

# Kaltmazeration mit Trockeneis oder Flüssig-CO<sub>2</sub>

Die Anwendung der Kaltmazeration oder Kaltstandzeit der Maische hat in verschiedenen Weinbaugebieten mittlerweile fast Kultstatus erlangt. Man verspricht sich durch diese Keltermassnahme dichtere und farbreichere (Rot)weine. Sie führt aber auch zur Extraktion von Komponenten, die in hoher Ausprägung – vor allem bei der Weissweinbereitung – weniger erwünscht sind. Der vorliegende Beitrag gibt einen kritischen Überblick über die Möglichkeiten der Kaltmazeration, geht auf die infrastrukturellen Voraussetzungen ein und zeigt anhand neuer Forschungsergebnisse die Vorteile, Kosten und Grenzen dieser Methode auf.

JÖRG WEIAND, DLR RHEINHESSEN-NAHE-HUNSRÜCK,  
OPPENHEIM, DEUTSCHLAND  
[joerg.weiand@dlr.rlp.de](mailto:joerg.weiand@dlr.rlp.de)

Die Bemühungen zur Qualitätssteigerung im Weingeschäft setzen stets neue Anstrengungen in Rebberg und Keller voraus. Im weltweiten Vergleich sind Produktprofil und Weintyp mit Blick auf die angepeilten Absatzmärkte immer wieder neu zu überdenken. Die qualitätssteigernden Massnahmen beginnen bei der Traubenproduktion, wo eine rigorose Ertragsregulierung als Voraussetzung für dichte und komplexe Weine gilt. Im Anschluss an die Ernte kommen verschiedene önologischen Verfahren zur massgeschneiderten Gestaltung von Körper, Dichte und Komplexität des Weins in Frage.

Zu diesen Verfahren zählen die Maischestandzeit, der Saftentzug (saignée) und die Mostkonzentrierung. Für Maischestandzeiten von zwei bis fünf Tagen ist eine Kühlung angezeigt, um den mikrobiellen Verderb zu minimieren, wenngleich dadurch vorhandene Enzymaktivitäten herabgesetzt werden. Durch Sauerstoffverdrängung kann jedoch gleichzeitig die Oxidation vermindert werden. Beide Ziele lassen sich durch den Einsatz von Trockeneis oder flüssigem CO<sub>2</sub> zur «Kaltmazeration» erreichen.

## Was ist Trockeneis?

Zur Trockeneisherstellung wird gasförmiges Kohlendioxid (aus CO<sub>2</sub>-haltigen Quellen oder chemischen Prozessen) technisch in die feste Form gebracht. Trocken bedeutet, dass das CO<sub>2</sub> beim Einsatz direkt vom festen in den gasförmigen Zustand übergeht (sublimiert), ohne sich zu verflüssigen. Im Handel werden Blöcke von 1 kg, 5 kg oder 10 kg, Coolbags (verpackte Trockeneisscheiben für Tiefkühlkost) sowie Pellets von 16, 9,5 oder 3 mm Durchmesser und einer Länge von 10 bis 30 mm angeboten (Abb. 1). Der Transport erfolgt in Behältern von 5 bis 350 kg Füllgewicht. Bei der Lagerung, vor allem ausserhalb



Abb. 1: Pellets mit Thermometer.

von Kühlzellen, treten Verluste bis zu 10% CO<sub>2</sub> innerhalb von 24 Stunden auf (die Behälter sind aus Sicherheitsgründen nicht gasdicht). Trockeneis darf wegen seiner Temperatur von -78 °C nicht in direkten Hautkontakt geraten und muss mit Handschuhen und Schaufel gehandhabt werden. Man benötigt erfahrungsgemäss zirka 700 bis 800 g Trockeneis zur Abkühlung von 100 kg Maische um 1 °C. Bei Partigrössen über 1500 L Maische kann sich der Bedarf aufgrund geringerer Oberflächenabstrahlung noch etwas verringern. Es ist auf gleichmässige Verteilung des Kühlmittels in der Maische zu achten. Dies lässt sich durch parallele Zufuhr über eine Traubenmühle (ohne Entrappung) gut bewerkstelligen. Je nach Leseguttemperatur (LGT) ergeben sich zur Kühlung auf rund 4 °C bei einem Preis von Euro 0.75 pro kg Pellets Kosten im Bereich von 0.08 Euro/L (LGT 10 °C) bis 0.15 Euro/L (LGT 20 °C). Trockeneis kann auch verwendet werden zur Überschichtung des Ernteguts mit CO<sub>2</sub> oder als CO<sub>2</sub>-Vorlage bei sehr reduktiver Arbeitsweise (zum Beispiel bei Sauvignon blanc).

