Einfluß verschiedener Weinheferassen auf die Gärungsprodukte.

Von

R. Stoppel.

Der Stoffwechsel der Hefe ist infolge des Interesses, den Theorie und Praxis an der Lösung dieser Frage haben, der Gegenstand von zahlreichen Untersuchungen gewesen. Die Resultate dieser Untersuchungen, und die aus denselben gezogenen Schlüsse weichen jedoch in sehr hohem Grade voneinander ab. Es soll im folgenden an der Hand einiger eigener Versuche ein Überblick gegeben werden über den augenblicklichen Stand der Erfahrungen und über die verschiedenen noch vertretenen Anschauungen.

Die Verwendung von Reinhefe bei der Weinbereitung nimmt in der Praxis jährlich einen wachsenden Umfang an. In Frankreich hatten schon in den 80er und zu Beginn der 90er Jahre praktisch oder theoretisch geschulte Männer, wie Duclaux, Marx, Martinand, Rommier, Rietsch, Perraud, Chuard, in Deutschland Kosutany darauf hingewiesen, daß die Heferasse, die bei der Bereitung eines Weines angewendet wird, auf den Gehalt desselben an Bukettstoffen und auf seine Alkoholkonzentration von Einfluß ist. — Hauptsächlich sind es aber die Untersuchungen Wortmanns, durch die auf die günstigen Erfolge bei Anwendung von Reinhefe bei der Weinbereitung aufmerksam gemacht wurde (Landw. Jahrb. 1892. S. 911). Wortmann zeigte ferner, daß dieselbe Reinhefe nicht in allen Fällen die gleichen günstigen Erfolge hervorbringt, sondern daß die zu verwendende Hefe in erster Linie bestimmt ist durch die Herkunft des Mostes (Landw. Jahrb. 1894. S. 562). Endlich fand er, daß die Gärfähigkeit mancher Hefen mit dem Alter unter Umständen nachläßt (Landw. Jahrb. 1898. S. 681).

Demnach ist es erforderlich, in den Instituten, die Reinhefe abgeben, die Originalkulturen von Zeit zu Zeit auf ihre physiologische Leistungsfähigkeit zu prüfen und nötigenfalls die betreffende Rasse neu zu isolieren. — Diese für die Praxis so wichtigen Ergebnisse haben für die Theorie leider nur sehr bedingten Wert, da sie teilweise nur aus Versuchen mit einzelnen Proben gewonnen wurden, oder die parallelgehenden Versuchsreihen nicht immer den gleichen Außenbedingungen ausgesetzt waren.

Ich will daher einige eigene Versuche, die ich in der landwirtschaftlichen Versuchsstation Augustenberg i. B. ausführte, mit den bisherigen, auf diesem Gebiete gemachten Beobachtungen zusammenstellen.

Versuchsanordnung.

Als Ausgangsmaterial hatte ich 4 sehr verschiedenartige Heferassen gewählt: eine Steinberger Hefe, die ursprünglich aus Geisenheim bezogen worden war, eine Durbach-Clevner, eine spanische Rotweinhefe und eine Johannisberger Hefe. Die 3 letztgenannten waren in der Augustenberger Anstalt isoliert worden und seit mehreren Jahren in Freudenreichkölbchen auf Mostgelatine oder in flüssigen Mostkulturen weiter gezüchtet worden. Da diese Kulturen 4 Jahre vor Beginn meiner Versuche zum letzten Mal umgeimpft worden waren, so setzte ich zuerst die Hefen in Reagenzgläschen mit 10 ccm Most neu an und erst, als diese Kulturen in voller Gärung waren, wurden die Versuchsgefäße geimpft.

Als Gärflüssigkeit stand mir sterilisierter Traubenmost aus dem Jahre 1910 zur Verfügung. Infolge der ungünstigen Witterung dieses Sommers war der Most von keiner guten Qualität, und es wurde daher für die Versuche ein Zusatz von Zucker gemacht. Nachdem die ganze Menge des erforderlichen Mostes in einem Gefäß gemischt worden war, wurden 15 Rollflaschen von 600 ccm Inhalt mit je 450 ccm des Mostes beschickt, mit einem durchbohrten Korkstopfen versehen, in dem ein Wortmannsches Gärröhrchen fest eingepaßt war. Die Röhrchen wurden mit Watte verschlossen, und die Flaschen an 3 Tagen je $^1/_2$ Stunde im Dampf sterilisiert. Alsdann wurden die Gefäße unter Beobachtung aller Vorsichtsmaßregeln geimpft. Eine

große Schwierigkeit besteht darin, jede Flasche mit möglichst gleich viel Hefezellen zu versehen. Von einer Zählung der Zellen wurde abgesehen, da auch das Alter der einzelnen Zellen für die weitere Entwicklung in Betracht kommt. Ich tauchte daher eine gut ausgeglühte Platinnadel — nicht Öse — ca. 5 mm in die Hefekultur ins Reagenzglas ein und schwenkte sie in der Flasche ab. Auf diese Weise wurden je 4 Flaschen mit Johannisberger und Durbach-Clevner Hefe und je 3 mit Spanischer und Steinberger Hefe angesetzt. Gleichzeitig wurden von jeder Hefe eine Plattenkultur in Mostgelatine hergestellt, um Gewißheit zu erlangen über die Reinheit der verwendeten Hefen. Da keine Fremdkolonien in der Folge auftraten, so kann ich annehmen, daß auch in den Versuchsflaschen keine Verunreinigungen waren.

