

*Aus dem Institut für Lebensmittelchemie der Technischen Hochschule Karlsruhe
(Leiter: Professor Dr.-Ing. W. Heimann)
und der Staatl. Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau Weinsberg
(Direktor: E. Klenk)*

Einfluß der Maischeerwärmung und der Maischefermentierung auf die Gewinnung von Weinen *)

Von

W. HEIMANN, K. WUCHERPFENNIG, U. SCHIELE-TRAUTH und G. STRECKER

Mit 10 Tabellen

(Eingegangen am 5. September 1960)

Die Ergebnisse unserer Arbeiten zur Wirkung pektinspaltender Fermente in Fruchtmaischen wurden zunächst im Hinblick auf die Gewinnung von Süßmosten mitgeteilt: Da wir als günstigste Fermentierungstemperatur 45°C ermittelten, wobei nach 2stündiger Maischefermentierung mit den handelsüblichen Filtrationsenzymen durchschnittlich 80% des abbaufähigen Pektins gespalten wurden (1), zogen wir in unsere weiteren Untersuchungen den alleinigen Einfluß der Erwärmung der Maischen mit ein. Es ergaben sich hierbei, auch unter Berücksichtigung einer kurzen Hoherhitzung der Maischen, in wissenschaftlicher und praktischer Hinsicht wertvolle Ergebnisse, die die Inaktivierung von Oxydationsfermenten (1) und vor allem die erhöhte Ausbeute an Saftinhaltsstoffen betreffen (2). Darüber hinaus studierten wir die *Maischeerwärmung* und *Maischefermentierung* unter technologischen Aspekten für die Süßmostereipraxis (3).

Zusammenfassend kann bei den untersuchten Früchten — Himbeeren, Stachelbeeren, Erdbeeren, schwarzen und roten Johannisbeeren, Äpfeln, Birnen, weißen und roten Weintrauben (Ausnahme: Kirschen) — gesagt werden, daß durch die Erwärmung der Maischen eine erhöhte Viskosität, aber auch eine Zunahme der Saftinhaltsstoffe erzielt wird, die allerdings abhängig ist von der Art der verfahrenstechnischen Saftgewinnung, d. h. je nachdem, ob man sich eines Trennsystems bedient, in dem sich Druckunterschiede aus-

*) Der chemische Teil der Arbeit wurde aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Bonn, der technische Teil durch finanzielle Unterstützung des Landesgewerbeamtes Baden-Württemberg, Stuttgart, ermöglicht; wir danken beiden Institutionen für die großzügige Hilfeleistung.

wirken (Presse, Nutsche) oder eines Systems, das zur Phasentrennung die Zentrifugalkraft benutzt. Durch Zusatz pektinspaltender Fermente zur erwärmten Maische erfolgt ein an Hand der abnehmenden Viskositäten verfolgbare Abbau des Pektins. Die Ausbeute an Saftinhaltsstoffen erfährt dadurch im allgemeinen eine weitere Steigerung, wobei eine Parallelität zwischen dem pektinabbauenden, viskositätssenkenden Effekt der Fermente und der Steigerung der Ausbeute an Saftinhaltsstoffen besteht (2).

Unsere weiteren Untersuchungen über das Problem der Maischefermentierung befaßten sich mit dem Einfluß der Maischeerwärmung und Maischefermentierung von Weintrauben auf die Gewinnung von Weinen (4).

Bereits 1947 berichteten CRUESS und KILBUCK (5) über die Enzymbehandlung (Fermentierung) von Traubenmaischnen zur Weinbereitung. Diese Autoren stellten fest, daß schon durch die Fermentierung *nicht erwärmter Maischen* eine höhere Ausbeute beim Abkeltern der Maische erzielt wurde. Auch der Keltervorgang selbst ließ sich schneller durchführen, wobei weniger Trubstoffe in den Preßsaft gelangten; der Jungwein klärte sich vergleichsweise schneller und der Ausbau des Weines bis zur Reife erfolgte in einem kürzeren Zeitraum gegenüber den Weinen, die aus unfermentierter Maische gewonnen wurden.

In den letzten Jahren wurden, unabhängig von uns, umfangreiche Versuche von KONLECHNER und HAUSHOFER (6) zur Fermentierung *erwärmter Maischen* in technischem Maße ausgeführt.

Die *Maischeerwärmung* ist von besonderer Bedeutung für die Gewinnung von Rotweinen; durch die Wärmebehandlung, die die Beerenhüllen durchlässig macht, soll die übliche, für Fremdinfection anfällige Maischegärung ersetzt werden.

In einer ersten Mitteilung haben wir einen Überblick über unsere Ergebnisse erstattet (7). Hier werden spezielle, unter wissenschaftlichen und technologischen Fragestellungen erzielte Befunde dargelegt und über die Ergebnisse unserer halbtechnischen Untersuchungen berichtet.

Methodik

Die methodische Durchführung der Untersuchungen bei Weintrauben wurden entsprechend den bei der Maischebehandlung verschiedener Fruchtarten gewonnenen Erkenntnissen durchgeführt. Während wir die einzelnen halbtechnischen Methoden im Abschnitt B beschreiben, sind hier die von uns durchgeführten Laboratoriumsverfahren und die analytischen Bestimmungsmethoden zusammengestellt. Für unsere Laboratoriumsuntersuchungen verwendeten wir folgende Traubenarten:

- Serie I: Trollinger/Baden (rot)
- Serie II: Riesling/Württemberg (weiß)
- Serie III: Silvaner/Württemberg (weiß)
- Serie IV: Limberger/Württemberg (rot)

Bei den zur Fermentierung der Maische herangezogenen Fermenten handelt es sich bei diesen Laboratoriumsversuchen um Filtrationsenzyme des Handels.

Die Trauben wurden wie üblich entrappt, zerkleinert, die Maische gleichmäßig durchmischt und dann bei den verschiedenen Temperaturen mit und ohne Fermentzusatz gelagert. Die Abtrennung der Moste von den Maischen erfolgte mittels eines Separators. Die gewonnenen Moste wurden pasteurisiert und in 5-Liter-Flaschen mit Reinzuchthefer vergoren.

Von den Maischen aus roten Trauben wurde ein kleiner Teil der Spontangärung überlassen, um einen Vergleichswein zu erhalten, wie er im herkömmlichen Kellerbetrieb durch Maischegärung gewonnen wird.

Grundsätzlich wurde zunächst immer die Auswirkung der Hitzebehandlung allein und dann die der zusätzlichen Fermentbehandlung überprüft.

Es wurden folgende *analytische Methoden* herangezogen:

Die Bestimmung der *Phosphorsäure* erfolgte nach einem maßanalytischen Verfahren im Anschluß an die Bestimmung der Aschenalkalität (8).

Die *Viskosität* wurde in einem nach SCHUBERT (9) abgeänderten Durchflußviskosimeter gemessen; da es sich um vergleichende Untersuchungen handelte, sind die ermittelten Werte in Durchflußzeiten (Sekunden) angegeben. (Wasserwert des Viskosimeters 15,4 Sekunden bei 20°C).

Das *spezifische Gewicht* wurde mit Hilfe eines Pyknometers ermittelt und der diesem Wert entsprechende *Gesamtextrakt* der zugehörigen Tabelle (nach WINDISCH) entnommen (10).

Die Bestimmung des *Zuckers* erfolgte reduktometrisch mit Hilfe Fehlingscher Lösung und Wägen des Kupferoxyduls. Die Berechnung erfolgte als Invertzucker in g/l. Nach Abzug des erhaltenen Zuckerwertes vom ermittelten Gesamtextrakt wurde der Gehalt an *zuckerfreiem Extrakt* (g/l) errechnet (11).

Die Ermittlung des *Alkohols* erfolgte durch Destillation und anschließende Bestimmung des spezifischen Gewichtes des Destillates (12).

