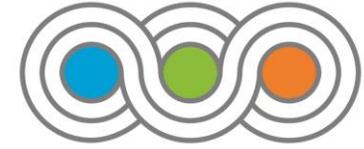




# Die Gärkühlung und das Weinaroma: Bedeutung von Hefegabe, Gärsteuerung und -automatisierung

Dominik Durner

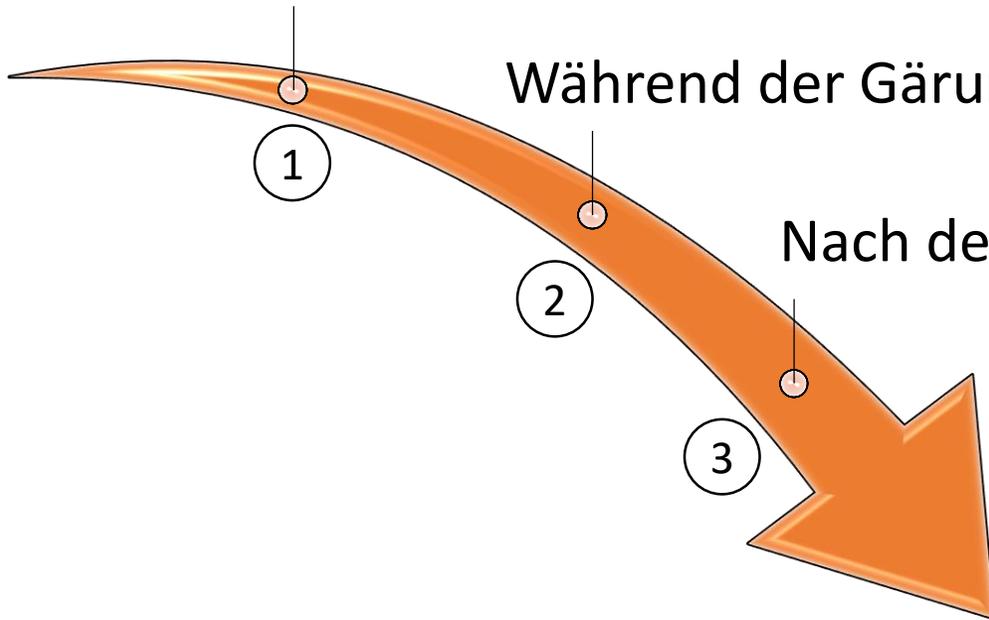


# In drei Schritten zum Ziel

Vor der Gärung: Mostvorklärung, Hefeansatz und Hefevermehrung

Während der Gärung: Kontrolle/Steuerung von Temperatur und Nährstoffen

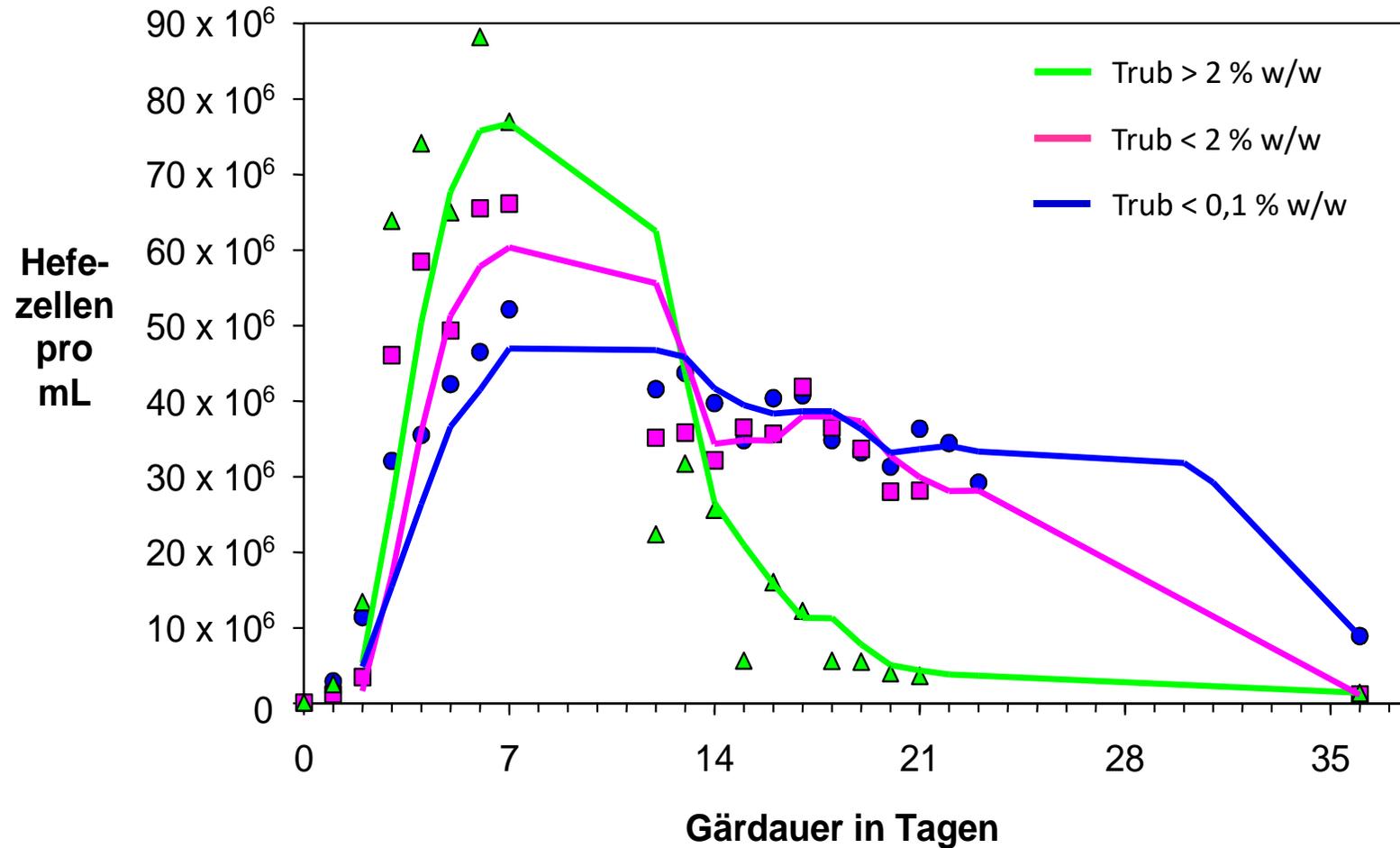
Nach der Gärung: Schutz vor Oxidation und Kontamination

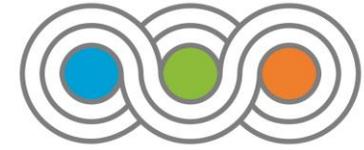




# ① Mostvorklärung

Entwicklung der Hefezellzahl während der Gärung eines Rieslings bei 15°C in Abhängigkeit des Trubgehalts (n=2)





# ① Mostvorklärung

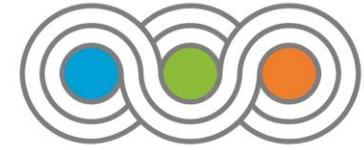
## pro und contra

### Pro

- geringerer Kühlaufwand
- geringerer Verlust an Aromastoffen
- geringerer Bedarf an SO<sub>2</sub>
- geringeres Hefedepot
- kleinerer Gärraum
- weniger Bockservorläufer
- weniger Faul-, Grau- und Schimmeltöne bei faulem Lesegut
- keine Aktivität von Milchsäurebakterien
- bessere Filtrierbarkeit des späteren Weines

