



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Wirtschaft,  
Bildung und Forschung WBF

Agroscope

# **„27 Jahre Weinmikrobiologie: Verhindern und Kurieren von Gärstockungen, Populationsdynamik, Klimawandel, Selektion von Reinzuchtheffen und nach Belieben anderes“**

Prof. Dr. Jürg Gafner  
Agroscope in Wädenswil  
Schloss, Postfach 185  
CH-8820 Wädenswil, Schweiz  
E-Mail: [juerg.gafner@agroscope.admin.ch](mailto:juerg.gafner@agroscope.admin.ch)

**31, August 2017**



# Weinkonsum pro Kopf in Liter

Land	2008	2009	2010
Frankreich	49.7	48.0	47.2
Portugal	42.5	42.2	41.5
Italien	43.9	40.9	40.9
<b>Schweiz</b>	<b>38.6</b>	<b>38.1</b>	<b>38.3</b>
Dänemark	33.7	32.0	35.3
Slowenien	27.5	29.4	31.5
Kroatien	31.4	31.3	30.9
Österreich	28.8	28.7	28.7
Ungarn	27.9	27.8	27.8
Belgien	28.2	26.8	26.6

Der Weinkonsum weltweit in Hektolitern schwankte von 1995 bis 2010 zwischen 222'000'000 hl (1996) und 249'000'000 hl (2007)



## Mikroorganismen aus dem Keller oder Rebberg?







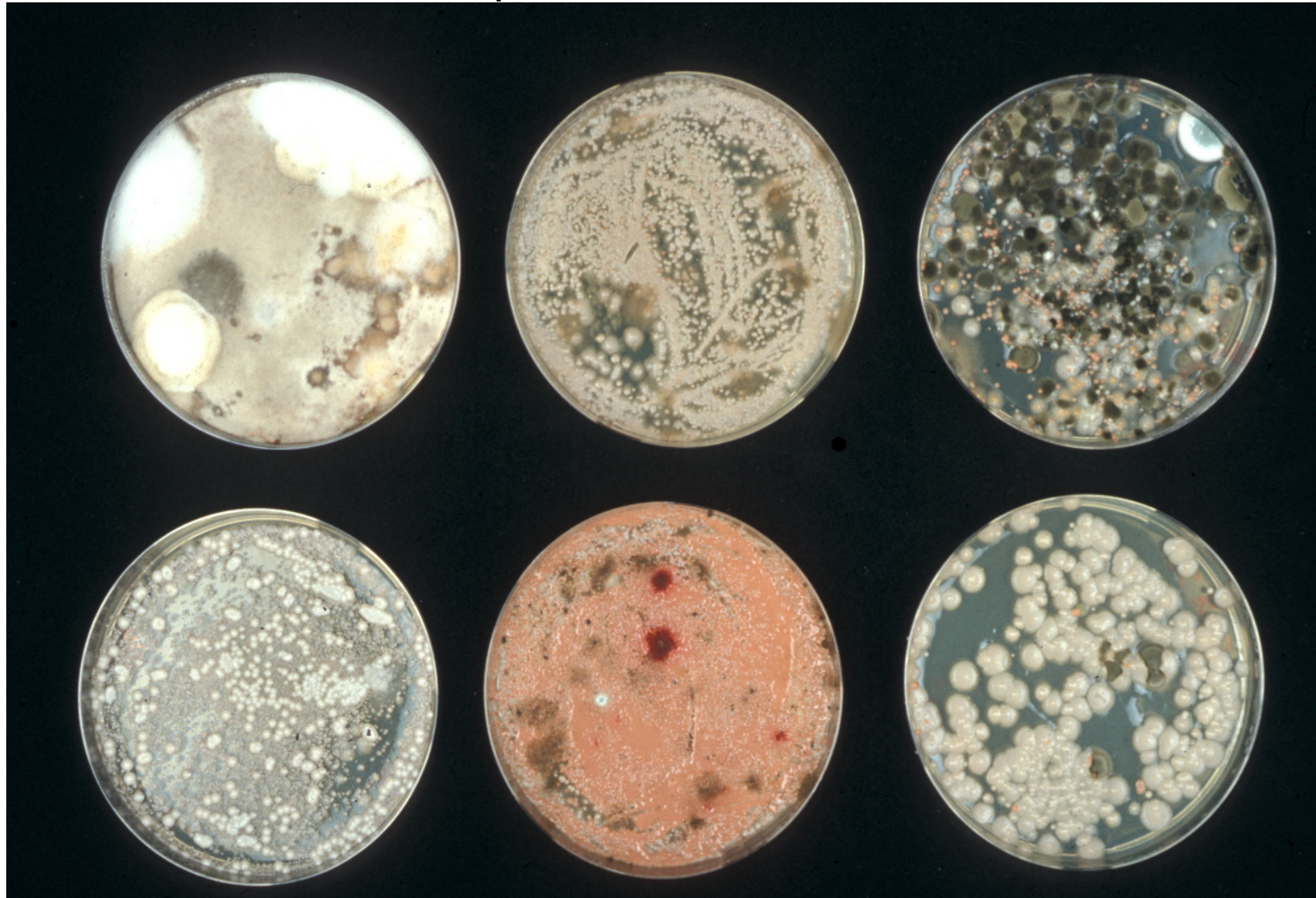
## Mikroorganismen von der „wilden“ Rebe







# Hefen und Schimmelpilze kommen in Clusters vor





## Zuordnung der Clusters



A: *Metschnikowia pulcherrima*: alte Blätter

B: *Rhodotorula fujisanensis*: Holz der Rebe

C: *Hanseniaspora uvarum* (*Kloeckere apiculata*): Traubenbeeren

B: *Rhodotorula glutinis*: junge Blätter



# Argumente für den Ursprung der Hefen aus dem Rebberg

Selektion von Hefen von einer „isolierten“ Rebe

Änderung der Mikroorganismen Population mit der Klimaerwärmung:

*Brettanomyces bruxellensis, Pediococcus parvulus*

Mikronischen für Hefen: man findet die gleichen Hefestämme gehäuft in einer Region (z.B. Lalvin W15, Lalvin W27)

Hefen können auf Trauben isoliert werden, ohne dass sie in einem Weinkeller waren

Spontangärungen sind möglich ohne, dass die Trauben in den Keller gebracht wurden



