

KLIMAWANDEL UND WEINMIKROBIOLOGIE

FOKUSSIERT AUF ALKOHOLISCHE GÄRUNG

**Prof. Dr. Manfred Großmann
Hochschule Geisenheim University**

Zeichen des Klimawandels

- Anstieg der Jahresmitteltemp.
- Hitzeperioden, Dürre
- Starkregenereignisse
 - Anstieg Keimdichte auf Trauben
 - Fäulnis
- (zu) warme Temperaturen bei Traubenlese



Situation nach Traubenlese

- Mostsäure sinkt; pH-Wert steigt
- verminderte Wirkung von SO₂
- Keimdichte in Mosten und Betrieben steigt
- Zusammensetzung der Moste ändert sich:
 - Mostzucker ↑ Alkohol ↑
 - Nährstoffgehalt ↓
 - Gärprobleme ↑↑

Veränderungen der stofflichen Zusammensetzung der Trauben

„Der zuckerfreie Extrakt der Weine nimmt seit
den 80er Jahren **AB!**“

Sigler, 2016

„Dichte-Umrechnungstabellen müssen umgearbeitet werden!“ (Sigler, 2016)

Grund:

Tabellen beruhen auf einen theoretischen zuckerfreien Extraktgehalt von

30 g/l



Aktuelle Dekade: 22 g/l

Konsequenz:

Die Gewichts Differenz wird durch Mostzucker „aufgefüllt“



Mehr an Alkohol = knapp 4 g/l (ca. 0,5 % vol)

Zuckerfreier Extrakt

Welche Komponenten haben sich verringert?

→ Säuren
(Wein-, Äpfelsäure)



→ Aminosäuren



Aminosäuregehalte 1972

Tab. 18. Die Aminosäurezusammensetzung von 1972er Mosten aus „gesunden“ (ges.) im Vergleich zu gleichen, aber *Botrytis*-infizierten (faul) Beeren.

Probenart	Müller-Thurgau Heilbronn		Edelmuskat Geisenheim		Trollinger Willsbach		Ruländer Heilbronn		Müller-Thurgau Heilbronn		Riesling Geisenheim	
	ges.	faul	ges.	faul	ges.	faul	ges.	faul	ges.	faul	ges.	faul
Oechsle	59°	85°	66°	86°	74°	101°	90°	107°	65°	88°	81°	76°
Lys	24	42	40	–	52	51	87	66	58	41	48	25
His	63	51	73	70	64	45	104	52	47	66	73	32
NH ₃	62	55	62	44	47	37	62	54	47	28	64	39
Arg	701	614	1049	646	943	654	1220	872	1043	475	808	320
Asp	68	25	47	23	51	25	84	40	45	41	69	30
Thr	145	59	168	98	101	51	347	129	187	123	129	59
Ser + Amide	411	187	271	161	323	184	692	352	433	336	408	237
Glu	127	63	147	53	113	56	271	92	170	203	110	65
Pro	194	134	117	34	354	273	1875	454	460	305	647	375
Cit	36	17	54	39	81	97	279	89	43	56	64	80
Gly	16	6	7	9	12	19	21	24	11	22	12	15
Ala	223	123	133	133	302	114	389	309	165	168	126	100
Cys-s-s	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Val	89	39	77	35	33	51	224	91	143	97	137	76
Met	22	5	30	5	22	18	76	20	33	20	41	22
Ileu	70	26	77	18	74	40	199	62	133	68	137	67
Leu	103	40	102	24	92	50	284	66	195	87	178	69
Tyr	35	32	56	32	33	26	39	30	35	28	22	12
Phe	155	78	175	74	75	44	229	83	161	89	140	69
Tryp	–	2	–	–	–	2	–	–	2	–	–	–
Summe	2544	1598	2685	1498	2772	1837	6482	2885	3411	2253	3213	1692

(Dittrich, Großmann 2005)