Nach dem Impfen wurden die Korkstopfen der Flaschen mit Paraffin gut gedichtet, in das Gärröhrchen so viel reines Rizinusöl gefüllt, daß die absperrende Schicht in allen Röhrchen möglichst gleich hoch war, der Wattebausch entfernt und die Glaskappen aufgesetzt. Die Flaschen standen während der Versuchszeit alle in einem großen Thermostaten, so daß alle Kulturen unter den gleichen Außenbedingungen waren.

Eine Flasche des gleichen Mostes, aber ohne Zuckerzusatz, wurde nach gleicher Vorbehandlung zur Analyse verwendet. Die Ergebnisse dieser Analyse zeigt Tabelle I (S. 629). Flüchtige Säure O, Gesamtsäure 1,24 %. Der Zuckergehalt des Mostes betrug auf Grund der Analyse 12,70 g in 100 ccm. In den Versuchsflaschen waren auf 1000 ccm 31 g Zucker noch zugesetzt, wodurch das Volumen auf 1018,6 ccm vermehrt wurde. Folglich waren in 1000 ccm 30,43 g Zucker oder in 100 ccm 15,74 g (12,70 g + 3,04 g). Die Zuckeranalysen wurden im Most sowie bei den späteren Weinuntersuchungen in Allihnschen Asbeströhrchen ausgeführt und der Niederschlag als Cu_2 gewogen. Die Alkoholbestimmungen wurden mit Hilfe von Pyknometern gemacht und zwar von jeder Probe 2 Bestimmungen, die in der Tabelle untereinander in der betreffenden Rubrik aufgeführt sind. Die Glyzerinbestimmung geschah nach dem Kalkverfahren. Die erhaltenen Werte können daher auf absolute Genauigkeit keinen Anspruch machen, sind jedoch für

die vorliegenden Untersuchungen insofern brauchbar, als es hier hauptsächlich auf relative Werte ankommt. Die Säuren wurden mit $^1/_3$ norm. NaOH titriert. Bei Bestimmung der Gesamtsäure diente Rosolsäure, bei den flüchtigen Säuren Phenolphtaleïn als Indikator. Daß auch bei den Analysen größte Sorgfalt angewendet wurde, braucht kaum gesagt zu werden. Da nicht die 14 Analysen gleichzeitig ausgeführt werden konnten, so wurden die Untersuchungen an je 2 oder mehr Proben mit verschiedenen Hefen an dem gleichen Tage begonnen, so daß im Laufe einer Woche alle Versuche abgebrochen waren. Die zu den Analysen erforderlichen Weinproben wurden mit einem Heber den Flaschen entnommen, ohne den Hefesatz dabei aufzurühren.

Während des Gärens wurden die Versuchsflaschen täglich gewogen, um annähernd die Menge der produzierten CO_2 zu bestimmen. Zwar wurden vor jeder Wägung die Flaschen leicht geschüttelt, damit die CO_2 besser entweicht, jedoch ist es klar, daß eine quantitative Bestimmung auf diese Weise nicht gewonnen werden konnte. Tab. 2 (S. 630) gibt den täglichen Gewichtsverlust der einzelnen Flaschen an. —

Eine 15. Rollflasche, die gleichzeitig angesetzt war, diente dem Zweck, den Fehler festzustellen, der bei der Bestimmung der CO_2 durch den Gewichtsverlust von etwa mitgerissenem H_2O entstehen konnte. Conc. H_2SO_4 als Absperrflüssigkeit in den Gärröhrchen hat den Nachteil, daß infolge von H_2O Absorption aus dem Versuchsraum leicht ein zu geringer Gewichtsverlust festgestellt werden kann, bei Anwendung von verdünnter H_2SO_4 aber infolge von Verdunstung ein zu hoher. Aus diesem Grunde hatte ich Rizinusöl gewählt. Um die Menge des H_2O zu bestimmen, die durch die Ölschicht nicht zurückgehalten war, wurde bei der 15. Flasche dem Wortmannschen Gärspunt der eine Schenkel eines zweimal gebogenen U-Rohres luftdicht aufgesetzt. Das Rohr war mit Chorkalzium gefüllt und der andere Schenkel durch einen zweiten Gärspunt abgeschlossen. Die Gewichtszunahme dieses Rohres nach beendeter Gärung zeigte für diesen Fall die Menge des mitgerissenen H_2O an. Es stellte sich heraus, daß diese Zunahme nach 29 Tagen 0,03 g betrug, also ein Wert der innerhalb der Fehlergrenze bei der CO_2 Bestimmung fällt.

Tabelle I.