### Alternative: Flüssig-CO<sub>2</sub>

Die erforderlichen Temperaturen lassen sich auch durch den Einsatz von Flüssig-CO<sub>2</sub> erreichen, wobei diese Möglichkeit vor allem bei der Rotweinerzeugung durch den zusätzlichen Zellaufschluss interessant wird. Die technische Handhabung ist allerdings etwas aufwendiger als beim Trockeneis. Der Zusatz erfolgt nach der Maischepumpe. Technische Voraussetzungen sind CO<sub>2</sub>-Steigrohrflaschen, Steuereinheit und Düse zur Injektion des CO<sub>2</sub> in die Maischeleitung (Abb. 2). Im Vergleich zu Trockeneis treten beim Flüssig-CO<sub>2</sub> keine Lagerverluste auf, die Anlieferung ist dadurch nicht zeitgebunden und der Wirkungsgrad/kg ist um etwa 20 bis 25% höher. Durch die Injektion in den Maischestrom ist allerdings in Abhängigkeit vom Durchsatz der Maischepumpe die Zudosierung und damit auch die Kühlwirkung begrenzt.

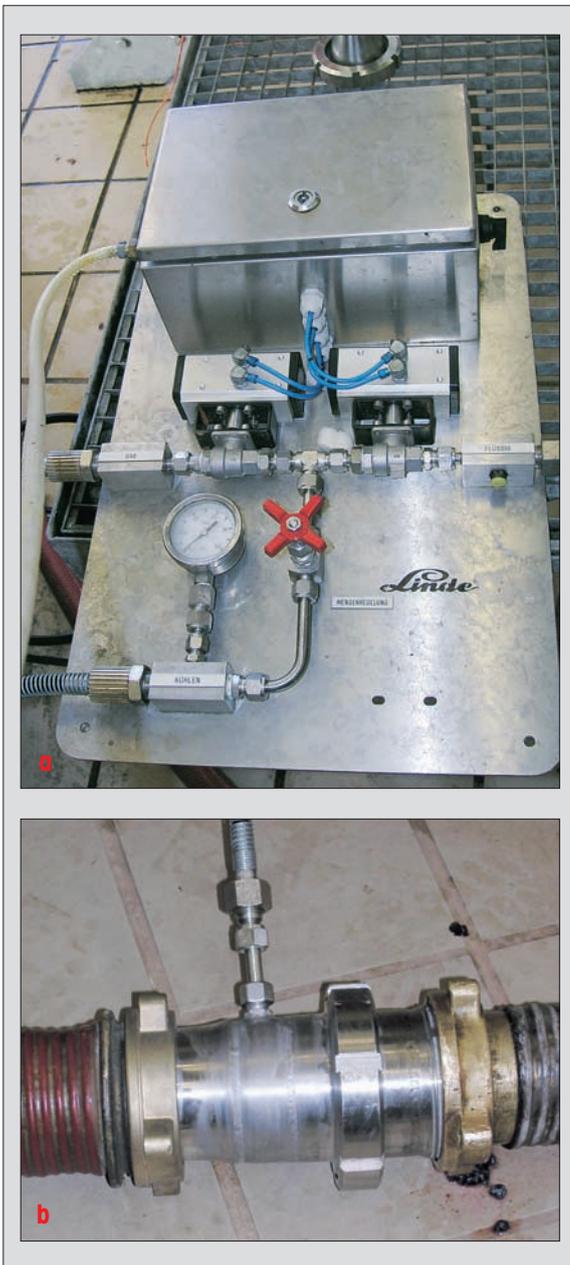
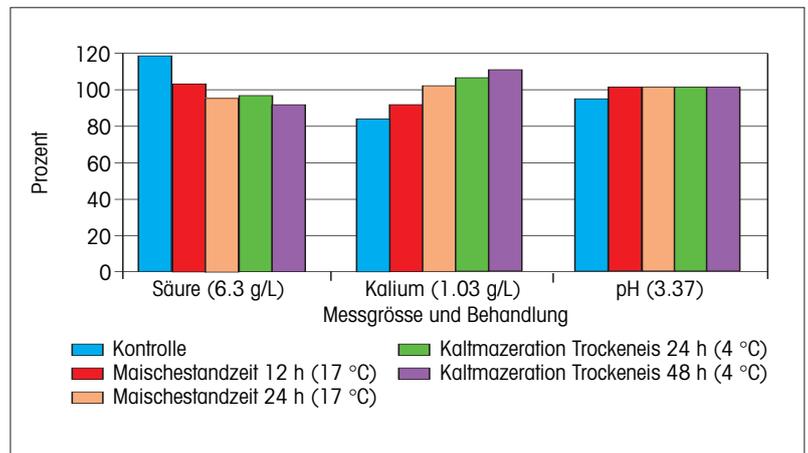