Der *Aschegehalt* wurde durch Veraschung der Moste bzw. Weine im elektrischen Ofen bei 600°C ermittelt. Für die Bestimmung der *Aschenalkalität* wurde in etwas abgewandelter Weise zu dem üblichen Verfahren vorgegangen. Die Neutralisation wurde unter Verwendung eines Beckmann-Potentiometers ausgeführt. Zur Bestimmung des *pH-Wertes*, des Titrationsendpunktes wurden mehrere Proben in der üblichen Weise mit Methylorange titriert, indem die Asche zunächst mit überschüssiger 0,1 *n*-Schwefelsäure aufgenommen, nach entsprechender Weiterverarbeitung mit überschüssiger 0,1 *n*-Natronlauge im Überschuß versetzt und dann mit 0,1 *n*-Säure zurücktitriert wurde. Als Endpunkt galt der erste Umschlag von gelb nach orange (13).

Das *Glycerin*, ein Nebenprodukt der alkoholischen Gärung, wurde nach dem zweiten Abstich nach der Methode von GROHMANN und MÜHLBERGER (14) bestimmt.

Die Bestimmung der *flüchtigen Ester* erfolgte nach deren Verseifung durch Rücktitration der bei der Verseifung freiwerdenden Säuren nicht verbrauchten Natronlauge (15). Die Berechnung erfolgte als Essigsäureäthylester.

Um die *Farbwerte* der Weine miteinander vergleichen zu können, wurden die Extinktionen im Fotometer Eppendorf bestimmt. Die Messung erfolgte mittels einer Quecksilberlampe mit einem Filter von 366 nm in einer 10 mm Küvette.

Die *organoleptische Prüfung* wurde nach dem von der Staatlichen Lehr- und Versuchsanstalt Weinsberg vorgeschlagenen Bewertungsschema durchgeführt.

A. Laboratoriumsuntersuchungen

1. Neubildung von Pektin durch Erwärmung

Es wurde von uns bei allen untersuchten Früchten festgestellt, daß durch Erwärmung der Maischen, besonders nach der Erhitzung auf 80°C ein auffallender Viskositätsanstieg in den Säften erfolgt (2). Es liegt die Annahme nahe, daß diese Viskositätssteigerung durch Pektine verursacht wird, da nach Zugabe der pektinabbauenden Filtrationsenzyme zur Maische eine starke Viskositätssenkung in den Säften stattfindet. Wir gaben bereits früher unsere Hypothese an (1), daß bei der Maischeerwärmung aus Protopektin Pektin gebildet wird, ein Vorgang, der einerseits an die Wirkung zelleigener Proto-

pektinasen, andererseits an eine dem pH-Wert von 3–4 entsprechende säurekatalysierte Protopektinspaltung gebunden ist. Die auffallend hohe Viskositätszunahme nach der Maischeerhitzung auf 80°C ist nach unserer Auffassung überwiegend der *Säurekatalyse* zuzuschreiben. Die Bildung von Pektin aus Protopektin ist gekoppelt mit der Abspaltung von vorher organisch gebundener Phosphorsäure, die sich dann im Saft bzw. Wein löst (Protopektinmodell nach HENGLEIN). Wie aus Tabelle 1 hervorgeht, sind in den Weinen, deren Maischen 90 Sekunden auf 80°C erhitzt und 2 Stunden bei 45°C gelagert worden waren, tatsächlich eindeutig höhere Mengen an Phosphorsäure zu finden. Man kann hierin den Beweis ersehen, daß sich das, den Viskositätsanstieg in Traubensaft verursachende Pektin aus Protopektin durch den Wärmeeinfluß, besonders bei der Hoherhitzung, bildet.

Tabelle 1

Viskositäten von Mosten in Durchlaufzeiten (Sekunden) und Gehalt an Phosphorsäure (g/l) der zugehörigen Weine nach verschiedenen Wärmebehandlungen der Maische

Versuchs-Serie	Maischebehandlung					
	2 Std. Lagerung bei 20°C		2 Std. Lagerung bei 45°C		2 Std. Lagerung bei 45°C unter vorangehender Erhitzung auf 80°C für 90 sek	
	Viskosität	Phosphorsäure	Viskosität	Phosphorsäure	Viskosität	Phosphorsäure
I	29,8	—	31,2	—	32,9	—
II	33,9	0,38	37,3	0,38	39,8	0,52
III	32,5	0,36	34,8	0,44	42,2	0,52
IV	28,4	0,58	30,0	0,54	37,7	0,72

2. Zur Bindung von Zucker an Pektin

Während wir fast durchgängig bei allen mittels Zentrifuge gewonnenen Säften eine Steigerung der ermittelten Saftinhaltsstoffe nach der Fermentierung der Maischen festgestellt hatten, ergab sich bei Weintrauben ein auffallendes analytisches Ergebnis. Wie aus Tabelle 2 hervorgeht, steigt durch die Wärmebehandlung der Maischen die Konzentration des Gesamtextraktes, des zuckerfreien Extraktes und der reduzierenden Zucker in den zentrifugierten Säften an. Werden der Maische Filtrationsenzyme zugesetzt, so ergibt sich in den Säften neben einer bestimmten Erhöhung des Gesamtextraktes eine wesentliche Steigerung des Zuckergehaltes, der Gehalt an zuckerfreiem Extrakt liegt dagegen bedeutend niedriger. Dies wird besonders deutlich aus den Vergleichswerten der Säfte weißer Trauben mit und ohne Fermentzusatz bei der zweistündigen Maischeerwärmung auf 45°C unter vorgeschalteter Kurzzeit-Hoherhitzung auf 80°C (80/45°C). Der gleichzeitige Abfall der Viskosität in den Säften nach der Fermentbehandlung der Traubenmaische zeigt an, daß Pektine abgebaut werden.

Tabelle 2

Analyse von Traubensüßmosten nach verschiedener Wärmebehandlung und Fermentierung der Maischen

Maischen 2 Stunden gelagert	Zentrifugierte Säfte				Filtrierte Säfte			
	Viskosität	°Oechsle	Zucker	zuckerfreier Extrakt	Viskosität	°Oechsle	Zucker	zuckerfreier Extrakt
Weiße Trauben								
20°C	32,9	81,3	186,0	25,8	33,1	80,7	185,6	24,6
45°C	34,5	83,1	186,4	30,1	33,6	77,7	171,0	31,3
45°C + Fermente	30,1	83,9	191,8	26,8	29,9	79,0	181,2	24,5
80/45°C	38,2	84,4	177,4	42,5	34,9	83,0	174,2	42,1
80/45°C + Fermente	31,7	86,2	196,0	28,7	30,4	82,0	186,0	27,6
80°C	39,8	84,6	173,0	47,5	—	83,5	174,8	42,8
Rote Trauben								
20°C	28,5	56,0	102,8	42,7	27,7	55,5	109,6	34,6
45°C	38,5	59,1	111,8	41,8	35,0	54,8	105,0	37,4
45°C + Fermente	31,2	58,3	121,8	29,7	28,3	56,1	108,0	37,8
80/45°C	41,7	—	116,6	—	37,5	55,5	106,4	37,8
80/45°C + Fermente	32,9	60,9	117,0	41,4	29,3	56,9	109,0	38,9
80°C	56,2	61,5	118,4	41,6	—	56,3	109,2	37,1

Nach unseren Untersuchungen können bei dem fermentativen Pektinabbau in geringem Maße Spaltprodukte gebildet werden (etwa 1,2 g/l Saft), die reduzierend wirken und mit der angewandten reduktometrischen Bestimmungsmethode als „Zucker“ erfaßt werden. Unter Berücksichtigung dieses Blindwertes werden aber doch noch beachtliche Zuckermengen festgestellt; in den in der Tabelle 1 aufgeführten Versuchen mit weißen Trauben bei 80/45°C sind es 12,6 g Zucker pro Liter Saft, die nach der Fermentierung reduktometrisch nachgewiesen werden können. Man wird hier zu der Annahme geführt, daß durch die Warmfermentation Symplexe der (makromolekularen) Pektine (oder Stärke) mit den niedermolekularen Zuckern gelöst werden, wodurch reduktometrisch erhöhte „Zuckerwerte“ auftreten.