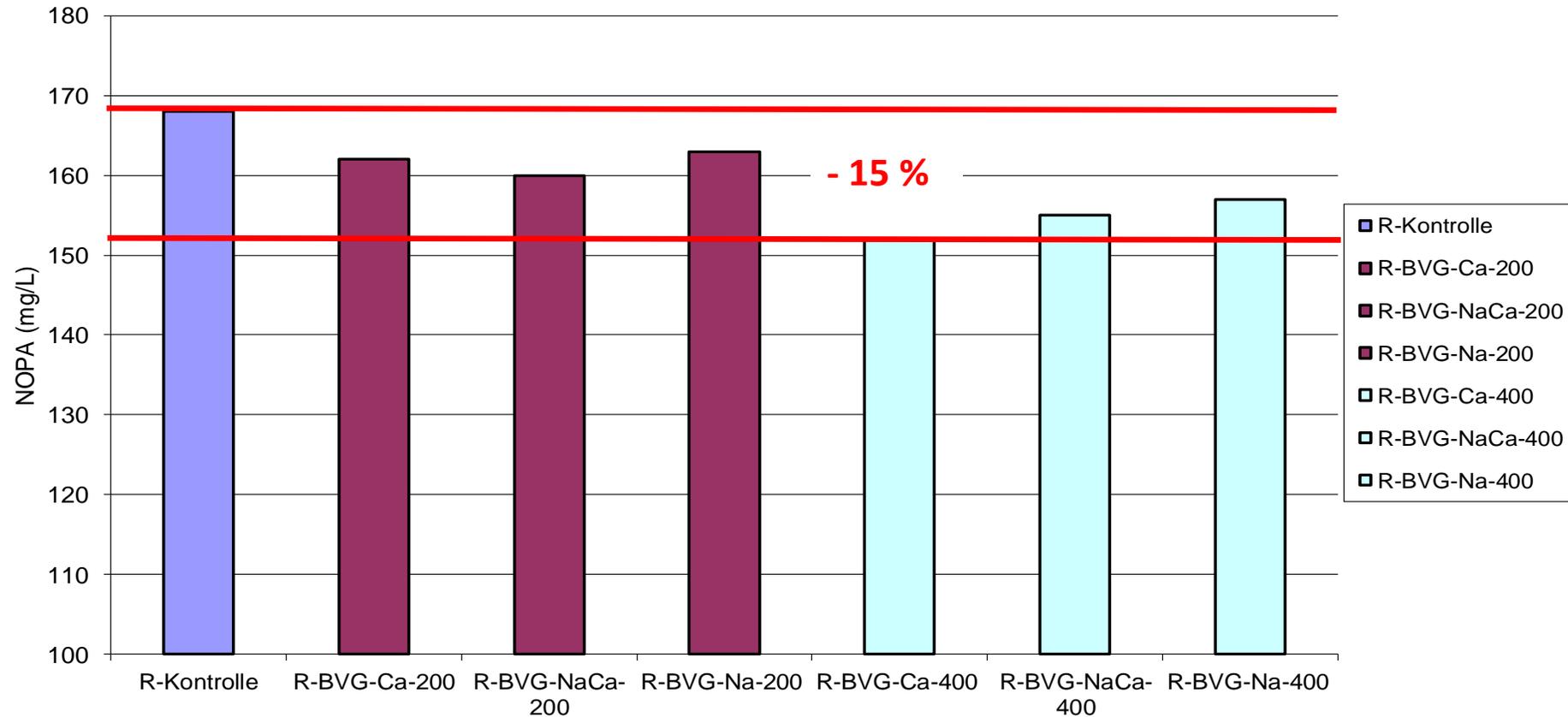
### Contra

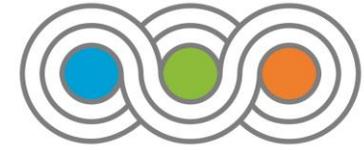
- Eingriff in die Charakteristik des Weines (Mostschönungsmittel)
- Abreicherung von Hefenährstoffen mit dem Trub
- Erhöhtes Risiko von Gärstörungen (Böckserbildung, Gärhänger)
- Aromastoffvorläufer gehen mit dem Trub verloren
- Natürliche Mikroorganismen auf der Traube gehen verloren



# ① Mostvorklärung

Verlust an hefeverfügbarem Stickstoff  
durch Bentonitschönung  
im Rieslingmost (n=2)





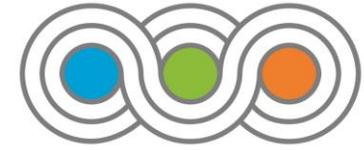
# ① Hefeansatz

## Theoretische Grundlagen

- 1 g getrocknete Reinzuchthefer enthält  $15 \times 10^9$  Hefezellen.
- Bei einer Dosage von 20 g/hL entspricht dies  $3 \times 10^6$  Hefezellen pro ml.
- Für eine sichere Gärung werden  $50-100 \times 10^6$  Hefezellen pro ml benötigt.

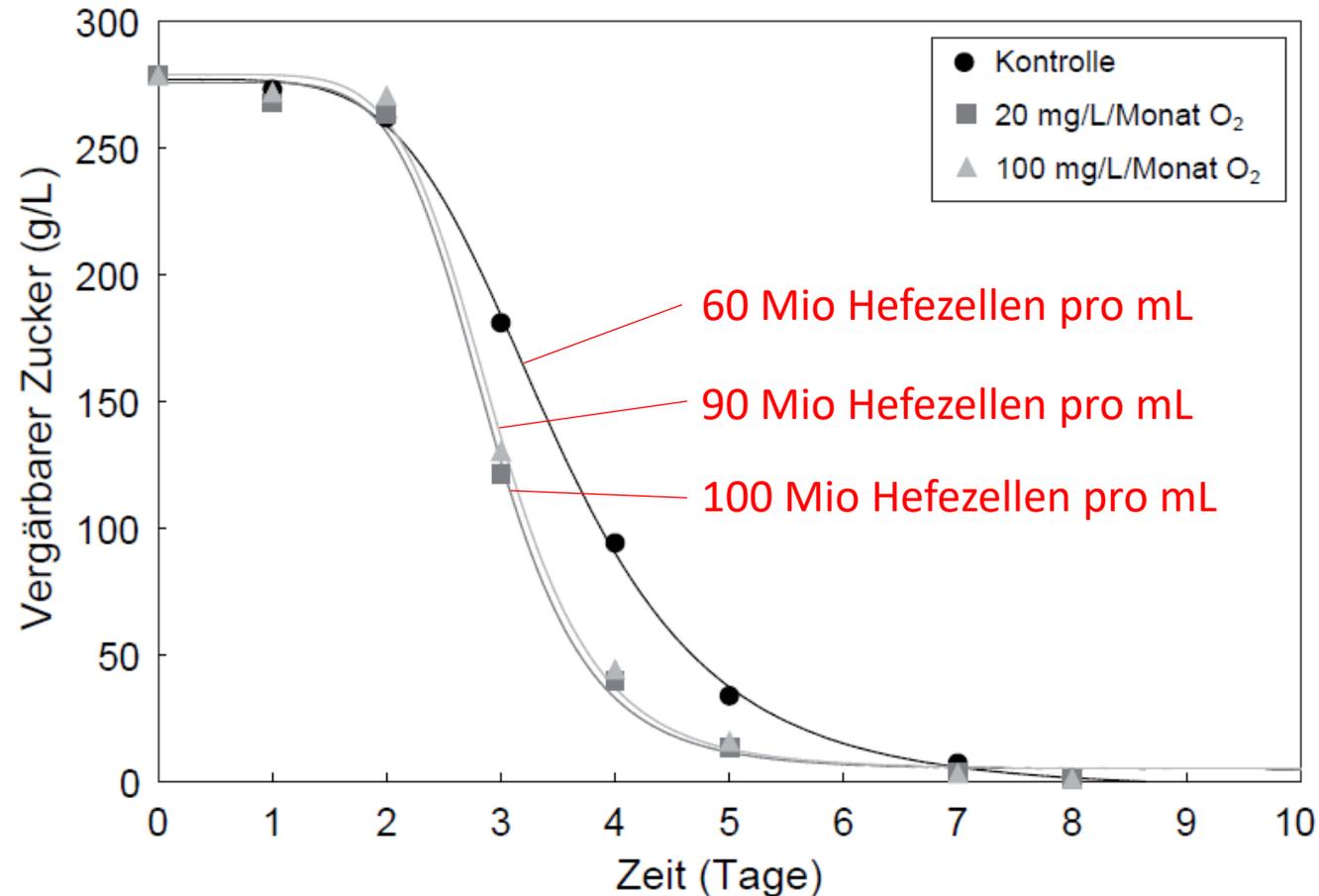
→ **Alle Hefezellen im Ansatz müssen überleben und sich 5 x verdoppeln.**

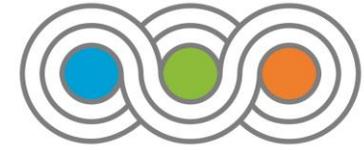
- 5 Verdoppelungen haben zur Folge, dass sich aus 20 g/hL Hefe 600 g/hL Hefe bilden.
- Für die Vermehrung braucht die Hefe:  
**Zucker, Sauerstoff, Thiamin, Pantothersäure, Alpha-Aminosäuren, Sterole und Fettsäuren**