Abb. 2 a und b: Steuerteil und Injektionsdüse.

### Auswirkungen der Maischestandzeit

Bekannte Effekte der Maischestandzeit (MSZ) sind – bedingt durch die längere Kontaktzeit der Beerenhäute mit dem Saft – eine intensivere Kaliumextraktion und somit eine stärkere Pufferung der Säure, erhöhter Weinsteinausfall, eine Reduktion der titrierbaren Gesamtsäure und die Anhebung des pH-Werts (Abb. 3). Voraussetzung sind vollständig gesunde Lesegut und eine schonende Traubenverarbeitung. Zum Einfluss längerer Maischestandzeiten und der Maischetemperatur (Kaltmazeration, aktives Kühlen) sowie deren Eignung für verschiedene Rebsorten besteht noch Forschungsbedarf. Denkbar ist eine stärkere Extraktion von Aromen und Aromavorstufen (vor allem Monoterpenen) sowie weiterer Inhaltsstoffe. Im Weiteren ist eine verstärkte Extraktion phenolischer Inhaltsstoffe zu erwarten.

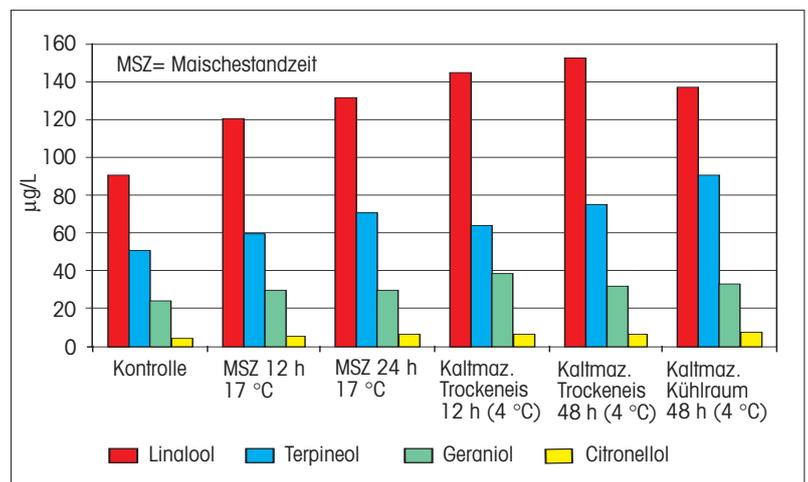
Abb. 3: Einfluss der Maischestandzeit auf Gesamtsäure, K<sup>+</sup>-Gehalt und pH (Riesling Spätlese 2004).



### Analytik und Sensorik bei Müller Thurgau

Im Versuchsjahr 2004 trat bei Müller-Thurgau nach der MSZ eine leichte Erhöhung der Gesamtphenole sowohl bei 17 °C (24 h) als auch bei 4 °C (zwei Tage) ein. Die Auswirkung von Temperatur und MSZ-Dauer war für die Phenolwerte aber vernachlässigbar. Die beschriebene Reduktion der titrierbaren Säure, der Anstieg des Kaliumgehalts und des pH-Werts konnten in beiden Versuchsjahren beobachtet werden. Alle Variationen der MSZ wurden nach der Rangzifferme-

Abb. 4: Einfluss der Maischestandzeit auf den Monoterpengehalt (Müller-Thurgau 2004; Analysen: Rainer Amann, WBI Freiburg).



