

**Zentralkurs Chemie
Cours central de chimie**

Biel – Bienne

2003

Von der Traube zum Wein



Grundsatz für die Weinbereitung :

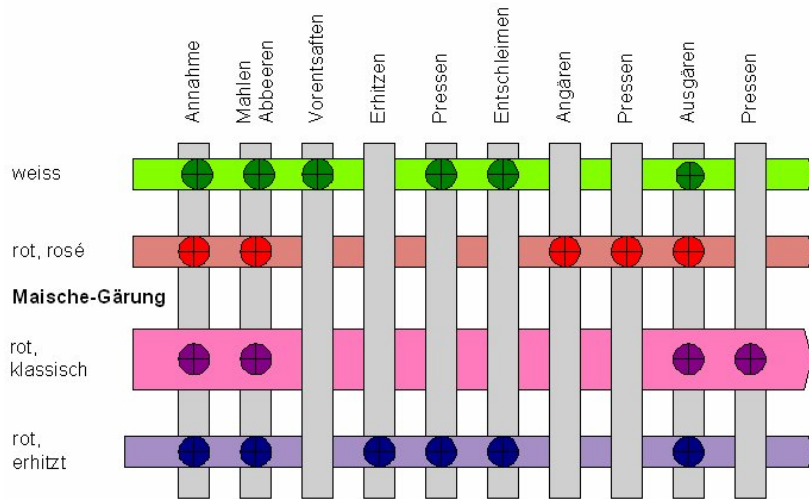
Mit schlechtem Rohmaterial kein guter Wein

... das Umgekehrte ist leicht möglich !!

WEINBEREITUNG ÜBERSICHT

| Extraktion | Gärungen | Ausbau |
|-------------------------------------|----------|--------|
| Weissweinbereitung | | |
| Rotwein - Maischegärung - klassisch | | |
| Rotwein - Maischegärung - rot/rosé | | |
| Rotwein - Maische-Erhitzung | | |

Schritte bei der Weinbereitung



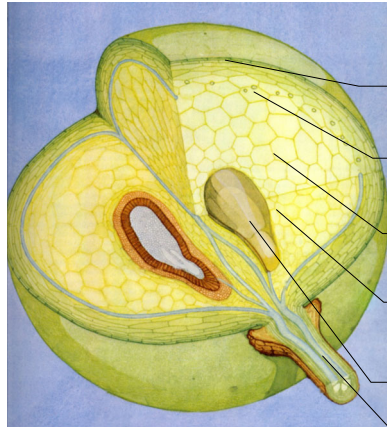
Das Rohmaterial

Zusammensetzung der Trauben

| 100 kg Trauben liefern: | Chasselas | Pinot noir |
|-------------------------|-----------|------------|
| Kämme (Rappen) | 3.8 kg | 4.1 kg |
| Kerne | 3.2 kg | 3.6 kg |
| Schale (Haut) | 7.6 kg | 5.6 kg |
| Fruchtfleisch | 85.4 kg | 86.7 kg |

Das Rohmaterial

Aufbau der Traubenbeere



Traubenhaut

Fleisch äussere Zone

Fleisch, mittlere Zone

Fleisch, innere Zone

Kerne

Traubenstiel

Das Rohmaterial

Zusammensetzung des Fruchtfleisches

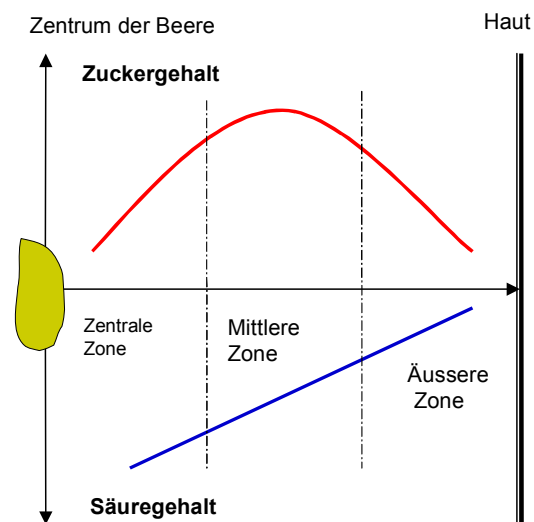
| Komponente | Anteil |
|-----------------------------|--------------|
| Wasser | 70 - 85 % |
| Zucker | 12 - 27 % |
| Säuren | 0.5 - 1.8 % |
| Mineralstoffe | 0.2 - 0.5 % |
| Pektin und verwandte Stoffe | 0.06 - 0.5 % |
| Stickstoff-Verbindungen | - 0.06 % |
| pH-Wert | 2.9 - 3.5 |

Das Rohmaterial

Zucker und Säuren

| Stoffe | | g/l |
|--------|--|-----------|
| Zucker | Glucose Fructose | 120 - 270 |
| | Arabinose Rhamnose Xylose | 7 - 12 |
| | Säuren | |
| Säuren | Weinsäure | 5 - 9 |
| | Äpfelsäure | 2 - 12 |
| | Zitronensäure | 0.2 - 0.3 |
| | Ascorbinsäure Fumarsäure Galacturonsäure | Spuren |

Das Rohmaterial



Das Rohmaterial

Weitere Verbindungen:

Mineralstoffe (v.a. Kalium)

Pektine mg bis 5 g/l (Reifezustand!)

