamtsäure um 2,5 g/l und im Wein um 1,5 g/l (kumulativ) erhöht werden. Citronensäure darf einen Endgehalt von 1,0 g/l nicht übersteigen.
- Da die Säuren, bezogen auf 1 g/l Gesamtsäure, alle gleich sauer schmecken und aromatisch neutral sind, können sie vordergründig untereinander ausgetauscht werden, z. B. 1,0 g/l Weinsäure durch 1,2 g/l Milchsäure.
- Weinsäure bewirkt die stärkste Minderung des pH-Wertes; Zusatz von 1 g/l Weinsäure verringert den pH um ca. 0,15.
- Weinsäure bleibt nicht in Lösung, sondern fällt mit Kalium als Kaliumhydrogentartrat (KHT) aus.

**Die Säuerung mit Weinsäure unterscheidet sich von der mit anderen Säuren im Wesentlichen durch die damit verbundene Minderung des Kaliumgehaltes.**

# Säureminderung durch Ausfall von Kaliumhydrogentartrat (KHT)



L-Weinsäure  
MG = 150,1



Kaliumhydrogentartrat (KHT)  
MG = 188,2

Bei KHT ist nur eine Carboxylgruppe der Weinsäure neutralisiert, die andere frei. Folglich ist KHT ein saures Salz. Scheidet es aus dem System aus, verschwindet Säure; die titrierbare Gesamtsäure mindert sich. Die Minderung der Gesamtsäure beträgt genau 50 % der Minderung der Weinsäure (Tartrat-Anion).

# Besonderheiten der Säuerung mit Weinsäure

- Weinsäure ist die einzige Säure, die mit Kalium als unlösliches Salz (Weinstein, Kaliumhydrogentartrat, KHT) ausfällt, während alle anderen Säuren lösungstabil im Wein (Most) erhalten bleiben.
- 1 g Weinsäure fällt mit 262 mg K<sup>+</sup> als KHT aus. KHT ist ein saures Salz. Mit dem Ausfall von 1 g/L Weinsäure (als KHT) mindert sich die Gesamtsäure um 0,5 g/L.
- In der Folge bewirkt eine Säuerung mit 1 g/L Weinsäure nur eine bleibende Erhöhung der Gesamtsäure um  $1,0 - 0,5 = 0,5$  g/L.  
→ Vorversuche sind nicht sofort geschmacklich auswertbar.
- Die säuernde Wirkung von Weinsäure beruht nicht auf ihrem Verbleib in Lösung, sondern auf ihrer Ausfällung von Kalium, welches vorher andere Säuren neutralisiert hat.
- Bezogen auf die gleiche Endsäure, führt der Verlust von Kalium zu einer Minderung von Körper und Mundfülle; der Wein wird schlanker, filigraner, weniger breit.
- 500 mg/L K<sup>+</sup> maskieren ~ 1 g/L Gesamtsäure.  
Sensorischer Differenzschwellenwert von Kalium = 200 mg/L K<sup>+</sup>. Zu viel K<sup>+</sup> → seifig.
- Mit der Wahl zwischen Weinsäure einerseits und Äpfel-, Milch- oder Citronensäure andererseits kann, über den säuernden Effekt hinaus, auch der Weintyp via Kalium differenziert werden.

**Der Eigengeschmack von Kalium wird weithin unterschätzt.**



# Differenzierung der Säuren-Kationen-Bilanz vom Most zum Wein

- Normale (nicht entsäuerte Moste) enthalten 4-7 g/L Weinsäure weitgehend unabhängig vom Gehalt an Gesamtsäure.
- Während und direkt nach der Gärung fällt ungefähr die Hälfte der Weinsäure als Weinstein (Kaliumhydrogentartrat) aus.
- Der Ausfall von 1 g/L Weinsäure als Kaliumhydrogentartrat mindert  $K^+$  um 262 mg/L und die Gesamtsäure um 0,5 g/L.
- Bei diesem Vorgang reduziert sich der Kaliumgehalt in der Praxis um ungefähr die Hälfte und die Gesamtsäure um ca. 2 g/L.

## Konsequenzen:

- Der gustative Effekt des Kaliums (und der Säure) mindert sich.
- Die Weinsäure in g/L im Jungwein kann nicht aus einem Weinsäure-Äpfelsäure-Verhältnis ermittelt werden. Sie muss individuell gemessen werden.
- Im Wein steht deutlich weniger Weinsäure als im Most für eine Entsäuerung zur Verfügung.

**Der Ausfall von Weinstein (KHT) während und nach der Gärung führt zu einer wesentlichen Minderung der Gehalte an titrierbarer Gesamtsäure, Weinsäure und Kalium.**

# Unterschiede zwischen Most- und Weinentsäuerung

## Mostentsäuerung

- Durch Entzug von Weinsäure wird das  $K^+$  fixiert und teilt sich geschmacklich mit.
- Das saure Geschmacksbild kann nur annähernd eingestellt werden.
- Höherer pH während Gärung, leichter BSA.
- Keine Verluste von Weinaroma.
- Es kann mit einer gewissen Mindestmenge an Weinsäure gerechnet werden.

## Weinentsäuerung

- Der geschmackliche Effekt von  $K^+$  tritt in den Hintergrund durch partiellen Ausfall während der Gärung.
- Das genaue Geschmacksbild kann genau angesteuert werden.
- Niedriger pH während Gärung, höhere mikrobiologische Stabilität.
- Verluste von Weinaroma in Abhängigkeit von Durchführung und Temperatur.
- Die Weinsäure ist beschränkt und muss für jeden Wein einzeln ermittelt werden.