Wir haben das Phänomen der Zuckerbindung an die makromolekularen Pektine bereits früher im Zusammenhang mit verfahrenstechnischen Problemen festgestellt (2). Nach der alleinigen Wärmebehandlung der Maischen lassen sich die Säfte aller Früchte durch die Neubildung von Pektin nur sehr schwer filtrieren; im Filter bleiben Pektine zurück, die niedermolekulare Stoffe, insbesondere Zucker, zurückzuhalten vermögen. Werden die erwärmten Maischen aber mit Filtrationsenzymen behandelt, so wird die Filtration der Säfte wesentlich erleichtert und die Zucker gelangen infolge des Pektinabbaues in den filtrierten Saft. Wir haben dies bei allen untersuchten Früchten (mit Ausnahme der Kirschen) festgestellt. Bei roten und weißen Trauben war die bessere Zuckerausbeute in den filtrierten Säften nach der Fermentierung nur erreichbar (Tabelle 2), wenn die Maischen vor der Fermentierung kurz hocherhitzt wurden. Dieser Befund zeigt, daß bei Trauben eine besondere Haftung zwischen Pektin und Zucker angenommen werden kann.

3. Einfluß der Maischebehandlung auf den Alkoholgehalt der Weine

Im Anschluß an diese Ergebnisse soll der Frage nachgegangen werden, wie Maischeerwärmung und Maischefermentierung den Alkoholgehalt der Weine beeinflussen. In Tabelle 3 sind die von uns ermittelten Werte verschiedener Weine zusammengestellt. Durch die 2stündige Erwärmung der Maischen auf 45°C liegen die Alkoholwerte in diesen Weinen fast durchgängig etwas höher als in denjenigen, die ohne Maischeerwärmung gewonnen worden waren. Dies trifft auch zu für Rotweine, deren Maischen die 2stündige Wärmebehandlung auf 45°C statt der üblichen Maischegärung erfahren hatten. Die 90 Sekunden lange Erhitzung der Maischen auf 80°C vor der Lagerung bei 45°C zeigt nur bei Probe 1 und 2 eindeutig höhere Alkoholausbeuten als in den Weinen, deren Maischen keiner Kurzzeit-Hocherhitzung unterworfen worden waren. Der Zusatz von Filtrationsenzymen zu den auf 45°C erwärmten Maischen ergibt in den untersuchten Weinen überwiegend einen etwas höheren Alkoholgehalt als in den aus unfermentierten Maischen gewonnenen Weinen.

Diese Befunde entsprechen im Hinblick auf die Fermentierung den in den Traubensüßmosten ermittelten Zuckerwerten (vgl. Tabelle 2). Durch die Maischefermentierung steigt die Zuckerausbeute in den Säften, somit kann auch im Wein ein höherer Alkoholgehalt erwartet werden. Daß die Erhöhung des Alkoholgehaltes in den Weinen aber im Vergleich zur Erhöhung des Zuckergehaltes in den Säften nach der Fermentierung relativ geringer ist, deuten wir dahin, daß im Süßmost durch die Maischeerwärmung allein bereits höhere Zuckermengen an Pektin gebunden vorliegen (im zuckerfreien Extrakt

analytisch erfaßbar). Diese von den hochmolekularen Pektinen festgehaltenen Zucker werden durch den im Gange der Gärung stattgefundenen Pektinabbau (16) freigelegt und zu Alkohol vergoren.

Das Angären und die Gärung selbst der aus fermentierten Maischen gewonnenen Moste erfolgte schneller als bei denjenigen Mosten, deren Maischen nicht behandelt wurden. Aufgrund dieser Beobachtung ist die Annahme nicht abwegig, daß durch die Tätigkeit der eingesetzten Fermente, die keineswegs ein reines Pektase-Pektinase-Gemisch darstellen, sondern noch weitere Enzyme (z. B. Proteasen, Diastasen, Zellulasen) enthalten, Eiweiß- und Kohlenhydrat-Abbauprodukte in den Saft gelangen, die die Entwicklung der Hefe bzw. deren Tätigkeit begünstigen. *Von hier aus erhält die Maischefermentierung für die Herstellung von Weinen eine besondere Bedeutung.*

4. Einfluß der Maischebehandlung auf die Zusammensetzung der Weine

In Tabelle 3 und 4 sind die Ergebnisse weiterer analytischer Bestimmungen in den auf dem üblichen Herstellungsweg und unter Einschaltung der Maischeerwärmung und Maischefermentierung erhaltenen Weine zusammengestellt.

Die Ermittlung des *Gesamtexttraktes* (Tabelle 3) zeigte bei den untersuchten Weinen durchgängig, daß durch die 2stündige Maischeerwärmung auf 45°C ein höherer Gesamtextrakt-Wert erreicht wird. Wird der bei 45°C 2stündig gelagerten Maische darüber hinaus eine 90 Sekunden dauernde Hoherhitzung auf 80°C vorgeschaltet, so findet man noch höhere Gesamtextrakt-Werte. Eine eindeutige Steigerung des Gesamtexttraktes im Wein wird durch Zugabe der Filtrationsenzyme während der 2stündigen Maischeerwärmung auf 45°C erzielt; die Höchstaussbeuten liegen bei der Maischefermentierung nach vorgeschalteter Kurzzeit-Hoherhitzung der Maische. Diese Befunde in Weinen entsprechen unseren Beobachtungen in zentrifugierten Trauben-Süßmosten (vgl. Tabelle 1). Durch die Maischeerwärmung und noch verstärkt durch die Fermentierung der erwärmten Maischen erfolgt ein besserer Aufschluß der Zellen, wodurch ein höherer Extraktgehalt der Säfte und Weine resultiert.

Wir haben in sämtlichen Weinen auch den *Restzucker*gehalt bestimmt. Die ermittelten Werte liegen ohne Ausnahme bei 1 g pro Liter, so daß in allen Fällen der Gesamtextrakt praktisch gleich dem zuckerfreien Extrakt ist.

Der *Aschegehalt* (Tabelle 3) der aus erwärmten, fermentierten Maischen hergestellten Weine, lag, besonders ausgeprägt bei Weißwein, höher als in den nach den üblichen Verfahren gewonnenen Weinen. Im Gegensatz zu den Gesamtextrakt-Werten ist bei den Aschewerten kein markanter Unterschied zwischen der alleinigen Erwärmung der Maische einerseits und der Maischefermentierung andererseits festzustellen. Die *Aschenalkalität* der Weine aus den fermentierten Proben ist fast durchgängig höher als in den nicht mit Filtrationsenzymen behandelten Maischen. Dies ist, wie wir bereits auf Seite 4 darlegten, mit auf die Freisetzung von vorher in den Protopektinen vorhandener Phosphorsäure zurückzuführen.

Hinsichtlich des Gehaltes an *Glycerin* und *flüchtiger Säure* (Tabelle 4) zeigt sich kein Einfluß der verschiedenen Behandlungsweisen. Allerdings weisen die nach üblicher Maischegärung gewonnenen Rotweine etwas höhere Gehalte an flüchtiger Säure auf, was vornehmlich durch die bekannte Fremdinfektion (Essigsäurebildung) bei der Maischegärung zu erklären ist.