Zusammensetzung eines künstlichen Mostes*

Substanz	Menge pro Liter
<u>Kohlenstoff-Quelle</u>	
Glucose	200g
<u>Salze</u>	
K-Tartrat	5 g
L-Äpfelsäure	3 g
Zitronensäure	0,2 g
K ₂ HPO ₄	1,14 g
MgSO ₄ ·7H ₂ O	1,23 g
CaCl ₂ ·2H ₂ O	0,44 g
<u>Mineralstoffe</u>	
MnCl ₂ ·4H ₂ O	198,2 µg
ZnCl ₂	135,5 µg
FeCl ₂	32,0 µg
CuCl ₂	13,6 µg
H ₃ BO ₃	5,7 µg
Co(NO ₃) ₂ ·6H ₂ O	29,1 µg
NaMoO ₄ ·2H ₂ O	24,2 µg
KIO ₃	10,8 µg
<u>Vitamine</u>	
Myo-Inositol	100 mg
Pyridoxin.HCl	2 mg
Nikotinsäure	2 mg
Ca-Pantothenat	1 mg
Thiamin.HCl	0,5 mg
p-amino Benzoessäure	0,2 mg
Riboflavin	0,2 mg
Biotin	0,125 mg
Folsäure	0,2 mg

Substanz	Menge pro Liter	
<u>Stickstoff-Quelle</u>		
	% Stickstoff	
Alanin	15,7	100 mg
Arginin	32,2	750 mg
Asparagin	21,2	150 mg
Asparaginsäure	10,5	350 mg
Glutaminsäure	9,5	500 mg
Glutamin	19,2	200 mg
Glycin	18,6	50 mg
Histidin	27,1	150 mg
Isoleucin	10,7	200 mg
Leucin	10,7	300 mg
Lysin	19,2	250 mg
Methionin	9,4	150 mg
Phenylalanin	8,5	150 mg
Prolin	12,2	500 mg
Serin	13,3	400 mg
Threonin	11,8	350 mg
Tryptophan	13,7	100 mg
Tyrosin	7,7	20 mg
Valin	12,0	200 mg
Diammonium-Phosphat	21,2	
<u>Lipide</u>		
Ergosterol		10 mg
Tween 80		0,5 ml

*nach Jiranek, Langridge und Henschke,1990

Mostgewicht (°Oe) und Aminosäuregehalt in den Versuchsmosten des Jahrgangs 2004

	Riesling- Traubenmost 2004 A	Riesling- Traubenmost 2004 B
°Oe	98	94
red. Zucker [g/L]	230	218
Aminosäure: [mg/L]	Most A [mg/l]	Most B [mg/l]
Asp	28	16
Thr	53	49
Ser	41	42
Asn	8	7
Glu	55	36
Gln	122	111
Gly	4	2
Ala	47	39
Cit	10	6
α-ABA	n.n.	n. n.
Val	51	58
(Cys) ₂ (Cystein)	n.n.	n. n.
Met	7	6
Ile	51	66
Leu	75	97
Tyr	12	11

Rauhut, 2006

Mostgewicht (°Oe) und Aminosäuregehalt in den Versuchsmosten des Jahrgangs 2004 Fortsetzung

	Riesling- Traubenmost 2004 A	Riesling- Traubenmost 2004 B
Phe	65	70
γ-ABA	78	67
His	21	22
Trp	14	15
Orn	0,5	0,4
Lys	4	2
NH ₄	31	21
EOH ₂ NH ₂	4	13
Arg	162	123
Pro	302	289
Summe Aminosäuren ohne Prolin [mg/L]	944	883
Summe Aminosäure [mg/L]	1246	1172

Rauhut, 2006

Mostgewicht (°Oe) und Aminosäuregehalt in den Versuchsmosten des Jahrgangs 2005

	Riesling-Traubenmost 2005	Riesling-Traubenmost 2005
	A	B
°Oe	99	92
red. Zucker [g/L]	231	215
Aminosäuren: [mg/L]		
Asp	24	36
Thr	36	58
Ser	36	50
Asn	3	5
Glu	40	41
Gln	50	87
Gly	1	3
Ala	56	74
Cit	2	11
Val	51	29
(Cys) ₂ (Cystin)	n. n.	26
Met	6	7
Ile	30	22
Leu	39	27
Tyr	6	7