N-Verbindungen 0.5 – 1 g/l

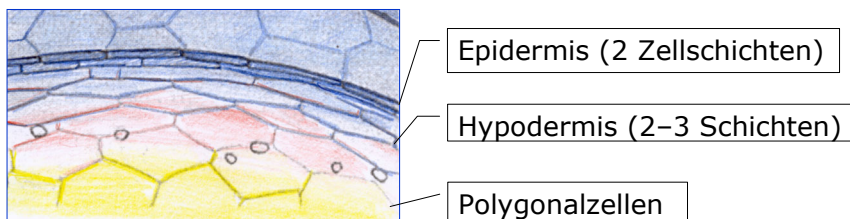
25% Ammoniumsalze

75% Aminosäuren, Eiweiss

Das Rohmaterial

Die Traubenhaut:

Sitz von Farbstoffen, Tanninen und Aromastoffen



Farbstoffe und Tannine: Epidermis

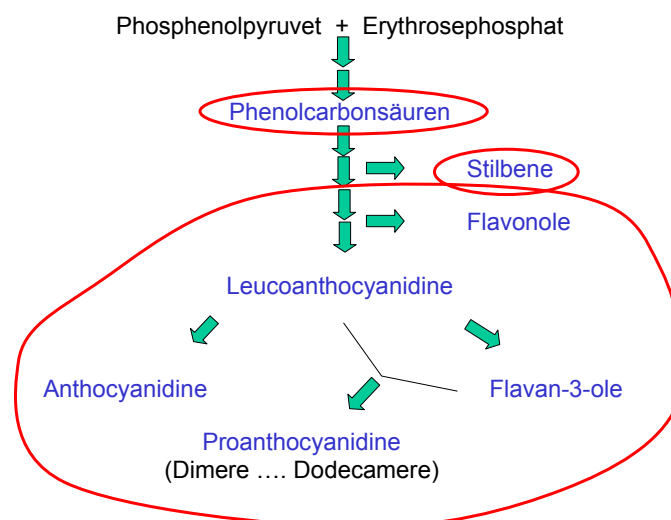
Aromastoffe: Epidermis und äusserste Schicht Hypodermis

DIE PHENOLISCHEN VERBINDUNGEN

- Phenolcarbonsäuren und ihre Derivate („Nichtflavonoide“)
- Stilbene
- Flavonoide

Alle Verbindungen sind Abkömmlinge eines einzigen Biosynthesewegs und für die Weinbereitung – insbesondere Rotweine – von entscheidender Bedeutung

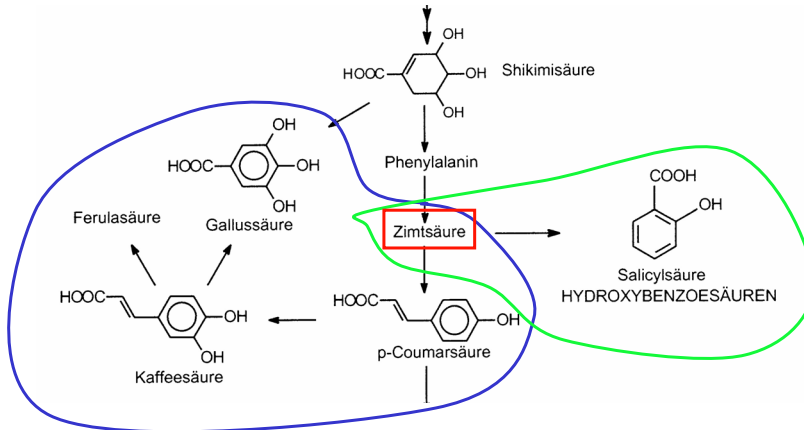
Der Biosyntheseweg der Polyphenole



Das Rohmaterial

Farbe und Tannine

Phenolcarbonsäuren



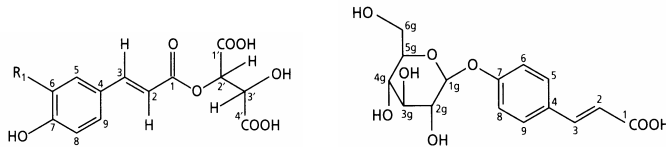
Das Rohmaterial

Farbe und Tannine

Phenolcarbonsäuren

Mengen: Weisswein 10 – 20 mg/l
Rotwein 100 – 200 mg/l

Form: Hydroxyzimtsäuren sind überwiegend gebunden
Hydroxybenzoessäuren liegen frei vor



Das Rohmaterial

Farbe und Tannine

Phenolcarbonsäuren

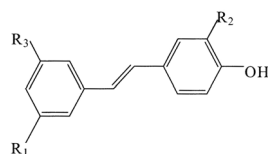
Eigenschaften:

- In wässrigen, alkoholischen Lösungen farblos, durch Oxidation gelb
- Geruch- und geschmacklos
- Präkursoren für flüchtige Stoffe, die durch Abbau mit Mikroorganismen entstehen
- Analoge Verbindungen entstehen beim Erhitzen des Eichenholzes bei der Herstellung von Fässern

Das Rohmaterial

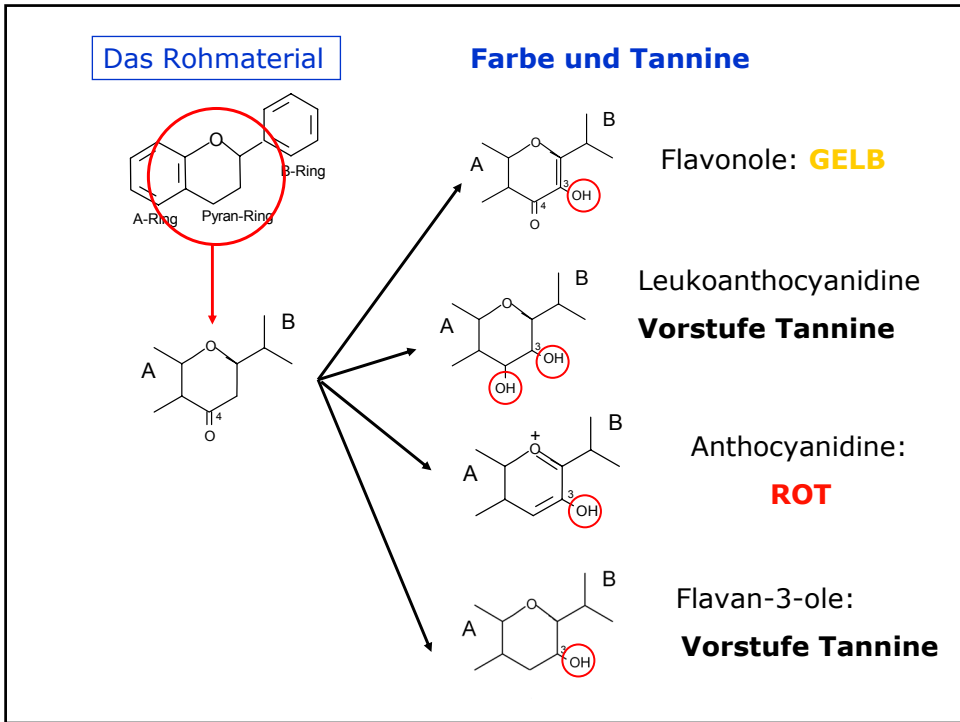
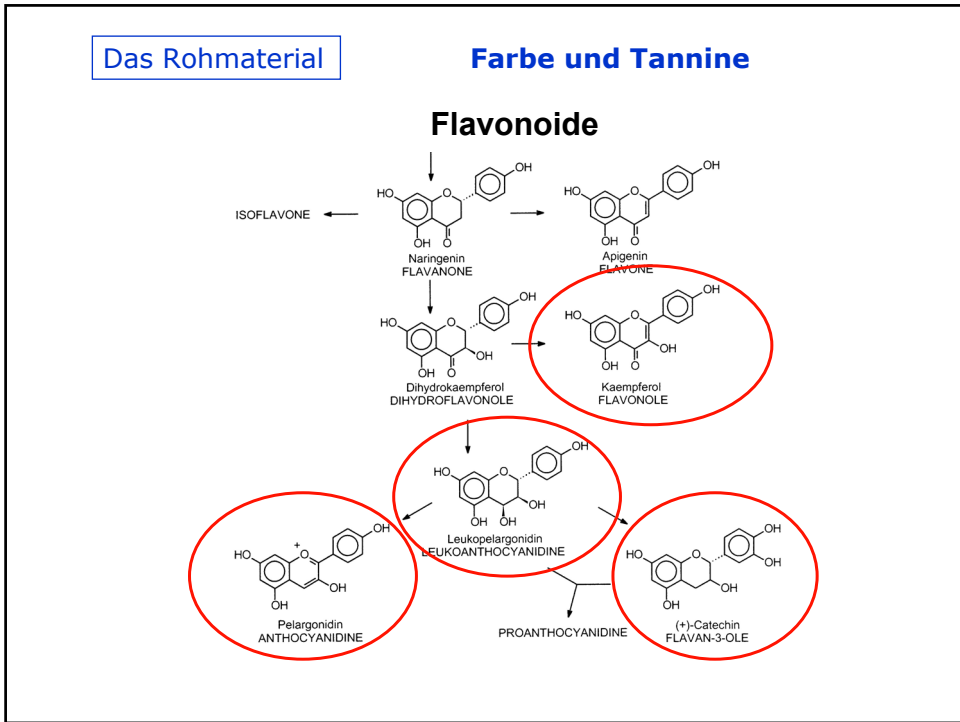
Farbe und Tannine