	Most	Johannisberger Hefe				Spanische Rotweinhefe			Steinberger Hefe			Durbach-Clevner Hefe			
Flaschennummer		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Geruch		schlecht, n. Hefe	gut, kaum zu unterscheiden von No. 6	gut, besser als bei No. 9	weniger gut als No. 12			weniger Bukett als bei No. 14					mehr Bukett als No. 4	mehr Bukett als No. 5	mehr Bukett als No. 7
Tag der Analyse		13. XII.	16. XII.	14. XII.	17. XII.	17. XII.	16. XII.	19. XII.	13. XII.	14. XII.	15. XII	15. XII.	17. XII.	17. XII	19. XII.
Gewichtsverlust während des Gärens in Gramm		32,17	31,78	32,32	32,39	31,85	32,21	31,34	33,01	32,81	32,67	32,43	32,38	32,19	32,95
Alkohol in %, 2 Bestimmungen v. jeder Flasche		7,33 7,19	7,11 7,16	7,32 7,26	7,19 7,14	7,25 7,35	7,27 7,38	7,13 7,06	7,36 7,34	7,27 7,30	7,32 7,33	7,47 7,52	7,49 7,50	7,50 7,52	7,51 7,50
Zucker in Gramm auf 100 ccm	15,74	0,1208	0,1296	0,1244	0,1352	0,3584	0,1888	0,4516	0,1200	0,1076	0,1220	0,1600	0,1428	0,1288	0,1224
Glyzerin in Gramm auf 100 ccm		0,5387	0,5277	0,4716	0,4643	0,43294	0,41436	0,47704	0,5088	0,5333	0,5158	0,3746	0,38146	0,4288	0,37374
Gesamtsäure in %	1,24	1,21	1,21	1,22	1,20	1,22	1,24	1,20	1,06	1,07	1,065	1,17	1,18	1,13	1,18
Flüchtige Säure in %		0,068	0,068	0,07 2	0,08	0,066	0,052	0,068	0,08	0,084	0,088	0,04	0,04	0,04	0,04
		Die Hefezellen waren, als der Versuch abgebrochen wurde, bei allen 4 Flaschen teilweise (ca. 1/2) abgestorben. Die lebenden Zellen hatten kein Glykogen und sproßten nur noch wenig				Hefezellen noch alle lebendig, wenig Glykogen, Sproßung schwach			Wenig tote Zellen, geringer Glykogeninhalt. Etwas stärkere Sproßung			Aussehen der Hefezellen ungefähr wie bei der Steinberger Hefe			

Tabelle II.

Gewichtsabnahme in g durch CO_2-Verlust pro Flasche und Tag.

Datum	Temp.	Johannisberger Hefe				Spanische Rotweinhefe			Steinberger Hefe			Durbach-Clevner Hefe			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11*	12	13	14*
18. XI.		Alle Flaschen geimpft													
19. „		Erste Wägung													
20. „	12.1	0,16	0,09	0,13	0,11	0,05	0,09	0,09	0,46	0,14	0,15	0,86	0,24	0,63	0,25
22. „	18.0	2,96	1,09	2,92	1,93	0,68	2,91	0,64	3,71	2,16	2,88	4,45	3,41	4,31	3,92
23. „	17.7	6,30	3,06	3,82	3,86	3,19	4,83	2,30	5,10	3,31	3,70	3,87	3,82	4,21	4,32
24. „	18.1	6,36	3,39	4,38	4,66	3,78	4,17	2,23	5,31	3,56	3,58	3,67	3,77	3,69	4,20
25. „	19.2	6,35	3,90	5,50	4,88	3,59	4,06	2,75	5,87	3,56	3,43	3,79	4,00	3,81	4,22
26. „	19.2	4,86	4,74	6,48	5,31	3,64	4,26	2,83	5,91	4,11	4,24	3,77	4,19	4,02	4,51
27. „	18.1	1,66	3,65	3,25	3,34	2,60	2,18	1,94	2,67	3,42	3,39	2,37	2,52	2,32	2,45
28. „	17.8	0,69	2,23	1,26	1,45	1,70	1,40	1,32	0,97	2,48	2,26	1,62	1,58	1,32	1,52
29. „	17.9	0,61	2,08	1,02	1,41	1,75	1,36	1,62	0,80	2,50	2,05	1,38	1,68	1,65	1,34
30. „	19.8	0,54	1,86	0,82	1,27	1,80	1,29	1,83	0,59	2,15	1,85	1,38	1,45	0,86	1,28
1. XII.	20.6	0,36	1,45	0,60	0,75	1,64	1,13	1,77	0,44	1,61	1,59	1,40	1,27	0,99	1,02
2. „	20.2	0,32	1,00	0,48	0,75	1,30	0,82	1,55	0,29	1,07	1,10	0,80	0,91	0,85	0,82
3. „	18.9	0,19	0,70	0,32	0,40	0,98	0,67	1,28	0,18	0,68	0,66	0,60	0,65	0,71	0,51
4. „	18.0	0,15	0,48	0,23	0,35	0,75	0,62	1,01	0,10	0,47	0,39	0,51	0,54	0,40	0,40
5. „	17.0	0,13	0,34	0,15	0,24	0,51	0,20	0,77	0,09	0,28	0,21	0,33	0,36	0,39	0,25
6. „	18.3	0,05	0,26	0,10	0,23	0,53	0,30	0,72	0,08	0,22	0,19	0,22	0,29	0,28	0,21
7. „	19.0	0,11	0,26	0,17	0,19	0,56	0,30	0,84	0,09	0,24	0,24	0,28	0,28	0,31	0,26
8. „	19.6	0,09	0,26	0,14	0,28	0,51	0,27	0,73	0,09	0,23	0,18	0,22	0,28	0,28	0,20
9. „	22.2	0,12	0,32	0,18	0,33	0,60	0,33	0,99	0,07	0,26	0,21	0,28	0,34	0,33	0,26
10. „	20.2	0,11	0,37	0,09	0,15	0,33	0,23	0,64	0,09	0,11	0,10	0,13	0,19	0,19	0,12
11. „	22.0	0,05	0,14	0,05	0,09	0,36	0,42	0,70	0,00	0,04	0,02	0,11	0,18	0,10	0,20
12. „	21.2	0,06	0,12	0,03	0,11	0,25	0,13	0,47	0,02	0,10	0,14	0,10	0,13	0,16	0,14
13. „	21.4	0,00	0,07	0,13	0,08	0,20	0,01	0,40	0,08	0,05	0,02	0,10	0,11	0,12	0,19
14. „	21.6		0,06	0,07	0,06	0,23	0,14	0,40		0,06	0,07	0,11	0,09	0,12	0,13
15. „	21.6		0,01		0,08	0,15	0,06	0,50			0,02	0,08	0,06	0,07	0,07
16. „	21.3		0,05		0,05	0,03	0,03	0,31					0,02	0,05	0,03
17. „	21.8				0,03	0,14		0,27					0,02	0,02	0,04
18. „	20.0							0,25							0,07
19. „	21.6							0,19							0,02
Summa:		32,17	31,78	32,32	32,39	31,85	32,21	31,34	33,01	32,81	32,67	32,43	32,38	32,19	32,95