## Hefepopulation im Traubensaft (%) – eine Herausforderung für alle Kellermeister

***Saccharomyces cerevisiae* (0.3 – 3.0)**

***Hanseniaspora uvarum* (50.9 – 89.1)**

***Metschnikowia pulcherima* (0.5 – 2.7)**

***Rhodotorula* (0 – 26.1)**

***Candida glabrata* (4.0 – 7.2)**

***Zygosaccharomyces bailii* (1.0 – 3.9)**

***Candida zeylanoides* (1.0 – 2.3)**

***Debaryomyces* (0.6 – 2.1)**

***Pichia kluveri* (0.4 – 1.4)**

***Candida stellata* (0.5 – 0.9)**

***Lipomyces* (0 – 0.5)**

***Brettanomyces bruxellensis* (0 – 0.4)**

***Hyphopichia butonii* (0 – 0.3)**

***Kluyveromyces* (0.2 – 0.2)**

***Williopsis sat.* (0 – 0.2)**

***Kryptocokkus* (0 – 0.2)**

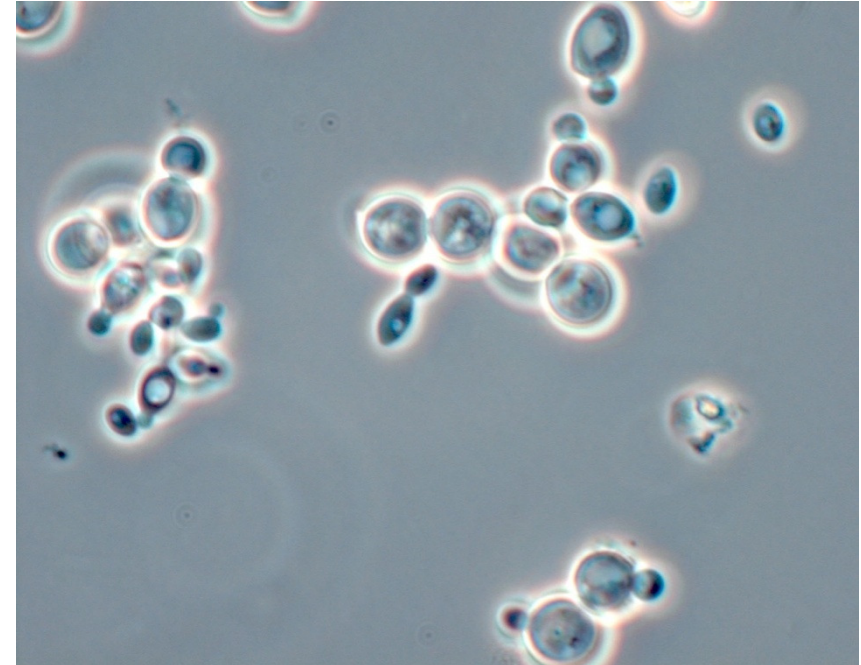
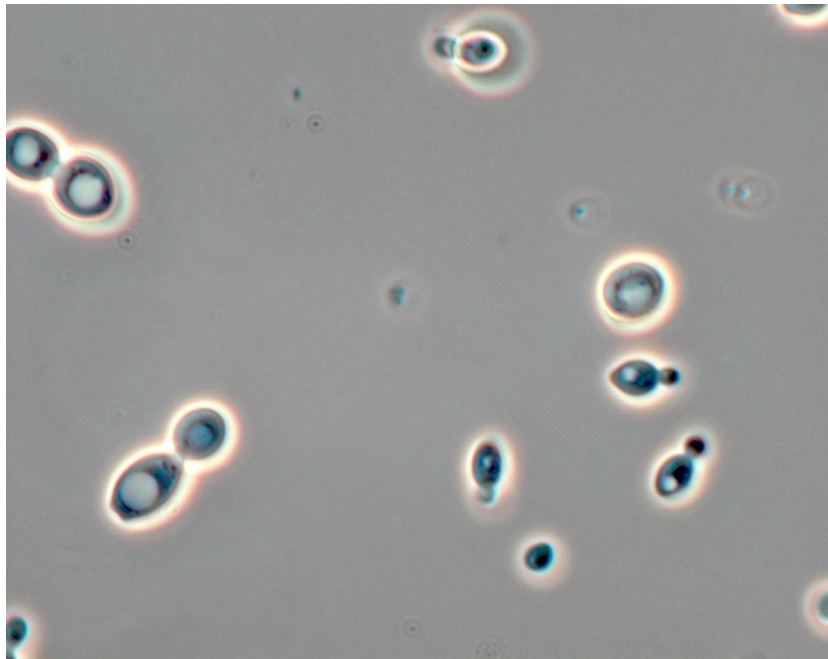
**andere *Saccharomyceten* (0.1 – 0.1)**

**unidentifizierte Hefen (0.1 – 0.2)**





Angärphase eines Müller-Thurgau Traubensafts:  
knospende *Saccharomyces cerevisiae* (grosse, runde Zellen) und *Hanseniaspora uvarum* (kleine, ovale Zellen)  
Asexuelle Form *Kloeckera apiculata*.



Bilder: Monika Volkan 2011



**Gärprodukte der unerwünschten Hefe *Hanseniaspora uvarum*  
(*Kloeckera apiculata*) und  
der erwünschten Hefe  
*Saccharomyces cerevisiae***

	<i>Hanseniaspora uvarum</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
Essigsäure (g/L)	0.50	0.03
Glycerin (g/L)	5.47	5.07
Alkohol (g/L; %)	78.3 ; 10.2	79.3 ; 10.3

Diese Experimente wurden in pasteurisiertem Traubensaft durchgeführt.



# Bildung von Essigsäure

*Hanseniaspora uvarum*

oder

*Kloeckera apiculata*

kann bis zu **2 g/L Essigsäure** bilden!!!