# ① Hefeansatz

Bessere Gärleistung durch Belüftung der Hefe vor der Maischegärung eines Spätburgunders (n=3)





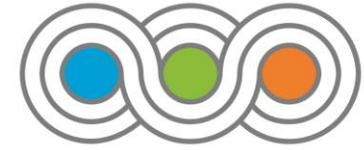
# ① Der richtige Hefeansatz

## Rehydrieren der getrockneten Reinzuchtheefe

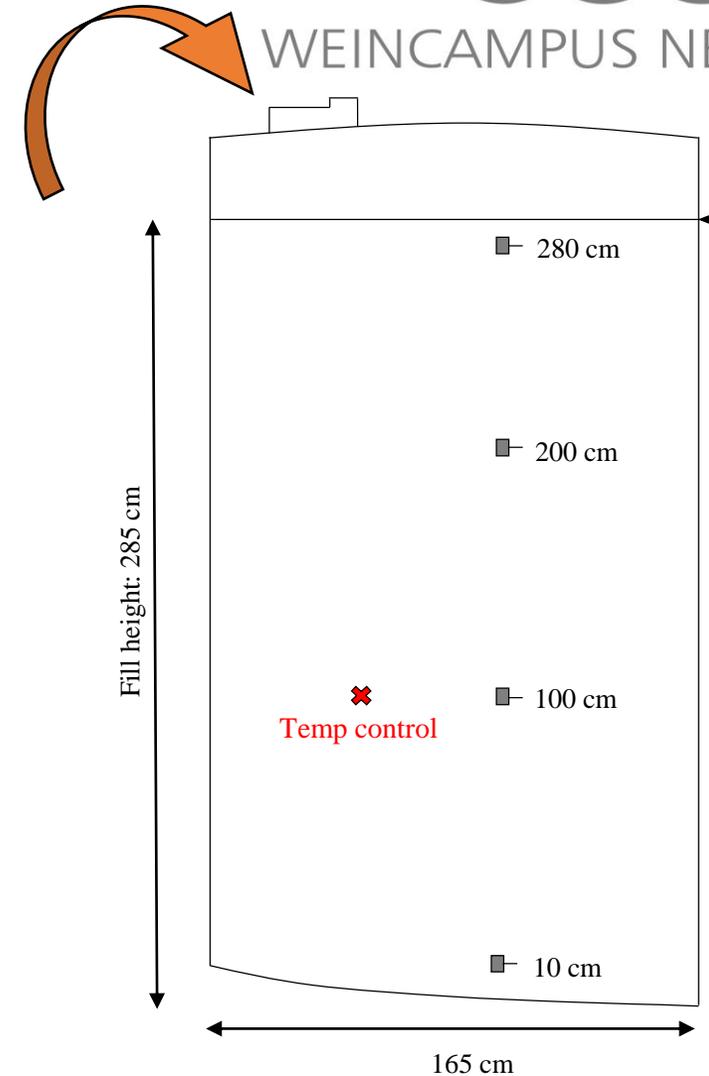
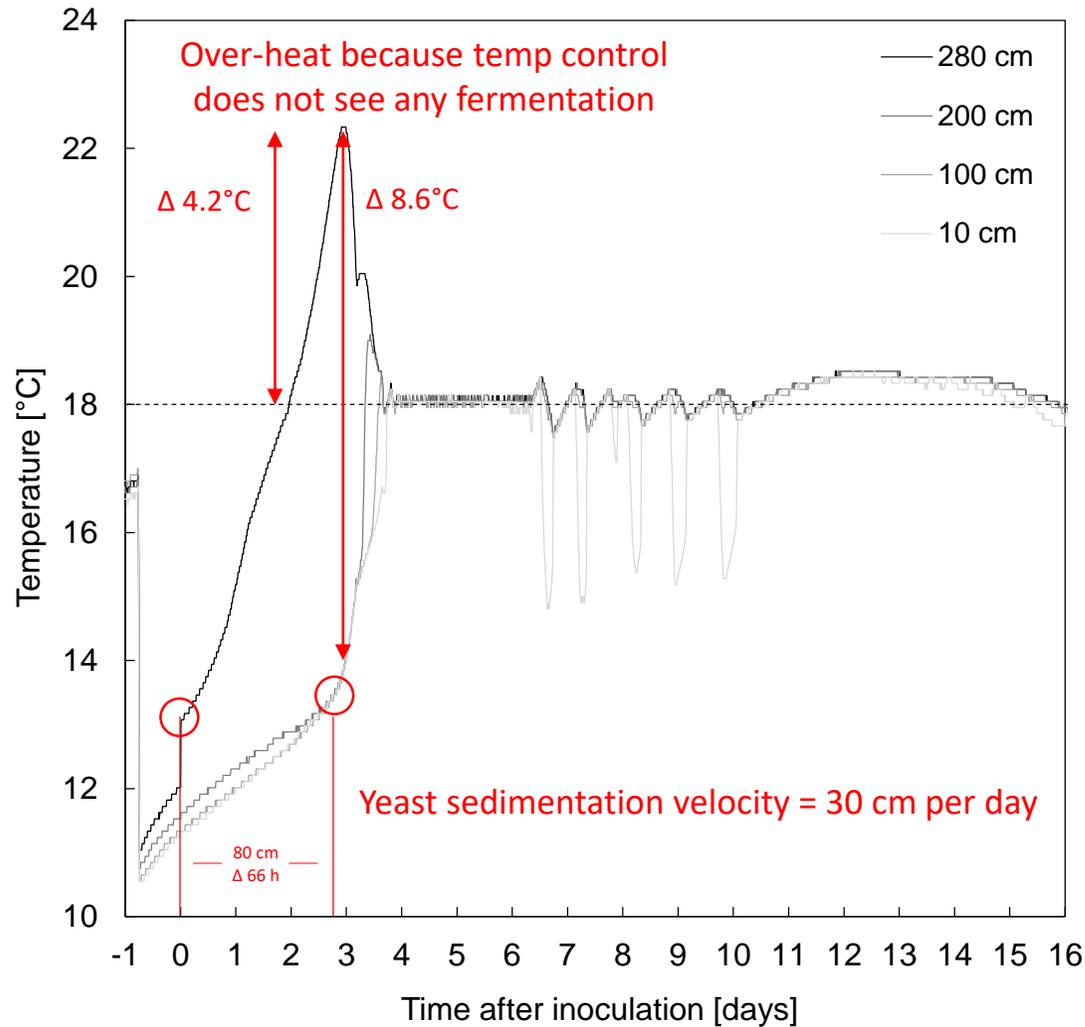
- Erforderliche Hefemenge in 10-fache Menge Wasser-Most-Gemisch (1:1) bei 30-35°C einstreuen.
- Nach 15-20 min vorsichtig umrühren und komplexen Hefenährstoff zugeben.
- Schrittweise durch Zugabe von Wasser-Most-Gemisch (1:1) auf 15-20°C abkühlen.

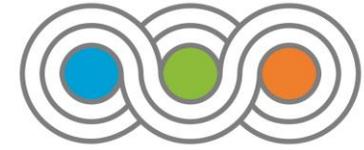
## Alternativ

- Erforderliche Hefemenge in gleiche Menge abgekochtes Wasser bei 30-35°C einstreuen.
- In mehreren Schritten (alle 15-20 min) lauwarmen Most und komplexen Hefenährstoff zugeben bis sich das Volumen verzehnfacht hat. Jedes mal vorsichtig umrühren.