**Eine der wesentlichen Unterschiede zwischen Most- und Weinentsäuerung liegt im Kaliumgehalt des fertigen Weins begründet.**

# Grundlagen der chemischen Entsäuerung

## 2 Präparate zur Entsäuerung in EU relevant:

1. Calciumcarbonat ( $\text{CaCO}_3$ ):  $\text{Ca}^{++}$  wirkt,  $\text{CO}_3^{2-}$  entweicht als  $\text{CO}_2$
2. Kaliumhydrogencarbonat ( $\text{KHCO}_3$ ):  $\text{K}^+$  wirkt,  $\text{CO}_3^{2-}$  entweicht als  $\text{CO}_2$

## Jede chem. Entsäuerung beinhaltet 2 Reaktionsschritte:

1. Neutralisation freier Säuren mit  $\text{Ca}^{++} / \text{K}^+ \rightarrow$  Ca- oder K-Salze
2. Ausfall der gebildeten Salze  $\rightarrow$  Abnahme von  $\text{K}^+$  bzw.  $\text{Ca}^{++}$

## Nur eine der Säuren in Most / Wein bildet unlösliche Salze:

*Weinsäure:* 3-7 g/L in Mosten, 1-5 g/L in Weinen.

Äpfelsäure kann nur in Verbindung mit Weinsäure ausgefällt werden bei  $\text{pH} > 4,5$  (Doppelsalz-Entsäuerung mit  $\text{CaCO}_3$ )

**Der momentane Gehalt an Weinsäure entscheidet über Entsäuerungsmittel und –verfahren !**

# Calciumcarbonat (CaCO<sub>3</sub>)

## Allgemeines



- $\approx 0,7$  g/L CaCO<sub>3</sub> neutralisieren 1,0 g/L Weinsäure (= 1,0 g/L Gesamtsäure) zu Calciumtartrat.
- Die Minderung der Gesamtsäure ist augenblicklich und unabhängig von der Art der Anwendung.
- Unter optimalen Bedingungen kann das eingebrachte Ca<sup>++</sup> vollständig mit Weinsäure als Calciumtartrat ausfallen.
- Optimale Bedingungen, u.a.: Ausfällung von Weinsäure, die 1 g/L übersteigt. Das heißt:
- → Bei der Berechnung sollte 1 g/L Restweinsäure verbleiben, andernfalls stark erhöhtes Restcalcium.

### Risiken und Nachteile :

- Ausfällung des Ca<sup>++</sup> ist schleppend (mind. 2 Monate) und oft unvollständig.
- Sensorische Problematik erhöhten Restcalciums.
- Ca-Tartrat-Instabilität (Kristalle auf Flasche!) durch verzögerte Ca-Ausfällung.

**Aufgrund seiner Nachteile wird CaCO<sub>3</sub> nur eingesetzt, wenn keine andere Möglichkeit zur Entsäuerung besteht.**

# Anwendung von Calciumcarbonat (Kalk) - I

## Normalentsäuerung:

- Entsäuerung der Gesamtmenge im Rahmen der technisch verwertbaren Weinsäure (Weinsäure – 1); Restweinsäure von 1 g/L muss belassen werden.
- Wein zum Kalk statt Kalk zum Wein begünstigt Kristallbildung.
- Calciumtartrat-Kristalle fallen aus über einen Zeitraum von einigen Wochen.

**Nach der Gärung setzt die beschränkt vorliegende Weinsäure der sog. Normalentsäuerung oft enge Grenzen.**

# Anwendung von Calciumcarbonat (Kalk) - II

## Doppelsalz (DS)-Entsäuerung (einfach):

- Falls Normalentsäuerung mangels genügend Weinsäure für gewünschte Entsäuerungsspanne nicht ausreicht; es wird auch Äpfelsäure ausgefällt.
- Anwendung des Calciumcarbonats in einer Teilmenge (TM), welche überentsäuert wird (pH > 4,5 → Bildung des Doppelsalzes = Ca-Tartrat-Malat).
- Wein (Most) wird unter Rühren zum Kalk gepumpt, nicht Kalk zum Wein !
- Abtrennung des Doppelsalzes durch Filtration vor Verschnitt mit der nicht entsäuerten Restmenge.
- Berechnung der Teilmenge TM:

TM [%] = (Entsäuerungsspanne x 100) : (Gesamtsäure – 2) für Most

TM [%] = (Entsäuerungsspanne x 100) : (Gesamtsäure – 3) für Wein

- Berechnung der maximal möglichen Entsäuerungsspanne  $E_{\max}$ :

$$E_{\max} = \frac{(GS - 2) \times (WS - 1)}{(GS - 2) - WS} \text{ für Most; } E_{\max} = \frac{(GS - 3) \times (WS - 1)}{(GS - 3) - WS} \text{ für Wein}$$

**Auch bei der einfachen DS-Entsäuerung wird der Entsäuerungsspielraum ( $E_{\max}$ ) durch die momentan vorliegende Weinsäure eingegrenzt.**