Die Bildung der Essigsäure ist Stamm spezifisch

**Essigsäure und Äthylalkohol ergibt Essigsäureäthylester**

*Hanseniaspora uvarum* kann mit 50 mg/L schwefliger Säure SO<sub>2</sub> dezimiert werden





# Temperaturabhängigkeit

*Hanseniaspora uvarum* oder *Kloeckera apiculata*:

lieben Temperaturen unter 15 °C  
im Vergleich zu  
*Saccharomyces cerevisiae*, die  
Temperaturen über 15 °C lieben  
(optimal 30 °C)

Keine Temperaturveränderungen > 4 °C  
während der alkoholischen Gärung



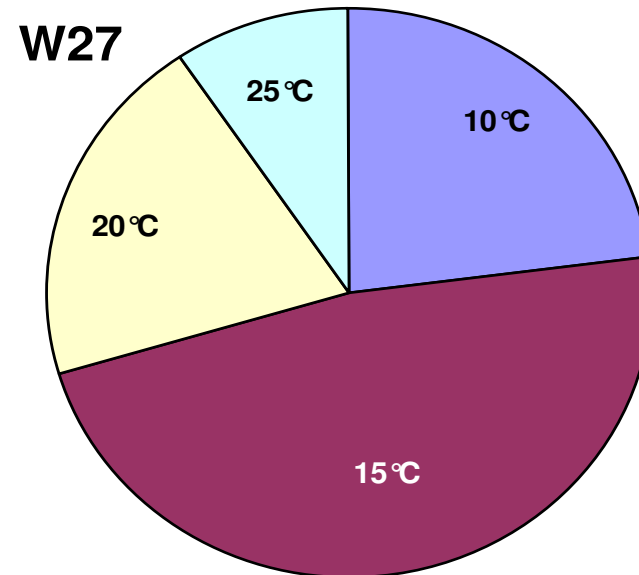
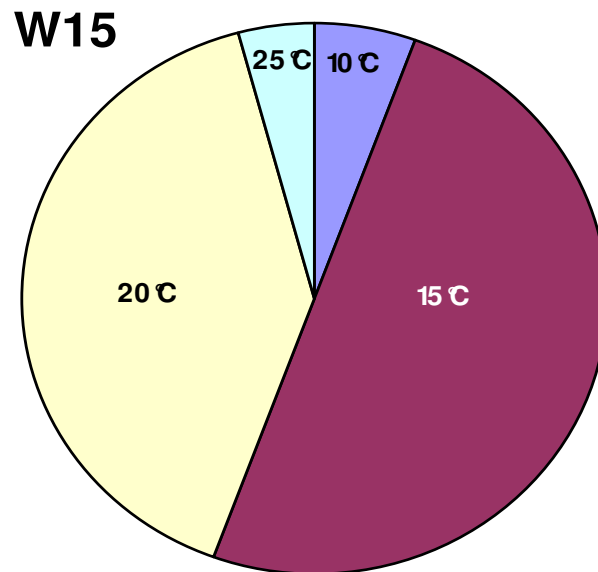
*Hanseniaspora uvarum* oder in der asexuellen Form *Kloeckera apiculata* bilden SO<sub>2</sub> Bindungspartner wie Acetaldehyd, Pyruvat und  $\alpha$ -Ketoglutarat. Diese Substanzen führen zu sogenannten «Schwefelfresser Weinen». Das sind Weine, die vor der Abfüllung auf die Flasche unvorhergesehene Mengen von schwefliger Säure gebrauchen, bevor die Konzentration an freier schwefliger Säure stabil ist (eben Schwefelfresser). Die Bindungspartner können mit einem biologischen Säureabbau mit *Oenococcus oeni* stark reduziert werden.