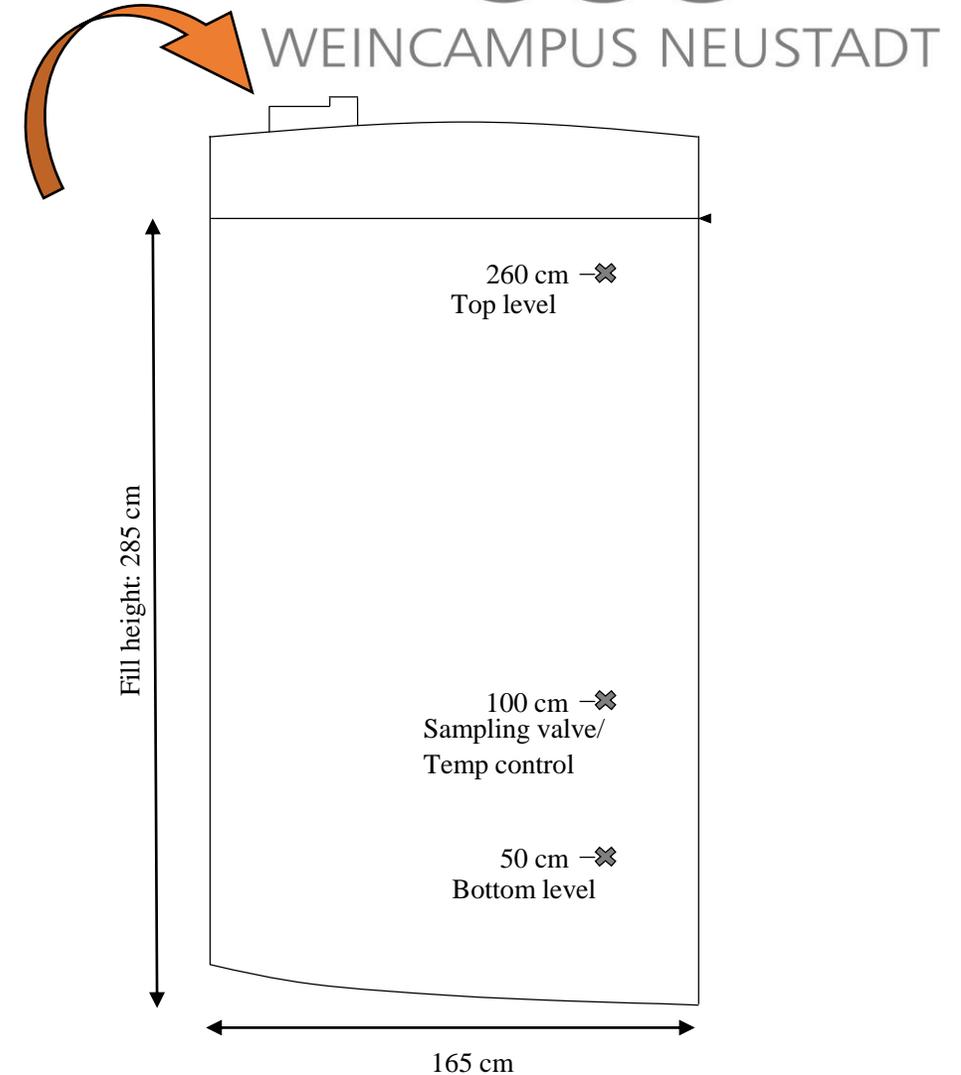
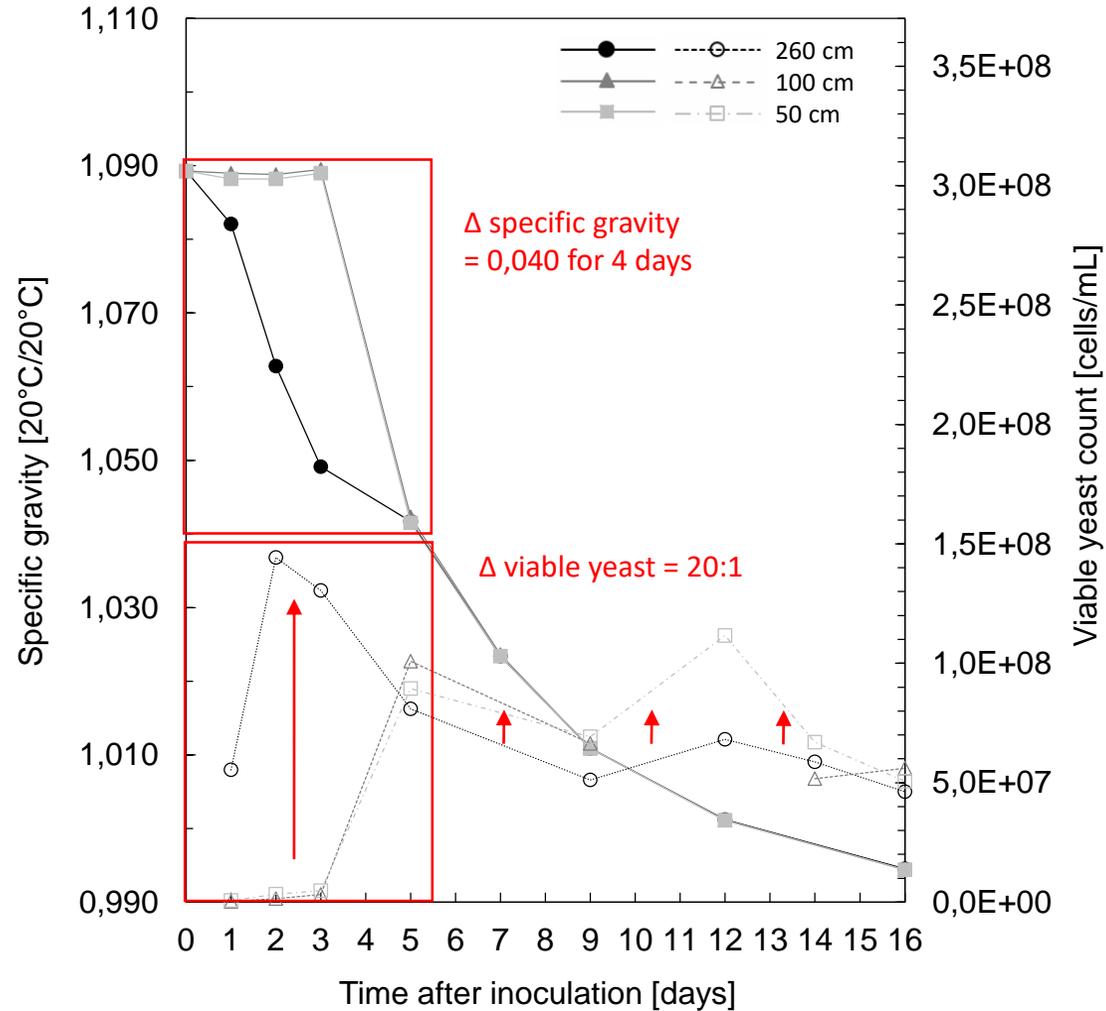