Versuchsergebnisse.

CO_2

Überblicken wir die Gesamtresultate bei der CO_2-Bestimmung, so fällt in erster Linie auf, daß die erhaltenen Werte bei den Versuchsflaschen einer Heferasse so stark differieren, daß die Unterschiede der Mittelwerte aller Rassen nicht ins Gewicht fallen. Auch bei den Versuchen von Wortmann (Landw. Jahrb. 1892. S. 923) ist die Gesamtmenge der produ-

zierten CO_2 bei 26 verschiedenen Hefen annähernd gleich. Freilich waren die Versuchsflaschen nicht alle den gleichen Außenbedingungen ausgesetzt, besonders in bezug auf Temperatur. Deshalb ist auch kein großer Wert auf die Beobachtung zu legen, daß der zeitliche Verlauf des Gärprozesses in hohem Maße schwankt bei den einzelnen Rassen, um so mehr, als mit jeder Heferasse nur eine Versuchsflasche angesetzt war. — Ob bei meinen eigenen Versuchen die Schwankungen innerhalb einer Rasse zurückzuführen sind auf die Menge und den Zustand der Hefezellen, mit denen die Flaschen ursprünglich geimpft wurden, vermag ich natürlich nicht zu sagen. —

Das einzige, was sich mit Sicherheit aus der CO_2-Tabelle ersehen läßt, ist, daß die spanische Hefe etwas langsamer gärt und sehr empfindlich ist gegenüber den realisierten Temperaturschwankungen. Es ist ja sehr wahrscheinlich, daß gerade diese Hefe an eine höhere Temperatur angepaßt ist. Die Temperatur im Thermostaten mußte aber nach den ersten Versuchstagen herabgesetzt werden, da die Gärung bei den übrigen Hefen so stürmisch verlief, daß bei den mit * bezeichneten Flaschen sogar etwas Schaum in den Gärspund eindrang.

Alkohol und Glyzerin.

Die Abhängigkeit in dem Mengenverhältnis der Alkohol- und Glyzerinbildung bei der Gärung hat in der Literatur zu mannigfachen Deutungen geführt und ist die Veranlassung gewesen zu zahlreichen Versuchen. Pasteur glaubte, daß die Menge des gebildeten Alkohols und Glyzerins in einem bestimmten Verhältnis zu einander stehen, und zwar auf 100 Teile Alkohol 7—14 Gewichtsteile Glyzerin. Bei der gesteigerten Alkoholproduktion einer Hefe würde demnach auch die Glyzerinmenge wachsen. Diese Anschauung wird auch heute noch, besonders von vielen Praktikern geteilt.

Ihr gegenüber gelangte Müller-Thurgau (Berichte über die Verhandlungen der 10. Generalversammlung des deutschen Weinbauvereins in Geisenheim a. Rh. am 29. Sept. 1884 S. 61) zu der Erkenntnis, daß die Glyzerin- und Alkoholmengen eher in einem umgekehrten Verhältnis zu einander stehen, indem die Glyzerinbildung durch eine schnelle und reichliche Alkohol-

bildung unterdrückt wird. Nach diesem Forscher ist der Gewinn an Glyzerin abhängig von der Lebensenergie der Hefe, d. h. ihrer Vermehrungsfähigkeit und ihrer Widerstandsfähigkeit gegenüber der Alkoholkonzentration. Damit steht auch seine Annahme im Einklang, daß die Glyzerinbildung durch die Menge der eiweißhaltigen Substanzen in der Gärflüssigkeit, also der Nährstoffe der Hefezelle bedingt ist. Es ist jedoch nicht gesagt, daß die Eiweißsubstanzen ausschließlich maßgebend sind für die Glyzerinproduktion.