# Preference for wines fermented with two different wine yeasts and at different temperatures

*Saccharomyces cerevisiae*

*Saccharomyces cerevisiae* x  
*Saccharomyces kudriavzevii*  
Hybrid

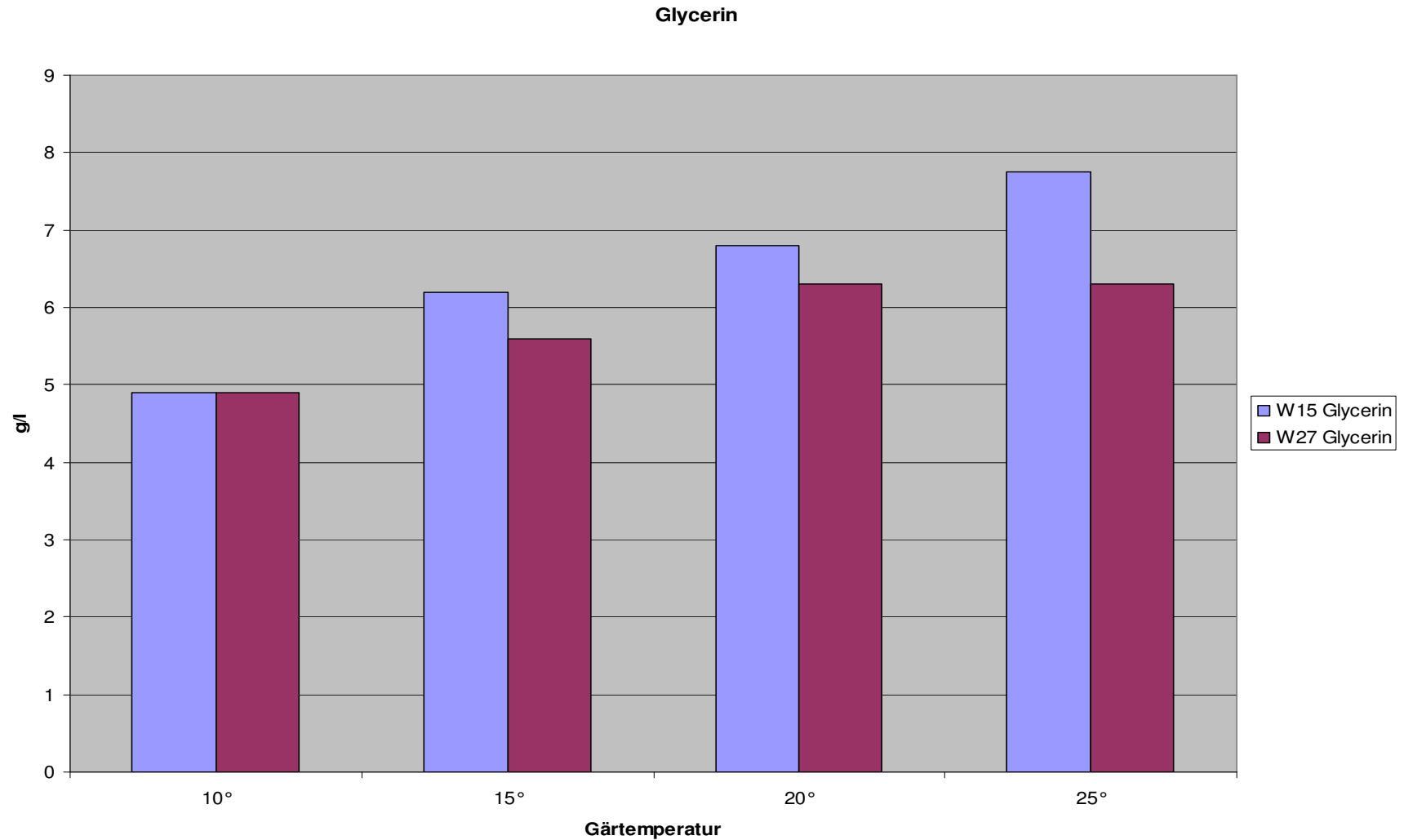


567 tasters with varied knowledge of wine tasting



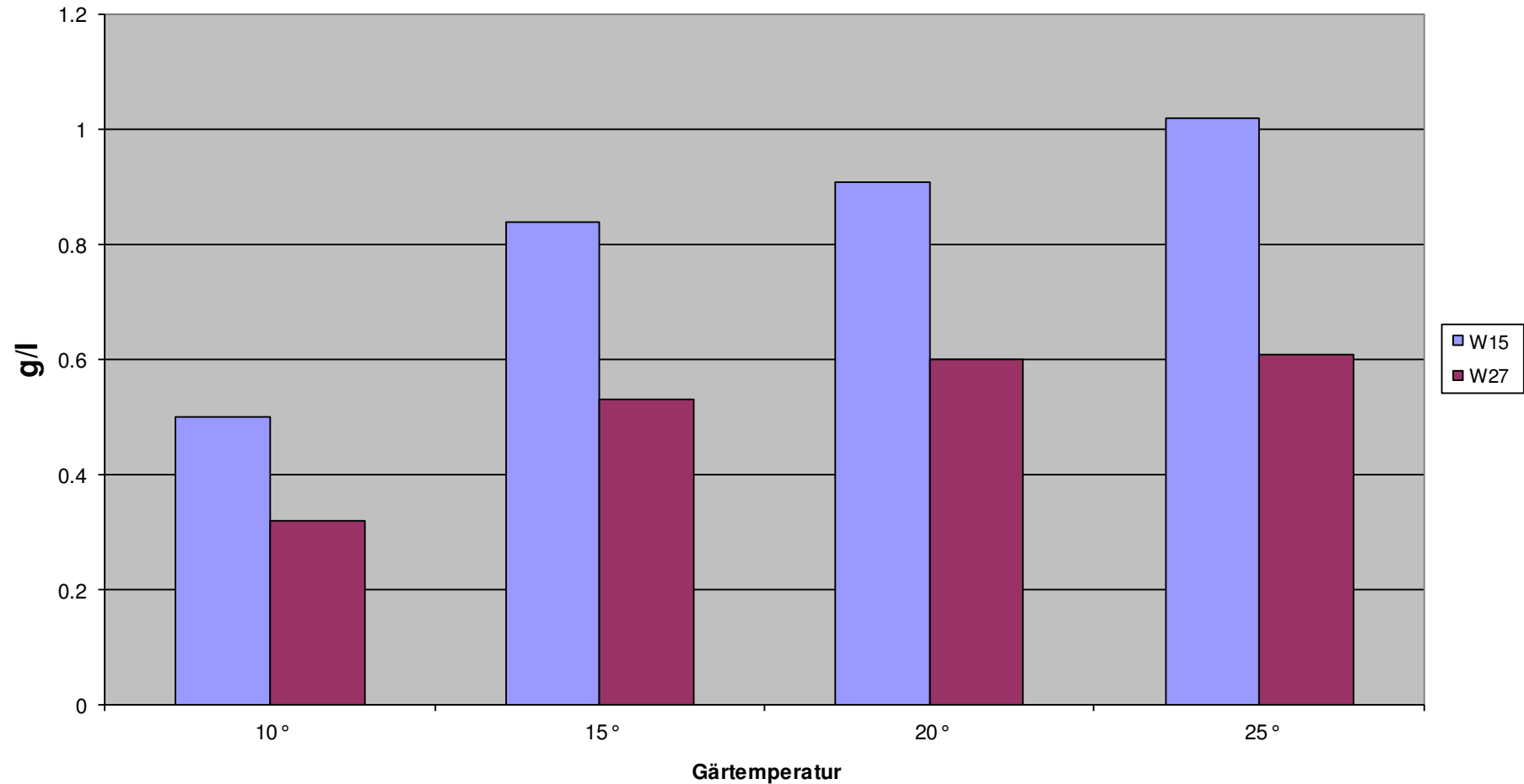


# Temperature dependancy for the formation of glycerol





## Temperature dependency for the formation of pyruvate can lead to decrease in pH up to 0.3 (Lavin W15)





# Alkoholische Gärung

**Saccharose**

**=>**

**Glukose und Fruktose**

**=>**

**gärfähige Hefe**

**=>**

**Alkohol und Kohlendioxid**

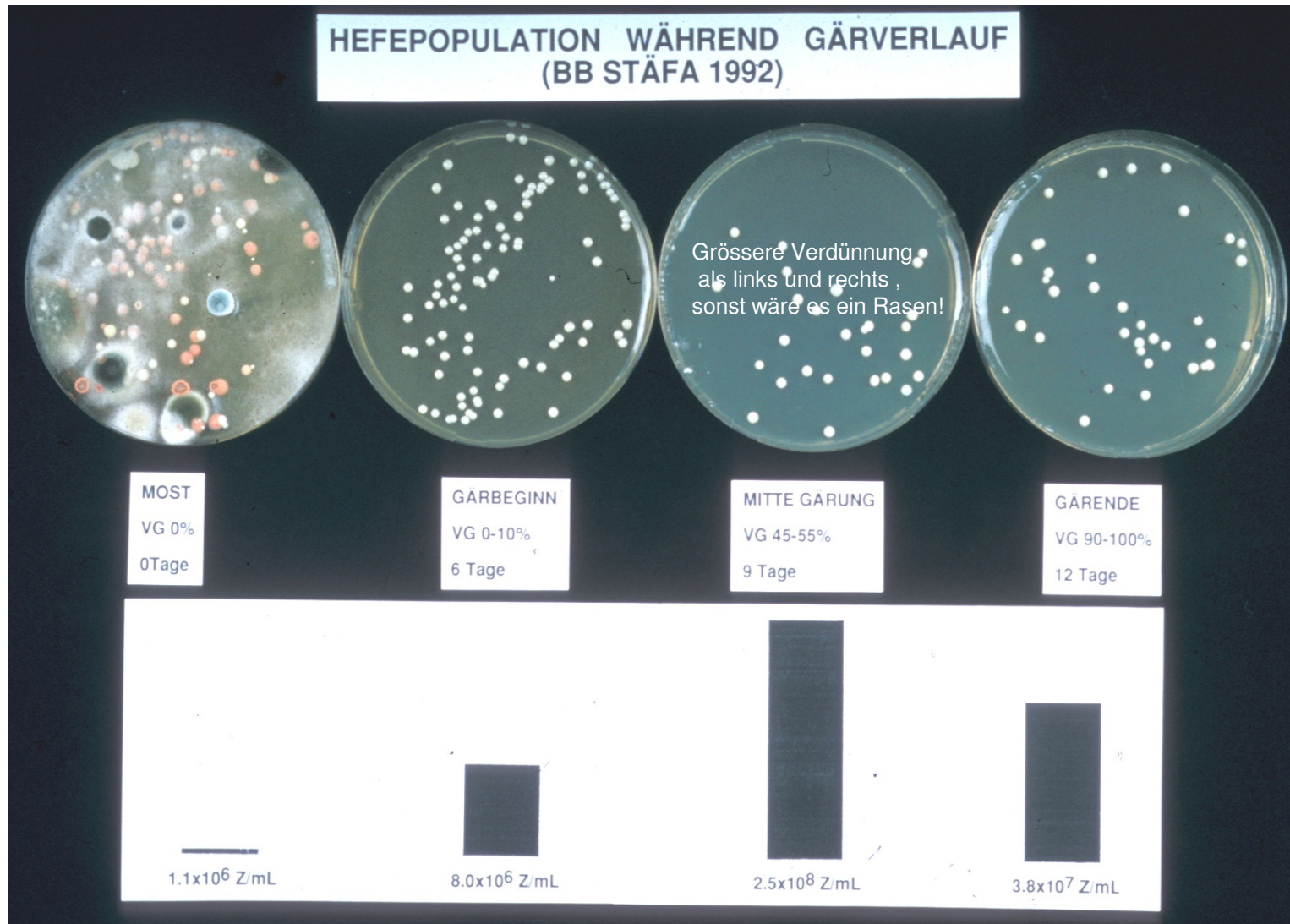
**=>**

**auch Glycerin und Aromastoffe**

**=>**

**... und**







## Hefepopulation im Traubensaft (%) – eine Herausforderung für alle Kellermeister

***Saccharomyces cerevisiae* (0.3 – 3.0)**

***Hanseniaspora uvarum* (50.9 – 89.1)**

***Metschnikowia pulcherima* (0.5 – 2.7)**

***Rhodotorula* (0 – 26.1)**

***Candida glabrata* (4.0 – 7.2)**

***Zygosaccharomyces bailii* (1.0 – 3.9)**

***Candida zeylanoides* (1.0 – 2.3)**

***Debaryomyces* (0.6 – 2.1)**

***Pichia kluveri* (0.4 – 1.4)**

***Candida stellata* (0.5 – 0.9)**

***Lipomyces* (0 – 0.5)**

***Brettanomyces bruxellensis* (0 – 0.4)**

***Hyphopichia butonii* (0 – 0.3)**

***Kluyveromyces* (0.2 – 0.2)**

***Williopsis sat.* (0 – 0.2)**

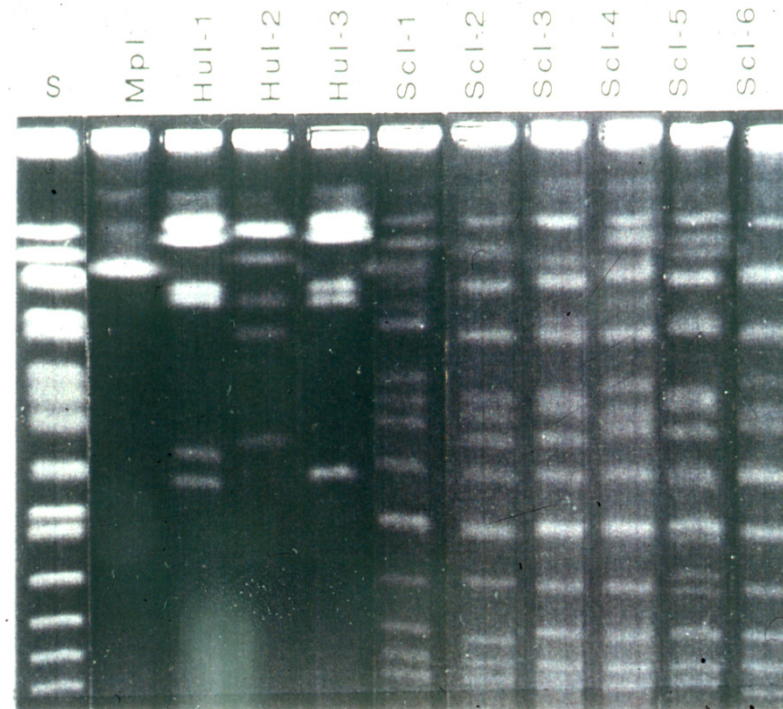