Tabelle 3
 Alkohol (g/l), Gesamtextrakt (g/l), Asche (g/l) und Aschenalkalität (ml n/1 Na. OH/l) von Weinen, nach verschiedener Wärmebehandlung
 und Fermentierung der Maische mit 2 g Enzym je kg Maische

Ver- suchs- Serie	Gehalt an	Abstich	Maischebehandlung											
			ohne Behandl.	Maische- gärung	2 Std. Lagerung bei 45° C						2 Std. Lagerung bei 45° C unter vorangehender Erhitzung auf 80° C für 90 sek			
					ohne Ferment	mit Zusatz von Ferment			ohne Ferment	mit Zusatz von Ferment				
						I	II	III		I	II	III		
I	Alkohol	1	68,2	64,7	71,1	73,4	71,9	72,6	73,6	73,3	74,6	—	—	
		2	69,3	63,8	70,6	71,9	70,8	72,3	73,2	72,3	74,0	—	—	
	Gesamtextrakt	1	22,6	24,0	24,5	25,6	25,0	24,4	23,8	26,2	26,3	—	—	
		2	22,2	22,5	22,7	24,2	24,2	23,9	24,0	26,5	26,2	—	—	
	Asche	1	2,81	2,54	2,92	2,98	3,10	2,92	2,84	2,96	3,01	—	—	
		2	2,73	—	2,80	2,89	3,00	2,86	2,84	2,95	3,00	—	—	
	Aschenalkalität	1	40,8	34,8	47,2	41,6	46,0	42,4	40,6	41,2	41,0	—	—	
		2	37,3	—	38,8	40,4	38,4	39,0	38,4	40,2	40,8	—	—	
II	Alkohol	1	40,6	—	40,3	40,7	41,6	40,5	42,0	44,0	41,8	40,9	—	
		2	39,6	—	39,2	39,0	39,2	40,4	42,1	44,2	41,8	41,2	—	
	Gesamtextrakt	1	22,4	—	25,6	27,2	26,7	26,2	28,1	30,9	29,5	27,9	—	
		2	22,8	—	25,9	27,6	26,7	26,2	27,9	30,9	29,5	28,1	—	
	Asche	1	2,26	—	2,72	2,89	2,87	2,74	2,78	3,06	3,06	2,84	—	
		2	2,20	—	2,72	2,80	2,80	2,68	2,72	3,06	2,98	2,84	—	
	Aschenalkalität	1	37,5	—	35,3	36,9	37,9	36,2	34,3	36,9	37,6	36,1	—	
		2	24,4	—	33,2	32,8	34,4	30,8	29,2	33,6	34,8	32,4	—	

III	Alkohol	1	49,5	—	49,6	50,8	51,1	49,5	49,1	52,8	50,7	48,9
		2	49,3	—	49,5	51,6	49,4	48,3	48,4	51,2	48,7	49,3
	Gesamtextrakt	1	25,8	—	27,7	28,7	29,3	28,7	30,0	33,0	31,3	30,8
		2	26,2	—	28,0	28,7	28,6	28,8	29,6	32,7	30,9	30,8
	Asche	1	3,07	—	3,23	3,39	3,42	3,36	3,53	3,86	3,57	3,50
		2	2,96	—	3,60	3,68	3,70	3,92	3,53	3,82	3,56	3,56
	Aschenalkalität	1	38,6	—	37,5	43,2	43,5	44,1	45,7	47,9	44,7	44,1
		2	36,0	—	36,0	41,6	41,8	41,2	43,6	44,0	41,6	39,2
IV	Alkohol	1	58,5	59,4	59,4	59,2	60,4	58,7	59,0	57,6	61,3	59,0
		2	55,8	55,1	56,8	59,2	58,5	56,3	59,3	58,0	60,3	59,0
	Gesamtextrakt	1	26,3	26,4	29,7	—	28,0	28,1	27,4	29,0	30,1	28,8
		2	26,5	23,5	26,4	29,3	28,1	27,3	28,1	29,2	29,4	29,1
	Asche	1	2,81	2,75	2,90	3,22	2,97	2,96	3,04	3,07	3,08	3,11
		2	2,78	2,88	2,87	3,24	2,92	2,88	3,02	2,98	3,08	3,06
	Aschenalkalität	1	32,4	26,4	29,4	31,2	30,1	36,1	36,1	37,6	37,8	38,5
		2	31,2	25,2	32,0	37,6	33,2	34,6	34,4	34,0	35,2	35,2

Tabelle 4

Glycerin (g/l), Flüchtige Säure (g/l), Flüchtige Ester (g/l) und Extinktionen, gemessen mit Hg-Filter 366 m μ von Weinen nach dem zweiten Abtich nach verschiedener Wärmebehandlung und Fermentierung der Maische mit 2 g Enzym pro kg Maische

Ver- suchs- Serie	Gehalt an	Maischebehandlung									
		ohne Behand- lung	Maische- gärung	2 Stunden Lagerung bei 45°C				2 Stunden Lagerung bei 45°C unter vorangehender Erhitzung auf 80°C für 90 sek			
				ohne Ferment	mit Zusatz von Ferment			ohne Ferment	mit Zusatz von Ferment		
					I	II	III		I	II	III
I	Glycerin	4,1	—	3,8	3,5	4,1	3,5	3,5	3,7	4,5	—
	Flüchtige Säure	0,88	—	0,54	0,71	0,65	0,91	0,86	0,70	0,99	—
	Flüchtige Ester	0,094	—	0,121	0,112	0,099	0,099	0,097	0,112	0,076	—
	Extinktion	0,185	0,345	0,400	0,380	0,400	0,424	0,610	0,472	0,512	—
II	Glycerin	2,1	—	2,2	2,4	2,2	1,9	2,0	2,4	1,8	2,0
	Flüchtige Säure	0,29	—	0,28	0,38	0,46	0,36	0,49	0,31	0,46	0,36
	Flüchtige Ester	0,087	—	0,084	0,070	0,060	0,084	0,066	0,070	0,083	0,069
	Glycerin	3,7	—	3,4	3,4	3,5	3,4	3,5	3,6	3,3	3,5
III	Flüchtige Säure	0,50	—	0,40	0,60	0,58	0,70	0,70	0,60	0,60	0,60
	Flüchtige Ester	0,104	—	0,113	0,103	0,106	0,106	0,102	0,080	0,101	0,088
	Glycerin	4,7	5,2	4,3	4,2	4,1	4,1	4,0	4,2	4,0	4,0
	Flüchtige Säure	0,60	0,80	0,60	0,60	0,60	0,70	0,70	0,60	0,60	0,60
IV	Flüchtige Ester	0,126	0,106	0,118	0,094	0,106	0,104	0,114	0,118	0,088	0,116
	Extinktion	0,138	0,152	0,372	0,392	0,370	0,357	0,530	0,462	0,570	0,600

Die duftenden Aromastoffe des Weines bestehen im wesentlichen aus in sehr geringen Mengen vorkommenden flüchtigen Carbonsäureestern, Aldehyden, Säuren und höheren Alkoholen (17, 18). Wir haben zunächst, um einen ersten Anhaltspunkt zu bekommen, ob die Maischebehandlung die Aromastoffe beeinflusst, die Gesamtheit der *flüchtigen Ester* bestimmt. Aus den Werten der Tabelle 4 geht hervor, daß auftretende Schwankungen nicht auf die Behandlungsart der Maische zurückgeführt werden können, daß jedoch auch keinesfalls durch die Wärmebehandlung eine durchgreifende Änderung des Estergehaltes auftritt.

Es sei noch bemerkt, daß von uns auch der *Gesamtsäuregehalt* und der *pH-Wert* der Weine bestimmt wurde. Da wir aber keine Änderungen dieser Werte durch die verschiedenen Maischebehandlungsmethoden feststellen konnten, wird auf die Wiedergabe dieser Analysendaten verzichtet.

