

Kristallstabilisierung

# Klar wie Klobbrühe

Wir leben in einer Zeit, in der Verbraucher perfekte Produkte zu günstigen Preisen überall und jederzeit erwarten. Kristalle in abgefüllten Weinen sind permanent Auslöser für Kundenreklamationen. „Normale“ Verbraucher sind verunsichert. Manche halten die Kristalle für Glassplitter, andere denken es sei Zucker. Für den Einzelhandel sind die Kristalle im Wein absolut inakzeptabel. Aufgrund dieser ewig aktuellen Problematik sowie dem Trend zur Frühfüllung der Weine geht Dr. Oliver Schmidt, LVWO Weinsberg, im Folgenden auf die Methoden zur Ermittlung der Kristall(in)stabilität sowie der Kristallstabilisierung ein.

**O**bwohl Wein eine Vielzahl an Säuren enthält, ist im Grunde nur eine einzige Säure in der Lage, mengenmäßig relevante Mengen an unlöslichen Salzen zu bilden: Die Weinsäure.

#### Weinstein = Salze der Weinsäure

Die Salze der Weinsäure werden als Tartrate bezeichnet. Hierbei sind vor allem das saure Kalium-Salz (Kalium-Hydrogen-Tartrat = KHT) sowie das Kalzium-Salz (Kalzium-Tartrat = CaT) von Bedeutung. Kalium-Hydrogen-

Tartrat wird auch als der „echte Weinstein“ bezeichnet, während Kalzium-Tartrat, außer der chemisch korrekten Bezeichnung, leider keinen anderen Eigennamen außer „Weinstein“ besitzt.

#### Weinstein ≠ Weinstein

Für die praktische Kristallstabilisierung ist es von sehr großer Bedeutung, zwischen echtem Weinstein (KHT) und Kalzium-Tartrat (CaT) zu unterscheiden. Der Name „echter Weinstein“ entstand vermutlich, weil dieses Salz

normalerweise mengenmäßig überwiegt. Kalzium-Tartrat resultiert meist aus Entsäuerungen mit kohlensaurem Kalk ( $\text{CaCO}_3$ ).

Echter Weinstein (KHT) kann in den meisten Fällen durch Kühlung auf Temperaturen unter  $0^\circ\text{C}$  über einen Zeitraum von etwa einer Woche ausgefällt werden. Dies liegt an der ausgesprochen starken Temperaturabhängigkeit der Löslichkeit des Kalium-Hydrogen-Tartrats. Kalzium-Tartrat hingegen lässt sich durch Kühlung nicht ausfällen. Vielmehr verläuft die Reaktion in der Kälte nur noch

schleppender. Üblicherweise muss bei erhöhten Kalzium-Tartrat-Gehalten die Auskristallisation über einen Zeitraum von vier bis sechs Wochen abgewartet werden.

In Abbildung 2 ist das Löslichkeitsverhalten von Kalium-Hydrogen-Tartrat und Kalzium-Tartrat bei unterschiedlichen Temperaturen aufgezeigt. Es wird deutlich, dass die Änderung der Löslichkeit bei unterschiedlichen Temperaturen beim Kalium-Hydrogen-Tartrat viel stärker ausgeprägt ist, als dies beim Kalzium-Tartrat der Fall ist.

In Abbildung 3 wird die Löslichkeit von Kalium-Hydrogen-Tartrat in Abhängigkeit von Temperatur und Alkoholgehalt dargestellt. Es ist klar ersichtlich, dass zunehmender Alkoholgehalt und abnehmende Temperatur die Löslichkeit vom echten Weinstein herabsetzen. Beide Faktoren sind für den massiven Weinsteinausfall im Jungwein nach der Gärung verantwortlich.

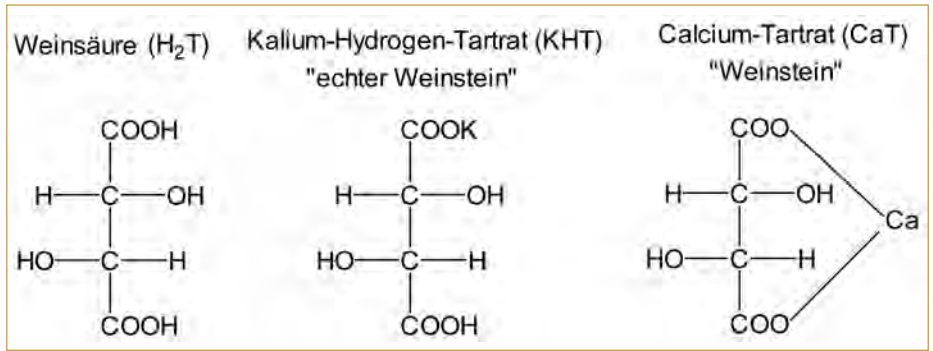


Abb. 1: Strukturformeln der Weinsäure, Kalium-Hydrogen-Tartrat (KHT) und Kalzium-Tartrat (CaT)

**Faktoren der Kristallbildung**

Weinsteinausscheidungen sind primär abhängig von der Menge an Kalium, Kalzium und Weinsäure. Daraus ergibt sich in erster Näherung der Grad der Sättigung beziehungsweise Übersättigung. Des Weiteren sind von großer Bedeutung: Temperatur (Abb. 2), Alkoholgehalt (Abb. 3), pH-Wert, die Trübung des Weines und der Kolloidgehalt. Vor allem die kolloidalen Inhaltsstoffe im Wein spielen eine

große Rolle bei der häufig sehr verzögerten, schleppenden Ausscheidung von Weinstein.