***Kryptocokkus* (0 – 0.2)**

**andere *Saccharomyceten* (0.1 – 0.1)**

**unidentifizierte Hefen (0.1 – 0.2)**



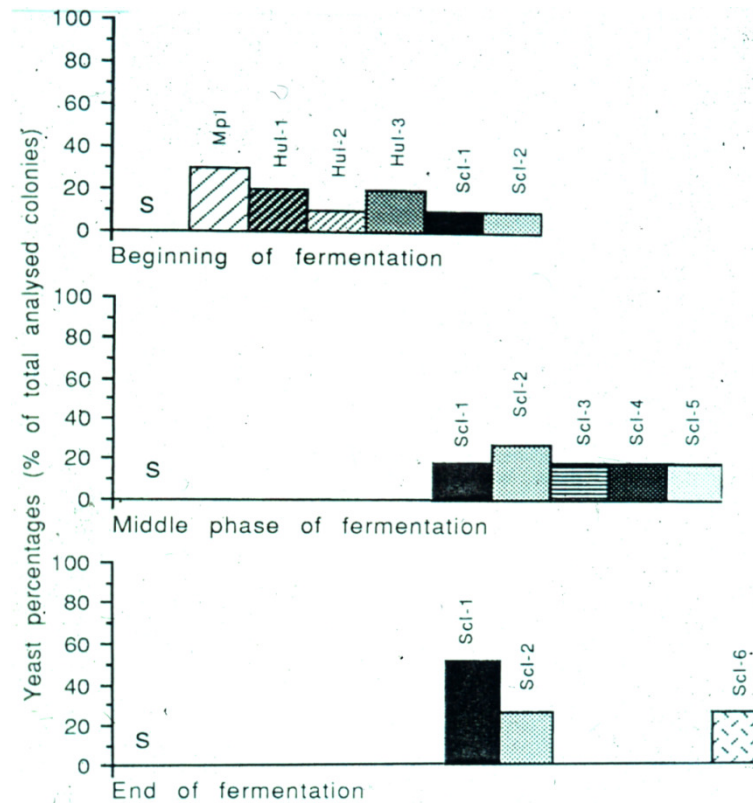
## Beteiligung von verschiedenen Hefearten und Hefestämmen bei einer sogenannten Spontanvergärung von 4'000 Liter Nebiolo Traubensaft





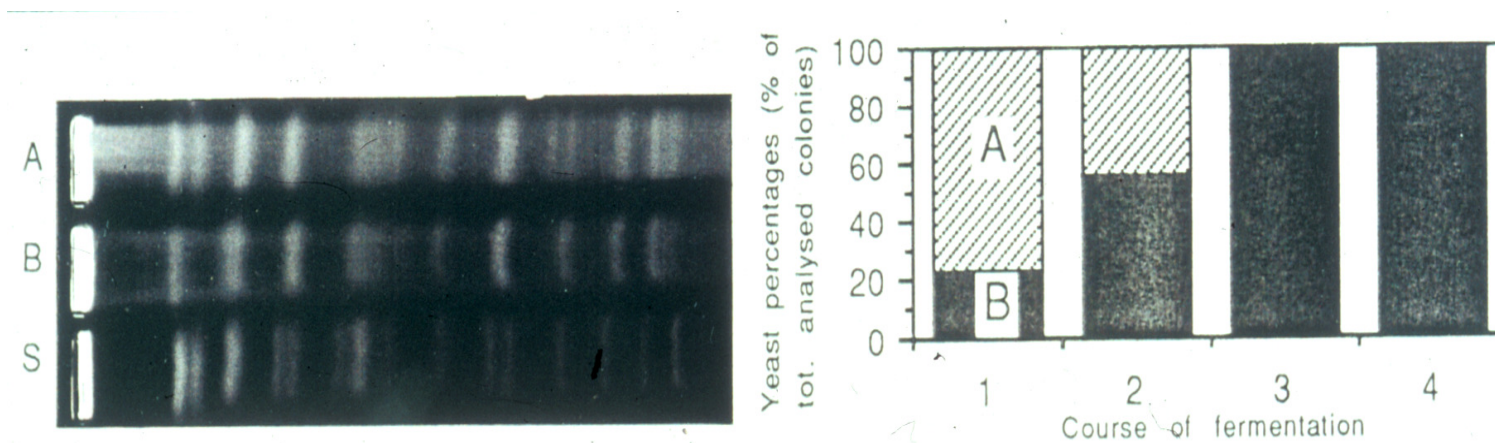


# Populationsdynamik der Hefearten und Hefestämme während einer Spontangärung





## Mischen von zwei kommerziellen Reinzuchthefen zum Simulieren einer Spontangärung





## Der Einsatz von Hefen:

Weinhefen als Trockenhefe 2'500. t ~250 – 300 Stämme;

Bierhefen als Trockenhefe 150 t ~40 Stämme;

Backhefen als Frischhefe 2.8 Millionen t ~40 bis 50 Stämme.







# Erzeugung von unterschiedlichen Weinaromen, wenn der Traubensaft mit unterschiedlichen Reinzuchthefen vergoren wird

ZUSAMMENFASSUNG DER SENSORISCHEN DATEN

	OENOFERM	UYAFERM CS2	LEVULINE C19	Wädenswil W27
Farbe	hellgelb	hellgelb	hellgelb	hellgelb
Geruch	verhalten leicht fruchtig leicht chemisch	verhalten leicht fruchtig Schwefeldioxid	fruchtig sauber leicht hefig	fruchtig würzig Schwefeldioxid
Geschmack	sauer herb bitter	sauer wässrig brandig leicht herb	ausgewogen leicht bitter	sauber harmonisch leicht bitter leicht herb