Besondere Beachtung wurde dem *Farbstoffgehalt* der Rotweine geschenkt. Wie aus den Extinktionswerten der Tabelle 4 hervorgeht, wird die Farbausbeute durch eine Maischeerwärmung deutlich erhöht. Durch die 2stündige Lagerung der Maische bei 45°C wurde in beiden Weinen die Farbausbeute der üblichen Maischegärung übertroffen. Weitere Erhöhungen der Farbausbeute erzielt man durch intensiveren Wärmeeinfluß auf die Traubenmaische, z. B. durch die der Wärmelagerung bei 45°C vorgeschaltete Kurzzeit-Hoherhitzung auf 80°C.

Es ist den Analysendaten in Tabelle 5 zufolge interessant, daß eine gewisse Parallelität zwischen der Höhe der Viskositätswerte und derjenigen der Extinktionen der Traubensäfte und Weine besteht. Man kann vermuten, daß sich, wie wir es bei den Zuckern beobachteten (vgl. Seite 180) die Farbstoffe, und zwar die wasserunlöslichen Aglukone, an die makromolekularen Pektine zu Symplexen anlagern und in diesem Zustand im Saft löslich sind. Werden die Pektine fermentativ abgebaut, so können die wasserunlöslichen Farbstoffe nicht mehr in den Saft gelangen. Daß eine solche Symplexbildung, die sogar graduell vom Veresterungsgrad der Pektine beeinflusst wird (19), vorhanden ist, wurde von uns experimentell nachgewiesen. Man kann auch daran denken, daß in den Filtrationsenzymen Glykosidasen vorhanden sind, die aus wasserlöslichen Farbstoff-Glykosiden die Aglukone freimachen, die nicht mehr im Saft löslich sind und in den Treestern verbleiben.

5. Organoleptische Beurteilung der Versuchsweine

Zum Abschluß dieser Versuchsreihe wurden alle Versuchsweine einer organoleptischen Prüfung durch Weinfachleute unterzogen. Die Proben wurden verdeckt gereicht. In Tabelle 6 sind die im einzelnen geäußerten Urteile zusammengefaßt. Die auf 45°C erhitzten Maischen ergeben vollere und typischere Weine. Wesentliche Unterschiede zwischen den fermentierten und unfermentierten Proben ließen sich organoleptisch nicht feststellen. Die bei 80/45°C behandelten Maischen ergaben noch wesentlich kräftigere Weine, deren sortentypischer Charakter jedoch überdeckt war; auch hier waren fermentierte und unfermentierte Proben einander sehr ähnlich. Es zeigt sich also, daß die 2stündige Erwärmung der Maische die Maischegärung zum Vorteil der Rotweine ersetzen kann. Die Kurzzeit-Hoherhitzung mit anschließender 2stündiger Lagerung der Maische bei 45°C gewinnt ein gewisses Interesse zur Herstellung von Deckweinen.

Tabelle 6
Organoleptische Prüfung der Weine

Behandlungsart der Maischen	Serie I Trollinger Trauben	Serie IV Limberger Trauben	Serie II Riesling Trauben	Serie III Sylvaner Trauben
20°C Maischevergärung	—	—	—	—
20°C ohne Ferment	etwas Bukett, Geschmack hart in der Säure	typisches Limberger Bukett, klein, schwach fruchtig, unharmonisch	schwaches Muskataroma, fruchtig, rein, harte Säure, kleiner Wein, leichte Firne	weinig, dünn
45°C ohne Ferment	fruchtig, wenig, Geschmack trocken, etwas mehr Körper	etwas fruchtiger, körper- reicher, wiederholt sich bei allen auf 45°C erhitz- ten Weinen. Die Limber- ger Art tritt besser hervor, sie sind sortentypischer	sauber, geringe Säure	weinig, fruchtig, körper- reicher als 20°C ohne Ferment
45°C mit Ferment 1	Bukett fruchtig und herb, harmonisch, etwas ausge- glichener als die vorange- gangenen Proben	wie bei 45°C ohne Ferment	sauber, etwas trocken, leichte Firne	weinig, fruchtig, sauber, körperreicher als 20°C ohne Ferment
45°C mit Ferment 2	weicher, fruchtiger als 45°C ohne Ferment, etwas stumpf im Abgang	wie bei 45°C ohne Ferment	etwas besser, harmonischer als 45°C ohne Ferment	weinig, sauber
45°C mit Ferment 3	etwas fruchtig, herb	fruchtig, wenig, harmonisch	weinig, fruchtig, sauber	weinig, schwach fein
80/45°C ohne Ferment	Fruchtig, mehr Körper als die vorangegangenen Weine	deutlicher Unterschied, etwas kräftiger, noch fruchtig, aber nicht mehr der typische Limberger Charakter; alle vier bei 80/45°C behandelten Weine sind sehr ähnlich	weinig, etwas kräftiger als die vorangegangenen Pro- ben alle vier bei 80/45°C behandelten Weine sind sehr ähnlich	weinig, in der Säure etwas hart, kräftiger als die vor- angegangenen Proben; alle vier bei 80/45°C behan- delten Weine sind sehr ähnlich
80/45°C mit Ferment 1				
80/45°C mit Ferment 2				
80/45°C mit Ferment 3				

B. Halbtechnische Versuche an der Staatlichen Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau in Weinsberg

1. Versuche 1957

Von Laboratoriums-Ergebnissen ausgehend wurden im Jahre 1957 Versuche im halbtechnischen Maßstabe durchgeführt. Da es sich um orientierende Vorversuche handelte, wurde der Umfang des Versuchsprogramms gegenüber dem der Laboratoriumsversuche stark eingeschränkt; so wurde die Fermentierung nur mit einem Fermentpräparat (Pektinex R) durchgeführt¹⁾.

Zur Verarbeitung gelangten Wildecker Riesling Trauben, die, nach dem sie entrappt und zerkleinert waren, nach vier verschiedenen Methoden vorbereitet und gekeltert wurden:

1. 500 kg wurden normal gekeltert;
2. 500 kg wurden auf 45°C erhitzt und dann gepreßt;
3. 500 kg wurden auf 45°C erhitzt, mit Filtrationsenzymen (2 g/kg) versetzt und verarbeitet;
4. 500 kg wurden 90 Sekunden auf 80°C erhitzt, sofort auf 45°C zurückgekühlt, ebenfalls zwei Stunden lang bei dieser Temperatur fermentiert und abgekeltert.

Die Saftausbeuten, Troster und deren Trockensubstanz, die Trubstoffmengen und Extraktgehalte (° Oechsle) der Moste sowie die Preßdauer sind in Tabelle 7 zusammengestellt.

Wie aus Tabelle 7 ersichtlich ist, steigt die Saftausbeute nach der Maischeerwärmung und weiter nach der zusätzlichen Maischefermentierung an. Dieser Saftausbeute-Steigerung entspricht ein geringerer Tresteranfall; der Wassergehalt der Trester sinkt, was auf einer besseren Entsaftung der Trester beruht. Die erwartete Erhöhung der Mostgewichte ist augenfällig.

Die festgestellten Preßzeiten verdienen besondere Beachtung; die Maischefermentierung bei 45°C bewirkt eine Verkürzung der Preßzeiten um ca. 30–35%.

