



Rebe & Wein

Oliver Schmidt

Moderne Kellertechnik

Neue und bewährte Verfahren

Ulmer

Oliver Schmidt
Moderne Kellertechnik



Oliver Schmidt

Moderne Kellertechnik

Neue und bewährte Verfahren

156 Abbildungen
13 Tabellen



Inhaltsverzeichnis

Vorwort 7

1 Lesetechnik 8

- 1.1 Handlese 8
- 1.2 Mechanische Ernte 9
 - 1.2.1 Traubenvollernter mit Schlagwerk 9
 - 1.2.2 Traubenvollernter mit Dekanter 11

2 Trauben- und Maischeverarbeitung 13

- 2.1 Traubentransport und Annahme 13
 - 2.1.1 Traubentransport 13
 - 2.1.2 Traubenannahme 15
- 2.2 Sortieren von Trauben 18
 - 2.2.1 Handsortierung 18
 - 2.2.2 Sortierung über den Entrapper 19
 - 2.2.3 Automatische Sortiertechniken 19
- 2.3 Entrappen (Abbeeren, Rebeln) 24
- 2.4 Traubenquetsche 27
- 2.5 Kühlen und Wärmen von Maische und Most 28
- 2.6 Steuerung der Maische-Extraktion für Weiß- und Roséwein 31
 - 2.6.1 Ganztraubenpressung 32
 - 2.6.2 Maischestandzeit 32
 - 2.6.3 Kaltmazeration 33
 - 2.6.4 Enzyme zur Steigerung der Extraktion 34
 - 2.6.5 Elektroporation 36

3 Technik der Rotweinbereitung 37

- 3.1 Phenolische Verbindungen 38
 - 3.1.1 Nichtflavonoide Phenole (Phenolcarbonsäuren) 38
 - 3.1.2 Flavonoide Phenole 39
- 3.2 Anthocyane 41
- 3.3 Extraktionstechniken 42

- 3.4 Maischegärung 43
 - 3.4.1 Klassische Maischegärung 43
 - 3.4.2 Liegende Rührwertanks, Rotofermenter (Vinimatic) 53
 - 3.4.3 Macération carbonique (Ganztraubengärung) 53
- 3.5 Thermische Rotweinbereitung (Thermovinifikation) 56
 - 3.5.1 Maische-Erwärmung 58
 - 3.5.2 Kurz-Zeit-Hoch-Erhitzung (KZE oder KZHE) 58
 - 3.5.3 Flash détente 60
 - 3.5.4 Wärmetauscher 62

4 Diskontinuierliche Phasentrennung bzw. Presstechnik 63

- 4.1 Vertikalpressen 63
 - 4.1.1 Hydropresse 63
 - 4.1.2 Korbpresse 63
 - 4.1.3 Packpresse 64
- 4.2 Horizontal-Pressen 65
 - 4.2.1 Spindelpresse 66
 - 4.2.2 Hydraulische Kolbenpresse 67
 - 4.2.3 Pneumatische Pressen 67
- 4.2.4 Automatische Steuerung von Membranpressen 70

5 Kontinuierliche Phasentrennung 74

- 5.1 Schneckenpresse und Impulspresse 74
- 5.2 Bandpresse 76
- 5.3 Dekanter 76

6 Mostbehandlung 80

- 6.1 Klärung von Most 80
 - 6.1.1 Quantifizierung des Mosttrubs 80

- 6.1.2 Abbau von Pektin 84
- 6.1.3 Sedimentation 87
- 6.1.4 Zentrifugation 89
- 6.1.5 Flotation (batch- oder kontinuierlich) 97
- 6.1.6 Flotation im Zentrifugen- oder Dekanter-Ablauf 99
- 6.2 Anreicherung 100
- 6.2.1 Schätzen des potentiellen Alkoholgehaltes 101
- 6.2.2 Saccharose-Anreicherung (Chaptalisierung) 103
- 6.2.3 Anreicherung durch teilweisen Wasserentzug (Umkehrosiose, Vakuumdestillation) 104
- 6.2.4 Rektifiziertes Traubenmostkonzentrat (RTK) 104
- 6.2.5 Cryoextraktion 105