Gesamthalt	schlecht bis mittel	mittel bis schlecht	mittel bis gut	mittel bis gut





# Mögliche Einflussfaktoren für das Auftreten von **Gärstockungen**

- Spritzmittel und -plan
- Nährstoffe für Pflanzen und Mikroorganismen
- Rebberg z.B. Bodenarbeiten, Erziehungssystem usw.
- Saft z.B. Qualität des Traubenmaterials
- Wassermanagement im Rebberg
- Hefebeimpfung: genügend aktive erwünschte Hefe
- Gärführung z.B. Temperatur
- Essigsäurekonzentration  $> 1.0$  g/L
- usw.



# Ursachen für Gärstockungen am Ende der Weinbereitung in Weinen mit Restsüsse

## Tiefes Glukose - Fruktose - Verhältnis kleiner als 0.1

- Weine **ohne** Gärstockungen: Glukose-Fruktose-Verhältnis **> 0.1**

Glucose (g/L)	Fructose (g/L)	GFV*
0.18	0.05	3.60
0.19	0.06	3.17
0.30	0.13	2.31

- Weine **mit** Gärstockungen: Glukose-Fruktose-Verhältnis **< 0.1**

Glucose (g/L)	Fructose (g/L)	GFV*
1.6	16.8	0.10
0.8	12.5	0.06
0.0	9.4	0.00

\*GFV = Glucose – Fructose - Verhältnis



# Eine Ursache für Gärstockungen: $GFR < 0.1$

Normal verlaufende Gärung  $GFR > 0.1$

*Fructose Zugabe*

*Glukose Wegnahme*



Gärstockung  $GFR < 0.1$

*Fructose Wegnahme*

*Glukose Zugabe*

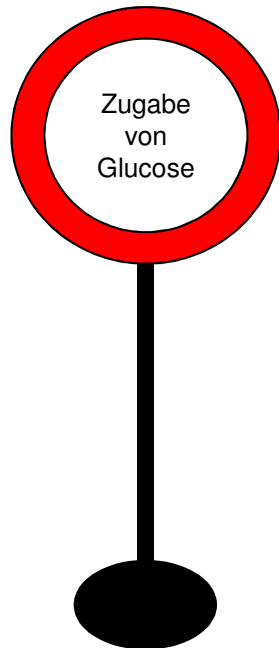


Normal verlaufende Gärung  $GFR > 0.1$

Schütz and Gafner, 1993, Sluggish alcoholic fermentation in relation of the glucose-fructose ratio.  
Chem. Mikrobiol. Technol. Lebensm. 15; 73-78.