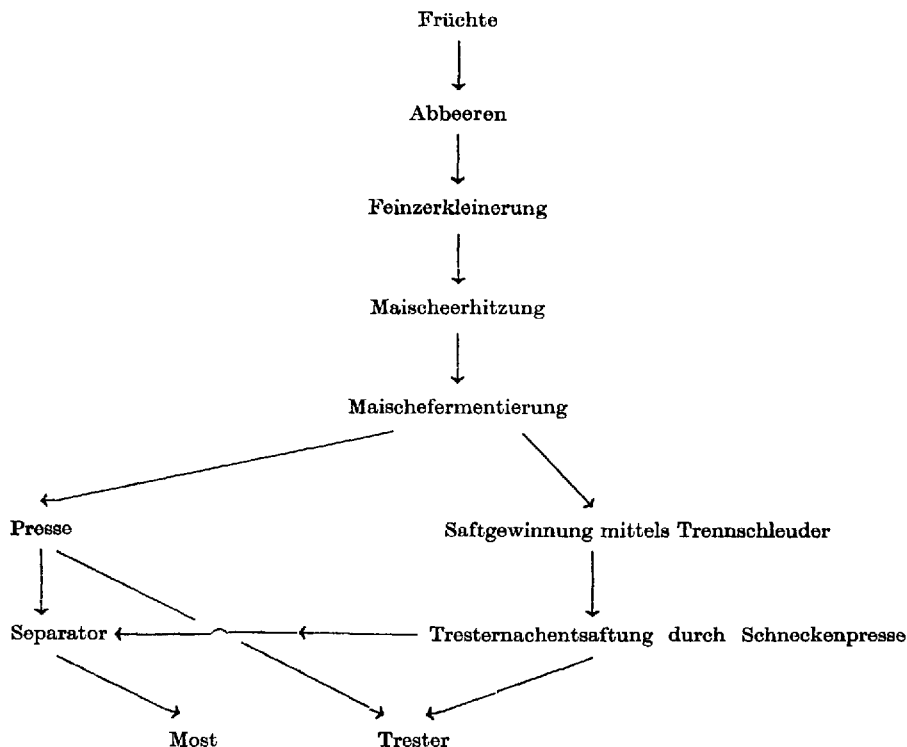
2. Versuche 1958

Im Jahre 1958 wurden die Versuche in Weinsberg in wesentlich größerem Umfange fortgesetzt. Es wurden nicht nur Versuche zur Maischeerhitzung und -fermentierung durchgeführt, sondern auch das Versuchsprogramm durch Einbeziehung des von uns angestrebten kontinuierlichen Kelterverfahrens erweitert (3).

Im Gegensatz zum üblichen, leichten Quetschen der Trauben wurde nunmehr in allen Fällen eine Feinzerkleinerung der Trauben mit einer Sägereibe durchgeführt. Es ist durchaus denkbar, daß allein schon durch diese verfahrenstechnisch bedingte Feinzerkleinerung andere Mostqualitäten anfallen.

Die Erhitzung und Fermentierung der Maische erfuhr insofern eine Abwandlung, als nunmehr auch die Maischegärung unter Zusatz von pektinspaltenden Fermenten (Pektinex R) vorgenommen wurde. Weiter wurde eine zur Maischegärung vorgesehene Menge feinzerkleinerter Trauben auf 35°C und auf 45°C erhitzt. Die Saftgewinnung von auf 45°C erhitzter und 2 Stunden fermentierter Maische erfolgte sowohl mittels Presse als auch mittels Trennschleuder mit nachgeschalteter Schneckenpresse. Diesem Verfahren lag nunmehr folgendes Arbeitsschema zu Grunde:

¹⁾ Der Schweizer Ferment A. G., Basel, sei an dieser Stelle für die Überlassung des Fermentpräparates gedankt.



Über die bei der Versuchsdurchführung ermittelten technologisch interessanten Zahlen gibt Tabelle 7 Aufschluß.

Wie aus Tabelle 8 ersichtlich ist, steigt die Saftausbeute beim Pressen, wenn die Maische fein gemahlen und fermentiert wird (vgl. Versuche 1 und 2 mit 3 und 4). Eine zusätzliche Erwärmung führt zu einer weiteren Steigerung (vgl. Versuch 5 und 6). Die Feststellung wird gestützt durch den geringen Anfall an Trester (vgl. Versuche 1 und 2 mit 3, 4, 5 und 6). Die Trockensubstanz-Menge der Trester verdeutlicht ebenfalls, daß die Maische durch Feinmahlung, Erhitzung und Fermentierung beim Keltervorgang wesentlich besser entsaftet wird (vgl. Versuch 1 und 2 mit 3, 4, 5 und 6). Nachteilig wirkt sich die Feinmahlung auf den Trubstoffgehalt des Mostes aus; der Trubstoffgehalt ist doppelt bis dreimal so hoch wie bei der normalen Quetschzerkleinerung (vgl. Versuch 1 und 2 mit 3, 4, 5 und 6).

Bei der direkten Saftgewinnung (ohne Gären der Maische!) werden durch Abpressen ähnliche Ausbeuten an Saft erzielt, wie es bei der Maischegärung der Fall ist. Dabei ist es gleichgültig, ob nur auf 45°C erhitzt während 2 Stunden fermentiert wird, oder ob der 2stündigen Fermentierung eine kurzzeitige Hoherhitzung auf 80°C vorangeht, wie es zur Herstellung von Traubensaft vorgeschlagen wurde (20) (vgl. Versuch 1, 2, 3, 4, 5 und 6 mit 7). Die Saftgewinnung nach dem vollkontinuierlichen Verfahren mit Trennschleuder und nachgeschalteter Schneckenpresse zur Nachentsaftung des Tresters erbrachte nicht die Ausbeuten, die mit Kelterpressen erzielt wurden. Der Trubstoffgehalt

Tabelle 7

Saftausbeute (l), Trester (kg), Trockensubstanz der Trester in %, Preßdauer in Minuten, Trubstoffmenge in % der Trockensubstanz und °Oe von Mosten aus Wildecker Riesling-Trauben, deren Maischen einer Erwärmung und Fermentierung mit 2 g Enzym pro kg Maische unterworfen wurden

Maischebehandlung	Maische kg	Saft- ausbeute l	Trester kg	Trocken- substanz der Trester %	Preß- dauer Minuten	Trubstoffgehalt als Trockensubstanz in %			Most- gewicht °Oe
						in Gesamt- menge	im Geläger	im Wein	
normal gekeltert	500	388	88	37,4	155	3,5	7,0	2,6	48,4
Maische auf 45°C erhitzt	500	398	74	48,0	110	3,0	5,8	2,4	52,4
Maische auf 45°C erhitzt und 2 Std. mit 2 g Enzym pro kg Maische fermentiert	500	412	66	47,8	105	2,7	5,0	1,6	51,9
Maische für 90 sek auf 80°C er- hitzt, auf 45°C zurückgekühlt und 2 Std. mit 2 g Enzym pro kg Maische fermentiert	500	416	59	50,0	95	3,5	7,0	2,4	55,9

Tabelle 8

Vergleich von Maischegärung, Maischeerwärmung und Maischefermentierung. Saftausbeute (l), Trester (kg), deren Trockensubstanz in %, und Trubstoffmengen in Trockensubstanz von 1958er Eberstädter Trollinger

Versuchs Nr.	Versuchsart	Maische kg	Ausbeute Most / Wein		Trester		Trub- gehalt Most/ Wein %
			Liter	%	kg	Trok- kensub- stanz %	
1	Normale Mahlung, Maische- gärung ohne Maischezuckerung	500	426	85,2	48	42	1,1
2	Normale Mahlung, Maische- gärung mit Maischezuckerung	500	424	84,8	48	43	1,2
3	Feinmahlung, Fermentierung bei 20°C, Maischegärung	500	438	87,6	29	49	2,9
4	Feinmahlung, Fermentierung bei 20°C, Maischegärung und -zuckerung	500	442	88,4	26	48	3,1
5	Feinmahlung, Fermentierung der Maische bei 35°C, Maischegärung	500	439	87,8	26	49	3,3
6	Feinmahlung, Fermentierung der Maische bei 45°C, Maischegärung	500	450	90,0	24	50	3,6
7	Feinmahlung, Fermentierung der Maische bei 45°C, Saftgärung	500	441	88,2	22,5	55	2,9
8	Feinmahlung, Fermentierung der Maische bei 45°C, gekeltert mit Trennschleuder und Schnecken- presse (Gemisch Trennschleuder und Schneckenpresse)	2500	1941	77,6	212	32	4,5
8a	wie zu 8, jedoch Saft aus Trenn- schleuder allein vergoren						4,3
8b	wie zu 8, jedoch Saft aus Schneckenpresse allein vergoren						6,1
9	Feinmahlung, erhitzt auf 80°C, Fermentierung nach Rück- kühlung auf 45°C, Saftgärung	500	448	89,6	23	56	3,2