Rauhut, 2006

Mostgewicht (°Oe) und Aminosäuregehalt in den Versuchsmosten des Jahrgangs 2005

Fortsetzung

	Riesling-Traubenmost 2005	Riesling-Traubenmost 2005
	A	B
Phe	30	31
□-ABA	64	63
His	14	10
Trp	5	9
Orn	1	1
Lys	3	4
NH ₄	18	11
Arg	118	217
Pro	203	174
Summe Aminosäuren ohne Prolin [mg/L]	632	829
Summe Aminosäuren [mg/L]	835	1003

Gärprobleme trotz gesunder Trauben

Zwischenbilanz:

Ursache 1: geringer werdende zuckerfreie Extrakte
gleichbedeutend mit geringer werdendem
Nährstoffangebot für Weinhefen

Ursache 2: Mostklärung



Mostklärung

➔ Ein **M U S S** zur Vermeidung von Fehltonen
(und evtl. Gärproblemen(?))

➔ **A B E R :**
„**Man kann es auch übertreiben!**“



(zu) scharfe Klärung reichert auch heferelevante
Nährstoffe ab!

Einfluss Mostschönung auf N-Gehalte

Table 2

Nitrogen composition of musts clarified with different fining agents and consumption rate constants for nitrogen compounds in the fermentation process.