**Verzögerung des Weinsteinausfalls**

Viele Winzer kennen Weinstein nur in der kristallinen, haptisch greifbaren Form als Salz der Weinsäure. Aber sowohl die Kalium- als auch die Kalzium-Salze der Weinsäure sind in gewissen Grenzen im Wein löslich (Abb. 2). Problematisch ist in diesem Zusammenhang, dass die schwerlöslichen K- beziehungsweise Ca-Verbindungen der Weinsäure meist lange Zeit in *übersättigter Lösung* vorliegen können. Das bedeutet, es ist für eine gewisse Zeit im Wein mehr Weinstein gelöst, als dieser auf Dauer in Lösung halten kann. Das Ausfallen des Weinsteines ist nur eine Frage der Zeit. Je geringer die Übersättigung desto länger dauert es bis der Weinstein ausfällt und je stärker die Übersättigung, desto schneller fällt der Weinstein aus. Der Zusammenhang zwischen dem Grad der Übersättigung und der Neigung zur Kristallbildung ist in Abbildung 4 ersichtlich.

Das spontane Bilden, Wachsen und das anschließende Ausscheiden der Kristalle wird durch Hemmstoffe wie Proteine, Gerbstoffe, Polysaccharide und einen hohen Kolloidgehalt verzögert. Diese Hemmstoffe werden zum Beispiel durch scharfe Filtrationen in ihrem Gehalt so stark vermindert, dass es danach oft innerhalb kurzer Zeit zum Weinsteinausfall kommt.

*Die sehr komplexen Zusammenhänge machen eine Vorhersage beziehungsweise eine Stabilitäts-Aussage relativ schwierig und ungenau.*

Dennoch gibt es mehrere Methoden, die zur Feststellung der Kristall-Stabilität beziehungsweise der Instabilität herangezogen werden können.

**Bestimmung der Kristall(in)stabilität**

Folgende Methoden werden zur Beurteilung der Kristallstabilität verwendet:

- Kältetest
- Minikontaktverfahren
- Sättigungstemperatur
- Kristallisationsfaktor nach Friedrich

**Kältetest**

Eine Probe des klar filtrierten, füllfertigen Weines wird bei zirka -3° C bis +3° C über vier Tage (trockene Weine) oder sieben Tage (rest-

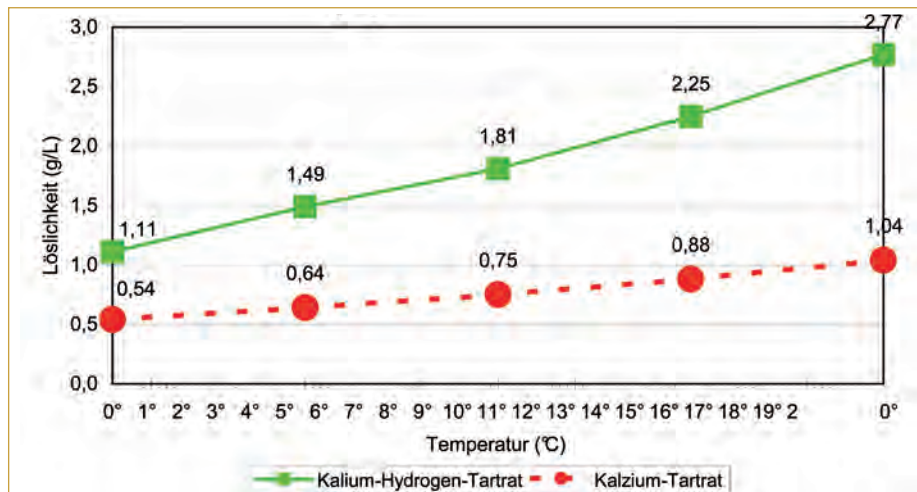


Abb. 2: Abhängigkeit der Löslichkeit von Kalium-Hydrogen-Tartrat und Kalzium-Tartrat von der Temperatur bei 12 % vol Ethanol (BERG HW und KEEFER RM, 1958)