Stilbene



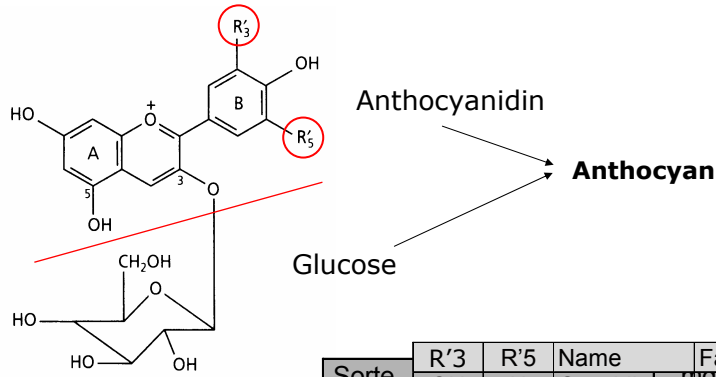
| Name | R ₁ | R ₂ | R ₃ |
|----------------------------|------------------|----------------|------------------|
| <i>trans</i> -Resveratrol | OH | H | OH |
| <i>cis</i> -Resveratrol | OH | H | OH |
| <i>trans</i> -Piceid | Gluc | H | OH |
| <i>cis</i> -Piceid | Gluc | H | OH |
| <i>trans</i> -Astringin | Gluc | OH | OH |
| <i>trans</i> -Pterostilben | OCH ₃ | H | OCH ₃ |

- Eigenschaften:
- Fungistatische ev, fungizide Wirkung
 - Hauptursache des „French Paradox“ d.h. Rotweinkonsum wirkt Herz-Kreislaufkrankungen vor



Das Rohmaterial

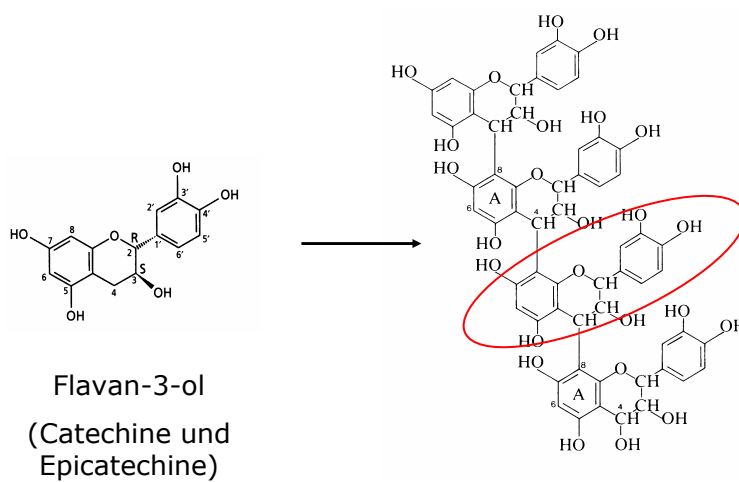
Farbe und Tannine



| Sorte | R'3 | R'5 | Name | Farbe |
|--------------------|------------------|------------------|------------|---------|
| Alicante | OH | H | Cyanidin | rot |
| Bouchet | OH | H | Paeonidin | orange |
| Syrah | OH | OH | Delphindin | rot |
| Cabernet Sauvignon | OH | OCH ₃ | Petunidin | violett |
| Pinot noir | OCH ₃ | OCH ₃ | Malvidin | violett |

Das Rohmaterial

Farbe und Tannine



Extraktion

Extraktion 1. Teil:

Saftgewinnung

- Annahme, Q-Kontrolle
- Mahlen und Abbeeren
- ev. Vorentsäften
- Pressen

Extraktion 2. Teil:

Extraktion der Haut

- Farbe
- Gerbstoffe
- Primäraromen

Extraktion 1

Ziel der mechanischen Behandlung:

Saftgewinnung unter Vermeidung von zu viel Trubstoff und der Beschädigung der Kerne



Grosser Durchsatz in kurzer Zeit
ist immer kritisch

Extraktion 1



Extraktion 1



Extraktion 1



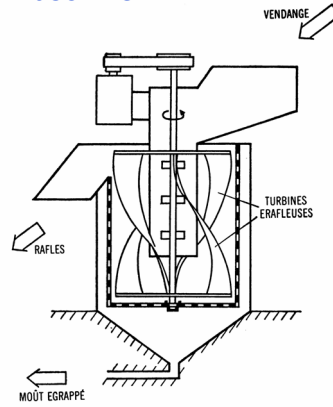
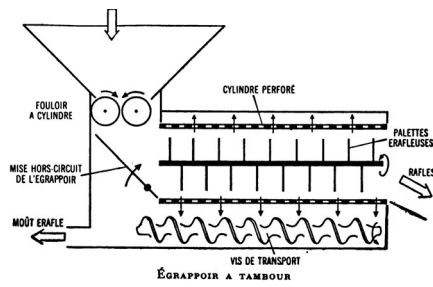
Extraktion 1