# Anwendung von Calciumcarbonat (Kalk) - III

## Doppelsalz-Entsäuerung, erweitert :

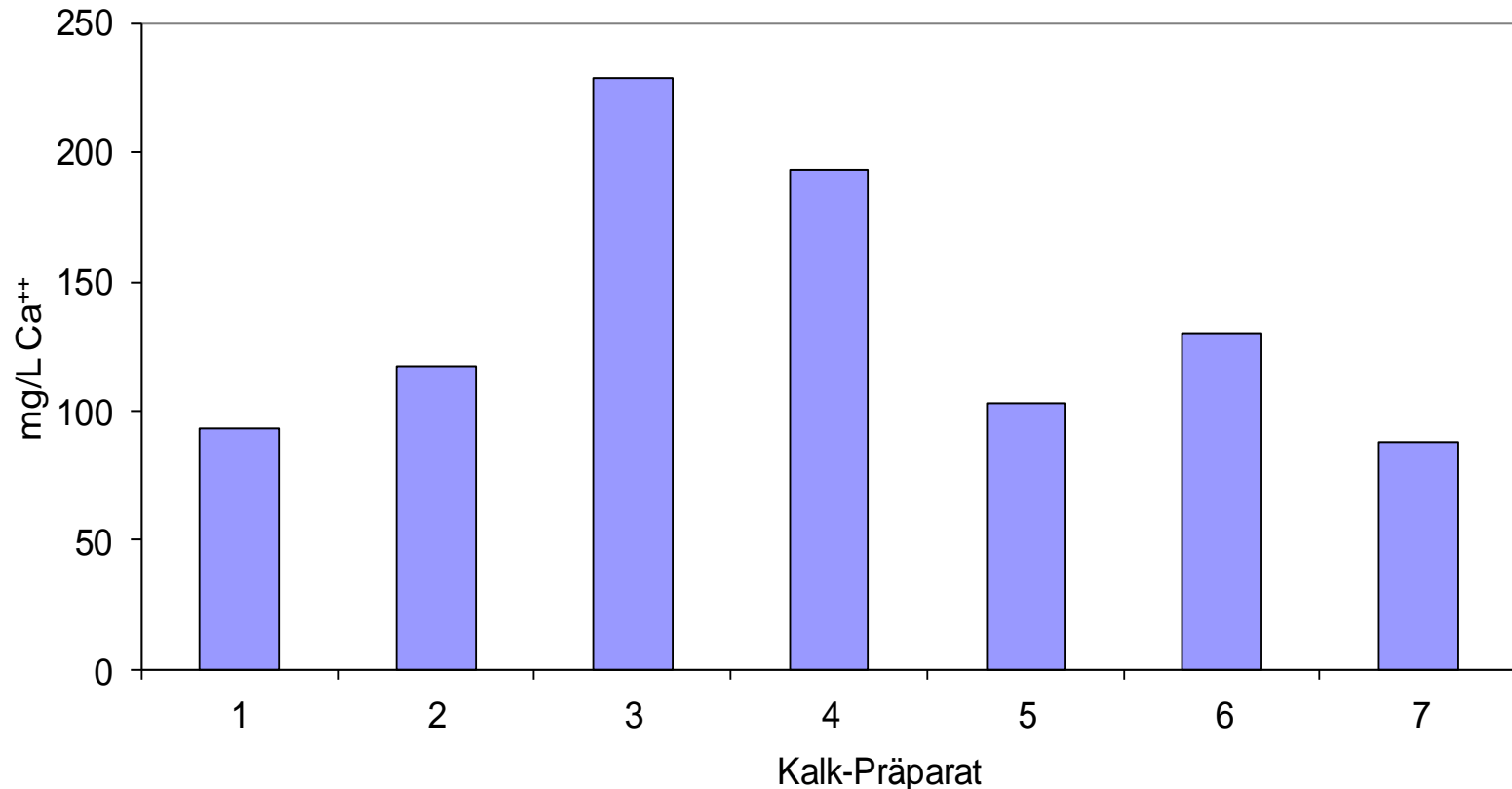
- Falls die einfache Doppelsalz-Entsäuerung mangels genügend Weinsäure für die gewünschte Entsäuerungsspanne nicht ausreicht.
- Entsäuerungsspielraum wird erweitert durch Zusatz von Weinsäure, um mehr Äpfelsäure ausfällen zu können.
- → beliebig weitgehende Entsäuerung
- Berechnung der Teilmenge: wie bei einfacher Doppelsalz-Entsäuerung.
- Berechnung des Weinsäure-Zusatzes WZ:  
$$WZ = E - WS + 1 - \left( \frac{E \times WS}{GS - 2} \right)$$

E = Entsäuerungsspanne in g/L,  
WS = Gehalt an Weinsäure in g/L
- Der vorgelegte Kalk muss um die der Weinsäure äquivalenten Kalkmenge erhöht werden.
- Alternativ und rechtlich oft zwingend: Malicid (= 1 Teil Weinsäure + 0,7 Teile Kalk)
- Vorgehen: Kalk vorlegen – Teilmenge dazu – Weinsäure (Malicid) dazu

**Die erweiterte Doppelsalz-Entsäuerung ist nur in extremen Jahrgängen (2010) notwendig.**

# Unterschiede zwischen Kalk-Präparaten:

Restcalcium fünf Tage nach der Entsäuerung mit 1,4 g/L Kalk.  
20° C, Mittelwerte aus zwei *filtrierten* Weinen.