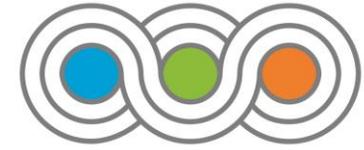
## ② Hefedosage in den Gärtank





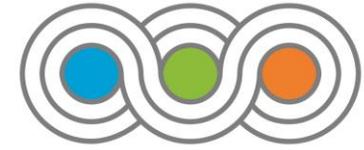
# ② Hefedosage in den Gärtank



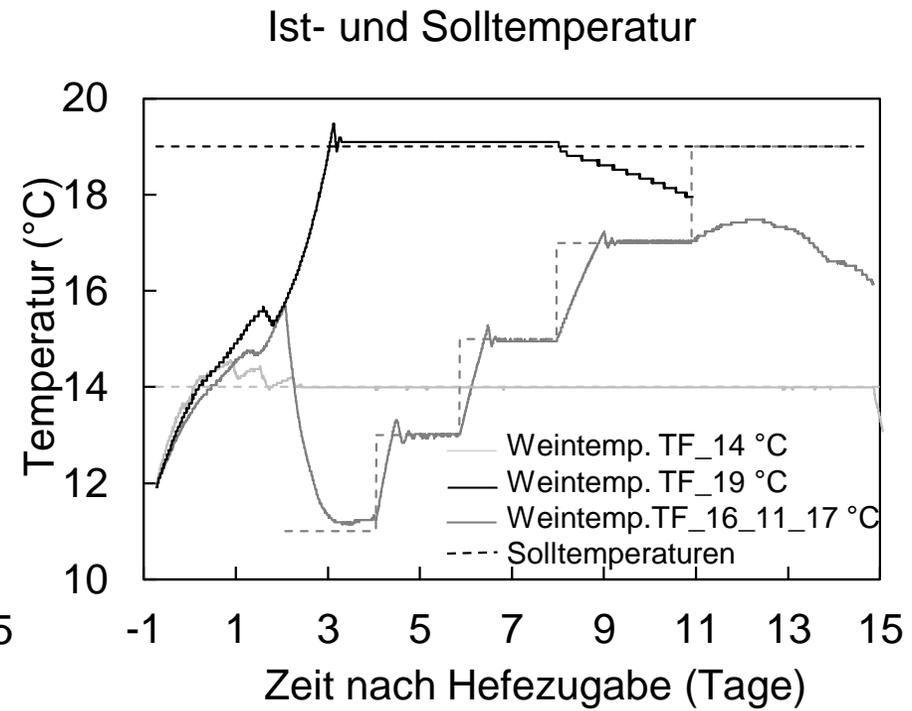
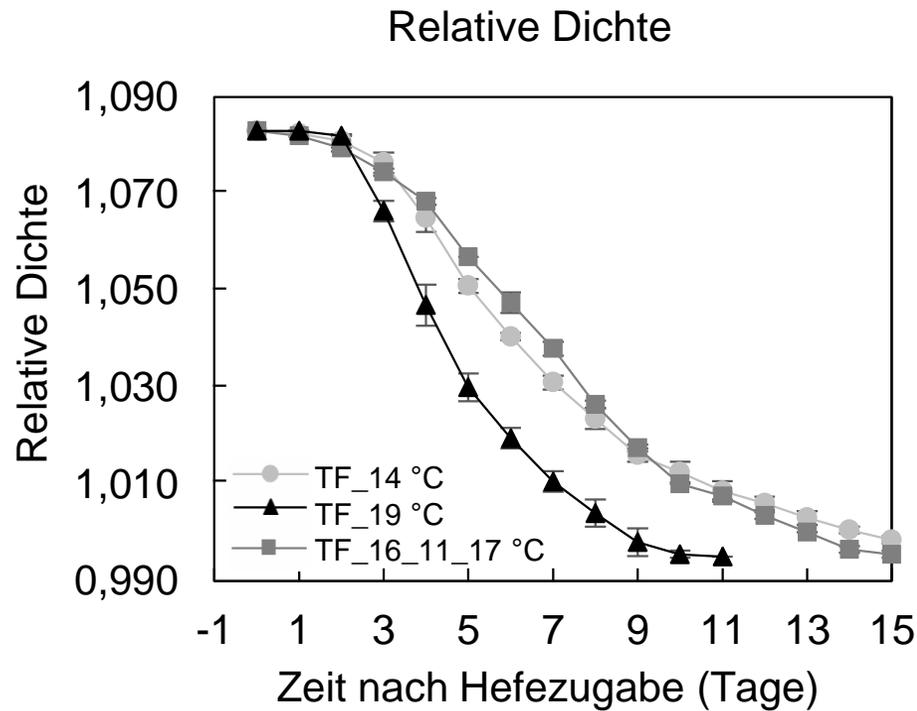


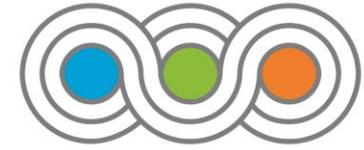
## ② Hefedosage in den Gärtank

Tank volume (L)	Stirring after inoculation	Max. difference (top-bottom)				Max. ratio (top:bottom)	Max. temp. difference (top-bottom) (°C)	Time until homogenous temperature (days)
		Specific gravity (20°C/20°C)	Acetaldehyde (mg/L)	Acetic acid (mg/L)	Pyruvate (mg/L)			
<b>2500</b>	Unstirred	-0.004	21	80	66	24:1	1.7	2.9
<b>2500</b>	Unstirred	-0.004	29	90	68	15:1	2.2	3.1
<b>7000</b>	Unstirred	-0.040	92	130	89	57:1	8.6	3.7
<b>7000</b>	Stirred	0.000	6	10	8	1:1	-0.9	0.3
<b>7000</b>	Stirred	0.000	4	10	14	0.9:1	0.3	0.6



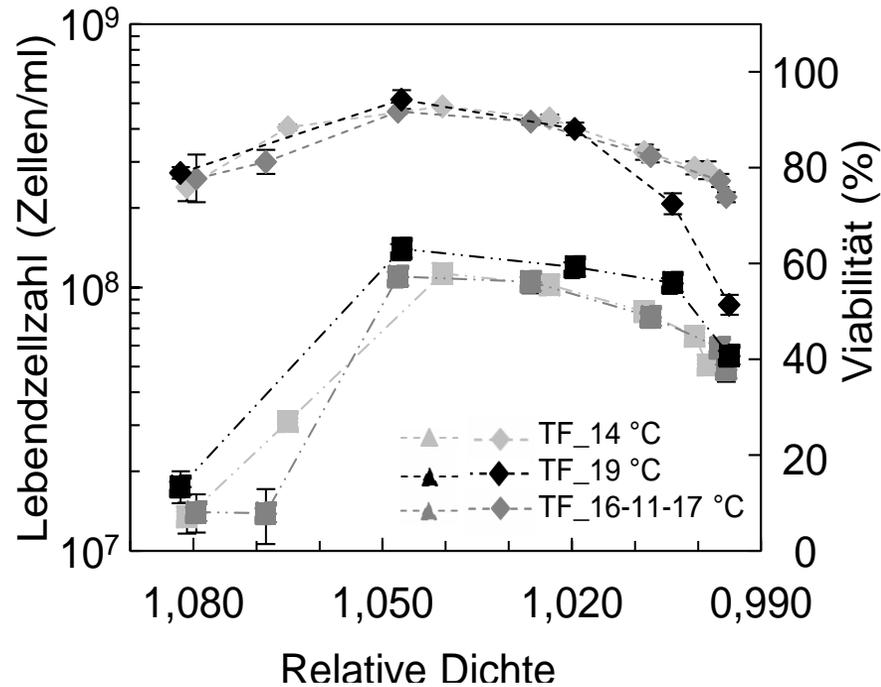
## ② Temperaturführung





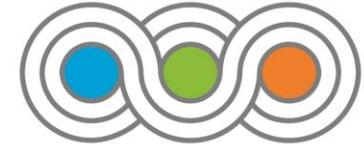
## ② Temperaturführung

Hefezellzahlen

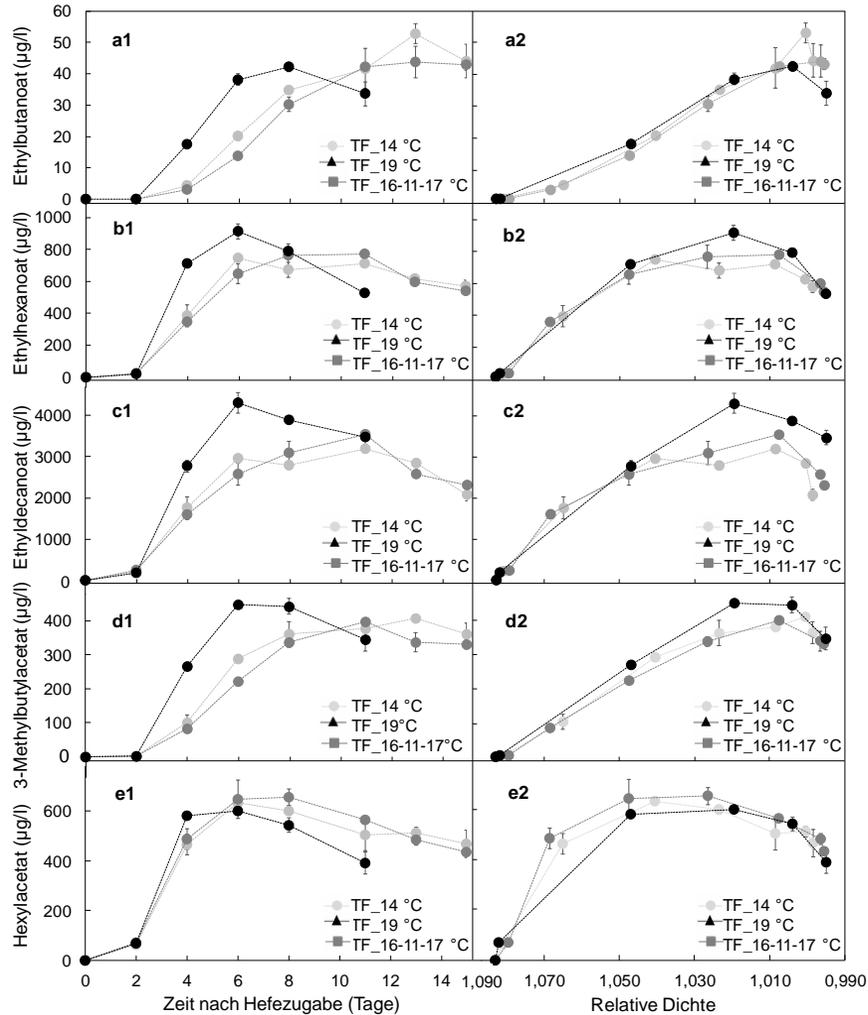


Gärnebenprodukte nach der Gärung

	Temperaturführung		
	14 °C	19 °C	16-11-17 °C
Pyruvat (mg/l)	17,8 ± 2,3 a	15,3 ± 0,01 a	25,3 ± 1,5 a
Acetaldehyd (mg/l)	30,2 ± 2,9 a	<b>20,0 ± 0,4 b</b>	29,4 ± 0,1 a
Essigsäure (mg/l)	284 ± 1,4 a	284 ± 11 a	294 ± 8,8 a