Extraktion 1

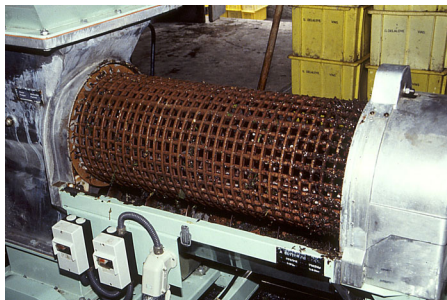
Zentrifugal-Abbeermaschine
bis 50 to/h

Horizontal – Abbeermaschine
bis 5 to/h



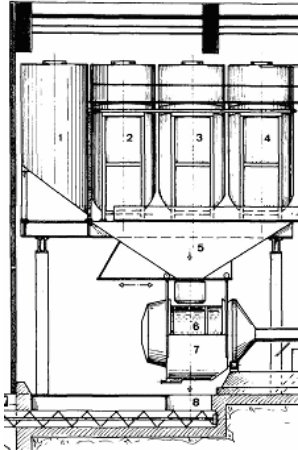
Extraktion 1

Mahlen und Abbeeren



Extraktion 1

Weisse Trauben werden zur Entlastung der Pressen häufig vorentsafet. Die gleichzeitige Bevorratung über einige Stunden ergibt Extraktion von Armastoffen aus der Haut



Vorentsafter



Extraktion 1

Pressen

Ziel: Schonende Trennung von Most und festen Bestandteilen

Diskontinuierliche Pressen:

| | |
|-------------|------------------|
| mechanisch | weniger schonend |
| hydraulisch | weniger schonend |
| pneumatisch | schonend |

| | | |
|--------------------------|------------------|----------------|
| Kontinuierliche Pressen: | Schraubenpressen | nicht schonend |
| | Dekanter | schonend |

Extraktion 1

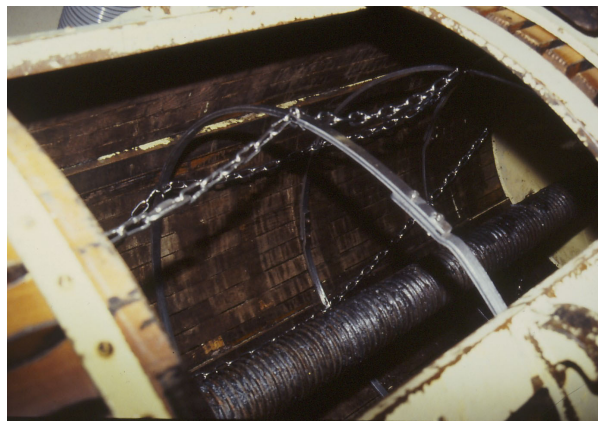
Vertikale Korbpresse

schonend
arbeitsintensiv



Extraktion 1

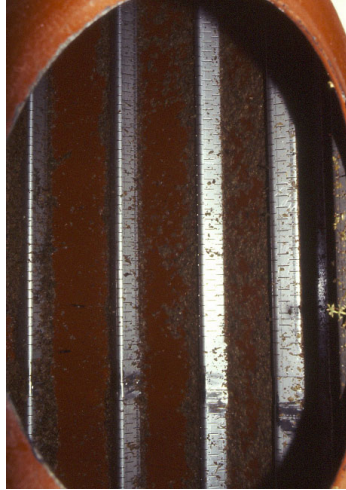
Horizontale Spindelkelter



Weniger schonend, automatisch

Extraktion 1

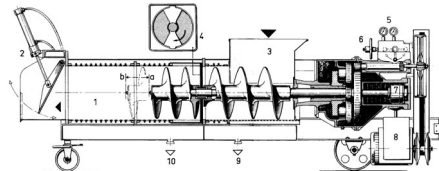
Tankpresse - pneumatisch



schonend automatisch sauerstoff-frei

Extraktion 1

Kontinuierliche Schraubenpresse



Vorentsaftung ±
schonend

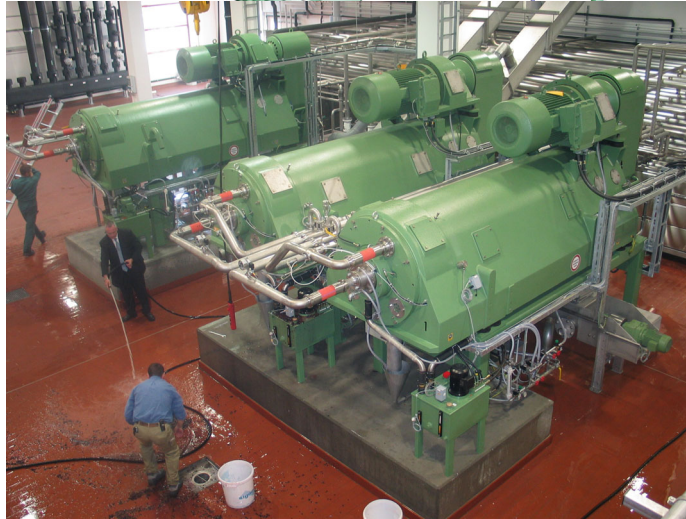
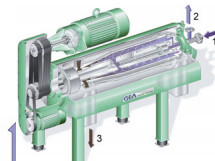
Pressung: Q schlecht

Leistung bis 25 to/h

Presssaft für Qualitäts-
wein unbrauchbar

Extraktion 1

Dekanter



Extraktion 2

Extraktion Beerenhaut beim Weisswein

1. Primäraromen erwünscht
2. Gerbstoffe unerwünscht

Weissweinmaische wird bei kühlen Temperaturen (Oxidation!) während einiger Stunden gelagert, dann gepresst, vorgeklärt und anschliessen den Gärungen zugeführt