**Die Qualität des Kalkes ist *einer* der Faktoren, welche über den Gehalt an Restcalcium entscheidet. Spezialkalk zur DS-Entsäuerung sind nicht zwingend.**



# Kristallstabilität nach Entsäuerung mit Kalk

- Jede Entsäuerung mit Kalk hinterlässt zunächst erhöhte Calciumgehalte, die sich nur langsam und oft unvollständig abreichern – in filtriertem Wein schneller als vor der Filtration.
- Nach einer Entsäuerung mit Kalk fällt kein normaler Weinstein (KHT) aus, sondern Calciumtartrat (CaT).
- CaT-Ausscheidungen können weder mit Metaweinsäure noch mit CMC langfristig verhindert werden.
- CaT-Ausscheidungen können nicht durch Kälte beschleunigt werden, da die Bildung der Kristallkeime endotherm ist.
- Deshalb verläuft die spontane Kristallisation von CaT bei Raumtemperatur schneller als in der Kälte.
- Kältetests zur Beurteilung der Ca-Stabilität funktionieren nicht.
- Die Ca-Stabilität wird meist über eine Bestimmung des  $\text{Ca}^{++}$  beurteilt (max. 120 mg/L); dabei spielt der pH-Wert eine Rolle.

**Auf Grund der Probleme mit der Calciumstabilisierung wird die Entsäuerung mit  $\text{KHCO}_3$  oder über BSA vorgezogen, wann immer dies möglich ist.**

# Kristallstabilisierung nach Entsäuerung mit Kalk

## Kontaktverfahren mit CaT-Kristallen:

- Zeitaufwendiger als Kontaktverfahren gegen KHT,
- Problem der Verfügbarkeit der Impfkristalle,
- sehr strapaziös für Weißweine.

## Verringerung von Ca<sup>++</sup> mittels DL-Weinsäure oder ihres K-Salzes:

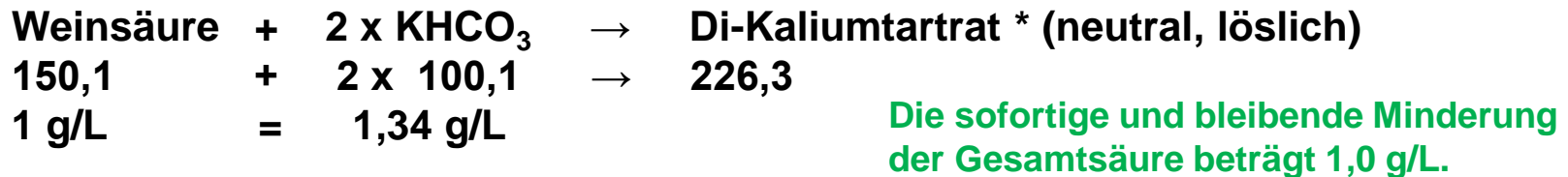
- 1 mg Ca erfordert stöchiometrisch 3,67 mg DL-Weinsäure.
- Praktische Ca-Minderung etwas größer, daher nur 3 statt 3,65 mg/L DL-Weinsäure
- Ausfällung des Ca-DL-Tartrats erfordert ca. 3 Wochen !!!
- Alternativ Calciumstabilat ® (K<sub>2</sub>-DL-Tartrat); 5,0 mg pro 1 mg Ca<sup>++</sup>.
- DL-Weinsäure bringt H<sup>+</sup>-Ionen ein (Aufsäuerung), K<sub>2</sub>-DL-Tartrat bringt K<sup>+</sup>-Ionen ein.
- Aufsäuerung durch DL-Weinsäure, kann durch KHCO<sub>3</sub> kompensiert werden.
- Überdosierung von DL-Tartrat führt zu dauerhafter Instabilität !

**Eine eventuell erforderliche Ca-Stabilisierung erfolgt in der Praxis fast immer mit DL-Weinsäure bzw. ihrem Kaliumsalz.**

# Kaliumhydrogencarbonat, $\text{KHCO}_3$

Situation A:  $\text{K}^+$  kristallisiert nicht mit Weinsäure aus

Nur ein Schritt - einfache Neutralisation von Säure ohne Ausfällung:



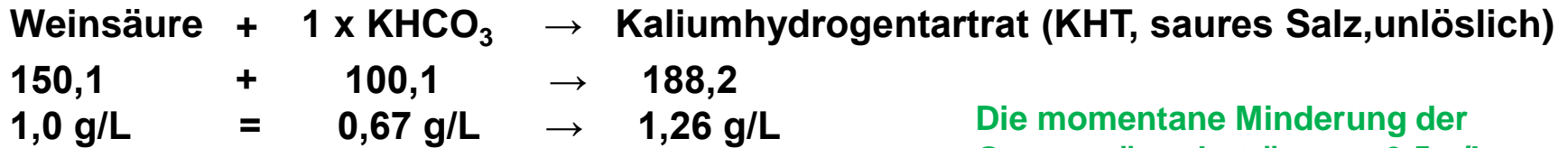
\* Statt Tartrat auch Äquivalente anderer Säuren.

Bleibt das mittels  $\text{KHCO}_3$  eingebrachte Kalium vollständig in Lösung, sind zur Entsäuerung um 1 g/L titrierbarer Gesamtsäure 1,34 g/L  $\text{KHCO}_3$  nötig.

# Kaliumhydrogencarbonat, $\text{KHCO}_3$

## Situation B: $\text{K}^+$ kristallisiert vollständig mit Weinsäure aus

### Schritt 1:



Die momentane Minderung der Gesamtsäure beträgt nur 0,5 g/L.

### Schritt 2:

Kristallisation von 1,26 g/L KHT → Verlust von weiteren 0,5 g/L titrierbarer Säure

- Beim KHT ist nur eine der beiden Carboxylgruppen der Weinsäure neutralisiert, die andere frei.
- Scheidet KHT aus dem System aus, mindert sich auch die Gesamtsäure.
- Die Minderung der Gesamtsäure beträgt dabei 50 % der Minderung der Weinsäure.
- Die angestrebte Endsäure ist erst erreicht, nachdem das KHT auskristallisiert ist (2-3 Wochen in unfiltrierten Weißweinen bei Kellertemperatur).
- 1 g Weinsäure kristallisiert mit 0,26 g  $\text{K}^+$  zu 1,26 g KHT.