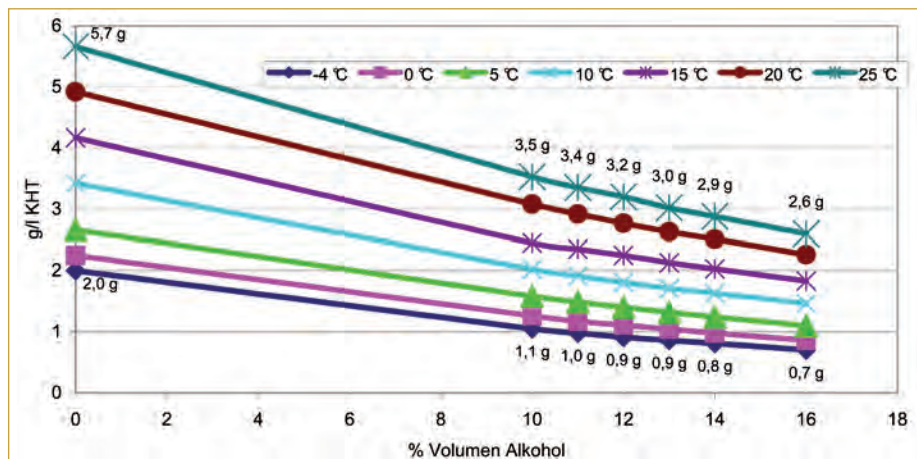


Abb. 3: Löslichkeit von Kalium-Hydrogen-Tartrat in Abhängigkeit von Alkohol und Temperatur (TANNER H und BRUNNER HR, 1987)





Abb. 4: Löslichkeit von echtem Weinstein (KHT) sowie den Bereichen mit Übersättigung an KHT (verzögerte Kristallisation) und extremer Übersättigung (spontane Kristallbildung) (JAKOB L, HAMATSCHKE J und andere, 1997)

süße Weine mit Botrytis) gelagert, täglich geschüttelt und anschließend auf Kristalle untersucht. Durch Zusatz von etwa 1 bis 2 % vol Alkohol kann die Neigung zum Ausscheiden der Kristalle verstärkt werden. Die Erhöhung des Alkoholgehaltes sollte bei der Prüfung auf Kristallstabilität bei Sektgrundweinen unbedingt erfolgen (wenn man nur den Kältestest durchführen möchte), da durch die Versektung der Alkoholgehalt um 1,5 % vol zunimmt.

Das Ergebnis ist eine rein qualitative Auswertung: Fällt Weinstein aus, gilt der Wein als instabil (Abb. 5).

Bewertung: Der Test ist nur bedingt aussagekräftig. Die Reproduzierbarkeit ist ungünstig, da der Test nur auf der spontanen Kristallisation basiert. Des Weiteren ist nur ein Ausfallen von echtem Weinstein zu erwarten (KHT). Kalzium-Tartrat wird von diesem Test nicht erfasst.

### Minikontaktverfahren

Eine Probe des füllfertigen Weines wird auf 0 bis 4° C gekühlt, die elektrische Leitfähigkeit gemessen (LF 1). Danach wird Kontaktweinstein (KHT; 4 g/l) zugegeben und permanent gerührt. Durch den zugegebenen, feinst gemahlene Kontaktweinstein kann in der Kälte der im Wein übersättigte Weinstein spontan auskristallisieren. Durch das Auskristallisieren des Weinsteins fällt die Leitfähigkeit. Die Reaktion ist beendet, wenn die Leitfähigkeit ein stabiles Niveau erreicht hat. Nach dem Absetzen der Kristalle kann die Leitfähigkeit gemessen werden (LF 2). Diese Bestimmung dauert meist zwei bis vier Stunden.

Auswertung:

$$LF 1 - LF 2 = LF\text{-Differenz (D LF)}$$

Bewertung:

LF-Differenz kleiner als 30 µS Wein ist kristallstabil

LF-Differenz größer als 30 µS Wein ist instabil und neigt zur Kristallisation

Stabile Weine haben eine nur kleine Differenz der Leitfähigkeit, da sie keinen Weinstein

ausscheiden. Instabile Weine zeigen eine große Differenz, da bei ihnen viel Weinstein ausfällt.

### Sättigungstemperatur (T<sub>sätt</sub>)

Die Sättigungstemperatur (T<sub>sätt</sub>) ist die Temperatur, bei der in dem betreffenden Wein der gelöste Weinstein gerade eine gesättigte Lösung bildet.

- Erwärmt man den Wein von seiner Sättigungstemperatur ausgehend, könnte darin mehr Weinstein gelöst werden (der Wein ist bei höherer Temperatur nicht mehr gesättigt, denn je wärmer der Wein ist, desto mehr Weinstein ist löslich)
- Würde man ihn von seiner Sättigungstemperatur ausgehend abkühlen, wäre der Wein mit Weinstein übersättigt. Je größer die Übersättigung, desto eher und schneller fällt der Weinstein aus.

Mit Kenntnis der Sättigungstemperatur kann bei Zimmertemperatur innerhalb kurzer Zeit

mit geringem Aufwand beurteilt werden, ob ein Wein eine zusätzliche Stabilisierung vor der Abfüllung benötigt oder nicht.