(mg/L)	Clarifying agents				p-Value ¹	Consumption rate (%) ² (k)				p-Value ¹
	MC	MB	ME	MS		MC	MB	ME	MS	
Aspartic acid	21.1 ± 1.0 ^a	15.6 ± 1.1 ^c	18.3 ± 0.5 ^b	16.9 ± 0.7 ^{bc}	**	94.2 (0.59)	96.1 (0.54)	95.2 (0.55)	95.7 (0.58)	*
Glutamic acid	27.5 ± 1.9 ^b	7.7 ± 1.3 ^d	30.4 ± 1.5 ^a	24.9 ± 2.1 ^c	***	79.1 (0.25)	80.3 (0.27)	75.8 (0.23)	78.2 (0.29)	**
Asparagine	20.9 ± 0.5 ^b	21.5 ± 0.3 ^{ab}	22.4 ± 0.7 ^a	20.7 ± 1.0 ^b	*	85.0 (0.34)	86.9 (0.34)	84.1 (0.34)	85.9 (0.35)	*
Serine	66.9 ± 2.0 ^c	76.9 ± 2.4 ^a	65.0 ± 1.9 ^c	71.1 ± 0.5 ^b	***	93.9 (0.44)	90.9 (0.40)	94.7 (0.48)	92.2 (0.43)	***
Glutamine	89.0 ± 1.8 ^a	69.2 ± 1.3 ^d	81.2 ± 2.2 ^b	78.3 ± 1.0 ^f	**	82.9 (0.54)	96.4 (0.55)	89.4 (0.53)	88.1 (0.53)	***
Histidine	26.1 ± 0.6 ^a	18.3 ± 0.6 ^b	17.1 ± 1.3 ^b	11.6 ± 2.0 ^f	***	98.5 (0.57)	96.9 (0.58)	98.3 (0.59)	98.9 (0.60)	*
Glycine	8.5 ± 0.6	8.6 ± 1.0	8.4 ± 0.8	8.4 ± 0.5	ns	37.9 (0.15)	35.4 (0.08)	40.3 (0.12)	44.1 (0.11)	**
Citrulline	36.3 ± 1.0 ^a	16.5 ± 1.3 ^c	29.1 ± 2.1 ^b	14.3 ± 1.5 ^f	***	90.7 (0.69)	94.6 (0.65)	96.4 (0.62)	93.8 (0.60)	**
Threonine	55.8 ± 2.0 ^b	45.1 ± 2.7 ^d	58.2 ± 1.0 ^a	53.3 ± 1.6 ^e	**	81.4 (0.18)	76.5 (0.09)	80.1 (0.11)	79.8 (0.12)	***
Alanine	208 ± 1.9 ^a	119 ± 2.1 ^d	170 ± 3.6 ^b	125 ± 1.8 ^e	***	93.2 (0.21)	95.5 (0.21)	94.9 (0.22)	94.2 (0.21)	*
Arginine	1109 ± 7.0 ^a	500 ± 3.1 ^d	899 ± 5.7 ^b	769 ± 4.2 ^c	***	84.1 (0.16)	90.9 (0.16)	86.9 (0.15)	89.3 (0.16)	***
Proline	180 ± 1.5 ^a	98.8 ± 1.9 ^d	150 ± 2.3 ^c	179 ± 3.1 ^b	***	-100 (-0.1)	-101 (-0.1)	-100 (-0.1)	-100 (-0.1)	ns
Tyrosine	8.9 ± 1.0 ^a	5.3 ± 1.3 ^d	8.1 ± 0.9 ^b	7.2 ± 1.0 ^f	**	98.0 (0.21)	93.7 (0.19)	97.2 (0.23)	95.9 (0.22)	***
Valine	25.0 ± 1.1 ^c	22.4 ± 1.0 ^d	28.9 ± 1.2 ^a	26.1 ± 0.4 ^b	*	99.5 (0.70)	98.8 (0.74)	99.1 (0.80)	99.2 (0.80)	*
Methionine	6.8 ± 0.4 ^a	2.0 ± 0.5 ^c	3.9 ± 0.2 ^b	3.2 ± 0.6 ^b	**	89.9 (0.51)	84.9 (0.31)	99.5 (0.57)	99.3 (0.56)	***
Cysteine	5.9 ± 0.6 ^a	4.8 ± 1.3 ^a	2.7 ± 0.7 ^b	1.2 ± 1.0 ^f	**	99.0 (0.30)	98.8 (0.29)	99.5 (0.30)	99.2 (0.31)	*
Isoleucine	4.4 ± 0.2	4.3 ± 0.3	4.5 ± 0.6	4.3 ± 0.5	ns	95.7 (0.50)	94.7 (0.49)	95.2 (0.51)	96.4 (0.52)	*
Tryptophan	52.1 ± 1.8 ^a	12.7 ± 2.1 ^d	39.1 ± 1.9 ^b	26.8 ± 3.1 ^c	***	78.7 (0.12)	94.9 (0.20)	85.3 (0.15)	90.8 (0.17)	***
Leucine	16.2 ± 0.9 ^a	15.7 ± 0.8 ^a	9.1 ± 1.4 ^c	12.2 ± 1.1 ^b	***	96.8 (0.61)	97.3 (0.60)	99.1 (0.72)	98.2 (0.70)	**
Phenylalanine	11.1 ± 0.9 ^a	7.8 ± 0.9 ^c	8.5 ± 1.2 ^c	10.3 ± 1.0 ^b	**	94.9 (0.65)	96.7 (0.60)	98.3 (0.68)	97.5 (0.65)	**
Ornithine	8.9 ± 1.1 ^a	4.7 ± 1.1 ^c	5.1 ± 1.1 ^b	6.8 ± 1.1 ^b	**	70.1 (0.19)	75.7 (0.16)	77.3 (0.25)	75.9 (0.23)	**
Lysine	3.6 ± 0.5 ^b	3.5 ± 0.5 ^b	4.4 ± 0.5 ^a	3.3 ± 0.2 ^b	*	31.2 (0.04)	30.8 (0.04)	24.5 (0.04)	28.9 (0.05)	**
Sum	1997^a	1082^d	1662^b	1476^c	***	(0.33)	70.2 (0.51)	68.5 (0.30)	66.9 (0.29)	**

Results are expressed as mean values ± standard deviation (n = 3).

MC, must without fining agent (control must); MB, must clarified with bentonite; ME, must clarified with enzyme; MS, must clarified with silica.

k, kinetic constant (days⁻¹); NH₄⁺, ammonium ion.

¹ ANOVA was performed separately for each amino acid to compare the effect of fining agents. ns, no significant effect (p > 0.05); *p < 0.05; **p < 0.01; ***p < 0.001. Different letters represent significant difference between the samples (Tukey test).

² Consumption rate (%) of amino acid considering the initial concentration and minimum concentration of each amino acid in the fermentation process.

³ Value less than detection limit of the method.

Einfluss Mostschönung auf Aromaprofile

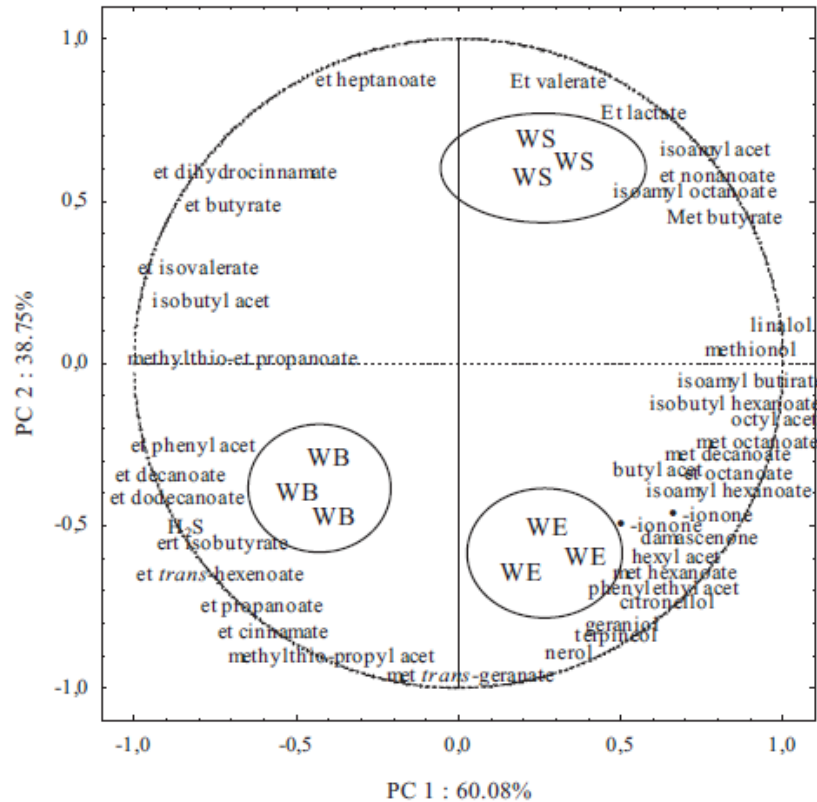


Fig. 2. Principal components analysis of volatile profile: primary and volatile yeast fermentation compounds in wines made from must clarified with bentonite (WB), enzyme (WE) and silica (WS) ($n = 3$). *Abbreviations:* Et, ethyl; acet, acetate; met, methyl.

Zu beachten:

Unterschiede der Hauptkomponentenanalyse beruhen auf
chemischer Analytik (GC)

Burin et al. 2016

Gärprobleme trotz gesunder Trauben

Zwischenbilanz

Ursache 1: geringer werdende zuckerfreie Extrakte
gleichbedeutend mit geringer werdendes Nährstoffangebot für
Weinhefen

Ursache 2: Mostklärung

Ursache 3: Veränderung der Gärführung



spontan angären lassen,
nach „X“-Tagen Zugabe von Reinzuchthefen

Problem:

**in der Zwischenzeit haben die Nicht-Saccharomyces-Hefen
(Sponti-Hefen) sich vermehrt UND den Nährstoffgehalt reduziert!**

Gärprobleme trotz gesunder Trauben

Zwischenbilanz

Ursache 1: geringer werdende zuckerfreie Extrakte gleichbedeutend mit geringer werdendes Nährstoffangebot für Weinhefen

Ursache 2: Mostklärung

Ursache 3: Veränderung der Gärführung



spontan angären lassen,
nach „X“-Tagen Zugabe von Reinzuchthefen

Ursache 4: Nicht beachten der Ursachen 1-3

Wie reagieren?

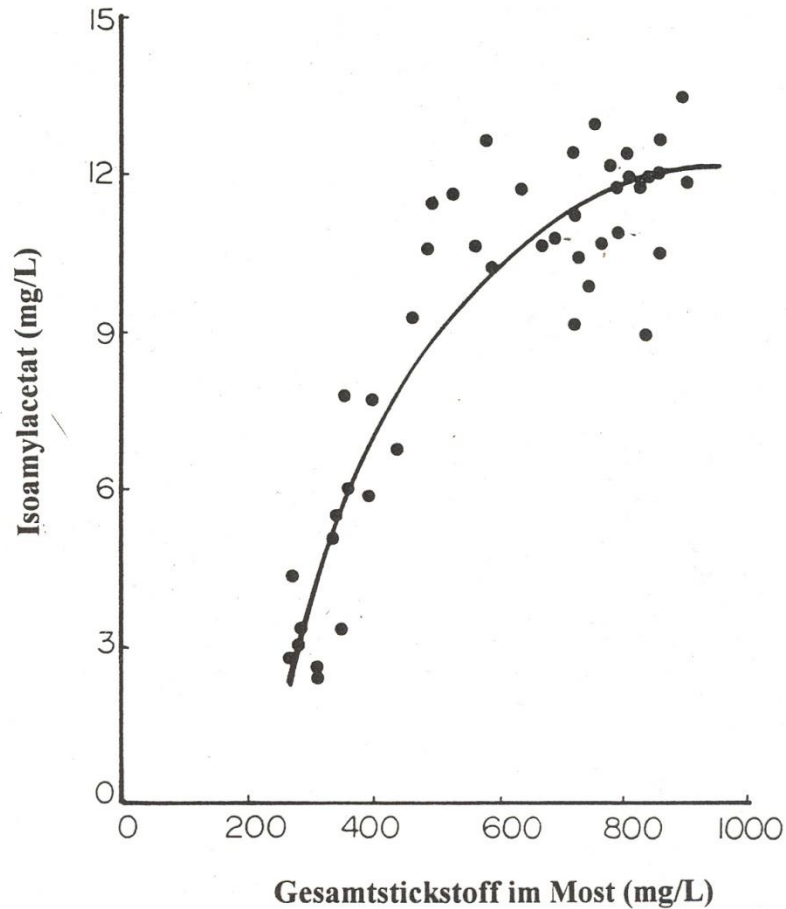
Feststellen des (noch) verfügbaren Hefe-relevanten Nährstoffgehaltes mit **Stickstoff als Indikator**

Hefeernährung

Zentrale Bedeutung des Stickstoffgehaltes in reifen Trauben und vor allem im Most

Indikatorfunktion des Stickstoffs:

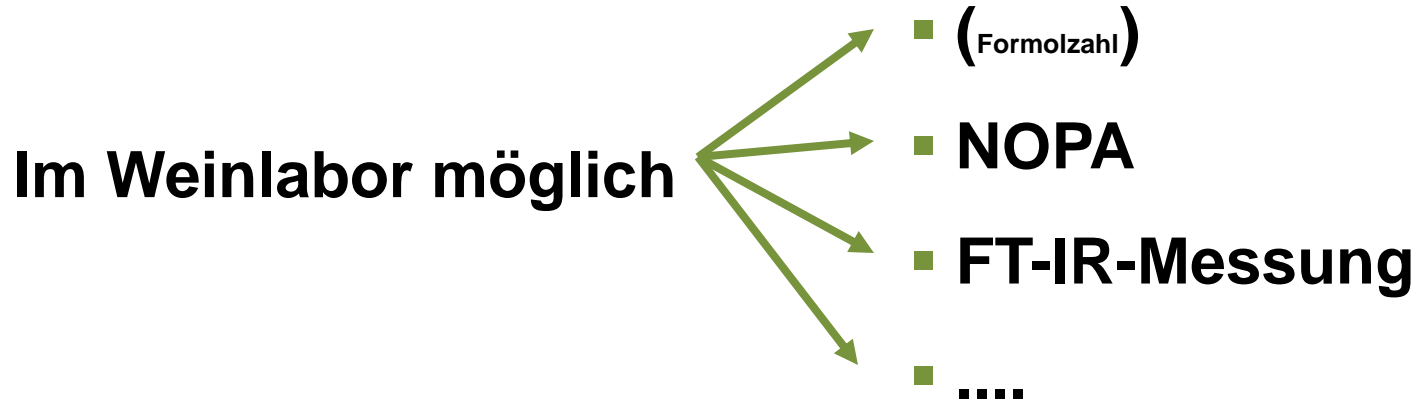
„Wenn wenig Stickstoff vorhanden ist, sind andere wichtige Hefenährstoffe mit hoher Wahrscheinlichkeit ebenfalls in geringerer Konzentration vorhanden“



Lit.: Ough und Lee 1981, verändert

Einfluss des Stickstoffs (N) im Most auf die Bildung von Estern während der Gärung

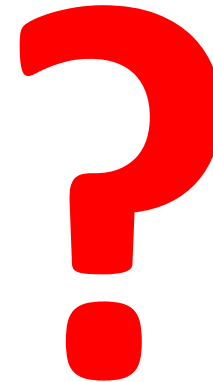
Bestimmung des Stickstoffgehaltes



Im Betrieb möglich → ?

Gärhilfsstoffe:

- **Stickstoff-Verbdg: (100 g/hl seit 08.08.2003)**
Diammoniumhydrogenphosphat; Ammoniumsulfat
- **Vitamin-Verbdg: (0,06 g/hl)**
Vitamin B1 = Thiamin
- **Hefezellwand-Präparate: (40 g/hl)**
Hefezellen ohne Zellinhalt
- **diverse Kombination aus den oben genannten Grundkomponenten**