**Fällt das mittels  $\text{KHCO}_3$  eingebrachte  $\text{K}^+$  vollständig mit Weinsäure aus, sind zur Entsäuerung um 1 g/L titrierbarer Gesamtsäure 0,67 g/L  $\text{KHCO}_3$  notwendig.**

# Kaliumhydrogencarbonat ( $\text{KHCO}_3$ ) Besonderheiten

Primär zur Ausfällung von Weinsäure als Kaliumhydrogentartrat (KHT).

Es wird nur die Weinsäure ausgefällt, die mehr beträgt als 1,5 g/L (in Weißwein).

Das eingebrachte Kalium fällt nicht oder nur unvollständig aus, wenn:

- a) die momentan vorhandene Weinsäure ( $< 1,5$  g/L) nicht zur Fällung genügt,
- b) Metaweinsäure oder CMC (Kristallisationsinhibitoren) vorliegen,
- b) in Rotweinen, wo Tannin + Anthocyan die Fällung des gebildeten Weinstein hemmen.

Liegt nicht genügend Weinsäure vor oder ist ihr Ausfall als KHT gehemmt, besteht die Entsäuerung aus einer reinen Neutralisation der vorliegenden Säuren.

Die verbleibende Weinsäure liegt löslich in Form ihrer Salze ( $\text{K}_2\text{T}$ , KHT) vor.

## Risiken und Nachteile :

Zu hoher Restkaliumgehalt führt zu:

- seifiger Eigengeschmack des Kaliums, flacher Abgang,
- hoher pH-Wert

Die durch  $\text{KHCO}_3$  erzielbare Säureminderung hängt davon ab, wie viel des eingebrachten Kaliums zur Ausfällung kommt. Sie schwankt zwischen 0,5 und 1,0 g/L pro 0,67 g/L  $\text{KHCO}_3$ . Der "Entsäuerungsfaktor" schwankt zwischen 0,67 und 1,34 g/L  $\text{KHCO}_3$  pro 1 g/L Säure.

# **KHCO<sub>3</sub> - Fallbeispiel I, Weißwein**

Gesamtsäure = 8,0 g/L

Weinsäure = 2,5 g/L

gewünschte Endsäure = 7,0 g/L

Entsäuerungsspanne = 1,0 g/L

Restweinsäure = 1,5 g/L

$2,5 - 1,5$  Restweinsäure = 1,0 g/L fällbare Weinsäure x 0,67 = **0,67 g/L KHCO<sub>3</sub>**

# **KHCO<sub>3</sub> - Fallbeispiel II, Weißwein**

Gesamtsäure = 8,0 g/L

Weinsäure = 1,5 g/L

gewünschte Endsäure = 7,0 g/L

Entsäuerungsspanne = 1,0 g/L

Restweinsäure = 1,5 g/L

Keine (wesentliche) mit K<sup>+</sup> fällbare Weinsäure.

> Entsäuerung ohne Ausfällung von Weinsäure mittels **1,34 g/L KHCO<sub>3</sub>** pro 1 g/L Gesamtsäure

> Kalium bleibt in Lösung erhalten und teilt sich geschmacklich mit.

> Rechtliche Grauzone.

# $\text{KHCO}_3$ - Fallbeispiel III, Weißwein

Gesamtsäure = 8,0 g/L

Weinsäure = 2,5 g/L

gewünschte Endsäure = 6,0 g/L

Entsäuerungsspanne = 2,0 g/L

Restweinsäure = 1,5 g/L

➤ **2 Rechenschritte:**

1. Fällung von 1,0 g/L Weinsäure mittels Faktor von 0,67

2. Neutralisierung von 1,0 g/l Weinsäure mittels Faktor 1,34

Diese Entsäuerung erfordert in der Summe.....**2,01 g/L  $\text{KHCO}_3$**

In Lösung verbleibendes  $\text{K}^+$  teilt sich geschmacklich mit !



# **KHCO<sub>3</sub> - Fallbeispiel IV, Rotwein nach BSA**

Gesamtsäure = 6,0 g/L

Weinsäure = 3,5 g/L

gewünschte Endsäure = 4,5 g/L

Entsäuerungsspanne = 1,5 g/L

Restweinsäure = ca. 3,0 g/L

**K<sup>+</sup> kommt nicht bzw. kaum mit Weinsäure zur Ausfällung, da der Tannin-Anthocyan-Komplex der Rotweine die Kristallisation hemmt.**