7 Gärtechnik 106

- 7.1 Gärkontrolle 106
- 7.1.1 Optische Gärkontrolle (Gärröhrchen) 106
- 7.1.2 Gärkontrolle über Analyse der Dichte- zehrung 107
- 7.2 Temperaturangepasste Gärung (gezügelte Gärung) 109
- 7.3 Anpassung der Gärtemperatur 110
- 7.3.1 Raumtemperierung 110
- 7.3.2 Mobile Kleinaustauscher 111
- 7.3.3 Berieselung mit Wasser 111
- 7.3.4 Tanks mit Wärmeaustauschern 112
- 7.4 Regelsysteme für die Gärungssteuerung 112
- 7.4.1 Einfache Temperaturregung 113
- 7.4.2 Gärung mit automatischer Regelung der Dichte- zehrung 114

8 Entsäuerung und Kristallstabilisierung 122

- 8.1 Entsäuerung 122
- 8.1.1 Einfache Entsäuerung mit Kalziumcarbonat (CaCO_3) 122
- 8.1.2 Einfache Entsäuerung mit Kalium-Hyd-

rogen-Carbonat (KHCO_3) 123

- 8.2 Doppelsalzsäuerung (Acidex) 123
- 8.3 Kristallstabilisierung 125
- 8.3.1 Bestimmung der Kristall(in)stabilität 128
- 8.3.2 Praxis der Kristallstabilisierung 133

9 Filtration – Grundlagen 142

- 9.1 Statische versus dynamische Filtration 143
- 9.2 Tiefenfiltration versus Membranfiltration 144

10 Statische Filtration 147

- 10.1 Tiefenfiltration 147
- 10.1.1 Rückhalte- mechanismen von Tiefenfiltern 147
- 10.1.2 Verfahren der Tiefenfiltration 149
- 10.2 Statische Membranfiltration (Steril- bzw. Polzeifilter) 166
- 10.2.1 Sterilfiltration 166
- 10.2.2 LRV-Wert (logarithmic reduction value) 166
- 10.2.3 Integritätstests von Membranfiltern 166

11 Dynamische Membranfiltration (Cross-Flow-Filtration) 169

- 11.1 Fließschema 169
- 11.2 Membrangeometrie 171
- 11.2.1 Flachmembran 171
- 11.2.2 Spiralwickelmodule 172
- 11.2.3 Rohrmodule, Kapillar- oder Hohlfasermodule 172
- 11.3 Fraktionierung durch Membranfiltration 173
- 11.3.1 Mikrofiltration 175
- 11.3.2 Ultrafiltration 176
- 11.3.3 Nanofiltration 177
- 11.3.4 Umkehrosiose 178

12 Physikalische Verfahren 181

- 12.1 Alkoholreduzierung 181
- 12.1.1 Flüchtigkeit von Aromen und Alkoholgehalt 182
- 12.1.2 Sweet Spot Theorie 184
- 12.1.3 Verfahrenstechnik der Alkoholreduzierung 184
- 12.2 Aroma-Modifizierung 194
- 12.2.1 Entfernung von flüchtiger Säure aus Wein 194
- 12.2.2 Entfernung von flüchtigen Phenolen (brett taint removal) 195
- 12.2.3 Entfernung von Raucharomen (smoke taint removal) 195
- 12.2.4 Entfernung von pilzig-muffigen Fehlgerüchen sowie Korkgeschmack 196
- 12.3 Gas-Management 196
- 12.3.1 Reduzierung von gelösten Gasen 198

- 12.3.2 Zusatz von önologischen Gasen 201
- 12.3.3 Makro- und Mikro-Oxygenierung 203
- 12.4 Elektrodialyse 205
- 12.4.1 Elektrodialyse zur Kristallstabilisierung 205
- 12.4.2 Bipolare Elektrodialyse zur pH-Senkung 205

13 Weinausbau mit Holz 206

- 13.1 Anforderungen an das Holz 206
- 13.2 Ausbau von Wein in Fässern 207
- 13.2.1 Neutralausbau oder Charakterisierung durch Holz? 207
- 13.2.2 Ausbau im Barrique 209
- 13.3 Weinbereitung mit Eichen-Chips 209