Tabelle 9

Vergleich verschiedener Mostgewinnungsverfahren. °Oechsle, Gesamtsäure (g/l), Alkohol (g/l), Gesamtextrakt (g/l), zuckerfreier Extrakt (g/l), Gesamtsäure (g/l), Asche (g/l), Eisen (mg/l), Farbwerte und Farbanalyse (in % des Farbwertes) sowie Gerbstoffgehalt (g/l)

Ver- suchs Nr.	Versuchsart	Mostwerte		Alkohol g/l	Gesamt- extrakt g/l	Zucker- freier Extrakt g/l	Gesamt- säure pot. best. g/l	Asche g/l	Eisen mg/l	[Farbwerte				Gerb- stoff g/l	
		Oechsle°	titr. Säure g/l							Farb- wert	Farbanalyse in %				
											blau	grün	gelb		rot
1	Normale Mahlung, Maischegä- rung ohne Maischezuckerung	61	9,3	87,2	20,1	18,6	6,3	1,9	4,4	39,3	26,2	13,8	17,3	42,7	0,46
2	Normale Mahlung, Maischege- rung mit Maischezuckerung	61	9,2	81,9	21,1	19,5	7,0	1,9	5,6	34,3	23,5	12,9	17,7	45,9	0,73
3	Feinmahlung, Fermentierung bei 20°C, Maischegärung	62,5	9,8	87,2	19,1	17,5	6,1	1,9	5,2	39,0	26,0	14,6	17,5	41,9	0,61
4	Feinmahlung, Fermentierung bei 20°C, Maischegärung und -zuckerung	62	9,6	86,5	18,8	17,5	5,9	1,9	6,0	31,5	23,1	13,0	17,6	46,3	0,76

5	Feinmahlung, Fermentierung der Maische bei 35°C, Maischegärung	62	9,6	85,0	19,6	17,8	5,9	2,1	5,6	31,6	23,7	14,4	17,4	44,5	0,78
6	Feinmahlung, Fermentierung der Maische bei 45°C, Maischegärung	63	9,8	85,9	19,1	17,5	5,7	1,8	4,8	35,0	24,8	13,7	17,4	44,1	0,69
7	Feinmahlung, Fermentierung der Maische bei 45°C, Saftgärung	62,5	9,5	94,6	20,4	19,1	5,6	1,9	5,2	34,7	24,1	13,1	17,1	45,7	0,56
8	Feinmahlung, Fermentierung der Maische bei 45°C, gekeltert mit Trennschleuder und Schneckenpresse (Gemisch Trennschleuder und Schneckenpresse)	64	10,1	88,5	18,0	16,7	5,9	1,9	4,4	35,9	26,1	14,4	17,3	42,2	0,59
8a	wie zu 8, jedoch Saft aus Trennschleuder allein vergoren	63,5	10,1	87,2	18,6	17,5	5,8	2,0	6,0	36,8	25,7	14,4	17,5	42,4	0,54
8b	wie zu 8, jedoch Saft aus Schneckenpresse allein vergoren	65	9,9	90,6	17,8	16,6	5,4	1,8	5,6	37,0	25,3	13,9	17,1	43,7	0,56
9	Feinmahlung erhitzt auf 80°C, Fermentierung n. Rückkühlung auf 45°C, Saftgärung	63	9,7	87,9	19,8	18,7	5,6	1,8	4,0	32,0	25,1	14,1	17,4	43,4	0,57

Tabelle 10

Organoleptische Beurteilung nach Punkten von Weinen, deren Maischen einer normalen Mahlung und feinen Mahlung, einer Erhitzung und Fermentierung unterworfen wurden und sowohl nach dem Preßverfahren als auch nach dem Trennschleuderverfahren entsaftet wurden

Ver- suchs- Nr.	Jahrgang, Herkunft, Sorte	Versuchsart	Beurteilung				
			Farbe 0-3 Punkte	Klarheit 0-3 Punkte	Geruch 0-10 Punkte	Geschmack 0-24 Punkte	Gesamt- punktzahl
1	1958er Eber- städter Trollinger	Normale Mahlung, Maischegärung ohne Maischezuckerung	2	3	4	8	17
2		Normale Mahlung, Maischegärung mit Maischezuckerung	3	3	4	7	17
3		Feinmahlung, Fermentierung bei 20°C, Maischegärung	1	3	4	7	15
4		Feinmahlung, Fermentierung bei 20°C, Maischegärung u. -Zuckerung	2,5	3	4	7	16,5
5		Feinmahlung, Fermentierung der Maische bei 35°C, Maischegärung	2,5	3	4	8,5	18
6		Feinmahlung, Fermentierung der Maische bei 45°C, Maischegärung	2,5	3	5	9	19,5
7		Feinmahlung, Fermentierung der Maische bei 45°C, Saftgärung	3	3	5	8,5	19,5

8	1958er	Feinmahlung, Fermentierung der Maische bei 45°C, gekeltert mit Trennschleuder und Schneckenpresse (Gemisch Trennschleuder u. Schneckenpresse)	1	3	4	7	15
8a	Eberstädter	wie zu 8, jedoch Saft aus Trennschleuder allein vergoren	1	3	4	7,5	15,5
8b	Trollinger	wie zu 8, jedoch Saft aus Schneckenpresse allein vergoren	2	3	4	7	16
9		Feinmahlung, erhitzt auf 80°C, Fermentierung nach Rückkühlung auf 45°C, Saftgärung	1,5	3	4	8,5	17
10	1958er	Normale Kelterung (sofortige Entsaftung)	3	3	5	7	18
11	Gundelsheimer	Maischefermentierung 10 Stunden bei 15°C	3	3	5	8	19
12	Königin Olga	Maischefermentierung 2 Stunden bei 45°C	3	3	5	6	17
13		Normale Kelterung (sofortige Entsaftung)	3	3	5	7	18
14	1957er Burg	Maischeerhitzung auf 45°C	2,5	3	4	7	18,5
15	Wilckecker	Maischefermentierung 2 Stunden bei 45°C	3	3	4	6	16
16	Riesling	Maischeerhitzung 90 Sekunden auf 80°C und Fermentierung 2 Stunden bei 45°C	1	3	3	4	11

lag über den nach dem Preßverfahren hergestellten Säften, was hauptsächlich darauf zurückzuführen ist, daß zum Nachpressen eine Schneckenpresse eingesetzt wurde, die erfahrungsgemäß stark trubstoffhaltige Säfte liefert (vgl. Versuch 1–7 mit 8).

Über das analytische Zahlenbild der gewonnenen Säfte und Weine gibt Tabelle 9 Auskunft.

Tabelle 9 zeigt, daß nach dem Trennschleuderverfahren (Versuch 8) Moste mit dem höchsten spezifischen Gewicht (in °Oechsle) gewonnen werden, eine Beobachtung, die wir auch schon bei unseren Modellversuchen im Laboratorium mit einer Flaschenzentrifuge machten (3).

Auch nach der Zuckering und Gärung hatte der nach diesem Verfahren gewonnene Wein den höchsten Alkoholgehalt, während der zuckerfrei Extrakt mit am niedrigsten liegt.

Die Farbmessungen wurden nach dem von VILLFORTH vorgeschlagenen Schema durchgeführt (21). Es war jedoch auffallend, daß gerade der Wein aus Versuch 7 bei der Beurteilung seiner Farbe (neben Versuch 2) die höchste Punktzahl erhielt, zumal er nach der Farbanalyse einen geringeren Rotanteil aufwies; auch nach der Gesamtextinktion erschien er nicht als der farbkraftigste Wein.