Bestimmung der Sättigungstemperatur für KHT und CaT:

- klare Weinprobe
- bei Temperatur über 20° C (T) die Leitfähigkeit in µS messen (L1)
- Zusatz von KHT oder CaT- Kontaktweinstein (4 g/l) und Rühren
- Nach 15 min Rühren Kristalle sedimentieren lassen, nochmals Leitfähigkeit in µS gemessen (L2)
- Berechnung der T<sub>sätt</sub> nach Formeln:  
 $T_{sätt} \text{ für KHT} = T - [(L_2 - L_1) / 29,3]^*$   
 $T_{sätt} \text{ für CaT} = T - [(L_2 - L_1) / 4]**$

T = aktuelle Temperatur des Weines während der Messung

L1 = Leitfähigkeit in µS/cm vor Kontaktweinsteinzugabe (KHT)

L2 = Leitfähigkeit in µS/cm nach Kontaktweinsteinzugabe (KHT)

\*) zur Bestimmung der Tsätt für KHT bei mehr als 20°C messen

\*\*\*) zur Bestimmung der Tsätt für CaT bei mehr als 26°C messen

### Beispiel: T<sub>sätt</sub> für KHT Lemberger Rotwein

Berechnung nach Formel in Tabelle 2:

$$T_{sätt} \text{ für KHT} = 25^\circ \text{C} - [(2230 \mu\text{S} - 1910 \mu\text{S}) / 29,3 \mu\text{S}/^\circ \text{C}]$$

$$T_{sätt} \text{ für KHT} = 25^\circ \text{C} - 10,9^\circ \text{C} = 14,1^\circ \text{C}$$

Ergebnis: Der Lemberger Rotwein hat eine KHT-Sättigungstemperatur von 14,1° C. Das heißt, dass dieser Wein mit echtem Weinstein bei 14,1° C gesättigt ist. Gemäß den Werten in Tabelle 1 kann geprüft werden, ob die ermittelte Sättigungstemperatur als hinreichend stabil angesehen werden kann. Bei Werten kleiner 15° C kann Rotwein laut Tabelle 1 als stabil angesehen werden. Das bedeutet, dass dieser Rotwein bei Lagertemperaturen, die nicht tiefer als zirka 5 bis 6° C unter der Sättigungstemperatur liegen, keine Kristalle ausscheiden wird. Unterkühlt man diesen Rot-

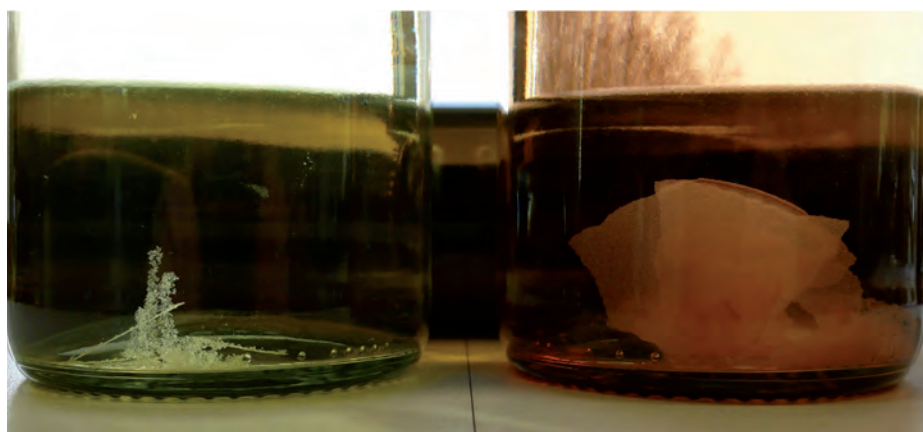


Abb. 5: Ausfall von Weinstein nach dem Kältestest in Weiß- und Roséwein

Foto:Schmitt

**Tab. 1: Einteilung der Sättigungstemperaturen für KHT und CaT von unterschiedlichen Weinarten**

Salz	Kristallstabilität	T <sub>sätt</sub> Weißwein	T <sub>sätt</sub> Rotwein	T <sub>sätt</sub> Sektgrundwein
KHT	stabil	≤ 12° C	≤ 15° C	≤ 10° C
	bedingt stabil*	12° bis 16° C	15° bis 19° C	
	instabil	über 16° C	über 19° C	
CaT	stabil	Es sind Werte unter 20° C anzustreben.		
	instabil	Werte über 20° C		

\* bei längerer Unterschreitung der T<sub>sätt</sub> kann es zu Kristallbildung kommen

**Tab.2: Beispiel: T<sub>sätt</sub> für KHT Lemberger Rotwein**

Grundwein		Wein nach Zusatz von 4 g/l KHT	
°C Wein	L1 (µS/cm)	°C Wein	L2 (µS/cm)
25° C	1910	25°C	2230

wein dauerhaft unter diesem Wert, so kann dieser Rotwein durchaus noch Kristalle ausscheiden.