# Neustart von Gärstockungen durch Erhöhen des Glucose-Fructose-Verhältnisses, wenn alle Massnahmen wie Erwärmen auf 22 °C zur Aufhebung von Gärverzögerungen nicht geholfen haben (97%)



**WELTWEIT  
VERBOTEN!**

- Verwendung einer fructophilen Hefe:  
*Candida stellata*  
*Zygosaccharomyces bailii*



# Geschichte von Fructoferm W3



## Fructoferm W3

Fructophile Weinhefe, aus der Natur selektioniert



Fructoferm W3 ist nicht mehr im Verkauf

**Fructoferm W3** (*Zygosaccharomyces bailii*) kann erfolgreich Gärstockungen, die auf einem GFR < 0.1 basieren, kurieren - sicher wurden über 500'000 Liter Wein mit der Hefe kuriert.

### Vorteil:

- kann durch den Fruktoseabbau das GFR erhöhen:

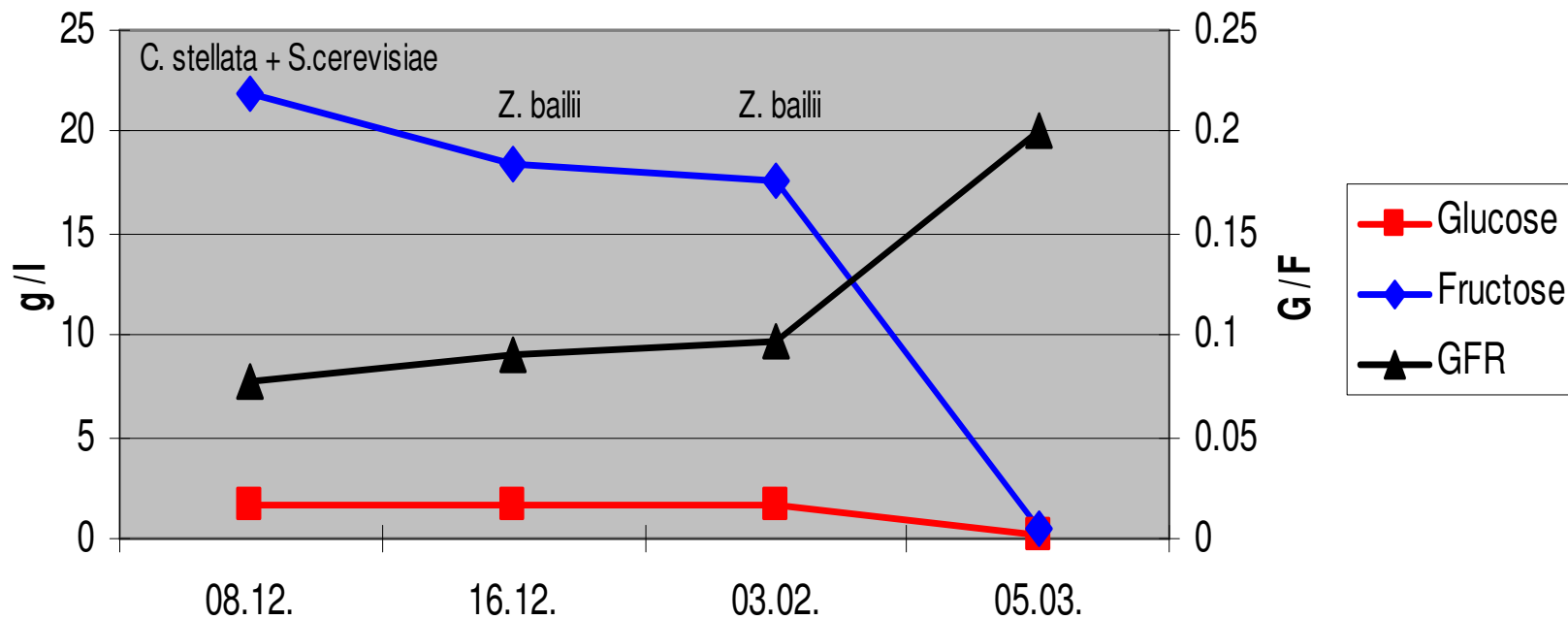
### Nachteile:

- nicht gärfähig,
- kann nicht mit Weinhefen im Traubensaft eingesetzt werden,
- muss sobald das GFR > 0.1 mit einer gärfähiger Hefe zu Ende vergoren werden,
- Prozedere ist langwierig (mehrere Wochen bis Monate).



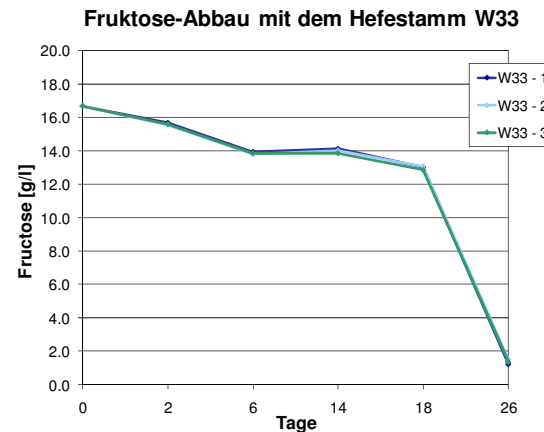


# Blauburgundern Blanc de Noir 6000 L





# Geschichte von Fructoferm W33



**Fructoferm W33** (*Saccharomyces cerevisiae*) kann erfolgreich Gärstockungen, die auf einem GFR < 0.1 basieren kurieren und kann zum Verhindern von Gärstocken eingesetzt werden.