Gesamtphenole (mg/L), Farbsumme und Verkostungsergebnisse bei Rotweinsorten.													
	Blauburgunder 2005				St. Laurent 2005			Dornfelder 2005			Regent 2005		
	Phenole mg/L *	Farbe**	Panel 1 RZ***	Panel 2 RZ***	Phenole mg/L *	Farbe**	RZ***	Phenole mg/L *	Farbe**	RZ***	Phenole mg/L *	Farbe**	RZ***
Kontrolle, Maischegärung 7 Tage	875	1.93	4.10 b	4.20 b	1500	6.23	3.55 b	2399	26.40	3.80 a	2801	14.90	3.40 b
Kaltmaz. Pellets 4 T («4+7»)	902	1.87	3.05 a	4.20 b	1604	6.52	2.05 a	2292	22.50	1.80 b	3044	14.20	1.80 a
Maischegärung 11 T («7+4»)	1158	2.57	2.20 a		1489	5.83	2.05 a	2419	23.20	1.90 b	2863	18.30	2.20 a
Kaltmaz. Flüssig-CO <sub>2</sub> 2 Tage	1193	2.53	2.65 a										
15% Saftentzug	1164	2.59		2.33 a									
15% Saftentzug + Kaltmaz. 4 T	1183	2.85		1.70 a									

\*Gesamtphenole Folin-Ciocalteus    \*\*Farbsumme (E 420 + E 520 + E 620)  
\*\*\*Rangziffermethode

thode sensorisch besser als die Kontrolle beurteilt und führten zu einer Steigerung der Attribute Frucht, Körper/Dichte und der Adstringenz. Die Monoterpen-Gehalte stiegen bei allen Variationen des Maischekontakts an, am stärksten bei zwei Tagen Standzeit (Abb. 4).

Im Jahr 2005 wurde die Kaltmazeration auf vier Tage ausgedehnt. Die Reduktion der Gesamtsäure blieb dieselbe wie bei kürzerer Kontaktzeit. Gleichzeitig konnte ein Anstieg der Gesamtphenole (Folin-Ciocalteus) von 50 mg/L gegenüber der Kontrolle beobachtet werden. Diese Zunahme konnte auch geschmacklich als stärkere Adstringenz wahrgenommen werden. Die Fruchtigkeit der Weine nahm mit steigender Maischestandzeit ab, was zu einem sensorisch signifikant besseren Abschneiden der Kontrolle gegenüber der viertägigen Kaltmazeration führte. Auch eine Extraktion während sieben Tagen bei 4 °C im Jahr 2006 führte zu keiner Verbesserung gegenüber der Kontrolle. Ebenso wenig war bei Grauburgunder oder Gewürztraminer nach viertägiger Kaltmazeration eine geschmackliche Aufwertung feststellbar. Lediglich Sauvignon blanc wurde nach der Kaltmazeration besser beurteilt.

### ... und bei Rheinriesling

Die Veränderung der Phenole nach der Maischestandzeit war beim Riesling deutlicher und führte bei 4 °C innerhalb von zwei Tagen zu einer Zunahme auf 360 mg/L im geschwefelten Wein, das heisst um rund 60 mg/L gegenüber der Kontrolle (direkt abgepresst). Hier zeigte auch die Temperatur deutlichere Einflüsse: bei 17 °C und 24 h wurden ebenfalls 340 mg/L erreicht, Maischetemperaturen von 4 °C verringerten beim Riesling die Extraktion phenolischer Komponenten. Die MSZ-Varianten wurden nicht besser beurteilt als die Kontrolle; es war eine Abnahme der Frucht zu verzeichnen, die mit einer Zunahme von Körper/Dichte und der Adstringenz einherging. Durch den längeren Maischekontakt ergab sich auch beim Riesling ein Anstieg der Monoterpene, sowohl beim Linalool wie beim Terpeneol und Geraniol. Gleichzeitig stiegen aber auch die Gehalte des flüchtigen Vinylphenols und Vinylgucacols, die eine medizinische Aromate verursachen. Dies mag die Abstriche beim Attribut Frucht erklären.