**Aussagekraft der Sättigungstemperatur**

Bei den meisten Weinen kann mit der Sättigungstemperatur zufriedenstellend gearbeitet werden. Sobald die Werte im stabil anzunehmenden Bereich liegen, gilt der Wein als stabil. Weine mit schwacher Übersättigung können zum Beispiel sehr gut mit Metaweinsäure stabilisiert werden. Dies gilt sowohl für echten Weinstein (KHT) als auch für Kalziumtartrat (CaT). Weine mit großer Übersättigung an Weinstein (= hohe Sättigungstemperatur) erfordern in der Regel das Entfernen der Reaktionspartner um stabilisiert werden zu können (zum Beispiel Kontaktverfahren oder Elektrodialyse).

Bemerkenswerterweise gibt es Weine mit einer solchen Zusammensetzung, dass sie trotz einer hohen KHT-Sättigungstemperatur bei Anwendung des Kontaktverfahrens keinen Weinstein ausfällen. In der Regel sind dies Weine aus Trauben mit starkem Botrytisbefall oder anderen kolloidalen Inhaltsstoffen, die das Auskristallisieren des Weinsteines verhindern. Diese Weine gelten dann trotz der hohen Sättigungstemperatur auch ohne Anwendung des Kontaktverfahrens als kristallstabil. Zur Erkennung dieser Weine wurde von Friedrich die Bestimmung des Kristallisationsfaktors vorgeschlagen.

**Kristallisationsfaktor**

Der Kristallisationsfaktor (nach Friedrich) dient zur Verbesserung der Vorhersage der Kristallstabilität bei Weinen. Er wird als Ergänzung der KHT-Sättigungstemperatur bestimmt.

Der Kristallisationsfaktor ist eine Zahl, die angibt, um wie viel Grad Celsius sich die Sättigungstemperatur nach der Durchführung des Kontaktverfahrens gegenüber der Ausgangssättigungstemperatur verringert (Friedrich G und Görtges S, 2004).

Diese Aussage kann sehr hilfreich sein, da, wie bereits erwähnt, manche Weine trotz hoher Sättigungstemperaturen als stabil anzusehen sind. Das unnötige (da wirkungslose) Kontaktverfahren kann somit unterbleiben und die Belastung des Weines entfällt. Des Weiteren spart man viel Zeit und Energie.

**Bestimmung des Kristallisationsfaktors (KF) nach Friedrich für KHT:**

- 45 ml Wein bei Raumtemperatur (ungefähr 22° C) in Becherglas füllen
- Leitfähigkeit (L1 in µS) und Temperatur ermitteln
- 0,4 g Kontakt-Weinstein zugeben (2,5-fache der Normalmenge)
- Glas verschließen und 15 min schütteln
- Nach dem Absetzen des Weinsteines Leitfähigkeit (L2) und Temperatur messen
- Sättigungstemperatur (ST1) = Temp. ° C - (L2 - L1)/29,3
- Wein für 1 h in die Gefriertruhe geben (ohne den Weinstein abzutrennen)
- Wenn der Wein eine Temperatur zwischen 0 und +4° C hat, 15 min schütteln (= Durchführen des Kontaktverfahrens!)
- Gläser über Nacht im Kühlschrank bei weniger als 4° C aufbewahren
- Danach klaren Wein vom Weinstein dekantieren

- Proben wieder auf Raumtemperatur beziehungsweise 22° C erwärmen
- Leitfähigkeit des blankes Weines (L3) bei 22° C ermitteln und damit die Sättigungstemperatur nach dem KV berechnen (ST 2)

*Formel: ST Ausgangswein - ((LF Ausgangswein (L1) - LF nach KV(L3)) / 29,3)*

**Berechnung des Kristallisationsfaktors (KF):**

*KF-Wert: ST (Ausgangswein = ST1) - ST (nach Kristallisation = ST 2)*

Der KF ist die Zahl, die angibt, um wie viel Grad Celsius sich die Sättigungstemperatur nach dem KV gegenüber der Ausgangssättigungstemperatur verringert. Bei negativem Vorzeichen besteht der Verdacht auf Metaweinsäure.

Ein Berechnungsbeispiel des Kristallisationsfaktors (KF) bei Rotwein wird in Tabelle 3 aufgezeigt.

Um herauszufinden, ob bei diesem Wein eine Bereitschaft zum Auskristallisieren besteht und ob die Anwendung des Kontaktverfahrens zur Auskristallisation von Weinstein führt, kann man den Kristallisationsfaktor bestimmen.

- Das Gefäß mit dem Wein nach dem Kontaktverfahren von der Bestimmung der Sättigungstemperatur wird auf 0° C gekühlt und kräftig gerührt (Kontaktverfahren)
- Kristalle im Kühlschrank absetzen lassen, dann den Überstand dekantieren
- Temperieren und die Leitfähigkeit messen (L3)
- Erneut die Sättigungstemperatur nach dem KV berechnen (ST 2, Formel siehe Tab. 4)
- *Berechnung des Kristallisationsfaktors (KF):*  
KF-Wert : ST (Ausgangswein = ST1) - ST (nach Kristallisation = ST 2)  
KF-Wert : 18,5° C - 14,4° C = 4,1° C (= Kristallisationsfaktor 4,1)

*Interpretation:* Der vorliegende Rotwein hat eine Sättigungstemperatur von 18,5° C und

**Tab. 3: Berechnungsbeispiel des Kristallisationsfaktors (KF) bei Rotwein**

T <sub>sätt</sub> Ausgangswein = 22° C - (2034 µS - 1932 µS)/29,3
T <sub>sätt</sub> Ausgangswein = 22° C - 3,5° C
T <sub>sätt</sub> Ausgangswein = 18,5° C (Wein ist als instabil einzustufen!)