Service 211

- Literatur 211
- Bildquellen 216
- Sachregister 217

Vorwort

Wein wird seit vielen Jahrhunderten hergestellt. Vor der Erfindung der Destillation war Wein eines der – wenn nicht gar das stärkste alkoholische Getränk überhaupt. Ohne Kenntnis der alkoholischen Gärung wurde die starke Wirkung des Weines auf das Bewusstsein des Konsumenten auf übersinnliche Kräfte zurückgeführt. Des Weiteren wurde man durch den Konsum von Wein im Gegensatz zu (mikrobiologisch nicht einwandfreiem) Wasser nicht krank. Im Gegenteil: Wein und Weinessig wurden umfangreich für die Behandlung von Kranken verwendet. Kein Wunder also, dass der Wein schon seit Frühzeiten einen hohen Stellenwert aufweist.

In der heutigen Zeit ist Wein kaum noch in der Medizin anzutreffen. Die nach wie vor sehr hohe Wertschätzung des Weines ist ausschließlich auf seine Verwendung als Genussmittel zurückzuführen. Wein ist ein kultiviertes und hoch entwickeltes Getränk. Es wird an vielen Orten der Welt mit unterschiedlichen Methoden hergestellt. Je nach Land und Region haben sich über die Jahrhunderte völlig andere Bereitungsmethoden und Technologien durchgesetzt. Man kann durchaus sagen, dass ein Teil des Charakters einer Weinregion durch die regional übliche Technologie der Weinherstellung entscheidend geprägt ist. Als Beispiele seien die Eisweinbereitung, die Produktion von Süßweinen nach Botrytis-Infektion oder der Weinausbau in kleinen Eichenholzfässern genannt.

Diese regionalen charakteristischen Eigenschaften der Weinregionen gehen zunehmend verloren. Die Steigerung der Mo-

bililität seit Mitte des letzten Jahrhunderts ist einer der Gründe dafür. Eine regionale Identität scheint weniger wert zu sein als ein global anerkannter Standard. Dieser Trend ist uns allen als Globalisierung bekannt. Dies kann dazu führen, dass ein Pfälzer Winzer neben seinen klassischen roten Rebsorten, die er im klassischen Halbstückfass ausbaut, jetzt auch Syrah anpflanzt. Der Syrah (oder nennt er ihn doch lieber Shiraz) wird in teilweise neuen Barriquefässern ausgebaut. Die Barriques bezieht der Winzer aus Frankreich und Amerika, damit sich die würzigen Aromen aus der französischen Eiche und die Vanille aus dem amerikanischen Eichenholz ergänzen können. So kann der Pfälzer Winzer Tradition und Moderne verbinden und neue Kunden gewinnen. Aber das Profil einer Region ist heute viel schwerer zu erkennen.

Manche Erzeuger entschleunigen schon wieder und besinnen sich zurück auf alte, klassische Methoden. Alle Weinproduzenten müssen aber zwingend den globalen Kontext der Weinherstellung verstehen und marktkonforme Weine herstellen. Daher ist es wichtiger denn je, dass man sich mit allen Produktionsmethoden und der Technologie der Weinbereitung auskennt. Hierbei soll das vorliegende Buch über moderne Weintechnologie helfen.

OLIVER SCHMIDT
Weinsberg im Sommer 2012

1 Lesetechnik

1.1 Handlese

Mancher Leser mag sich wundern, dass in einem Buch über moderne Kellerwirtschaft die Handlese am Anfang steht und mit einem eigenen Kapitel bedacht wird. Aber es lohnt sich, auch bei der Handlese genauer hinzuschauen.

Landläufig ist man der Meinung, dass die Handlese die hochwertige und edelste Form zum Ernten der Trauben ist. Dem kann jedoch nur eingeschränkt zugestimmt werden. Richtig ist die Aussage, dass die Handlese uneingeschränkt die meisten Möglichkeiten bietet und sehr variabel angewendet werden kann. Sie kann als Instrument verstanden werden. In Kombination mit der mechanisierten Lese kann die Selektion im Weinberg zur zielorientierten Weinbereitung beitragen.

Je nach dem, in welchem Land man die Kosten der Handlese diskutiert, ist die Handlese entweder konkurrenzlos günstig oder überproportional teuer. Das Letztere trifft zumindest für die deutschsprachigen Länder zu. Die Handlese ist nach einer aktuellen Untersuchung mindestens dreimal teurer als die Maschinenlese. Sie lässt sich deshalb nur für Premiumprodukte rechtfertigen, die entsprechend hochwertig sind und daher teuer verkauft werden können (Oberhofer J, 2008).