### Phenolmanagement

Es wurden daher einfache Massnahmen zur Phenolreduktion geprüft: Dazu verglich man nach zwölfstündiger Kaltmazeration eine Mostschönung mit Gelatine und anschliessender Sedimentation sowie eine Mostvorklärung durch Flotation mit Luft mit der Kontrolle ohne Maischestandzeit beziehungsweise mit einer Kaltmazeration ohne phenolreduzierende Massnahmen. Ebenso wurde die Kaltmazeration mit und ohne Zusatz von Schwefliger Säure untersucht (Mostschwefelung bei der Kontrolle).

Die Schönung mit Mostgelatine führte zu keiner analytisch eindeutigen Phenolreduktion und auch nicht zu einer Reduktion der Adstringenz. Durch Flotation konnten die Phenole allerdings deutlich um zirka 50 mg/L reduziert werden, was auch sensorisch durch Verminderung der Adstringenz zu Tage trat. Ein Vergleich nach der Rangziffermethode ergab allerdings keine signifikante Bevorzugung einer Variante. Auch nach der Maischeschwefelung war analytisch wie sensorisch eine entsprechende Phenolreduktion nach Flotation mit Luft zu beobachten.

### Trockeneis und Flüssig-CO<sub>2</sub> in der Rotweinbereitung

In der Rotweinbereitung wird neben Trockeneis auch Flüssig-CO<sub>2</sub> zur Kühlung eingesetzt. Damit kann der Aufschluss der Beerenhaut gefördert werden. Zudem entsteht durch die CO<sub>2</sub>-Überlagerung ein Oxidationsschutz für die noch nicht gärende Maische. Die durch Kaltmazeration gesteigerte Phenolextraktion lag unter der eines Saftentzugs und ging einher mit einer geringeren Farbstoffauslaugung beim Blauburgunder (Tabelle). Die sensorische Beurteilung der Versuchsreihe 2004 zeigt eine signifikante Bevorzugung des Saftentzugs gegenüber der Kontrolle. Die Saignée ist charakterisiert durch eine gewisse Reduktion der Fruchtwahrnehmung, zeigt aber einem Anstieg der Attribute Körper/Dichte und Adstringenz. Der Einsatz verschiedener Methoden der Kaltmazeration führte fast immer zu einer besseren Beurteilung von Körper/Dichte und Adstringenz, aber auch zu einer Erhöhung der Frucht Komponente.

## Blauburgunder et al.

Im Jahr 2005 wurden neben Blauburgunder auch St. Laurent, Dornfelder und Regent in die Untersuchung einbezogen. Um die Maischekontaktzeit gleich zu halten, wurden vier Tage Kaltmazeration (4 °C, Trockeneis), gefolgt von einer siebentägigen Maischegärung («4+7») verglichen mit elf Tagen Maischegärung (einschliesslich vier Tage Nachmazurationsphase, («7+4») und einer Kontrolle von sieben Tagen Maischegärung.

Sowohl die elftägige Maischegärung als auch die Kaltmazeration mit Flüssig-CO<sub>2</sub> und eine Saignée von 15% führten bei Blauburgunder zu höheren Gesamtphenolen und zu intensiverer Farbe (Tabelle). Die Kaltmazeration mittels Trockeneis zeigte nahezu identische Gesamtphenole und Farbe wie die Kontrolle. Alle Behandlungen wurden sensorisch besser beurteilt als die Kontrolle. Die Kaltmazeration zeigte keine Steigerung der fruchtigen Komponenten und der Adstringenz, lediglich das Attribut Körper/Dichte stieg an. Kontrolle und Kaltmazeration wurden sensorisch signifikant schlechter bewertet als Saftentzug oder Saftentzug mit Kaltmazeration.