## ② Temperaturführung



Aromastoff	Konzentration in Wein (µg/l)	Geruchsschwellenwert (µg/l)	Aromadeskriptoren
Ethylbutanoat	10-1.800	20	fruchtig, Apfel
Ethylhexanoat	30-3.400	5	fruchtig, Wein
Ethyldecanoat	0-2100	200	blumig
3-Methylbutylacetat	30-5.500	30	Banane
Hexylacetat	0-4.800	2.400	süßlich, parfümig

Höhere Konzentration bei kalter Gärung

Höhere Konzentration bei warmer Gärung

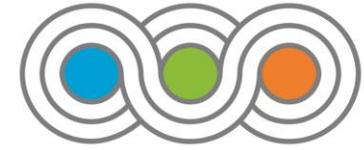
Unabhängig von der Gärtemperatur



## ② Temperaturführung

Energieeinsparung durch  
wärmere Gärung bei vier  
verschiedenen Hefen

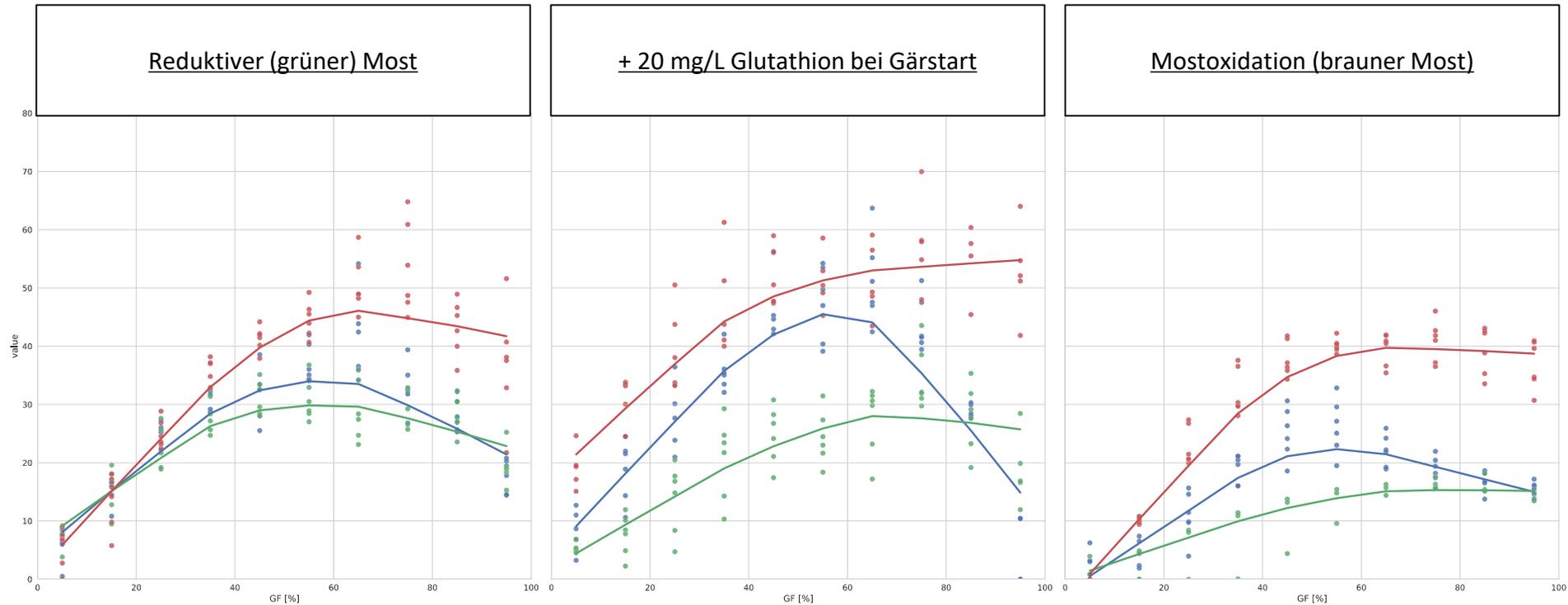
	$Q_{K\ddot{u}hlung}$ pro 1000 l <sub>Wein</sub> (kWh)		Reduzierung $Q_{K\ddot{u}hlung}$ 19 °C vs. 14 °C
	TF_14 °C	TF_19 °C	
1	-36,4 ± 5,0	-10,2 ± 1,6	72 %
2	-205,5 ± 20,0	-15,6 ± 2,2	92 %
3	-40,0 ± 6,8	-13,7 ± 0,7	66 %
4	-112,2 ± 7,8	-3,3 ± 0,2	97 %



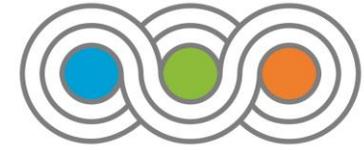
## ② Gärsalz

Einfluss von Stickstoff auf die  $H_2S$ -Bildung während der Gärung eines Rieslings

blaue Linie: Kontrolle; rote Linie: 40 g/hL inaktive Hefe bei Gärstart; grüne Linie: 50 g/hL DAP bei Gärstart



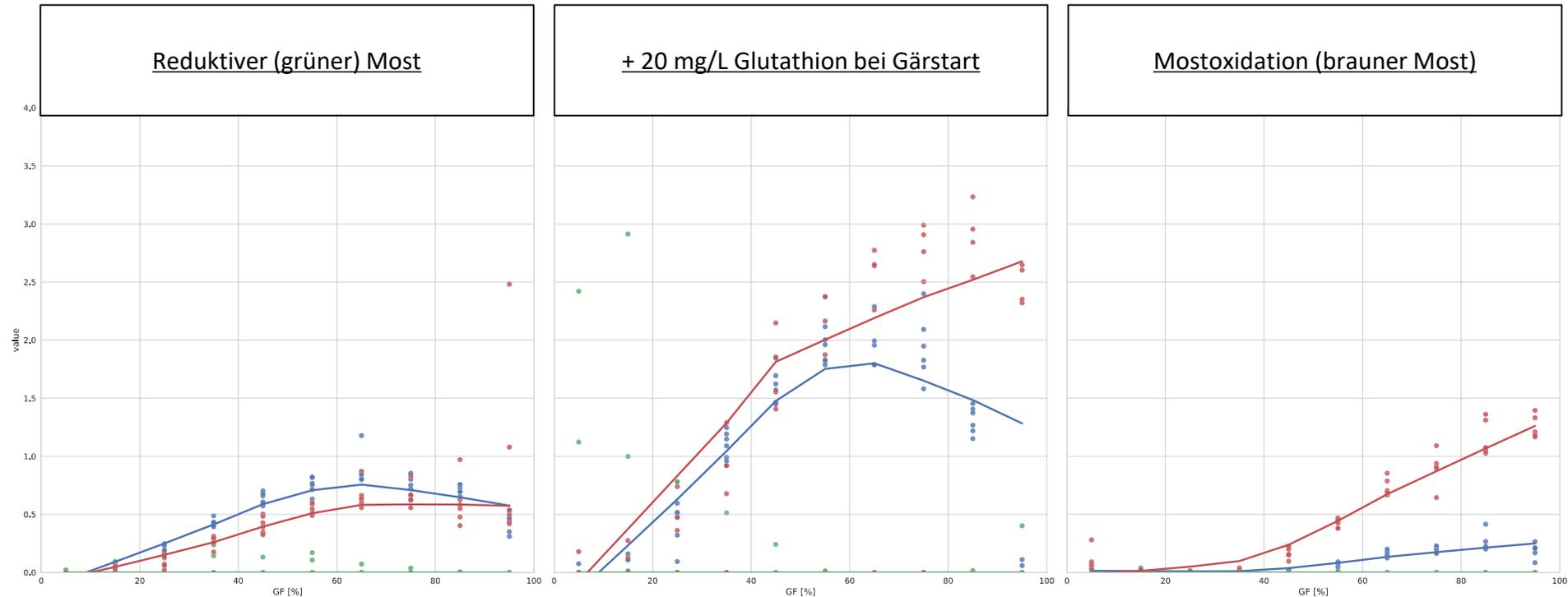
B-Splines für n=6 normiert über den Gärfortschritt von 0 bis 100 %