Extraktion 2

Extraktion Beerenhaut beim Rotwein

Ziel: Öffnen der farb- und tanninhaltigen Zellen

Methoden:

1. Perforieren der Zellmembranen durch Alkohol während der Gärung

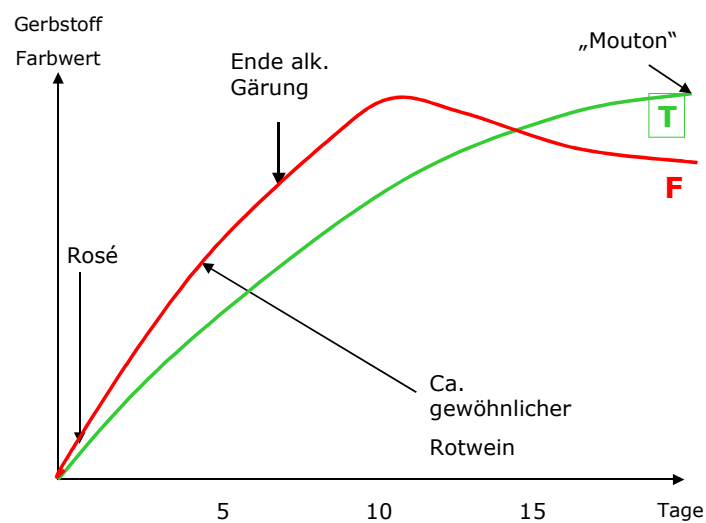
Maischegärung

2. Zerstören der Membranen durch Erhitzen ($T > 60^{\circ} \text{C}$)

Maischeerhitzung

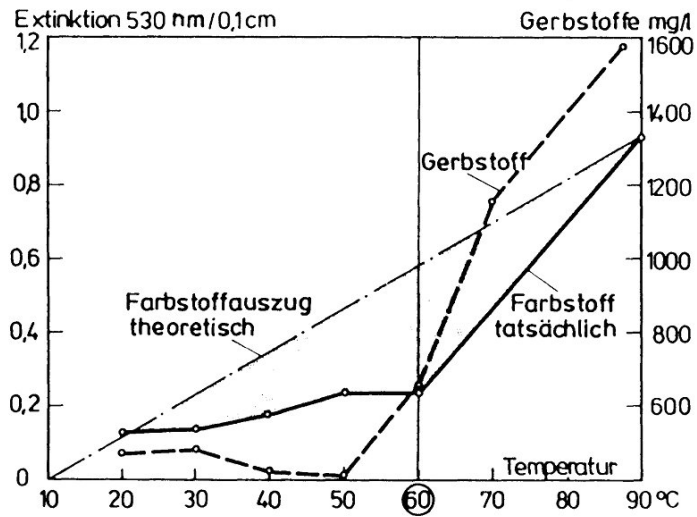
Extraktion 2

Farbe- und Tanninextraktion bei der Maischegärung



Extraktion 2

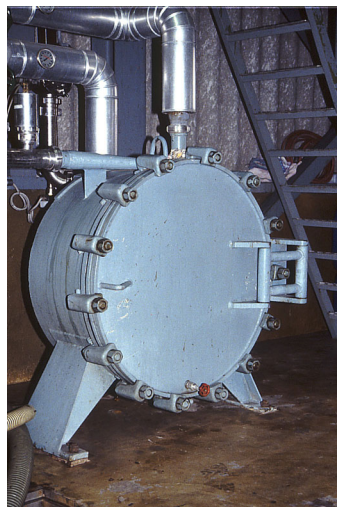
Farbe- und Tanninextraktion bei der Maischeerhitzung



Extraktion 2

Maischeerhitzung für Mittelbetrieb

Wärmetauscher



Extraktion 2



Maischeerhitzung **Grossanlage**

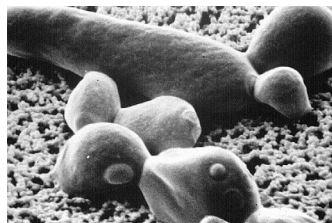
Gärungen

Gärungen in der Weinbereitung:

Alkoholische Gärung

Zucker \rightarrow Ethanol + CO₂

Saccharomyces cerevisiae



Biologischer Säureabbau

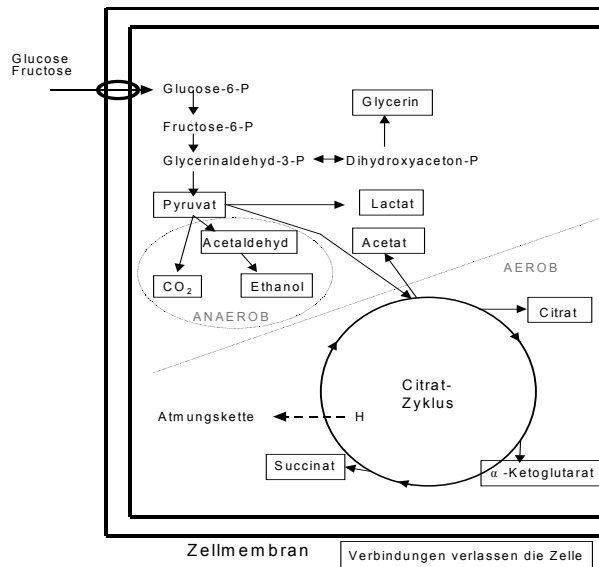
Äpfelsäure \rightarrow Milchsäure + CO₂

Oenococcus oeni



Gärungen

Alkoholische Gärung



Gärungen

Alkoholische Gärung

Aus 1 Liter Most mit 200 g Zucker (ca. 100 °Oe) entstehen

Hauptprodukte: 12,5 Vol% Ethanol

44 l CO₂ (Erstickungsgefahr!)

Primäre Nebenprodukte: 5-8 g Glycerin

1.5 – 2 g andere Produkte

Sekundäre Nebenprodukte: ca. 1,2 g sehr viele geruchsaktiv

Wärme: ca. 24 kcal. D.h. der Wein würde sich während der Gärung um ca. 24 °C erwärmen → „Versieden“ !!

Gärungen

Einflussfaktoren Hefe und Gärung

- Tiefere Temperaturen (15 – 20° C) erhalten Primäraromen und führen zu deutlichen Gäraromen
- Höhere Temperaturen ergeben mehr Glycerin
- Zu hohe Temperaturen führen zum „Versieden“ des Weines
- Bei Belüftung der Moste bilden Hefen Ergosterol, das sie widerstandsfähiger gegen verschiedene Einflüsse macht.

Gärungen

Maischegärung

Es existieren sehr viele Ansätze der Maischegärung.

Frage: worin unterscheiden sie sich?

Während der Gärung steigen die Traubenhäute an die Oberfläche und bilden den „Tresterhut“. Die Extraktion der Farb- und Gerbstoffe wird dabei sehr stark reduziert. Deshalb muss der Kontakt zwischen gärendem Most und Häuten wieder hergestellt werden.

Die Antwort darauf: sie unterscheiden sich im wesentlichen, in der Art der

Bearbeitung des Tresterhutes

Gärungen

Bearbeitung des Tresterhutes

stossen

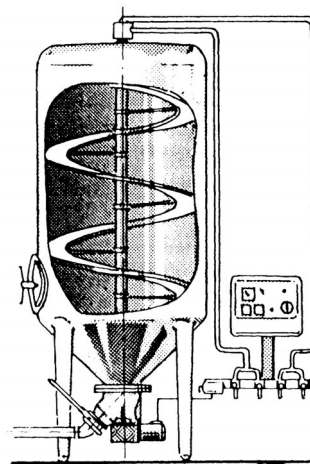
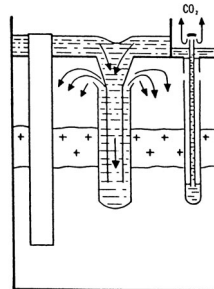
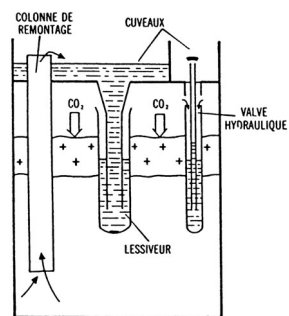


umpumpen



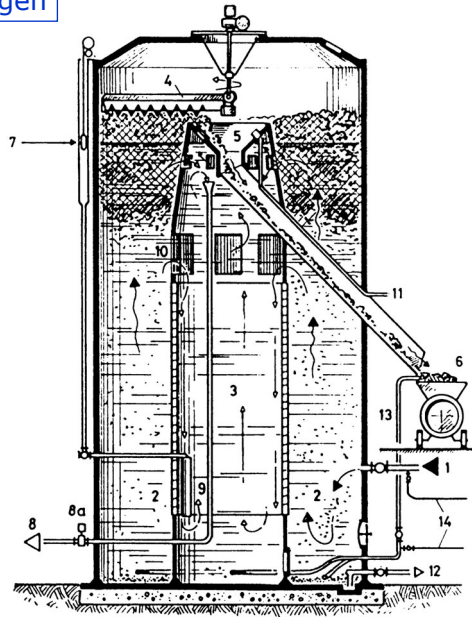
Gärungen

automatisches Umpumpen



Mit Rührwerk

Gärungen



Kontinuierlich

D: 5 - 7 m

H: 10 - 14 m

V: 135-480 m³

vergärt pro Tag

40 - 150 to
Maische

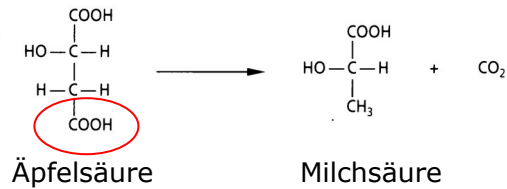
Gärungen

Farbe, Tannine und Rotwein

- **Grobes Mahlen und Abbeeren: bittere Tannine**
- **Kämme beim Gären: bitter, würzig, hart (mehr Tannine)**
- **Tankgrösse: Hut gut verarbeitbar, ev. Wärmestau oder -verlust**
- **Gärtemperatur: 20 °C fruchtig, Gäraromatik**
30 °C mehr Farbe, Tannine, Glycerin
- **Hut-Bearbeitung: fein, nie grob**
- **Macération (Nachgärungszeit) gibt mehr Fülle**
mehr Polysaccharide: Farbstabilisierung
mehr Tannin: stabilere Farbkomplexe
- **Frühe, kontrollierte Lüftung:**
Entwicklung Tannine: Wein wird weicher
mehr Tannin-Anthocyankomplexe → Farbe stabil