Die degustative Beurteilung der Weine erfolgte nach einem von der Staatlichen Lehr- und Versuchsanstalt vorgeschlagenen Rahmenschema, nachdem den Weinen je nach Farbe (0–3 Punkte), Klarheit (0 bis 3 Punkte), Geruch (0–10 Punkte) und Geschmack (0–24 Punkte) eine bestimmte Punktzahl zugeordnet wird. (Nach diesem Schema beträgt die höchste Punktzahl, die einem Wein zugesprochen werden kann (40).

Die Beurteilung, die wir in Tabelle 10 wiedergeben, erfolgte durch vier Fachleute der Staatlichen Lehr- und Versuchsanstalt in Weinsberg.

Wie aus der Aufstellung ersichtlich ist, weicht die Gesamtpunktzahl der einzelnen Weine nicht grundsätzlich voneinander ab. Ausgenommen bei der Sorte Burg Wildecker Riesling sprechen die Ergebnisse zugunsten der Fermentierung. Leider wies bei der Versuchsreihe mit Eberstädter Trollinger Wein Nr. 8 einen Geschmacksfehler auf, so daß diese Probe über die Brauchbarkeit des Trennschleuderverfahrens keine Beurteilung zuläßt, obwohl nach den Verkostungen vor dem letzten Abstich der Wein gut beurteilt wurde.

Für die Herstellung von Konsumweinen ist aus diesen Angaben zu entnehmen, daß die bisher übliche Maischegärung vorteilhaft durch die Maischewarmfermentierung ersetzt werden kann.

Zusammenfassung

Es wird in der vorliegenden Arbeit der Einfluß der Erwärmung und Fermentierung von Traubenmaische auf das analytische Zahlenbild und die degustativen Merkmale der daraus gewonnenen Weine untersucht. Gleichzeitig wurden einerseits in wissenschaftlicher Hinsicht bestimmte Fragen studiert, die die Protopektinspaltung und die Zucker-Pektin-Bindung betreffen, und andererseits gewisse technologische Probleme bearbeitet, die sich mit der besseren Entsaftung und dem schnelleren Kellern befassen.

Die mit Maische verschiedener Traubensorten durchgeführten Versuche zeigten anhand des erhöhten Gehaltes an Phosphorsäure in den Mosten, daß durch Erwärmung der Maischen eine Protopektinspaltung erfolgt, die zu einer Erhöhung der Mostviskosität führt. Das aus dem Protopektin gebildete wasserlösliche Pektin wird durch Filtrationsenzyme abgebaut, wodurch die Viskositätserhöhung rückgängig gemacht werden kann.

Es wurde festgestellt, daß durch die *Erwärmung* der Maische Moste mit einem höheren Gehalt an Gesamtextrakt, Zucker und zuckerfreiem Extrakt anfallen. Durch eine zusätzliche *Fermentierung* lassen sich im Most reduktometrisch höhere Werte für Zucker feststellen, während ein geringerer zuckerfreier Extrakt beobachtet wird. Diese Feststellung kann in geringem Ausmaß auf den fermentativen Abbau von Inhaltsstoffen der Maische, die analytisch als „Zucker“ erfaßt werden, zurückgeführt werden; in der Hauptsache aber kommt der erhöhte Zuckerwert dadurch zustande, daß durch die Fermentierung Zucker frei werden, die vorher an die makromolekularen Pektine gebunden waren.

Der Gehalt an Alkohol der aus warmfermentierter Maische gewonnenen Weine lag durchschnittlich höher als der entsprechender Vergleichsweine aus nicht warmfermentierter Maische. Die gleiche Feststellung konnte auch für die Werte des Gesamtextraktes gewonnen werden. Die erhöhten Werte für die Aschenalkalität der aus behandelten Maischen gewonnenen Weine beruhen auf einer Freisetzung organisch gebundener Phosphorsäure aus Protopektin. Der Gehalt an Restzucker, Gesamtsäure, flüchtiger Säure, Glycerin und flüchtigen Estern wurde durch die Maischebehandlung praktisch nicht beeinflusst.

Die Farbe der Rotweine aus warmfermentierter und sofort abgepreßter Maische roter Trauben war (ohne Maischegärung) kräftiger als die der durch Maischegärung gewonnenen Rotweine.

Die halbtechnischen Versuche zeigten, daß durch die Warmfermentierung bei gleichzeitiger Abkürzung der Preßzeit die Mostausbeute gesteigert wird. Auch im Vergleich zur bisher üblichen Maischegärung wurden geringe Steigerungen der Mostausbeuten beobachtet.

Die degustative Prüfung der gewonnenen Weine zeigte, daß auch nach unserem von der üblichen Keltertechnik abweichenden Verfahren mit der Maischewarmfermentierung qualitativ gleichwertige Weine gewonnen werden können.

Schriftum

1. HEIMANN, W., WUCHERPFENNIG, K. und REINTJES, H. J., *Nahrung* **2**, 117 (1958).
- 2. HEIMANN, W., WUCHERPFENNIG, K. und REINTJES, H. J., *Z. Ernährungswiss.* **1**, 125 (1960).
- 3. HEIMANN, W., WUCHERPFENNIG, K. und REINTJES, H. J., *Flüssiges Obst* **4**, 11 (1959).
- 4. SCHIELE-TRAUTH, U., Diplomarbeit T. H. (Karlsruhe 1958).
- 5. CRUESS, H. V. und KILBUCK, J. J., *Wines & Vines* **23**, 23 (1947).
- 6. KONLECHNER, H. und HAUSHOFER, H., *Mitt. Klosterneuburg* **7**, A/2, 78 (1957); **8**, A/169 (1958).
- 7. HEIMANN, W., REINTJES, H. J. und SCHIELE-TRAUTH, U., *Weinberg und Keller* **5**, 383 (1958).
- 8. *Handbuch der Lebensmittelchemie VII*, S. 296 (Berlin 1938).
- 9. SCHUBERT, E., *Schweiz. Brauereizdsch.* **62**, 39 (1951).
- 10. *Handbuch der Lebensmittelchemie VII*, S. 293 (Berlin 1938).
- 11. *Handbuch der Lebensmittelchemie VII*, S. 315, 409 (Berlin 1938).
- 12. *Handbuch der Lebensmittelchemie VII*, S. 290, 293 (Berlin 1938).
- 13. *Handbuch der Lebensmittelchemie VII*, S. 295—298 (Berlin 1938).
- 14. GROHMANN, H. und MÜHLBERGER, F. H., *Z. Unters. Lebensmittel* **103**, 177 (1956).
- 15. *Handbuch der Lebensmittelchemie VII*, S. 377 (Berlin 1938).
- 16. POLLARD, A., *Symposium Fruchtsaftkonzentrate* **1**, 351 (1958).
- 17. HENNIG, K. und VILLFORTH, Fr., *Vorratspflege Lebensmittelforsch.* **5**, 181 (1942).
- 18. BAYER, E. und REUTHER, K. H., *Angew. Chem.* **68**, 698 (1956); *Vitis* **1**, 34—41 (1957); *Vitis* **1**, 93—95 (1957).
- 19. Unveröffentlichte Versuche von HEIMANN, W. und RAISCH, M.
- 20. KOCH, J., *Neuzeitliche Erkenntnisse auf dem Gebiet der Süßmostherstellung* (Frankfurt 1956).
- 21. VILLFORTH, Fr., *Weinwiss.* **1958**, Nr. 1/2.

Anschrift der Verfasser:

Prof. Dr. W. HEIMANN, u. Mitarb., Institut für Lebensmittelchemie, T. H. Karlsruhe