## ② Gärsalz

Einfluss von Stickstoff auf die Bildung von **Ethylthioacetat** während der Gärung eines Rieslings

blaue Linie: Kontrolle; rote Linie: 40 g/hL inaktive Hefe bei Gärstart; grüne Linie: 50 g/hL DAP bei Gärstart

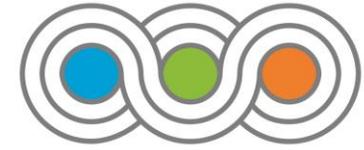


B-Splines für n=6 normiert über den Gärfortschritt von 0 bis 100 %



## ③ Nach der Gärung

- Keine Bildung von  $\text{CO}_2$  mehr  
→ die Weinoberfläche ist anfällig für Oxidation
- Die Enzymwirkung (v.a. Dehydrogenasen, Co-Enzyme) der Hefen kommt zum Erliegen  
→ Bildung von Acetaldehyd
- Die Hefen stellen keine Konkurrenzflora mehr dar  
→ Kahlmhefen, Milchsäurebakterien, Essigsäurebildner u.a. finden gute Wachstumsbedingungen in Wein



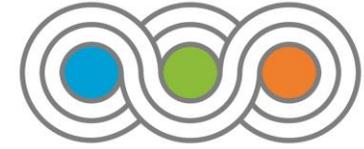
## ③ Nach der Gärung

- Keine Bildung von CO<sub>2</sub> mehr  
→ die Weinoberfläche ist anfällig für Oxidation

**Die Überlagerung nicht-voller Tanks mit Inertgas (N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, Ar) erzielt kaum Erfolge.**

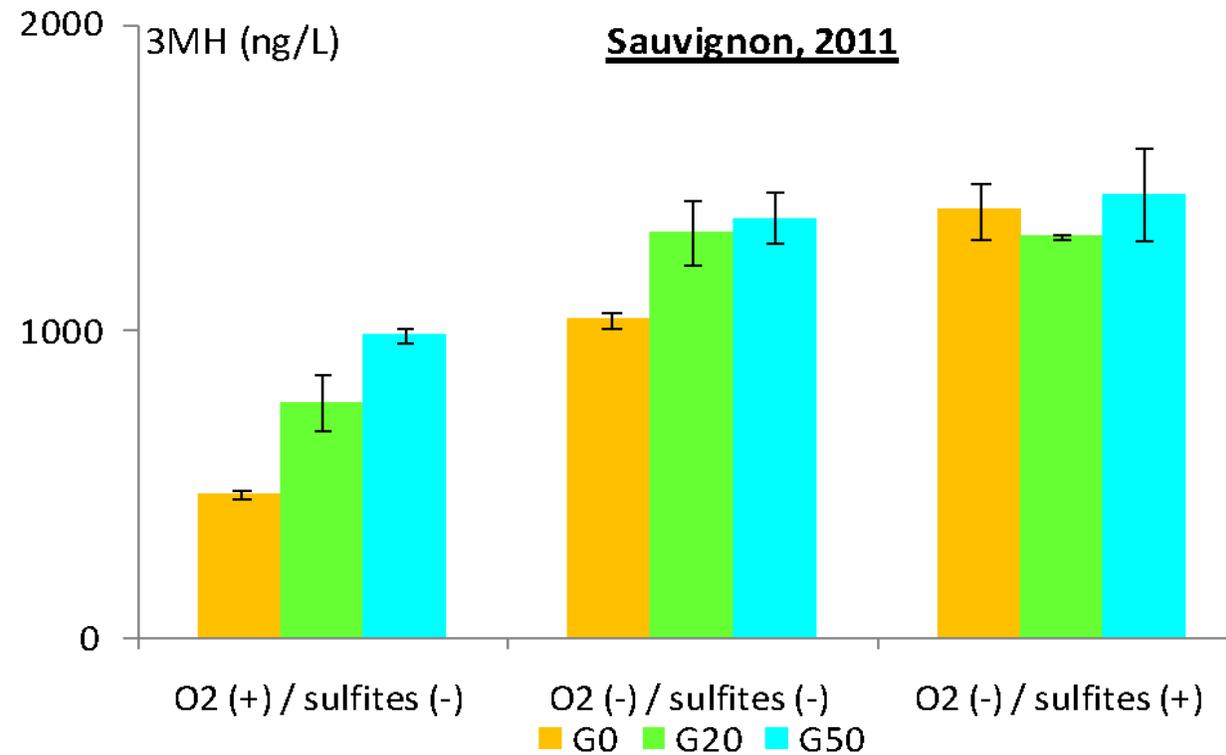
**Die spundvolle Lagerung von Jungwein in hohen, desinfizierten Tanks ist das beste Mittel, um Oxidation und Kontamination zu vermeiden.**

**Je kühler der Jungwein, desto weniger Gefahr einer Oxidation und Kontamination.**



### ③ Hefelager

Einfluss von **Glutathion** auf  
3-Mercaptohexanol in Sauvignon blanc

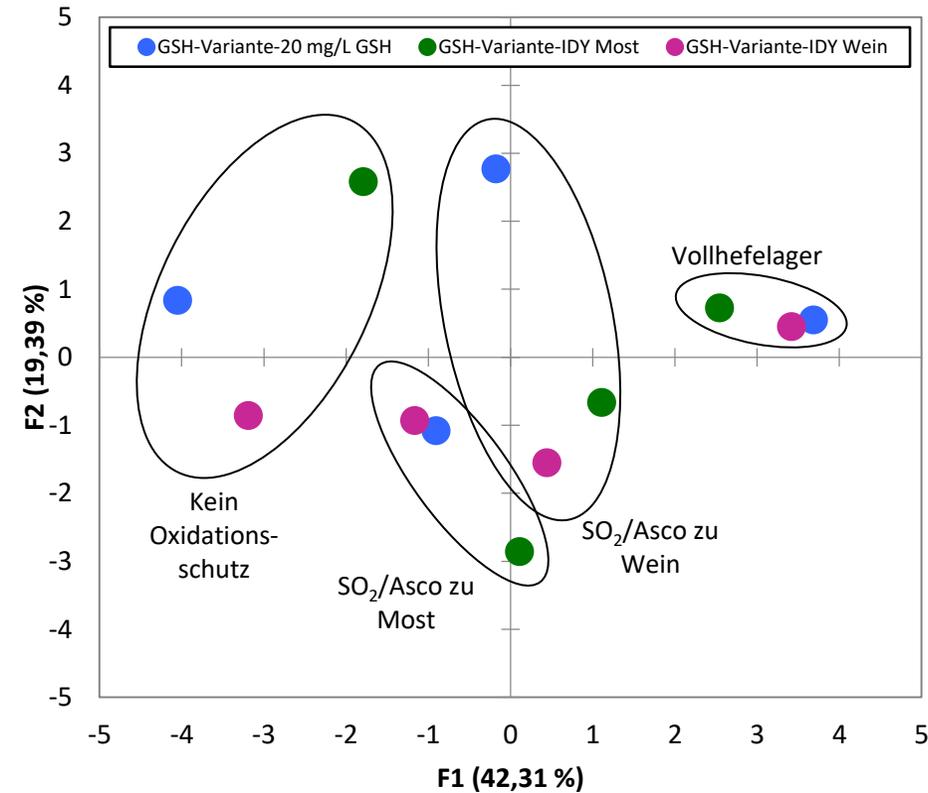
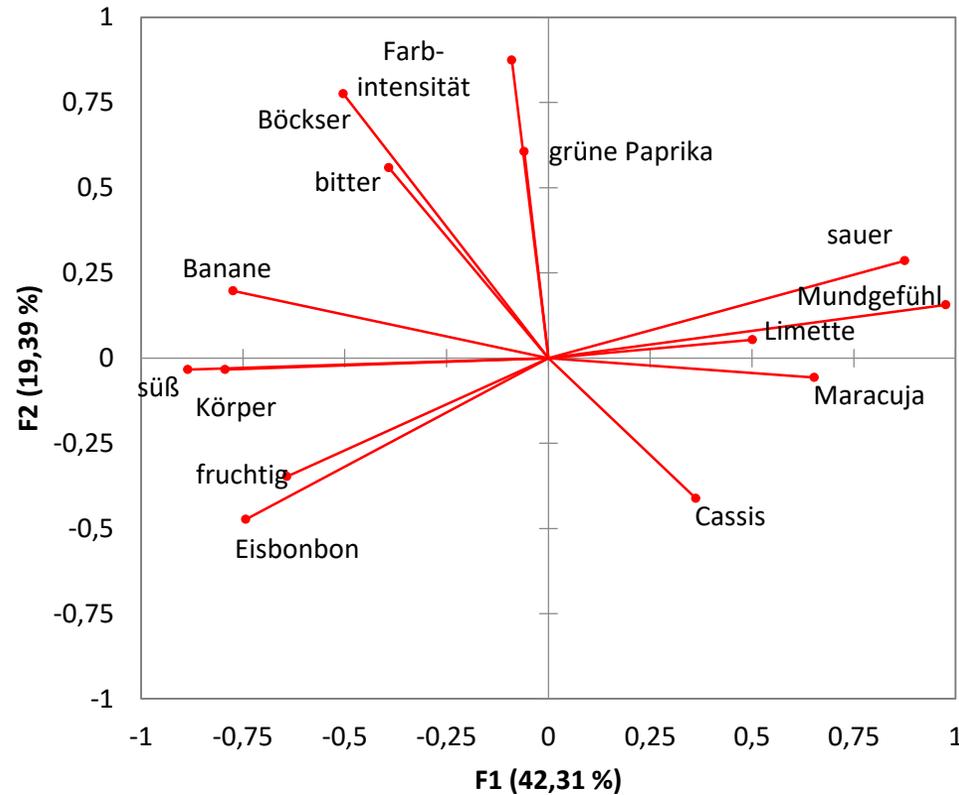