Gärungen

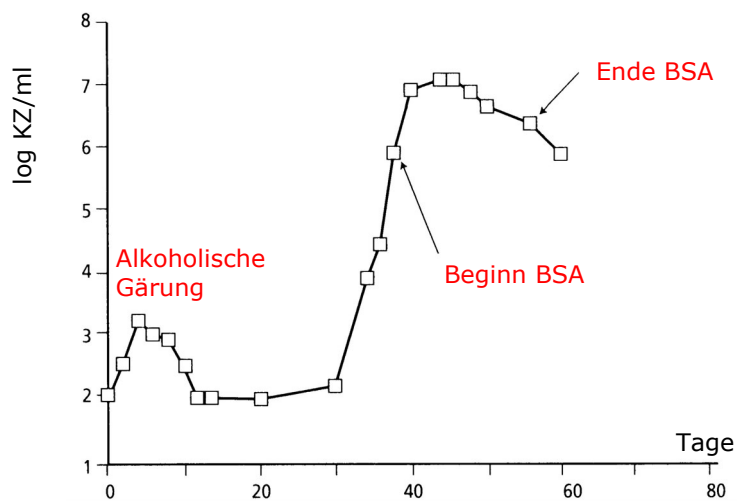
Biologischer Säureabbau (BSA)



- Nach dem Abzug des Jungweines von der Hefe
- Läuft üblicherweise spontan ab
- Zeitpunkt: Mitte November, Dezember, Januar früher im Juli des folgenden Jahres !!
- BSA fördernd: nicht zu früh von der Hefe abziehen, nicht filtrieren, Wärme, kein SO₂
- Achtung: pH nicht > 3.5 zu Beginn! *Pediococcus damnosus*

Gärungen

Entwicklung von *Oe. oeni* bei der Vinifikation



Ausbau

Ausbau als Vollendung der Weine

Nach alkoholischer Gärung, Abzug von der Hefe und BSA ist der Wein trüb und ungeniessbar und muss für die Flaschenfüllung „ausgebaut“ werden, dh. Er muss sein:

- **klar**
- **sensorisch angepasst**
- **stabil**

Ausbau

Klarheit des Weines durch:

| | |
|-------------|--|
| „klassisch“ | Selbstklärung und Eiweiss-Gerbstoff-Schönung |
| „modern“ | Vorfiltration über Kieselgur Endfiltration über Schichten und Membran |
| oder | Crossflow-Filtration und Membran |

Ausbau

Sensorische Anpassung durch:

- Säureregulation v.a. Entsäuerung mit Ca- oder K-Carbonat
- Ausfällen von Tannin mit Eiweiss aus geschmacklichen Gründen
- Entfernen von Bocksern (H₂S u.a.) durch Lüftung oder mit Silber oder CuSO₃
- Schönung mit Aktivkohle im schlimmsten Fall!

Merke: Mit jedem solchen Eingriff wird Qualität gewonnen, aber auch verloren!

Ausbau

Erreichen von Stabilität durch:

- Entfernen von Stoffen, die später auf der Flasche ausfallen könnten (Eiweiss, Weinstein u.a.)
- Striktes Fernhalten von Sauerstoff von Weiss- und hellen Rotweinen

• Stabilisieren der Farbe und Entwicklung der Gerbstoffe bei "klassisch" bereiteten Weinen

Ausbau

**Entwicklung von Farbe und Gerbstoff
in der klassischen Weinbereitung**

Verlust an freier Farbe: rund 50 % pro Jahr!

Ziel:

Bildung höhermolekularer Komplexe aus Procyanidinen („Tannin-Moleküle“) und Anthocyanen

- Tannin-Anthocyan-Komplexe ergeben stabile Farbe
- höhermolekulare Tannine sind nicht bitter

Ausbau

Wege zu diesem Ziel:

| Ohne Sauerstoff | Mit Sauerstoff |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Tendenz zu bräunlich-orangen Tönen• Gerbstoffe neigen zu Härte und Bitterkeit | <ul style="list-style-type: none">• Makrooxidation: Umziehen über Luft v.a. zu Beginn• Mikrooxidation: später Zufuhr von 0.5 bis 6 mg O₂/l + Monat <p style="text-align: center;">↓</p> <hr/> <p>Farbe stabil</p> <hr/> <p>Farbton rubin - purpur</p> |

Ausbau

Umziehen unter Luft



Ausbau

Diese Art der Stabilisierung ist mit der klassischen Methode im Bordelais ideal erreicht!