**Tab. 4: Formel: ST Ausgangswein - ((LF Ausgangswein (L1) - LF nach KV(L3)) / 29,3)**

T <sub>sätt</sub> nach KV = 18,5° C - (1932 µS - 1812 µS)/29,3
T <sub>sätt</sub> nach KV = 18,5° C - 4,1° C
T <sub>sätt</sub> nach KV = 14,4° C

muss somit als instabil angesehen werden. Bei Lagertemperaturen, die um mehr als 6° C unter der Sättigungstemperatur liegen, kann es zu Kristallausscheidungen kommen. Wird bei diesem Rotwein jedoch das Kontaktverfahren angewendet, fällt so viel Weinstein aus, dass die Sättigungstemperatur danach etwa 14,4° C betragen würde (Absenkung durch das KV um 4,1° C). Bei diesem Wein würde das Kontaktverfahren also sehr gut funktionieren und eine erhebliche Verbesserung der Kristallstabilität eintreten.

Nach der Messung und Beurteilung der Kristallstabilität ist man in der Lage eine Aussage darüber zu treffen, ob eine Stabilisierung notwendig ist und wenn ja, mit welcher Methode die Kristallstabilisierung zu erfolgen hat.

#### Praxis der Kristallstabilisierung

Grundlegend gilt für jede Stabilisierung, dass der Wein *blank filtriert, fertig verschnitten und füllfertig* sein sollte. Es ist dem Autor klar, dass diese Bedingungen in der Praxis schwer umzusetzen sind. Aber: Es ist eher die Regel als die Ausnahme, dass ein für sich stabiler

**Abb. 6: Krista-Test-Konduktometer zur Bestimmung der Weinsteinsättigungstemperatur**



Foto: Schmidt

Grundwein mit einer in sich stabilen Süßreserve verschnitten wird und die Cuveé danach wieder instabil ist.

Grundsätzlich kann man in drei Gruppen von Maßnahmen unterscheiden:

- *Verhinderung von Kristallausscheidungen durch Schutzkolloide:*
  - Metaweinsäure
  - Metaweinsäure + Gummi Arabicum
  - Mannoproteine
- *Beschleunigung der Kristallausscheidung:*

- Kälteverfahren
- Kontaktverfahren
- *Entfernung oder Verminderung der Kristallisationspartner:*
  - Elektrodialyse

#### Verhinderung von Kristallausscheidungen durch Schutzkolloide

*Metaweinsäure* ist ein Polyester der Weinsäure, das die Kristallisation des Weinsteines hemmt. Zugelassen sind maximal 100 mg/l oder 10 g/hl. Bei der Zugabe erfolgt eine ge-



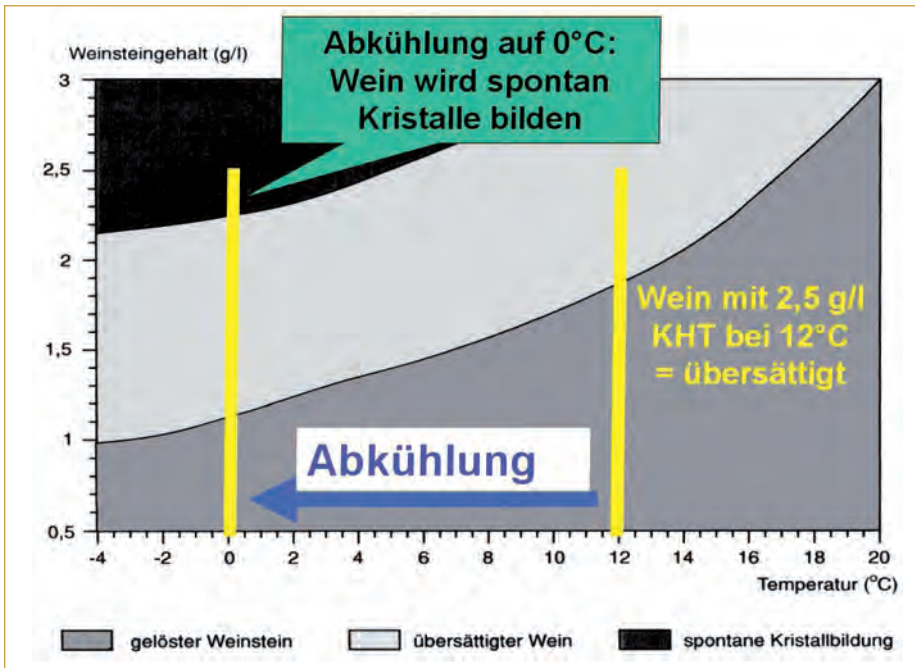


Abb. 7: Schematische Darstellung der Veränderung der Löslichkeit von 2,5 g/l (KHT) bei Abkühlung und die Auswirkung auf die Neigung zur Kristallbildung

ringe Eintrübung, die nach kurzer Zeit wieder verschwindet. Die Metaweinsäure zerfällt wieder in Weinsäure. Dieser Zerfall ist temperaturabhängig: Je höher die Lagertemperatur – desto schneller.