Neben dem Argument der hohen Kosten ist die Handlese von der maschinellen Ernte leicht abzugrenzen und durch nachfolgende, charakteristische Eigenschaften zu beschreiben:

Vorteile:

- Geringerer Anteil an Fremdmaterial wie Blätter etc. (hängt von den Lesern ab).
- Chance, das Lesegut zu selektieren (wird selten genutzt).
- Echte Ganztraubenpressung (GTP) möglich.
- Gestaffelte Lese (mehrere Durchgänge pro Weinberg mit z. B. Negativauslese bzw. Vorlese).
- In Steillagen bislang einzige Erntetechnik.
- SO₂-Reduzierung möglich (wenn gesundes Lesegut ohne starke mechanische Belastung schnell zum Weingut kommt).
- Geringe Kapitalkosten.
- In Ländern mit geringen Personalkosten möglicherweise ökonomischer.

Nachteile:

- Hoher Organisationsaufwand und Personalmanagement.
- Abhängigkeit von zuverlässigen Saisonarbeitskräften.
- Geringe Flexibilität, relativ geringe Schlagkraft.
- Nur bei Tageslicht (max. Stunden am Tag begrenzt).
- Zum Teil lange Standzeiten (Erwärmung, Oxidation) der geernteten Trauben und Verarbeitung erst am Abend.
- In den meisten Ländern teurer als maschinelle Lese.

Bei der Handlese gibt es keine wirklich innovativen Elemente, die in einem Buch über moderne Kellerwirtschaft erwähnt werden müssten.

1.2 Mechanische Ernte

Die mechanische Ernte ist seit den späten 70er Jahren des vergangenen Jahrhunderts in die Praxis eingeführt worden. Seit dieser Zeit hat es viele Verbesserungen gegeben. Heute ist die mechanische Traubenlese in allen Hochlohnländern sehr weit verbreitet. Vor allem der geringe Organisations- und Personalaufwand sowie die enorme Schlagkraft machen die mechanische Lese sehr effektiv. Daher ist sie in vielen Betrieben heute das Standard-Ernteverfahren. Die Vor- und Nachteile werden im Folgenden aufgelistet.

Vorteile:

- Sehr große Schlagkraft
- Ernte kann bis zum optimalen (Reife)-Zeitpunkt verzögert werden, dann erfolgt zeitnah die Lese
- Moderne Erntemaschinen arbeiten schonend mit geringer Fremdmaterialbelastung (sauberes Lesegut)
- Trauben teilweise schon entrappt (beim Ernten verbleiben Rappen am Stock oder Lesemaschine ist mit Entrapper ausgerüstet)
- Lesegut kann innerhalb kurzer Zeit nach Lesebeginn zur Verarbeitung transportiert werden (kurze Standzeit)
- Lese nachts und tagsüber möglich
- Nachtlese oder Lese in den frühen Morgenstunden bringt kühlere Trauben
- Ist in den meisten Ländern sehr ökonomisch
- Sehr geringer Organisationsaufwand
- Geringer Personalbedarf

Nachteile:

- Lesegut meist schon gemischt (wenn auch meist nur geringe Standzeit)
- Keine direkte Selektion möglich – außer: Vorlese (Trauben werden per Hand vorgelesen, bei denen kein Qualitätsgewinn mehr zu erwarten ist)

- Je nach Maschineneinstellung, Fahrer und Weinberg ist Kontamination mit Fremdstoffen möglich

Moderne Traubenvollernter sind extrem hoch entwickelte Geräte und verfügen über umfangreiche Ausstattungen. Die Kabinen sind voller Elektronik, schallisoliert, verfügen über Panoramaverglasungen mit Glasböden. Die Bedienung der Erntemaschinen erfolgt heute meist über Touchscreens und für die Überwachung vieler nicht direkt einsehbarer Bauteile gibt es mehrere Videokameras. Standardmäßig wird heute auf vielen Vollerntern das Entrappen angeboten.