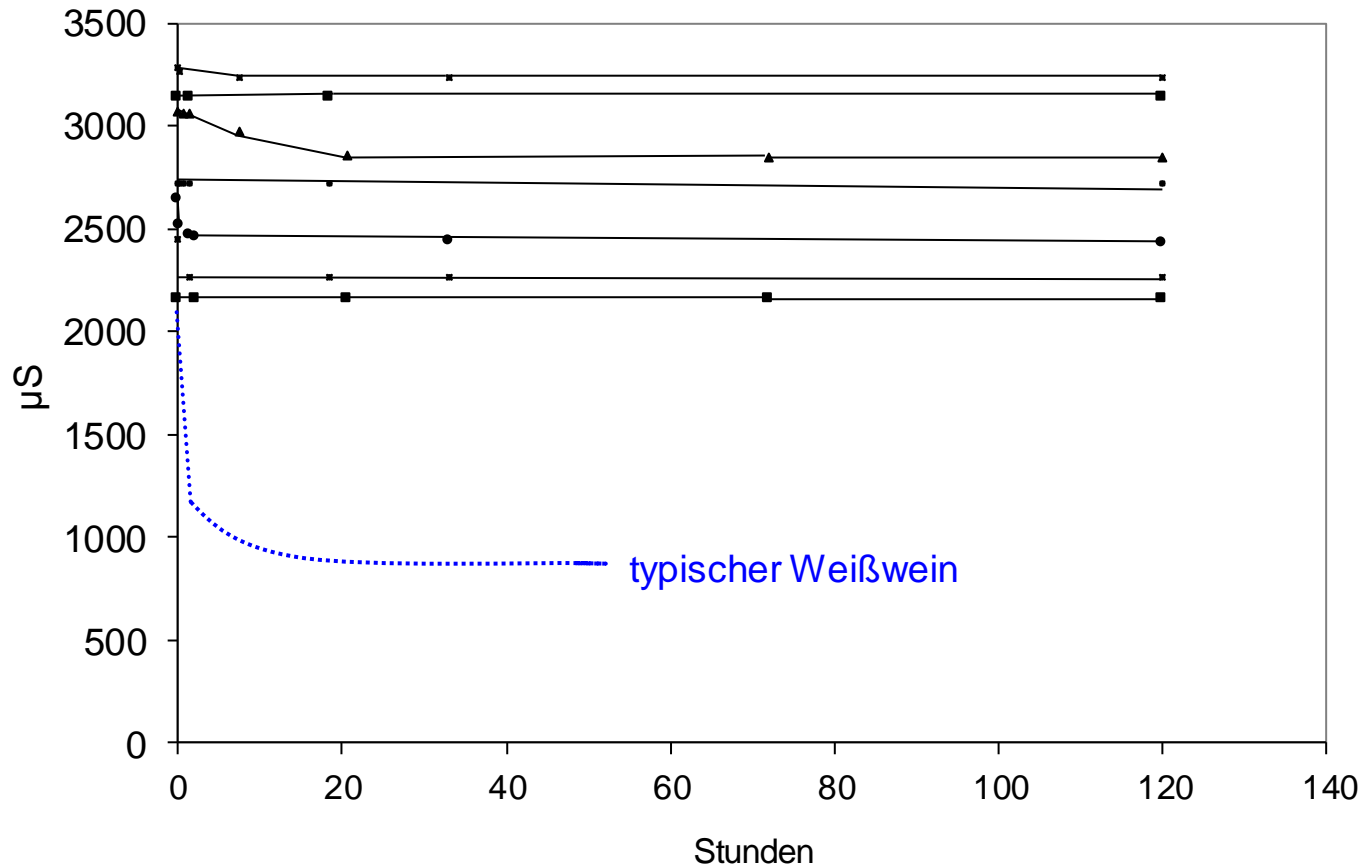
- Entsäuerung (fast) ausschließlich über Neutralisation mittels Faktor 1,34.
- $1,34 \times 1,5 = 2,01$  g/L KHCO<sub>3</sub> zur Minderung der Gesamtsäure um 1,5 g/L
- Sicherheitsfaktor 10-20 % vom KHCO<sub>3</sub> abziehen für den Fall einer geringfügigen Ausscheidung (nicht berechenbar, Unsicherheitsfaktor !)
- Kalium bleibt in Lösung erhalten und teilt sich geschmacklich mit (seifig?).
- Entsäuerung mit CaCO<sub>3</sub> eventuell bessere Lösung.

# Durchführung von Vorversuchen zur Entsäuerung mit $\text{KHCO}_3$

Herstellung der Versuchslösung zur Entsäuerung mit $\text{KHCO}_3$ und Durchführung der Versuche.					
Herstellung der Versuchslösung	100 g $\text{KHCO}_3$ mit Wasser auf 1000 ml auffüllen und lösen.				
Anwendung der Versuchslösung	0,1 ml / 100 ml Wein entspricht im Tank: + 0,1 g/l $\text{KHCO}_3$				
	+ 0,25 ml	+ 0,50 ml	+ 0,75 ml	+ 1,00 ml	+ 1,25 ml
Entspricht im Tank:	+ 0,25 g/l	+ 0,50 g/l	+ 0,75 g/l	+ 1,00 g/l	+ 1,25 g/l

**Zur Entsäuerung mit  $\text{CaCO}_3$  funktionieren derartige Vorversuche nicht, da der hohe Restcalciumgehalt in den ersten Wochen nach der Entsäuerung die Sensorik stört.**

# Kristallisation von Weinstein (KHT) in sieben filtrierten Rotweinen während des Kontaktverfahrens (5° C, 4 g/L Impfkristalle) nach vorgängiger Auflösung von 1,5 g/L KHT.



Weinstein (KHT), auch wie durch Entsäuerung mit  $\text{KHCO}_3$  herbeigeführt, kommt in Rotwein nicht, kaum oder erst nach irrational langer Zeit zur Ausfällung.

Bei Anwendung von  $\text{KHCO}_3$  tendiert der Entsäuerungsfaktor zu 1,34 (statt 0,67).

# Besonderheiten bei Rotwein

## Ausgangssituation :

- BSA ist unabdingbar für Rotweine.
- Unter cool-climate-Bedingungen ist der BSA oft nicht ausreichend zur Säureharmonisierung.
- Zu hohe Gesamtsäure erhöht Adstringens und mindert Wahrnehmung der Mundfülle.
- → Nach BSA ist oft eine weitere, chemische Entsäuerung notwendig.