Die Zeitdauer der Stabilität gegenüber Weinsteinausfall mit Metaweinsäure wird in etwa wie folgt angegeben:

- bis zu zwei Jahren bei Lagertemperaturen von 10 bis 12° C
- zirka ein Jahr bei Lagertemperaturen von 15 bis 18° C
- nur drei Monate bei Lagertemperaturen von über 20° C

Die Zugabe von Metaweinsäure macht vor allem bei Weinen mit kurzer Lagerdauer und nur geringer Übersättigung an Weinstein Sinn.

Eine Verbesserung der stabilisierenden Wirkung der Metaweinsäure soll durch den Zusatz von Gummi Arabicum erreicht werden.

Seit kurzem sind Mannoproteine zur Kristallstabilisierung zugelassen. Jedoch liegen bislang noch keine eigenen Untersuchungen vor und eine Aussage hierzu ist daher zurzeit nicht möglich.

**Beschleunigung der Kristallausscheidung**

*Zum Kälteverfahren:*

Der scharf geklärte Wein wird auf eine Temperatur zwischen -4° und 0° C gekühlt und in einen Isoliertank eingelagert. Meist genügt auch das Ausnützen der Winterkälte. Leichtes Vorspannen mit Stickstoff oder Kohlendioxid verhindert Oxidationen und verstärktes Aufnehmen von Sauerstoff.

Der Wein sollte während der Lagerzeit von zirka einer Woche periodisch gerührt werden (Vorsicht CO<sub>2</sub>-Entbindung!). Dadurch fällt der übersättigte echte Weinstein schneller aus. Vor dem Erwärmen des Weines auf Normal-

temperatur muss der Weinstein abgetrennt werden, da dieser ansonsten wieder in Lösung geht.

Dieser Prozess ist relativ zeit- und energieaufwendig. Leider stellt sich nicht immer die gewünschte Stabilität ein. Aus diesem Grund wird das Kontaktverfahren praktiziert, das schneller, mit geringerem Energieaufwand und sicherer die Kristallstabilität herstellt.

Die Begründung, warum das Kälteverfahren nicht immer perfekt funktioniert, wird im Folgenden aufgezeigt (Abb. 7). Betrachtet man einen Wein, der 2,5 g/l echten Weinstein (KHT) gelöst hat, ist dieser bei einer Lagertemperatur

von 12° C übersättigt. Kühlt man diesen Wein auf 0° C ab, so wird die Übersättigung so stark, dass sich spontan in kurzer Zeit Kristalle bilden und es wird durch diese endogen gebildeten Kristalle der Weinstein sehr rasch ausfallen.

Betrachtet man hingegen einen Wein, der anstatt von 2,5 g/l nur 2,0 g/l Weinstein gelöst hat, so erkennt man, dass hier die Absenkung auf 0° C nicht zur spontanen Kristallisation führt (Abb. 8). Der Wein ist zwar stark übersättigt, aber die Zeit bis eine Kristallisation eintritt ist nicht vorhersehbar. In einem solchen Fall ist die Anwendung des Kontaktverfahrens zur raschen und effektiven Entfernung des überschüssigen gelösten Weinsteins ratsam.

*Zum Kontaktverfahren:*

Dem gekühlten Wein (ungefähr 0° C) wird zirka 4 g/l feinst gemahlener (Kontakt)-Weinstein (KHT) unter Rühren zugesetzt. Das Rühren sollte für ungefähr zwei bis drei Stunden entweder permanent oder in kurzen Intervallen erfolgen. Durch die starke Anreicherung mit feinsten Weinsteinkristallen, setzt in der Kälte die Kristallisation des übersättigten Weinsteins spontan ein. Der Kontaktweinstein sollte vor der Behandlung eine Körnungsgröße von etwa 0,005 bis 0,05 mm aufweisen. Der Weinstein wächst und muss entweder verworfen oder erneut fein gemahlen werden. Der Erfolg dieses Prozesses kann durch Messung der Leitfähigkeit beobachtet werden.

Danach erfolgt die Abtrennung der Kristalle in der Kälte, da es sonst wieder zur Auflösung kommen könnte.