Die Erntetechnik selbst wird mittlerweile von vielen elektronischen Zusatzaggregaten verbessert. So werden automatische Systeme für das Spurhalten (z. B. mit Ultraschall), der Geschwindigkeitsregulierung beim bergauf- und abfahren (GPS und/oder Radar) sowie zur Regulierung des Schlagwerkes angeboten. Über GPS kann eine Zeilenerfassung umgesetzt werden, die z. B. dem Fahrer bei Nacht hilft, bereits geerntete von nicht geernteten Zeilen zu unterscheiden.

Zunehmend ist auch der Trend zu erkennen, den Traubenvollernter als Geräteträger für andere Arbeiten im Weinberg zu verwenden. Der Erntekopf wird hierzu ausgebaut und die Maschine kann dann für andere Aufgaben wie Rebenvorschnitt, Laubwandmanagement oder Pflanzenschutz eingesetzt werden.

1.2.1 Traubenvollernter mit Schlagwerk

Die kontinuierliche Weiterentwicklung und Verbesserung der mechanischen Erntetechnik hat zu sehr leistungsfähigen und zuverlässigen Maschinen geführt. In der Regel sind moderne Traubenvollernter mit bo-

genförmigen Schlagapparaten ausgestattet und erlauben so ggf. auch ein Rückwärtsfahren in der Rebzeile. Diese Schlagapparate werden mit variabler Frequenz horizontal bewegt. Durch die Massenträgheit der Trauben und Beeren werden diese vom Rebstock abgetrennt und fallen nach unten. Dort werden sie von Bechern oder

Schuppen aufgefangen und dann über diverse Fördereinrichtungen in einen Bunker bzw. Transporttank gefördert.

Auf dem Weg zum Behälter können die Trauben entrappt werden. Hierbei werden nicht nur die Rappen sondern auch etwaige Fremtteile wie Blätter, Rebholz etc. entfernt.

Abb. 1. Entrapper Euroselect über dem Traubenbehälter eines modernen Traubenvollernters



Abb. 2. Abnehmbarer Entrapper auf einem ERO-Traubenvollernter.





Abb. 3. ERO Juiceliner (Bild M. Strauß).

1.2.2 Traubenvollernter mit Dekanter

Eine wichtige Weiterentwicklung der mechanischen Ernte ist die Verschmelzung der Ernte mit der Phasentrennung (siehe Kapitel 5). Hierzu wird eine kontinuierliche Verfahrenstechnik benötigt, um auf dem Vollernter ohne Unterbrechung die fest-flüssig Phasentrennung vorzunehmen. Die genaue Funktion eines Dekanters ist in Kapitel 5.3, Seite 77 beschrieben. Probleme bzw. Kinderkrankheiten hat diese neue Technologie zuhauf: Zum einen ist der Energiebedarf des Dekanters zum direkten Entsaften der Trauben gigantisch. Zum anderen ist das Gerät sehr schwer und führt zu Verdichtungen und es ergeben sich Probleme bei nassem Boden, Steigungen oder Seitenhang.

Der Prototyp eines Vollernters mit Dekanter wurde in Deutschland von ERO entwickelt. Der Dekanter stammt von GEA Westfalia Separator GmbH und wird hyd-

raulisch angetrieben. Da der Dekanter-Vollernter anstatt Trauben bzw. Maische direkt den Traubensaft übergibt, nennt ERO diesen Vollernter „Juiceliner“.

Diese Technologie steht zwar erst am Anfang, aber man kann dennoch vermuten, dass die weitere Entwicklung sehr rasch voranschreiten wird.

Die Liste der **möglichen Vorteile** ist lang und diese sind überwiegend in den enormen Kostenvorteilen anzusehen:

- Kein Transport und keine (Zwischen-) Lagerung von Trauben und Maische. Der Winzer mietet den Dekanter-Vollernter vom Lohnunternehmer und benötigt nur einen Transporttank für den Saft (evtl. auch gemietet).
- Keine klassische Phasentrennung mehr nötig bzw. es genügen deutlich reduzierte Kapazitäten bei der Phasentrennung (Kelter).