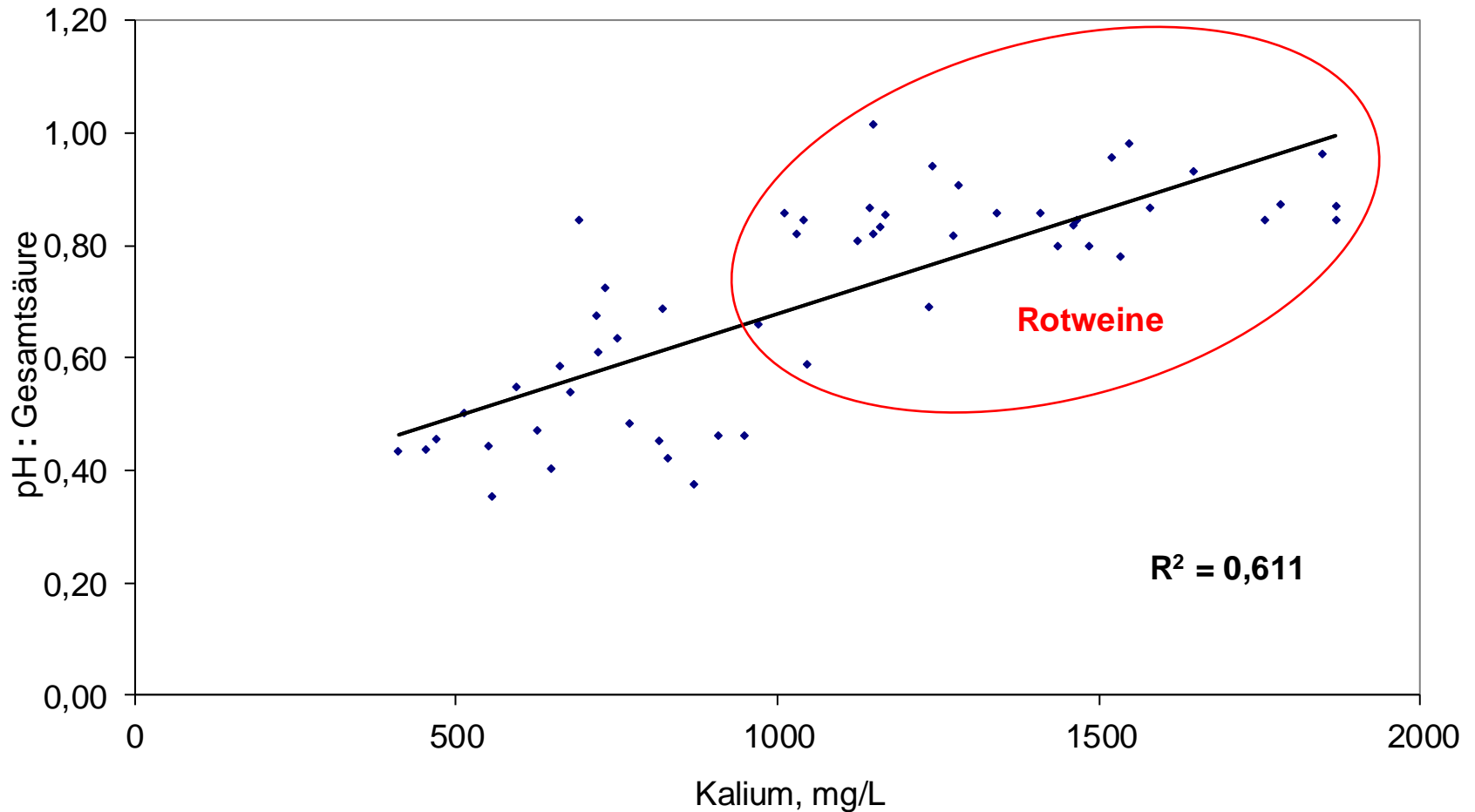
## Spezifische Bedingungen in Rotwein :

- Natürlich hoher pH wird weiter erhöht auf 3,7 – 4,0 → mikrobiologische Instabilität
- Tannin erhöht Löslichkeit von Kalium → evtl. seifige Eigengeschmack des Kaliums
- Tannin verzögert Kältestabilisierung / Kontaktverfahren

## Lösungen :

- Baldige Filtration und SO<sub>2</sub> bei hohem pH nach chemischer Entsäuerung
- Bei Gesamtsäure < 5,5 g/L → Entsäuerung mit KHCO<sub>3</sub>
- K<sup>+</sup> aus KHCO<sub>3</sub> bleibt überwiegend in Lösung → Entsäuerungsfaktor ~ 1,34 statt 0,67.
- Bei Gesamtsäure > 5,5 g/L → ggf. CaCO<sub>3</sub>, andernfalls zu viel K<sup>+</sup> und Seifigkeit.
- CaCO<sub>3</sub> und KHCO<sub>3</sub> können auch kombiniert werden, das heißt: “Grobe” Entsäuerung mit CaCO<sub>3</sub>, sensorischer “Feinputz” mit KHCO<sub>3</sub>.