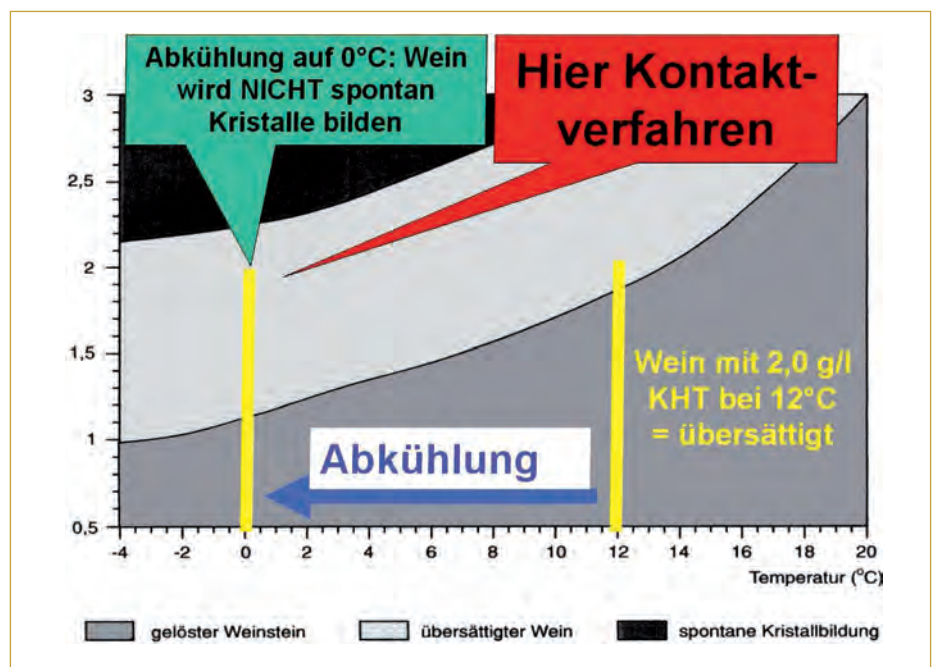


Abb. 8: Schematische Darstellung der Veränderung der Löslichkeit von 2,0 g/l (KHT) bei Abkühlung und die Auswirkung auf die Neigung zur Kristallbildung

Mit dem Kontaktverfahren kann auch übersättigtes Kalzium-Tartrat ausgefällt werden. Anstatt des Kontaktweinsteines in Form von KHT muss dann feinst gemahlenes Kalzium-Tartrat eingesetzt werden.

### Elektrodialyse

Die Elektrodialyse ist ein Membran-Verfahren zur selektiven Entfernung der Ionen, die den Weinsteinausfall verursachen. Vor allem werden hierbei Kalium, Kalzium und Weinsäure in ihrer Konzentration verringert. Die Reduzierung ist abhängig vom Ausmaß der Instabilität. Das Verfahren findet weltweit in Großbetrieben Anwendung und ist auch in Deutschland im Einsatz.

### Zusammenfassung

Es wird auf den komplexen Prozess der Kristallstabilisierung eingegangen. Die Salze der Weinsäure (Tartrate) unterscheidet man in das saure Kalium-Salz (Kalium-Hydrogen-Tartrat = KHT) sowie das neutrale Kalzium-Salz (Kalzium-Tartrat = CaT). Für die Beurteilung der Kristallstabilität sowie bei der Kristallstabilisierung ist es von sehr großer Bedeutung, zwischen dem sogenannten „echten Weinstein“ (KHT) und dem Kalzium-Tartrat (CaT) zu unterscheiden.

Es werden die gängigsten Methoden zur Beurteilung der Kristallstabilität aufgezeigt. Es wird die Durchführung und Interpretation des Kältetests, Minikontaktverfahrens sowie der Sättigungstemperatur und des Kristallisationsfaktors vorgestellt. Des Weiteren wird auf die Verfahren zur Kristallstabilisierung eingegangen.

Kalium-Hydrogen-Tartrat lässt sich meist zufriedenstellend durch alleiniges Kühlen entfernen. Wesentlich effektiver und viel schneller ist das Kontaktverfahren, bei dem der gekühlte Wein mit Kontaktweinstein versetzt wird und das Auskristallisieren des Weinsteins durch die Impfkristalle innerhalb weniger Stunden erfolgt.

Kalzium-Tartrat hingegen lässt sich durch Kühlung nicht befriedigend ausfällen. Hier ist in den meisten Fällen eine entsprechend lange Wartezeit notwendig (vier bis sechs Wochen). Eine weitere Möglichkeit der Entfernung ist das Kontaktverfahren mit CaT-Impfkristallen. ■

### Literatur

1. Berg HW und Keefer RM (1958) : „Analytical determination of tartrate stability in wine. II Calcium tartrate“; Departments of Viticulture and Enology, an Chemistry University of California, Davis; S.105-109,
2. Tanner H und Brunner HR (1987) : „Getränke Analytik“
2. Auflage, Heller Chemie- und Verwaltungsgesellschaft mbH, Schwäbisch Hall, ISBN 3-9800498-1-7
3. Jakob L, Hamatschek J und Scholten G (1997) : „Der Wein“
10. Auflage, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, ISBN 3-8001-5717-9
4. Friedrich G und Görtges S (2004) : „Weinsteinstabilisierung notwendig?“; DDW; Nr.16-17; S.22-26