- Investitionen in Maischebehälter und Kelterhaus sind deutlich geringer und können unter Umständen sogar entfallen.
- Sehr geringe Extraktionsdauer der Trauben.
- Keine Maischestandzeit und daher reduzierte mikrobiologische Fremdaktivität im Vergleich zur klassischen Arbeitsweise.
- Dekanter-Vollernter sind sehr schwere Maschinen und erfordern ein optimales Gelände.
- Dem Dekanter sollten nach Möglichkeit keine Fremdstoffe zugeführt werden (Steine, Nägel, Draht...).
- Eine Maischeerhitzung kann in der kurzen Zeit nicht erfolgen und daher kann im Moment nur Weißmost geerntet werden.

Die **Nachteile** dieser Technik im Prototypenstadium sind abgesehen von der hochkomplexen Mechanik und Steuerung von solchen Gerätekombinationen nicht unerheblich:

Es bleibt abzuwarten, wie die Entwicklung weiter verläuft. Die Hauptvorteile, welche durch Weiterentwicklung der Technologie erwartet werden können, sind die große Schlagkraft und eine erhebliche Kosteneinsparung.

2 Trauben- und Maischeverarbeitung

Sobald die Trauben geerntet sind, müssen sie möglichst rasch zum Ort der Weiterverarbeitung transportiert werden. Nach Möglichkeit sollten sie dabei weder unkontrollierten Oxidations- oder Extraktionsvorgängen unterliegen. Mechanische Belastung sollte nach Möglichkeit vermieden werden, da sonst die Trubbelastung der Moste sehr stark ansteigen kann. Auch mikrobiologisch ist das Lesegut direkt nach der Ernte gefährdet. Daher wird in aller Regel ein schneller und schonender Transport empfohlen.

2.1 Traubentransport und Annahme

2.1.1 Traubentransport

Der Transport sollte schnell und effektiv sein. Je wärmer die Witterung und je brüchiger und belasteter die Trauben sind, desto größer ist die Gefahr, dass sich Mikroorganismen massenhaft vermehren und mit dem Stoffwechsel beginnen. In solchen Fällen ist daher die Addition von Kaliumpyrosulfit (KPS) schon im Weinberg anzuraten. Eine SO_2 -Gabe von rund 50 mg/kg (rund 100 mg/kg an Kaliumpyrosulfit ist insbesondere bei hohen Temperaturen, vorhandener biologischer Aktivität, Botrytis und langen Transportwegen ratsam. SO_2 kann auch helfen die Oxidation des freien Mostes zu vermindern und aus diesem Grund zum Beispiel nach Vollernterlese zu den gemischten Trauben gegeben werden.

Der eigentliche Transport kann auf unterschiedlichste Art und Weise erfolgen. Je nach Lesegut (Hand- oder Maschinenlese)

und Verwendungszweck stehen sehr viele unterschiedliche Systeme zur Verfügung. Grundlegende Funktion ist der Transport der Trauben vom Weinberg bis zur Annahmestation. **Die Trauben sollen zunächst nicht in ihren Eigenschaften verändert werden, vielmehr ist schonendes und effektives Fördern die Hauptmaxime.** Frühere Systeme, bei denen die Trauben noch im Weinberg gemischt wurden, sind inzwischen nicht mehr erhältlich. Die heute gebräuchlichsten Transportsysteme sind:

- **Kleinkisten (ca. 20 kg Inhalt) oder kleine Bütten**
erlauben Transport von unverletzten Trauben --> sehr arbeitsaufwändig
- **Einheitsbehälter 400-1000 kg (mit Staplerkufen)**
im Prinzip schonend (wenn nachfolgende Verarbeitung angepasst)
Begrenzt auf kleine Verarbeitungskapazitäten – für Lese mit Vollernter meist zu klein
- **Anhänger mit lebensmittelechter Plane ausgelegt**
Anhänger kann vielfältig für viele Transportaufgaben verwendet werden, kostengünstig
große Kapazität --> erfordern spezielle nachgeschaltete Annahmetechnik
- **Traubenwagen mit Förderschnecke und Pumpe**
Traubenwagen sind nur für Trauben zu verwenden und teuer
je nach Schnecke-Pumpe-Abstimmung ergibt sich mechanische Belastung d. h. sie vermaischen unter Umständen relativ stark



Abb. 4. Traubentransportsystem mit kleineren Behältern (Boxen) bis 500 kg: a) Kleinkisten, b) & c) Einheitsbehälter.