Die dritte abweichende Ansicht wird dann von Wortmann vertreten. (Die wissenschaftlichen Grundlagen der Weinbereitung und Kellerwirtschaft, Berlin 1905). Er faßt in seinen »Untersuchungen über reine Hefen II« (Landw. Jahrb. 1894. **23**, 584) seine Ansicht dahin zusammen, »daß kein gegenseitiges Verhältnis der verschiedenen Gärprodukte untereinander existiert, derart, daß die Menge des einen auf die Menge des anderen direkt bestimmend mitwirkte.«

Die Anschauungen Müller-Thurgaus sind später durch die Versuche anderer Autoren bestätigt und ausgebaut worden. Laborde (Comp. rend. **129**, 344. Mémoir d. l. Soc. des sciences phys. et nat. d. Bordeaux 1895 u. Ann. de Chimie analytiques 1899) zeigte, daß der Quotient, der das Verhältnis der Alkohol- zur Glyzerinmenge angibt, mit fortschreitender Gärung immer kleiner wird. Er machte fernerhin darauf aufmerksam, daß diejenigen Heferassen, welche viel Alkohol produzieren, die kleinsten Glyzerinmengen geben und umgekehrt. Ein Zusatz solcher Substanzen, welche das Gären beschleunigen, setzen die Glyzerinbildung herab, während umgekehrt bei hoher Zuckerkonzentration die Alkoholbildung langsam verläuft, und die Menge des Glyzerins steigt. Ein Zusatz von Weinsäure erhöhte den Glyzeringewinn, ein Zusatz von Alkohol drückte ihn dagegen herab. Seifert und Reisch (Centralblatt für Bakteriologie. 1904. II. Abt. **12**, 574) konnten diese Versuche im wesentlichen bestätigen. Sie bedienten sich dabei zur Glyzerinbestimmung der Methode von Zeisel und Fanto. Nach ihrer Ansicht ist es unverkennbar, »daß die Glyzerinbildung parallel geht mit der regsten Hefeentwicklung und daß, sobald das Maximum der Hefeentwicklung erreicht ist, die Zunahme

an Glyzerin stetig kleiner wird.« Sie sehen daher im Glyzerin ein Stoffwechselprodukt und folgern daraus, daß ein Zusatz derjenigen Stoffe, die die Hefevermehrung begünstigen, auch die Glyzerinproduktion steigern müssen, wie z. B. vermehrter Stickstoff und Zuckergehalt. Andererseits muß eine Beigabe solcher Substanzen, die die Hefevermehrung herabdrückt, auch die Menge des produzierten Glyzerins herabsetzen. Diese Annahme wurde scheinbar bestätigt durch diejenigen Versuche, bei denen vor dem Gären dem Most verschiedene Mengen Alkohol zugesetzt wurden. Je größer die Alkoholkonzentration wurde, desto geringer wurde der Glyzeringewinn. Gegen diese Auffassung spricht aber die Beobachtung Wortmanns (1894. S. 552), der die größte Zunahme an Glyzerin bei denjenigen Hefen beobachtete, die die schwächste Vermehrung aufwiesen und umgekehrt.

Die Ergebnisse meiner Versuche, die in Tab. 1 (S. 629) zu finden sind, bestätigen die Erfahrungen von Laborde, Seifert und Reisch. Die Durbacher Hefe zeigte die größte Alkoholproduktion von 7,50% durchschnittlich, gegenüber von 7.21% bei der Johannisberger Hefe und 7,32% bei der Steinberger. Dagegen sinkt die Glyzerinmenge in g auf 100 ccm auf 0,3899 bei der Durbacher Hefe, während die Johannisberger 0,5131 und die Steinberger 0,5193 g gibt. Freilich gibt die Steinberger Hefe sowohl für Alkohol, als auch für Glyzerin etwas höhere Werte als die Johannisberger. Die Differenzen sind aber nicht sehr groß, außerdem finden während des Gärens auch noch andere chemische Umsetzungen statt, die den Gewinn von Alkohol + Glyzerin verändern können. Die spanische Hefe kann bei diesem Vergleich nicht mit berücksichtigt werden, da die Versuche abgebrochen werden mußten, ehe diese Proben voll ausgegoren waren. Da nach Seifert und Reisch bei fortgesetztem Gären die Alkoholmenge ungleich mehr wächst als die Glyzerinmenge, so war das ausschlaggebende Verhältnis bei der spanischen Hefe noch nicht erreicht.

Prüfen wir auf Grund dieser Ergebnisse die früheren Wortmannschen Resultate (1894. S. 548) im 2. Teil seiner »Untersuchungen über reine Hefen« Tab. III, in der der Alkohol- und Glyzeringehalt der verschiedenen Weine angegeben ist. Sie

scheinen zwar nicht mit diesen Erfahrungen übereinzustimmen. Bei der Wortmannschen Versuchsanstellung waren die Flaschen aber nicht alle unter ganz gleichen Bedingungen bezüglich der Temperatur. Dennoch entspricht das Durchschnittsergebnis seiner Versuche vollständig den späteren Beobachtungen anderer Autoren. Während bei Wortmann in der Glyzerinbildung die Würzburger Hefe das beste Resultat ergab gegenüber der Johannisberger und mehr noch gegenüber der Ahrweiler, so zeigte sich die letztgenannte Hefe wiederum am kräftigsten in der Alkoholbildung, während hier die Würzburger am meisten zurückstand. Dasselbe Resultat hatte Wortmann bei seinen ersten Untersuchungen über reine Hefen (Landw. Jahrb. 1892. S. 927). Die Walporzheimer Hefen ergaben die höchste Alkoholkonzentration, dann die Rüdesheimer, und die Würzburger die geringste. Umgekehrt lieferten aber die Würzburger Hefen den höchsten Glyzeringehalt, während die Walporzheimer Hefen die geringsten Glyzerinmengen aufwiesen. Ich glaube daher, daß der Annahme von Laborde und Seifert und Reisch von dem reziproken Mengenverhältnis des Alkohols zum Glyzerin nichts im Wege steht.

Gesamtsäure.

Obwohl sich bei den verschiedenen Heferassen ein Unterschied hinsichtlich der Menge an Gesamtsäure erkennen läßt, so lege ich doch auf diese Resultate keinen Wert. Die Verminderung des Säuregehalts im Wein ist hauptsächlich auf eine Ausscheidung von Weinstein zurückzuführen, die bei der Steinberger und Durbacher Hefe sehr auffallend war. Es ist aber eine bekannte Tatsache, daß die Verminderung der Gesamtsäure sich erst bei längerem Lagern des Weines geltend macht, demnach schwankt die durch die Analyse bestimmte Menge mit dem Zeitpunkt, in der die Untersuchung vorgenommen wird.

Flüchtige Säuren.

Wichtiger für die Wertung einer Heferasse scheinen mir die in dem jungen Wein vorhandenen Mengen an flüchtigen Säuren. Die Zahlen in der Tab. I zeigen einen so großen Gehalt an flüchtigen Säuren an, wie sie der Praktiker bei der Weinbereitung im Faß nicht zu finden gewohnt ist. Es ist

eine lange bekannte Tatsache, daß Essigsäure als Nebenprodukt bei der alkoholischen Gärung auftritt. Reisch gibt im Bakt. Centralblatt. II. Abt. 1905. **14**, 572 eine Zusammenstellung der einschlägigen Literatur. Reisch selbst hatte Versuche mit Reinhefen gemacht und fand bei einer Heferasse in einem Kolben mit Gärspund eine Zunahme an flüchtigen Säuren von 0,58 resp. 0,51 g im lt. Auch fand derselbe Autor einen charakteristischen Unterschied in der Essigsäurebildung bei 3 verschiedenen Heferassen. Es entspricht dies Resultat also dem durch meine Versuche gewonnenen. Besonders auffallend ist hier der Unterschied zwischen der Durbach-Clevner und der Steinberger Hefe, indem letztere mehr als die doppelte Menge an flüchtiger Säure geliefert hat als die Durbacher Hefe. Ich kann mich daher der Ansicht von Reisch nur anschließen, wenn er sagt, daß die Essigsäurebildung »eine von der Heferasse abhängige und für diese charakteristische Eigenschaft ist.« Reisch fand außerdem, daß die gärkräftigste Hefe die meiste Essigsäure bildet und umgekehrt. Dies bestätigen meine Versuche nicht, denn gerade die gärkräftigste Hefe, die Durbacher, zeigt die kleinste Menge an flüchtigen Säuren.

Schlüsse, die sich aus den gewonnenen Resultaten für die Praxis ergeben.

Was die Verwendung der Reinhefe in der Praxis anbetrifft, so finden sich in den oben zitierten Arbeiten von Wortmann eine Menge Anweisungen. Es wird von einer Reinhefe in der Praxis verlangt, daß sie sehr gärkräftig ist, um die Tätigkeit anderer schädigender Organismen möglichst schnell zu unterdrücken. Außerdem aber soll sie die im Most befindlichen Bukettstoffe noch durch die sekundären, d. h. die durch ihre eigene Tätigkeit erzeugten möglichst vermehren. Endlich ist die Menge des gebildeten Glyzerins wesentlich, um einen vollen, abgerundeten Wein zu bekommen.

Fragen wir uns, welche der 4 untersuchten Hefen diesen Ansprüchen genügt, so zeigt es sich, daß in allen Richtungen keine Rasse befriedigt. Eine gärkräftige Hefe wird bald eine hohe Alkoholkonzentration in der Gärflüssigkeit herbeiführen. Dadurch leidet aber wiederum die Glyzerinbildung. Die Essig-

säureproduktion scheint von der Gärkraft der Hefe unabhängig zu sein, jedoch ist sie von großem Einfluß auf das Bukett des Weins. Bei den von mir ausgeführten Versuchen kamen täglich wenigstens 2 Flaschen zur Analyse und zwar stets solche, die mit verschiedenen Hefen vergoren waren. Auf diese Weise war ein Vergleich im Geruch und Geschmack der Weine am besten durchzuführen[1]). Fast ausnahmslos wurde der mit der Steinberger Hefe vergorne Wein als der geringste bezeichnet. Wie die Tabelle zeigt, hatte diese Hefe die höchste Essigsäureproduktion. Es muß natürlich dahingestellt bleiben, ob unter anderen Versuchsbedingungen, etwa mit einem andern Most oder bei einer andern Temperatur, während der Gärung die Steinberger Hefe sich nicht gerade als besonders günstig gezeigt hätte. Auf derartige Fragen näher einzugehen war mir leider nicht möglich. —

Übereinstimmend mit Wortmann machte ich die Erfahrung, daß die Johannisberger Hefe sehr empfindlich ist. Am Ende des Versuches enthielten diese Flaschen die meisten abgestorbenen Zellen, was sogar schon im Geschmack des Weines zur Geltung kam.

Die vorliegenden Versuchsresultate lehren demnach für die Praxis, daß die Auswahl der geeigneten Heferasse eine genaue Kenntnis der vorliegenden Bedingungen, sowie eine große Sachkenntnis erfordert. Die Anwendung einer Hefe von hoher Gärkraft würde oftmals schlechtere Resultate geben, als eine langsam gärende Hefe, da in diesem Fall der Gehalt des Weines an Glyzerin und evt. an Bukettstoffen steigt. Bei geringen Mosten dagegen, besonders wenn die Hefe einen Kampf mit vielen fremden Keimen zu bestehen hat, dann wird eine kräftige Hefe wie die Steinberger oder Durbacher einen besseren Wein hervorbringen, als z. B. die Johannisberger oder eine andere, langsam gärende Hefe. Wortmann erzielte im allgemeinen die besten Resultate bei Anwendung von Hefen aus der Heimat des zu vergärenden Mostes. Vom biologischen Standpunkt aus ist dieses Resultat wohl erklärlich. Gerade diese Hefe hat sich im

[1]) Den Herren der weinchemischen Abteilung in Augustenberg, die die Liebenswürdigkeit hatten, mir bei den Kostproben behilflich zu sein, spreche ich an dieser Stelle für alle mir zuteil gewordene Unterstützung meinen besten Dank aus.

Kampf mit den Feinden ihrer Gegend als widerstandsfähig gezeigt. Sie wird es daher in den meisten Fällen wohl leichter haben, im Fasse die Herrschaft zu behalten als die Hefe einer andern Gegend. — Vor der einseitigen Verwendung nur einer Heferasse innerhalb eines größeren Weinbaugebietes muß jedenfalls sehr gewarnt werden.

Theoretisches.

Zum Schlusse sei noch eine kurze Zusammenfassung gegeben von einigen Theorien und Hypothesen, die sich an die Vorgänge der alkoholischen Gärung anknüpfen.

Frühere Beobachtungen, sowie die vorliegenden eigenen geben Anhaltspunkte dafür, daß das Mengenverhältnis des von einer Heferasse gebildeten Glyzerins und des Alkohols in einem bestimmten und zwar umgekehrten Verhältnis zueinander steht. Die Gründe, durch die diese gegenseitige Beziehung verursacht sein kann, können sehr verschiedenartiger Natur sein. Seifert und Reisch, sowie Müller-Thurgau nehmen an, daß das Glyzerin ein Stoffwechselprodukt der Hefezelle ist, und daß infolge des sinkenden Wachstums der Hefe bei steigender Alkoholkonzentration auch die Glyzerinbildung nachläßt. Diese Annahme scheint dadurch eine Bestätigung gefunden zu haben, daß Seifert und Reisch nachweisen konnten, daß die Bildung von Glyzerin nachläßt, sobald das Wachstum der Hefe ihr Maximum überschritten hat. E. Buchner und J. Meisenheimer haben indeß gezeigt (Ber. d. d. chem. Ges. 1906. S. 3203), daß diese Annahme falsch ist. Bei ihren Gärversuchen mit Hefepreßsaft einer Berliner und Münchner Unterhefe fanden sie 2,55 g Glyzerinzunahme in 700 ccm resp. 8,81 g in 850 ccm (0,3643—1,0365 g in 100 ccm). Bei der Höhe dieser Werte kann der Stoffwechsel der lebenden Hefezelle keinesfalls ausschließlich verantwortlich gemacht werden für die Produktion des Glyzerins bei der Weingärung. In der angeführten Arbeit von E. Buchner und J. Meisenheimer findet sich eine ausführliche Literaturangabe weiterer diese Frage behandelnde Arbeiten.

Der Ausgangsstoff für die Glyzerinbildung war bisher noch sehr umstritten. Vielfach sind die Fette dafür angesehen worden.

(Jost Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, M. Delbrück, Wochenschrift für Brauerei 1903. **20,** 66. Maerker-Delbrück, Spiritusfabrikation. 1903. S. 495.) Gegen diese Annahme spricht jedoch, daß sich nach E. Buchner und J. Meisenheimer bei der zellfreien Gärung nicht die der Glyzerinmenge entsprechenden Fettsäuren nachweisen lassen. Bei der Gärung mit lebender Hefe wäre es denkbar, daß diese Fettsäuren zum Aufbau der Körpersubstanz verbraucht wurden, bei einer Preßsaftgärung müßten sie jedoch nachweisbar sein. Außerdem hat sich bei der Selbstgärung der Hefe nur soviel Glyzerin feststellen lassen, als der vergornen Zuckermenge entspricht. Das reziproke Mengenverhältnis von Alkohol und Glyzerin deutet darauf hin, daß diese Stoffe dem gleichen Ausgangsmaterial, dem Zucker entstammen. Diese zuerst von Pasteur ausgesprochene Vermutung wurde 1906, S. 3204 von E. Buchner und J. Meisenheimer mit den Worten gestützt: »Am meisten hat demnach die Annahme für sich, daß diese Substanz (das Glyzerin) aus Zucker entsteht, nicht als direktes Nebenprodukt der Zuckerspaltung in Alkohol und Kohlensäure, sondern durch einen gesonderten Vorgang«. Nach ihr IV. Mitteilung »Über die chemischen Vorgänge bei der alkoholischen Gärung« (Ber. d. d. chem. Ges. 1910. **43**) sehen dieselben Autoren die Annahme der Abstammung des Glyzerins vom Zucker als erwiesen an.

Nach einer früheren Ansicht Meisenheimers soll die Bildung des Glyzerins auf eine Reduktion des Glyzerinaldehyds zurückzuführen sein. Meisenheimer nahm das Glyzerinaldehyd als Zwischenprodukt bei der Glykose ⟶ Milchsäure Reaktion an. Inzwischen hat dieser Autor aber seine frühere Ansicht von der Entstehung der Milchsäure als Zwischenprodukt bei der alkoholischen Gärung selbst aufgegeben (Ber. d. d. chem. Ges. 1910. **43**, 1773). E. Buchner und J. Meisenheimer halten es dieser Arbeit zufolge für wahrscheinlich, daß nicht Milchsäure sondern Dioxyazeton das gesuchte Zwischenprodukt bei der alkoholischen Gärung ist. Diese Vermutung scheint durch die Arbeit von Boysen-Jensen (Dissertation Kopenhagen 1910) bewiesen zu sein.

Dieser Auffassung stehen jedoch die Beobachtungen anderer Autoren entgegen. Euler und Fodor (Über ein Zwischenprodukt der alkoholischen Gärung, Arkif för Kemi, Mineralogi och

Geologie, K. Svenska Vetenskapsakademi i. Stockholm. 1911. 4) konnten die Befunde von Boysen-Jensen nicht bestätigen, es gelang ihnen aber ein Zwischenprodukt in Gestalt eines Phosphorsäureesters zu isolieren. Ähnliche Resultate hatten früher schon Harden und Young. Ob es sich bei dem Ester aber um einen solchen einer Hexose mit 2 Molekülen Phosphorsäure handelt, wie Harden und Young vermuten, oder um den einer Triose mit 1 Molekül Phosphorsäure lassen die Versuche Euler und Fodors noch unentschieden.

W. Löb endlich nimmt auf Grund seiner Zuckersynthesen mit Hilfe der stillen, dunkeln Entladung an, daß eine Triose Zwischenprodukt der Gärung ist, daß aber die Endprodukte Alkohol und Kohlensäure erst wiederum synthetisch aus den einfachsten Komplexen entstehen. Nach seiner Ansicht ist das Dioxyazeton höchstens ein Nebenprodukt aber nicht Zwischenstufe bei der alkoholischen Gärung (Biochem. Zeitschr. 1910. **29**, 311).

Zusammenfassung der Resultate.

1. Die von verschiedenen Heferassen unter gleichen Außenbedingungen produzierten CO_2-Mengen sind nicht wesentlich verschieden. Die Differenzen im Gewichtsverlust während des Gärens kann bei mehreren Proben der gleichen Rasse größer sein, als bei einzelnen Probeflaschen, die mit verschiedenen Heferassen geimpft sind. — In bezug auf Temperaturschwankungen während des Gärens zeigen verschiedene Heferassen nicht die gleiche Empfindlichkeit.

2. Die sehr gärkräftigen Heferassen produzieren im allgemeinen wenig Glyzerin; der Glyzeringewinn steigt dagegen bei Hefen mit geringer Alkoholproduktion.

3. Die während des Gärens entstandenen Mengen an flüchtigen Säuren sind für verschiedene Heferassen bei gleichen Außenbedingungen spezifisch verschieden. In einem bestimmten Mengenverhältnis zum produzierten Alkohol steht die flüchtige Säure nicht.

Obige Resultate wurden gewonnen an Versuchen mit Johannisberger Hefe, spanischer Rotweinhefe, Steinberger und Durbach-Clevner Hefe.

Straßburg. 1912.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift für Botanik

Jahr/Year: 1912

Band/Volume: 4

Autor(en)/Author(s): Stoppel Rose

Artikel/Article: Einfluß verschiedener Weinheferassen auf die Gärungsprodukte. 625-639