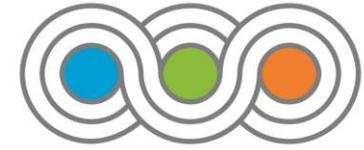
Quelle: Dubourdiou D., Lavigne V. (2004)



# ③ Hefelager

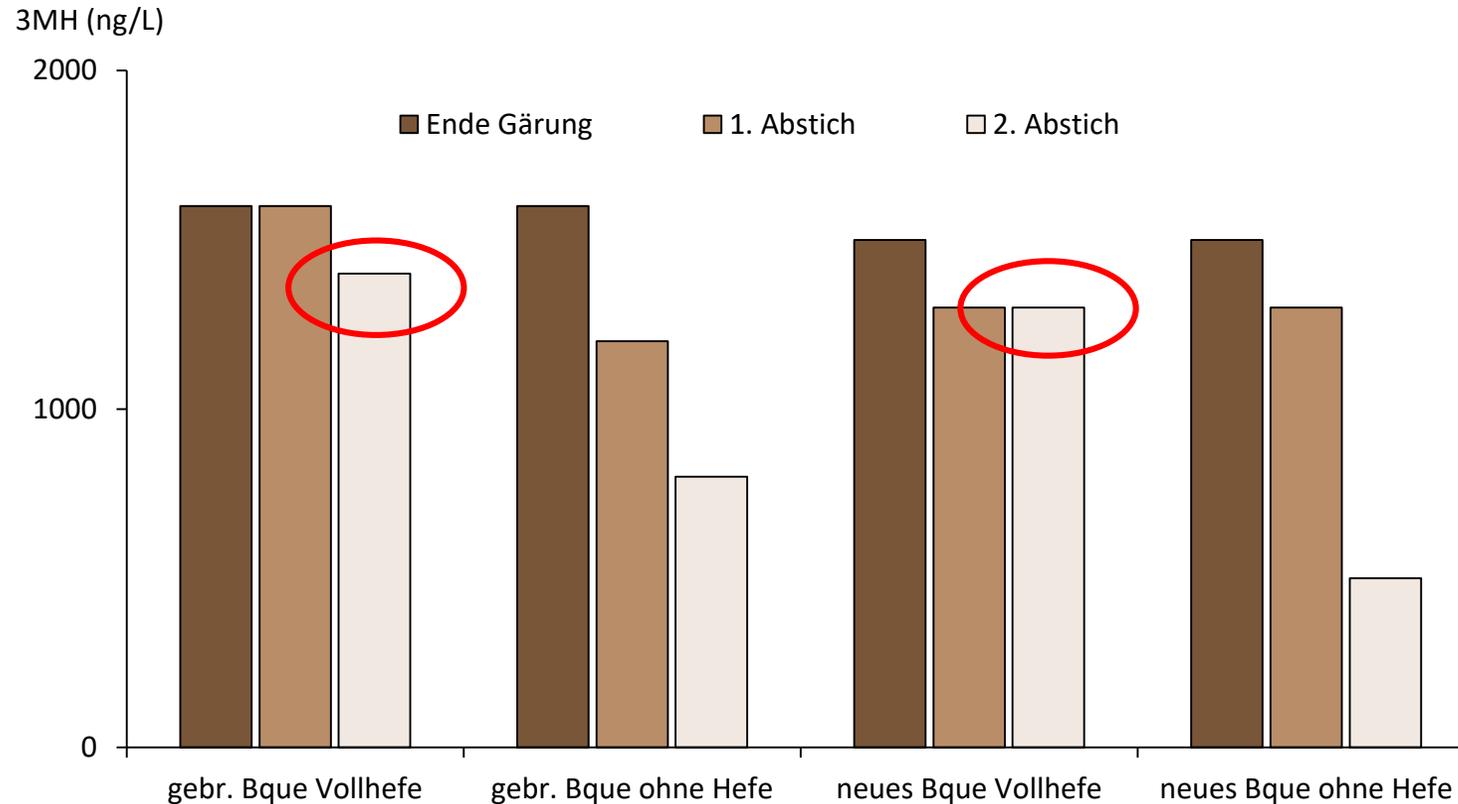
Einfluss des **Vollhefelagers** auf die Rebsortencharakteristik von Sauvignon blanc



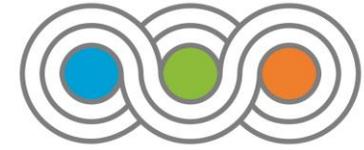


### ③ Hefelager

Einfluss des **Vollhefegers** auf  
3-Mercaptohexanol in Sauvignon blanc

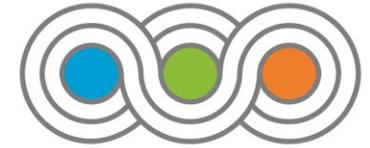


Quelle: Charrier, F., Davaux, F., Cayla, L. and Schneider, R. (2014)



# Zusammenfassung

1. Die Mostvorklärung beeinflusst die Gärung massiv. Eine zu starke Mostvorklärung macht Weine uniform und es besteht die Gefahr von Gärstörungen. Die Temperatur während der Gärung könnte zukünftig in Abhängigkeit der Trübung gesteuert werden.
2. Der Begriff „Hefenährstoff“ ist irreführend. Für den Hefeansatz werden komplexe Nährstoffe benötigt, die das Wachstum der Hefezellen stimulieren. Während der Gärung ist DAP das Mittel der Wahl, um Bockser, Bockservorläufer und Gärstörungen zu verhindern.
3. Der vitale Hefeansatz muss in den Most eingerührt werden. Eine Zugabe des Hefeansatzes von der Tankoberfläche reicht nicht aus.
4. Höhere Gärtemperaturen sind energieschonend und fördern die Bildung/Freisetzung charakteristischer Aromen.
5. Nach der Gärung ist das spundvolle, kalte Lagern des Jungweins auf der Hefe wichtig, um stabile, saubere Weine zu produzieren.



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit