

Untersuchungen zur Bockservermeidung im Zuge der Weißweinherstellung

MANFRED GÖSSINGER, GEORG LEINDL, ROBERT STEIDL, SILVIA WENDELIN, ELSA FISCHERLEITNER und VERONIKA SCHOBER

Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau
A-3400 Klosterneuburg, Wiener Straße 74
E-mail: Manfred.Goessinger@hbblawo.bmlfuw.gv.at

Über drei Jahre hinweg wurden bei der Sorte 'Grüner Veltliner' sowie bei einem Weißweinverschnitt Untersuchungen hinsichtlich der Effizienz verschiedener technologischer Verfahren zur Bockservermeidung - Hochkurzzeiterhitzung (HTST), Heißfüllung, Autoklavieren, Trubpasteurisation, Trubbelüftung sowie Zusatz von Lysozym - durchgeführt. Die Ergebnisse zeigten, dass durch eine scharfe Entschleimung auch bei geringer Nährstoffversorgung ein Bockser erfolgreich verhindert werden konnte. Da die Entschleimung aber keinen signifikanten Effekt auf die Aminosäuregehalte hatte, wird vermutet, dass die Ursache von Bockser im mikrobiologischen Bereich zu finden ist und dass die Nährstoffversorgung der Moste von geringer Bedeutung ist. Die Analyse der FAN-Werte ergab keine zufriedenstellenden Ergebnisse in Hinblick auf eine Schnellbestimmung der Aminosäureversorgung. Die thermische Behandlung des Mostes (HTST) führte zu einer starken Reduktion der Bockserintensität und wirkte sich nicht negativ auf die sensorischen Parameter der Weine aus.

Schlagwörter: Wein, Bockser, thermische Behandlung, Lysozym, Aminosäuren, FAN

Investigations into the prevention of Bockser formation in white wine production. Over three years investigations were carried out with the wine cultivar 'Grüner Veltliner' and a blend of white wines in order to compare the efficiency of several technological treatments (HTST, hot filling, autoclaving, pasteurisation of haze, aeration of haze) as well as the addition of lysozyme in avoiding the wine off-odour "Bockser". Results show, that the clarification of the must as well as thermal treatment avoided the formation of Bockser despite of low nutrients. No correlation was found between amino acid content and the formation of Bockser, thus it is supposed that a low microbial number is more important for avoiding Bockser than the nutrient content. Analysis of FAN values proved to be not suited for a quick determination of the amino acid contents. A thermal treatment of the must (HTST) caused a distinctive reduction of Bockser intensity and had no negative influence on the sensory quality of wines.

Key words: wine, „Bockser“, sulphur related off-flavour, thermal treatment, lysozyme, amino acids, FAN

Études visant à éviter le goût d'œuf pourri au cours de la production de vins blancs. Au cours de trois ans, des études ont été menées pour le cépage 'Grüner Veltliner' et pour un vin blanc de coupage en vue de déterminer l'efficacité de différents paramètres technologiques (chauffage à court terme et à haute température (HTST), embouteillage à chaud, autoclavage, pasteurisation des lies, aération des lies) ainsi que de l'addition de lysozyme afin d'éviter le goût d'œuf pourri. Les résultats ont montré que l'œuf pourri a pu être évité avec succès au moyen d'un débourbage prononcé, également dans le cas d'un apport faible en substances nutritives. Comme le débourbage n'avait cependant aucun effet significatif sur les teneurs en acides aminés, on suppose que la cause de goût des oeufs pourris réside dans le domaine microbiologique et que l'apport en substances nutritives des moûts est de faible importance. L'analyse des valeurs FAN n'a pas donné de résultats satisfaisants en vue d'une détermination rapide de l'apport en acides aminés. Le traitement thermique du moût (HTST) a conduit à une forte réduction de l'intensité du goût d'œuf pourri et n'a eu aucun effet négatif sur les paramètres sensoriels des vins.

Mots clés : vin, goût d'œuf pourri, traitement thermique, lysozyme, acides aminés, FAN

Der Bockser ist ein Weinfehler mit unterschiedlichem Erscheinungsbild. Viele Substanzen (organische Schwefelverbindungen, Sulfide, Mercaptane) wurden in böcksernden Weinen identifiziert, die für den Geruch und Geschmack nach Schwefelwasserstoff, angebranntem Gummi, Knoblauch oder gekochtem Spargel verantwortlich gemacht werden (RAUHUT, 1996). Es gibt mehrere Versuche, den Bockser zu definieren (FRANK, 2000), eine einheitliche, anerkannte Definition gibt es aber noch nicht. Der Bockser überdeckt mit seinem zwar in unterschiedlichen Noten erscheinenden, aber durchaus charakteristischen Geruch und Geschmack die typischen Weinaromen und mindert so die Qualität des Weines.

Die Beanstandungen von Weinen mit Bockser sind in den letzten Jahren auf Grund besserer Technologie zur Klärung der Moste vor der Gärung weniger geworden, dennoch ist die Zahl böcksernder Weine noch immer hoch (EDER, 2003). In der Literatur findet man immer wieder Hinweise, dass die Bockserbildung wie auch Gärstörungen mit der Stickstoffversorgung im Most in einem engen Zusammenhang stehen (GIUDICI und KUNKEE, 1994; RAUHUT, 1996; DUKES und BUTZKE, 1996; HALLINAN et al., 1999). Zu den Hefenährstoffen zählen neben den Stickstoffquellen noch Vitamine, Mineralstoffe, ungesättigte Fettsäuren und Sterole (SCHNEIDER, 2004). Die Analyse aller relevanten Parameter scheint schwierig. Die Erfahrungen aus der Praxis zeigen auch, dass durch Zugabe von Stickstoffquellen allein die Bockserbildung nicht zufriedenstellend verhindert werden kann. Die Vorhersage der Nährstoffversorgung mit Schnelltests wurde in der Vergangenheit öfters erprobt (AMANN et al., 2002; SOMMERBAUER, 1998). Die Ergebnisse dieser Untersuchungen zeigen ihre Einsatzgrenzen auf.

Welche Rolle eine unterschiedliche Nährstoffzusammensetzung der Matrix sowie zusätzlich auch Art und Zahl von Mikroorganismen in diesem Zusammenhang spielen, ist bis heute nicht eindeutig geklärt, wie auch das komplexe Zusammenspiel der Faktoren, die für die Bockserbildung verantwortlich sind. Genaue Vorhersagen, welche Moste auf Grund ihrer Stickstoffgehalte zu Fehleraromen neigen, konnten daher bisher nicht gemacht werden. Dafür gibt es mehrere Gründe:

Hefen zeigen unterschiedliche Präferenz zu Stickstoffquellen, die zudem auch noch von der Matrix und dem Hefestamm abhängig ist und sich dementsprechend ändern kann (BOULTON et al., 1996). Vor allem zu Beginn der Gärung werden hohe Mengen an Aminosäuren verstoffwechselt (LOPEZ et al., 1996), die Abnahme ist bei

hohen Gärtemperaturen rascher als bei niedrigen. GARDNER et al. (2002) stellten auch fest, dass der Stickstoffverbrauch pro Gramm Zuckervergärung je nach Hefestamm unterschiedlich ist. Die Bildung von Fehleraromen durch Hefen ist zum Teil vom unterschiedlichen Antioxidantien-Gehalt im Most abhängig (RAUHUT et al., 2001). Auch bei Milchsäurebakterien konnte die Bildung von Bockseraromen nachgewiesen werden (BERNATH, 2001).

Viele Betriebe können auf Grund der großen Traubemengen, die innerhalb weniger Tage übernommen und verarbeitet werden, den Pressmost vor der Gärung nicht ausreichend klären. Obwohl es geeignete Verfahren der Mostklärung gibt (Separator, Cross-Flow-Filtration, Flotation), mit Hilfe derer große Stundenleistungen erzielt werden können, werden diese in Österreich noch selten eingesetzt. Die einfachste und billigste Möglichkeit der Saftklärung ist die Sedimentation. Dafür muss jedoch ausreichend Lagerkapazität im Betrieb vorhanden sein, damit die Moste lange genug sedimentieren können.

Lysozym wirkt auf grampositive Bakterien der meisten Gattungen von *Lactobacillus*, *Pediococcus* und *Oenococcus* durch Auflösung der Mureinbestandteile der Zellwand und wird deshalb erfolgreich zur Verhinderung des biologischen Säureabbaus in der Weinproduktion eingesetzt (WEIAND, 2001). Mit Dosagen von 0,25 g/l wurden gute Wirkungen beobachtet. Die gesetzliche Höchstgrenze liegt bei 0,5 g/l (EU-VO 1493/99).

Die Ursache für die Bockserentstehung ist bis heute nicht eindeutig geklärt. Bisherige Untersuchungsergebnisse (GÖSSINGER und STEIDL, 1999b) und Erfahrungen aus der Praxis haben gezeigt, dass durch eine scharfe Klärung des Mostes die Bockserhäufigkeit stark reduziert werden kann. Die Bockserursache scheint demnach im Trub zu liegen (ERLACHER, 2000; FRANK, 2000). Die Schwefelung des Mostes fördert zwar die Bockserbildung, ist aber auf Grund qualitativer Gesichtspunkte (Fruchtigkeit der Weine) für die Weißweinproduktion essentiell.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde untersucht, inwieweit durch Erhitzen des Mostes beziehungsweise durch Lysozymzusatz als Alternative zur Mostentschleimung die Bockserhäufigkeit bei der Vergärung trüber Moste reduziert werden kann. Weiters wurde geprüft, ob durch die Entschleimung des Mostes bzw. die thermische Behandlung des trüben Mostes der Gehalt der Aminosäuren verändert wird und inwieweit über deren Gehalte auf eine eventuelle „Bockserneigung“ des Mostes bei der Gärung geschlossen werden kann.

Material und Methoden

Versuchsplan

In den Tabellen 1 bis 3 werden die Jahresversuchspläne dargestellt.

Rohware

Für die Versuche standen Trauben von den Versuchsgütern Götzhof (Versuch 2002: 'Grüner Veltliner' 2002; Versuch 2004: Weißweinverschnitt 2004) und Agneshof (Versuch 2003: 'Grüner Veltliner' 2003) der HBLA und BA für Wein- und Obstbau Klosterneuburg zur Verfügung.

Verarbeitung

Die Trauben wurden gerebelt, gequetscht und mittels pneumatischer Presse (Fa. Bucher) gepresst. Die Pressung wurde bei einem Druck von 0,5 bar beendet.

Die Moste hatten folgende Kennwerte:

Versuchsjahr 2002: 18,0 °KMW, 7,2 g/l Titrationsacidität (TA), pH-Wert: 3,40;

Versuchsjahr 2003: 18,5 °KMW, 5,2 g/l Titrationsacidität (TA), pH-Wert: 3,48;

Versuchsjahr 2004: 17,0 °KMW, 10,6 g/l Titrationsacidität (TA), pH-Wert: 3,23.

Die weitere Verarbeitung der Moste erfolgte gemäß Versuchsplan (Tab. 1, 2 und 3). Als Oxidationsschutz wurden allen Mosten 15 g/hl KPS und 15 g/hl L-Ascorbinsäure zugesetzt.

Zur Klärung wurden den Mosten pektolytische Enzympräparate zugesetzt, wobei im Jahr 2002 5 g/hl Vinizym (Fa. Glössmann, A-3261 Steinakirchen am Forst), im Jahr 2003 2 g/hl Rapidase CB (Fa. Gist-Brocades, D-44319 Dortmund) und im Jahr 2004 2 g/hl Novoclar Speed CB (Fa. Novozymes, DK-2880 Bagsvaerd) (3 Stunden Standzeit) zugesetzt wurden. Drei Stunden nach Enzymzugabe erfolgte eine Mostbentonitbehandlung mit 3 g/l Bentonit (2002: Seporit eisenarm (Fa. Erbslöh), 2003 und 2004: Nacalit (Fa. Erbslöh)) und über Nacht sedimentiert. Im Versuchsjahr 2002 wurden den Mosten der Varianten 2 und 6 0,5 g/l Lysozym (Lallzym Lyso, Fa. Thonhauser, A-2380 Perchtoldsdorf) zugesetzt.

Bei allen Varianten erfolgte die Vergärung durch Zusatz von 20 g/hl Reinzuchthefer (Oenoferm Klosterneuburg, Fa. Erbslöh, D-65366 Geisenheim).

Die Erhitzung (HTST bzw. Heißfüllung (HF)) erfolgte mittels Röhrenpasteur (Fa. Fischer, A-2483 Ebreichsdorf) (2002 und 2004: 400 l/h, 2003: 330 l/h). Die heiß

Tab. 1: Versuchsplan für das Jahr 2002 (HF=Heißfüllung)

Variante	Schwefelung	Klärung	Lysozym	HTST	HF	Trubpasteurisation	Trubbelüftung
1	-	-	-	-	-	-	-
2	-	+	-	-	-	-	-
3	-	-	+	-	-	-	-
4	+	-	-	-	-	-	-
5	+	+	-	-	-	-	-
6	+	-	+	-	-	-	-
7	+	-	-	60 °C	-	-	-
8	+	-	-	70 °C	-	-	-
9	+	-	-	80 °C	-	-	-
10	+	-	-	90 °C	-	-	-
11	+	-	-	-	60 °C	-	-
12	+	-	-	-	70 °C	-	-
13	+	-	-	-	80 °C	-	-
14	+	-	-	-	90 °C	-	-
15	+	-	-	-	-	-	-
16	+	-	-	-	-	+	-
17	+	-	-	-	-	-	+

Tab. 2: Versuchsplan für das Jahr 2003

Variante	Schwefelung	Klärung	HTST	Haltezeit	Trubpasteurisation
1	-	-	-	-	-
2	-	+	-	-	-
3	+	-	-	-	-
4	+	+	-	-	-
5	+	-	50 °C	50 sec	-
6	+	-	55 °C	50 sec	-
7	+	-	60 °C	50 sec	-
8	+	-	70 °C	50 sec	-
9	+	-	80 °C	50 sec	-
10	+	-	70 °C	20 sec	-
11	+	-	80 °C	20 sec	-
12	+	-	-	-	+

Tab. 3: Versuchsplan für das Jahr 2004

Variante	Schwefelung	Klärung	HTST	Autoklavieren
1	-	-	-	-
2	-	+	-	-
3	+	-	-	-
4	+	+	-	-
5	+	-	55 °C	-
6	+	-	65 °C	-
7	+	-	75 °C	-
8	+	-	85 °C	-
9	+	-	95 °C	-
10	+	-	-	+

gefüllten Varianten wurden erst nach Abkühlung auf 20 °C mit Reinzuchthefer versetzt. Ein Teil des Mostes wurde entschleimt, der Trub abgetrennt und pasteurisiert bzw. belüftet (24 l Trub, 70 Minuten mit Druckluft über Fritte). Die Pasteurisation des Trubes erfolgte mittels Berieselungspasteur (Fa. Balik, A-1210 Wien) (2002: 30 Liter Trub bei 88 °C 5 Minuten lang, 2003: 70 Liter Trub bei 80 °C 20 Minuten lang). Ein Teil des Mostes wurde in 1 l-Flaschen gefüllt und autoklaviert (50 Liter, 121 °C, 20 Minuten, 1 bar Überdruck).

Die Varianten (jeweils ca. 20 Liter) wurden in 25 l-Glasballons in zweifacher Wiederholung vergoren. Nach Gärrende wurden die Weine mit jeweils 15 g/hl KPS geschwefelt und in den Ballons bis zur sensorischen Auswertung zwei bis drei Monate bei einem Gehalt von 30 bis 50 mg/l freier SO₂ bei 20 °C auf dem Geläger gelagert.

Analysen

Redoxpotenzial, pH-Wert, Temperatur. Das Redoxpotenzial, der pH-Wert und die Temperatur wurden mittels Mehrparameter-Messgerät (Multiline P4, Fa. WTW, D-82362 Weilheim) und der entsprechenden Elektroden (Sensolyt SE und Sentix 41-3, Fa. WTW) bestimmt. Die Messungen erfolgten direkt im Medium. Das Redoxpotenzial wurde nach 1 Stunde abgelesen.

Trübungsgrad. Der Trübungsgrad wurde mittels eines Labor-Trübungsphotometers (LTP5, Fa. Dr. Lange, A-3200 Obergrafendorf) und einer Rundküvette mit einem Durchmesser von 5 cm bestimmt. Die Proben wurden vor der Messung mit destilliertem Wasser 1:10 verdünnt.

Pasteurisationseinheiten. Die Pasteurisationseinheiten wurden nach untenstehender Formel berechnet (SCHOBINGER et al., 1987). Für die Berechnung wurden die tatsächlich und nicht die theoretisch erreichten Haltezeiten herangezogen.

$$PE = t_{(\min)} 10^{\frac{T-80}{10}}$$

PE Pasteurisationseinheit

t Haltezeit

T Temperatur

Gehalt an Hydroxymethylfurfural (HMF). Die Bestimmung der HMF-Gehalte der Weine erfolgte nach zehn Monaten wie bei SPANOS und WROLSTAD (1990) beschrieben.

Grundparameter. Der Gehalt an vorhandenem Alkohol, Restzucker, titrierbaren Säuren, Äpfelsäure, Weinsäure, Milchsäure und flüchtiger Säure der Weine wurde mittels FTIR-Gerät ermittelt. Die Bestimmung der freien und gesamten schwefeligen Säure erfolgte destillativ (EDER und BRANDES, 2003).

Keimzahlbestimmung. Die Keimzahlbestimmung wurde mittels Spatelplattenverfahren (BAST, 2001) durchgeführt.

Aminosäuregehalte und FAN-Werte. Von den Mosten wurde vor der Reinzuchtheferzugabe je eine Probe gezogen, stummgeschwefelt (+ 2 g KPS/l) und anschließend bei -18 °C gelagert beziehungsweise lyophilisiert. Im Jahr 2002 wurde der FAN-Wert nach DUKES und BUTZKE (1996) nach einem Monat Lagerung photometrisch bestimmt. Die Bestimmung der primären Aminosäuregehalte erfolgte mit HPLC nach Derivatisierung mit OPA-NAC (BRANDES et al., 2001). Bei dem Gesamtaminosäuregehalt wurden die Prolin- und Hydroxyprolinegehalte nicht eingerechnet.

Sensorik. Die Weine wurden nach zwei bis drei Monaten unfiltriert von sieben bis zehn geschulten Kostern in dreifacher Wiederholung bewertet. Es wurde bewusst auf eine Filtration der Proben verzichtet, weil dadurch die Intensität der Böckser verringert worden wäre. Die Weine wurden in vier Stufen bewertet:

- 0 sauber, kein Böckser
- 1 leicht unsauber, leichter Böckser erkennbar
- 2 mittlerer Böckser erkennbar
- 3 starker Böckser erkennbar

Die Urteile wurden summiert und durch die Anzahl der Urteile dividiert.

Statistische Auswertung. Die Auswertung der Ergebnisse erfolgte mit den Programmpaketen MS Excel und SPSS 12.5.

Ergebnisse

Versuchsjahr 2002

Kennwerte der Weine. Die Alkoholgehalte der Weine, die aus trüben Mosten hergestellt wurden, lagen zwischen 12,0 und 12,5 %vol, bei Weinen aus entschleimten Mosten zwischen 12,6 und 12,9 %vol. Die Weine gärten alle vollständig durch (Restzuckergehalt: 0,2 bis 1,1 g/l). Die Äpfelsäuregehalte lagen zwischen 1,9 und 2,3 g/l, die Weinsäuregehalte zwischen 2,4 und 3,4 g/l, die L-Milchsäuregehalte zwischen 0,7 und 1,4 g/l, die Gehalte an flüchtiger Säure im Bereich von 0,1 bis 0,3 g/l und die Gehalte gesamter schwefeliger

Säure nach der ersten Jungweinschwefelung bei 43 bis 86 mg/l. Es konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen den Kennwerten und der Bildung von Bocksern festgestellt werden.

Gehalte an HMF. Die Ergebnisse der HMF-Analyse der Weine zeigt Tabelle 4. Es konnten erst ab Pasteurisationseinheiten von ca. 1 nennenswerte HMF-Gehalte von ca. 0,4 mg/l gemessen werden. Die Werte stiegen auch bis 25 PE nicht weiter an.

Tab. 4: Pasteurisationseinheiten und HMF-Gehalte der Weine im Versuchsjahr 2002

Probe	PE	HMF (mg/l)
HTST 60 °C	0,008	nn
HTST 70 °C	0,08	nn
HTST 80 °C	0,8	nn
HTST 90 °C	8	0,3
HF 60 °C	0,015	nn
HF 70 °C	1	0,4
HF 80 °C	7,5	0,4
HF 90 °C	25	0,4

Trübungswerte. Die Trübungswerte der entschleimten Moste lagen zwischen 18 und 55 TE/F. Diese Varianten waren alle böckserfrei. Nur die nicht geschwefelten Varianten klärten sich nicht gut (TE/F: 72). Der Gärbeginn verzögerte sich zudem noch bei diesen Proben um einige Tage. Diese Varianten wiesen nach der Gärung neben einem Aceton-Fehler auch einen Bockser auf. Nach den bisherigen Ergebnissen (GÖSSINGER und STEIDL, 1999a) steigt ab einem TE/F-Wert von über 50 im Most die Bockserhäufigkeit stark an. Da bei den nicht entschleimten Vergleichsproben (mit bzw. ohne Lysozym) die Bockserintensität geringer war als bei den ungenügend entschleimten Mosten, wird vermutet, dass sich bei Letzteren native Mikroorganismen besser vermehren konnten, die einerseits den Gärbeginn verzögerten und andererseits an der Bockserbildung beteiligt waren (höhere Bockserintensität). Die nicht entschleimten und nicht erhitzten Varianten wiesen - wie erwartet - alle einen Bockser auf. Es konnte somit wieder bestätigt werden, dass durch eine ausreichende Entschleimung des Mostes vor der Gärung die Entstehung von Bocksern signifikant beeinflusst werden kann.

Lysozymzusatz. Der Zusatz von Lysozym konnte weder bei den nicht geschwefelten noch bei den geschwefelten Varianten die Bockserbildung verhindern bzw. reduzieren.

Schwefelung. Die Ergebnisse der sensorischen Auswertung der Weine (Abb. 3) zeigen, dass - wie erwartet - durch Zugabe von 15 g/hl KPS und 15 g/hl L-Ascorbinsäure zu Most vor der Gärung die Bockserintensität erhöht wurde. Die Gehalte an freier schwefeliger Säure lagen bei den geschwefelten Mosten vor der Gärung zwischen 30 und 40 mg/l. Durch die HTST wurde der Gehalt nicht signifikant verändert.

Thermische Behandlung des Mostes. Im Rahmen dieses Versuches wurde untersucht, inwieweit durch eine thermische Behandlung des trüben Mostes Bockserhäufigkeit und -intensität beeinflusst werden können. Die Ergebnisse zeigen, dass sowohl durch eine Heißfüllung (HF) als auch eine Hochkurzzeiterhitzung (HTST) die Bockserentwicklung signifikant beeinflusst werden kann (Abb. 3, Tab. 5). Bei Temperaturen unter 80 °C treten noch Bockser auf, während bei Temperaturen über 80 °C der Bockser verhindert werden kann. Es konnten somit die Ergebnisse früherer Untersuchungen (GÖSSINGER und STEIDL, 2000) bestätigt werden.

Es wurde weiters untersucht, ob nur die thermische Behandlung des Trubes (Entschleimungstrub) den gleichen Effekt hat. Die Ergebnisse zeigen jedoch, dass in diesem Fall die Bockserintensität zwar geringer, aber noch immer deutlich ausgeprägt war.

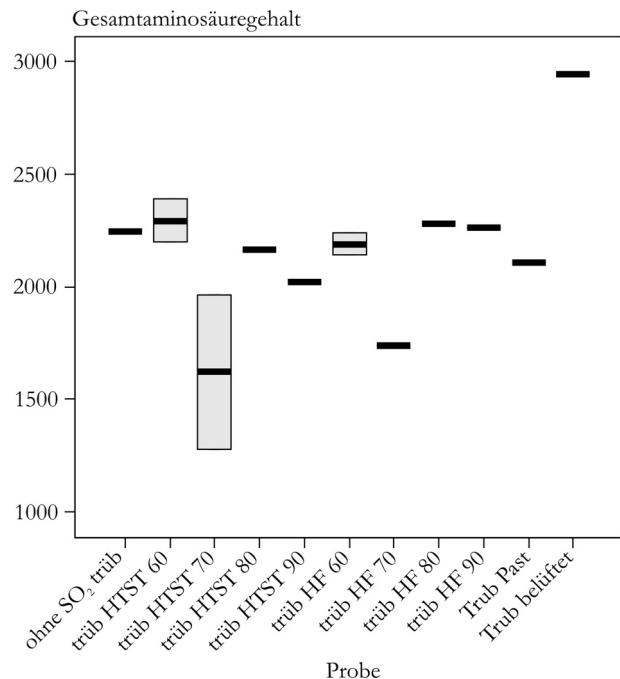


Abb. 1: Einfluss der thermischen Behandlung auf den Gesamtaminosäuregehalt im Versuchsjahr 2002

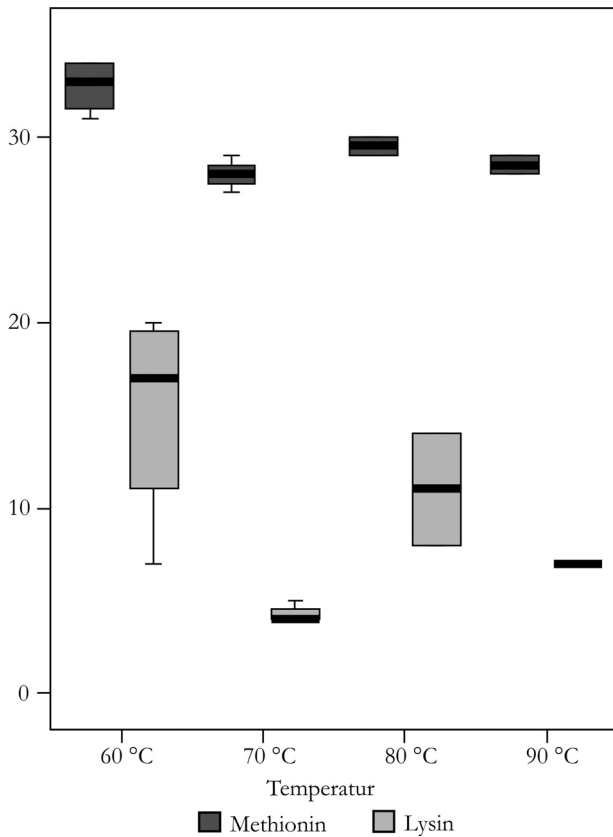


Abb. 2: Methionin- und Lysingehalte der Moste nach HTST im Jahr 2002

Tab. 5: Homogene Untergruppen im Versuchsjahr 2002

Probe	N	Untergruppe		
		1	2	3
blank	2	0		
trüb HF 90	2	0,03		
trüb HTST80	2	0,05		
trüb HF80	2	0,085		
trüb HTST90	2	0,115		
trüb HF70	2	0,14		
trüb HTST70	2	0,24	0,24	
ohne SO ₂ trüb	2	0,57	0,57	
trüb HF60	2	0,64	0,64	
ohne SO ₂ trüb Lysozym	2	0,71	0,71	
trüb HTST60	2	1,12	1,12	1,12
Trub pasteurisiert	2		1,355	1,355
ohne SO ₂ blank	2			1,95
trüb Lysozym	2			2,025
trüb	2			2,145
Trub belüftet	2			2,305
Signifikanz		0,078	0,080	0,053

Belüftung des Trubes. Durch Zufuhr von Druckluft zum Entschleimungstrub, der anschließend wieder zum entschleimten Most vor der Gärung zugegeben wurde, wurde die Bockserintensität erhöht. Diese Beobachtung wurde auch schon bei vorhergehenden Versuchen gemacht (GÖSSINGER und STEIDL, 1999a).

Aminosäuren und FAN. Die Aminosäuregehalte der Moste lagen in dem in der Literatur angegebenen Wertebereich (SCHOBINGER et al., 2001). Durch die Analyse der Aminosäuregehalte der Moste vor der Gärung sollte geklärt werden, ob diesbezügliche Mängel für das Auftreten von Bockser verantwortlich sind. Die Ergebnisse der FAN-Analyse zeigten, dass diese weder mit der Bockserintensität (Korrelationskoeffizient r: -0,151), noch mit den einzelnen Aminosäuregehalten (r: -0,173 bis 0,427) (außer mit Tryptophan, r: -0,550) korrelierten. Der FAN-Wert scheint daher nicht für die Vorhersage der Nährstoffversorgung der Moste geeignet.

Der Vergleich der Gesamtaminosäuregehalte (Abb. 1) zeigte, dass die thermische Behandlung (HTST bzw. HF), mit Ausnahme der 70 °C-Varianten, keinen signifikanten Effekt auf den Aminosäuregehalt hatte. Bei 70 °C lag der Gesamtaminosäuregehalt sowohl bei der HTST als auch der HF signifikant unter den anderen Werten (durchschnittlich: 2062 mg/l, HTST 70 °C: 1621 mg/l, HF 70 °C: 1742 mg/l). Eine Ursache dafür konnte nicht gefunden werden. Die in diesen Varianten gefundenen geringeren Gesamtaminosäuregehalte zeigten jedoch keinen signifikanten Effekt auf die Bockserintensität.

Betrachtet man jedoch die einzelnen Aminosäuregehalte, so findet man signifikante Korrelationen ($\alpha = 0,01$) der Bockserintensität mit folgenden Aminosäuregehalten: Asparaginsäure (Korrelationskoeffizient r: 0,675), Glutaminsäure (r: 0,725), Tyrosin (r: 0,782) und Isoleucin (r: 0,664); für Asparagin (r: 0,570) und Glutamin (r: 0,549) gilt $\alpha = 0,05$.

Innerhalb der thermisch behandelten Varianten konnte eine signifikante Korrelation der Bockserintensität mit den Aminosäuren Methionin (r: 0,827) und Lysin (r: 0,781) ($\alpha = 0,01$) (Abb. 2) errechnet werden. Die Werte lagen bei den 60 °C-Varianten (mit hoher Bockserintensität) noch höher als bei den anderen Proben.

Sensorische Bewertung. Die entschleimten Varianten wiesen bessere Qualität auf als die trüben. Besonders hohe Qualität wurde bei den mit 80 und 90 °C HTST-behandelten Weinen konstatiert. Die Koster lobten den frischen, fruchtigen grasigen Ton.

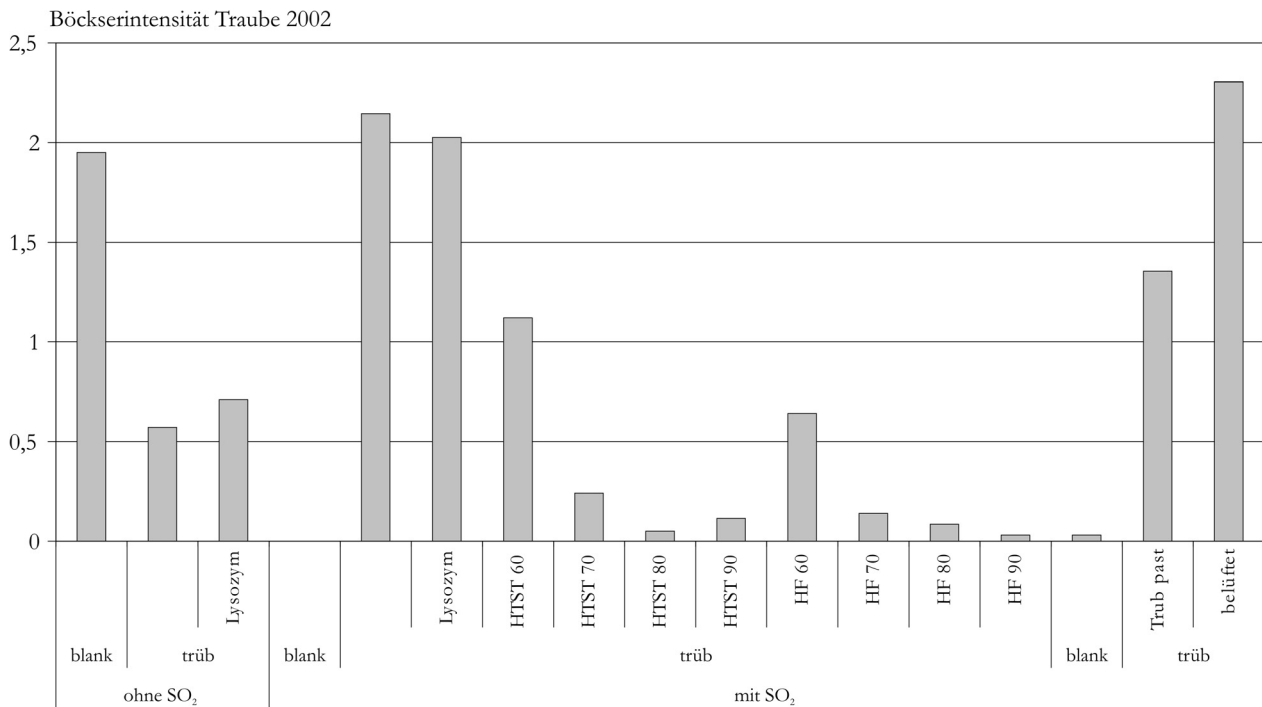


Abb. 3: Ergebnisse der sensorischen Auswertung der Weine: 0 = kein Böckser, 1 = leichter Böckser, 2 =mittlerer Böckser, 3 = starker Böckser (Versuch 2002)

Die Pasteurisation des Trubes bzw. die Belüftung des Trubes führte jeweils zu starken Böcksern. Die im entschleimten Most zurückgebliebenen Mikroorganismen (Vergleich mit Keimzahlen im Versuchsjahr 2003) reichten scheinbar aus, um mit den im Trub vorhandenen Inhaltsstoffen Böckseraromen zu produzieren.

Versuchsjahr 2003

Kennwerte. Die Alkoholgehalte der Weine lagen zwischen 12,9 und 13,2 %vol, die Restzuckergehalte zwischen 0,3 und 1,5 g/l, die Gehalte an titrierbaren Säuren zwischen 4,3 und 5,3 g/l, Äpfelsäurewerte zwischen 0,3 und 1,4 g/l, Weinsäurewerte zwischen 2,1 und 2,5 g/l, L-Milchsäurewerte zwischen 0,1 und 1,1 g/l und die Gehalte flüchtiger Säuren zwischen 0,3 und 0,4 g/l. Es konnten keine signifikanten Korrelationen zwischen den Grundwerten und der Böckserbildung festgestellt werden.

Redoxpotenzial. Das Redoxpotenzial der Moste vor der Gärung lag bei den nicht geschwefelten Varianten bei +185 mV und bei den geschwefelten Mosten bei +50 mV. Durch die thermische Behandlung hat sich das Redoxpotenzial nicht verändert.

Trübungswerte. Die Trübungswerte der entschleimten Moste lagen zwischen 21 und 24 TE/F. Die Ergeb-

nisse der sensorischen Bewertung der Weine (Abb. 4) zeigen, dass nur durch eine scharfe Entschleimung des Mostes eine Böckserbildung verhindert werden konnte. Die Weine aus trüben Mosten, sowohl mit als auch ohne Schwefelung, wiesen alle starke Böckser auf.

Thermische Behandlung, Pasteurisationseinheiten und Keimzahlen. Die aus der thermischen Behandlung resultierenden Keimzahlen sowie die Keimzahlen der entschleimten Moste vor der Gärung sind in Tabelle 6 dargestellt. Die Ergebnisse zeigen, dass durch die gewählten Temperaturen und Haltezeiten nicht alle Hefen und Bakterien abgetötet wurden. Der Grund, warum bei einer Erhitzung auf 60 °C/50 Sekunden geringere Keimzahlen als bei einer Erhitzung auf 70 °C/50 Sekunden bestimmt wurden, konnte nicht gefunden werden. Die 70 °C/50 Sekunden-Variante zeigte aber auch eine höhere Böckserintensität. Die Reduzierung der Keimzahl durch die thermische Behandlung bewirkte eine Abnahme der Böckserintensität. Dies deutet wieder auf einen Zusammenhang zwischen nativen Mikroorganismen im Most und dem Entstehen von Böckser hin.

Durch eine Pasteurisation des Entschleimungstrubes alleine, der dann dem entschleimten Saft wieder zugegeben wurde, konnte die Böckserbildung aber nicht ver-

Tab. 6: Pasteurisationseinheiten und Keimzahlen von Mosten im Versuchsjahr 2003

Probe	PE	KBE Hefen und Bakterien/ml (WL-Agar)	Bakterien /ml (WLD-Agar)
entschleimt + SO ₂	0	3850	1600
HTST 50 °C, 50 sec	0,0008	1840	400
HTST 55 °C, 50 sec	0,0026	430	210
HTST 60 °C, 50 sec	0,008	50	20
HTST 70 °C, 50 sec	0,08	200	70
HTST 80 °C, 50 sec	0,8	20	20
HTST 70 °C, 20 sec	0,03	115	20
HTST 80 °C, 20 sec	0,33	30	20

hindert werden. Hohe Keimzahlgehalte auch im entschleimten Most könnten hier die Ursache der Bockserbildung gewesen sein.

FAN und Aminosäuren. Auch im Jahr 2003 korrelierte der FAN-Wert nicht mit den Gesamtaminosäurewerten ($r: -0,141$). Die Entschleimung hatte keinen signifikanten Einfluss auf den Gesamtaminosäuregehalt. Die Bockserintensität korrelierte nicht signifikant mit dem FAN-Wert ($r: 0,74$) und dem Gesamtaminosäuregehalt ($r: -0,313$). Es konnte auch keine signifikante Korrelation der einzelnen Aminosäuregehalten mit der Bockserintensität berechnet werden. Durch die HTST-Behandlung wurde der Gesamtaminosäuregehalt erhöht (Abb. 5), dieser Effekt war bei 20 Sekunden Haltezeit

stärker ausgeprägt als bei 50 Sekunden Haltezeit. Die Weine mit einer HTST-Vorbehandlung (80 bzw. 90 °C mit 20 Sekunden Haltezeit) wiesen auch die geringste Bockserintensität auf. Bei allen Weinen, die mit einer Bockserintensität unter 0,5 bewertet wurden, können als „böckserfrei“ bezeichnet werden.

Auf Grund dieser Ergebnisse kann nicht ausgeschlossen werden, dass in

diesem Fall doch der Aminosäuregehalt eine mögliche Mitursache (eventuell eine nicht signifikante Störgröße) für die Bockserbildung darstellte. Obwohl der Nährstoffgehalt generell niedriger als bei den Mosten des Versuchsjahres 2002 und auch die Bockserintensität höher lag, gelang durch eine scharfe Entschleimung (bei der sich der Aminosäuregehalt nicht signifikant änderte) dennoch die Vermeidung eines Böckers. Es scheint demnach ein wichtiger Zusammenhang zwischen der nativen Keimzahl im Most mit dem Nährstoffangebot hinsichtlich der Bockserbildung zu bestehen. Sowohl mittels Entschleimung als auch thermischer Behandlung konnte die Ausgangskeimzahl nati-

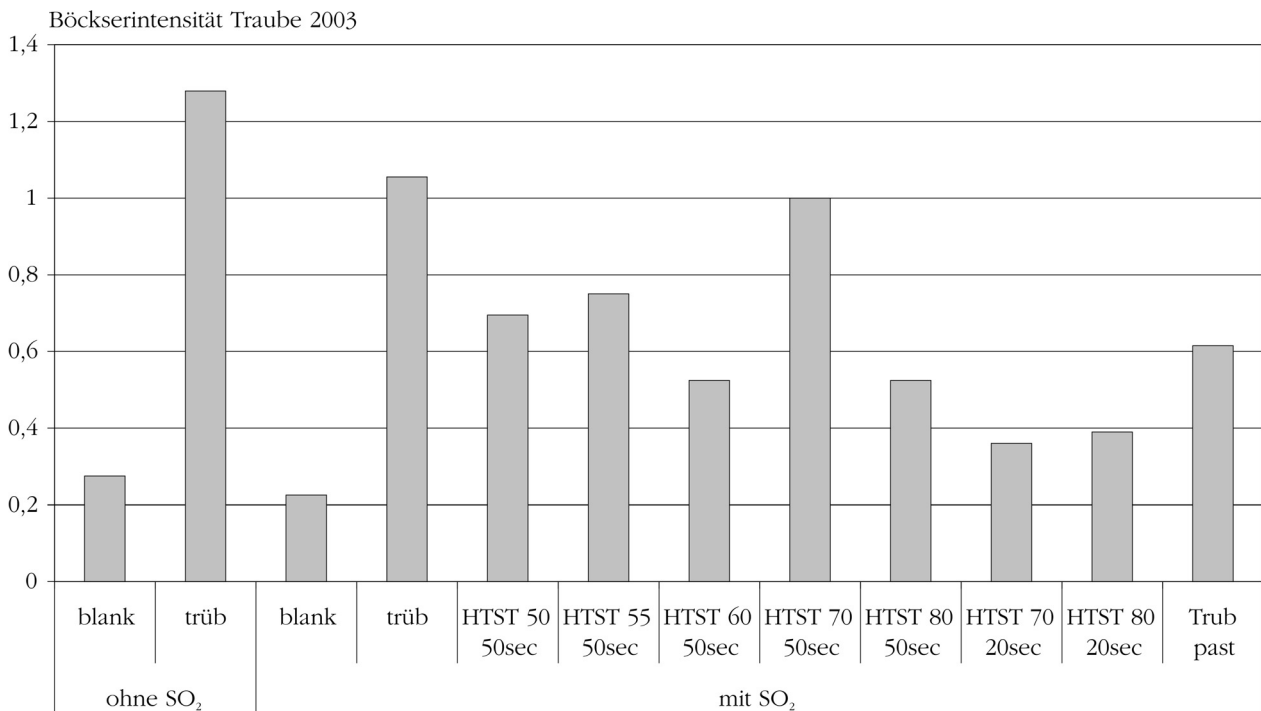


Abb. 4: Böckserintensität der Weine im Versuchsjahr 2003

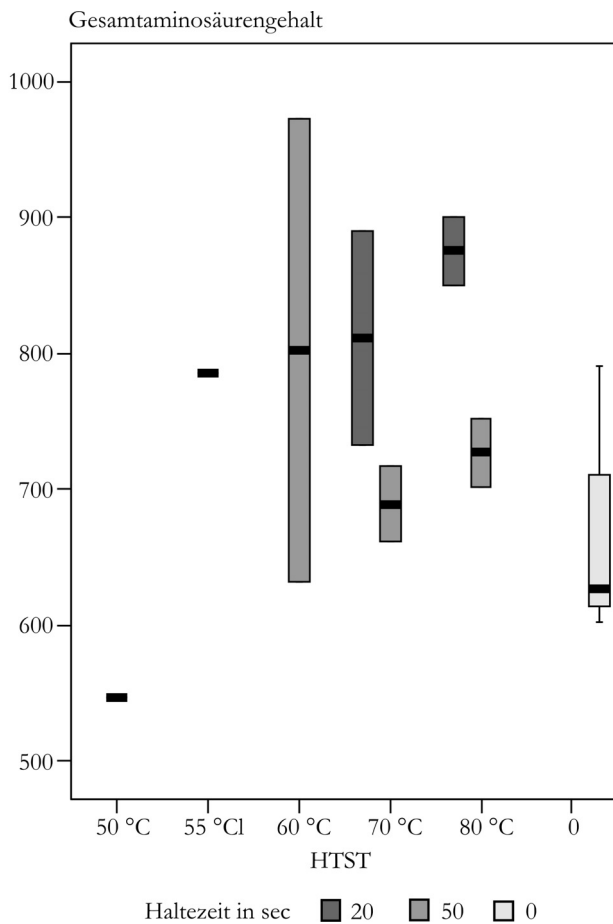


Abb. 5: Gesamtaminosäuregehalte in Abhängigkeit der Temperatur und Haltezeit im Versuchsjahr 2003

ver Mikroorganismen und damit in diesem Jahr auch die Bockserintensität reduziert werden.

Sensorische Bewertung. Abbildung 4 zeigt die Ergebnisse der sensorischen Bewertung der Weine. Mit Ausnahme der entschleimten Varianten und der HTST-Variante (70/80 °C, 20 Sekunden) wiesen alle Weine leichte Fehltonen auf. Die thermisch behandelten Varianten zeigten aber eine geringere Intensität. Generell wurden die entschleimten Varianten besser bewertet als die nicht entschleimten.

Versuchsjahr 2004

Kennwerte. Die Alkoholgehalte der Weine lagen zwischen 10,8 und 11,4 %vol, die Gehalte an Restzucker zwischen 0,7 und 1,6 g/l und an titrierbaren Säuren zwischen 7,8 und 9,7 g/l. Die Werte für Äpfelsäure betragen 2,2 bis 4,9, für Weinsäure 2,7 bis 3,3 g/l, für L-Milchsäure 0,1 bis 1,3 g/l und für flüchtige Säuren 0,2

bis 0,3 g/l. Die nicht geschwefelten trüben Varianten wiesen einen teilweisen biologischen Säureabbau auf. Die Werte der restlichen Proben lagen eng beieinander und zeigten keinen Zusammenhang mit der Bockserbildung. Der Gehalt an freier schwefeliger Säure lag in allen Varianten bei ca. 30 mg/l.

Redoxpotenzial. Das Redoxpotenzial der Moste lag bei den nicht geschwefelten Proben bei +228 mV, bei den geschwefelten Säften bei +40 mV. Durch die thermische Behandlung stieg das Redoxpotenzial bei der HTST auf bis zu +85 mV, beim Autoklavieren auf bis +110 mV an. Dieser Anstieg ist vermutlich auf den Verlust der L-Ascorbinsäure während der Erhitzung zurückzuführen.

Trübungswerte. Die Trübungswerte der nicht geschwefelten entschleimten Varianten lagen bei 70 TE/F, die der geschwefelten entschleimten Säfte bei 22 TE/F. Hier zeigte sich der positive Effekt der Schwefelung des Mostes auf den Klärgrad. Auch in diesem Jahr konnte durch eine scharfe Entschleimung die Bockserbildung verhindert werden.

Thermische Behandlung und Pasteurisationseinheiten. Die sensorische Auswertung der Weine (Abb. 6) zeigt, dass durch eine thermische Behandlung, sowohl durch Autoklavieren als auch durch eine HTST über 80 °C, die Bockserbildung verhindert werden konnte (Pasteurisationseinheiten: Tab. 7). Bei Temperaturen unter 80 °C wurden zum Teil starke Bockser gebildet.

Sensorische Bewertung. Auch bei diesem Versuch wurden die entschleimten Proben generell besser beurteilt als die trüben. Der klassische „Trubton“ von nicht entschleimten Mosten konnte bei den HTST-Varianten über 80 °C nicht mehr festgestellt werden. Die Weine, die mit HTST von 85 und 95 °C behandelt wurden, waren qualitativ die besten von allen Varianten dieses Jahres. Durch die thermische Behandlung kommt es zu einer generellen Verringerung der Aromastoffe der Moste (JANZANTI et al., 2003; SU und WILEY, 1998). Sensorisch in den Vordergrund rücken dadurch die Aromastoffe, die zu Beginn die höchsten Gehalte aufwiesen. Diese Veränderung des Aromaprofils wirkt sich anscheinend

Tab. 7: Pasteurisationseinheiten im Versuchsjahr 2004

Traube 2004	PE
HTST 55 °C, 50 sec	0,0026
HTST 65 °C, 50 sec	0,026
HTST 75 °C, 50 sec	0,26
HTST 85 °C, 50 sec	2,6
HTST 95 °C, 50 sec	26,2

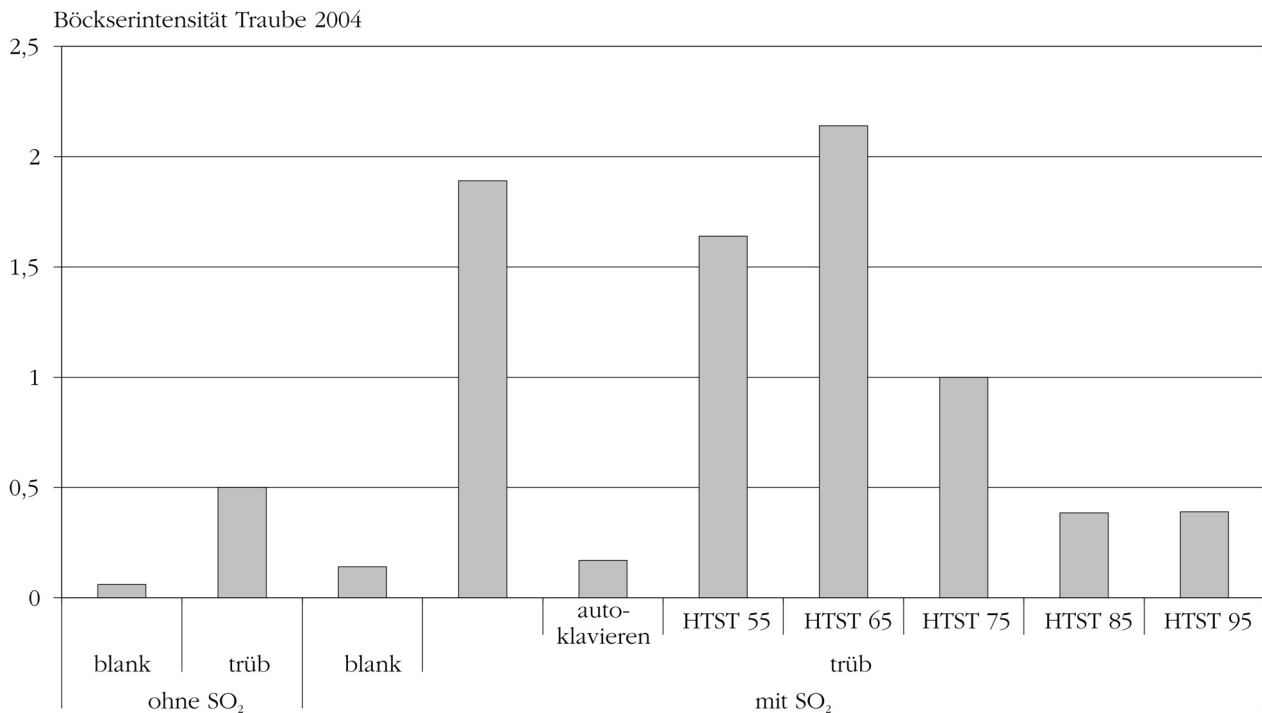


Abb. 6: Böckserintensität der Weine im Versuchsjahr 2004

positiv auf die Weinqualität aus. Die HTST-Behandlung scheint somit eine geeignete Alternative zur Entschleimung hinsichtlich der Böckservermeidung darzustellen. Die autoklavierten Proben zeigten - wie erwartet - eine eigenwillige Farbe. Auch der Geruch der Weine war nicht typisch.

Diskussion

Die Ergebnisse der Versuche über drei Jahre zeigten, dass durch scharfe Entschleimung die Böckserbildung erfolgreich verhindert werden konnte. Der Zusatz von Lysozym zeigte keinen Effekt auf die Böckserbildung. Auch die Pasteurisation des Trubes allein konnte die Böckserbildung nicht verhindern. Die Belüftung des Trubes erhöhte die Böckserintensität. Weiters konnte gezeigt werden, dass durch eine thermische Behandlung über 80 °C abhängig von der Ausgangskeimzahl ebenfalls Böckser verhindert bzw. in ihrer Intensität stark verringert werden konnten. Die sensorischen Parameter der Weine wurden durch eine HTST-Behandlung nicht negativ beeinträchtigt. Auch die HMF-Werte stiegen dadurch nur minimal an.

Die Bestimmung des FAN-Wertes und der Aminosäuregehalte der Moste zeigte, dass die Gehalte innerhalb

der Jahrgänge stark schwankten. Doch trotz geringer Nährstoffgehalte konnte durch scharfe Entschleimung ein Böckser verhindert werden. Im Versuchsjahr 2002 konnte gezeigt werden, dass die Böckserintensität mit einzelnen Aminosäuregehalten signifikant korrelierte. Eine genaue Aussage über die Bedeutung der einzelnen Aminosäuren hinsichtlich der Böckserbildung konnte jedoch auf Grund der unterschiedlichen Ergebnisse innerhalb der Versuchsjahre nicht getroffen werden. Inwieweit durch einen generell geringeren Aminosäuregehalt im Jahr 2003 gegenüber den Jahren 2002 und 2004 die Anzahl der Böckser erhöht wurde, konnte nicht eindeutig bestimmt werden, insofern als durch eine Entschleimung, bei der der Aminosäuregehalt nicht signifikant verändert wurde, dennoch immer ein Böckser verhindert werden konnte. Es wird jedoch ein enger Zusammenhang von der nativen Keimzahl des Mostes mit dem Nährstoffgehalt vor der Gärung hinsichtlich der Böckserneigung vermutet.

Die FAN-Werte korrelierten nicht mit den Aminosäurewerten und der Böckserintensität und können somit nicht für eine Schnellbestimmung zur Beurteilung der Nährstoffversorgung eines Mostes bzw. der „Böcksergefährdung“ empfohlen werden.

Die Ergebnisse erhärten die Vermutung, dass die Bockserursache im mikrobiologischen Bereich liegt (ERLACHER, 2000). Je weiter die Keimzahl nativer Mikroorganismen vor der Gärung reduziert werden kann, desto sauberer wird der Wein, und desto geringer sind Bockserhäufigkeit und -intensität.

Literatur

- AMANN, R., SIEGLER, J. and KREBS, H. 2002: Stickstoff als Qualitätsparameter. Dt. Weinbau (20): 22-25
- BAST, E. (2001): Mikrobiologische Methoden : Eine Einführung in die grundlegenden Arbeitstechniken, 2. Aufl. - Berlin: Spektrum, 2001
- BERNATH, K. 2001: Bockser : Ursachen und Tipps zur Vermeidung. Dt. Weinbau (10): 106-110
- BOULTON, R.B., SINGLETON, V.L., BISSON, L.F. and KUNKEE, R.E. (1996): Principles and practices of winemaking. - New York: Chapman & Hall, 1996
- BRANDES, W., BAUMANN, R., PAAR, E., PISCHINGER, K., EDER, R., ROSNER, A. and WUNDERER, W. 2001. Über den Konzentrationsverlauf wichtiger Inhaltsstoffe von Trauben der Sorten „Rheinriesling“, „Grüner Veltliner“ und „Zweigelt“ während der Reife des Lesejahres 2000 - Teil 1: Niederösterreich und Wien. Mitt Klosterneuburg 51: 79-99
- DUKES, B.C. and BUTZKE, C.E. (1996): Concentration of α -Amino compounds in grape juice can be rapidly determined using an o-Phthalaldehyde/N-acetyl-L-cysteine spectrometric assay. 47th Annual Meeting of the American Society for Enology & Viticulture. - Reno, 1996
- EDER, R. (2003): Weinfehler : Erkennen, vermeiden, beheben. - Leopoldsdorf: Agrarverl., 2003
- EDER, R. und BRANDES, W. (2003). Weinanalyse im eigenen Betrieb. Grundparameter. Leopoldsdorf: Agrarverl., 2003
- ERLACHER, W.R. (2000): Ergebnisse von Untersuchungen über den Einfluss anaerober Bakterien auf das Auftreten eines Bockserflavours in Weißweinen. - Wien: Diplomarbeit Univ. Bodenkultur, 2000
- FRANK, H. (2000): Ergebnisse von Untersuchungen über den Einfluss der Anbau- und Verarbeitungsbedingungen auf das Auftreten des Weinfählers Bockser. - Wien: Diplomarbeit Univ. Bodenkultur, 2000
- GARDNER, J.M., POOLE, K. and JIRANEK, V. 2002: Practical significance of relative assimilable nitrogen requirements of yeast : a preliminary study of fermentation performance and liberation of H₂S. Austr. J. Grape and Wine Res. 8(3): 175-179
- GIUDICI, P. and KUNKEE, R.E. 1994: The effect of nitrogen deficiency and sulfur-containing amino acids on the reduction of sulfate to hydrogen sulfide by wine yeasts. Am. J. Enol. Vitic 45: 107-112
- GÖSSINGER, M. und STEIDL, R. (2000): Technological measures against the off-flavour 'Bockser' (formation of hydrogensulphide flavours) during the processing of grapes for white wine. XXVeme congres mondial de la vigne et du vin, Paris 19-23 june 2000
- GÖSSINGER, M. und STEIDL, R. 1999a: Einfluss der reduktiven Verarbeitung der Trauben auf die Bockserhäufigkeit bei Weißwein. Mitt. Klosterneuburg 49: 93-101
- GÖSSINGER, M. und STEIDL, R. 1999b: Einfluss verschiedener Produktionsparameter und Technologien auf die Bockserhäufigkeit bei österreichischen Weinen. Mitt. Klosterneuburg 49: 124-132
- HALLINAN, C.P. SAUL, D.J. and JIRANEK, V. 1999: Differential utilisation of sulfur compounds for H₂S liberation by nitrogen-starved wine yeasts. Austr. J. Grape and Wine Res. 5(3): 82-90
- JANZANTTI, N.S., FRANCO, M.R. e WOSIACKI, G. 2003: Efeito do processamento na composição de voláteis de suco clarificado de maçã Fuji. Ciência Tecnol. Aliment. 23(3): 523-528
- LOPEZ, R., SANTAMARIA, P., GUTIERREZ, A.R. and INIGUEZ, M. 1996: Changes in amino acids during alcoholic fermentation of grape juice at different temperatures. Science des aliments 16: 529-535
- RAUHUT, D. (1996): Qualitätsmindernde schwefelhaltige Stoffe im Wein. - Gießen: Diss. Justus-Liebig-Univ., 1996 (Geisenheimer Berichte; 24)
- RAUHUT, D., SHEFFORD, P.G., POUR NIKFARDJAM, M., KÜRBEL, H., LOOS, U. und LOHNERTZ, O. (2001): Einfluss verschiedener Antioxidantien auf die Gärung und die Entstehung von Fehleraromen. 6. Internationales Symposium Intervitis-Interfructa. -Stuttgart, 2001
- SCHNEIDER, I. 2004: Fluch oder Segen? Hefenährstoffe für die Wein- und Sektfermentation. Getränkeindustrie 58(11): 24-25
- SCHOBINGER, U. (2001): Handbuch der Lebensmitteltechnologie : Frucht- und Gemüsesäfte, 3. Aufl. - Stuttgart: Ulmer, 2001
- SOMMERBAUER, T. (1998): Untersuchung über die Eignung von Bestimmungsmethoden für assimilierbaren Stickstoff im Traubenmost und dessen Gehalte in Abhängigkeit von Sorte und Reife. Diplomarb. Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau Klosterneuburg, 1998
- SPANOS, G.A. and WROLDSTAD, R.E. 1990: Influence of variety, maturity, processing, and storage on the phenolic composition of pear juice. J. Agric. Food Chem. 38: 817-824
- SU, S.K. and WILEY, R.C. 1998. Changes in apple juice flavour compounds during processing. J. Food Science 63: 688-691
- WEIAND, J. 2001: Mit Lysozym des BSA im Griff? Dt. Weinmagazin (23): 14-17

Manuskript eingelangt am 16. Oktober 2006