## Vorteile:

- kann das GFR erhöhen auch wenn es unter 0.1 ist
- ist gärfähig, hat sehr ähnliche Gäreigenschaften wie Lalvin W15
- kann als Weinhefe im Traubensaft eingesetzt werden

## Nachteile:

- muss vom glucophilen in den fructophilen Zustand „switchen“
- kann zwei bis drei Wochen glucophil bleiben, bevor sie „switched“



# Isolierung von *Saccharomyces cerevisiae*

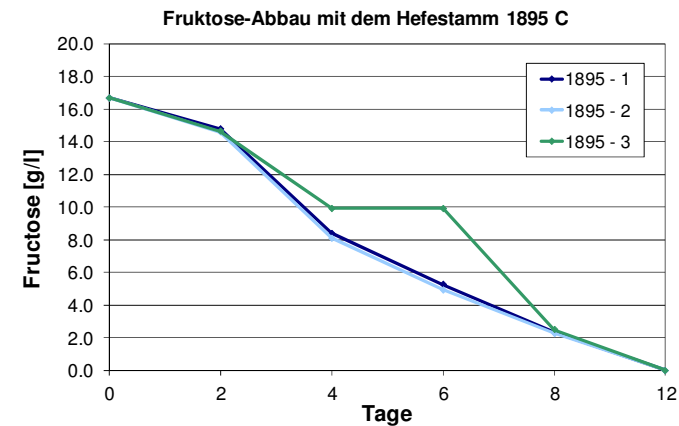
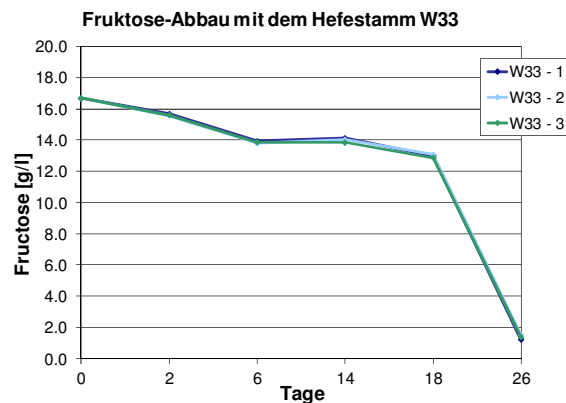
aus verschiedenen  
Weinernten:  
1895 (A,B,C) 1935 (A, B)  
und 1962

Die Hefe 1895 C  
aus der Ernte  
1895





# Abbau der Fruktose durch *Saccharomyces cerevisiae* (Fructoferm W33 und 1895 (1895C))



**Die «alten» Hefen: 1895A, 1895B, 1895C, 1935A, 1935B und 1962** können erfolgreich Gärstockungen, die auf einem GFR < 0.1 basieren kurieren und kann auch zum Verhindern von Gärstocken eingesetzt werden, weil diese Hefen schon im Traubensaft eingesetzt werden können.



### Chardonnay 6'000 L mit Gärstockung (9 Tage)

Datum	Gluc. g/l	Fruc. g/l	Gs g/l	pH	Ws g/l	Äs g/l	Ms g/l	Es g/l
12.01.2009	1.3	23.3	10.2	3.4	5.9	5.8	1.0	0.5
21.01.2009	0.0	0.1	6.1	3.7	3.6	0.1	3.4	0.4

### Müller-Thurgau, Riesling-Silvaner oder RieslingxMadeleine Royale 4'300 L mit Gärstockung (5 Tage)

Datum	Gluc. g/l	Fruc. g/l	Gs g/l	pH	Ws g/l	Äs g/l	Ms g/l	Es g/l
05.12.2008	0.2	6.0	7.0	3.1	3.5	2.5	0.2	0.0
10.12.2008	0.1	1.1	5.1	3.3	3.4	0.0	2.1	0.2

### Sauvignon blanc 2'300 L mit Gärstockung (20 Tage)

Datum	Gluc. g/l	Fruc. g/l	Gs g/l	pH	Ws g/l	Äs g/l	Ms g/l	Es g/l
19.12.2008	3.4	40.9	6.8	3.2	5.1	1.3	1.0	0.6
08.01.2009	0.0	2.2	5.2	3.4	3.2	0.4	2.7	0.5





# Eigenschaften von der Hefe 1895C

- Gärt kontinuierlich aber nie stürmisch, darum keine übermässige Temperaturerhöhung
- Kann selbst bei GFV  $< 0.1$  weitergären - andere Weinhefen nicht
- Gärt selbst bei Essigsäurekonzentration  $> 1$  g/L weiter - andere Weinhefen nicht; bildet selbst keine erhöhte Essigsäure
- Bildet nur ein Drittel der Biomasse von andern Weinhefen, das heisst in einem Tank von 2'500 Liter bildet sich ein Hefedepot von 15 bis 20 Liter
- Achtung, wenn der biologische Säureabbau parallel zur Endvergärung läuft, steht die alkoholische Gärung bei allen Weinhefen still
- 1895C neigt kaum zur Bockserbildung. Bitte keine Gärstörung oder Gärstockung belüften; das kann Bockser geben. Aber: vor der Mitte der alkoholischen Gärung ist Belüftung zur Bildung von Biomasse und verhindern von reduktiven Noten angebracht. Achtung der Tresterkuchen bei der Rotweinproduktion muss herunter gestöpselt werden.
- Zugabe von Stickstoff oder andern Nährstoffen nützt bei Gärstockungen, die auf einem GFV  $< 0.1$  basieren nichts. Ausser wenn der Saft schon zu stark endschleimt wurde
- 1895C wurde auch schon erfolgreich in Brennereien eingesetzt



Lalvin W15 bildet mehr Glycerin (Folie 15) und Bernsteinsäure (Folie 16) dadurch ist eine pH-Senkung von 0.2 bis 0.5 während der alkoholische Gärung möglich☺

Lalvin W27 und Lalvin W46 (wird nicht mehr verkauft) haben sehr ähnliche Eigenschaften. Sie zeichnen sich durch eine langsame Angärphase aus, aber sie sind dann absolut dominant. Beide Hefen ergeben akzeptable Weine bei einer Gärtemperatur von 10 °C (Folie 14)☺



# Die beiden Hefen, die bei einem Glukose Fruktose Verhältnis kleiner als (<) 0.1 noch weiter gären können 😊