# Zusammenhang zwischen Kaliumgehalt und der Ratio "pH : Gesamtsäure"



**Die Ratio "pH : Gesamtsäure" gibt eine Information über den zu erwartenden Kaliumgehalt.**

# Calcium und Kalium – sensorische Unterschiede

## Calcium (reibend, abrasiv, wie Kieselgur):

- **Durchschnittliche Konzentration unbehandelter Weine: 60-120 mg/L Ca<sup>++</sup>**
- **Stabilitätsgrenze: 100-130 mg/L abhängig von pH, Alkohol, Temperatur....**
- **Konzentration nach Entsäuerung mit CaCO<sub>3</sub> : 200-350 mg/L Ca<sup>++</sup>**
- **Geschmacksschwellenwert: ~ 200 mg/L Ca<sup>++</sup>, abhängig von Matrix.**
- **Differenzschwellenwert: 30 mg/L Ca<sup>++</sup>**

## Kalium (Mundfülle, seifig):

- **Konzentration in nicht entsäuerten Weinen: 300-1500 mg/L K<sup>+</sup>**
- **Stabilitätsgrenze: 300 -1500 mg/L K<sup>+</sup>, abhängig von Temperatur, Alkohol, Kolloiden....**
- **Konzentration nach Entsäuerung mit KHCO<sub>3</sub> : 400 -1800 mg/L K<sup>+</sup>**
- **Geschmacksschwellenwert: 1000 -1500 mg/L, stark abhängig von Matrix**
- **Differenzschwellenwert: 200 mg/L K<sup>+</sup>**

**Rückstände des Kations (Ca<sup>++</sup> oder K<sup>+</sup>) erklären die sensorische Unterschiede nach der Entsäuerung auf die gleiche Endsäure !**

# Zusammenfassung, I: Art der Entsäuerung

**CaCO<sub>3</sub> nur, wenn KHCO<sub>3</sub> ausscheidet aufgrund**

- zu hoher Gesamtsäure (hohe Entsäuerungsspanne)
- mangelnder Weinsäure (ungenügender Entsäuerungsspielraum)
- hoher pH, hoher natürlicher Kaliumgehalt.....

**KHCO<sub>3</sub> ist schonender und weinfreundlicher,**

da K<sup>+</sup> ein natürlicher, positiver Weininhaltsstoff und leicht zu stabilisieren ist (Kälte, CMC, Metaweinsäure), aber:

- Bei KHCO<sub>3</sub> hängen Stöchiometrie und Wirkungsgrad von der momentan verfügbaren Weinsäure und der Weinart (Rotwein/Weißwein) ab.
- Bei identischer Endsäure hängt das sensorische Resultat vom verbleibenden Kaliumgehalt ab.

**Vorsichtsmaßnahme: Bestimmung der Weinsäure vor jeder Entsäuerung !  
Die Weinsäure wird nicht durch Raten, sondern durch Messung bestimmt !**

## Zusammenfassung II: Entsäuerung mit $\text{KHCO}_3$

- Rein rechtlich beinhaltet die chem. Entsäuerung eine Fällung von Säure.
- Eine bleibende Erhöhung des Kaliumgehaltes durch die Entsäuerung mit  $\text{KHCO}_3$  tritt dennoch in der Praxis häufig und meist unkontrolliert ein.
- Kalium trägt zur Mundfülle bei, führt im Überschuss jedoch zu “Seifigkeit”. Der optimale Kaliumgehalt hängt ab von Rebsorte, Stilistik, sensorischem Ziel.....
- Bei Weißwein: Durch Ermittlung der Weinsäure lässt sich berechnen, wie viel des eingebrachten Kaliums ausfallen kann (mit Weinsäure > ca. 1,5 g/L)
- Vorversuche in Rotwein können sofort sensorisch ausgewertet werden, da *kaum* nachträgliche Entsäuerung durch Ausfall von KHT.
- Vorversuche in Weißwein mit fällbarer Weinsäure können erst nach Kältestabilisierung sensorisch ausgewertet werden (Probe über Nacht in Eisfach !)
- Das Verhältnis “pH : Gesamtsäure” gibt eine Information über den vorliegenden Kaliumgehalt.

**Ein seifiger Geschmack durch erhöhte Gehalte (Rückstände) von Kalium ist einer der häufigsten Schäden bei der Entsäuerung mittels  $\text{KHCO}_3$ .**



# Zusammenfassung, III

## Tipps für die praktische Durchführung der Entsäuerung

**Entsäuerungsmittel vorlegen und Wein dazu pumpen.**

**Vorteile:**

- **Entsäuerungsmittel reagiert sich mit der in dem anfänglichen Weinvolumen vorhandenen Säure vollständig ab unter Bildung von CO<sub>2</sub>**
- **Übersättigung von CO<sub>2</sub> in der Teilmenge erleichtert seine Entbindung**
  - > weniger CO<sub>2</sub> in der Gesamtmenge nach der Entsäuerung.**
  - > Auswaschung von Aromastoffen durch entbindende CO<sub>2</sub> nur in Teilmenge (Wein!).**
- **Übersättigung von K<sup>+</sup> bzw. Ca<sup>++</sup> in der Teilmenge erleichtert spontane Kristallisation der gebildeten Salze (Tartrate) aus der starken Übersättigung heraus.**
- **Niedrige Temperatur verringert Verluste von Aromen (Weißwein!)**

**Durch gute handwerkliche Praxis kann auch bei einer chem. Entsäuerung im Weinstadium das Aroma erhalten werden.**

# Zur Vertiefung und für zusätzliche Informationen:

81



Hochschule  
Geisenheim  
University

## GEISENHEIMER BERICHTE

### Säuremanagement in Most und Wein

Säuerung, Entsäuerung und  
Kristallstabilisierung

Säuremanagement in Most und Wein

Veröffentlichungen der  
Hochschule GEISENHEIM University

Volker Schneider

REIHE: PRAXIS WEINBAU - ÖNOLOGIE

Band 81