### Kaltmazeration nicht das Mass aller Dinge?

Die Weine der Sorten St. Laurent und Regent zeigten nach Kaltmazeration höhere Gesamtphenol-Werte und auch eine leicht erhöhte Farbintensität als die Kontrollen. Lediglich beim Dornfelder ergab sich keine Steigerung (Tabelle). Bei allen drei Sorten wurden sowohl Kaltmazeration als auch elf Tage Maischegärung signifikant besser bewertet als die Kontrolle. Es gab allerdings keinen Unterschied zwischen den beiden «Intensivbehandlungen». Deren bessere Bewertung war auf die Erhöhung von Körper/Dichte und Fruchtigkeit zurückzuführen. Die Kaltmazeration («4+7») war somit bei allen Versuchen des Jahres 2005 mit zusätzlichen Kosten verbunden (zirka 10 Cent/Liter), ohne dass sich eine qualitative Steigerung gegenüber gleich langer Maischekontaktzeit («7+4») von elf Tagen ergab.

## Was bringt's?

Kaltmazeration mittels Trockeneis bei 4 °C Maischetemperatur senkt bei gesundem Lesegut die Gesamtsäure und erhöht den pH-Wert. Mit zunehmender Dauer von zwei bis vier Tagen stiegen sowohl bei Müller-Thurgau als auch bei Riesling die Monoterpene und die Gesamtphenol-Gehalte. Dies ging einher mit einer erhöhten sensorischen Wahrnehmung der Attribute Körper/Dichte und Adstringenz. Nicht immer stellte sich aber die erwünschte Steigerung der Fruchtigkeit ein. Dies lässt sich durch einen Anstieg der flüchtigen Komponenten wie Vinylphenol und Vinylguajacol erklären, die sich durch eine medizinische Note bis hin zu einer Gewürztraminer-Ausprägung bemerkbar machen. Durch eine Schönung oder noch einfacher durch eine Mostoxidation über Flotation mit Luft lässt sich dies aber reduzieren.

Im Bereich der Rotweinerzeugung war die Kaltmazeration («4+7») bei allen Versuchen im Jahr 2005 mit zusätzlichem Kostenaufwand von rund 10 Cent/L verbunden. Eine qualitative Steigerung gegenüber gleich langer Maischekontaktzeit («7+4») ergab sich allerdings nicht, während gegenüber der Kontrolle mit sieben Tagen Maischegärung immer eine Verbesserung eintrat. Die Anwendung eines Saftentzugs zur Steigerung von Dichte und Komplexität ist aufgrund dieser Ergebnisse einfacher, kostengünstiger und effektiver und daher der Kaltmazeration vorzuziehen.

### Referenzen

Weitere Angaben zu Literaturreferenzen, analytischen Daten sowie auch den Verkostungsergebnissen sind beim Autor erhältlich.

## RÉSUMÉ

### La macération à froid avec de la neige carbonique ou du CO<sub>2</sub> liquide

*L'article met en relief les conditions techniques requises pour la macération à froid avec de la neige carbonique ou de CO<sub>2</sub> liquide. L'expérience a montré qu'il fallait à peu près 800 g de neige carbonique pour refroidir à 4 °C 100 kg de vendange foulée. Le contact prolongé avec la vendange foulée intensifie l'extraction de potassium, ce qui conduit à une plus forte précipitation de tartre, une réduction de l'acidité titrable et une augmentation du pH. Une macération à froid de müller-thurgau ou de rheinriesling augmente la concentration de monoterpènes (linalool, terpinéol et géraniol) et de phénols totaux (corps/densité, astringence) dans le vin. A noter cependant que dans le Riesling, le fruité était supplanté par des notes médicinales en cas de durée d'extraction prolongée, probablement en raison de la teneur grandissante en vinylphénol et vinylguajacol.*

*Dans la vinification des rouges, l'utilisation de CO<sub>2</sub> liquide favorise la désagrégation des pellicules des baies, ce qui donne plus de couleur. Une simple extraction de jus de 10 à 15% a également été incluse dans la comparaison. La macération à froid intensifie la perception sensorielle des attributs corps/densité et astringence, atout qui se solde là encore généralement par une légère perte de fruité. Et comme pour les blancs, des différences ont également été notées entre pinot noir, saint laurent, dornfelder et regent. Compte tenu de tous les résultats, la saignée semble être une méthode plus simple, plus avantageuse et plus efficace que la macération à froid.*