Hinweis: Anwesenheit von **inaktiven/inerten Hefen** in manchen Kombinationen

Gärhilfsstoffe nach EU-VO 2019/634

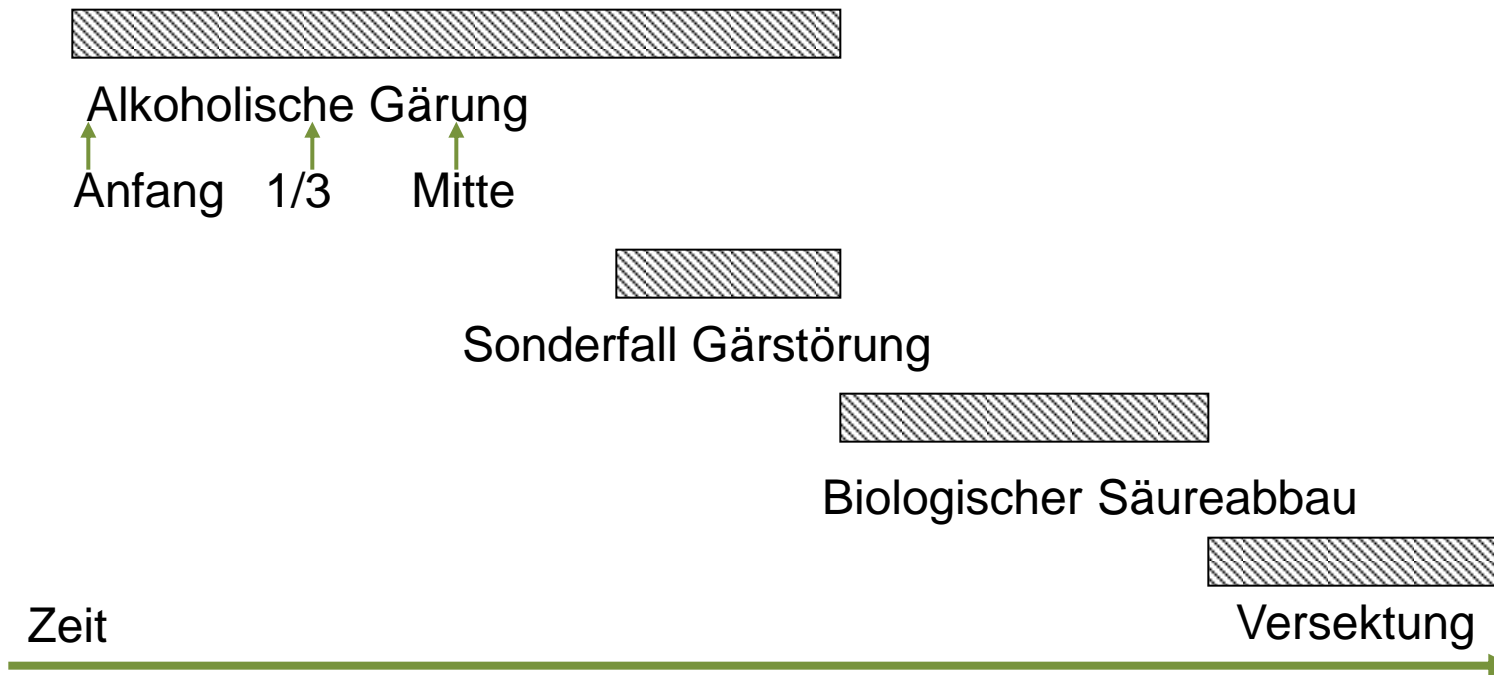
Anhang 1 Teil A Tabelle 2

Aktivator	Zugabe	Anmerkung
Kristall. Cellulose	-	Kein Nährstoff! CO ₂ -Entbindung
Diammoniumhydrogenphosphat, Ammoniumsulfat	1 g/L max	Keine Nutzung durch Milchsäurebakterien
Ammoniumbisulfit	0,2 g/L max	Nur für alk. Gärung; Fokus liegt auf SO ₂ Wirkung
Thiaminhydrochlorid	0,6 mg/L max	Vitamin B1
Hefeautolysate	-	Lieferung von essenziellen Nährstoffen
Heferinde	40 g/hl	Adsorption mittelkettiger Fettsäuren
Inaktivierte Hefen	-	Tote Hefen liefern wichtige Nährstoffe
Inaktivierte glutathionreiche Hefen	-	Erhöhter Gehalt an reduziertem Glutathion sorgt für reduktive Bdg.

Zweckmäßigkeit des Zugabezeitpunktes -theoretische Möglichkeiten-



↑ Vor der Gärung zur Reaktivierung der Trockenhefen



Endbilanz - Resümee

- ❖ Auch bei gesunden Trauben besteht die Gefahr von Gärstörungen
- ❖ Moste sind „dünner“ geworden
 - sinkende zuckerfreie Extrakte
 - scharfe Mostklärung (mehr Gärbukett)
häufig verbunden mit (zu) kühlen Gärtemperaturen
- ❖ Auch Moste aus gesunden Trauben brauchen **Stickstoffbestimmung als Indikator** für Nährstoffgehalt!
- ❖ „Vergärt-von-allein“-Mentalität kann zu dramatischen qualitativen und finanziellen Verlusten führen.
- ❖ Gärüberwachung ist immer ein **M U S S**



Rebe & Wein

Manfred Großmann | Judith Muno-Bender

Sichere Gärführung

in der Kellerwirtschaft

Ulmer

Preis: € 16,90

Herzlichen Dank!

Fragen

????????