

Bezeichnung	Wasser %	Stickstoff- Substanz %	Alkaloid ¹⁾ %	Fett %	Glukose %	Saccharose %	Dextrin %	Stärke %	Sonstige stickstoff- freie Ex- traktstoffe %	Rohfaser %	Asche %
Areka-Samen	9,70	7,05	0,30 (?)	12,72	1,66	1,63	1,97	5,13	47,45	11,18	1,51
Betelblätter	3,66	20,75	0,23 (?)	2,51	Spuren		1,81	5,50	26,86	19,60	19,91

Ueber die Art der Verwendung dieser Genussmittel vergl. S. 1066.

Alkoholische Getränke.

Zu den alkoholischen Getränken gehören Bier, Wein und Branntweine, denen wegen der nahen Beziehungen zu einander der Essig angeschlossen zu werden pflegt. Das Bier enthält etwa gleiche Mengen Alkohol und Extraktbestandtheile, beim Wein (gewöhnlichen Trinkwein) überwiegt der Alkoholgehalt den Extraktgehalt um das 3—5-fache — nur die Süssweine und Champagner enthalten reichlichere Mengen Extrakt (vorwiegend Zucker) —, während bei den Branntweinen mit Ausnahme der Liköre der Extraktgehalt gegen den Alkoholgehalt vollständig zurücktritt. Beim Essig tritt an Stelle des Alkohols die Essigsäure.

Ueber die Bedeutung des Alkohols für die Ernährung vergl. S. 339.

Bier.

Unter „Bier“ versteht man ein vorwiegend aus Gerstenmalz (auch Weizenmalz) und Hopfen unter Zuhilfenahme von Wasser und Hefe hergestelltes, theilweise vergohrenes und noch in schwacher Nachgärung befindliches Getränk, welches neben Alkohol und Kohlensäure als wesentliche Bestandtheile eine nicht unwesentliche Menge unvergohrener Extraktstoffe enthält²⁾.

Das Bier ist ein uraltes Getränk; es war schon den Alten bekannt. Die Thrakier, Aegypter und die Paeonier bereiteten ein Getränk aus Gerste; die Armenier verwendeten nach Xenophon ganze Gerstenkörner und tranken den Gerstenwein aus Mischkrügen mittels knotenloser Getreidehalme, um die Decke nicht zu zerstören; die Aegypter stellten das Bier aus zerquetschter Gerste her. Plinius erwähnt, dass in Spanien ein Gerstenwein unter dem Namen „celia“ oder „ceria“ und bei den alten Galliern unter dem Namen „cerevisia“ ein übliches Getränk gewesen sei; am meisten in Ehren stand nach Tacitus ein aus Gerste bereitetes Getränk bei den alten Deutschen. Der Sage nach wird die Erfindung der Bierbrauerei dem Gambrius, dem Sohne des deutschen Königs Marsus, zugeschrieben, welcher 1730 v. Chr. Geb. gelebt haben soll.

¹⁾ Das Alkaloid wurde wie das Koffein im Kaffee und Thee nach dem Verfahren von Hilger bestimmt; wegen zu geringer vorhandener Mengen konnte bei Betelblättern ein anderes Verfahren nicht angewendet werden. In dem mit Aether von Alkaloid befreiten Rückstand konnte durch Chloroform kein solches mehr ausgezogen werden. Beide Proben, besonders die Betelblätter waren schon längere Zeit aufbewahrt und können die obigen Zahlen vielleicht nicht als massgebend für die Zusammensetzung dieser Genussmittel im frischen Zustande angesehen werden.

²⁾ Diese Begriffserklärung gilt in Deutschland einstweilen nur für Bayern, Württemberg und Baden; in anderen Ländern können auch die steuerrämlich zulässigen Ersatzmittel für Malz wie Reis, Mais, Hirse, Hafer und andere stärkemehlhaltige Früchte, ferner Rüben-, Stärkezucker, Maltose und Syrupe angewendet werden, ohne dass dieses durch die Bezeichnung des Gährerzeugnisses zum Ausdruck gelangen muss. Im Interesse der Biertrinker aber würde es liegen, wenn die Verwendung dieser Ersatzmittel wenigstens deklariert werden müsste.

Es giebt eine grosse Anzahl von Biersorten¹⁾, die durch verschiedene Arten des Malzes (z. B. Rauchmalz), durch Besonderheiten bei der Herstellung (z. B. Sudverfahren), durch Konzentration der Würze, Hopfengabe, Gährverfahren, Dauer und Art der Nachbehandlung, Kellerbehandlung und Lagerung gewonnen werden.

Man unterscheidet:

1. Helle und dunkle Biere je nach der Art des verwendeten, bei niedrigen oder höheren Temperaturen abgedarrten Malzes. Tief dunkle Färbungen des Bieres werden durch Zusatz von gebranntem Malz (Karamel- oder Farbmalz) oder von gebranntem Zucker (Zuckercoleur, vergl. hierzu unter Ersatzstoffe u. s. w.) oder durch Ueberhitzung der Würze erzielt.

2. Obergährige und untergährige Biere. Bei den ersteren verläuft die Gährung bei höheren Temperaturen in kürzerer Zeit unter Abscheidung der Hefe an der Oberfläche (z. B. Weissbiere, Braunbiere, westfälisches Altbier, belgische und englische Biere). Bei letzteren verläuft die Gährung bei niedrigen Temperaturen in längerer Zeitdauer unter Absitzen der Hefe am Boden des Gährgefässes.

3. Stark oder schwach eingebraute Biere, je nach der Höhe der Stammwürze.

4. Hoch und niedrig vergohrene Biere, je nach der Höhe des Vergährungsgrades, weinige, vorherrschend alkoholreiche und extraktarme, und vollmundige, extraktreiche wenig vergohrene Biere; Doppelbiere nennt man an manchen Orten etwas stärker als ortsüblich eingebraute Biere. Dahin gehören auch die Bockbiere.

Von den vorstehenden Bieren kommt das untergährige immer mehr in Aufnahme, während das obergährige beständig abnimmt; so betrug:

Brausteuergbiet	Obergähriges Bier						Untergähriges Bier					
	Menge des Bieres		Anzahl der Brauereien		Auf eine Brauerei entfällt Bier		Menge des Bieres		Anzahl der Brauereien		Auf eine Brauerei entfällt Bier	
	1890 hl	1900 hl	1890	1900	1890 hl	1900 hl	1890 hl	1900 hl	1890	1900	1890 hl	1900 hl
Norddeutsches .	8327000	7412000	4916	4062	1692	1825	23952000	37000000	3138	2839	7633	13038
Bayern	205648	—	1563	—	131	—	14214247	—	5186	—	2740	—
Württemberg .	110168	—	5277	—	21	—	3397715	—	2247	—	1512	—

In Baden und Elsass-Lothringen hat das obergährige Bier eine ebenso geringe Bedeutung wie in Bayern und Württemberg. Hiernach wird nur noch im norddeutschen Brausteuergbiet eine grössere Menge obergähriges Bier erzeugt und nimmt darunter das Berliner Weissbier den ersten Platz ein; seine Menge ist von 1740000 hl (1888) auf 2427000 hl (1900) gestiegen.

Auch haben, wie ersichtlich, die Brauereien für obergähriges Bier einen viel geringeren Umfang in der Höhe der Erzeugung als die für untergähriges Bier und geht für dieses der Kleinbetrieb immer mehr in den Grossbetrieb über.

Indess sind die neueren Biererzeugnisse von wesentlich besserer Beschaffenheit als die früheren. Denn in Folge der Fortschritte in der Chemie und Gährungstechnik sind die Brauerverfahren in allen Theilen wesentlich verbessert und vervollkommnet; in Folge dessen hat sich auch der Bierverzehr wesentlich gehoben.

Der Verbrauch an Bier betrug in Deutschland für den Kopf der Bevölkerung und das Jahr z. B.:

1872	1875	1880	1885	1890	1895	1899
81 l	93 l	82 l	88 l	105 l	115 l	124 l

¹⁾ Vergl. Vereinbarungen für das deutsche Reich 1902, III, 1.

Nur in England stellt sich der Bierverzehr noch höher als in Deutschland, nämlich zur Zeit auf etwa 132 l für den Kopf der Bevölkerung und das Jahr, während er in Bayern fast doppelt so hoch ist, als im Durchschnitt für ganz Deutschland.

Diese Hebung der Bierbereitung und des Bierverzehrs ist insofern erfreulich, als das Bier, weil es neben geringen Mengen Alkohol noch viel Extraktstoffe enthält und als Genuss- wie Nahrungsmittel bezeichnet werden kann, unter den alkoholischen Getränken nicht in dem Maasse schädlich wirkt, wie Branntwein und Wein; besonders ist ein alkoholfreies leichtes Bier berufen, den Genuss des schädlichen Branntweines einzuschränken.

Die Bereitung der verschiedenen Biere zerfällt im Wesentlichen in drei Abschnitte¹⁾, nämlich 1. die Malzbereitung, welche das Weichen und Keimen der Gerste und das Darren des Grünmalzes umfasst; 2. das eigentliche Brauen, welches in der Gewinnung der Würze und dem Kochen der Würze mit Hopfen besteht und 3. die Gärung, welche nach Abkühlung der gekochten Würze auf die Gärtemperatur vorgenommen wird und in Haupt- und Nachgärung zerfällt.

Der kurzen Beschreibung dieser drei Zubereitungsabschnitte möge eine solche der verwendeten Rohstoffe vorhergehen.

Die Rohstoffe für die Bierbereitung.

1. Gerste. Die allgemeinen Eigenschaften der Gerste und die Zusammensetzung derselben unter verschiedenen Einflüssen sind schon S. 767 mitgeteilt.

Für die Bierbrauerei dient ausschliesslich die Sommergerste; die Wintergersten sind im Allgemeinen wegen ihrer Derbspelzigkeit nicht so beliebt, wenngleich sie unter Umständen, weil sie einen niedrigen Proteingehalt besitzen und sich meistens sehr gut zu Malz verarbeiten lassen, d. h. in kurzer Zeit eine gute Auflösung aufweisen, gute Malzgerste abgeben können.

Von den Sommergersten werden in Deutschland, Oesterreich und Ungarn hauptsächlich nur die zweizeiligen Varietäten verwendet, nämlich *Hordeum distichum erectum* (mit aufrecht stehender Aehre), wozu die Imperial-Gersten, Goldthorpe-, Jewel- und Webbs bartlose Gerste zählen, und *Hordeum distichum nutans* (mit nickender Aehre), welche die geschätzte Chevalier-Gerste mit verschiedenen Abarten (Schottische Perl-, Golden Melon-Gerste u. a.) und die berühmte Hanna-Gerste mit verschiedenen Landgersten umfasst; als letztere sind zu nennen die Frankengerste, die bayerische Reisgerste, Saalegerste u. a.

Von grösstem Belang für eine Braugerste sind:

a) Der Gehalt an Stärke und Proteïn. Da für die Bierbereitung eine hohe Extraktausbeute aus dem Malz massgebend und diese wesentlich von dem Stärkegehalt der Gerste abhängt, so gelten die stärkereichen Gersten im Allgemeinen als die besten; die Extraktausbeute aus den Gerstesorten schwankt zwischen 68 bis 80 % der Trockensubstanz; mitunter geht sie auch noch unter 68 % herunter. Stärkereiche Gersten sind aber meist arm an Proteïn und gelten daher im Allgemeinen proteïnarme Gersten als die besten; proteïnreiche Gersten beeinträchtigen das Abläutern der Würze und die Haltbarkeit des Bieres. Dazu kommt die Schwierigkeit

¹⁾ Vergl. C. J. Lintner: Grundriss d. Bierbrauerei, 2. Aufl., Berlin u. Fr. Schönfeld: Die Herstellung obergähriger Biere, Berlin 1902.

der Verarbeitung proteïnreicher Gersten auf der Tenne (bei der Malzbereitung); sie erhitzen sich leicht und erschweren die Kühlführung der Haufen, die zur Vermeidung von zu reichlicher Enzyymbildung bezw. zu weitgehender Enzymwirkung unbedingt nothwendig ist. Nach Fr. Schönfeld enthalten:

	Edle Gersten	Mittelgute Gersten	Geringwerthige Gersten
Protein	7—10 %	10—12 %	13—15 %

Nach C. J. Lintner hat man mit Gersten schon von mehr als 11 % Proteïn keine guten Erfahrungen gemacht.

b) Farbe, Geruch und Reinheit der Gerste. Die Farbe soll gelblich-weiss, die der Spitzen hellgelb, nicht braun sein. Eine Gerste von gelblich-brauner oder grauer Farbe mit braunen Spitzen gilt als minderwerthig; sie ist entweder feucht eingebracht oder aufbewahrt. Der Geruch soll strohartig, auf keinen Fall dumpf oder schimmelig sein. Unkrautsamen, halbe und verletzte Körner sollen nicht vorhanden sein.

c) Korngrösse und Hektolitergewicht. Die Gerstenkörner sollen thunlichst von gleicher und mittlerer Grösse sein, weil nur gleichkörnige Gerste sich gleichmässig beim Keimen verhält und klein- oder mittelkörnige Gerste rascher einweicht als grosskörnige; letztere ist aus dem Grunde trotz des hohen Stärkegehaltes nicht so beliebt, als klein- oder mittelkörnige Gerste.

Ein niedriges Hektolitergewicht deutet auf eine stärkearme und grobspelzige Gerste ¹⁾ von mässiger Beschaffenheit hin; aber ein hohes Hektoliter-Gewicht bedeutet nicht immer eine gute, d. h. stärkereiche Gerste, da auch proteïnreiche und feinspelzige Gersten ein hohes Hektoliter-Gewicht besitzen können. Im Allgemeinen aber haben gute, feinspelzige Gersten ein hohes Hektoliter-Gewicht. Es beträgt:

Gewicht für 1000 Körner			Hektoliter-Gewicht		
Klein-	Mittel-	Grosskörnige Gerste	Leichte	Mittlere	Schwere Gerste
35—38 g	38—44 g	45—50 g	62—63 kg	64—67 kg	68—72 kg

d) Beschaffenheit des Mehlkernes und der Spelzen. Je nachdem das Gerstenkorn auf dem Durchschnitt kreidig oder mehr durchscheinend bezw. glasig erscheint, unterscheidet man zwischen mehlig, halbmehliger und glasiger Gerste; da die mehligte Gerste durchweg proteïnarm ist und auf der Tenne gleichmässig und rasch auswächst, so wird sie der glasigen Gerste, die proteïnreich zu sein pflegt (vergl. S. 769), im Allgemeinen vorgezogen. Wenn jedoch die Gerste scheinhalbig ist, d. h. trotz der scheinbaren Glasigkeit leicht einweicht und die Glasigkeit beim Trocknen verliert, so kann diese Gerste sich gerade so gut wie die sog. milde Gerste erweisen.

Von grosser Bedeutung für die Bewerthung der Braugerste ist auch die Spelzenbeschaffenheit, die weniger von der Gerstenart als von klimatischen Verhältnissen bedingt zu sein scheint; je feinspelziger (-schaliger) eine Gerste ist, um so besser ist sie für Brauzwecke, um so mehr Extraktausbeute liefert sie; grobe Spelzen enthalten ferner bittere Stoffe, welche den Geschmack des Bieres in ungünstiger Weise beeinflussen. Bei dünspelzigen Gersten (mit vielfach gekräuselten

¹⁾ Eine bauchige Gerste, die sich schwieriger zusammenlegt als eine glatte Gerste, kann ein niedriges Hektoliter-Gewicht aufweisen und doch dabei stärkereich sein. Aus diesen Gründen wird dem Hektoliter-Gewicht jetzt nicht mehr die Bedeutung beigelegt wie früher.

Spelzen) beträgt der Spelzengehalt 6,5–7,5 %, bei grob spelzigen 9,5 % (bei einigen Wintergersten bis 11,5 %) der Korntrockensubstanz; es ist daher weniger die Menge als die Beschaffenheit der Spelzen von Bedeutung.

e) Keimfähigkeit und Keimungsenergie. Von 100 Korn guter Braugerste sollen mindestens 96 % keimfähig und hiervon bei Zimmertemperatur nach 48 Stunden mindestens 80 % und nach 72 Stunden alle keimfähigen Körner ausgekeimt haben; eine Gerste mit nur 90 % Keimfähigkeit gilt schon als schlecht. Die normale Keimfähigkeit tritt meistens erst nach mehrwöchiger Lagerung mit der sog. Lagerreife auf, welche Erscheinung mit der Wasserabgabe in Zusammenhang steht; aus dem Grunde soll wasserreiche Gerste luftig lagern, häufig umgeschaufelt oder künstlich getrocknet werden.

Verfälschungen der Gerste. Diese bestehen vorwiegend darin, dass man einer missfarbigen Gerste (sei sie von Natur aus missfarbig, oder durch Beregnen, feuchte Lagerung oder Havarie missfarbig geworden) durch Schwefeln die gewünschte hellgelbe Farbe ertheilt und den besseren Sorten minderwerthige Sorten unterschiebt.

Ueber die sonstigen Rohstoffe des Bieres z. B. Weizen vergl. S. 756, Hafer S. 771, Mais S. 773, Reis S. 776, Maltose S. 968, Stärke-zucker und -syrup S. 989.

2. Hopfen. Der Hopfen, wie er für Brauereizwecke dient, besteht aus den weiblichen unbefruchteten¹⁾ Blüthendolden (botanisch Kätzchen oder Zäpfchen) der Urticaceae *Humulus Lupulus* L.

Früher benutzte man, wie auch jetzt noch in einzelnen Ländern (Steiermark), nur wildwachsenden Hopfen; im 9. Jahrhundert wurde der Hopfen jedoch in Deutschland schon künstlich angebaut. Durch die Kultur sind aus dem wilden Hopfen verschiedene Abarten entstanden, die bald nach den Ranken, bald nach der Farbe der Dolden, bald nach der Reifezeit unterschieden werden. Nach der Farbe der Dolden unterscheidet man z. B. grünen und rothen Hopfen mit vielen Unterabtheilungen.

Der Hopfen liebt einen warmen und feuchten, aber nicht nassen, tiefgründigen, kräftigen Boden (am besten kalkhaltigen Lehmboden) mit trockenem, durchlassendem Untergrund. Eine sonnige Lage, ein sanfter Abhang nach Süden, geschützt gegen Nord- und Ostwinde, sagen dem Hopfen am meisten zu.

Der Hopfenbau erfordert viel Pflege und Aufmerksamkeit. Die Menge Nährstoffe, welche durch den Hopfen jährlich dem Boden entzogen werden, ist nicht gering; sie beträgt nach Müntz²⁾:

	Stickstoff	Phosphorsäure	Kali	Magnesia
Durch die Hopfenpflanze	91,14 kg	22,70 kg	41,81 kg	24,35 kg
„ die Zapfen	42,85 „	13,80 „	20,19 „	8,78 „
Also Rückstand auf dem Felde	48,79 „	8,81 „	21,62 „	15,57 „

Hiernach wird dem Boden durch den Hopfenbau besonders Stickstoff in grösster Menge entzogen; Müntz empfiehlt daher zur Hopfendüngung stickstoffreiche Düngemittel.

¹⁾ Um die Samenbildung zu vermeiden, werden die männlichen Pflanzen thunlichst aus den Hopfengärten fern gehalten. An einer und derselben Pflanze kommen männliche und weibliche Blüthen sehr selten vor.

²⁾ Der Bierbrauer 1891, 12, No. 1.

Diese Ansicht ist jedoch bis jetzt durch wirkliche Düngungsversuche vielfach nicht bestätigt; nach diesen hat Phosphorsäure- und Kali-Düngung häufig stärker gewirkt als Stickstoff-Düngung. Andere Versuche haben ergeben, dass die sichersten und nachhaltigsten Erträge durch Dünger erzielt werden, welche die 3 Nährstoffe, Stickstoff, Phosphorsäure und Kali gleichzeitig und in nahezu gleichem Verhältniss enthalten. Auch wirken Dünger mit organischer, fäulnissfähiger Substanz, wie Fäkalguano, verdorbene Oelkuchen, ähnlich wie Stallmist und besser als rein mineralische Dünger, wie Kali-Ammoniak-Superphosphat oder Salpeter-Gemische. Jede reichliche und einseitige Stickstoff-Düngung ist zu vermeiden, weil sie wohl eine üppigere Entwicklung der Blätter (des Krautes) bewirkt, aber den Blütenansatz und die Dolden-Entwicklung beeinträchtigt.

Ueber den Einfluss der Sorte, der Düngung, Wachstumsart und Erntezeit vergl. die Ergebnisse einiger Versuche Bd. I, S. 1064 u. ff.

Als beste Hopfen gelten die aus Böhmen (Saaz, Auscha, Dauba), Bayern (Spait, Altdorf, Hersbruck, Holleden, Kinding) und aus Baden (Schwetzingen); auch die aus Elsass und Württemberg stammenden Hopfen werden gerühmt.

Die Ernte des Hopfens erfolgt vor der natürlichen Reife, bei der sog. technischen Reife (Ende August bis Anfang September). Die gelblich erscheinende Dolde ist an der Spitze noch geschlossen, das Lupulin von schön hellgelber Farbe. Frisch gepflückter Hopfen enthält 60—75 % Wasser; dieser Gehalt wird durch natürliches oder künstliches Trocknen auf Hopfen-Darren thunlichst rasch auf 12—15 % gebracht.

Man hat vielfach behauptet, dass die erzeugte Hopfenmenge nicht mehr den gesteigerten Bedarf zu decken vermag und man deshalb zu Ersatzmitteln zu greifen gezwungen sei. Es ist aber nachgewiesen, dass in Europa bei einer mittleren Ernte jährlich 53 Millionen kg Hopfen und bei einer Vollernte das Anderthalbfache an Hopfen erzeugt wird, eine Menge, welche den heutigen Bedarf nicht nur deckt, sondern in guten Jahren sogar überschreitet.

a) Morphologische Bestandtheile der Hopfendolde. An den die Hopfendolden bildenden Hopfenzapfen sind botanisch zu unterscheiden: Hopfenmehl (Lupulin), Deckblätter, Rippen, Perigone und Samen.

Der Gehalt an diesen Bestandtheilen stellte sich nach den Untersuchungen von C. G. Zetterlund, M. Levy u. A. (Bd. I, S. 1060 u. 1061) wie folgt:

Gehalt	Gewicht von 100 Dolden	Procentiger Gehalt					Samen
		Reinheit	Hopfenmehl (Lupulin)	Deckblätter	Rippen	Perigone	
Mittlerer . .	15,168 g	97,75 %	12,32 %	72,92 %	11,28 %	3,26 %	0,76 %
Schwankungen .	10,1—19,4 g	94,7—98,6 %	8,9—16,6 %	63,3—76,9 %	7,5—16,2 %	2,0—4,6 %	0—4,4 %

Farsky fand im Saazer Hopfen 12,40 %, im Taborer 6,12 % Lupulin, A. Lang im Schwetzingener Hopfen 4,50 %, im böhmischen Hopfen 10,00 % Lupulin; wesentlich niedrigere Gehalte an Hopfenmehl (Lupulin) giebt G. Marek (Bd. I, S. 1066) an, nämlich nur 1,51—3,47 %, im Mittel von 15 Sorten nur 2,34 %, während die von ihm ermittelten sonstigen Bestandtheile im Allgemeinen mit den vorstehenden übereinstimmen.

Th. Remy (Bd. I, S. 1062) zerlegte die morphologischen Bestandtheile der Hopfendolde in Hochblätter (einschl. Perigone und Hopfenmehl), Spindeln, Früchte, Stiele, Stengel einschl. Laubblätter und fand für 58 Proben:

Gehalt	Gewicht von 100 Dolden	Hochblätter (Parigone + Lupulin)	Spindeln	Früchte	Stengel und Laubblätter	Samen
Mittlerer . . .	12,47 g	83,38 %	11,23 %	2,10 %	2,98 %	1,39 %
Schwankungen .	7,7-18,2 g	76,1-89,4 %	7,6-14,4 %	0-18,2 %	0,4-4,6 %	1,2-3,1 %

Der wirksamste morphologische Bestandtheil des Hopfens ist das Lupulin; hierbei darf man jedoch nicht, worauf der Name hindeutet, an eine bestimmte chemische Verbindung denken; es ist vielmehr das Aussonderungs-Erzeugniss der Drüsenorgane oder diese selbst oder vielleicht beides; man ist darüber noch nicht einig. Genug, das Lupulin bildet die kleinen, goldgelben klebrigen Kügelchen (Drüsen von 0,16 mm Durchmesser) in dem Hopfenmehl, die sich unter und auf dem Grunde der dachziegelförmig übereinanderliegenden Bracteen der Dolden befinden.

Das Hopfenmehl soll von hellgelber Farbe, die Drüsen sollen unter dem Mikroskop citronengelb, vollglänzend sein. Die Dolden sind bei gutem Hopfen hellgrün bis grüngelb (nicht roth oder braunfleckig), ferner fettig, klebrig (nicht trocken) anzufühlen; die Deckblätter sind weich und dünn und greifen gut schliessend übereinander; der Geruch soll tadellos fein sein.

b) Allgemeine chemische Zusammensetzung des Hopfens und seiner morphologischen Bestandtheile. Der Hopfen enthält ausser den allgemeinen Pflanzenbestandtheilen, wie Proteinstoffen, Fett (Wachs), stickstofffreien Extraktstoffen, Rohfaser und Mineralstoffen, noch besondere, eigenartige Bestandtheile, wie das Hopfenöl, die Hopfenbittersäuren, Hopfenharze und Hopfengerbstoff, welche gerade den Werth des Hopfens für die Brauerei bedingen, deren Konstitution aber noch wenig bekannt ist. Von diesen Bestandtheilen werden das Gesammtharz durch Alkohol, das Weichharz durch Petroläther, der Gerbstoff durch Wasser gelöst. Der Gehalt der ganzen Hopfendolde an den einzelnen chemischen Bestandtheilen stellt sich nach 11-139 Bestimmungen wie folgt:

Gehalt	Wasser %	Stickstoff-Substanz		Aetherisches Oel %	Aether-Extrakt %	Petroläther-Extrakt (Weichharz) %	Alkohol-Extrakt		Wasser-Extrakt		Rohfaser %	Asche %	Kali %	Phosphorsäure %
		Gesammt- %	wasser-löslich %				Gesammt- %	Harz (Gesammt-) %	Gesammt- %	Gerbstoff %				
Niedrigster . . .	6,00	10,53	2,24	0,13	11,17	6,81	13,75	7,62	18,32	0,87	10,10	5,83	1,66	0,91
Höchster . . .	17,13	17,82	5,77	0,88	22,92	20,46	49,10	25,77	32,29	11,36	18,27	10,95	3,36	1,84
Mittlerer . . .	10,40	14,63	4,46	0,33	15,89	13,43	29,54	16,24	24,57	3,40	15,56	8,00	2,49	1,16

Die einzelnen morphologischen Bestandtheile der Hopfendolde ergaben dagegen nach einigen Untersuchungen von A. Lang u. A. im Mittel:

Lupulin	—	8,00	4,69	2,00	66,66	—	—	—	30,80	1,05	—	—	1,23	0,59
Hochblätter (mit etwas Lupulin)	—	11,93	3,56	—	11,67	—	—	—	38,48	3,09	—	—	2,27	1,32
Spindeln und Stiele	—	15,44	6,25	—	7,02	—	—	—	40,01	0,52	—	—	2,68	1,60
Früchte	—	32,30	1,94	—	26,91	—	—	—	—	0,09	18,22	12,94	—	—

Hiernach ist das ätherische Oel und Hopfenharz vorwiegend in dem Hopfenmehl, die Gerbsäure in den Blättern der Dolde abgelagert; indess sind die eigenartigen Bestandtheile in allen Organen der Dolde enthalten. Der hohe Aether-

Extrakt der Früchte dürfte vorwiegend aus Fett und Wachs und nicht aus Harz bestehen.

M. Barth (vergl. Bd. I, S. 1068) giebt für das Hopfenmehl (Lupulin) noch folgende nähere Zusammensetzung an:

Im Ganzen	In Aether löslich					In Aether unlöslich				
	Wachs	α -Harz (Bleifällung nach Haydnck)	β -Harz (durch Titration) — α -Harz	Fett, Oel u. dergl.	Asche	Stickstoff- Substanz	Pento- sane	Sonstige stickstoff- freie Ex- traktstoffe + Rohfaser	Asche in Salzsäure	
									löslich	unlöslich
63,93%	0,18%	11,55%	43,31%	8,72%	0,17%	4,78%	2,34%	10,89%	2,75%	15,31%

Die Asche der Hopfendolden hat nach 30 Analysen folgende procentige Zusammensetzung:

Asche	Kali	Natron	Kalk	Magnesia	Eisen- oxyd	Phosphor- säure	Schwefel- säure	Kiesel- säure	Chlor
7,54%	31,87%	2,15%	16,02%	5,88%	1,52%	15,76%	3,59%	16,57%	3,19%

Nach M. Barth's Untersuchung (Bd. I, S. 1064) scheinen die besseren Hopfensorten mehr Kali, dagegen weniger Kalk und Magnesia zu enthalten, als die schlechteren Hopfensorten.

Eine bestimmte Beziehung zwischen der Beschaffenheit des Hopfens und der botanisch-chemischen Zusammensetzung ist bis jetzt nicht gefunden; von verschiedenen Seiten wird sogar das „Aroma“ einzig und allein als entscheidend angesehen.

Als Zeichen eines guten Hopfens wird allerdings angenommen, dass der Gehalt an Alkohol-Extrakt, wie Harz, thunlichst hoch ist — ersterer soll 18—45%, letzteres 12—18% betragen —, indess liegen diese Grenzen so weit auseinander, dass sich auch hiernach schwerlich die Beschaffenheit wird beurtheilen lassen.

c) Besondere Bestandtheile des Hopfens. Was die einzelnen besonderen Bestandtheile des Hopfens anbelangt, so ist zunächst

a) für die stickstoffhaltigen Verbindungen zu erwähnen, dass der Hopfen eine grössere Menge Asparagin enthält; es findet sich, wie in alten, so auch in den jungen Hopfen-Pflanzen in reichlicher Menge; aber auch die Hopfendolden sind reich daran. H. Bungener¹⁾ fand, dass ungefähr 30% der löslichen Stickstoff-Verbindungen dem Asparagin angehören.

Peter Gries und G. Harrow²⁾ wollen in dem Hopfen bis zu 1,5% Cholin (S. 87) nachgewiesen haben. V. Griesmayer³⁾ glaubt aber, dass das Cholin mit dem von ihm nachgewiesenen Alkaloïd „Lupulin“, welches neben Trimethylamin im Hopfen enthalten sein soll, gleich ist. Das Cholin kann aus Lecithin (S. 86) entstanden sein.

W. Williamson⁴⁾ will im Hopfen ein besonderes Alkaloïd, das „Hopœin“ aufgefunden haben, welchem schon in geringen Mengen eine narkotische d. h. dem Morphin ähnliche einschläfernde Wirkung zukommen soll; er glaubte dem Hopœin die Formel $C_{18}H_{20}NO_4 + H_2O$ zuschreiben zu müssen.

Dieses Ergebniss ist aber durch spätere Untersuchungen nicht bestätigt worden. Aus den Untersuchungen Greshoff's geht hervor, dass der Hopfen nur ein eigen-

¹⁾ Zeitschr. f. das gesammte Brauwesen 1885, 8, 267.

²⁾ Berichte d. deutschen chem. Gesellsch. 1885, 18, 717.

³⁾ Vergl. Zeitschr. f. das gesammte Brauwesen 1885, No. 8, 167.

⁴⁾ Chem.-Ztg. 1886, 10, 491; vergl. ferner daselbst 20, 38 u. 147.

artiges flüchtiges Alkaloid enthält, dass ihm dagegen feste Alkaloide zu fehlen scheinen.

β) Das Hopfenöl. Personne hält das Hopfenöl für ein Gemenge von einem Kohlenwasserstoff C_5H_8 und Valerol $C_{12}H_{10}O$, welches letztere sich beim Aufbewahren des Hopfens zu Valeriansäure oxydiren und dem alten Hopfen den eigenthümlichen Geruch ertheilen soll. R. Wagner nimmt in demselben ein Gemenge von $C_{10}H_{18}O$ und $C_{10}H_{16}$ an. Nach Chapman¹⁾ dagegen lässt sich das Hopfenöl, welches leicht löslich in Aether, schwerer löslich in Alkohol ist und ein spec. Gewicht von 0,8662—0,8802 besitzt, durch Destillation im Vakuum in drei Fraktionen zerlegen, nämlich 1. ein Gemenge von zwei ungesättigten Kohlenwasserstoffen vom Siedepunkt 166—171° und vom spec. Gewicht 0,799 bei 20°; 2. eine geringe Menge eines dem Geraniol ähnlichen Oeles; 3. den Hauptbestandtheil, welcher aus einem Sesquiterpen $C_{15}H_{24}$, Humulen genannt, vom Siedepunkt 263—266° und vom spec. Gewicht 0,9001 bei 15°, besteht. Das Hopfenöl verflüchtigt sich an der Luft bei gewöhnlicher Temperatur allmählich, ohne sich zu übelriechenden Säuren zu oxydiren. Die Verharzung an der Luft beruht auf einer Sauerstoffaufnahme durch die ungesättigten Kohlenwasserstoffe. Das Hopfenöl besitzt keine antiseptischen Eigenschaften und geht beim Kochen der Würze zum grössten Theil verloren; jedoch genügen die geringen, im Bier verbleibenden Mengen, um das eigenartige Hopfenaroma hervorzurufen; soll dieses besonders stark hervortreten, so giebt man (z. B. bei der englischen Porterbereitung) etwas Hopfen in das gährende Bier oder in das Versandfass.

γ) Das Hopfenharz ($C_{10}H_{14}O_3 + H_2O$) und die Hopfenbittersäuren. Die zuerst von Lermer nachgewiesene²⁾ Hopfenbittersäure, Lupulopikrin ($C_{16}H_{24}O_4$, Bungener giebt der Säure die Formel $C_{25}H_{35}O_4$) ist nach Bungener in reinem, luftfreiem Wasser völlig unlöslich, wird aber unter Oxydation und Verwandlung in ein weiches Harz in Wasser löslich, sobald dieselbe mit lufthaltigem Wasser, d. h. mit Sauerstoff, in Berührung kommt. Es giebt aber wenigstens zwei Hopfenbittersäuren, welche sich durch ihre Krystallform und Löslichkeit unterscheiden, die α-Bittersäure (nach Hayduck) und die β-Bittersäure (nach Lermer und Bungener), welche nach Barth und Lintner³⁾ zu den Terpenen zu gehören scheint und durch Oxydation Valeriansäure liefert.

Beide entstehen durch Oxydation beim Kochen aus Hopfenharz und stehen daher in naher Beziehung zu dem Hopfenharz; denn Hayduck, Foth und Windisch⁴⁾ haben nach vollständiger Erschöpfung des Hopfens mit Aether, welcher alle wirksamen Substanzen des Hopfens (die harzartigen Bitterstoffe) aufnimmt, durch Behandeln des Aetherausguges mit Alkohol, Fällen der alkoholischen Lösung mit essigsaurem Blei drei Sorten Harz erhalten:

¹⁾ Zeitschr. f. das gesammte Brauwesen 1898, 10, 339.

²⁾ Die Hopfenzapfen werden mit Wasser erschöpft, der wässrige Auszug mit Thierkohle behandelt, bis der bittere Geschmack verschwunden ist, die Thierkohle mit Alkohol ausgekocht, der Alkohol von den filtrirten Auszügen abdestillirt, der Rückstand zur Entfernung des Harzes mit Wasser behandelt und die filtrirte wässrige Lösung zur Aufnahme des Bitterstoffes wiederholt mit Aether geschüttelt.

³⁾ Berichte d. deutschen chem. Gesellschaft 1898, 31, 2022.

⁴⁾ Norddeutsche Brauer-Ztg. 1887, 657 u. Centralbl. f. Agric.-Chem. 1887, 16, 694.

- α) ein weiches Harz, welches durch Blei fällbar ist, in Petroläther sich löst und dessen Aetherlösung mit Kupferlösung eine stark grüne Färbung giebt¹⁾;
 β) ein weiches Harz, welches durch Blei nicht fällbar ist, aber die übrigen Eigenschaften von α theilt;
 γ) ein festes Harz, welches keine dieser drei Eigenschaften zeigt.

Von 17,8% Aetherextrakt (Gesamtharz) waren 4,8% α-Harz, 8,0% β-Harz und 5,0% γ-Harz.

Das durch Blei nicht fällbare weiche β-Harz ist nach Hayduck gleich mit der Harz-Substanz, welche aus Hopfenbitter-Säure durch Oxydation entsteht.

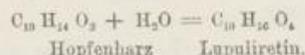
Alle drei Harze zeigen das Verhalten von schwachen Säuren; sie sind in wässriger Auflösung sehr veränderlich; die Löslichkeit in Wasser (0,042—0,058%) nimmt mit der wiederholten Behandlung mit Wasser ab; die wässrige Lösung des α- und β-Harzes schmeckt sehr stark und unangenehm bitter; die des γ-Harzes nur schwach und angenehm bitter. Die beiden weichen Harze α und β wirken im höchsten Grade hemmend auf die Milchsäure-Bakterien — 2 bis 3 mg Bitterstoff in 100 ccm Malzauszug unterdrücken die Milchsäuregärung vollständig — verhindern also die schädliche Spaltpilzgärung; auf die Essigsäure-Bakterien, Schimmel (Penicillium) und Hefe sind alle drei Harze ohne Einwirkung²⁾.

Auch E. Reichardt und M. Issleib³⁾ glauben zwischen Hopfenharz, Hopfenbitter und Hopfenöl einige Beziehungen gefunden zu haben.

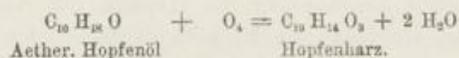
Durch Ausziehen mit Wasser wird der Hopfen leicht entbittert; behandelt man diese wässrige Lösung mit Knochenkohle, so geht der eigenthümliche Bitterstoff an diese über und lässt sich daraus nach Auswaschen mit Wasser durch Auskochen mit Alkohol wieder gewinnen. Der Alkohol wird abdestillirt, der Rückstand mit Wasser aufgenommen und die wässrige Lösung nach Filtration des ausgeschiedenen Harzes mit Aether ausgeschüttelt; beim Verdunsten erhält man den Bitterstoff als hellgelbe, in Wasser, Alkohol, Benzol, Schwefelkohlenstoff und Aether leicht lösliche Masse, deren wässrige Lösung durch Alkalien tiefgelb gefärbt und von Bleiessig und Gerbsäure nicht gefällt wird. Die Hopfenzapfen enthalten 0,004%, die Drüsen 0,11% dieses Bitterstoffes. Kocht man denselben mit Säuren, so liefert er unter Aufnahme von Wasser Lupuliretin und Lupulinsäure, aber keinen Zucker; er muss also zu den Pseudoglukosiden gerechnet werden;



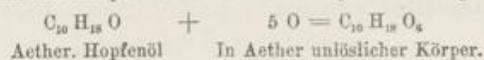
Das durch Spaltung des Hopfenbitters erhaltene Lupuliretin unterscheidet sich nur durch 1 Mol. H₂O vom Hopfenharz, nämlich:



Das Hopfenharz kann man sich wiederum aus dem Hopfenöl nach folgender Gleichung entstanden denken:



Der in Aether unlösliche Körper ist ein einfaches Oxydationserzeugniss des Hopfenöles, denn



¹⁾ Das α-Harz scheidet nach C. J. Lintner und Bungener (Zeitschr. f. d. gesamte Brauwesen 1891, 14, 357) nach einiger Zeit Krystalle aus, welche mit der Hopfenbittersäure Lermer's, aber nicht mit der Bungener's gleich sind.

²⁾ Die in Bier-Brauereien häufig beobachtete Harzdecke besteht nicht aus überschüssig zugesetztem Hopfenharz — in einem Falle wurden darin nur 4,6% in Aether lösliches Harz gefunden —, sondern vorwiegend aus Proteinkörpern; Mohr fand in dem von Harz befreiten Rückstand z. B. 13% Stickstoff.

³⁾ Archiv d. Pharmazie 1880, 345.

Reichardt und Issleib nehmen an, dass bei der Oxydation des Hopfenöles zuerst Harz, später bei weitgehender Oxydation der in Aether unlösliche Körper entsteht.

Die Hopfenbittersäure wirkt nach H. Dreser ¹⁾ schon in Gaben von 0,5 mg bei Fröschen, in solchen von 20—25 mg bei Kaninchen giftig; der aus ihr durch Oxydation entstehende Körper, welcher im Bier enthalten ist, besitzt dagegen keine giftige Wirkung.

δ) Die Gerbsäure des Hopfens, welcher Etti die Formel $C_{25}H_{24}O_{16}$ giebt, ist leicht in Wasser, verdünntem Alkohol und Essigäther löslich; die wässrige Lösung fällt Eiweiss, macht aber Leimlösung nur opalisirend, ohne eine Fällung zu bewirken; sie färbt sich mit Eisenchlorid dunkelgrün, steht also der Moringersäure am nächsten; beim Kochen mit verdünnten Säuren spaltet sie sich in Glukose und ein amorphes, zimmtbraun gefärbtes Hopfenroth ($C_{19}H_{14}O_8$), welches durch schmelzendes Kali in Phloroglucin und Protokatechusäure übergeführt wird. Die Bedeutung des Hopfengerbstoffs dürfte weniger in der Fällung von Eiweiss, als in der Beeinflussung des Geschmacks des Bieres beruhen.

Nach Heron bildet der Hopfengerbstoff, der beim Lagern abnimmt, beim Würzekochen mit den Proteinkörpern sogar eine lösliche Verbindung, das Tannopecton, welches durch die Gährung nicht verändert wird, sondern als solches ins Bier übergeht. Das Tannopecton soll die Ursache der Glutintrübung beim Abkühlen des Bieres sein.

ε) Sonstige Säuren des Hopfens. Ausser Harzen, Gerbstoff und löslichen Stickstoff-Verbindungen sind nach J. Behrens ²⁾ auch noch sonstige freie Säuren und saure Salze für die Beschaffenheit des Hopfens von Belang; Behrens fand z. B. in 100 ccm des wässrigen Hopfen-Auszuges (1 Thl. Hopfen, 2 Thle. Wasser):

Kieselsäure	Phosphorsäure	Schwefelsäure	Citronensäure	Äpfelsäure	Kali	Kalk
0,018 g	0,043 g	0,014 g	0,249 g	0,050 g	0,091 g	0,011 g

Die Säuren, besonders die Citronensäure, vermögen den Eintritt der stärksten Gährung zu verzögern, sind aber ohne Einfluss auf den Vergährungsgrad.

Von eigenartigem Einfluss sind die Säuren auf die Färbung des Hopfens, insofern die gefürchtete Roth- oder vielmehr Braunfärbung nur bei ungenügendem Säuregehalt auftritt, daher durch Schimmelpilze, welche die organischen Säuren verzehren, hervorgerufen werden kann.

ζ) Kleinwesen des Handelshopfens. Der natürliche Hopfen enthält eine grosse Anzahl von Kleinwesen; dieselben nehmen durch längeres Lagern und durch Schwefeln des Hopfens ab; so fand J. Behrens Mikrophytenkeime in 1 g:

Hopfen	Schwetzinger		Russischer		Saazer	Kalifornier
	im Ganzen	Schimmelpilze	im Ganzen	Schimmelpilze	im Ganzen	im Ganzen
Ungeschwefelt . . .	13½ Mill.	422 800	141 000	26 650	—	—
Geschwefelt . . .	8 "	169 200	—	—	25 000	3500

Diese Kleinwesen bewirken die Selbsterwärmung des Hopfens, sie gehören aber nicht immer derselben Art an. Ein zu den fluorescirenden Bakterien gehörender *Bacillus lupuliperda* soll den Geruch nach Trimethylamin hervorrufen. Auch konnte Behrens unter den Kleinwesen eine besondere Hefenart feststellen.

¹⁾ Archiv f. experim. Pathol. u. Pharmak., 23, 129.

²⁾ Wochenschr. f. Brauerei 1896, 13, 802, 873, 897, 917.

Die Wirkungen des Hopfens bei der Bierbereitung bestehen unter kurzer Wiederholung des Gesagten darin, dass

1. die Gerbsäure des Hopfens einerseits Eiweisstoffe, wenn auch nur in geringem Grade, aus der Würze ausfällt und dadurch frischhaltend auf das Bier wirkt, andererseits den Geschmack des Bieres günstig beeinflusst;
2. dass das Hopfenharz die Spaltpilz- (Milchsäure-) bezw. Bitter-Gährung hintanhält;
3. dass das Hopfenöl dem Bier einen angenehmen, feinen Hopfengeruch, das Harz bezw. das Hopfenbitter demselben einen angenehmen, bitteren Geschmack ertheilen.

Aufbewahrung und Ersatzmittel des Hopfens.

1. Schwefeln des Hopfens.

Der Hopfen wird im natürlichen Zustande leicht schimmelig und leidet dadurch in seinem Aroma. Um ihn längere Zeit aufbewahren zu können, wird der getrocknete Hopfen durch hydraulische Pressen möglichst fest gepresst und in Säcken oder in luftdichten Zinkkästen auf Eis aufbewahrt. Aber auch so hält sich der Hopfen mindestens nicht länger als 1 Jahr unverändert. Um denselben noch haltbarer zu machen, wird er gleichzeitig geschwefelt, d. h. man setzt ihn den Dämpfen der schwefligen Säure aus, wodurch der eingeschlossene Sauerstoff absorbiert, die Mikroorganismen vernichtet, Wasser entzogen und das Wasseraufnahmevermögen vermindert wird.

Nach den Untersuchungen der Versuchsstation Wien enthält der geschwefelte getrocknete Hopfen stets mehr Gerbsäure als der ungeschwefelte getrocknete Hopfen.

Die Doldenblätter werden durch das Schwefeln etwas gebleicht, im Uebrigen aber die Farbe verbessert. Nach J. Behrens beruht die günstige Wirkung des Schwefelns des Hopfens weniger auf der Vernichtung der Kleinwesen selbst, als darauf, dass der Hopfen untauglich oder weniger günstig für das Wachsthum der hopfenverderbenden Kleinwesen wird.

Nach den Untersuchungen von A. Lang, sowie von J. Herz¹⁾ geht anscheinend nur ein kleiner Theil der schwefligen Säure des Hopfens ins Bier über; so lösten sich nach A. Lang von 0,105 % schwefliger Säure des Hopfens nur 0,034 % in Wasser; J. Herz konnte von der schwefligen Säure des Hopfens unter Zusatz von Phosphorsäure im Kohlensäurestrom nur 3,4—29,4 % — die höchste Menge aus frisch geschwefeltem Hopfen — abdestilliren. Derselbe fand in geschwefeltem Hopfen (alt und frisch) 0,042—0,166 %, Weiss in frisch geschwefeltem Hopfen 0,39 % schweflige Säure.

W. Hadelich²⁾ bestimmte den Gesamt-Schwefel des Hopfens als Schwefelsäure; er fand in natürlichem, nicht geschwefeltem Hopfen 0,240—0,385 % (im Mittel 0,321 %), in einer Probe geschwefelten Hopfens dagegen 0,616 % Schwefelsäure, also fast die doppelte Menge.

2. Hopfenextrakte. Um den Hopfen in hopfenreichen Jahren für spätere Zeiten noch verwerten zu können, hat man auch vorgeschlagen, denselben mit Wasser auszuziehen, den Auszug einzudampfen und diesen in luftdicht schliessenden Büchsen aufzubewahren. Ein belgisches Verfahren besteht z. B. darin, dass man das Hopfenmehl (Lupulin) zunächst von den Blättern trennt, die Blätter auslaugt, das Lupulin mit dem hergestellten Auszug eindunstet und das Ganze in luftdicht schliessenden, vorher mit Kohlensäure gefüllten Gefässen aufbewahrt. Nach einem anderen Vorschlage soll der Hopfen mit Alkohol ausgezogen und der Auszug, der das Hopfenaroma enthält, später mit dem Hopfenrückstande verwendet werden. In Amerika verwendet man anstatt des Alkohols Petroläther. Hantke und Lawrence fanden für den Hopfenextrakt der Newyork Hoh. Extrakt-Works folgende Zusammensetzung:

¹⁾ Repertorium f. analyt. Chem. 1885, 58.

²⁾ Bayr. Bierbrauer 1879, No. 10.

Wasser	Petroläther-Extrakt	Weichharz	Hartharz (Aether-Extrakt)	Wachs	Gerbstoff	Asche
8,40 %	57,54 %	53,24 %	32,84 %	4,30 %	Spur	1,25 %

Ueber die Zusammensetzung sonstiger amerikanischer Hopfen-Extrakte vergl. Bd. I, S. 1068. In Deutschland scheinen diese Extrakte, die nur einen Theil der werthvollen Hopfenbestandtheile enthalten, löblicher Weise keine weitere Verbreitung gefunden zu haben. Nur das belgische Verfahren, wonach das wichtige Hopfenmehl als solches erhalten bleibt, dürfte für Zeiten von Hopfenmangel Beachtung verdienen.

8. Verwendung von bereits gebrauchtem Hopfen.

Es liegt nahe, bereits gebrauchten Hopfen frischem Hopfen zuzumischen und so zum zweiten Male zu verwenden, weil nach einmaligem Gebrauch noch ein Theil der wirksamen harzigen Bestandtheile im Hopfen verbleibt. Nach den oben erwähnten Untersuchungen Hayduck's nimmt aber die antiseptische Wirkung der wässerigen Lösung der Harze durch wiederholtes Auswaschen mit Wasser ab und findet eine Zersetzung der nach einmaligem Gebrauch im Hopfen zurückbleibenden harzigen Bestandtheile statt, so dass einmal gebrauchter Hopfen schwerlich noch denjenigen Anforderungen entsprechen wird, die an ihn gestellt werden.

Der zur Bierbereitung verwendete (ausgebraute) Hopfen kann aber noch zweckmässig zur Fütterung Verwendung finden; er enthält nach 5 Analysen in der lufttrocknen Substanz:

Wasser	Stickstoff-Substanz	Fett (Aether-Extrakt)	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser	Asche
10,94 %	15,30 %	6,81 %	39,52 %	21,03 %	6,40 %

Davon sind in Procenten der verzehrten Bestandtheile verdaulich:

—	31,31 %	64,18 %	48,13 %	17,22 %	—
---	---------	---------	---------	---------	---

Die Verdaulichkeit des ausgebrauten Hopfens ist demnach zwar keine hohe, aber sie kommt doch immer noch der eines guten Strohes oder geringen Heues gleich.

Auch kann der ausgebraute Hopfen nach Kompostirung desselben zur Düngung verwendet werden.

4. Ersatzmittel des Hopfens.

Als Ersatzmittel des Hopfens sind, wenn auch kaum in Anwendung gekommen, so doch vielfach genannt: Wermuth, Quassia, Bitterklee, Herbstzeitlose, Kockelskörner, Enzian etc.

Dass die Anwendung dieser Ersatzmittel mitunter mit Rücksicht auf die zu geringe Menge gewachsenen Hopfens nothwendig sein soll, ist, wie schon oben bemerkt, unrichtig, weil in guten Jahren sogar mehr Hopfen wächst, als verbraucht wird.

3. Hefe¹⁾. Die Hefe hat hier wie bei der Bereitung aller alkoholischen Getränke die Aufgabe, den Zucker in Alkohol und Kohlensäure zu zerlegen, oder die alkoholische Gährung, wie man diesen Vorgang nennt, zu bewirken. Zur Erzeugung von Alkohol aus Zucker ist eine grosse Zahl sowohl von Bakterien wie höheren Pilzen befähigt. In grösseren Mengen wird der Alkohol aber nur von gewissen höheren Pilzen, den sog. Hefen, erzeugt. Der Begriff „Hefe“ ist kein einheitlicher im botanischen Sinne. Er umfasst Pilze verschiedenster Art, denen nur das gemeinsam ist, dass sie sich durch Sprossung (selten durch Spaltung) vermehren und durch Gährung aus Zucker Alkohol erzeugen. Von diesen Hefen im weiteren Sinne kommt für die technische alkoholische Gährung bei den Kulturvölkern nur eine Gruppe in Betracht, die Saccharomyceten, die sich von den sonst als Hefe bezeichneten Pilzen durch die Fähigkeit, Endosporen zu bilden, scharf unterscheiden. Die übrigen Hefen, sowie eine grosse Zahl der Saccharomyceten selbst, sind für die Gährungsgewerbe ohne Bedeutung oder gefürchtete Schädlinge.

a) Die Stellung der Saccharomyceten im botanischen System. Die Saccharomyceten sind in botanischer Beziehung dadurch gekennzeichnet, dass sie sich unter gewöhn-

¹⁾ Dieser Abschnitt soll wegen seiner Wichtigkeit für die Gährungsgewerbe ziemlich ausführlich und im Zusammenhange für alle alkoholischen Getränke hier behandelt werden, um häufige Wiederholungen zu vermeiden.

lichen Verhältnissen vegetativ nur durch Sprossung vermehren und dass sie endogene Sporen bilden. Die Mehrzahl der Mykologen betrachtet sie als eine der niedrigst entwickelten Gattungen der Askomyceten und zwar der Ordnung der Gymnoasceen. Brefeld stellt sie, da die Zahl der bei den Saccharomyceten erzeugten Askosporen grösseren Schwankungen unterworfen ist, als bei den höheren Askomyceten, zu seinen Hemiasci.

Die Familie der Saccharomyceten enthält zwei Gattungen, welche für die technische Gärung in Betracht kommen: Saccharomyces und Schizosaccharomyces, von denen sich die erste durch Sprossung, die zweite durch Spaltung vegetativ vermehrt. Von der Gattung Schizosaccharomyces kommen nur wenige Arten in Betracht, welche in alkoholischen Getränken mancher überseeischen Länder als Gärungserreger vorkommen. Der Begriff Saccharomyces ist ein rein morphologischer, umfasst aber nicht gleichzeitig, wie der der „Hefe“ die Fähigkeit, Alkohol zu erzeugen. Es giebt auch Saccharomyceten, welche nicht Alkohol, sondern andere Stoffe (z. B. Oxalsäure) erzeugen oder überhaupt keine Gärung bewirken.

Der Umstand, dass bei den Saccharomyceten die Bildung von Hyphen im Allgemeinen nicht beobachtet wird, ferner die Entdeckung des Pleomorphismus bei höheren Pilzen (d. h. der Eigenschaft derselben, unter verschiedenen Lebensbedingungen ihre Gestalt zu ändern), haben es mit sich gebracht, dass bis in die neueste Zeit Versuche angestellt worden sind, die Saccharomyceten als eine einfachere Entwicklungsform höherer Pilze darzustellen. So hält Brefeld die Saccharomyceten für eine Konidienform höherer Pilze, in Analogie mit der Bildung formähnlicher, sich durch Sprossung vermehrender Konidien der Ustilagineen, bei denen aber weder die Bildung von Askosporen, noch die Erzeugung von Alkohol hat nachgewiesen werden können. Andere Beobachter¹⁾ haben gar direkt durch den Versuch aus höheren Pilzen Saccharomyceten und umgekehrt erzeugen wollen. Alle derartige Befunde sind indess durch eingehende Nachprüfungen als die Erzeugnisse fehlerhafter Arbeitsverfahren erkannt worden.

Bisher ist kein Beweis erbracht, dass die Saccharomyceten ein Entwicklungszustand höherer Pilze sind. Ihre grosse Aehnlichkeit mit anderen niederen Askomyceten (den Exoasceen) macht es sehr wahrscheinlich, dass sie wie diese eine selbstständige Familie dieser Klasse bilden.

b) Die Gestalt der Saccharomycetenzellen. Die Saccharomyceten entfalten eine grosse Mannigfaltigkeit in der Gestalt ihrer vegetativen Organe. Vorzugsweise wachsen sie in Sprossmycelen, deren Zellen bei den verschiedenen Arten theils kugel- oder eiförmige, theils elliptische, wurstförmige, fadenförmige u. s. w. Gestalt zeigen. In alten Kulturen entsteht auch zuweilen ein typisches Fadenmycel mit Verzweigungen und Septirungen.

Sowohl Form als Grösse der Sprosszellen schwanken bei derselben Art ausserordentlich, sodass, wie Hansen zuerst gezeigt hat, eine Eintheilung der Saccharomyceten nach diesem Merkmal allein unmöglich ist²⁾. Eine Unterscheidung der Arten allein nach dem mikroskopischen Bilde der Zellen ist meist nicht möglich. Dagegen tritt, wie Hansen weiter gezeigt hat, unter bestimmten Ernährungsverhältnissen die Mehrzahl der Zellen in einer für gewisse Gruppen kennzeichnenden Gestalt auf, sodass hierin ein gutes gruppendiagnostisches Merkmal gegeben ist.

¹⁾ Man vergl. Juhler, Centralbl. f. Bakteriol., II. Abth., 1895, 1, 16, 326; Jörgensen, ebendort 1895, 1, 16, 321, 323; 1896, 2, 41; 1898, 4, 360; Johann-Olsen, ebendort 1897, 3, 213; Jörgensen, Die Gährungsorganismen, 4. Aufl., 137; Eckenroth und Heimann, Centralbl. f. Bakteriol., II. Abth., 1895, 1, 529 und die Kritik dieser und ähnlicher Arbeiten durch Hansen, ebendort 1895, 1, 65; Wehmer, ebendort 1895, 1, 572; Klöcker u. Schönning, ebendort 1895, 1, 777; 1896, 2, 185; 1897, 3, 193; 1898, 4, 460; Seiter, ebendort 1897, 3, 301.

²⁾ Der erste Versuch, botanische Arten der Saccharomyceten aufzustellen, stammt von Rees (Botan. Untersuchungen über die Alkoholgährungspilze. Leipzig 1870), welcher nach der Zellform drei Arten: *S. cerevisiae*, *S. ellipsoideus*, *S. Pastorianus* unterschied.

c) Bau und chemische Zusammensetzung der Hefenzelle. An der Hefenzelle kann man, wie an den Zellen anderer Pilze, eine Zellhaut und den Zellinhalt unterscheiden; letzterer besteht aus Protoplasma, Zellkern, Vakuolen und verschiedenartigen Einschlüssen.

Die Zellhaut. Die Haut junger Hefezellen ist nur wenige Zehntel μ dick; sie unterscheidet sich im Lichtbrechungsvermögen nicht vom Plasma und wird daher erst bei der Plasmolyse sichtbar. Ohne weitere Behandlung zu erkennen ist die Haut an den sog. Dauerzellen (S. 1164), bei denen dieselbe nach Will¹⁾ eine Dicke von 0,7—0,9 μ , manchmal auch eine solche von 1 μ erreicht. Eine dickere Haut besitzen ferner nach Will Hefen, welche sehr konzentrierte Würzen vergären müssen, wie die Bock- und Salvator-Hefen. Becker²⁾ fand folgende Dicken der Membran: Gewöhnliches Münchener Lagerbier 0,5 μ , Bockbier 0,7 μ , Salvatorbier 0,9 μ .

Nach den Untersuchungen von Will¹⁾, Casagrandi³⁾ und Becker besteht die Zellhaut aus 2 (nach Will zuweilen vielleicht auch noch aus mehr) Schichten, die sich durch längere (3-wöchige) Behandlung dickwandiger Hefe mit 1%-iger Chromsäure oder konzentrierter Salzsäure sichtbar machen lassen. Casagrandi will dieselben auch bei jungen Zellen gesehen haben, steht aber mit dieser Behauptung allein. Die äusseren Schichten der dickeren Membranen werden zuweilen von den Zellen abgeworfen. Solche Häutung haben Lindner und Will⁴⁾ öfter beobachtet.

Ueber die chemische Natur der Zellhaut ist zur Zeit Sicheres noch nicht bekannt. Nur das eine ist festgestellt, dass echte Cellulose in derselben nicht vorhanden ist, da sie sich weder in Kupferoxydammoniak löst, noch mit Chlorzinkjod bläut. Ein abweichendes Verhalten zeigt in dieser Beziehung die Sporenmembran von *Schizosaccharomyces octosporus*; dieselbe wird nach Lindner⁵⁾ durch Jod-Jodkalium blau gefärbt.

Von Farbstoffen nimmt die Zellhaut der Hefe nach Becker, entgegen anderen Angaben von Casagrandi, nur Hanstein'sches Anilinviolett nach vorhergehender Einwirkung von 4%-iger Salzsäure auf.

Gegen chemische Agentien ist die Zellhaut sehr widerstandsfähig. Nach Casagrandi wird sie nur von konzentrierter Chromsäure oder konzentrierter Schwefelsäure gelöst, widersteht dagegen allen verdünnten Säuren. Alkalien und Schultze's Macerationsflüssigkeit hellen sie nur etwas auf. Die beiden Schichten dicker Membranen verhalten sich insofern etwas verschieden, als nach Angaben von Will und Casagrandi die innere von Chromsäure schneller gelöst wird als die äussere.

Casagrandi nimmt auf Grund des Verhaltens der Zellhaut gegen Farbstoffe und gegen Lösungsmittel an, dass dieselbe im Wesentlichen aus Pektinstoffen bestehe, eine Anschauung, für die aber zunächst sichere Grundlagen fehlen. E. Salkowski hat aus Hefe durch Auslaugen mit Kalilauge zwei celluloseartige Körper darstellen können, welche bei der Hydrolyse Glukose, bezw. Glukose und Mannose lieferten (vergl. S. 1162).

In einer gewissen Beziehung zur Zellwand steht anscheinend das sog. gelatinöse Netzwerk, welches zuerst von Hansen⁶⁾ beobachtet worden ist. Derselbe fand, dass die Hefenzellen in den Kahlhäuten und Hefenringen älterer flüssiger Kulturen häufig von einem schleimigen Maschennetz umgeben sind. Dasselbe entsteht auch in Gypsblockkulturen der Hefe, ferner (nach Jörgensen), wenn man sie behufs Versendung in Fließpapier eintrocknen lässt.

¹⁾ Centralbl. f. Bakteriologie, II. Abth., 1896, 2, 759.

²⁾ Ebendort 1900, 6, 34.

³⁾ Ebendort 1895, 1, 449; 1898, 4, 367.

⁴⁾ Ebendort 1897, 3, 563.

⁵⁾ Zeitschr. f. d. gesammte Brauwesen 1895, 18, 288; Centralbl. f. Bakteriologie, II. Abth., 1898, 4, 203.

⁶⁾ Centralbl. f. Bakteriologie, II. Abth., 1896, 2, 537.

⁷⁾ Compt. rend. trav. Carlsberg, 1886, 2, 126; Bot. Centralbl. 1886, 21, 181.

Durch Waschen lässt sich dieses Netzwerk entfernen, bildet sich aber wieder; doch erlischt diese Regenerationsfähigkeit nach Will¹⁾, wenn man das Wässern innerhalb 24 Stunden zehnmal wiederholt. Das Netzwerk theilt mit den Pflanzenschleimen die Eigenschaft, durch 5%ige Boraxlösung gefällt zu werden, sodass man der Reinzuchtheife, um das Absetzen und Pressen zu erleichtern, Borax zusetzt.

Ob dieses gelatinöse Netzwerk durch Verquellen der Zellenmembran oder vielleicht auch durch Ausscheidung von Gummi aus der Zelle entsteht, ist nicht bekannt. Nach den Untersuchungen von Will scheint es, als ob die netzbildenden Körper nicht unter allen Verhältnissen dieselben sind und dass ausser Verbindungen von Kohlenhydrateigenschaft auch Proteinstoffe in starkem Masse dabei betheiligt sind. Nach seiner Ansicht besteht das Netzwerk, welches sich beim Eintrocknen frischer Hefe bildet, vorwiegend aus einem Proteinkörper. Dieser ist frischer Hefe in einer kolloidalen Lösung neben Gummistoffen beigemengt und wird beim Schütteln der Hefe mit Aether gefällt, indem er die Aethertröpfchen mit einer feinen Haut überzieht. Hefe kann daher das mehrfache Volumen Aether (5–8) aufnehmen, dauernd festhalten und geht dabei in einen zähsteifen Zustand über. Die Aufnahmefähigkeit für Aether schwankt sowohl bei den verschiedenen Hefenarten wie bei Ober- und Kernhefe einer Art; erstere kann erheblich mehr Aether festhalten. Durch häufig wiederholtes Waschen liess sich das Netzwerk entfernen. Durch Beimengung von Eiweiss oder Pepton zu gewaschener Hefe konnte die Fähigkeit, Netzwerk zu bilden, wieder hergestellt werden, nicht aber durch Zusatz von Pflanzengummi.

Im Gegensatz zu diesem aus Proteinkörpern gebildeten Netzwerk, welches beim Eintrocknen der Hefe entsteht, besteht nach Will das Netzwerk, das man in Hefenringen in der Nähe von Dauerzellen oft beobachtet, nicht aus Proteïn. Durch besondere Behandlung lässt sich dagegen auch hier noch ein anderes aus Eiweiss bestehendes Netzwerk erzeugen, dessen Grundmasse vorher als gequollene Zwischenzellmasse vorhanden war.

Ein weiteres aus Proteinkörpern gebildetes Netzwerk hat Will an häutigen Ausscheidungen auf der Flüssigkeitsoberfläche beobachtet, welche in der Nähe von Hefenzellen Netzform annehmen können.

In welcher Weise das Proteïn von den Hefenzellen abgesondert wird, ist nicht bekannt. Es entsteht ausser in Würze und Bier, welche an sich schon ähnliche Stoffe enthalten und beim Schütteln mit Aether dieselbe Erscheinung geben wie Hefe, auch in proteïnfreien Nährmedien. Nach den älteren Angaben von Pasteur²⁾ und Nägeli³⁾ scheidet die Hefe unter verschiedenen Verhältnissen Proteïnstoffe oder Peptone ab.

Der Zellinhalt. Der Zellkern⁴⁾ der Hefenzelle ist in der lebenden Zelle nur schwer zu erkennen, da sich sein Lichtbrechungsvermögen von dem des Cytoplasmas nicht wesentlich unterscheidet. Durch verschiedene Färbeverfahren lässt er sich leichter sichtbar machen. Der Zellkern ist zuweilen rund, zuweilen auch scheibenförmig. Sein Durchmesser kann bis zu $\frac{1}{5}$ der Zelle betragen. Nach Janssens und Leblanc findet sich in jeder

¹⁾ Centralbl. f. Bakteriol., II. Abth., 1898, 4, 130.

²⁾ Pasteur, Alkoholgährung. Deutsch von Griessmeyer, Stuttgart. S. 10, 73, 83. (Ann. Chim. Phys. 1858, 58, 323).

³⁾ Nägeli, Theorie d. Gährung, S. 97.

⁴⁾ Der Zellkern ist zuerst von Nägeli 1844 in Zellen der Bier- und Weinhefe beobachtet, von Scumitz (Sitzungsber. d. Niederrhein. Ges. Bonn 1879, 4. Aug.) zuerst 1879 färberisch dargestellt worden. Weitere Angaben, welche den Befund von Nägeli und Schmitz theils bestätigen, theils bestreiten, finden sich von Krasser (Oesterr. Bot. Zeitschr. 1885 u. 1893.), Eisenschitz (Dissert. Wien 1895), Raum (Zeitschr. f. Hyg. 1891, 10, 1), Hieronymus (Berichte d. deutschen bot. Ges. 1893, 11, No. 2), Janssens u. Leblanc (Centralbl. f. Bakteriol., I. Abth., 1893, 13, 20, ebendort, II. Abth., 1899, 5, 530), Hansen (Compt. rend. trav. labor. Carlsberg, 1886, 2, 125), Müller (Centralbl. f. Bakteriol., I. Abth., 1892, 12, 537), Wager (Annals of botany 1898, 12, 499; Centralbl. f. Bakteriol., II. Abth., 1900, 6, 258), Dangeard (Compt. rend. 1893, 117), Zalervki (Verhandlg. Krakau, Akad. d. Wiss., Math.-nat., Sekt. II, 12., 1885), Hoffmeister (Centralbl. f. Bakteriol., II. Abth., 1902, 9, 682), Feinberg (Berichte d. deutschen bot. Ges. 1902, 20, 567).

Zelle nur ein Kern. Der Zellkern scheint nach den Beobachtungen von Dangeard, Janssens und Wager ein Kernkörperchen einzuschliessen und eine Haut zu besitzen. Der Raum zwischen beiden wird durch ein netzförmiges Gerüst von Kernplasma ausgefüllt.

Das Cytoplasma bildet nach den Beobachtungen von Janssens und Leblanc an belgischer Bierhefe ein maschiges Netz, eine Ansicht, die auch von Will vertreten wird.

Gegen Schluss der Gärung, im Zustande der Erschöpfung, treten in der Hefenzelle Vakuolen auf, welche mit Flüssigkeit bisher nicht bekannter Zusammensetzung erfüllt sind und sich vom Plasma durch ihr geringeres Brechungsvermögen unterscheiden. Diese Vakuolen nehmen zuweilen den weitaus grössten Theil der Zelle ein. Zuweilen enthalten die Vakuolen krystallinische Einschlüsse. Häufiger sind in ihnen sehr kleine, in lebhafter Bewegung befindliche Körperchen, sog. Tanzkörperchen, enthalten. Nach Küster¹⁾ sind dieselben Stoffwechselerzeugnisse des Protoplasmas von halbflüssiger Konsistenz, welche Farbstoffe begierig aufnehmen.

Gegen Schluss der Gärung treten im Protoplasma stark lichtbrechende Körperchen auf, die man früher meist als Oeltröpfchen betrachtete. Man nennt dieselben jetzt Granula. Ihre Zahl und ihre Grösse schwanken in den einzelnen Zellen erheblich. Besonders reich sind an ihnen nach Will²⁾ die sog. Dauerzellen. Sie sind bald kugelförmig, bald auch eckig. Nach Will bestehen dieselben aus einer Hülle von Eiweiss, von der ein ebenso zusammengesetztes Netzgerüst nach dem Innern verläuft. Der Inhalt der Körperchen besteht aus einer Fettmasse. Casagrandi³⁾ betrachtet das Netzgerüst als ein Kunstzeugniss, welches durch die Behandlung entsteht. Durch längere Einwirkung fettlösender Agentien wird der Inhalt der Granula entfernt. Bei Einwirkung concentrirter Schwefelsäure wird die Eiweiss-hülle gelöst, die Fetttröpfchen fliessen zusammen und färben sich zuerst grün, dann blaugrün und schwarz. Die Fetttröpfchen, die in der Bodensatzhefe auftreten, geben nach Will diese Reaktion nicht. Die Granula sind in der Hefenzelle nach den Untersuchungen von Raun, Hieronymus und Casagrandi in Reihen angeordnet, welche in spiralförmigen Windungen verlaufen und in einem protoplasmatischen Faden eingelagert sind.

Bemerkt sei noch, dass Will in einem Falle in einer sehr alten Bierwürzekultur von *Saccharomyces Ludwigii* viele grosse Fettropfen von rother Farbe beobachtet hat.

Chemische Zusammensetzung der Hefe. Die procentige Zusammensetzung der Hefe zeigt nach den vorliegenden Analysen für Oberhefe und Unterhefe nur wenig von einander abweichende Zahlen. Im Allgemeinen scheint der Stickstoffgehalt der Oberhefe etwas höher zu sein, als der der Unterhefe. Doch haben alle derartigen Angaben wenig Werth, da die Zusammensetzung der Hefe naturgemäss mit der Ernährung schwankt und die verschiedenen Einflüsse bei den Analysen keine Berücksichtigung gefunden haben. Für die aschenfreie Trockensubstanz wurden im Mittel mehrerer Analysen⁴⁾ gefunden:

	Kohlenstoff	Wasserstoff	Stickstoff
Oberhefe (Mittel von 5 Analysen) . . .	48,64 %	6,76 %	11,46 %
Unterhefe " " 3 " . . .	44,99 "	6,72 "	8,73 "

Nach Schlossberger ist ältere Hefe, welche längere Zeit mit Nährflüssigkeiten in Berührung war und durch beginnenden Zerfall einen Theil ihrer Zellsubstanz an die Umgebung abgegeben hat, etwas ärmer an Stickstoff.

Der Wassergehalt der Hefe schwankt von 75—83 %.

Der Schwefelgehalt⁵⁾ der Hefe schwankt von 0,39—0,69 %.

¹⁾ Biolog. Centralbl. 1898, 18, No. 9.

²⁾ Centralbl. f. Bakteriol., II. Abth., 1896, 2, 752; 1898, 4, 367.

³⁾ Ebendort 1897, 3, 563; Eisenschütz, ebendort 1895, 1, 674, hält die Granula für Zellkerntheile.

⁴⁾ Die Analysen sind von Schlossberger, Mitscherlich, Dumas, Wagner und Liebig ausgeführt.

⁵⁾ Die Schwefelbestimmungen sind von Liebig, Mitscherlich, Reichenbach, Dampwolf ausgeführt.

Der Aschengehalt¹⁾ der Hefe wird von verschiedenen Untersuchern sehr verschieden angegeben, für Oberhefe von 2,5—11,5%, für Unterhefe von 3,5—10,1%. Doch können viele der Angaben eine grössere Zuverlässigkeit nicht beanspruchen, da das untersuchte Material entweder Satz- oder käufliche Presshefe war, welche stets grössere Mengen fremder, nicht durch Waschen entfernbare Stoffe enthalten, oder weil durch zu energisches „Reinigen“ grössere Aschenmengen vorher entfernt worden waren²⁾.

Die stickstoffhaltigen Körper der Hefenzelle. Der Stickstoff ist in der Hefenzelle zum grössten Theile in Form von Proteinstoffen enthalten. Schlossberger konnte durch Kalilauge einen Körper mit 13,9% Stickstoff aus Hefe ausziehen, während Mulder bei Verwendung verdünnter Essigsäure einen solchen mit 16% Stickstoff erhielt. Naegeli³⁾ und Löw fanden in einer untergährigen Hefe mit 8% Stickstoff:

Albumin 36%, Glutinkasein 9%, Peptone (durch 9%-igen Bleiessig fällbar) 2%.

Genauer erkannt sind von den Proteinkörpern der Hefenzelle bisher nur die Nukleïne, welche die Hauptbaustoffe des Zellkerns bilden. Dieselben sind in grösserer Menge aus Hefe, nachdem ihre Anwesenheit von Hoppe-Seyler in derselben festgestellt war, durch Kossel dargestellt worden. Stutzer hat festgestellt, dass von den in einer Bierhefe enthaltenen 8,65% Stickstoff 2,26% auf Nukleïne entfielen.

Ueber die Natur des Hefennukleïns haben besonders die Untersuchungen von Kossel und seinen Schülern Aufklärung gebracht. Der aus dem Hefennukleïn durch verdünnte Alkalien abspaltbare Proteinkörper widersteht nach Kossel der Pepsin- und Trypsinverdauung ausserordentlich. Die gleichzeitig bei Behandlung mit verdünntem Alkali aus dem Nukleïn frei werdende Hefen-Nukleïnsäure, welche zuerst von Altmann dargestellt wurde, hat nach Kossel die Zusammensetzung $C_{17}H_{28}N_6P_2O_{14}$ oder $C_{22}H_{36}N_8P_2O_{22}$. Alkalien spalten dieselbe (nach Kossel) in Kohlenhydrate und Plasminsäure. Erstere sind vermuthlich ein Gemisch von Glukose und Pentosen.

Von Nukleïnbasen sind durch Einwirkung kochender verdünnter Säuren aus dem Hefennukleïn von Kossel dargestellt worden: Hypoxanthin, Xanthin, Guanin, Adenin.

Ueber die neben dem Nukleïn in dem Zellkerne der Hefenzelle vorhandenen Proteinkörper sind bisher genauere Angaben nicht vorhanden. Schröder⁴⁾ hat durch Spaltung der aus der Hefe ausgezogenen Proteinkörper mit Säuren Leucin, Tyrosin, Phenylalanin, Lysin, Arginin, Histidin und wahrscheinlich Cystin erhalten.

Noch nicht näher untersuchte Proteinkörper werden von einer Anzahl Hefen abgeschieden und bilden ein schleimiges Gerüst um die Zellen. Dieselben werden zum Theil auch an das Bier abgegeben und sind im Stande, grössere Mengen Kohlensäure festzuhalten. Diese Schleimkörper sind nach Reichard für die Erzeugung eines feinblasigen Schaumes im Biere unerlässlich.

Das Fett der Hefenzelle. Der Fettgehalt der Hefenzelle schwankt nach dem jeweiligen Ernährungszustande. Nägeli und Löw geben den Gehalt einer untergährigen Bierhefe an Fett zu 5% an. Das Hefenfett besteht nach Darexy und Gérard hauptsächlich aus Stearin- und Palmitinsäure, neben wenig Buttersäure, theils als Glyceride theils frei vorhanden. Seiner physiologischen Bedeutung nach dient das Fett als Reservestoff.

Lecithin und Cholesterin sind von Hoppe-Seyler ebenfalls aus Hefe dargestellt worden.

Die Kohlenhydrate der Hefenzelle. An Kohlenhydraten sind aus der Hefenzelle bisher Glykogen, das sog. Hefengummi und Hefencellulose gewonnen worden.

¹⁾ Analysen von Schlossberger, Wagner, Bull, Mitscherlich, Belohoubek, Hessenland, Schützenberger, Lintner, Seyffert, Béchamp.

²⁾ Vergl. Lafar: Technische Mykologie, 1. Aufl., 2, 527 u. ff.

³⁾ Ann. d. Chem. u. Pharm. 1878, 193, 322.

⁴⁾ Centralbl. f. Bakteriol., II. Abth., 1902, 9, 564; Hoffmeister's Beiträge z. chem. Physiol. u. Pathol. 1902, 2, 389.

Das Hefenglykogen ist in grösserer Menge zuerst von Cremer¹⁾ (1894) dargestellt und seine völlige Gleichartigkeit mit dem Leberglykogen festgestellt worden. Nach den quantitativen Bestimmungen von Clantriau²⁾ enthält die Trockensubstanz der Hefe 31% Glykogen, nach denen von Laurent³⁾ 32,6%. Durch geeignete Ernährung der Hefe kann ihr Glykogengehalt besonders erhöht werden. Nach den Untersuchungen von Laurent, Henneberg⁴⁾, Cremer wirken Milch-, Bernstein-, Äpfelsäure, Asparagin, Glutamin, Eiereiweiss, Pepton, Mannit, Glukose, Fruktose, Saccharose, Maltose, d-Galaktose und d-Mannose günstig auf die Glykogenbildung. Nach Cremer⁵⁾ findet in mit Glukose versetztem Hefenpresssaft eine Synthese von Glykogen statt. Dagegen ist die Hefe nicht, wie Laurent behauptet hat, im Stande, Glykogen aus Nährlösungen aufzunehmen und aufzuspeichern⁶⁾.

Betreffs des Glykogengehaltes der Hefe in verschiedenen Lebensstufen geben Will⁷⁾, Lindner⁸⁾ und Gonscharuk⁹⁾ an, dass in den ersten Gährungsstufen kein Glykogen auftritt, sondern erst am Schluss der Hefengärung. Beim Aufbewahren der Hefe verschwindet das Glykogen allmählich wieder. Doch findet man auch in stark hungernden Trubs Hefe mit viel Glykogen. Meissner¹⁰⁾ dagegen will Glykogen auch im Anfange der Hauptgärung, in sprossenden Zellen beobachtet haben, eine Angabe, die nach Will und Braun¹¹⁾ wohl auf fehlerhafte Untersuchungsverfahren zurückzuführen ist. Nach Henneberg unterscheiden sich verschiedene Hefenrassen durch den Grad der Glykogenbildung¹²⁾. Betreffs der Bedeutung des Glykogens für die Hefenzelle sind Meissner und Henneberg der Ansicht, dass das Glykogen die Stelle der transitorischen Stärke in den höheren Pflanzen einnehme, da Bildung und Verbrauch stets neben einander verlaufen. Das Glykogen nimmt schon bei Verringerung der Zuckerzufuhr ab.

Die Hefe enthält, wie Cremer und neuerdings E. Buchner¹³⁾ und Rapp bei ihren Versuchen mit Hefenpresssaft nachweisen konnten, ein das Glykogen hydrolysirendes Enzym, welches daraus Glukose erzeugt. Ueber die Bedeutung dieser Zersetzung vergl. den Abschnitt Selbstgärung.

Sogenanntes „Hefengummi“ ist von verschiedenen Untersuchern aus Hefe durch Ausziehen mit Wasser oder Kalilauge dargestellt worden. Die Angaben über die Zusammensetzung dieser Schleimkörper, welche in neutraler Lösung durch Fehling'sche Lösung als kupferhaltige Niederschläge gefällt werden, gehen sehr auseinander, sodass dieselben vermuthlich ein Gemisch verschiedener Verbindungen darstellen, deren Art nach der Verschiedenheit der Lebensbedingungen schwanken dürfte. Die Elementarzusammensetzung des Hefengummis entspricht im Allgemeinen der Formel $C_6H_{10}O_5$. Nach den bei der Hydrolyse entstehenden Zuckern zu urtheilen, handelt es sich beim Hefengummi im Wesentlichen um Dextran und Mannan; auch Galaktan scheint vorzukommen.

¹⁾ Zeitschr. f. Biolog. 1894, 31, 188; vergl. auch E. Salkowski: Berichte d. deutschen chem. Gesellsch. 1894, 27, 498. Der erste Nachweis von Glykogen in Pilzen wurde von Errera (Allgem. Brauer- u. Hopfen-Ztg. 1892, 1088) erbracht.

²⁾ Centralbl. f. Bakteriol., II. Abth., 1896, 2, 429.

³⁾ Allgem. Brauer- u. Hopfen-Ztg. 1892, 1088.

⁴⁾ Centralbl. f. Bakteriol., II. Abth., 1903, 9, 722.

⁵⁾ Berichte d. deutschen chem. Gesellsch. 1899, 32, 2062.

⁶⁾ Vergl. Cremer: Centralbl. f. Bakteriol., Abth. I, 16, 578; Koch u. Hoesaeus: Ebendort 16, 145.

⁷⁾ Allgem. Brauer- u. Hopfen-Ztg. 1892, 1088.

⁸⁾ Lindner, Mikroskop. Betriebskontrolle der Brauerei 1895, 254.

⁹⁾ Centralbl. f. Bakteriol., II. Abth., 1900, 6, 546.

¹⁰⁾ Ebendort 1900, 6, 517.

¹¹⁾ Zeitschr. f. d. gesammte Brauwesen 1901, 24, 397.

¹²⁾ Vergl. auch Kayser u. Boulanger (Ann. Brass. et Destill., 25. févr. 1898; Zeitschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genussmittel 1898, 1, 425), nach deren Angaben die Glykogenbildung von der Hefenrasse und vielen äusseren Umständen abhängt.

¹³⁾ Berichte d. deutschen chem. Gesellsch. 1899, 32, 2090.

Die Menge des in der Hefe vorkommenden Gummis beträgt nach den Untersuchungen von Hessenland und E. Salkowski 6–7% der Trockensubstanz. Nägeli und Löw haben aus Unterhefe an Gummi einschliesslich der sog. Cellulose 37% des Trockenrückstandes erhalten.

Das Hefengummi entsteht besonders in älteren Hefenzuchten. Es bildet sich dann eine Art gelatinöses Netzwerk, innerhalb dessen die Zellen liegen und welches entweder durch Verschleimung der äusseren Membranschichten oder durch Gummiausscheidung gebildet wird.

Pentosane enthält nach Hessenland der Trockenrückstand der Hefe 2–3%.

Celluloseartige Stoffe enthält die Membran der Hefenzelle. Eigentliche Cellulose kommt in derselben, wie schon gesagt, nicht vor; die sog. Hefencellulose löst sich wie andere „Pilzcellulose“ nicht in Kupferoxyd-Ammoniak-Lösung und giebt auch nicht die sonstigen Cellulose-Reaktionen. E. Salkowski hat durch Ausziehen der Hefe mit heisser 3%-iger Kalilauge einen Körper von der Zusammensetzung $C_6H_{10}O_5$ erhalten, der durch Kochen mit Wasser in einen löslichen, durch Jod roth färbbaren und in einen unlöslichen gallertigen Antheil gespalten wurde. Ersterer, die sog. Erythrocellulose, gab bei der Hydrolyse nur d-Glukose, letzterer, die Achroocellulose, ausserdem auch geringe Mengen Mannose. Geringe Mengen Stickstoff und Asche dieser Hefencellulose sind vielleicht auf anhaftende Verunreinigungen zurückzuführen. Den Gehalt der Trockensubstanz der Hefe an Cellulose geben Payen zu 29,4%, Liebig und Pasteur zu 16–18% an.

Gerbstoffe sind nach Jörgensen¹⁾ in der Hefe im Gährungsanfang enthalten, doch haben Naumann²⁾ und Will³⁾ solche niemals auffinden können.

Die Aschenbestandtheile der Hefenzelle. Ueber die Zusammensetzung der Hefenasche liegen zahlreiche Analysen vor, bei deren Bewerthung aber dieselbe Vorsicht anzuwenden ist wie bei denen der Rohasche. Die einzelnen Angaben⁴⁾ schwanken, von ganz aussergewöhnlichen Befunden abgesehen, zwischen folgenden Grenzzahlen:

Kali	Natron	Magnesia	Kalk	Phosphorsäure	Schwefelsäure	Kieselsäure	Chlor
23,3–39,5%	0,5–2,5%	4,1–6,5%	1,0–7,6%	44,8–59,4%	0,3–6,4%	0,9–1,9%	0,03–0,1%

d) Widerstandskraft der Hefe gegen verschiedene Einflüsse. Lebensfähigkeit in Nährflüssigkeiten. Nach Hansen⁵⁾ bleiben Hefen am längsten in 10%-iger Saccharoselösung lebend. Von 44 Arten waren nach 20-jährigem Aufenthalte in dieser Lösung nur 3 Arten abgestorben. In Würze sterben die Hefen schneller ab, ebenso in Wasser, halten sich aber immerhin mehrere Monate bis Jahre.

Eintrocknen. In fein vertheiltem Zustand stirbt nach Hansen getrocknete Hefe schon nach wenigen Tagen. Einige Arten leben aber auch monatelang. Die Sporen sind widerstandsfähiger. Auf Baumwolle oder Filtrirpapier eingetrocknete Hefe hält sich meist ein Jahr lebend, die Sporen 2–3 Jahre. Vorzügliche Erfahrungen hat Will⁶⁾ mit Holzkohlenpulver gemacht. Auf diesem eingetrocknete Hefe war noch nach mehr als 10 Jahren lebend.

Wärme. Feuchte Wärme tödtet die Hefenzellen schon zwischen 50° und 60°. Aeltere Zellen sind meist etwas widerstandsfähiger als jüngere, Sporen noch mehr. Hansen fand für *Sacch. ellipsoideus* II folgendes Verhalten bei 5 Minuten langem Erwärmen. Es starben: junge Zellen zwischen 54° und 56°, alte Zellen bei 60° noch nicht, Sporen bei 62° noch

¹⁾ Jörgensen, Mikroorganismen d. Gährungsindustrie 1898, 5.

²⁾ Naumann, Ueber d. Gerbstoffe d. Pilze. Dissert. Erlangen 1895.

³⁾ Centralbl. f. Bakteriöl., II. Abth., 1900, 6, 807.

⁴⁾ Die Analysen sind von Mitscherlich, Liebig, Belohoubek, Champion u. Pellet, Béchamp, Bull, Lintner. Liebig giebt für SiO_2 14,4%, Champion für Na_2O 16,6% an.

⁵⁾ Compt. rend. trav. Carlsberg 1898, 4, 93.

⁶⁾ Zeitschr. f. d. gesammte Brauwesen 1896, 19, No. 34; 1897, 20, 91; 1898, 21, 75; 1899, 22, 43; 1900, 23, 11; 1901, 24, 3; 1902, 25, 17.

nicht, aber bei 66°. In Wein mit 6,4% Alkohol starben die Hefenzellen nach Schulze¹⁾ schon bei zweistündigem Erwärmen auf 45°. Abkühlung auf -130° und monatelanges Einfrieren schädigt die Hefenzellen nicht.

Licht²⁾. Diffuses Tageslicht, elektrisches Bogenlicht hemmen die Sprossung, Sonnenlicht tötet die Zellen. Ob die Hefen bei der bekannten Verschlechterung des Geschmacks und Geruchs von belichtetem Biere beteiligt sind, ist nicht bekannt. — Ueber die Einwirkung chemischer Gifte auf die Hefenzelle vergl. unten.

e) Die Kennzeichnung der Saccharomyceten. Die Differentialdiagnose der Saccharomyceten stützt sich, da die morphologischen Unterschiede allein nicht ausreichen, auch auf physiologische. Es kommen zur Kennzeichnung eines Saccharomyceten folgende Punkte in Betracht:

- a) Das Wachstum in Nährflüssigkeiten und auf festen Nährböden in Bezug auf Form der Zellen und Kolonien.
- β) Die Sporenbildung (Gestalt und Zahl der Sporen; Abhängigkeit der Sporenbildung von der Temperatur u. s. w.; Art der Keimung der Sporen).
- γ) Die Enzyymbildung.
- δ) Die Assimilationsfähigkeit verschiedener Nährstoffe.
- ε) Das Gährvermögen gegenüber verschiedenen Kohlenhydraten.
- ζ) Vergährungsgrad durch verschiedene Hefen.

Im Folgenden soll die Bedeutung dieser differentialdiagnostischen Merkmale kurz besprochen werden.

a) Wachstum, vegetative Zellformen auf verschiedenen Nährböden³⁾.

Die Bodensatzhefe. In gährfähigen Flüssigkeiten sammelt sich ein mit der Dauer der Gärung zunehmender Bodensatz von Hefenzellen an. Diese sog. Bodensatzhefe besteht bei den meisten Bier- und Brennereihefen aus kugel- oder eirunden Zellen. Man bezeichnet solche Hefen nach dem Sammelnamen der Bierhefen, *Saccharomyces cerevisiae*, als *Cerevisiae*-Typus. Dagegen besteht die Satzhefe anderer Arten, vor allem die der meisten Weinhefen, aus elliptischen Zellen. Nach der alten Bezeichnung der Weinhefen von Rees als *Sacch. ellipsoideus*, nennt man diese Arten den *Ellipsoideus*-Typus. Hierher gehört z. B. auch der als Krankheitshefe im Bier von Hansen aufgefundene *S. ellipsoideus* II. Zu einem dritten Typus hat man diejenigen Hefen zusammengefasst, welche eine langgestreckte, wurstartige Zellform besitzen. Nach dem von Rees zuerst für solche Hefen benutzten Namen *Sacch. Pastorianus* zählt man diese Hefen zum *Pastorianus*-Typus. Die *Pastorianus*hefen treten vielfach als Krankheitshefen in den Gährbetrieben auf.

Die Zellform der Bodensatzhefe einer Art ist keine starr begrenzte, sondern es kommen in einer Satzhefe immer Zellen etwas verschiedener Gestalt und Grösse vor, auch unter ganz gleichen Züchtungsbedingungen, während die Schwankungen bei verschiedenen Lebensbedingungen erheblicher sind. Immerhin zeigen doch die Zellen einer Zucht grösstentheils

¹⁾ Landw. Jahrb. 1895, 24, 405; vergl. auch Nakamura: Chem. Centralbl. 1897, 2, 818.

²⁾ Kny, Berichte d. deutschen bot. Gesellsch. 1884, 2, Heft 3; Marshall Ward, Proceed. Roy. Soc. 54. London 1893; Lohmann, Ueber den Einfluss des intensiven Lichtes auf die Zelltheilung bei *Sacch. cerevisiae*. Rostock 1896.

³⁾ Arbeiten, welche sich mit den in den nachfolgenden Abschnitten besprochenen morphologischen Verhältnissen der Hefen beschäftigen, sind ausser den besonders angeführten grundlegenden von Hansen folgende: Will, Vergleichende Untersuchungen an 4 untergährigen Bierhefen, Centralbl. f. Bakteriöl., II. Abth., 1895, 1, 449; 1896, 2, 752; 1899, 5, 426; 1902, 9, 135; Zeitschr. f. d. gesammte Brauwesen 1895, 18, No. 1; 1898, 21, 443; 1899, 22, 151; 1902, 25, 241; Aderhold, Morphologie deutscher Weinhefen, Landw. Jahrb. 1894, 23, 587; Marx, Französ. Weinhefen, Centralbl. f. Bakteriöl., I. Abth., 1889, 5, 313; Kayser, Apfelweinhefen, ebendort 1890, 8, 726; Nastjukow, Russische Weinhefen, Chem.-Ztg. 1898, 22, Rep. 116; Rommel, Fruchtweinhefen, Wochenschr. f. Brauerei 1902, 19, 176; Schönfeld, Weissbierhefen, ebendort 1902, 19, 146, 216, 229.

einen gewissen Typus, sodass man beim Vergleich einer grösseren Anzahl Zellen einheitliche, auch bei nahestehenden Arten wohl unterscheidbare Gestaltsbilder erhält.

In älteren flüssigen Kulturen, im Geläger, entstehen gestreckte (Pastorianus-) Formen auch bei Hefen, die sonst nur runde und elliptische Zellformen ausbilden.

Die Hautbildung. In flüssigen Hefen-Kulturen, welche ruhig gehalten werden, entstehen nach längerer Zeit Vegetationen an der Oberfläche, welche meist erst am Rande als Hefenring, oder als einzelne Hautflecken, als „Hefeninseln“ auftreten, um später die ganze Oberfläche mit einer Haut zu überziehen. Die Entstehung dieser Oberflächenvegetationen hängt von der Temperatur und den sonstigen Züchtungsbedingungen, ferner auch von der Art selbst ab.

Nach Hansen¹⁾ unterbleibt bei *S. cerevisiae* I die Hautbildung bei Temperaturen über 34° und unter 5°, bei *S. Pastorianus* I, II und III über 28° und unter 3°. Auch die Zeit, innerhalb welcher die Haut entsteht, schwankt bei den einzelnen Arten von einigen Tagen bis zu mehreren Monaten.

Die Zellformen der Hautvegetationen sind in älteren Kulturen meist sehr langgestreckt. Dieselben sind bei derselben Art je nach der Entwicklungstemperatur verschieden. Will beobachtete, dass aus einzelnen an der Oberfläche schwimmenden Bodensatzzellen zunächst zahlreiche kleinere elliptische und wurstförmige Zellen entstehen, welche die ersten Anfänge der Haut darstellen. Ferner bilden sich bald grössere, mit sehr dicker Haut versehene, an Glykogen und Fett sehr reiche sog. Dauerzellen, welche nun sehr langgestreckte Zellen treiben, die ihrerseits wieder solche Zellen treiben und fast ausschliesslich die Haut erzeugen. Später treten in diesen langgestreckten Zellen meist auch Zwischenwände auf, sodass ein typisches gegliedertes Fadenmycel entsteht. Eine solche Mycelbildung ist zuerst von Hansen in alten Hüten, sowie in Kulturen auf festen Nährböden beobachtet worden.

Die Hautzellen sind die aerobisch lebende Generation der Hefe und wirken in chemischer Beziehung vorwiegend oxydirend (vergl. unten). Bei Züchtung unter der Oberfläche bringen die Hautzellen allmählich wieder die Bodensatzgeneration hervor. Für die Praxis ist es wichtig, keine Hauthefe zu verwenden, da diese unter Umständen schlechten Geschmack im Biere erzeugt haben soll (vergl. den Abschnitt über Variation), während allerdings Raymann und Kruis sowie Klöcker auch mit Hefe aus alten Hautzellen gutes Bier erhalten haben.

Vegetationen auf festen Nährböden. Auch die Vegetationen der Hefen auf festen Nährböden können, wie zuerst Hansen gezeigt hat, zur Unterscheidung der verschiedenen Arten benutzt werden, wenn auch nicht immer mit so gutem Erfolg wie die in Flüssigkeiten. Besonders kennzeichnend ist das Wachstum in den sog. Riesenkolonien nach Lindner²⁾, die dadurch erhalten werden, dass ein Tropfen Hefenemulsion auf Würzelatine gegeben wird, aus dem sich dann eine grosse Kolonie entwickelt, die bei den verschiedenen Arten häufig nach Gestalt, Farbe, Konsistenz etc. eigenartig wechselt.

β) **Die Bildung der Askosporen.** Die Bildung der Askosporen ist bei der Hefe zuerst von Schwann beobachtet, dann von Rees für mehrere Arten beschrieben, eingehender aber erst von Hansen erforscht worden. Nach Hansen³⁾ sind Bedingung für die Sporenbildung: junge, wohlgenährte Zellen, reichliche Feuchtigkeit, Luftzutritt und höhere Temperatur. Man erhält Sporenbildung am besten, wenn man geringe Mengen junger Bodensatzhefe in dünner Schicht auf einem durchfeuchteten Gypsblock in einer feuchten Kammer bei 25° stehen lässt. Doch findet die Sporenbildung auch auf anderen Substraten wie Gelatine, bei manchen Arten auch in den Hautdecken flüssiger Kulturen statt. Nach neueren Unter-

¹⁾ Compt. rend. trav. Carlsberg 1886, 2, 106.

²⁾ Wochenschr. f. Brauerei 1893, 10, 692.

³⁾ Compt. rend. trav. Carlsberg 1883, 2, 13.

suchungen Hansen's¹⁾ können auch junge Zellen, welche noch keinen Spross erzeugt haben, Sporen bilden.

Die Sporen bestehen aus Membran sowie Plasma und sind bei einigen Arten kugel- oder eiförmig, bei anderen nierenförmig, bei anderen auch hutförmig²⁾. Das Plasma der Kulturhefen erscheint matt, während das der sog. wilden Hefen meist stark lichtbrechend ist.

Die Zahl der Sporen in einer Zelle schwankt von 1 bis 11. Zumeilen verwachsen die Sporenwände, sodass die betreffende Zelle dann mehrfächerig wird. Die Entleerung der Sporen erfolgt durch Bersten der Zellmembran.

Die Keimung der Sporen erfolgt bei den Saccharomyceten nach bisherigen Untersuchungen nach 2 Typen:

1. Die Keimung erfolgt in Form einer gewöhnlichen Sprossung an jeder beliebigen Stelle der Sporenoberfläche. In dieser Weise keimen *S. cerevisiae* I, *S. Pastorianus* I, II, III, *S. ellipsoideus* I, II und die weitaus meisten der Saccharomyceten.
2. Zwei Sporen verwachsen und treiben je einen Keimschlauch, die entweder für sich weiter wachsen oder zu einem Schlauche verschmelzen. An diesem Promycel findet dann erst die Entwicklung der Hefenzellen statt. In dieser Weise keimt der in Schleimflüssen der Bäume vorkommende *S. Ludwigii*.

Die Bildung der Askosporen ist ein wichtiges kennzeichnendes Artenmerkmal, da, wie Hansen³⁾ nachgewiesen hat, die Sporen bei derselben Temperatur von verschiedenen Arten nach verschiedenen Zeiträumen gebildet werden und auch die Temperaturgrenzen für die Sporenbildung bei verschiedenen Arten schwanken. Da die Sporenbildung der wilden Hefen der Brauerei schneller erfolgt als die der Kulturhefen, so ist hiermit ein Mittel gegeben, wilde Hefe in untergähriger Kulturhefe leicht nachzuweisen. Bei wilden Hefen tritt nach Holm⁴⁾ und Poulsen sowohl bei 15° wie bei 25° schon nach 40 Stunden und früher Sporenbildung ein, während bei den Kulturhefen die Sporenbildung bei einer dieser oder beiden Temperaturen erst nach 72 Stunden erfolgt. Die obergährigen Kulturhefen (Brauerei-, Brennerei-, Press-) und die Weinhefen bilden allerdings ihre Sporen erheblich schneller, sodass in diesem Falle die Prüfung eine unsichere wird.

Die Abhängigkeit der Sporenbildung von der Temperatur wird in sog. Sporenkurven durch die Maximal-, Minimal- und Optimaltemperatur ausgedrückt. Nach Hansen verläuft die Sporenbildung bei *S. cerevisiae* I folgendermassen:

37,5° keine Sporen,	23° erste Anlagen nach 27 Stdn.
36—37° erste Anlagen nach 29 Stdn.	17,5° " " " 50 "
35° " " " 25 "	16,5° " " " 65 "
33,5° " " " 23 "	11—12° erste " " 10 Tagen,
30° " " " 20 "	9° keine Sporen.
25° " " " 23 "	

Eine besondere Art der Askusbildung hat Schönning bei *Schizosaccharomyces octosporus* beschrieben. Es tritt in diesen Fällen zunächst eine Theilung der betr. Zelle in zwei Zellen ein, die dann wieder zu einer die Askosporen erzeugenden Zelle verschmelzen.

¹⁾ Centralbl. f. Bakteriol., II. Abth., 1899, 5, 1. Nach Hansen's weiteren Veröffentlichungen (Compt. rend. trav. Carlsberg 1902, 5, 64) bilden Sporen, welche in Nährlösungen etwas gequollen sind, beim Einbringen in Gypslösung sofort wieder Sporen; es wird also die Mutterspore zum Sporangium. Weitere Arbeiten über Sporenbildung: Nielsen, Compt. rend. trav. Carlsberg 1894, 3, 176; Lindner, Centralbl. f. Bakteriol., II. Abth., 1896, 2, 13; Will, Zeitschr. f. d. gesammte Brauwesen 1887, 10, No. 16 u. 17.

²⁾ Bei einem in Boden vom Himalaya gefundenen Saccharomyceten hat neuerdings Klücker (Centralbl. f. Bakteriol., II. Abth., 1902, 8, 129) auch kugelförmige Sporen mit einer äquatorialen Leiste (ähnlich wie bei dem Planeten Saturn) beobachtet.

³⁾ Hansen: Compt. rend. trav. Carlsberg 1891, 3, 44.

⁴⁾ Ebendort 1886, 2, 88; 1888, 2, 137.

γ) Die Enzyme der Hefenzelle. Die Hefenzelle enthält eine grosse Zahl verschiedener Enzyme oder deren Zymogene. Die Art und Zahl der von den verschiedenen Arten erzeugten Enzyme schwankt beträchtlich und gilt, besonders was die die Polysaccharide spaltenden Enzyme betrifft, als eines der beständigsten und sichersten differentialdiagnostischen Merkmale¹⁾.

Die Hefenzyme diffundiren theils leicht durch die Zellmembran, theils können sie nicht aus der Zelle heraustreten und sind für die Assimilation und Desassimilation innerhalb der Zelle bestimmt. Für solche Enzyme schlägt Hahn²⁾ die Bezeichnung „Endoenzym“ vor.

Die Wirkung der Enzyme steht nach den Untersuchungen von E. Fischer³⁾ an einigen zuckerspaltenden Hefenzymen in den engsten Beziehungen zu ihrer chemischen Konfiguration, sodass sie nur ihnen sterisch ähnlich gebaute Verbindungen zersetzen können (vergl. S. 52).

Eine synthetische Wirkung von Hefenzymen, wie sie nach den Anschauungen von Duclaux, Tammann und Hill bei Anhäufung der Spaltungserzeugnisse stattfinden muss, ist für Hefenylukase von Croft Hill⁴⁾, sowie von Emmerling⁵⁾ nachgewiesen, von denen ersterer aus Glukose Maltose, letzterer Isomaltose erhalten haben will. Aus Mandelsäurenitrilglukosid und Glukose entsteht durch Glukase Amygdalin⁶⁾. E. Fischer u. Armstrong⁷⁾ haben weiter gezeigt, dass durch Laktase aus Kefirhefe aus Hexosen Isolaktose erhalten werden kann.

Die bisher in Hefen nachgewiesenen Enzyme lassen sich in folgende Gruppen theilen:

1. Hydrolysirende Enzyme
 - a) Zuckerspaltende: Invertase, Glukase (Maltase), Laktase, Melibiase, Raffinase, Trehalase, Diastase, glykogenspaltendes Enzym;
 - b) Proteolytische: Endotryptase;
 - c) Gerinnungsenzyme: Lab.
2. Oxydirende Enzyme: Oxydase, Katalase (?).
3. Reducirende Enzyme.
4. Gährungsenzyme: Zymase.

Ueber die Natur dieser Enzyme⁸⁾, sowie über ihr Vorkommen in verschiedenen Hefenarten ist in Kürze Folgendes bekannt:

Invertase. Invertase spaltet Saccharose in ihre beiden Komponenten. Nach den Angaben von Bau⁹⁾ wird auch die Raffinose von derselben in Hexose und Melibiose zerlegt. Sie wurde aus Hefe zuerst von Berthelot dargestellt. Dieselbe kommt nach den Untersuchungen von Hansen¹⁰⁾ stets in den Brauerei- und den übrigen Kulturhefen, sowie

¹⁾ Die Vertreter der französischen Schule (Duclaux, *Traité de microbiologie*, 3), nehmen auf Grund der Versuche von Dubourg (*Compt. rend.* 1896, 128, 440) und Dienert (*Compt. rend.* 1899, 128, 569 und 129, 63) an, dass die Enzyymbildung bei derselben Hefenart nach Art der Ernährung schwankt. Klöcker (*Centralbl. f. Bakteriologie*, II. Abth., 1900, 6, 241; *Compt. rend. trav. Carlsberg* 1900, 5, 58) hat das Irrthümliche dieser Anschauung festgestellt. Dagegen ist es wohl nicht unwahrscheinlich, dass eine vorhandene geringe Fähigkeit zur Enzyymbildung durch geeignete Kultur gesteigert werden kann (vergl. L. Efferont, *Zeitschr. f. Spirit.* 1898, 21, 298).

²⁾ *Zeitschr. f. Biologie* 1900, 40, 117.

³⁾ *Berichte d. deutschen chem. Gesellschaft.* 1894, 27, 2985; *Centralbl. f. Bakteriologie*, II. Abth., 1895, 1, 195.

⁴⁾ *Journ. Chem. Soc.* 1894, 173, 634; *Berichte d. deutschen chem. Gesellschaft.* 1901, 34, 1380.

⁵⁾ *Berichte d. deutschen chem. Gesellschaft.* 1901, 34, 600 u. 2206.

⁶⁾ Ebendort 1901, 34, 3810.

⁷⁾ Ebendort 1902, 35, 3144.

⁸⁾ Vergl. die Sammelwerke: Green-Windisch, *Die Enzyme*; Efferont, *Les diastases* (deutsch von Büchler); Oppenheimer, *Die Fermente*.

⁹⁾ *Chem.-Ztg.* 1895, 19, 1873; *Centralbl. f. Bakteriologie*, II. Abth., 1895, 1, 887; *Wochenschr. f. Brauerei* 1900, 17, 698.

¹⁰⁾ *Compt. rend. trav. Carlsberg* 1888, 2, 143.

den meisten wilden Hefen vor. Die Invertase ist zum Unterschiede von anderen zucker-spaltenden Hefenzymen in Wasser leicht löslich¹⁾ und lässt sich leicht aus den Hefenzellen ausziehen. Sie wirkt nur in saurer Lösung spaltend. Getrocknet hält sie einständiges Erhitzen auf 140–150° ohne Schaden aus²⁾. Betreffs der chemischen Natur der Hefeninvertase ist zu bemerken, dass Osborne³⁾ und Kölle⁴⁾ dieselbe für eine chitinartige Verbindung, nicht für Protein oder Pepton halten, während E. Salkowski⁵⁾ gegen die Annahme kohlenhydratartiger Zusammensetzung derselben ist.

Glukase (Maltase). Glukase spaltet Maltose in Glukose. Sie ist von Bourquelot, Lintner⁶⁾, E. Fischer⁷⁾ und Beyerinck⁸⁾ in Hefe nachgewiesen worden. Dieselbe ist in Wasser schwer löslich und kann nur aus zerriebenen Zellen durch Auslaugen gewonnen werden. Sie kommt wie die Invertase in den meisten Hefenarten vor. Die Optimaltemperatur für die spaltende Kraft der Glukase liegt nach Lintner und Krüger bei 40°. Bei 50–55° wird sie nach den von Beyerinck bestätigten Angaben dieser Autoren zerstört.

Melibiose. Melibiose spaltet die bei der Spaltung der Raffinose durch Invertase entstehende Melibiose in Hexosen. Die Melibiose ist in Wasser löslich. Sie wurde von Bau⁹⁾ sowie von E. Fischer¹⁰⁾ und Lindner aus untergährigen Bierhefen¹¹⁾ (Saaz und Froberg) durch Auslaugen der getrockneten Zellen mit Wasser erhalten. Anfangs Raffinase genannt, hat sie von Bau dann die Bezeichnung Melibiose erhalten, da sie nur die Melibiose, nicht die Raffinose selbst spaltet. Nach neueren Untersuchungen von Lindner¹²⁾ kommt sie auch in einigen obergährigen Hefen vor, sodass der auf ihr Vorkommen von Bau gegründete physiologische Nachweis von Unterhefe in Presshefe nicht mehr ganz gesichert erscheint.

Raffinase. Nach den neueren Versuchen von Lindner¹³⁾ kommen verschiedene Hefenarten vor, welche zwar Raffinose, aber nicht Saccharose vergären und umgekehrt. Man wird also entgegen der Anschauung Bau's (s. o.) doch wohl ein besonderes raffinosespaltendes Enzym annehmen müssen.

Laktase. Laktase spaltet Laktose in Hexosen. Die Laktase kommt nur in wenigen Hefenarten vor. In den Kulturhefen der Brauerei wird sie nicht gebildet. Sie ist von Beyerinck¹⁴⁾ in den Kefirorganismen, von E. Fischer¹⁵⁾ in der Kefir- und anderen Hefen nachgewiesen worden. Sie diffundiert nicht und wird wie die Glukase aus getrockneten und zerriebenen Hefen durch Auslaugen gewonnen.

Trehalase. Die Trehalase spaltet Trehalose; sie diffundiert nicht. E. Fischer¹⁶⁾, der sie in der Unterhefe Froberg nachwies, hält sie nicht für ein eigenes Enzym, sondern für gleich mit Diastase.

¹⁾ Eine nicht lösliche Invertase ist durch E. Fischer u. Lindner in dem ebenfalls Alkoholgährung in Zuckerlösung einleitenden hefenähnlichen Pilz *Monilia caudata* nachgewiesen. (Berichte d. deutschen chem. Gesellsch. 1895, 28, 3038).

²⁾ Berichte d. deutschen chem. Gesellsch. 1897, 30, 1113.

³⁾ Chem. News 1899, 79, 277; Zeitschr. f. physiol. Chem. 1899, 28, 399.

⁴⁾ Zeitschr. f. physiol. Chem. 1900, 29, 429.

⁵⁾ Ebendort 1900, 31, 305.

⁶⁾ Berichte d. deutschen chem. Gesellsch. 1895, 28, 1050.

⁷⁾ Ebendort 1895, 28, 984.

⁸⁾ Centralbl. f. Bakteriol., II. Abth., 1899, 5, 342.

⁹⁾ Chem.-Ztg. 1895, 19, 1873; Centralbl. f. Bakteriol., II. Abth., 1895, 1, 887; Wochenschr. f. Brauerei 1900, 17, 698.

¹⁰⁾ Wochenschr. f. Brauerei 1895, 12, 959; Centralbl. f. Bakteriol., II. Abth., 1895, 1, 889.

¹¹⁾ Schukow (Wochenschr. f. Brauerei 1899, 16, 195) hat sie auch in Weinhefen aufgefunden.

¹²⁾ Ebendort 1900, 17, 713.

¹³⁾ Centralbl. f. Bakteriol. 1889, 6, 44.

¹⁴⁾ Berichte d. deutschen chem. Gesellsch. 1895, 28, 1429.

¹⁵⁾ Ebendort 1893, 26, 192.

Effront¹⁾ ist dagegen geneigt, sie als ein selbständiges Enzym zu betrachten. Nach den Untersuchungen von Kalanchar²⁾ ist anscheinend eine ganze Reihe verschiedener Hefenarten im Stande, Trehalose in erheblicher Menge zu spalten.

Glykogen spaltendes Enzym. Der durch Auspressen zerriebener Hefe unter hohem Druck nach E. Buchner gewonnene Hefenpresssaft vergäht Glykogen, während Hefe selbst dies nicht thut³⁾. Das das Glykogen spaltende Enzym hält Wroblewski⁴⁾ für gleichartig mit Diastase. Dieses Enzym spielt vermuthlich bei der sog. Selbstgährung der Hefe eine wichtige Rolle.

Diastase. Auch Stärke wird, wie Wroblewski⁵⁾ nachgewiesen hat, durch den Hefenpresssaft in geringem Grade vergohren, während dieselbe von Hefe selbst nicht angegriffen wird. Da man in neuerer Zeit auch Hefen kennen gelernt hat, welche Dextrin vergähren (vgl. unten), so ist vielleicht in solchen Arten auch eine Dextrinase vorhanden.

Proteolytische Enzyme. Ein proteolytisches Enzym ist in zahlreichen Hefenarten von Will⁶⁾, Wehmer⁷⁾, Beyerinck⁸⁾ und neuerdings von Hahn und Geret⁹⁾ im Presssaft untergähriger Bierhefe nachgewiesen worden. Doch gehen die Anschauungen über die Eigenschaften des Enzyms bei den Autoren auseinander. Nach Will ist das Enzym diffusionsfähig und wird in seiner Wirksamkeit durch den Sauerstoff gehemmt. Dagegen nehmen Beyerinck sowohl wie Hahn und Geret an, dass das Enzym die Wand der gesunden, lebenskräftigen Hefenzelle nicht durchdringen könne und nur aus der toten (Beyerinck) oder wenigstens geschwächten, absterbenden Zelle (Hahn) austrete. Nach den Angaben von Hahn und Geret diffundirt das proteolytische Enzym des Presssaftes nicht. Auch können nicht diffundirende Proteinkörper der Hefe nicht als Nährstoffe dienen. Sauerstoff begünstigt nach diesen Autoren die Wirkung des Enzyms sehr.

Beyerinck stellt das Enzym zu den tryptischen, da die Proteolyse auf alkalischer Gelatine stärker vor sich geht als auf saurer. Hahn betrachtet diese Erscheinung lediglich als Folge der schlechteren Lebensbedingungen der Hefen auf alkalischen Nährböden und der damit verbundenen schnelleren Degeneration der Zellen, welche in diesem Zustande das Enzym in grösseren Mengen austreten lassen, als die lebenskräftigeren Zellen auf saurem Substrat. Nach seinen Untersuchungen begünstigt saure Reaktion erheblich die proteolytische Wirkung des Presssaftes. Die Optimalreaktion entspricht einer solchen von 0,2% Salzsäure. In dieser Beziehung gleicht das Enzym also dem Pepsin. Dagegen sind die Spaltungs-erzeugnisse desselben durchaus tryptischer Natur. Presssaft, der der Selbstverdauung überlassen wird, enthält nach 10—14 Tagen keine gerinnenden Eiweisskörper mehr. Der Stickstoff ist zu 30% als Basen, zu 70% als Amidosen vorhanden. Es wurden Tyrosin und Leucin, ferner Xanthinkörper gefunden, welche aber erst nach dem Kochen mit Säuren nachweisbar waren. Albumosen entstanden nur vorübergehend und in geringen Mengen, Peptone überhaupt nicht. Von anderen Proteinstoffen greift das Enzym nach den Untersuchungen von Beyerinck, Hahn und Geret auch Eieralbumin, Kasein, Glutenkasein, Legumin und Fibrin an.

¹⁾ Effront, Les diastases, S. 261.

²⁾ Zeitschr. f. physiol. Chem. 1898, 26, 38.

³⁾ Koch und Hosaens: Centralbl. f. Bakteriol., I. Abth., 16, 145.

⁴⁾ Zeitschr. f. Unters. der Nahrungs- u. Genussmittel 1900, 3, 259.

⁵⁾ Ueber den Hefenpresssaft II. Acad. d. scienc. d. Cracovie 1899; Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs- u. Genussmittel 1900, 3, 259.

⁶⁾ Centralbl. f. Bakteriol., II. Abth., 1898, 4, 753; 1901, 7, 794; Zeitschr. f. ges. Brauwesen 1901, 24, 113.

⁷⁾ Centralbl. f. Bakteriol., II. Abth., 1896, 2, 92. Hier findet sich auch eine Zusammenstellung der älteren Literatur (seit 1889) über Gelatineverflüssigung durch Hefen von Will.

⁸⁾ Centralbl. f. Bakteriol., II. Abth., 1897, 3, 521.

⁹⁾ Berichte d. deutschen chem. Gesellsch. 1898, 31, 202; 1899, 32, 2235; Zeitschr. f. Biologie 1900, 40, 117; ferner „Die Zymasegährung“ von E. u. H. Buchner u. M. Hahn. 1903, S. 287.

Der organisch gebundene Phosphor des Hefenpresssaftes erscheint schon nach einstündiger Verdauung bei 37° zu $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{6}$ als Phosphorsäure. In Uebereinstimmung mit E. Salkowski¹⁾, welcher die Bildung von Monamidosäuren aus Proteinkörpern als kennzeichnend für tryptinartige Enzyme hält, rechnen Hahn und Geret das Hefentryptin zu den Tryptasen und bezeichnen es seines Mangels an Diffusionsfähigkeit wegen als Hefendotryptase.

Betreffs der Eigenschaften der Endotryptase haben Hahn und Geret Folgendes festgestellt: Dieselbe ist aus dem Presssaft durch Alkohol fällbar, lässt sich aber von der Invertase nicht trennen. Etwas gereinigt, giebt sie weder Biuret- noch Millons-Reaktion. Das Temperatur-Optimum für ihre Wirkung liegt zwischen 40—45°, die Zerstörungstemperatur bei 60°. Im Presssaft bewahrt die Tryptase bei 37° 9—15 Tage ihre Wirksamkeit. Phenol und Quecksilberchlorid, ferner 5% Alkohol hemmen die Spaltung, Blausäure hebt die Wirkung nur zeitweilig auf; bei Zutritt von Luft tritt dieselbe wieder ein. Neutralsalze begünstigen, Alkalien hemmen die proteolytische Wirkung. Die Endotryptase ist in der Hefenzelle stets, und zwar als Zymogen, enthalten. Sehr reich an ihr sind junge Kulturen.

Die Endotryptase spielt eine wichtige Rolle bei der Selbstverdauung, der sogen. Selbstgährung der Hefe. Ueber die bei diesem Vorgange beobachteten Proteinspaltungserzeugnisse vergl. S. 197.

Gerinnungsenzyme. Rapp²⁾ hat im Hefenpresssaft, sowie in durch Behandeln der Hefe mit Chloroform unter Druck bei 60° erhaltenen Auszügen ein Labenzym nachgewiesen, welches wie Bakterienlab auch gekochte Milch koaguliert, sich gegen Säuren, Alkalien, Salze wie Kälberlab verhält und in Lösung durch zweistündiges Erwärmen auf 65—68° zerstört wird. In trockenem Zustande ist dasselbe sehr hitzebeständig; 1‰ Quecksilberchlorid und 3% Phenol wirken zwar hemmend aber nicht zerstörend. Im Presssaft bleibt das Lab monatelang wirksam. Dasselbe kommt in den verschiedensten Hefenarten vor. Es dialysiert nicht.

Oxydirende Enzyme. Efferont³⁾ hat zuerst die Anwesenheit oxydirender Enzyme in der Hefe vermuthet, weil zerriebene Hefe und Hefensaft beim Durchleiten von Luft sich erwärmen. Grüss⁴⁾ hat dann nachgewiesen, dass die Oxydase der Bierhefe nicht auf Guajak einwirkt, dagegen Tetramethylparaphenyldiamin zu einem violetten Farbstoff oxydirt. Alkohol schwächt die oxydirende Wirkung der Lösung; Erwärmen auf 60—65° hebt dieselbe auf.

Auch die von Löw⁵⁾ angenommene Katalase, der er im Gegensatz zu der bisherigen Annahme allein die Fähigkeit zuschreibt, Wasserstoffsperoxyd unter Sauerstoffentwicklung zu zersetzen, kommt in der Hefe vor.

Reducirende Enzyme. Hefenpresssaft zeigt reducirende Eigenschaften, die theils auf mehr rein chemische Vorgänge, theils auf zymatische Wirkungen zurückführbar sein dürften. Zu ersteren gehören die Entwicklung von Stickstoff aus Nitriten, von Schwefelwasserstoff aus Schwefel⁶⁾ und Thiosulfat; die Reduktion von Jod zu Jodwasserstoff.

¹⁾ Zeitschr. f. physiol. Chem. 1901, 34, 158; 1902, 35, 545.

²⁾ Centralbl. f. Bakteriol., II. Abth., 1902, 9, 625.

³⁾ Efferont, Les diastases, S. 309.

⁴⁾ Wöchenschr. f. Brauerei, 1901, 18, 310.

⁵⁾ Berichte d. deutschen chem. Gesellsch. 1901, 35, 2487.

⁶⁾ Dumas (Ann. chem. phys. 3, 92) beobachtete Entwicklung von Schwefelwasserstoff, wenn er Hefe mit Schwefel in Zuckerswasser digerirte; Rey Pailhade (Compt. rend. 106, 1683) erhielt aus Hefe durch Digeriren mit Alkohol eine saure Lösung, welche aus Schwefel Schwefelwasserstoff entwickelte.

Zymatischer Natur ist dagegen nach Hahn¹⁾ die Reduktion von Methylenblau. Das Reduktionsvermögen des Presssaftes geht schon nach wenigen Tagen, bei 55–60° schon nach einer Stunde verloren. Optimaltemperatur ist 40°. Da die Reduktionswirkung parallel mit der Gährwirkung sinkt, so ist dieselbe vielleicht an die Zymase gebunden.

Gährungsenzyme. Ausser den bisher angeführten Enzymen, deren Wirksamkeit auf verhältnissmässig einfache chemische Veränderungen (Hydrolyse, Oxydation u. s. w.) beschränkt ist, hat in den letzten Jahren E. Buchner²⁾ in der Hefe ein bisher nur in dieser gefundenes Enzym nachgewiesen, welches Zucker in Alkohol und Kohlensäure spaltet und den Namen *Zymase* erhalten hat. Dasselbe ist neben den oben bereits angeführten Enzymen in dem Saft enthalten, der aus mit Quarz und Kieselguhr bis zur Zertrümmerung der Zellen zerriebener Hefe mittels der hydraulischen Presse ausgepresst werden kann. Auch aus durch Aether oder Aceton getödteter und dann zerriebener Hefe kann die Zymase durch Wasser oder Glycerin ausgewaschen werden. Nach E. Buchner sind besonders Unterhefen für die Gewinnung der Zymase geeignet, weniger gut Oberhefen, während andere Untersucher auch mit letzteren Erfolge erzielt haben.

Der Presssaft vergährt d-Glukose, d-Fruktose, Maltose, Saccharose schnell, Raffinose langsamer, Glykogen und Stärke sehr träge, am schwächsten Galaktose, gar nicht Laktose, l-Arabinose und Mannit. Fruktose und Glukose werden im Gegensatz zur lebenden Hefe gleich schnell vergohren.

Die Zymase diffundirt nicht und stellt ihre Wirksamkeit im Presssaft schon bei 40–50° ein. Sie wirkt bedeutend langsamer als andere Enzyme. Durch Alkohol und Aether kann sie in Gemeinschaft mit anderen Stoffen aus dem Presssaft gefällt werden. Man kann diese Fällung mehrfach wiederholen, ohne die Gährkraft des Enzyms zu schädigen. Bei niedriger Temperatur lässt sich der Presssaft ohne Schädigung der Gährkraft zur Trockene verdampfen; ebenso kann der Trockenrückstand unbeschadet 8 Stunden auf 85° erwärmt werden. Derselbe hat nach den bisherigen Versuchen auch nach einjährigem Aufbewahren von seiner Gährkraft nichts eingebüsst. Die schnelle Wirkungsabnahme der Zymase im Presssaft wird auf die Schädigung derselben durch die gleichzeitig vorhandene Endotryptase zurückgeführt. Die Wirkung der Zymase wird durch schwach alkalische Reaktion des Saftes (Kaliumkarbonat oder Dinatriumphosphat) beschleunigt. Bei 28–30° setzt die Gährung am schnellsten ein, dagegen werden die höchsten Vergährungszahlen bei 12–14° erhalten. In sehr starken Zuckerlösungen (30–40%) erzeugt die Zymase die grössten Mengen Kohlensäure, dagegen verläuft die Gährung am schnellsten in 10–15%-igen Lösungen. Aus 30–40%-igen Zuckerlösungen werden in 96 Stunden rund 0,8 g Kohlensäure gebildet. Auch bei 25-facher Verdünnung des Presssaftes findet noch Gährung statt.

Antiseptika wirken auf die Zymase verhältnissmässig wenig schädigend. Zur Frischhaltung ohne bedeutende Schädigung der Gährkraft sind geeignet Toluol, Chloroform, Zucker, Glycerin. Die Vergährung der Zuckerarten durch die Zymase erfolgt in der Weise, dass annähernd gleiche Mengen Alkohol und Kohlensäure gebildet werden. Glycerin und Bernstein säure, die ständigen Nebenerzeugnisse der Hefengährung, entstehen anscheinend bei der Zymasegährung nicht und haben vermuthlich mit der Gährung an sich nichts zu thun.

Eine Reindarstellung der Zymase aus dem Presssaft ist bisher weder durch Ausfrieren noch durch Fällung mit Alkohol-Aether oder Aceton gelungen. Ein bedeutend gährfähigeres Präparat als der Presssaft lässt sich, wie Buchner, Albert und Rapp³⁾ gezeigt haben,

¹⁾ Die Zymasegährung von E. u. H. Buchner und M. Hahn, 1903, S. 341; Zeitschr. f. Biologie 1900, 40, 168; ferner Rey Pailhade, Compt. rend. 118, 201.

²⁾ Die zahlreichen, meist in Berichte d. deutschen chem. Gesellsch. veröffentlichten Arbeiten von E. Buchner und seinen Mitarbeitern sind zusammengefasst in „Die Zymasegährung“ von E. u. H. Buchner und M. Hahn. München und Berlin 1903.

³⁾ Berichte d. deutschen chem. Gesellsch. 1897, 30, 1113; 1900, 33, 3307, 3775; 1902, 35, 2376; Centralbl. Bakteriol. II. Abth. 1901, 7, 742.

aus der sog. Dauerhefe gewinnen, welche durch Eintragen in Aether oder Aceton oder durch Erhitzen der Hefe im Wasserstoffstrom erhalten wird. Wenn so getödtete Hefe mit Sand zerrieben und mit Glycerin ausgezogen wird, so entstehen ausserordentlich gährfähige Präparate.

Der Gehalt der Hefe an Zymase schwankt innerhalb kurzer Zeit sehr. Beim Lagern bei niedriger Temperatur steigt der Zymasegehalt. Nach dem Hayduck'schen Verfahren in Saccharoselösung regenerirte Hefe enthält zur Zeit der stärksten Gährung nur geringe Zymasemengen, da dieselbe vielleicht während der Gährung zerstört wird. Dagegen vermag solche Hefe sehr viel Zymase zu bilden und diese häuft sich an, wenn die Hefe im Augenblick der höchsten Gährung aus der Flüssigkeit entfernt und kühl aufbewahrt wird.

Ueber die Bedeutung der Auffindung der Zymase für die Theorie der Gährung vergleiche man den betr. Abschnitt S. 1186.

Während E. Buchner und seine Mitarbeiter, wie auch die französische und die dänische Schule¹⁾ die Zymase als ein Enzym betrachten, sind andere Untersucher, gestützt auf die Unterschiede zwischen der Zymase und den anderen Enzymen, der Ansicht, dass es sich bei dem Gährung hervorrufenden Stoff im Hefenpresssaft nicht um ein eigentliches Enzym, sondern um Hefenplasma handelt. Besonders Abeles²⁾, Wehmer, Behrens, Macfadyen, Morris und Rowland haben diesen Standpunkt vertreten, während A. Mayer³⁾ der Zymase eine Art Mittelstellung zwischen Plasma und Enzymen, den „Protoplasmaresten“, anweist. Dem gegenüber betont E. Buchner, dass sich das Verhalten seiner Zymasepräparate gegen die verschiedensten Einwirkungen mit den bisherigen Anschauungen von lebendem Protoplasma nicht gut vereinigen lasse. Er stellt die Zymase bis zu einem gewissen Grade in Vergleich zur Urease der Harnstoffgäher und der Endoinvertase der *Monilia candida*.

2) Die Nährstoffe der Hefen. Mineralische Nährstoffe. Pasteur hat zuerst nachgewiesen, dass die Hefe ohne gewisse anorganische Nährsalze nicht leben kann. Durch die eingehenderen Untersuchungen besonders von A. Mayer⁴⁾, ferner von Molisch⁵⁾, Winogradsky⁶⁾ u. a. ist dann festgestellt worden, dass zu den für die Ernährung der Hefe unentbehrlichen Elementen Kalium, Magnesium, Eisen, Phosphor und Schwefel gehören, während Calcium und Natrium entbehrlich zu sein scheinen. Calcium ist zwar nach Mayer und Molisch für die Ernährung der Hefe nicht nöthig, dagegen für die normale Gährthätigkeit unentbehrlich. In einer kalkarmen Würze entartet nach einer Beobachtung Seiffert's⁷⁾ Reinzuchthefer bald; Zusatz von Gyps ermöglicht wieder regelrechte Gährung. Eisen kann nach Molisch in sehr geringen Mengen nicht entbehrt werden. Der Phosphor wird theils als Phosphorsäure, theils in organischer Form aufgenommen. Der Schwefel kann anscheinend in Form der Sulfate nicht verwendet werden. Sichere Erfahrungen sind bisher nicht vorhanden, da es nicht gelungen ist, die geringen, zur Ernährung ausreichenden, in den Zuckern meistens vorhandenen organischen Schwefelverbindungen zu entfernen. Sulfate werden bei der Gährung von der Hefe zu schwefliger Säure und Schwefelwasserstoff reducirt.

Betreffs der geringsten Mengen der anorganischen Salze, bei welchen die Entwicke-

¹⁾ Berichte d. deutschen chem. Gesellsch. 1898, 31, 2262; A. Mayer, Die Gährungschemie, 1902, 179.

²⁾ Centralbl. f. Bakteriöl., II. Abth., 1897, 3, 454; 1900, 6, 11; Botan. Ztg. 1898, 56, 53; ebendort 1901, 59, 1; vergl. die übrigen zahlreichen Veröffentlichungen in Berichte d. deutschen chem. Gesellsch., welche in dem Werke „Die Zymasegährung“ von E. u. H. Buchner u. M. Hahn zusammengestellt sind.

³⁾ A. Mayer, Die Gährungschemie, 5. Auflage, Heidelberg 1902, 179.

⁴⁾ Ebendort 1902, 142—150.

⁵⁾ Sitzungsbericht d. Akad. d. Wissensch. Wien, 103, 1. Okt. 1894.

⁶⁾ Botan. Centralbl. 1884, 20, 165.

⁷⁾ Zeitschr. f. d. ges. Brauwes. 1896, 19, 318.

lung der Hefe aufhört, giebt Bokorny¹⁾ folgende Grenzzahlen an: K_2HPO_4 0,02 %, $MgSO_4$ 0,1 %, Ammoniumtartrat 0,5 %, Na_2HPO_4 0,1 %.

Ernährung mit Stickstoff. Pasteur hat zuerst nachgewiesen, dass die Hefe sich ohne Stickstoff nicht zu vermehren vermag. Nach seinen Versuchen ist das Ammoniak in Form seines weinsauren Salzes als Stickstoffquelle für die Hefe gut verwendbar. Nach A. Mayer²⁾ können auch das Ammoniumnitrat und -oxalat für die Ernährung dienen, dagegen nicht das phosphorsaure Hydroxylamin. Nitrate sind für die meisten Hefen nicht geeignet. Nur *Saccharomyces acetabyllicus* assimiliert nach Beyerinck³⁾ Nitrate. Nitrite assimilierende Hefen sind zur Zeit nicht bekannt.

Besser als diese anorganischen Stickstoffverbindungen werden organische assimiliert. Von den vielfachen Angaben in der Literatur seien hier die wichtigsten kurz zusammengestellt: Von den Proteinen und ähnlichen Stoffen werden nach A. Mayer⁴⁾ nur die diffusionsfähigen assimiliert, dagegen nicht Albumin, Kasein u. a.; Peptone sind vorzüglich geeignet, ebenso Amide. Die Brennerei-, Brauerei- und Weinhefen sind vorwiegend Amid- und Peptonhefen⁵⁾. Weniger gut geeignet sind nach A. Mayer u. a. Harnstoff, Allantoin, Guanin, Harnsäure, Kreatin, Kreatinin, Acetamid; ungeeignet ist Koffein.

Ueber den Einfluss der verschiedenen Stickstoffverbindungen auf den Verlauf der Gärung u. s. w. vergl. S. 1179.

Die Ernährung mit Kohlenstoff. Die Hefen sind zu ihrer Ernährung auf organische Kohlenstoffverbindungen angewiesen. Dieselben dienen theils zum Aufbau des Zellkörpers und zur Erzeugung von Energie bei der Atmung, theils zur Gärung. Ueber die Gähfähigkeit der Kohlenstoffverbindungen vergl. S. 1173.

Am besten werden von den Hefen die löslichen und diffusionsfähigen Verbindungen der Kohlenhydratgruppe assimiliert. Beyerinck⁶⁾ hat nach den Untersuchungen mittels seines auxanographischen Verfahrens folgende Unterschiede bei mehreren Hefenarten gefunden: Es assimilierten *Saccharomyces ellipsoideus* (Wein- oder Presshefe) und *Sacch. cerevisiae* (Bierhefe), *Sacch. Pastorianus* Rees und *Sacch. acetabyllicus* Glukose, Maltose und Saccharose; *Sacch. Pastorianus* assimilierte ausserdem noch Dextrin, *Sacch. acetabyllicus* Glycerin. Glukose, Saccharose, Laktose assimilierte *Sacch. Kefyr*; Glukose und Glycerin mehrere Arten u. s. w.

Ueber die Assimilirbarkeit einer grösseren Zahl von Kohlenstoffverbindungen liegen Versuchsreihen mit Bierhefe von Laurent und Bokorny⁷⁾ vor. Nach Laurent werden Mannit, Erythrodextrin, Salicin, Amygdalin, Maltose gut, Erythrit nur wenig assimiliert. Nach Bokorny sind Rhamnose, Sorbose, Arabinose, Mannose, Xylose, Glycerin gute Kohlenstoffquellen, dagegen sind verschiedene Alkohole der aliphatischen wie aromatischen Reihe nicht geeignet. Von neutralisirten organischen Säuren werden Essig-, Citronen-, Wein-, Asparaginsäure assimiliert, dagegen nicht Propion-, Bernsteinsäure und aromatische Säuren; ferner nicht Aldehyde. Von den Aminverbindungen sind nach Laurent Leucin, Asparaginsäure, Glutamin, Glutaminsäure, nach Birner Asparagin gute Kohlenstoffquellen, dagegen nach Laurent die einfachsten aliphatischen primären Amine, Form- und Acetamid, nach Bokorny die aromatischen Amine nicht geeignet.

Einige weitere Angaben finden sich im Abschnitt unter alkoholischer Gärung S. 1175 u. ff.

¹⁾ Allgem. Brauerei- u. Hopfenztg. 1899, 553.

²⁾ A. Mayer, Untersuchungen über Alkohol-Gärung. 1869, 54 u. ff., Gärungschemie, 5. Aufl., 132.

³⁾ Centralbl. f. Bakteriol. 7, 347.

⁴⁾ A. Mayer, Untersuchungen über Alkoholgärung 1869, 54; Landw. Versuchs-Stationen 1871, 14, 1; vergl. auch Mach, Ann. Oenol. 4, 372, ferner im Abschnitt „Enzyme“ die Angaben über proteolyt. Enzyme.

⁵⁾ Nach der von Beyerinck vorgeschlagenen ernährungsphysiologischen Eintheilung.

⁶⁾ Centralbl. f. Bakteriol. 7, 347.

⁷⁾ Centralbl. f. Bakteriol., II. Abth., 1897, 3, 372.

Wichtig, besonders für die Herstellung des Weines, ist die Fähigkeit der Hefen, organische Säuren zu verzehren bezw. zu zerstören. Nach den Untersuchungen von Schukow¹⁾ sind sowohl Bier- wie Weinhefen im Stande, organische Säuren zu verzehren, und zwar am leichtesten Citronensäure, dann Aepfelsäure, weniger gut Weinsäure, und sehr wenig gut Bernsteinsäure. Die Grösse der Säurenverzehrung wechselt nicht nur bei den einzelnen Arten, sondern auch mit Stickstoff- und Aschennahrung. Schukow und Wortmann²⁾ betrachten daher die Weinhefen als die Hauptursache der Säureabnahme im Wein. Demgegenüber haben aber Müller-Thurgau³⁾, Koch⁴⁾ und Seifert⁵⁾ festgestellt, dass die Hauptmenge der Säure durch Bakterien zerstört wird und dass die Säureabnahme im Wein auf Vergärung der Aepfelsäure zu Milchsäure und Kohlensäure beruht.

Ueber die Stoffwechselerzeugnisse der Hefe vergleiche man den unten S. 1176 folgenden Abschnitt, da ein sicherer Anhalt, welche der ausgeschiedenen Stoffe auf den Ernährungs- und welche auf den Gärungsvorgang zurückzuführen sind, in vielen Fällen zur Zeit nicht vorliegt.

e) Die Vergährbarkeit verschiedener Kohlenhydrate. Das Gährvermögen der Hefen ist auf gewisse bei den verschiedenen Hefen wechselnde Arten von Kohlenhydraten beschränkt. Gährfähig sind nur die Zuckerarten, deren Kohlenstoffzahl durch 3 theilbar ist⁶⁾ (vergl. S. 125). Die Gärung erfolgt innerhalb der Hefenzelle, die der Polyosen, wie besonders E. Fischer gezeigt hat, erst nach Zerlegung in Monosen durch die hydrolysirenden Enzyme; und zwar spalten die Enzyme von optisch entgegengesetzten, stereoisomeren Zuckern nur die eine Form (vergl. S. 52 und 126). Die Hydrolyse der Biosen findet vorwiegend in der Zelle, die der Saccharose aber zum Theil auch ausserhalb derselben statt. Der Grad der Vergährbarkeit hängt nach den Untersuchungen von E. Fischer⁷⁾ und Thierfelder von der sterischen Konfiguration des Zuckermoleküls ab. Für die Vergährbarkeit eines sich aus Hexosen aufbauenden Polysaccharids entscheidet also seine Diffusionsfähigkeit, bezw. die Fähigkeit der Hefe, es durch Enzymwirkung in diffusionsfähige Form zu bringen, die Anwesenheit geeigneter hydrolysirender Enzyme in der Hefenzelle und die Konfiguration der aus ihm bei der Spaltung entstehenden Monosen. So werden z. B. Glykogen und Stärke nicht von der lebenden Hefe, wohl aber von dem Buchner'schen Hefenpresssaft vergohren, da dieser die nicht aus der lebenden Zelle diffundirenden, hydrolysirenden Enzyme enthält.

Es sind von Hansen, E. Fischer und Thierfelder, Lindner u. a. eine grosse Zahl Hefenarten auf ihr Gährvermögen gegen verschiedene Kohlenhydrate geprüft worden. Hansen⁸⁾ theilte die von ihm untersuchten gährenden Arten in zwei Gruppen: 1. solche (*Saccharomyces Marxianus*, *S. Ludwigii*, *S. exiguus*), welche Glukose und Saccharose vergähren; 2. solche (die Brauerei-, Brennerei- und Weinhefen), welche ausserdem noch Maltose vergähren. E. Fischer und Thierfelder⁹⁾ fanden bei der Prüfung zwölf verschiedener Hefearten gegen verschiedene Zucker, dass d-Mannose, d-Fruktose, Saccharose von allen, d-Galaktose und Maltose von den meisten, Laktose nur von einer Art, dagegen d-Talose, l-Mannose, l-Gulose, Sorbose, Arabinose, Rhamnose, α -Glukoseheptose und -octose niemals vergohren

¹⁾ Centralbl. f. Bakteriol., II. Abth., 1896, 2, 600. Hier findet sich auch eine Zusammenstellung der älteren Literatur.

²⁾ Ebendort 1897, 3, 96.

³⁾ Ebendort 1896, 2, 707.

⁴⁾ Weinbau und Weinhandel 1898, 16, 236; 1901, 18, 395.

⁵⁾ Zeitschr. f. landw. Versuchswes. Oesterr. 1901, 4, 980. Die Zersetzung erfolgt durch einen *Micrococcus malolacticus*.

⁶⁾ E. Fischer, Verhandl. d. Gesellsch. deutscher Naturforscher. 66. Vers. Leipzig 1895, 109.

⁷⁾ Berichte d. deutschen chem. Gesellsch. 1894, 27, 2985.

⁸⁾ Compt. rend. trav. Carlsberg 1888, 2, Heft 5.

⁹⁾ Berichte d. deutschen chem. Gesellsch. 1894, 27, 2031.

wurden. Die Gährung der d-Galaktose verlief meist langsamer als die der anderen d-Hexosen, Lindner¹⁾ hat eine grosse Anzahl von Hefen gegen 20 Zuckerarten geprüft und konnte die Befunde E. Fischer's und Thierfelder's bestätigen. Er beobachtete auch häufig eine Gährung des Inulins. Dextrin wurde von vier Arten (darunter Saccharomyces Logos, Schizosaccharomyces Pombe und zwei anderen Spalthefen) vergohren. Trehalose und Laktose wurden von mehreren, aber stets schleppend vergohren; Melibiose wurde nur von drei Jopenbierhefen und Sacch. Logos vergohren. Raffinose wurde häufig vergohren, und zwar zuweilen gleichzeitig mit Saccharose, zuweilen auch allein. Besondere Untersuchungen über die Vergährung der Galaktose, Trehalose von Bau²⁾ und Kalanthar³⁾ haben durch Lindner's Untersuchungen Bestätigung gefunden.

Betreffs der Dextrinvergährung durch Hefen hat Rothenbach⁴⁾ nachgewiesen, dass die von Saare⁵⁾ in dem Negerbier Pombe aufgefundene, von Lindner⁶⁾ gezüchtete und beschriebene Spalthefe Schizosaccharomyces Pombe nur einen Theil des Dextrins (die Hälfte) vergährt, dass dagegen der andere Theil des Dextrins von der belgischen Hefe Sacch. Logos⁷⁾ vergohren wird.

Das Verhalten der einzelnen Hefenarten gegen die Polyosen, welches auf der Bildung entsprechender Enzyme beruht, ist in einigen Fällen zur Bildung physiologischer Hefengruppen benutzt worden. Besonders das Verhalten der Ober- und Unterhefen gegen Raffinose ist von Bau zur Unterscheidung derselben herangezogen. Nach Bau's Untersuchungen (vgl. den Abschnitt „Enzyme“) spalten und vergähren die Melibiose nur die Unterhefen. Lindner hat dagegen bei seinen Gährversuchen mit einer grossen Anzahl Hefenarten gefunden, dass Melibiose auch von einigen obergährigen Presshefen und von obergährigen Bierhefen (vier Arten) ebenfalls vergohren wird. Daher ist das Verhalten gegen Melitriose oder Raffinose als physiologisches Gruppenmerkmal und für den praktischen Nachweis von Unter- in Oberhefe nicht mehr zu verwenden.

ζ) Der Vergährungsgrad durch verschiedene Hefen. Physiologische Hefetypen. Die Grösse der Vergährung einer Zuckerlösung sowohl wie die Menge der dabei erzeugten Nebenerzeugnisse ist bei verschiedenen Hefearten verschieden und vorzüglich geeignet, zur Kennzeichnung der Arten zu dienen. Der Vergährungsgrad hängt einerseits von der Widerstandsfähigkeit der Arten gegen die Gährerzeugnisse ab, andererseits in Lösungen mit verschiedenen Zuckern von der Vergährbarkeit derselben durch die betreffenden Hefenarten und von den osmotischen Verhältnissen. Man bezeichnet als Endvergährung einer Hefe diejenige, bei welcher die Gährung in Bierwürze oder Weinmost bis zum höchstmöglichen Grade unter natürlichen Verhältnissen geführt wird.

Irmisch⁸⁾ hat auf Veranlassung Delbrück's zwei untergährige Bierhefen (Frohberg und Saaz) auf ihr Verhalten in Bierwürze geprüft und nachgewiesen, dass die Hefe Frohberg auch unter den günstigsten Bedingungen niemals dieselbe Vergährung des Würzeextraktes bewirkt, wie Hefe Saaz. Bau⁹⁾ und Prior¹⁰⁾ haben sodann eine Anzahl ober- und untergähriger Bierhefen in derselben Weise untersucht und gefunden, dass die meisten dieser Hefen in Würze denselben Vergährungsgrad erzeugen, wie die Hefe Frohberg, dagegen nur wenige sich der Hefe Saaz gleich verhalten. Zur Erklärung dieses verschiedenen Ver-

¹⁾ Wochenschr. f. Brauerei 1900, 17, 715.

²⁾ Ebendort 1899, 16 305; Centralbl. Bakteriol., II. Abth. 1896, 2, 653.

³⁾ Zeitschr. f. physiol. Chem. 1898, 26, 88.

⁴⁾ Centralbl. f. Bakteriol., II. Abth. 1896, 2, 395.

⁵⁾ Wochenschr. f. Brauerei 1890, 7, No. 24.

⁶⁾ Ebendort 1893, 10, 1298.

⁷⁾ Ebendort 1895, 12, No. 28.

⁸⁾ Ebendort 1891, 8, 1131.

⁹⁾ Chem.-Ztg. 1892, 16, 1520.

¹⁰⁾ Bayer. Brauer-Journal 1894, 518.

haltens nehmen Bau¹⁾, Delbrück, Munsche und W. Windisch an, dass die von Lintner in der Würze entdeckte Isomaltose aus zwei Modifikationen besteht, welche sich nur durch die verschiedene Vergährbarkeit unterscheiden, sodass Hefe Froberg beide, Hefe Saaz nur die α -Isomaltose vergährt. Für Hefe Froberg wurde dementsprechend noch ein besonderes Enzym, welches die β -Isomaltose spaltet, angenommen. Bau hat darnach den Sammelbegriff *Sacch. cerevisiae* in folgende physiologische Hefetypen zerlegt:

1. Froberg untergährig	} vergähren sämtlich	} vergähren α - und β -Isomaltose
2. Froberg obergährig		
3. Saaz untergährig	} Fructose, Saccharose, Maltose	} vergähren nur α -Isomaltose.
4. Saaz obergährig		

Als weitere Typen sind ferner Logos und Pombe hinzugekommen, welche (zunächst nur je eine) Arten umfassen, die auch noch die Dextrine der Würze in verschiedenem Grade vergähren (vgl. auch oben).

Dem gegenüber hat Prior²⁾ nachgewiesen, dass man durch einige Veränderungen der Gährungsbedingungen die Hefe Saaz zu derselben Arbeitsleistung bringen kann, wie die Hefe Froberg. Bei 32–33°, wenn die flüchtigen Gährungsstoffe durch Absaugen im Vacuum entfernt werden, erreicht Hefe Saaz denselben Vergährungsgrad. Prior ist daher der Ansicht, dass der verschiedene Vergährungsgrad unter natürlichen Verhältnissen nicht auf die Unfähigkeit der betr. Hefen, gewisse Kohlenhydrate der Würze zu vergähren, zurückzuführen sei, sondern, wie schon gesagt, auf physikalische und physiologische Ursachen, nämlich auf verschiedenes Durchlässigkeitsvermögen der Zellmembran und dadurch bedingte Verschiedenheiten in der Assimilation der Nährstoffe, welche durch die Wechselwirkung des osmotischen Druckes der Nährflüssigkeit und des Zellinhaltes geregelt werden, ungleiches Vermehrungsvermögen, verschiedene Widerstandsfähigkeit gegenüber den Gährungserzeugnissen u. s. w. Die Hefen Saaz, Froberg, Logos, welche Maltose in Hefenwasser verschieden schnell, aber vollständig vergähren, haben verschiedene dicke Membran, und zwar ist die Durchlässigkeit am grössten bei Logos, am geringsten bei Saaz (vgl. unten S. 1178.)

Lindner³⁾ hat den Vergährungsgrad einer grossen Anzahl Bierhefen bestimmt. Weitere Untersuchungen sind von Borgmann⁴⁾, Amthor⁵⁾, Prior⁶⁾, Dehnhardt⁷⁾, Boullanger⁸⁾ an Bierhefen, Marx, Amthor, Kayser⁹⁾, Forti, Schukow¹⁰⁾ und besonders von Wortmann¹¹⁾ an Weinhefen ausgeführt worden, welche alle ergeben haben, dass die chemischen Leistungen der verschiedenen Hefenarten häufig verschieden sind nach Menge des Alkohols, der Säuren, des Glycerins, der Geruchs- und Geschmacksstoffe, und dass diese Verschiedenheiten ein vorzügliches Kennzeichen der Arten abgeben (vgl. auch den Abschnitt über die Erzeugnisse des Stoffwechsels S. 1176).

f) Die alkoholische Gährung. Als alkoholische Gährung bezeichnet man, wie schon oben gesagt, die durch die Lebensthätigkeit der Sacccharomyceten in geeigneten zuckerhaltigen Lösungen vor sich gehende Spaltung des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure

¹⁾ Wochenschr. f. Brauerei 1894, 11, 1366.

²⁾ Centralbl. f. Bakteriologie, II. Abth., 1895, 1, 432, 630.

³⁾ Lindner, Mikroskop. Betriebskontrolle 1898, S. 149.

⁴⁾ Zeitschr. f. analyt. Chemie, 1886, 25, 53.

⁵⁾ Zeitschr. f. angew. Chemie 1889, 5; Zeitschr. f. physiol. Chemie, 1888, 12, 64 u. 559.

⁶⁾ Centralbl. f. Bakteriologie, II. Abth., 1895, 1, 373 (Säurebildung bei 17 Arten).

⁷⁾ Wochenschr. f. Brauerei, 18, 225.

⁸⁾ Ann. Inst. Pasteur, 1896, 10, 597.

⁹⁾ Centralbl. f. Bakteriologie, II. Abth. 1895, 1, 655; 1896, 2, 655.

¹⁰⁾ Wochenschr. f. Brauerei 1899, 16, 195.

¹¹⁾ Landw. Jahrb. 1892, 21, 901; 1894, 23, 535.

unter Entbindung von Wärme¹⁾. Meist ist mit ihr eine Vermehrung der Hefenzellen verbunden, doch kann auch Gährung ohne Vermehrung und umgekehrt stattfinden. Beide stehen also nicht in unmittelbarem Zusammenhang. Bei manchen Hefen iberwiegt die Neigung zur Zellenbildung, bei manchen die zur Gährung.

Die Gährung verläuft, was ihre äussere Erscheinung betrifft, nach zwei Typen. Entweder bleiben die Hefenzellen während der Gährung innerhalb der Flüssigkeit und zum grössten Theil auf dem Gefassboden; man nennt solche Hefen untergährige. Oder es wird im Anfange der sehr kräftig einsetzenden, mit reichlicher Schaumbildung verbundenen Gährung ein Theil der Hefe an die Oberfläche der Flüssigkeit gerissen und sinkt erst gegen Ende der Gährung wieder zu Boden; solche Hefen heissen obergährige.

a) Die Erzeugnisse des Stoffwechsels und der Gährthätigkeit der Hefe. Die bei der Lebensthätigkeit der Hefe erzeugten Stoffe werden theils bei der Assimilation und Athmung, theils bei der Gährung ausgeschieden. Inwieweit dieselben auf den einen oder anderen dieser Vorgänge zuruckzufuhren sind, ist nicht iberall ganz klar.

Ueber die bei der Assimilation und Athmung erzeugten Stoffe ist nicht viel bekannt. Raymann und Kruis²⁾ haben in alten Kulturen, in denen sich die Hautgeneration der Hefen entwickelt hatte und in denen anscheinend die Athmung vorgeherrscht hatte, Amylalkohol, Acetaldehyd und Furfurol gefunden. Rossler³⁾ hat in alkoholischem Hefenwasser die Bildung von Aldehyd beobachtet.

Ueber die Beziehungen der Athmung zur Kohlensäurebildung vergl. die Angaben iber den Einfluss des Sauerstoffes auf die Gährung S. 1180.

Ein Theil des assimilirten Stickstoffs wird nach den Untersuchungen von Pasteur, A. Mayer u. a. in Form von Stoffwechsellernzeugnissen in die Nährflüssigkeit ausgeschieden. Man vergl. auch das daruber im Abschnitt iber die chemische Zusammensetzung der Hefe S. 1161 Gesagte.

Der von der Hefe assimilirte Phosphor wird nach Untersuchungen von Stocklana zum Theil als Phosphorfleischsaure (S. 59) abgelagert.

Besser bekannt sind die Natur und Menge der bei der Gährung ausgeschiedenen Stoffe.

Gay-Lussac hat für die Gährung des Zuckers die einfache Gleichung $C_6H_{12}O_6 = 2 C_2H_5O + 2 CO_2$ aufgestellt, die aber nach Pasteur⁴⁾ den wahren Verhältnissen nicht entspricht, da bei der Gährung stets auch Glycerin und Bernsteinsäure gebildet werden, ferner ein Theil des verschwundenen Zuckers zum Aufbau des Zellkorpers verwendet wird. Nach seinen Untersuchungen entstehen aus 100 g Zucker 51,01% Alkohol, 49,12% Kohlensäure, 2,5–3,6% Glycerin und 0,5–0,7% Bernsteinsäure. Jodlbaur⁵⁾ hat die Zahlen für Alkohol und Kohlensäure bei Versuchen mit Saccharose und Maltose bestätigen können, bei Glukose aber 48,67% Alkohol und 46,54% Kohlensäure erhalten.

E. Buchner⁶⁾ hat bei Gährung mit zellfreiem Hefenpresssaft ebenfalls annähernd gleiche Mengen Kohlensäure und Alkohol erhalten.

Pasteur hat schon hervorgehoben, dass Glycerin und Bernsteinsäure nicht in einem festen Verhältniss bei der Gährung entstehen. Zahlreiche neuere Untersuchungen⁷⁾ haben

¹⁾ Die bei der Gährung erzeugte Wärme beträgt nach Bouffard 23,1 kal., nach Brown 21,4 kal. (Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen. 1901 24, 273).

²⁾ Centralbl. f. Bakteriol., I. Abth., 1892, 12, 150; ebendort II. Abth., 1895, 1, 637.

³⁾ Ann. Inst. Pasteur 7, 1.

⁴⁾ Pasteur, Die Alkoholgährung. Deutsch von Griessmayer, Stuttgart 1878.

⁵⁾ Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen 1888, 10, 252.

⁶⁾ E. u. H. Buchner u. Hahn, Die Zymasegährung, München und Berlin 1903, 210.

⁷⁾ Effront, Compt. rend. 119, 92; Borgmann, Zeitschr. f. analyt. Chem. 1886, 25, 532; Hilger, Thylmann u. Rau, Arch. f. Hyg. 1888, 8, 451 u. 1892, 14, 225; Straub, Forschungsberichte 1895, 362; Wortmann, Landw. Jahrb. 1898, 27, 81; Laborde, Chem. Centralbl. 1899, II, 70, 673.

bestätigt, dass die Bildung dieser Stoffe je nach der Hefenart, Temperatur, Ernährung u. s. w. in hohem Grade schwankt. Müller-Thurgau¹⁾ hat daher zuerst die Anschauung ausgesprochen, dass Glycerin und Bernsteinsäure nicht Erzeugnisse der Alkoholgärung, sondern des Stoffwechsels sind und zur vergohrenen Zucker- und erzeugten Alkoholmenge in keinem bestimmten Verhältniss stehen. Wortmann²⁾ und Laborde³⁾ schliessen sich auf Grund ihrer Versuche dieser Anschauung an. Eine gewisse Bestätigung dieser Anschauung haben die Versuche Buchner's⁴⁾ mit zellfreiem Presssaft und Acetondauerhefe gebracht, bei denen die Arbeit der lebenden Zelle ausgeschlossen war. Betreffs des Glycerins konnte mit Sicherheit, betreffs der Bernsteinsäure mit Wahrscheinlichkeit gezeigt werden, dass dieselben bei der Gärung nicht entstehen.

An flüchtigen Säuren entstehen bei der Gärung nach den Versuchen von Duclaux⁵⁾ stets geringe Mengen von Essigsäure. Ueber das Verhältniss der flüchtigen zu den nichtflüchtigen Säuren bei verschiedenen Hefenarten hat Prior⁶⁾ festgestellt, dass die Mengen derselben bei verschiedenen Arten schwanken, und dass bald die flüchtigen, bald die nichtflüchtigen überwiegen. Biourge⁷⁾ hat gezeigt, dass zwischen Alkohol und flüchtigen Säuren Beziehungen nicht bestehen.

Glauden und Morin⁸⁾ haben unter den Gärungserzeugnissen von Weinhefen auch geringe Mengen von Amyl-, Propyl-, Isobutylalkohol, Aldehyd und anderen Stoffen gefunden. Doch sind diese Versuche nicht mit Reinhefen angestellt worden. Versuche von Gentil⁹⁾ mit solchen deuten darauf hin, dass die höheren Alkohole keine Erzeugnisse der reinen Gärung sind.

Ferner erzeugen die Hefen bei der Gärung verschiedenartige Geruchs- und Geschmacksstoffe, die je nach der Art wechseln.

Beim Zusatz von Schwefelblumen zu gährenden Flüssigkeiten bildet sich Schwefelwasserstoff¹⁰⁾.

Die Mengen des in zuckerhaltigen Flüssigkeiten erzeugten Alkohols und der Kohlensäure sind ebenso wie die des Glycerins und der Säuren bei den einzelnen Hefen verschieden. Betreffs der Gährleistungen verschiedener Arten und über den sog. „Vergährungsgrad“ vergleiche man oben S. 1174 und Bd. I, S. 1094.

β) Die Wirkung verschiedener physikalischen Einflüsse auf Gärung und Hefe. Eintritt und Verlauf der Gärung, sowie der Vermehrung der Hefe unterliegen der Einwirkung verschiedener Einflüsse physikalischer, chemischer und physiologischer Natur, von denen die wichtigsten kurz folgende sind:

1. Temperatur. Die Gärung tritt nur innerhalb der Temperaturen von 0°–40° ein. Das Optimum liegt bei den meisten Hefen etwas über 30°. Bei 50° sind die meisten Hefen nicht mehr fähig, Gärung hervorzurufen.

2. Konzentration. Am schnellsten vergähren 5–20%ige Zuckerlösungen. Solche mit weniger als 5% und mehr als 20% Zucker vergähren träger. Bei Konzentrationen von

¹⁾ 10. Generalversammlung des Weinbauvereins. Geisenheim 1884. Auch Biourge (Bayer. Brauerei-Journal 1895, 289) hat sich dahin geküsstert.

²⁾ Landw. Jahrb. 1894, 23, 534.

³⁾ Compt. rend. 1899, 129, 334.

⁴⁾ E. u. H. Buchner u. Hahn, Die Zymasegärung, München u. Berlin 1903, 216.

⁵⁾ Thèses présentées à la faculté des sciences de Paris 1865.

⁶⁾ Bayerischer Brauer-Journal 1895, 49, 290; Centralbl. f. Bakteriol. II. Abth., 1895, 1, 373.

⁷⁾ Ebendort 1895, 1, 289.

⁸⁾ Compt. rend. 104, 1109.

⁹⁾ Duclaux, Traité microbiol. 3, 437.

¹⁰⁾ Sostegni u. Saimino, Chem.-Centralbl. 1890, II, 112; Crouzel, Chem.-Ztg. 1892, 16, Rep. 93; Gay, Ebendort 1892, 16, 133; Ray Paylhade, Chem. Centralbl. 1894, I, 472; Duclaux, Ann. Inst. Pasteur 10, 59. Vergl. auch die Angaben im Abschnitt Enzyme.

mehr als 35 % Saccharose hört die Gärung auf. Das Konzentrations-Optimum liegt nach Jodlbaur¹⁾ bei 8 % Zucker.

Die Ursache des Verhaltens verschieden konzentrierter Zuckerlösungen hängt mit den osmotischen Verhältnissen und der Dicke der Zellmembran zusammen. Nach Wiesner²⁾ bleibt die Hefe bei einem Wassergehalt zwischen 40–80% in einem entwicklungsfähigen Zustande, den sie in stark konzentrierten Lösungen nicht zu bewahren vermag.

3. Zusammensetzung der Nährlösung und Natur der Zellmembran. Die Assimilation der Zucker, welche der Vergärung stets vorangehen muss, beruht auf osmotischen Vorgängen zwischen Lösung und Zellmembran. Da die verschiedenen Nährstoffe verschieden schnell diffundieren, so werden in der Zeiteinheit verschieden grosse Mengen in die Zellen dringen. Daher werden mehrere gleichzeitig vorhandene, gärfähige Zucker zwar gleichzeitig, aber in verschiedenen Mengen vergären. Auf diese osmotischen Erscheinungen ist die sogen. Auswahl der Zucker durch die Hefe zurückzuführen. Besonders in Gemischen von Glukose und Fruktose bzw. Saccharose, welche letztere vor der Vergärung der Inversion unterliegt, sind diesbezügliche Untersuchungen ausgeführt worden. Hiepe³⁾, Morris⁴⁾ sowie Wells und Prior⁵⁾ sind zu dem Ergebniss gelangt, dass die Vergärung erster beiden Zuckerarten nebeneinander so verläuft, dass anfangs mehr Glukose, in den späteren Stufen der Gärung mehr Fruktose vergohren wird. Dagegen wollen Gayon⁶⁾ und Dubourg bei einigen Arten auch eine Umkehrung dieser Verhältnisse beobachtet haben, während nach E. Buchner's⁷⁾ Ansicht die Vergärung beider Zucker gleichmässig stark vor sich geht. H. Schulze⁸⁾, Bornträger⁹⁾ und Knecht¹⁰⁾ haben festgestellt, dass die Vergärung beider Zucker neben einander vor sich geht, dass aber durch den Ueberschuss an einem von ihnen die Vergärung des anderen auf ein Minimum herabgedrückt werden kann. Verhältnissmässig wenig Fruktose schützt mehr Glukose als umgekehrt.

Die verschiedene Dichte der Zellmembran verschiedener Hefen ist nach Prior die Ursache der verschiedenen Gährungsenergie derselben. Prior¹¹⁾ fand bei 17 Arten für die Gährungsenergie in Saccharose-Lösungen unter sonst gleichen Verhältnissen nach dem Verfahren von Meissl Werthe von 104,8–280,7. Diese Zahlen geben einen Ausdruck für das Durchlässigkeitsvermögen der verschiedenen Membranen unter den betreffenden Verhältnissen. Das Durchlässigkeitsvermögen wechselt auch bei derselben Hefenart nach Alter und Ernährung; ferner ist dasselbe für verschiedene Zucker verschieden. Prior¹²⁾ fand z. B. für die Hefe Carlsberg II folgende Werthe:

Saccharose	Glukose	Fruktose	Maltose
106,13	87,09	73,67	69,71

Diese physikalischen Verhältnisse zwischen Membran und Flüssigkeit sind besonders von Prior¹³⁾ eingehend untersucht und für eine physikalisch-chemische Erklärung der Gährungserscheinungen herangezogen worden.

¹⁾ Zeitschr. f. Rübenzuckerindustrie 1888, 7308.

²⁾ Sitzungsber. d. Wiener Akad. 169, 59, März.

³⁾ Journal of the federated instit. of brewing 1895, 1, 288.

⁴⁾ Wochenschr. f. Brauerei 1892, 9, 833.

⁵⁾ Prior, Chemie und Physiologie des Malzes und Bieres, 1895, S. 383.

⁶⁾ Wochenschr. f. Brauerei 1890, 595.

⁷⁾ Berichte d. deutschen chem. Gesellsch. 1899, 32, 2091.

⁸⁾ Centralbl. f. Bakteriol., II. Abth., 1901, 7, 165.

⁹⁾ Zeitschr. f. ges. Brauw., 1898, 21, 22.

¹⁰⁾ Centralbl. f. Bakteriol., II. Abth., 1901, 7, 161. Auch Bourquélot (Berichte d. deutschen chem. Gesellsch. 1887, 20, 61) hat diese Ansicht schon früher vertreten.

¹¹⁾ Bayr. Brauerjournal 1894, 518.

¹²⁾ Bayr. Brauer-Journal 1895, 97, 109, 373, 469, 481.

¹³⁾ Centralbl. f. Bakteriol., II. Abth., 1895, 1, 442, 1896, 2, 321; Zeitschr. f. angew. Chemie 1901, 208. Vgl. auch „Vergährungsgrad“.

γ) Einfluss der Ernährung auf Gärung und Hefe. 1. Einfluss der unorganischen Salze. Auf die Bedeutung des Calciums für die Gärung ist bereits im Abschnitt „Nährstoffe der Hefe“ S. 1171 hingewiesen. Nach Becker soll der Kaliumgehalt der Würze von Einfluss auf die Endvergärung sein. Bei einem Gehalt von 0,071% Kalium betrug der Vergärungsgrad 56,4%, bei 0,078% 52,2%, bei 0,085% 48,9%.

Salomon¹⁾ und de Vere Mathew berichten, dass geringe Mengen assimilirbarer Phosphate die Gährthätigkeit fördern, ein Ueberschuss dieselbe aber verzögere. Nach den Untersuchungen von Kusserow²⁾ mit Dikaliumphosphat wird durch dieses Salz die Gärung nicht beeinflusst. Die Triebkraft der Hefe stieg mit dem Phosphatgehalt der Würze, die Farbe der Hefe wurde dunkler. Im Allgemeinen wurde die erzeugte Kohlensäuremenge um so grösser, je geringer der Gehalt an Nährsalzen war, während die Hefenausbeute mit dem Gehalt an Nährsalzen stieg.

2. Einfluss verschiedener organischen Stickstoffverbindungen. Nach den Untersuchungen von Kusserow an Presshefe mit Asparagin steigt die Gährthätigkeit mit dem Asparagingehalt der Nährlösung; dagegen wird die Hefenausbeute geringer. Ein zu grosser Ueberschuss an Asparagin macht die Hefe grau und setzt die Triebkraft herab. In vergleichenden Versuchen mit Asparagin und Pepton sowie gleichbleibendem Nährsalzgehalt trat bei Asparagin schnellere Vergärung ein als bei Pepton. Bei Anwendung beträchtlicher Asparagin- und Peptonmengen neben einander trat Schaumgärung ein. Die Hefenausbeute war bei Ernährung mit Pepton grösser als bei der mit Asparagin. Die Asparaginhefe war weiss und staubig, die Peptonhefe gelb und klumpig. Die Triebkraft der Asparaginhefe war hoch bei langsamer Angärung, die der Peptonhefe gering bei schneller Angärung. Bei Verwendung gleichbleibender Mengen der Stickstoffkörper mit wechselnden Mengen von Nährsalzen verlief die Gärung schneller bei höheren Salzgaben. Die Hefenausbeute stieg in geringem Grade, die Triebkraft erheblich mit der Menge der Nährsalze.

Lange³⁾ hat Kusserow's Versuche dahin ergänzt, dass Asparagin und Pepton Unterschiede in der Gährthätigkeit nicht bedingen und dass die äusserlichen Unterschiede der Asparagin- und Peptonhefe auf die Ausfällung des Peptons durch den Gährungsalkohol zurückzuführen sind, wodurch die Peptonhefe flockig und klumpig wird. In dünneren Peptonlösungen ist die Hefe ebenso staubig wie die Asparaginhefe. — Nach den Untersuchungen von Hess⁴⁾ an den Hefen Saaz, Froberg und Logos bewirken verschiedene Stickstoffverbindungen (Pepton und Asparagin) wesentliche Unterschiede in Bezug auf Gährungs- und Vermehrungsvermögen.

Nach den Untersuchungen von Stern⁵⁾ schwankt die vergohrene Zuckermenge bei normaler Stickstoffgabe nur wenig. Sinkt die letztere, so bleibt viel Zucker unvergohren. Durch Erhöhung des Nährsalzgehaltes der Lösungen wird bei normaler Stickstoffgabe eine erhöhte Assimilation des Stickstoffs bewirkt, während dieselbe bei grösseren und geringeren Stickstoffgaben als normal ohne Einfluss auf die Menge des assimilirten Stickstoffes ist, in letzterem Falle aber eine Verringerung des Stickstoffgehaltes der Hefe bewirkt. Ueber eine gewisse Grenze hinaus (0,025 g Asparagin und 0,025 g anorganische Salze in 100 ccm) bleibt die zu Gebote stehende anorganische und organische stickstoffhaltige Nährstoffmenge ohne Einfluss auf die Menge des assimilirten Stickstoffes, des vergohrenen Zuckers und auf den

¹⁾ Zeitschr. f. d. gesammte Brauwesen 1884, 7, 231.

²⁾ Brenner-Zig. 1897, 14, No. 318.

³⁾ Wochenschr. f. Brauerei 1899, 16, 49.

⁴⁾ Hess, Inaug.-Dissertation Erlangen 1897.

⁵⁾ Wochenschr. f. Brauerei 1899, 16, 687; Chem. Centralbl. 1899, 1, 132; 1901, 2, 139.

Stickstoffgehalt der Hefe. Mit der Vermehrung des Zuckers geht eine Vermehrung der assimilirten Stickstoffmenge und des Hefengewichtes stets Hand in Hand.

Betreffs des Einflusses verschiedenartiger Stickstoffverbindungen auf die Gährung hat Stern gefunden, dass Asparagin, Leucin, Tyrosin und Harnstoff eine gleich starke Vergährung und gleich grosse Hefenausbeute geben, dass aber aus den Tyrosin- und Harnstofflösungen weniger Stickstoff assimilirt wird und der Stickstoffgehalt der Hefe geringer bleibt. Alloxan erwies sich als wenig geeignet. Bemerkenswerth war der verschiedene Geruch der gährenden Lösungen, der bei Leucin und Harnstoff ätherisch, bei Asparagin schwefelig war, während die Tyrosinlosungen geruchlos blieben.

Pierre Thomas¹⁾, der besonders den Einfluss des Harnstoffs und kohlen-sauren Ammons auf die Gährung untersucht hat, fand, dass in 10%-igen Saccharoselösungen die Gährung langsam verläuft, die Stickstoffassimilation und der Stickstoffgehalt der Hefe gering sind, dagegen stärker in 20%-igen Lösungen. Die Menge der neu gebildeten Hefe hängt vom Stickstoffgehalt der Nährlösung ab. Hefenmenge und Stickstoffgehalt steigen gleichmässig mit der Erhöhung des Harnstoffgehaltes bis zu einer gewissen Grenze, über die hinaus eine Vermehrung des Harnstoffes ohne Einfluss bleibt. Ammoniumkarbonat wurde in 20%-igen Saccharoselösungen am besten assimilirt. Das Maximum der noch wirksamen Salzmenge lag hier höher als bei Harnstoff. -- Diese Untersuchungen zeigen, dass der Stickstoffgehalt der Hefe mit der Ernährung wechsellauft.

Sulfate sind nach Stern von entschiedenem Einfluss auf den Verlauf der Gährung, auf Hefenausbeute und Stickstoffassimilation und können durch freien Schwefel und Natriumthiosulfat, nicht aber durch Sulfkarbamid, Rhodankalium, Sulfonat in ihrer Wirkung ersetzt werden.

3. Einfluss des Sauerstoffs. Pasteur²⁾ betrachtete als den die Gährthätigkeit auslösenden Umstand den Mangel (nicht nur das absolute Fehlen) an Sauerstoff. Andererseits aber stellte er fest, dass Wachstum und Vermehrung der Hefe am besten bei starkem Luftzutritt vor sich gehen und dass der Sauerstoff in dieser Beziehung (durch die Bildung zahlreicher kräftigen, daher wohl auch der Gahrfunktion am besten angepassten Zellen) auf die Gährthätigkeit fördernd wirkt.

Auf einen abweichenden Standpunkt stellte sich Brefeld³⁾. Nach seiner Anschauung ist die Gährung ein pathologischer Vorgang, der sich bei beginnendem Absterben der Zellen in Folge Fehlens des Sauerstoffs einstellt, und der niemals gleichzeitig mit dem Hefenwachstum zu vereinigen ist. Dem gegenüber haben Traube⁴⁾ und Pasteur gezeigt, dass kräftige Hefenzellen auch bei völligem Luftabschluss eine Zeit lang sprossen und gleichzeitig eine kräftige Gährung erzeugen können. Eine Bestätigung der Ansichten Pasteur's geben nach Anschauung von A. Mayer⁵⁾ die Versuche von Pedersen⁶⁾. Letzterer hat durch seine Versuche in gelüfteten Gahrungskolben bewiesen, dass bei kräftiger Lüftung die Vermehrung eine grössere und die Vergährung eine absolut vollständigere ist, dass dagegen bei Abschluss der Luft ein Gewichtstheil Hefe hinsichtlich seiner Gahrleistung am vollständigsten ausgenutzt wird. Dagegen betont Prior⁷⁾, dass bei allen derartigen Versuchen so viele Umstände mitwirken, dass sich ohne Berücksichtigung jedes derselben ein

¹⁾ Compt. rend. 1901, 133, 312.

²⁾ Ebendort 1861, 52, 1260; Bull. soc. chim. Paris 28. juin 1861; Etudes sur la biere, 247, 252.

³⁾ Brefeld, Untersuchungen über die Alkoholgährung. Würzburg 1873.

⁴⁾ Berichte d. deutschen chem. Gesellsch. 1877, 10, 872; 1875, 8, 1384.

⁵⁾ A. Mayer, Gahrungchemie. 1902, S. 162.

⁶⁾ Compt. rend. trav. Carlsberg 1878, 1, Heft 1.

⁷⁾ Prior, Chemie u. Physiolog. d. Malzes u. Bieres. Leipzig 1896, 363.

Schluss auf die hemmende oder verstärkende Wirkung des Sauerstoffes auf die Gährung nicht ziehen lässt¹⁾.

Gegenüber den Anschauungen Pasteur's verfocht Nägeli²⁾, allerdings ohne genügende experimentelle Begründung, die Ansicht, dass der Sauerstoff nicht nur die Vermehrung fördere, sondern auch die Gährung nicht nur nicht hemme, sondern direkt begünstige. Wenn auch diese Ansicht in dieser schroffen Form nicht richtig ist, so stehen doch die meisten Versuchsansteller zur Zeit auf dem Standpunkt, dass der Sauerstoff auf die Gährung keinen oder nur einen unwesentlichen Einfluss ausübt.

Brown³⁾, ferner van Laer⁴⁾ fanden, dass die Gährung bei Anwesenheit von Sauerstoff unter Verhältnissen, unter denen eine Vermehrung der Hefe unterblieb (Einsaat einer bestimmten geringen Zahl von Hefezellen in reine Zuckerlösung), kräftiger vor sich ging als bei Abwesenheit desselben. A. Mayer⁵⁾, Hansen⁶⁾, Iwanowsky⁷⁾ zeigten durch verschiedenartige Anordnungen, dass auch bei ausgiebigster Lüftung energische Gährung stattfindet. Nach Untersuchungen von Hansen und Korff⁸⁾ an verschiedenen Hefenarten ist der Einfluss des Sauerstoffes auf Gährung und Zellenvermehrung bei den einzelnen Arten verschieden; doch haben Iwanowski⁹⁾ und Obrastzow bei anderen Arten derartige Unterschiede nicht auffinden können.

Zu ganz anderen Ergebnissen ist Chudiakow¹⁰⁾ gelangt, der bei seinen Versuchen, die, um die Zellenvermehrung auszuschliessen, ebenfalls in reinen Zuckerlösungen angestellt wurden, bei Durchleitung von Luft eine baldige starke Herabminderung der Gährthätigkeit beobachtete, während Durchleiten von Wasserstoff ohne Einwirkung blieb. Andererseits stieg in seinen mit Bierwürze angestellten Versuchen die Gährthätigkeit mit der Lüftung. Dagegen konnten H. Buchner¹¹⁾ und Rapp nachweisen, dass die hemmende Wirkung in den Versuchen Chudiakow's nicht auf den Sauerstoff, sondern auf mechanische Schädigung der Hefenzellen in Folge zu starker Bewegung der Flüssigkeit zurückzuführen ist. Irgend einen Einfluss des Sauerstoffes auf die Gährung konnten H. Buchner und Rapp bei ihren Versuchen mit reiner Zuckerlösung nicht beobachten; nur fand bei Luftdurchleitung eine geringe Zellenvermehrung statt und die entstehenden Kohlensäuremengen waren daher um ein Geringes grösser als bei Wasserstoff-Durchleitung.

In welchem Grade bei starker Luftzuführung die Gährung durch die Athmung ersetzt wird, ist von Giltay¹²⁾ und Abersson und neuerdings von H. Buchner und Rapp untersucht worden. Erstere fanden, dass unter solchen Verhältnissen ungefähr $\frac{3}{4}$ des verschwundenen Zuckers vergohren wurden. In den Versuchen von H. Buchner und Rapp, welche mit Oberflächenkulturen auf dünnen Gelatineüberzügen angestellt wurden, wurden mehr als $\frac{1}{2}$ des Zuckers vergohren und nur der Rest verathmet.

2) Einfluss der Stoffwechselerzeugnisse auf Gährung und Hefe. Die Erzeugnisse des Stoffwechsels und der Gährung wirken, wie Thibaut¹³⁾ durch Versuche mit *Saccharomyces Pastorianus* III und der Hefe Froberg festgestellt hat, ebenso wie

¹⁾ Vergl. Iwanowsky: Botan. Centralbl. 1894, 344.

²⁾ Nägeli, Theorie d. Gährung 1879, 23.

³⁾ Brown, Handbuch d. Brauwissenschaft, 276; Koch's Jahresbericht 1893, 101; Berichte d. deutschen chem. Gesellsch. 1895, Ref. 188.

⁴⁾ Koch's Jahresbericht 1893, 137.

⁵⁾ A. Mayer, Gährungschemie, 4. Aufl., 158.

⁶⁾ Compt. rend. trav. Carlsberg 1879, 1, Heft 2.

⁷⁾ Botan. Centralbl. 1894, 344; Koch's Jahresbericht 1894, 116.

⁸⁾ Centralbl. f. Bakteriöl., II. Abth., 1898, 4, 465.

⁹⁾ Ebendort 1901, 7, 305.

¹⁰⁾ Landw. Jahrbücher 1894, 23, 391.

¹¹⁾ Zeitschr. f. Biolog. 1898, 19, 82; E. u. H. Buchner u. M. Hahn: Die Zymasegährung, S. 350.

¹²⁾ Jahrbuch f. wissensch. Botanik, 26, 543.

¹³⁾ Centralbl. f. Bakteriöl., II. Abth., 1902, 9, 743.

dieses von Giften schon bekannt ist, in geringen Mengen anreizend auf die Zellbildung und Gährung, in grösseren Mengen dagegen lähmend.

Betreffs der genauer bekannten Stoffwechselerzeugnisse der Hefe ist in dieser Beziehung Folgendes bekannt:

1. Wirkung des Alkohols. Nach Regnard¹⁾ unterdrücken die Alkohole der Reihe $C_n H_{2n+2} O$ bei folgenden Konzentrationen die alkoholische Gährung:

Methylalkohol	2 ‰	Butylalkohol	2,5 ‰	Heptilalkohol	0,2 ‰
Aethyl- "	15 "	Amyl- "	1,0 "	Oktylalkohol	0,1 "
Propyl- "	10 "				

Doch dürfte die Empfindlichkeit der verschiedenen Rassen grossen Schwankungen unterliegen.

2. Wirkung der Kohlensäure. Die Angaben über den Einfluss der Kohlensäure gehen ziemlich auseinander. Nach den Untersuchungen von Delbrück²⁾ und Foth wirkt die Kohlensäure auf die Gährung im Gesamten (d. h. auf die absolute Menge des erzeugten Alkohols) hemmend, vermuthlich wohl auch auf die Thätigkeit der einzelnen Zelle. Dagegen wies Hansen³⁾ aus den Versuchen der ersteren nach, dass die Kohlensäure die Zellvermehrung hemme, dagegen die Gährungsenergie der Zellen erhöhe. Eine Hemmung der Vermehrung der Zellen ist auch bei einigen Weinhaefen in Geisenheim⁴⁾ beobachtet worden. Dagegen hat Lindet⁵⁾ einen Einfluss der Kohlensäure auf Gährung und Vermehrung nicht nachweisen können. In einer neueren Arbeit kommt Ortloff⁶⁾ zu dem Schluss, dass durch die Kohlensäure, wie Hansen schon angegeben hat, das Gährvermögen der einzelnen Zelle erhöht, dagegen, entsprechend Delbrück's Befunden, die Gesamterzeugung verringert wird.

Ueber den Einfluss organischer Säuren auf die Hefe und die Gährung vergleiche S. 1184.

ε) Einwirkung giftiger Stoffe auf Gährung und Hefe. Die Einwirkung hemmender oder giftiger Stoffe auf die Lebensthätigkeit der Hefe hat eine beträchtliche praktische Bedeutung, da man verschiedentlich versucht hat, event. schädliche Nebengährungen durch sie auszuschalten.

Die hemmende oder tödtende Kraft eines Stoffes hängt nicht nur von der Konzentration ab, in der er auf die Hefe einwirkt, sondern auch von der Menge der anwesenden Hefenmasse, von dem Wachsthumzustande derselben, von der Art der Nährflüssigkeit, der Temperatur u. a. m. In den älteren Versuchen sind diese Einflüsse meist nicht genügend berücksichtigt. Auch bei den neueren sind die Versuchsbedingungen meist so verschieden, dass die Ergebnisse nicht ohne Weiteres verglichen werden können und nur für den betreffenden besonderen Fall gelten.

Will⁷⁾ hat einige Hefen in der Weise untersucht, dass 5 g derselben in mässig feuchtem Zustande mit 50 ccm der Desinfektionsflüssigkeit 20 Sekunden bis 30 Minuten geschüttelt und dann auf ihre Gährkraft untersucht wurden. Es tödteten die Hefen sicher: Sublimat 0,1 ‰, Chlorkalk (0,2 ‰ akt. Chlor), Eau de Javelle (0,2 ‰ akt. Chlor), Calciumbisulfit (4 g SO_2 im Liter), saures Wismuthnitrat 5 ‰, Kaliumpermanganat 0,8 ‰, alkoholische Salicylsäure 5 ‰, Kreolin 3 ‰.

Wehmer⁸⁾ hat die Hemmungswerthe (d. h. die Anzahl ccm, in denen 1 g oder 1 ccm

¹⁾ Duclaux: *Traité de microbiol.* 3, 522; *Chem.-Ztg.* 1889, 13, Rep. 223.

²⁾ *Wochenschr. f. Brauerei* 1887, 4, 73, 305, 378.

³⁾ *Ebendort* 1887, 4, 378; *Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen* 1887, 10, 304.

⁴⁾ *Zeitschr. f. d. gesammte Brauwesen* 1894, 17, 136.

⁵⁾ *Ebendort* 1890, 13, 113.

⁶⁾ *Centralbl. f. Bakteriol., II. Abth.*, 1900, 6, 676.

⁷⁾ *Zeitschr. f. d. gesammte Brauwesen* 1893, 16, 151; 1894, 17, 43.

⁸⁾ *Zeitschr. f. Spiritusindustrie* 1901, 24, 137.

des betreffenden Stoffes gelöst sein muss, um noch Entwicklung und Gärung zu verhindern) bei technischen Hefen unter Verwendung von 1–5% Hefe in guten Nährlösungen bestimmt und folgende Abtheilungen aufgestellt:

1. Stoffe von geringem Hemmungswerth (5–15): Alkohol, Citronen-, Aepfel-, Milch-, Bernstein-, Weinsäure, Arsenite¹⁾, Chlornatrium;
2. Stoffe mit mittlerem Hemmungswerth (100): Essig-, Propion-, Buttersäure, Chloroform, Fluoride (?);
3. Stoffe mit starkem Hemmungswerth (200–1000): Ameisen-, Oxal-, Salicyl-, Benzoesäure, Formaldehyd, Schwefeldioxyd, Chlor, Brom, Quecksilberchlorid.

Knoesel²⁾ hat das Verhalten einer Froberg-Hefe im gleichen Wachstumszustande in einer Nährlösung aus Hefenwasser und 10%-iger Saccharoselösung gegen Aetzkalk³⁾, Natriumarsenit und Phenol geprüft und hat folgende Werthe für die Abtödtung der Hefezellen erhalten:

Hefemenge in 1 cbmm in 1 cbmm	Aetzkalk		Arsenit		Phenol	
	200 Zellen	2000 Zellen	200 Zellen	2000 Zellen	200 Zellen	2000 Zellen
	mg	mg	mg	mg	mg	mg
Hemmung der Vermehrung	7,61	13,09	0,03	0,20	0,115	0,161
" " Gärung	6,93	15,09	0,03	0,25	0,276	0,230
" " Inversion	7,61	15,09	0,03	0,25	—	—
Getödtet	10,85	17,36	0,04	0,35	0,460	0,552

Die Einwirkung der schwefligen Säure auf verschiedene Bier- und Weinhefen hat Linossier⁴⁾ untersucht. Eine Vermehrung der Weinhefen im Most wurde durch Lösen von 25 ccm gasförmiger schwefligen Säure in 1 l verhindert. Getödtet wurden die Pilze bei einem Gehalt der Lösung von 1,359 g SO₂ in 1 l nach einer Viertelstunde, bei einem solchen von 0,27 g in 1 l in einer Stunde u. s. w.

Nach Müller-Thurgau⁵⁾ ist die Empfindlichkeit der einzelnen Weinhefenrassen gegen schweflige Säure verschieden; die gährkräftigsten Hefen sind auch die widerstandsfähigsten. Die wilden Hefen (*Saccharomyces Pastorianus* und *S. apiculatus*) sind empfindlicher als die Kulturhefen, sodass durch schwaches Einbrennen der Most von den schädlichen Arten befreit werden kann, ohne dass die Kulturhefen leiden. Eine deutliche Hemmung der Gärung im Most trat erst bei einem Gehalt von 40 mg SO₂ in 1 l hervor.

Fernbacher⁶⁾ hat bei Bierhefen ähnliche Unterschiede gefunden. Es wurden in 10%-iger Saccharoselösung getödtet:

Hefe Froberg und Logos durch	10,47 mg SO ₂ in 100 ccm
" Saaz, <i>Sacch. ellipsoideus</i> I und <i>S. Pastorianus</i> III	7,96 " " " 100 "

Geringe Mengen schwefliger Säure wirkten auf die Vermehrung von Froberg und Logos anreizend.

Von grosser Bedeutung für die Praxis ist das Verhalten der Hefen, besonders der Brennerhefen gegen die Flusssäure und deren Salze, seitdem Effront nachgewiesen hat, dass sie im Stande sind, die Entwicklung schädlicher Bakterien zu hemmen, ohne dass die Gährfähigkeit der Hefe leidet. Effront⁷⁾ konnte zeigen, dass man die Hefe,

¹⁾ Vergl. auch Wehmer: Chem.-Ztg. 1899, 23, 163. 1–2% Arsenit heben die Vermehrung auf, nicht aber die Gärung.

²⁾ Centralbl. f. Bacteriol., II. Abth., 1902, 8, 241.

³⁾ Steuber (Zeitschr. f. d. gesammte Brauwesen 1896, 14, 41) hat ebenfalls Versuche mit gelöschtem Kalk angestellt und bezeichnet ihn als gutes Desinfektionsmittel für Brauereiräume.

⁴⁾ Wochenschr. f. Brauerei 1891, 8, 445.

⁵⁾ Weinbau u. Weinhandel 1899, 17, 244. Weitere Mittheilungen über die Einwirkung von schwefliger Säure und deren Salzen auf die Gärung sind: Ravizza, Chem.-Ztg., 1893, 17, Rep. 285; Seifert, III. Kongress f. angew. Chemie, Wien 1898 u. Oesterr. Chem.-Ztg. 1898, 1, 381.

⁶⁾ Bayr. Brauer-Journal 1901, 11, 516.

⁷⁾ Zeitschr. f. d. gesammte Brauwesen 1891, 14, 401, 449; Berichte d. deutschen chem. Gesellsch. 1895, 27, Ref., 169, 672.

von kleinen Mengen Fluorwasserstoff (0,2‰) ausgehend, allmählich an sehr grosse Mengen (3‰) gewöhnen kann, während bei dieser Konzentration die Bakterien in der Entwicklung gehemmt werden, sodass die bisher zur Reinhaltung der Gährung nöthige anfängliche Milchsäuregährung unterbleiben kann. Flusssäurehefe gährt energischer als andere und ist die Gährung weniger reich an Glycerin und Bernsteinsäure. Die Angaben Effront's sind vielfach bestätigt worden¹⁾, dagegen ist dieses Verfahren nicht im Stande, die wilden Hefen²⁾ zu unterdrücken, sondern hierzu bedarf es nach wie vor der Verwendung von Reinhefe.

Seifert³⁾ hat die Einwirkung von Fluorammonium auf Weinhefen, Kahlhefen und Essigsäurebakterien untersucht. 1 g des Salzes verzögerte in 1 hl Most die Gährung, 10 g verhinderten sie bei einer Hefenart ganz, bei einer anderen für 5 Wochen. Bei Anwesenheit grösserer Hefenmengen stieg die Widerstandskraft. Die Kahlbildung wurde bei 5:100 000 verhindert, die Entwicklung der Essigsäurebakterien dagegen erst bei 150 - 300:100 000.

Formaldehyd wirkt nach Seifert auf Essigsäurebakterien viel energischer als Fluoride. Die Entwicklung derselben wird bei 5:100 000, die der Kahlhefen erst bei 25:100 000 gehemmt, während die normale Gährung bei 25:100 000 nur um einige Tage gehemmt und erst bei 50:100 000 aufgehoben wird. Aehnliche günstige Ergebnisse sind nach Rothenbach⁴⁾ und Windisch⁵⁾ (nach letzterem mit Triformaldehyd) bei Brennerei- und Brauereihafen zu erreichen.

Die Salze einiger Schwermetalle wirken nach Mann⁶⁾ durch Bindung des Metalles in der Zelle auf die Hefe giftig. Die tödtende Menge ist proportional der Hefenmenge, schwankt mit der Art der Metalle, der Konzentration der Lösung u. a. Giftig wirkten Salze des Kupfers, Bleies, Eisens, Quecksilbers.

Die Giftigkeit der Hydroxylderivate des Benzols nimmt nach den Untersuchungen von Biernacki⁷⁾ und Yabe⁸⁾ mit der Zahl der Hydroxylgruppen ab.

Die Einwirkung organischer Säuren auf Hefe und Gährung ist für die Praxis der Gährgewerbe vielfach von Bedeutung. Lafar⁹⁾ hat das Verhalten einiger Weinhefen in Mosten untersucht, in denen die natürliche Acidität durch verschiedene organische Säuren ersetzt worden war. Am besten vergährten die weinsauen Moste, während die ungünstigste Beeinflussung bei einer Hefenart durch Essigsäure, bei einer zweiten durch Milchsäure eintrat. In essigsauem Moste machte 0,74% Essigsäure die Gährung sehr träge und minderte die Gesamtleistung erheblich herab. Bei weiteren Versuchen mit 15 verschiedenen Hefenarten zeigte sich, dass bei 0,78% Essigsäure noch alle Arten, bei 0,88% 14 Arten und bei 1% nur noch 3 Arten gohren. Doch war die Einwirkung von 0,78% Essigsäure auf den Gährverlauf bei den einzelnen Arten sehr verschieden. Im Allgemeinen war die Zellvermehrung bei 0,78% Essigsäure stärker als bei den höheren Graden, dagegen die Alkoholbildung der einzelnen Zelle geringer.

Auf die Bierhefen ist nach den Untersuchungen von Meissner¹⁰⁾ die Wirkung der Essig- und Milchsäure, besonders der letzteren, anscheinend stärker. Die Empfindlich-

¹⁾ Cluss: Centralbl. f. Bakteriell., II. Abth., 1895, 1, 769; Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1895, 18, 166.

²⁾ Jörgensen u. Holm: Zeitschr. f. d. gesamte Brauwesen 1893, 16, 126, 143, 191.

³⁾ Oesterr. Chem.-Ztg. 1898, 1, 381.

⁴⁾ Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1896, 19, 41.

⁵⁾ Wochenschr. f. Brauerei 1894, 11, 1531; 1895, 12, 344; Cambies u. Brochet, ebendort 1895, 12, 344, erklären Triformaldehyd für unwirksam.

⁶⁾ Ann. Instit. Pasteur 1894, 785; vergl. auch die Angaben Prior's (Bayr. Brauer-Journ. 1893, 2) über die Giftigkeit des Bleies.

⁷⁾ Pflüger's Archiv 1891, 112.

⁸⁾ Chem. Centralbl. 1894, 2, 1948; Fleck (Untersuchungen zur Feststellung des Werthes der Salicylsäure als Desinfektionsmittel. München 1875, S. 53) hält Salicyl-, Benzoesäure und Phenol nicht für Hefengifte.

⁹⁾ Landw. Jahrbücher 1895, 24, 445.

¹⁰⁾ Meissner, Inaug.-Dissertation Erlangen 1897.

keit der verschiedenen Hefenarten ist auch hier verschieden. Die Gährwirkung ging bei den Hefen Saaz und Froberg schon bei 0,25% Essigsäure, bei Hefe Logos erst bei 0,375% Essigsäure verloren. Bei einer geringeren Menge Essigsäure wurde die Gährungsenergie bei Saaz und Logos verstärkt, bei Froberg vermindert, während Milchsäure auch in geringen Mengen stets vermindern wirkte. Die Alkoholmenge wurde durch Essigsäure nicht, wohl dagegen durch Milchsäure bei Hefe Froberg und Logos vermindert. Nach Effront's¹⁾ Ansicht wirkt die Milchsäure in der Brennerei genau so wie die Flusssäure stimulirend auf die Hefe.

Ueber den Einfluss der Weinsäure auf Bierhefen theilt Hansen²⁾ mit, dass dieselbe die Kulturhefen im Wachstum hemme, dagegen die sog. wilden Hefen begünstige.

Die Wirkung der organischen Säuren auf die alkoholische Gährung ist besonders für die Brennerei von Bedeutung, da hier zuweilen die schädliche Buttersäuregährung eintritt, andererseits die bisher übliche vorbeugende freiwillige Milchsäuregährung neuerdings nach dem Vorschlage Wehmer's³⁾ durch Zusatz technischer Milchsäure zu ersetzen gesucht wird. Nach Wehmer wirkt 1% technische Milchsäure (50%ig) noch nicht störend auf die Gährung der Maische. Buttersäure bleibt nach Wehmer⁴⁾ in der Brennereimaische bei 0,05—0,1% noch ohne Wirkung. 0,25—0,5% verhindern die Sprossung, lassen aber noch lebhaft Gährung zu; 1% hindern auch letztere stark, 2—3% völlig. Erst bei dieser Konzentration hörte auch die Bakterienentwicklung auf. In Zuckerlösungen unterdrücken schon 0,2—0,3% Buttersäure die Gährung und Entwicklung.

Ueber die Giftigkeit verschiedener anderen Stoffe liegen ausser den angeführten Arbeiten noch eine Zahl älterer vor, deren Angaben aber aus den bereits angeführten Gründen mit Vorsicht aufzunehmen sind⁵⁾.

Die Hefen sind im Stande, sich allmählich an gewisse Mengen giftiger Stoffe zu gewöhnen, wie dies Effront für Flusssäure (s. o.), ferner Duclaux⁶⁾ und Müller-Thurgau für schweflige Säure nachgewiesen haben. Kleinere Mengen von Giften wirken, ebenso wie beim Thiere, anreizend auf die Lebensthätigkeit der Hefenzelle, grössere Mengen dagegen lähmend. Schon Liebig⁷⁾ hat hierauf aufmerksam gemacht und Hugo Schulz⁸⁾ und Biernacki haben dieses für eine grosse Anzahl von Giften durch Versuche bestätigt. Letzterer hat auch auf gewisse Beziehungen zwischen chemischer Konstitution und Reizwirkung hingewiesen.

5) Einfluss des Wachsthumzustandes der Hefe auf die Gährung. Nach den Untersuchungen von Elliesen⁹⁾ schwanken Vermehrungs- und Gährungsvermögen sowie -energie bei den verschiedenen Hefen mit dem Alter der Zellen in verschiedener Weise. So

¹⁾ Ann. Inst. Pasteur 1896, 10, 524.

²⁾ Hansen, Untersuchungen aus der Praxis der Gährungsindustrie. Heft II, 17.

³⁾ Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1898, 21, 39.

⁴⁾ Chem.-Ztg. 1901, 25, 42.

⁵⁾ Mitth. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte 1881, 1, 254; 1884, 2, 228; Cohn, Beiträge zur Biologie d. Pflanzen, 1, 30; Müntz, Compt. rend., 80, 1212 über Schwefelkohlenstoff und Chloroform; Mitscherlich, Poggend. Ann., 135, 95 über Quecksilberchlorid; A. Mayer, Centralbl. f. Agrik. Chemie 1872, 376; Wagner, Jour. f. prakt. Chem. 45, 246; Mach, Ann. Oenol. 4, 373 über Alkalien; A. Mayer, Untersuchungen über alkoholische Gährung 1869, 40 über die relativ grosse Unschädlichkeit der Salze der Leichtmetalle. — Von neueren Arbeiten seien erwähnt: Will, Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen 1898, 21, 307 über Maltol; Bokorny, Allgem. Brauer- u. Hopfen-Ztg. 1896, 1573 über verschiedene Stoffe; ebendort 1898, 2999 über Hopfenöl und ätherische Oele; Will, Centralbl. f. Bakteriol., II. Abth., 1902, 9, 875 über verschiedene Desinfektionsmittel des Handels; Rosenstiehl, Compt. rend. 1902, 134, 119 giebt an, dass die Gerbstoffe des Rothweins im Hefoplasmata fixirt werden und die Gährkraft allmählich hemmen.

⁶⁾ Duclaux, Traité de microbiologie 3, 537.

⁷⁾ Ann. Chem. Pharm. 153, Heft 1.

⁸⁾ Zeitschr. f. d. gesammte Brauwesen 1888, 11, 183.

⁹⁾ Centralbl. f. Bakteriol., II. Abth., 1901, 7, 497.

nimmt z. B. bei Hefe Froberg die Vermehrungsenergie anfangs ab, in höherem Alter aber wieder erheblich zu, während dieselbe bei Hefe Logos mit dem Alter gleichmässig steigt.

η) Wettstreit der Hefen und Mischgährungen. Bei gleichzeitiger Anwesenheit mehrerer Hefenarten in einer gährfähigen Flüssigkeit entsteht ein Wettkampf, der je nach den Eigenschaften derselben zu gemeinsamem Leben oder zur Unterdrückung einer Art führt. Van Laer¹⁾ hat in obergährigen Brauereien Betriebshefen beobachtet, die aus Gemischen mehrerer Arten bestanden und deren Zusammensetzung sich jahrelang unverändert hielt. In obergährigen Brauereien sind derartige Mischhefen häufig im Betrieb und leisten nach Ansicht von van Laer²⁾ in Bezug auf Güte des Gährerzeugnisses mehr als Reinzuchthefer.

Meist beeinflussen zwei Hefen ihr Vermehrungsvermögen³⁾ gegenseitig nachtheilig, wenn auch die schwächere Art schliesslich unterliegt. Eine wichtige Rolle spielen hierbei wohl die Stoffwechselerzeugnisse, die in grösseren Mengen hemmend, in geringeren Mengen reizend wirken. Auf diese Weise geht die Vergärung bei solchen Mischinfektionen zuweilen höher⁴⁾ als bei Reinhefegärung. Andererseits entstehen aber auch zuweilen weniger brauchbare Erzeugnisse⁵⁾.

Munsche⁶⁾ und Auerbach⁷⁾ haben über eine Unterdrückung der Kulturhefen durch wilde Hefen bei niederen Temperaturen berichtet. Doch ist hierbei nach Prior⁸⁾ nicht die niedere Temperatur an sich, sondern die bei dieser stark herabgesetzte Diffusionsfähigkeit der Kulturhefenzellwand in Verbindung mit der grösseren Empfindlichkeit der Kulturhefen gegen Säuren die eigentliche Ursache. Die Einhaltung geeigneter Brautemperaturen, um eine brauchbare Hefenart im Betriebe zu begünstigen, ist seit langem in der Praxis bekannt. Die planmässige Durchführung dieser und anderer Massnahmen hat Delbrück⁹⁾ als „natürliche Reinzucht“ bezeichnet.

g) Theorie der Gärung¹⁰⁾. Der erste Versuch, die seit ältesten Zeiten bekannte Erscheinung der alkoholischen Gärung süsser Säfte wissenschaftlich zu erklären, rührt aus dem 18. Jahrhundert von Stahl her, der die Gärung als „innere Bewegung“ auffasste. Ein in innerer Bewegung befindlicher Körper könne, wie Stahl meinte, einen noch ruhigen, aber bewegungsfähigen Körper zur Bewegung fortreissen. Auch zu Anfang des vorigen Jahrhunderts wurde die Gärung noch als ein rein chemischer Vorgang betrachtet, zu dessen Einleitung nach Gay-Lussac¹¹⁾ Sauerstoff nöthig sei, während er, einmal im Gange befindlich, allein weiter fortschreite.

Fast gleichzeitig, im Jahre 1837, kamen drei Forscher zu dem Ergebniss, dass der bei der Gärung stets auftretende Bodensatz, die Hefe, ein Lebewesen sei, und dass die Gärung auf die Lebensthätigkeit desselben zurückgeführt werden müsse. Cagniard de Latour¹²⁾

¹⁾ Bayer. Brauer-Journal 1896, 75.

²⁾ Wochenschr. f. Brauerei 1894, 17, 440 u. 887.

³⁾ Vuylsteke, Zeitschr. f. gesammte Brauwes. 1888, 11, 24; 1889, 1; Syré: Centralbl. f. Bakteriöl., II. Abth., 1899, 5, 6.

⁴⁾ Schukow, Centralbl. f. Bakteriöl., II. Abth., 1896, 2, 359.

⁵⁾ Becker, Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen, 1899, 22, 5; Hansen: Praxis der Gärungsindustrie, Heft 2, 96.

⁶⁾ Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1895, 18, 198; Wochenschr. f. Brauerei 1895, 12, 189.

⁷⁾ Wochenschr. f. Brauerei 1895, 12, 177.

⁸⁾ Prior, Chemie und Physiologie des Malzes und Bieres 1896, 464.

⁹⁾ Wochenschr. Brauerei 1895, 12, 65; 732; Zeitschr. f. d. ges. Brauwes. 1895, 18, 113.

¹⁰⁾ Ausführliche Darstellungen in Lafar, Techn. Mykologie Bd. I.; Ad. Mayer, Gärungschemie, 5. Aufl. 1902; E. u. H. Buchner und Hahn, Die Zymasegärung, Berlin und München 1903; Green-Windisch, Die Enzyme, 1901; Oppenheimer, Die Fermente, 1900; Ahrens, Das Gärungsproblem, Stuttgart 1902.

¹¹⁾ Ann. de chim. 76, 245.

¹²⁾ Ebendort 68, 220.

theilte mit, dass die Hefe aus Kügelchen bestehe, die sich vermehren, und wahrscheinlich eine Pflanze sei, die nur im lebenden Zustande auf den Zucker zersetzend wirke. Schwann¹⁾ wies nach, dass die Hefe sicher eine Pflanze, und zwar nach Meyen's Ansicht ein Pilz sei, dem dann der Name *Saccharomyces Meyen* gegeben wurde. Kützing²⁾ kam zu demselben Ergebniss.

Diese „vitalistische“ Erklärung der Gährung rief bei den Chemikern der damaligen Zeit scharfen Widerspruch hervor. Besonders J. v. Liebig³⁾ (1839 u. 1840) erklärte (ähnlich wie Stahl) die Hefe für einen in Zersetzung befindlichen Eiweisskörper, der die Bewegung seiner Moleküle auf die des Zuckers übertrage und denselben dadurch ebenfalls zur Zersetzung anregte. Schon Berzelius⁴⁾ hatte 1828 sich ähnlich, nämlich dahin geäussert, dass die Hefe „katalytisch“ wirke. Demgegenüber bestätigten aber verschiedene Forscher wie Mitscherlich⁵⁾, Helmholtz⁶⁾, Schröder und Dusch⁷⁾, van den Broek⁸⁾, dass der Gährungsvorgang sicherlich mit der Lebensthätigkeit von Organismen verknüpft sei. Endgültig beseitigt wurde die einseitige Liebig'sche Zersetzungstheorie durch die Untersuchungen Pasteur's⁹⁾, der die Gährung auch in eiweissfreien Zuckerlösungen mit geringsten Mengen Hefe einleiten konnte, und zeigte, dass die Hefe bei der Gährung nicht fault und die Gährung mit ihrem Absterben aufhört. Auch v. Liebig konnte sich Pasteur's Beweisen auf die Dauer nicht verschliessen.

War damit sicher gestellt, dass lebende Wesen die Urheber der Gährung seien, so entstand nun die Frage, wie die Gährung zu Stande komme und welchen Werth sie für die lebende Zelle habe. Schwann hatte die Ansicht ausgesprochen, dass der Zucker von der Hefe zur Ernährung verbraucht werde und die dabei übrig bleibenden organischen Reste zu Alkohol zusammenträten. Diese von A. Mayer befürwortete, von v. Liebig heftig bekämpfte Anschauung lässt sich, wie besonders Nägeli klargestellt hat, nicht halten, da von 100 Thln. von der Hefe aufgenommenem Zucker nur ein Theil als neugebildete Körpermasse wieder erscheint. Auch spricht der bei gährenden Organismen häufig zu beobachtende Verlust des Gährvermögens ohne Beeinträchtigung des Vermehrungs- und Assimilationsvermögens dagegen. Eine andere Erklärung der Gährung hat Pasteur versucht. Da einig der von ihm entdeckten obligat anaëroben Bakterien ihre Gährthätigkeit (aber auch ihre Lebensthätigkeit überhaupt, wie jetzt bekannt ist) bei Luftzutritt einstellen, nahm er an, dass auch ursprünglich aërobe Arten bei Mangel an freiem Sauerstoff letzteren den organischen Verbindungen entziehen und dadurch Gährung verursachen. Die Gährung sei ein Ersatz für die Athmung und eine Anpassung an das Leben ohne Luft. Dem entspricht aber nicht die Thatsache, dass der Sauerstoff (s. oben S. 1180) ohne Einfluss auf die Gährung ist, dieselbe höchstens durch die bei seiner Anwesenheit kräftige Vermehrung der Hefe in ihrem Verlaufe beschleunigt.

Nägeli¹⁰⁾ dagegen fasste die Gährung als die Uebertragung von Bewegungszuständen der Moleküle des lebenden Plasmas, welches hierbei unverändert bleibt, auf das Gährmaterial auf, wodurch das Gleichgewicht zwischen dessen Molekülen gestört werde und dieselben

¹⁾ Poggendorff's Ann. Phys. 1837, II, 11, 184.

²⁾ Journ. f. prakt. Chem. 1837, 2, 385.

³⁾ Ann. Chem. u. Pharm. 1839, 29, 100; 30, 250. v. Liebig, Die organ. Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur u. s. w. 1840. S. 202.

⁴⁾ Jahresber. über Fortschr. d. physischen Wissenschaften 1830, 18, 400.

⁵⁾ Ann. Chem. u. Pharm. 1842, 44, 201.

⁶⁾ Journ. f. prakt. Chem. 1844, 31, 435.

⁷⁾ Ann. Chem. u. Pharm. 1853, 89, 232; 1860, 117, 273.

⁸⁾ Ebendort 1860, 115, 75.

⁹⁾ Compt. rend. 1857, 45, 1032; 1858, 46, 179; 1858, 47, 227, 1011; 1859, 48, 640, 735, 1149; 1860, 50, 303, 849, 1083; 1861, 52, 1142, 1260; 1862, 54, 1270; 1863, 56, 989; 1875, 80, 452. Ann. chim. phys. 1860, III, 58, 323; 1872, IV, 25, 145.

¹⁰⁾ Nägeli, Theorie der Gährung. München 1879, 26.

zerfallen. Er berechnete den Wirkungsradius einer Zelle auf 20–50 μ . Diese geistreiche Hypothese hat keinerlei Bestätigung gefunden. Es ist auch an sich wenig wahrscheinlich, dass ein mit dem Freiwerden so vieler Energie verlaufender Vorgang ausserhalb der Zelle, also ungenutzt für diese stattfinden sollte.

Eine andere Theorie, die in letzter Zeit wieder von Bedeutung geworden ist, stammt von Traube¹⁾ aus dem Jahre 1858 her. Traube nahm an, dass die Gährung durch gewisse in der Zelle enthaltene Enzyme bewirkt werde, welche durch Aeusserung bestimmter chemischer Affinitäten den Zerfall des Zuckers hervorrufen. Diese Enzymtheorie fand viele Anhänger, so Berthelot, Claude Bernard, Schönbein, Schaer und Hoppe-Seyler²⁾; auch Brefeld³⁾ trat entschieden für die rein chemische Natur der Gährung ein, die an sich mit der Entwicklung und der Vermehrung der Hefenzelle nichts zu thun habe. A. Bayer⁴⁾ zeigte, dass die Gährung des Zuckers sich in sehr klarer Weise durch Verschiebung der Hydroxylgruppen im Zuckermolekül, Akkumulation derselben an einzelnen Atomen und dort eintretende Sprengung erklären lasse, Reaktionen, die sich an anderen organischen Verbindungen leicht künstlich erzielen lassen, und zu denen die Hefenzelle den Anstoss gebe (vergl. S. 1189). Doch wurden von anderer Seite, besonders von Sachs und Nägeli, erhebliche Einwände gegen die Enzymtheorie erhoben, weil die sonst bekannten, durch Enzyme bewirkten Zersetzungen einfacher Natur nur einfache Hydrolysen seien, während der Zerfall des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure eine complicirte Zersetzung darstelle. Auch Versuche von A. Mayer⁵⁾, Pasteur⁶⁾, Nageli⁷⁾ und Löw, ein derartiges Alkoholenzym aus der Hefe darzustellen, misslangen.

Etwas mehr Boden gewann die Traube'sche Enzymtheorie, als es anfangs der neunziger Jahre gelang, aus der Hefe verschiedene Enzyme (S. 1166) darzustellen, welche nicht aus der Zelle heraustreten und erst durch Zerstörung der Zelle frei werden. Es waren dies die die Maltose hydrolysirende Glukase, die die Saccharose invertirende Invertase des Pilzes *Monilia candida* u. a. Für die Auffassung des Gahrungsvorganges als einer chemischen Umsetzung zwischen bestimmten chemischen Stoffen des Hefenprotoplasmas und dem Zucker brachten auch E. Fischer's⁸⁾ Untersuchungen über die Enzymwirkungen Aussichtsblicke. Er wies nach, dass die Enzyme in der Regel von zwei optisch entgegengesetzten Hexobiosen oder Disacchariden nur die eine Form zu hydrolysiren vermögen und der früher angenommene Unterschied zwischen der chemischen Thätigkeit der lebenden Zellen und der Wirkung der chemischen Agentien in Bezug auf molekulare Asymmetrie thatsächlich nicht besteht. Eine Aeusserung von Low⁹⁾ (1886) geht in ähnlicher Richtung dahin, dass wohl ein bestimmter Theil des Protoplasmas, „der Zymoplast“, lediglich die Gährthätigkeit besorge. Auch die Beobachtung von Will¹⁰⁾ (1896), dass neun Jahre lang gelagerte, todt e Hefe in Zuckerlösung noch kräftige Gährung erzeuge, schien darauf hinzudeuten, dass die Gährthätigkeit an bestimmte widerstandsfähigere Stoffe der Hefenzelle gebunden sei und von diesen auch bei aufgehobener Lebensthätigkeit der Zelle noch ausgeführt werden könne.

Es ist dann im Jahre 1897 E. Buchner¹¹⁾ in der That gelungen, aus zerriebener Hefe

¹⁾ Traube, Theorie der Fermentwirkungen. Berlin 1858; Berichte d. deutschen chem. Gesellsch. 1877, 10, 1984; ebendort 1895, 28, Ref. 1092; Ges. Abhandlungen, Berlin 1899, S. 74.

²⁾ Archiv f. ges. Physiologie, 12, 1.

³⁾ Berichte d. deutschen chem. Gesellsch. 1874, 7, 1069; Landw. Jahrb. 1874, 3, 65.

⁴⁾ Berichte d. deutschen chem. Gesellsch. 1870, 3, 63.

⁵⁾ A. d. Mayer, Gahrungchemie 1895, S. 65.

⁶⁾ Ann. brass. distill. Paris 1898, 1, 512.

⁷⁾ Sitzungsber. d. bayer. Akad. d. Wissenschaften. Mathem.-physik. Klasse, 4. Mai 1878, 177.

⁸⁾ Berichte d. deutschen chem. Gesellsch. 1894, 24, 2993.

⁹⁾ Journ. f. prakt. Chem. 33, 351; Centralbl. f. Bakteriol., II. Abth., 1901, 7, 436.

¹⁰⁾ Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen 1896, 19, 20.

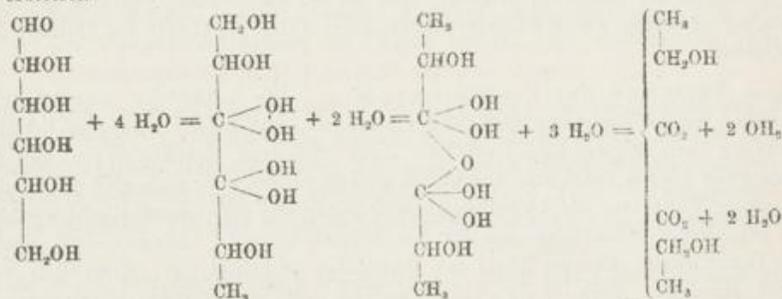
¹¹⁾ Berichte d. deutschen chem. Gesellsch. 1897, 30, 117. Eine Zusammenstellung sämtlicher über die Zymase bisher veröffentlichten Arbeiten bringt das Werk von E. u. H. Buchner u. Hahn, Die Zymasegährung. München und Berlin 1903.

durch hohen Druck eine Flüssigkeit, den sog. Hefenpresssaft, zu gewinnen, welche Zucker kräftig vergährt. Durch Füllen mit Alkohol und Aether lässt sich ein Niederschlag aus dem Presssaft erhalten, der, in Wasser gelöst, wieder Gährung erzeugt. Eintrockneter Presssaft lässt sich noch lange Zeit aufbewahren, ohne an Gährkraft erheblich abzunehmen. Ferner aber kann man auch mit intakten Hefenzellen, die vorsichtig durch Erwärmen oder durch Aether oder Aceton getödtet wurden, Gährung in Zuckerlösungen erzeugen. E. Buchner betrachtet daher wohl nicht mit Unrecht den Gährung erregenden Stoff als mit dem Protoplasma der Hefe nicht gleich und fasst ihn als ein Gährungsenzym auf, dem er den Namen Zymase gegeben hat. Im Gegensatz zu ihm halten verschiedene Physiologen die Zymase für besonders widerstandsfähige Theile des Protoplasmas. Näheres über die Zymase findet sich im Abschnitt über die Hefenzymen S. 1170.

Der Gährvorgang selbst kann also nach diesen neuesten Forschungen als rein chemischer Vorgang zwischen der Zymase und dem Zucker betrachtet werden, der an sich von der Lebensthätigkeit der Hefe unabhängig ist. Die lebende Zelle kommt bei der Gährung nur noch soweit in Betracht, als sie die Zymase erzeugt. Dagegen ist über die bei dem Zerfall des Zuckers sich abspielenden Vorgänge, über die Entstehung der Zymase und die dieselbe verursachenden Umstände nichts bekannt.

Die Schwierigkeit, welche die Einreihung des verwickelten Zersetzungs Vorganges des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure unter die übrigen einfachen enzymatischen Vorgänge bringt, sucht Buchner durch Heranziehung der Hypothese A. d. Baeyer's (S. 1188) zu beseitigen.

Darnach kann man sich den Zerfall des Zuckermoleküls in folgenden Stufen verlaufend vorstellen:



Hiernach wäre der Zerfall des Zuckermoleküls in Alkohol und Kohlensäure ebenfalls eine Hydrolyse.

h) Die Selbstgährung und Selbstverdauung der Hefe. Unter Selbstgährung der Hefe versteht man die Erscheinung, dass ohne Nährstoffe aufbewahrte frische, feuchte Hefe Kohlensäure und Alkohol bildet. Später zerfällt die Hefe dann weiter. Doch gehört dieser zweite Vorgang, streng genommen, nicht mehr zu der Selbstgährung, sondern ist besser als Selbstverdauung zu bezeichnen.

Die schon lange Zeit bekannte Selbstgährung ist neuerdings von Lintner¹⁾ genauer verfolgt worden. Bei der Selbstgährung werden das in den Zellen vorhandene Glykogen nach vorheriger Verzuckerung, vielleicht auch noch andere Kohlenhydrate, nicht aber die Cellulose zu Alkohol und Kohlensäure vergohren. Nach 42-stündiger Gährdauer waren 6--8% der Trockensubstanz an Alkohol entstanden. Bemerkbar war ein starker Fruchtgeruch.

Die Selbstgährung beeinträchtigt die zuckervergärende Kraft der Hefe nicht.

Das Verhalten einiger Salze in konzentrierten Lösungen zur Selbstgährung ist verschieden. Die Sulfate des Zinks, Magnesiums und Eisens wirken fördernd, die des Kupfers

¹⁾ Centralbl. f. Bakteriol., II. Abth., 1899, 5, 793.

und Mangans emmend. Von den Phosphaten wirkt Na_2HPO_4 hemmend, KH_2PO_4 fördernd; Ammonsalze, Nitrate und Chloride wirken hemmend.

Harden¹⁾ und Rowland beobachteten, dass Hefe, bei 14° aufbewahrt, nach 16 Tagen, bei 50° nach 1½ Stunden verflüssigt wurde. Es wurde aus dem Glykogen bei Luftzutritt und -abschluss Kohlensäure und Alkohol gebildet. Kurz vor dem Eintritt der Verflüssigung hörte die Gährung auf. Bei Luftabschluss entstanden Alkohol und Kohlensäure im Verhältniss wie bei der regelrechten Gährung.

Es handelt sich bei der Selbstgährung vermuthlich um einen Vorgang von Energieerzeugung für die Zelle.

Die Selbstverdauung tritt ein, wenn Hefe unter Desinfektionsmitteln (z. B. Toluolwasser), welche jede Pilzentwicklung ausschliessen, aufbewahrt wird. Es erfolgt dann im Anschluss an die Vergährung des Glykogens eine Zersetzung der Proteinstoffe der Hefenzelle durch die dieser innewohnende Endotryptase. Kutscher²⁾ fand an Zersetzungstoffen Tyrosin, Guanin, Adenin, Asparaginsäure, Histidin, Arginin, Lysin und Ammoniak, ferner einen Körper von der Zusammensetzung $\text{C}_8\text{H}_8\text{N}_4\text{O}_4$.

Auch bei der Selbstverdauung des Hefenpresssaftes haben Hahn³⁾ und Geret ähnliche Zersetzungstoffe erhalten. Auffällig ist, dass bei der Selbstverdauung der Hefe anfangs die Menge der stickstoffhaltigen Basen steigt, dann aber wieder abnimmt, sodass schliesslich das Verhältniss des Amido-Stickstoffs zum Basen-Stickstoff wieder das ursprüngliche ist. Albumosen traten bei der Selbstverdauung nur vorübergehend, Peptone nie auf.

Die Selbstverdauung der Hefe kann nach R. und W. Albert⁴⁾ durch die Gram'sche Färbung unter dem Mikroskope schrittweise verfolgt werden.

Im Anschluss sei hier noch bemerkt, dass bei der eigentlichen Fäulniss der Hefe, d. h. der Zersetzung derselben durch Fäulnissreger, nach Alex. Müller⁵⁾ die üblichen Fäulnissstoffe auftreten.

i) Die Variation der Saccharomyceten. Die praktische Anwendbarkeit des Hansen'schen Reinzuchtssystems fusst auf der Annahme, dass die Reinhefe im Betriebe keine Veränderungen ihrer Eigenschaften erleide. Nach mehreren Beobachtungen von Hansen u. a. treten zwar bei der Betriebshefe zuweilen Veränderungen auf, doch sind die neuen Eigenschaften solcher Varietäten meist vorübergehender Natur und verschwinden bald wieder, sodass sie keine erheblichen Schwierigkeiten für den Betrieb bilden⁶⁾. Jörgensen⁷⁾ beobachtete, dass eine Betriebshefe, die zum Theil aus Hautzellen gezüchtet war, allmählich schlechten Geschmack erzeugte. Auch Will⁸⁾ hat Aehnliches bei Verwendung der Hautzellen einer sonst guten Hefe beobachtet. Henneberg⁹⁾ hat neuerdings bei einer untergährigen Hefe plötzliches Auftreten obergähriger Eigenschaften beobachtet, die sich als sehr beständig erwiesen. Im Gegensatz zu den meist vorübergehenden Variationen der Betriebshefen lassen sich, wie Hansen¹⁰⁾ durch zahlreiche Untersuchungen gezeigt hat, künstlich sehr beständige Varietäten erzielen. Die einzige Variation, die sich künstlich mit Sicherheit beherrschen lässt, ist die des Verlustes der Sporenbildung, mit der meistens auch die Fähigkeit der Hautbildung verloren geht. Solche beständige asporogene Varietäten entstehen, wenn

¹⁾ Journ. chem. Soc. London 1901, 79, 1227.

²⁾ Zeitschr. f. physiol. Chem., 1901, 32, 59.

³⁾ E. u. H. Buchner u. Hahn: Die Zymasegährung. 1903, 293.

⁴⁾ Centralbl. f. Bakteriol., II. Abth., 1901, 7, 737.

⁵⁾ Journ. f. prakt. Chem. 70, 65.

⁶⁾ Wortmann (Centralbl. f. Bakteriol., II. Abth., 1896, 2, 34) hat einen Einfluss länger dauernder Gährung und Lüftung auf Weinhefen nicht feststellen können.

⁷⁾ Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen 1898, 21, 113, 379.

⁸⁾ Ebendort 1895, 18, 249.

⁹⁾ Wochenschr. f. Brauerei 1900, 17, 633.

¹⁰⁾ Compt. rend. trav. Carlsberg 1898, 4, 93; 1900, 5, 1.

die Hefen lange Zeit bei einer das Maximum für die Sporenbildung überschreitenden Temperatur gezüchtet werden. Die höhere Temperatur ist der wesentliche Faktor, während andere Einflüsse, wie Ernährung, Bewegung, Lüftung höchstens zu rasch vorübergehenden asporogenen Varietäten führen, die wieder in die Urform zurückfallen¹⁾. Gleichzeitig mit dem Verlust der Sporenbildung geht zuweilen eine Veränderung in Betreff der Alkoholerzeugung sowie anderer für die Praxis werthvollen oder schädlichen Eigenschaften einher.

k) Der Kreislauf der Hefen in der Natur. Nach den eingehenden Untersuchungen von Hansen²⁾ sind die normalen Brutstätten der Hefen die verletzten Oberflächen süsser, saftiger Früchte, in deren Saft sie sich ausserordentlich stark vermehren, während andere natürliche Flüssigkeiten weniger in Betracht kommen. Von den Früchten gelangen die Hefen durch Regen oder beim Abfallen derselben auf die Erde und verbleiben hier während des Winters und Frühjahrs, um dann durch den Wind oder auch durch Regen wieder auf ihre Sommerbrutstätten übertragen zu werden. Auch den Insekten kommt durch Verschleppung der Hefen von einer Frucht zur anderen eine Rolle bei der Verbreitung derselben zu. Entsprechend diesem Kreislaufe zwischen Erde und Früchten sind die Böden in Obstgärten besonders reich an Hefen, während ihre Zahl mit der Vergrösserung des Radius abnimmt. Auf Gebirgen hat Hansen von gewissen Höhen an Hefen im Boden nicht mehr gefunden. Für die Praxis haben diese Feststellungen insofern eine grosse Bedeutung, als sie zeigen, dass der vom Winde aufgewirbelte Staub, in zweiter Linie Insekten die Hauptinfektionsträger für die Gährbetriebe sind und die Infektion in Brauereien in erster Linie auf den offenen Kühlschiffen stattfindet.

Aehnliche Befunde wie die von Hansen sind von Wortmann³⁾ und Müller-Thurgau⁴⁾ erhalten worden, während andere Forscher, z. B. Berlese⁵⁾, den Darm der Insekten für den Winteraufenthaltort der Hefen halten, eine Anschauung, die durch Klöcker's Untersuchungen als nicht zutreffend erwiesen wurde.

l) Die wichtigsten Hefenarten des Brauerei-, Brennereibetriebes und der Weinbereitung. Als Kulturhefen bezeichnet man solche Hefen, die seit langer Zeit in den Gährungsgewerben kultivirt worden sind, und gewisse Eigenschaften besitzen, die sie für diese Gewerbe werthvoll machen. Alle anderen in der Natur vorkommenden Hefen werden „wilde“ genannt. Sie sind theils gefährliche Feinde für die Gährungsbetriebe, theils harmloser Natur.

Von den in der Literatur häufiger erwähnten, für die Praxis zum Theil sehr wichtigen Arten seien folgende erwähnt:

1. *Saccharomyces cerevisiae* I Hansen, stammt aus englischen und schottischen Brauereien. Kräftige Bieroberhefe.
2. Carlsberg Unterhefen Nr. 1 und 2 von Hansen, von denen Nr. 1 ein sehr haltbares Bier liefert, aber weniger gut klärt, während Nr. 2 sich umgekehrt verhält.
4. Vier untergährige Bierhefen von Will (s. o.), von denen zwei hoch, eine mittel-mässig und eine niedrig vergähren.
5. Brennereihefe Rasse II der Berliner Station, stammt aus einer Brennerei West-

¹⁾ Ueber die Erzeugung asporogener Rassen und Rückbildung derselben hat auch Beyerinck mit *Schizosaccharomyces octosporus* Versuche angestellt (Centralbl. f. Bakteriol., II. Abth., 1897, 3, 449; 1898, 4, 657.)

²⁾ Compt. rend. trav. Carlsberg 1881, I, 157; III, 154: Diese Untersuchungen erfolgten mit der nicht zu den *Saccharomyceten* gehörenden Art *Saccharomyces apiculatus*. Centralbl. f. Bakteriol., II. Abth., 1903, 10, 1 finden sich Untersuchungen über das Vorkommen der Kulturhefen.

³⁾ Weinbau u. Weinhandel 1898, 16, 278.

⁴⁾ Ebendort 1894, 12, 428. Müller-Thurgau schlug auch vor, zur Anreicherung der Weinhefen im Boden die Trester in den Weinbergen einzugraben.

⁵⁾ Centralbl. f. Bakteriol., II. Abth., 1897, 3, 592.

- preussens; Oberhefe vom Froberg-Typus; eignet sich sehr gut zur Vergärung hochkonzentrierter, schwer gärender Maischen. Sie wird in deutschen Brauereien allgemein benutzt.
6. Rasse V der Berliner Station wird für die Presshefefabrikation benutzt.
 7. *Saccharomyces Pastorianus* I, II, III Hansen, Krankheitshefen im Bier. I erzeugt bitteren Geschmack, III verursacht Trübungen. Alle drei Arten kommen in der Luft vor. I ist eine Unterhefe, II und III sind Oberhefen. I kann bei der Weinbereitung ein gutes Erzeugniss liefern.
 8. *Saccharomyces ellipsoideus* I, II Hansen. I wurde von Hansen auf Vogesen- trauben gefunden. Sie ist eine der zahlreichen, ihr sehr ähnlichen Wein- hefen, welche mit dem Namen ihrer Herkunft (z. B. Johannisberg II, Walporz- heim) u. s. w. unterschieden werden. II ist eine Krankheitshefe der untergährigen Brauereien; sie erzeugt Trübungen. Zwei ähnliche Arten sind von Will be- schrieben.
 9. *Saccharomyces Ilicis* u. *S. Aquifolii* Grönlund; sie kommen auf den Früchten von *Ilex aquifolium* vor. Erstere ist unter-, letztere obergährig. Beide erzeugen in Würze schlechten Geschmack.
 10. *Saccharomyces pyriformis* Marshall Ward; sie bewirkt die alkoholische Gärung des englischen Ingwerbieres; sie bildet gemeinsam mit *Bacterium vermiforme* (s. Milchsäuregärung S. 1197) die sogen. Ginger Beer Plant.
 11. *Saccharomyces membranaefaciens* Hansen, kommt in Wein, Wasser u. a. vor. Diese Art erzeugt keinen Alkohol aus Zucker, sondern Säuren, wächst noch bei 12 % Alkohol, verzehrt Aepfel-, Essig-, Bernsteinsäure und zerstört das Bouquet des Weines.
 12. *Saccharomyces mali* Duclauxi Kayser, aus Cider; sie vergärt Invertzucker und erzeugt Bouquetstoffe.
 13. *Schizosaccharomyces Pombe* Lindner, aus dem Hirsebier der afrikanischen Neger; Oberhefe, welche auch Dextrin vergärt und in südamerikanischen Brennereien mit Vortheil verwendet wird.
 14. *Schizosaccharomyces mellacei* Jørgensen, aus Jamaika-Rum; Greg (s. u.) will in den Rum-Maischen acht *Schizosaccharomyces*-Arten gefunden haben.
 15. *Schizosaccharomyces octosporus* Beyerinck, von Rosinen und Korinthien; die Art ist wegen ihrer eigenartigen Askusbildung wichtig (s. o.).

m) Die bei der Herstellung anderer alkoholischer Getränke thätigen Pilze. In aussereuropäischen Ländern nehmen an der Herstellung alkoholischer Getränke neben *Saccharomyceten* häufig andere Pilze Theil, welche theils eine geringe Alkoholgärung bewirken, theils aber die Verzuckerung der Stärke statt der in europäischen Betrieben üblichen Diastase des Gerstenkeims bewirken. Besonders sind es einige Arten der *Mucoreen*, welche in Asien sowohl für die Verzuckerung als auch für die Vergärung verwendet werden. *Mucor Rouxii*¹⁾ ist das wirksame Lebewesen der sog. chinesischen Hefe, welche in China und den benachbarten Ländern für die Herstellung von Reisbranntwein verwendet wird. Zur Herstellung dieser Hefe wird gequollener Reis, mit einigen Drogen gemischt, einige Tage bei 30° auf Reisspelzen im Dunkeln liegen gelassen. Die weisslichen Ballen werden dann vorsichtig getrocknet, gepulvert und gekochtem Reis zugesetzt, der alsbald theilweise verzuckert wird. Die Masse wird dann mit Flusswasser versetzt und der alkoholischen Gärung überlassen, welche wohl durch spontan hineingelagte Hefen ver-

¹⁾ Eine eingehende Arbeit über diesen Pilz hat Wehmer, *Centralbl. f. Bakteriol.*, II. Abth., 1900, 6, 353 veröffentlicht. Aeltere Arbeiten sind von Calmette, *Ann. Instit. Past.* 1892, 6, 604 und Eijkmann, *Centralbl. f. Bakteriol.* 1894, 16, 99.

ursacht wird. Der durch Destillation daraus erhaltene Branntwein enthält etwa 36% Alkohol. *Mucor Rouxii* verzuckert am kräftigsten bei 35–38°. Der aus der Stärke entstehende Zucker soll Glukose sein. Zwingt man den Pilz unter der Oberfläche zu wachsen, so spaltet er aus der Glukose Alkohol ab. Nach Sitnikoff und Rommel¹⁾ geschieht dies auch aus d-Mannose, Fruktose, Galaktose, Trehalose, Maltose, Dextrin, nicht aber aus Raffinose, Lactose, Saccharose und Melibiose. Der Pilz bildet stets erhebliche Mengen Säure.

Zwei andere *Mucor*-Arten sind neuerdings unter den Namen β -Amylomyces und γ -Amylomyces von Collette und Boidin beschrieben worden, welche dieselben auf japanischem bzw. tonkinesischem Reis aufgefunden haben. Nach Sitnikoff²⁾ und Rommel vergähren diese beiden Pilze Glukose, Fruktose, d-Mannose, Galaktose, Maltose und Dextrin zu Alkohol, die β -Art ferner auch Saccharose, Melibiose, Raffinose und Inulin, die γ -Art Trehalose. Sie verzuckern energischer als *Mucor Rouxii*.

Mucor Cambodja wurde von Chrzaszcz³⁾ aus chinesischer Hefe aus Cambodja gezüchtet. Derselbe erzeugte in 10%-iger Glukoselösung in 20 Tagen 1,06% Alkohol.

Raggi oder javanische Hefe und Tapej sind zwei Erzeugnisse, welche auf Java für die Vergärung der Melasse zu Arrak benutzt werden. Raggi wird dadurch hergestellt, dass man einen Teig aus gestampftem Zuckerrohr und Wurzelstock von *Alpinia galanga* trocknen lässt, zerkleinert, mit Wasser und Citronensaft versetzt, einige Tage stehen lässt und den breiigen Rückstand dann zu Kuchen formt und diese trocknen lässt. Tapej erhält man, wenn man weichgekochten Klebreis, mit Raggi bestreut, einige Tage stehen lässt. Der Reis ist dann in eine halbflüssige, süß-säuerliche Masse verwandelt, mittels derer nun die Melasse in Gärung versetzt wird.

Die wirksamen Gährpilze des Raggi und Tapej sind *Mucoreen*, welche die Verzuckerung bewirken, und *Saccharomyces*, welche die alkoholische Gärung verursachen. Von ersteren sind von Went⁴⁾, Prinsen-Geerligs⁵⁾ und Wehmer⁶⁾ drei Arten gefunden worden: *Chlamydomucor oryzae*, *Rhizopus oryzae* und *Mucor javanicus* (letzterer auch in chinesischer Hefe), von denen nach den bisherigen Feststellungen die beiden ersten Arten wohl als die wichtigsten verzuckernden Arten zu betrachten sind. Sie bilden aus Stärke Glukose. Jedoch schwankt die Ausbeute an Zucker nach der Herkunft der Stärke. Dieselbe beträgt bei Mais- und Kartoffelmehl 8%, Weizenmehl 29%, gewöhnlichem Reis 44%, Klebreis 64%. *Mucor javanicus* bewirkt ebenso wie *Mucor Rouxii* kräftige Gärung.

An Alkoholgährern enthalten Raggi und Tapej nach den Untersuchungen von Went und Prinsen-Geerligs einen echten *Saccharomyces*, *Saccharomyces Vordermanni*, welcher Glukose, Fruktose, Saccharose, Maltose, Raffinose vergährt und seine Thätigkeit bei 9–10% Alkohol einstellt. Der von dieser Art erzeugte Arrak zeichnet sich durch sehr feinen Geschmack aus. Ferner wurde ein hefenartiger Fadenpilz *Monilia javanica* aufgefunden, der in derselben Weise gährt wie der *Saccharomyces*, aber nur bis zu 5% Alkohol liefert und seine Thätigkeit bei Luftabschluss einstellt. Der von dieser Art erzeugte Arrak ist minderwerthig an Geschmack.

Es wird in den letzten Jahren in Europa versucht, beim Vermaischen das Malz durch die oben beschriebenen *Mucor Rouxii*, β - und γ -Amylomyces zu ersetzen⁷⁾. Es

¹⁾ Wochenschr. f. Brauerei 1900, 17, 621.

²⁾ Centralbl. f. Bakteriöl. II. Abth. 1901, 7, 245.

³⁾ Ebendort 1901, 7, 326.

⁴⁾ Ebendort 1895, 1, 501, 504; 1901, 7, 313; dort findet sich eine Uebersicht über die ver-zuckernden Pilze des Raggi.

⁵⁾ Chem.-Ztg. 1895, 19, 1681; 1898, 22, 71.

⁶⁾ Centralbl. f. Bakteriöl. II. Abth., 1900, 6, 610; weitere Angaben über Raggi finden sich ebendort I. Abth., 1894, 16, 99 von Eijkmann.

werden Kartoffeln oder Mais sterilisirt, in keimdichten Apparaten mit den Pilzen geimpft und nun unter ständiger Bewegung und Lüftung der Verzuckerung überlassen. Die alkoholische Gährung wird meist nicht durch diese Mucoreen, sondern durch gleichzeitig eingeführte Reinhefe bewirkt.

Zur Verzuckerung der Stärke werden in überseeischen Ländern ferner Vertreter der Aspergilleen verwendet. Von besonderer Bedeutung ist *Aspergillus oryzae*, welcher bei der Sakebereitung in Japan zur Verzuckerung benutzt wird. Der Sakebranntwein, das in sehr grossen Mengen verbrauchte, übliche alkoholische Getränk der Japaner, wird in folgender Weise dargestellt: Gedämpfter Reis wird mit Samen-Koji versetzt, d. h. mit einer Reiskultur des *Aspergillus oryzae*. Aus dem so hergestellten Koji wird dann zunächst ein zweites Präparat, Moto, erzeugt, indem gedämpfter Reis, mit Koji versetzt, längere Zeit bei niedriger Temperatur gehalten wird. Der Reis wird hierbei verflüssigt und es tritt allmählich spontane Alkoholgährung ein, die nach 14 Tagen ihr Ende erreicht. Das Moto ist nach dieser Zeit eine milchsäure, hefenhaltige Maische, mit welcher nun die eigentliche Sakegährung bewirkt wird. Gedämpfter Reis wird mit Koji, Moto und Wasser angerührt und 2 Wochen der Gährung überlassen. Der Sake wird dann abgepresst und lagern gelassen. Der Koji enthält als Hauptwesen den von Wehmer¹⁾ genauer beschriebenen *Aspergillus oryzae* und eine zuerst von Kozai²⁾ eingehender untersuchte echte Hefe, die Sakehefe. Daneben kommen noch andere Schimmelpilze und hefenartige Organismen und Bakterien vor. Die Fabrikation des Moto hat den Zweck, die Sakehefe zu kräftiger Entwicklung zu bringen. Dieselbe gehört zu den obergährigen Hefen, vergärt Saccharose, Maltose, Glukose, Fruktose, nicht aber Laktose.

In ähnlicher Weise wird das alkoholische Getränk Awamori auf den Luchu-Inseln (zwischen Formosa und den Kiuschu-Inseln) hergestellt. Das diastatische Enzym wird ebenfalls durch *Aspergillus oryzae* im Koji geliefert, aus dem zunächst eine Maische „Moromie“ erzeugt wird, welche den zu verarbeitenden Reis in Gährung versetzt. Nach Inui³⁾ kommen bei dieser Fabrikation an Fadenpilzen der dem *Aspergillus Wentii* verwandte *A. luchuensis*, seltener ein *A. perniciosus*, an Hefen *Saccharomyces Awamori* und *S. anomalus* in Betracht, welcher letztere anscheinend das Aroma erzeugt.

Auch in Brennereien von Nordamerika wird die diastatische Kraft des *Aspergillus oryzae* statt des Malzes verwendet.

Auch bei der Herstellung der japanischen Sojasauce, sowie des japanischen Sojabohnenbreies Miso findet Koji Verwendung (S. 563). Dagegen bewirkt die diastatische Umwandlung in der auf Java hergestellten chinesischen Sojasauce (Tao-Yu) und dem chinesischen Bohnenkäse (Tao-Tjiung) nach den Angaben von Prinsen-Geerligs⁴⁾ der von Wehmer⁵⁾ beschriebene *Aspergillus Wentii*, der auch die Zellwandungen löst und Proteine kräftig peptonisirt und wohl vorwiegend durch das Aufschliessen der Proteinstoffe die Brauchbarkeit der Soyaerzeugnisse bewirkt.

Bei der Rumgährung sind nach den Untersuchungen von Greg⁶⁾ ebenfalls Saccharo-

¹⁾ Mittheilungen über die technische Anwendung der *Amylomyces*-Arten finden sich: Zeitschr. f. Spiritusind. 1898, Ergänzungsheft 1, 53; 1899, Ergänzungsheft 1; Marbach: Oesterr. Chem.-Ztg. 1899, 2, 178; Henneberg, Zeitschr. f. Spiritusind. 1902, 25, 205.

²⁾ Centralbl. f. Bakteriol., II. Abth. 1895, 1, 150, 565. An letzterer Stelle befindet sich auch eine kritische Zusammenstellung der älteren Literatur über die Sakeherstellung.

³⁾ Ebendort, 1900, 6, 385. Weitere Angaben über die Sakehefe von Kozai und Yabe: ebendort 1895, 1, 619, Schiewek, ebendort 1897, 3, 431, Yabe, ebendort 1898, 4, 554.

⁴⁾ Zeitschr. f. Spiritusindustr. 1901, 24, 412.

⁵⁾ Chem.-Ztg. 1896, 20, 67.

⁶⁾ Centralbl. f. Bakteriol. II. Abth., 1896, 2, 140.

⁷⁾ Centralbl. f. Bakteriol., I. Abth., 1894, 15, 46; Bull. of the botan. Departm. Jamaica 1895, 153, 157, 192, 252.

myceten, und zwar der Ordnung Schizosaccharomyces, beteiligt; als Hauptgäher gilt anscheinend eine Oberhefe, welche Fruchtaroma erzeugt.

Ueber die Pilze des Negerbieres Pombe und des englischen Ingwerbieres S. 1192 u. 1197.

n) Die Reinzucht der Hefe und die Anwendung der Reinhefe in der Praxis¹⁾. Pasteur's Untersuchungen, so werthvoll sie in wissenschaftlicher Beziehung waren, haben auf die Praxis der Gährungsgewerbe nur geringen Einfluss ausgeübt. Von Bedeutung war sein Nachweis, dass Bakterien in diesen Gewerben als Krankheitserreger auftreten können und dass eine der Hauptinfektionsquellen in der Brauerei die offenen Kühlschiffe sind. Wenn sein Vorschlag, die Kühlschiffe durch geschlossene Apparate zu ersetzen, keinen Eingang in die Praxis gefunden hat, so lag das daran, dass auch damit kein Ende der Bierkrankheiten zu erzielen war, weil eine andere Infektionsquelle, die Anwendung unreiner Hefe, nach wie vor geöffnet blieb. Zwar hatte Pasteur eine Reinigung der Hefe durch Weinsäure vorgeschlagen, und es ist sicher, dass diese Behandlung die Bakterien tödtet; dagegen lag der schwache Punkt darin, dass Pasteur den Begriff der Krankheitshefen noch nicht kannte und, wie Hansen später nachwies, dass die Weinsäurekur die säurefesten Krankheitshefen direkt begünstigte.

Erst mit Hansen's Arbeiten, die im Jahre 1879 einsetzen, begann für die Gährungsgewerbe eine neue Zeit. Hansen wies zunächst nach, dass zahlreiche Krankheitserscheinungen im Bier auf Hefen zurückzuführen seien, die in der Anstellhefe neben den Kulturhefen vorhanden sind. Weiter zeigte er, dass auch die Kulturhefe keine einheitliche Art ist, sondern aus zahlreichen Varietäten besteht, deren jede dem Bier besondere Eigenschaften verleiht, und die, gemeinsam verwendet, unter Umständen sogar krankhafte Erscheinungen verursachen können. Auf diesen Untersuchungen gründete Hansen²⁾ sein System der Verwendung der Reinhefen in der Brauerei, das darauf beruht, durch planmässige Auswahl aus der Betriebshefe eine einzige geeignete Art herauszusuchen und dieselbe in der Würze allein zur Entwicklung zu bringen.

Die Reinzüchtung der Hefen³⁾ erfolgt in der Weise, dass von Aufschwemmungen der Betriebshefe in Wasser geringe Menge in Würzelatine vertheilt und auf Deckgläser aufgestrichen werden, so dass die einzelnen Zellen völlig getrennt von einander liegen. Diese Deckgläser werden dann auf kleine feuchte Kammern gelegt, und es wird unter stetiger mikroskopischer Kontrolle die Entwicklung der einzelnen Zelle zu einer Kolonie verfolgt. Von solchen Kolonien werden dann kleine Theilchen in Würze übertragen. Die nach diesem Grundsatz der Einzellkultur erhaltenen vollständigen Reinkulturen werden auf ihr Verhalten in Würze geprüft und die dann geeignetsten Arten oder Varietäten für die Verwendung in der Praxis bestimmt.

Hansen hat gezeigt, dass, wie schon oben gesagt, die Eigenschaften der Hefen im Betriebe nur in geringem Grade der Variation unterworfen sind und etwa zeitweilig entstehende Varietäten bei richtiger Betriebsführung schnell in die alten Eigenschaften zurückfallen. Dagegen ist es ihm gelungen, künstlich feste Varietäten zu erzeugen (vgl. Variation) und auf diese Weise die Eigenschaften der Kulturhefen zweckmässig zu ändern.

Die in der beschriebenen Weise erhaltene Reinhefe wird der Würze in grossen Mengen zugesetzt. Die Zeit, während welcher sich dieselbe im Betriebe rein erhält, schwankt nach Betriebsführung, Jahreszeit u. s. w. sehr. Es ist daher erforderlich, von Zeit zu Zeit immer wieder neue Reinhefe einzuführen, wenn die biologische Kontrolle zeigt, dass die Anstellhefe verunreinigt ist.

¹⁾ Man vgl. auch Jörgensen, Die Mikroorganismen der Gährungsindustrie 1898; Klöcker, Gährungsorganismen 1900; Lindner, Mikroskopische Betriebskontrolle 1902.

²⁾ Eine eingehende Darstellung aller betr. Verhältnisse findet sich in Hansen: Untersuchungen aus der Praxis der Gährungsindustrie.

³⁾ Eine Zusammenstellung der verschiedenen Reinzüchtungsverfahren findet sich bei Will, Centralbl. f. Bakteriöl., 11. Abth., 1896, 2. 483.

Die Herstellung grosser Mengen Reinhefe erfolgt in den sich damit befassenden Instituten und in grösseren Brauereien in sogen. Reinzuchtapparaten, wie sie zuerst von Hansen angegeben worden sind. In diesen wird die mit filtrirter Luft gelüftete sterilisirte Würze der betreffenden Brauerei in beständigem Betriebe vergohren und die sich am Boden sammelnde Satzhefe zeitweilig abgelassen.

Für untergährige Brauereien hat Hansen selbst die Verwendung der Reinhefen durchgeführt und nach seinem Vorbilde erfolgt jetzt in allen grösseren Brauereien der Welt¹⁾ die Gährung durch Reinhefe. Dadurch ist an die Stelle des Zufalls, der sonst den Brauereibetrieb beherrschte, eine grosse Betriebssicherheit getreten.

Für die obergährigen Brauereien hat zuerst Jörgensen im Jahre 1885 die Reinhefe verwendet.

In dem Brennereibetrieb und der Presshefe-Fabrikation hat besonders P. Lindner der Reinhefe allgemeine Anerkennung verschafft. So wird die sogen. Rasse II der Berliner Station in fast allen deutschen Brennereien verwendet, während Rasse V derselben Station für die Presshefedarstellung weite Verbreitung gefunden hat.

In die Weinbereitung ist die Gährung mit Reinhefe²⁾ besonders eingeführt, seitdem Wortmann³⁾ durch seine umfassenden Versuche nachgewiesen hat, dass die verschiedenen Hefenarten in Bezug auf Vergährung, Säurebildung und zum Theil auch auf Bouquet- und Geschmackstoffe durchaus verschiedene Erzeugnisse liefern. Man hat anfangs auch gehofft, dass die Hefen verschiedener Herkunft jedem beliebigen Most ein bestimmtes Merkmal verleihen könnten, dass insbesondere Geschmack und Bouquet stark beeinflusst würden; indessen hat sich doch gezeigt, dass Bouquet und Geschmack in viel höherem Grade von den Rebensorten, dem Boden, dem Grade der Reife der Trauben u. s. w., als von der Hefe abhängen. Die Bouquetstoffe der Hefe sind flüchtiger Natur. Man ist daher auch davon abgekommen, fremde Hefenrassen zu verwenden, sondern benutzt vorwiegend die in den betreffenden Weinen selbst gefundenen Arten.

Der Hauptvorzug der Verwendung der Reinhefe bei der Weinbereitung liegt, da dieses Gewerbe nicht gut wie die Brauerei mit gekochtem Most arbeiten kann, in der schnellen Einleitung einer guten Gährung, ehe noch die auf den Beeren stets vorhandenen wilden Hefen, besonders die Apiculatushefe, oder die ebenso gefährlichen Essigbakterien zu stärkerer Entwicklung gelangen können. Ferner vergähren Reinhefenweine schneller und klären sich daher auch besser. Das Bouquet der jungen Weine ist im Allgemeinen reiner.

Da der Bedarf an Reinhefe im Weingährungsgewerbe auf wenige Wochen im Jahre beschränkt ist, ferner die Zahl der Weinhefenrassen eine sehr grosse ist, so arbeiten die sich mit Herstellung der Reinhefen beschäftigenden Institute nicht mit Reinzuchtapparaten, sondern geben die Reinhefe nur in kleinen Mengen ab, welche der Winzer unmittelbar vor dem Gebrauch durch Vergährung von 10—12 l reinem, aufgekochtem Most genügend vermehrt und in gährwürdigen Zustand bringt.

Besonders schöne Erfolge hat die Reinhefe bei der Schaumweingährung erzielt. Wortmann⁴⁾ hat Rassen aufgefunden, welche sich, wie es bei diesen Weinen unbedingt nöthig ist, fest an den Kork setzen, während dies sonst zum grössten Theil Sache des Zufalls war.

¹⁾ Vergl. Jörgensen, Die Mikroorganismen der Gährungsindustrie 1898, 279 u. ff.; Holm, Centralbl. f. Bakteriol. II. Abth., 1899, 5, 641 über die Geschichte der Reinhefe in Frankreich. — Bei der Weissbierbrauerei findet Reinhefe zur Zeit noch keine Verwendung; doch scheint auch hier ihre Verwendung möglich; vergl. Schönfeld, Wochenschr. f. Brauerei 1900, 17, 338.

²⁾ Eine Zusammenstellung aller hierher gehörigen Thatsachen findet sich bei Behrens, Centralbl. f. Bakteriol., II. Abth., 1897, 3, 354 mit Ergänzungen von Jörgensen u. Becker ebendort 662 u. ff. Die ersten Versuche mit reiner Weinhefe in der Praxis machte 1888 Marx.

³⁾ Landw. Jahrb. 1892, 21, 901; 1894, 23, No 35; Weinbau u. Weinhandel 1894, 12, 5, 37.

⁴⁾ Weinbau u. Weinhandel 1893, 11, No. 30.

Für Süssweine hat besonders Seifert Rassen eingeführt, die sich durch ausserordentlich hohe Vergärung auszeichnen.

Auch in der Obstweinkelterei¹⁾ wird schon jetzt vielfach mit Reinhefe gearbeitet und es werden dadurch traubenartige Erzeugnisse erhalten.

o) Die Milchsäuregärung in den Gärungsgewerben. Die Milchsäurebakterien treten in den Gärungsgewerben theils als Schädlinge auf, indem sie im Wein den Milchsäurestich, im Bier das Umschlagen veranlassen (vergl. Wein- und Bierkrankheiten), theils aber ist ihre Entwicklung erwünscht. Dies ist z. B. der Fall bei den stark sauren Bieren, wie dem Berliner Weissbier, den belgischen Bieren Lambic und Faro und dem Englischen Ingwerbier und bei der Säuerung des Hefengutes der Brennereien. Die bei der Ingwerbiergärung thätige Art ist neben *Saccharomyces pyriformis* in der sog. Ginger-Beer Plant enthalten, weisslichen nussgrossen Körnern, die aus einer Vergesellschaftung der Hefe mit dem betreffenden Bakterium, *Bacterium vermiforme*, bestehen, welches durch den Besitz einer dicken Gallerthülle ausgezeichnet ist. Die Ginger-Beer Plant wird in eine Zuckerlösung von 10—20% mit einigen Stücken Ingwer gegeben und bewirkt in dieser vorwiegend eine Milch- und Kohlensäuregärung, wobei auch ein wenig Alkohol und Essigsäure entstehen. Die im Berliner Weissbier vorkommende Milchsäurebakterie ähnelt sehr dem *Saccharobacillus Pastorianus* van Laer, welcher das Umschlagen der belgischen Biere bewirkt.

Eine wichtige Rolle spielen die Milchsäurebakterien bei der Säuerung des Hefengutes der Brennereien. Um die Entwicklung der in der Hefenmaische stets befindlichen Buttersäurebakterien zu hindern, begünstigt man die Bildung der für die Buttersäurebakterien in hohem Grade, für die Hefe nur wenig giftigen Milchsäure, indem man die Maische bei der Entwicklung der Milchsäurebakterien günstigen Temperatur von 47—52° hält. Während man es bisher dem Zufall überliess, ob Milchsäurebakterien aus der Luft oder von den Geräthen in genügenden Mengen in die Maische gelangten, hat man in letzter Zeit auch hier mit der Einführung von Reinkulturen begonnen. Nach den Untersuchungen von Lafar²⁾ ist die bei der Säuerung der Maische in Betracht kommende Bakterienart von den Säuerungsbakterien der Milch verschieden. Nach Leichmann³⁾, der diese Art *Bacillus Delbrückii* genannt hat, vergäht dieselbe nur Glukose und Maltose, nicht aber Laktose zu Milchsäure und zwar zu l-Milchsäure. Sie führt den Namen *Bacillus acidificans longissimus*. Nach den Untersuchungen von Henneberg⁴⁾ lassen sich die bisher bekannten Milchsäurebakterien der Würze, des Bieres, der Maische und der Milch folgendermassen einteilen:

1. *Bacillus Delbrückii* Leichmann (*Bac. acidif. long. Lafar*), erzeugt milchsaure Gärung in der Brennerei- und Hefenmaische; wächst in Bier, Würze und Milch nicht; Wachstums-Optimum 45°.
2. *Pediococcus acidi lactici* Lindner kommt in der Brennereimaiche vor; wächst in Bier, Würze und Milch nicht; Optimum 34—40°.
3. *Bacterium lactis acidi* Leichmann, Bakterium der sauren Milch bei gewöhnlicher Temperatur; wächst in Bier und gehopfter Würze nicht. Optimum 35—38°.
4. *Saccharobacillus Pastorianus* van Laer, bewirkt das Umschlagen der belgischen Biere; trübt helles Lagerbier und verdirbt seinen Geschmack; wächst in dunklem Bier nicht; Optimum 29—33°.
5. *Saccharobacillus Pastorianus* var. *berolinensis*, der Milchsäurebacillus des Berliner Weissbieres; wächst nicht in gehopfter Würze, gehopftem Bier und Milch. Optimum 20—24°.

¹⁾ Wortmann, Weinbau u. Weinhandel 1893, 11, 463; Kramer: Oesterr. landw. Centralbl. 1891, 37.

²⁾ Centralbl. f. Bakteriologie, II. Abth., 1896, 2, 194.

³⁾ Ebendort 1896, 2, 281.

⁴⁾ Wochenschr. f. Brauerei 1901, 17, 381. Ueber die Bakterie des Berliner Weissbieres vergl. auch Neumann, ebendort 1901, 17, 581 u. 608.

6. *Bacillus Lindneri*, bewirkt Umschlagen in gehopftem Bier; helles Bier wird bei 20° in 14–30 Tagen getrübt und erhält schlechten Geruch und Geschmack; wächst nicht in dunklem Bier, gehopfter Würze und Milch; Optimum 21–23°.

p) Die Buttersäuregärung. Buttersäure entsteht sowohl bei der Zersetzung von Proteinstoffen, wie von Kohlenhydraten und milchsauren Salzen durch Bakterien; und zwar ist die Buttersäure nicht das Hauptgärerzeugniss, sondern tritt meist nur in geringeren Mengen auf, sodass die Bezeichnung Buttersäuregärung nicht ganz zutrifft.

Bakterien, welche Buttersäure erzeugen, sind in der Natur überall verbreitet. Dieselben sind durch den Besitz kochfester Sporen ausgezeichnet und sind daher auch in der Würze und der Brenneimaische stets lebend vorhanden. Da die Buttersäure einerseits die Gärerzeugnisse durch ihren unangenehmen Geschmack und Geruch entwertet, andererseits ein die Gärung hemmendes Hefengift ist, so ist es eine der wichtigsten Aufgaben der betreffenden Gärungsgewerbe, durch geeignete Vorkehrungen die Entwicklung der Buttersäurebakterien zu verhindern. Dies erreicht man einerseits durch Anwendung einer der Buttersäuregärung, welche bei 35–40° verläuft, ungeeigneten Temperatur, andererseits durch Einführung oder Erzeugung bakterienhemmender chemischer Mittel.

Die meisten Buttersäurebakterien wachsen nur bei Abschluss der Luft bzw. Anwesenheit geringster Mengen Sauerstoff. Doch giebt es auch aërob lebende Arten.

Eingehender untersucht sind einige anaërobe Arten von Beyerinck¹⁾, welche zum Theil auch zeitweilig aërob wachsen, dann aber nicht gähren. Derselbe unterscheidet unter Aufhebung der alten Gattungen *Clostridium* und *Amylobacter* folgende Arten:

1. *Granulobacter saccharobutyricum*, in Mehl und der Erde stets vorhanden; vergäht Glukose und Maltose zu Buttersäure, Butylalkohol, Kohlensäure und Wasserstoff; diese Art ist der Erreger der gewöhnlichen Buttersäuregärung.
2. *Granulobacter lactobutyricum* vergäht Calciumlactat zu Butyrat, Kohlensäure und Wasserstoff.

Ausser diesen Arten hat Beyerinck noch eine Reihe anderer gefunden, welche theilweise nicht Buttersäure, sondern Butylalkohol erzeugen.

Von früheren Verfassern²⁾ beschriebene Arten sind vielleicht mit diesen Beyerinck'schen gleich.

Schattenfroh³⁾ und Grassberger, welche die Frage der Buttersäuregärung neuerdings einer Prüfung unterzogen haben, glauben, dass für die Buttersäuregärung der Kohlenhydrate nur 2 anaërobe Arten in Betracht kommen, welche in der Natur überall vorhanden sind. Die eine derselben ist beweglich und mit *Granulobacter saccharobutyricum* gleich. Die zweite, häufigste Art dagegen ist noch nicht beschrieben und zeigt keine Bewegungszustände. Beide Arten vergähren Kohlenhydrate zu Buttersäure, Rechtsmilchsäure, Kohlensäure und Wasserstoff.

4. Das Wasser. Die Beschaffenheit des Wassers spielt in der Brauerei eine fast ebenso grosse Rolle wie die anderen Rohstoffe, wengleich dieselbe früher vielfach überschätzt worden ist. Im Allgemeinen sind an ein Brauereiwasser dieselben Anforderungen zu stellen, wie an ein gutes Trinkwasser (vergl. dieses). Es muss hell und klar sowie geruchlos sein, darf kein Ammoniak und keine salpetrige Säure,

¹⁾ Centralbl. f. Bakteriöl., II. Abth., 1895, 1, 19; 1896, 2, 699.

²⁾ Gruber, Centralbl. f. Bakteriöl., I. Abth., 1887, 1, 367; Fitz, Berichte d. deutschen chem. Gesellsch. 1882, 15, 867; Prazmowski, Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte einiger Bakterien, Leipzig 1880; Hüppe, Mittheil. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte 1884, 2, 819; Liborius, Zeitschr. f. Hyg. 1886, 1, 160; Botkin, ebendort 1892, 11, 421; Kedrowski, ebendort 1894, 16, 445; Flügge, ebendort 1894, 17, 288; Baier, Centralbl. f. Bakteriöl., II. Abth., 1895, 1, 118; dort findet sich auch eine Zusammenstellung der Literatur.

³⁾ Centralbl. f. Bakteriöl., II. Abth., 1899, 5, 209, 697; Arch. f. Hyg. 1900, 37, 54.

nicht zu viel Salpetersäure, Chloride, organische Stoffe und Mikrophytenkeime enthalten und zwar aus denselben Gründen wie beim Trinkwasser, d. h. nicht weil diese Bestandtheile an sich schädlich sind, sondern weil sie eine Verunreinigung des Wassers anzeigen. Solche verunreinigten Wässer lassen, wenn sie auch an sich nicht viel Mikrophytenkeime enthalten, leicht solche sich entwickeln und wenn diese auch wieder beim Kochen der Würze zum grössten Theil abgetödtet werden, so können solche Wässer doch vorher bei der Malzbereitung (Einweichen und Keimung) nachtheilig gewirkt haben und nach der Würzekochung in der Weise noch nachtheilig wirken, dass das Wasser, wenn es zum Waschen der Hefe, der Gährbottiche benutzt wird, in das Gärgut gelangt und die Gährung fehlerhaft beeinflusst. Hierbei ist nicht die Anzahl der Mikrophytenkeime, sondern die Art derselben insofern ausschlaggebend, als unter Umständen unter den vielen Keimen keine sind, welche für Würze oder Bier schädlich wirken, während unter wenigen Keimen einige sich befinden können, welche Würze und Bier angreifen bezw. in denselben zur Entwickeung gelangen.

Hansen hat auch hier ein Verfahren angegeben, um das Wasser auf seine Eigenschaft nach dieser Richtung zu untersuchen. Er giebt in je 20—25 Stück Freudenreich-Kölbchen je 20 ccm Würze oder Bier, versetzt dieselben nach dem Sterilisiren mit je einem Tropfen ($= \frac{1}{25}$ ccm) des betreffenden Wassers und lässt die Fläschchen 8 Tage bei 25° im Thermostaten und 8 Tage bei gewöhnlicher Zimmertemperatur stehen. Die Zahl der Fläschchen, in welchen die Nährlösung angegriffen erscheint, wird mit 5 bezw. 4 multiplicirt, um das Ergebniss in Procenten auszudrücken.

Fr. Schwackhöfer hat auf diese Weise 60 Wässer biologisch sowie gleichzeitig chemisch untersucht und dieselben je nach ihrer Verwendbarkeit in 5 Gruppen eingetheilt, aus denen hier einige Beispiele folgen mögen:

Gruppe	Chemische Bestandtheile, mg in 1 l											Biologische Untersuchung				Ungünstig oder nicht verwendbar wegen Befundes	
	Abdampfdruckstand	Eisenoxyd	Kalk	Magnesia	Alkalien	Chlor	Salpetersäure	Schwefelsäure	Kohlensäure	Ammoniak	Salpetrige Säure	Zur Oxydation erforderlicher Sauerstoff	Mikrophyten in 1 ccm Wasser	Zerstört in Proc. der angestellten Proben	Wärze		Bier
I. Vorzüglich geeignet	263,8	1,2	135,2	3,9	3,0	Spur	0,0	0,0	109,5	0,0	0,0	0,0	56	0	0	0	—
	429,6	0,0	140,6	47,6	6,8	2,1	0,0	12,6	159,2	0,0	0,0	1,2	165	0	0	0	—
	443,4	2,8	128,6	53,4	3,9	22,0	17,4	69,7	84,2	Spur	0,0	1,4	609	0	0	0	—
II. Gut geeignet	496,0	0,6	149,8	59,3	45,2	17,0	0,0	71,6	147,8	0,0	0,0	0,6	3260	0	0	0	—
	540,4	0,0	135,4	74,8	1,7	2,5	0,0	30,8	171,4	0,0	0,0	2,2	785	0	0	0	—
	430,8	1,0	128,6	52,3	22,0	11,5	0,0	69,2	109,0	0,0	0,1	0,4	6120	0	8	0	—
III. Noch verwendbar	748,0	2,8	196,0	51,2	83,7	37,1	83,7	88,5	124,0	0,0	1,0	1,8	583	0	0	0	chemischen
	766,0	2,8	183,6	29,0	84,4	72,3	37,3	68,4	147,0	Spur	1,9	4,0	4134	0	8	0	desgl.
	232,4	1,5	96,0	8,5	6,2	Spur	0,0	4,8	80,1	0,0	0,0	0,2	7176	0	32	0	biologischen
IV. Nur im Nothfall zu verwenden	778,4	5,6	171,4	71,4	72,7	88,3	4,5	99,6	155,0	2,1	dentlich	2,8	46700	0	70	0	chem. u. biolog.
	287,3	5,2	96,3	13,7	11,1	10,0	0,0	40,6	68,4	0,0	0,0	1,6	6000	0	80	8	biologischen
	390,0	2,5	101,2	28,9	12,0	13,3	32,7	47,2	66,0	0,0	0,0	0,9	8456	0	20	19	desgl.
V. Unverwendbar	2724,4	4,6	836,8	117,5	88,0	16,8	18,4	1278,8	164,0	2,1	5,7	2,2	0	0	—	—	chemischen
	165,2	2,4	69,2	21,0	9,9	2,8	0,0	—	—	2,0	1,3	2,2	769730	—	100	4	biologischen
	771,4	2,8	182,6	76,7	55,1	11,6	0,0	219,4	143,6	23,4	5,1	0,4	121687	—	100	60	chem. u. biolog.

Der Gehalt eines Brauerewassers an mineralischen Bestandtheilen — mit Ausnahme von Salpetersäure und Eisenoxyd — kann in ziemlich weiten Grenzen schwanken, ohne dass dadurch die Güte des Bieres wesentlich beeinflusst wird.

So sind die Wässer der Münchener und Pilsener Brauereien nach den Untersuchungen von Kradisch und Stolba sehr verschieden; sie fanden für 1 l:

Brauerewasser in	Abdampfrückstand mg	Kalk mg	Magnesia mg	Schwefelsäure mg	Chlor mg	Salpetersäure mg	Organ. Stoffe mg
München	330,0-1120,0	176,0-384,5	41,1-208,5	0,0-106,1	wenig-132,4	wenig	4,0-24,0
Pilsen	121,0- 173,0	18,4- 30,0	13,0- 23,0	27,0- 40,0	10,0- 15,0	wenig	wenig

Die Münchener Brauerewässer sind durchweg sehr hart, die Pilsener sehr weich und beide liefern ein gleich ausgezeichnetes Bier.

Im Uebrigen aber ist für einzelne mineralische Bestandtheile des Wassers in ihrem Einfluss auf die einzelnen Brauereivorgänge noch Folgendes zu bemerken:

a) Der Gehalt an Bikarbonaten von Kalk und Magnesia soll für das Einweichen der Gerste insofern günstig sein, als er die Lösung von Proteinstoffen und Phosphorsäure vermindert, dagegen insofern nachtheilig, als er den Weichvorgang verlangsamt. Nach Ullik hängt indess die Menge der gelösten organischen Stoffe beim Einweichen weniger von der Beschaffenheit des Wassers als von der Dauer der Einweichung ab. Auf den Gährvorgang können die Bikarbonate, welche die vorübergehende Härte eines Wassers bedingen, keinen Einfluss ausüben, weil sie beim Kochen der Würze als unlösliche Monokarbonate ausgefällt werden und mit in die Treber übergehen. Hierbei kann indess aus der Würze etwas Phosphorsäure mit ausgefällt werden, aber nicht in dem Masse, dass die Hefe an diesem wichtigen Nährstoff Mangel leiden könnte.

b) Wenn hiernach der Gehalt an Bikarbonaten von Kalk und Magnesia im Wasser als ziemlich belanglos für den Brauereivorgang bezeichnet werden muss, so gilt ein mässiger Gehalt (200—300 mg für 1 l) an Calciumsulfat (Gyps) als vortheilhaft; es verhindert in der Mälzerei eine zu weit gehende Auslaugung werthvoller Bestandtheile des Kornes und begünstigt beim Würzekochen die Bruchbildung, indem es zu einer grobflockigen Abscheidung der später nachtheilig wirkenden, koagulirbaren Eiweissstoffe beiträgt; in Folge dessen eignet sich ein gypshaltiges Wasser besonders zur Herstellung lichter, hochvergohrener, schnell klärender und härtlich schmeckender Biere. Auch für das Wässern der Hefe wirkt ein gypshaltiges Wasser günstig, insofern es die Hefe mit dem unentbehrlichen Kalk als Nährstoff versorgt und einer Degenerirung derselben, die bei kalkarmem Wasser leicht eintreten kann, vorbeugt (vergl. S. 1171). Aus dem Grunde sucht man gypsarne Wässer durch Zusatz von gemahlenem Gypsstein für die Brauerei aufzubessern.

Ein zu grosser Gypsgehalt (über 1500 mg für 1 l) wirkt jedoch schädlich sowohl für den Weichvorgang, als auch für die Extraktausbeute und für die Gährung, da er die Gährkraft der Hefe schwächt. Auch grössere Mengen von Magnesiumsulfat (Bittersalz) sind nachtheilig, da sie ihre abführende Wirkung auf das Bier übertragen können.

c) Alkalien, sei es in Form von Karbonaten oder Chloriden werden in einem Wasser nicht gern gesehen, weil sie durchweg auf eine Verunreinigung des Wassers durch in Verwesung begriffene organische Stoffe hindeuten. Mehr als 1000 mg Kochsalz in 1 l Wasser beeinträchtigen die Keimung, hemmen die Gährung,

erschweren die Klärung und behindern den Gang der Bier-Bereitung. Natriumkarbonat wirkt schon in geringen Mengen schädigend auf die Diastase bezw. Verzuckerung und liefert Würzen von schlechtem Bruch und unangenehm rauhem Hopfengeschmack.

Dagegen sind geringere Mengen (bis zu 750 mg in 1 l) Kochsalz, wenn sie aus natürlichen Bodenschichten herrühren, günstig; sie sind sogar für die Herstellung dunkeler, voll- und süssschmeckender Biere beliebt, da sie die Rundung und Süsse im Geschmack heben.

G. A. Neumann¹⁾ theilt Ergebnisse über Sudversuche mit verschiedenen Brauwässern mit, welche z. Th. den bisherigen Anschauungen widersprechen. Ich beschränke mich darauf, auf diese Arbeit zu verweisen und nur daraus hervorzuhellen, dass die Wirkung vorstehender Salze durch abweichende chemische Zusammensetzung des Malzes verändert werden kann.

d) Eisenverbindungen in grösseren, 4 oder 5 mg in 1 l Wasser übersteigenden Mengen werden für die Brauerei als störend angesehen, weil sie mit dem Gerbstoff des Hopfens Verbindungen eingehen, die Missfärbungen der Würzen wie des Bieres hervorrufen; auch wirken sie nach Schneider ungünstig auf die Malzbereitung.

Das Eisen lässt sich leicht durch Lüftung und Filtration nach einem der neueren Verfahren aus dem Wasser entfernen. Auch empfiehlt es sich, ein nicht klares und bakterienreiches Wasser nach denselben Grundsätzen mittels Sandfiltration zu reinigen, wie das beim Trinkwasser jetzt gang und gäbe ist (über die verschiedenen Verfahren vergl. weiter unten unter Trinkwasser).

Der Brauerei-Vorgang.

Es kann nicht Aufgabe nachstehender Ausführungen sein, eine eingehende Beschreibung des Brauereivorganges, besonders nicht des technischen Theiles desselben zu geben. Die Ausführungen sollen nur eine kurze allgemeine Uebersicht über den Gang des Brauens bieten und dabei vorwiegend nur die chemischen Vorgänge berücksichtigen.

I. Die Malzbereitung.

Der Zweck der Malzbereitung ist die Erzeugung der Diastase, welche die Verzuckerung der Stärke bewirken soll (vgl. S. 51). Alle Getreidesamen liefern beim Keimen Diastase; für die Bierbrauerei verwendet man aber ausser wenig Weizen fast nur Gerste. Das durch Keimung des Getreidekornes erhaltene Erzeugniss heisst „Malz“. Die Malzbereitung umfasst drei Vorgänge, das Einweichen, Mälzen und Darren.

a) Das Einweichen der Gerste. Durch das Einweichen (Einquellen) der Gerste soll dem Korn der für die Keimung nothwendige Wassergehalt zugeführt, gleichzeitig aber das Korn unter Wechseln des Wassers in besonderen Putzvorrichtungen von anhängendem Schmutz befreit werden. Hierbei ist zu beachten, dass die Gerste, deren Wasseraufnahmefähigkeit nahezu gleich dem Eigengewicht ist, mit der richtigen Menge Wasser, d. h. weder mit zu viel noch zu wenig Wasser angereichert wird, weil beide äussersten Grenzen die Keimung beeinträchtigen.

¹⁾ Bericht d. Versuchsanstalt f. Brau-Industrie in Böhmen 1898, 1.
König, Nahrungsmittel. II. 4. Aufl.

Eine Wasseraufnahme von:

44–47 %	48–52 %	52–56 %
gilt als: niedriger	mittlerer	hoher Weichgrad.

Im Allgemeinen ist eine mittlere Weiche die beste.

Die Dauer der Weiche, bis zu welcher die Gerste das nöthige Wasser aufgenommen hat, hängt einerseits von der Beschaffenheit (der Mehligkeit, Glasigkeit, dem Volumen und den Spelzen) des Kornes, andererseits von der Temperatur ab. Bei höheren Temperaturen im Sommer verläuft die Einweichung schneller, z. B. in 24–36 Stunden, als bei niedrigeren Temperaturen; im Winter nimmt sie mitunter mehrere Tage in Anspruch. Thausing bezeichnet eine Weichdauer von:

48 Stunden,	48–55 Stunden	60–72 Stunden	78–100 Stunden
als eine: sehr kurze,	kurze	mittlere	lange bzw. sehr lange.

Die Wasseraufnahme kann durch Lüftung, z. B. durch umschichtige Luft-Wasserweiche nach W. Windisch, beschleunigt werden und hat dieses Verfahren noch den weiteren Vortheil, dass sich der Keimling, welcher ein begieriges Luftbedürfniss hat, auf der Tenne rascher entwickelt.

Um die Schimmelbildung beim Wachstum auf der Tenne zu verhüten, wird empfohlen, die eingeweichte Gerste mehrere Stunden nach dem Einweichen, wenn sich die Beläge auf der Spelzenoberfläche schon etwas gelockert haben, einige Stunden mit Kalkwasser zu behandeln.

Beim Quellen der Gerste gehen einige Stoffe (Zucker, Dextrin, stickstoffhaltige Stoffe und Mineralstoffe) in das Weichwasser über. Der Verlust beträgt durchschnittlich 1,0–1,5 %.

G. Heut fand, dass die einzelnen Gerstensorten an ein und dasselbe Wasser verschiedene Mengen Stoffe abgeben; z. B. durch Behandeln von je 600 g Gerste mit $\frac{1}{2}$ l Wasser:

	Procentiger Gehalt der Trockensubstanz des Einweichwassers:			Von den Bestandtheilen gingen in Procenten derselben in das Weichwasser über:		
	Stickstoff	Kali	Phosphorsäure	Stickstoff	Kali	Phosphorsäure
1. Böhmisches Gerste	1,690 %	0,600 %	0,718 %	6,9 %	27,1 %	5,2 %
2. Bayerische "	1,920 "	0,450 "	0,703 "	6,4 "	14,6 "	1,5 "
3. Ullik's Gerste	1,670 "	0,705 "	1,030 "	7,6 "	18,4 "	4,7 "

Je grösser der Verlust an Kali ist, desto grösser ist auch der an Phosphorsäure.

C. Lintner¹⁾ giebt den Gehalt und Verlust an Mineralstoffen wie folgt an:

	Asche im Ganzen	Kali	Natron	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure	Schwefelsäure	Chlor
10000 Theile trockene Gerste	243,0 g	55,3 g	4,8 g	9,0 g	15,9 g	79,3 g	1,4 g	2,8 g
9860 " quellreife "	212,1 "	37,5 "	1,8 "	8,3 "	14,5 "	75,5 "	0,0 "	0,3 "
Also entzogen	30,9 g	17,8 g	3,0 g	0,7 g	1,4 g	3,8 g	1,4 g	2,5 g

Durch das Einweichen sind daher der Gerste etwa $\frac{1}{8}$ der Aschenbestandtheile entzogen; dieser Verlust trifft vorwiegend das Kali, welches zu $\frac{1}{3}$ in das Weichwasser übergeht.

P. Behrend und Stürcke²⁾ finden, dass gleiche Mengen Quellwasser wie aus

¹⁾ C. Lintner: Die Bierbrauerei Braunschweig, 1876.

²⁾ Programm zur 66. Jahresfeier der landw. Akademie Hohenheim, 1884. S. 1.

verschiedenen Gerstensorten, so auch aus Gerste von verschiedener Korngrösse verschiedene Mengen organischer und unorganischer Stoffe lösen und zwar aus der kleinstkörnigen Gerste am meisten.

So wurden z. B. gelöst:

	Mit 1000 Körner- Gewicht von	Trocken- Substanz	Gelöst	
			Organische Substanz	Unorganische Substanz
Aus grosskörniger Saalgerste	47,48 g	0,454 %	0,229 %	0,225 %
" mittelkörniger böhmischer Gerste	42,40 "	0,517 "	0,246 "	0,270 "
" kleinkörniger ungarischer Gerste	39,56 "	0,665 "	0,343 "	0,323 "

Dieses verschiedene Verhalten hat darin seinen Grund, dass die Lösung von Stoffen aus dem Gerstenkorn auf einem osmotischen Vorgange beruht und dass um so mehr aus dem Korn gelöst wird, je grösser dessen Oberfläche ist; letztere ist aber für dasselbe Gewicht bei einer kleinkörnigen Gerste grösser als bei einer grosskörnigen; auch haben die in der Mitte kleinkörniger Gerste befindlichen löslichen Stoffe beim Diffundiren von Zelle zu Zelle bis zur Oberfläche keinen so grossen Weg zu durchlaufen, als bei der grosskörnigen Gerste. Aus dem Grunde soll bei kleinkörniger Gerste nur so lange eingeweicht werden, als eben nothwendig ist.

Nach P. Behrend löst das Einweichwasser annähernd gleiche Mengen organischer und unorganischer Stoffe aus der Gerste, während Mulder und Lermer eine reichlichere Lösung von organischen Stoffen beobachtet haben wollen. Diese Unterschiede in den Ergebnissen sind ohne Zweifel durch die verschiedene Beschaffenheit des angewendeten Einweichwassers bedingt. Denn ein weiches Wasser löst nach Schneider¹⁾ grössere Mengen von Stoffen als ein hartes er fand z. B. durch weiches Wasser mehr gelöst:

Im 1. Abwasser nach 12 Stunden		Im 2. Abwasser nach 36 Stunden	
Extract	Mineralstoffe	Extract	Mineralstoffe
0,010—0,039 %	0,003—0,020 %	0,080—0,121 %	0,033—0,049 %

Ueber den Einfluss der einzelnen mineralischen Bestandtheile des Wassers auf den Weichvorgang vgl. vorstehend S. 1200.

A. Hilger und von der Becke²⁾ stellten die Veränderungen der stickstoffhaltigen Bestandtheile beim Einweichen der Gerste fest und fanden:

Wasser	Gesamt- Stickstoff	Stickstoff der in Wasser unlöslichen Stoffe	Von dem Stickstoff der in Wasser löslichen Stoffe waren, auf Trocken- Substanz berechnet:			
			Eiweiss- Stickstoff	Pepton- Stickstoff	Amidosäure- Stickstoff	
Rohgerste	14,47 %	1,801 %	1,679 %	0,0600 %	0,0046 %	0,0417 %
Eingeweichte Gerste	43,34 "	1,750 "	1,685 "	0,0354 "	0,0009 "	0,0294 "

Von dem Stickstoff der Rohgerste gingen 6,74 % und von dem Eiweiss-Stickstoff fast die Hälfte in das Weichwasser über. P. Behrend fand den Verlust an Stickstoff-Substanz in Procenten des Gesamtstickstoffs in 2 Versuchen zu 5,2 % bzw. 3,4 %.

Das Einweichwasser der Gerste enthält daher nicht unwesentliche und je nach der Beschaffenheit desselben wie der Gerste verschiedene Mengen von stickstoffhaltigen Stoffen, Kali und Phosphorsäure; so wurde in verschiedenen Weichwässern für 1 l gefunden³⁾:

¹⁾ Schneider: Die Mälzerei. S. 55—77.

²⁾ Archiv f. Hygiene 1890, 10, 477.

³⁾ Vergl. d. Verf.'s: Veranreinigung d. Gewässer etc., Berlin 1898. 2. Aufl., II. Bd., S. 202.

Organischer + Ammoniak-Stickstoff	Kali	Phosphorsäure
12,0—156,0 mg	89,0—439,0 mg	9,0—74,0 mg

Neben den stickstoffhaltigen Stoffen finden sich selbstverständlich mehr oder weniger Zucker, Gummi und Dextrin im Einweichwasser.

b) Das Keimen der Gerste. Die quellreife Gerste wird entweder nach dem alten Verfahren auf der Tenne, oder nach einem neuen mechanisch-pneumatischen Verfahren (z. B. dem von Saladini, Galland) der Keimung unterworfen. Nach dem ersten Verfahren schichtet man die quellreife Gerste zunächst als „Nasshaufen“ in Beeten von 30—50 cm Höhe auf und wendet sie zur gleichmässigen Vertheilung der Feuchtigkeit mittels einer hölzernen Schaufel etwa 3-mal nach je 10—12 Stunden. Sobald die Gerste „spitzt“ und der Haufen mit dem Hervorbrechen der Würzelchen sich zu erwärmen beginnt, wird die keimende Gerste dünner (10—13 cm hoch) aufgeschüttet und so oft gewendet, als die Temperaturerhöhung dieses erfordert. Hierbei sucht man jetzt allgemein die Temperatur auf 20° zu halten und nennt das die kalte Haufenführung oder das Arbeiten auf „kalten Schweiss“; hierdurch wird ein ruhiges, gleichmässiges und nicht zu hitziges Wachstum erzielt, welches in 7—10 Tagen beendet zu sein pflegt. Bei der warmen Haufenführung (Arbeiten auf „warmen Schweiss“), welche bei einer Temperatur von 26—28° verläuft, findet zwar ein rascheres Keimen, aber auch ein grösserer Substanzverlust statt und können sich zu diastase- und peptasereiche Malze bilden, wobei zu viel Zucker gebildet und die Proteinstoffe zu weit abgebaut werden. Das häufige Wenden der keimenden Gerste hat den Zweck, sowohl die Temperatur und Feuchtigkeit zu regeln, als auch dem sauerstoffbegierigen Keim genügend Luft zuzuführen.

Bei dem mechanisch-pneumatischen Verfahren sucht man diese Bedingung durch Anwendung eines mit Feuchtigkeit gesättigten Luftstromes von beständiger Temperatur, welcher durch das in hoher Schicht ausgebreitete Keimgut hindurch geführt wird, zu erzielen.

Die Keimung gilt im Allgemeinen als vollendet, d. h. die grösste Menge der Diastase (Amylase) pflegt vorhanden zu sein, wenn der Wurzelkeim die gleiche Länge des Kornes, der Blattkeim $\frac{2}{3}$ — $\frac{3}{4}$ der Kornlänge erreicht hat. Malz, bei welchem der Wurzelkeim $1\frac{1}{2}$ —2 mal so lang ist, als das Korn, nennt man lang gewachsen.

Bei der Keimung gehen nambafte Veränderungen im Gerstenkorn vor. Der wichtigste Vorgang ist die Bildung von Diastase bezw. Amylase. Zwar enthält das ruhende Getreidekorn ein diastatisches Enzym von kräftig verzuckernder Wirkung; dieses aber vermag die Stärke im Endosperm nicht aufzulösen. Die wirksamere Diastase, welche neben der verzuckernden auch eine stärkelösende Wirkung auszuüben vermag, entsteht erst bei der Keimung, und zwar nach den Untersuchungen von Brown und Morris¹⁾ im Aufsauggeepithel in Folge einer secernirenden Thätigkeit desselben, weshalb dieselben sie zur Unterscheidung von anderen Arten Diastase Sekretionsdiastase nennen.

Die Muttersubstanz der Diastase stammt aus dem Endosperm. Unter den natürlichen Keimungsbedingungen wandern die Stickstoffverbindungen aus dem Endo-

¹⁾ Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen 1890, 13, 375.

sperm in das Aufsaugewebe, wo sie durch die Drüsenzellen dieser Schicht z. Th. in Diastase umgewandelt werden¹⁾; letztere wandert dann wieder in das Endosperm zurück, um sich dort anzusammeln. Grüss fand zwar, dass Endosperme von ungekeimten Körnern, aus denen die Embryonen entfernt waren, selbstthätig Diastase erzeugen können, aber die Hauptmenge der im keimenden Korn vorhandenen Diastase entsteht ohne Zweifel im Embryo. Wenn die Gesamtmenge des ganzen Kornes an Amylase (bzw. diastatischer Wirkung) gleich 100 gesetzt wird, so enthalten Amylase:

Untere Endospermschicht	Obere Endospermschicht	Würzelchen	Blattkeim	Schildchen
69,9 %	25,2 %	0,6 %	0,4 %	3,9 %

Neben der Sekretionsdiastase wird im Aufsaugewebe nach Brown und Morris noch ein anderes Enzym, die Cytase, gebildet, welches die Wandungen der Endospermzellen angreift (korrodieren) und dadurch die Zerreiblichkeit des Mehlkörpers, von dem Brauer die „Auflösung“ genannt, bewirken soll. Grüss schreibt diese Wirkung ebenfalls der Amylase zu.

Weiter wird die Bildung eines proteïnlösenden Enzyms, der Peptase, angenommen, dessen Vorhandensein im Malz aber von W. Loé²⁾ bestritten wird.

Jedenfalls gehen im Gerstenkorn, sei es mit oder ohne Einfluss dieser Enzyme, namhafte chemische Veränderungen vor.

Unter dem Einfluss der Sekretionsdiastase (Amylase) wird die Stärke zunächst in Maltose umgewandelt, diese von dem Aufsaugewebe aufgenommen und weiter in den Zellen des Keimlings in Saccharose umgewandelt. Nicht die Maltose, sondern die Saccharose dient dem Keimling als Nährstoff. Nach Grüss wird die Maltose aus dem Endosperm von der Aleuronschicht aufgenommen, hier in Saccharose umgesetzt und dem Embryo zugeleitet.

Eine tiefergehende Umsetzung erfahren auch die Proteïnstoffe bei der Keimung; dieselben werden, ohne dass der Gesamtstickstoff abnimmt, in Amide übergeführt, als welche beobachtet sind: vorwiegend Asparagin im Wurzelkeim, ferner Leucin und Tyrosin; dann sind nachgewiesen Xanthin und Adenin.

Man kann annehmen (Bd. I, S. 1095), dass beim Keimen etwa 25 % des Gesamtstickstoffs der Gerste in Amide und etwa 10–20 % in lösliche Proteïnstoffe (Eiweiss etc.) übergehen.

Je länger man die Gerste keimen lässt, desto mehr Amidverbindungen bilden sich, so dass es der Mälzer in der Hand hat, durch kürzeres Keimenlassen aus einer stickstoffreichen Gerste eine stickstoffarme Würze und umgekehrt zu gewinnen (J. Hanamann).

Die Bildung der löslichen Stickstoffverbindungen erreicht aber eine Grenze; lässt man die Keimung zu weit gehen, so nehmen die löslichen Eiweissstoffe wieder ab und würde damit die Erfahrung der Praxis im Einklang stehen, dass die Diastase-menge bei zu weit vorgeschrittener Keimung zurückgeht.

Das Fett wird bei der Keimung zum Theil in Glycerin und freie Fettsäuren gespalten und verathmet (20–30 % bei der Gerste nach Stein und John und 30 %

¹⁾ Im Allgemeinen bildet sich um so reichlicher Diastase, je stickstoffreicher die Gerste ist; das ist aber nach C. J. Lintner nicht immer der Fall und kann auch aus einer stickstoffarmen Gerste genügend Diastase gebildet werden. Die Menge der gebildeten Diastase steht nur im Verhältniss zu dem löslichen Eiweiss.

²⁾ Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen 1899, 22, 212.

beim Mais nach Delbrück); hierbei und bei der Verathmung der Stärke zu Kohlensäure bilden sich als Zwischenerzeugnisse (oder durch Erreger saurer Gärungen) eine Reihe organische Säuren, z. B. Ameisensäure, Essigsäure, Propionsäure, Citronensäure, Aepfelsäure, Bernsteinsäure, Oxalsäure und Milchsäure, welche letztere niemals fehlt.

Die Cellulose soll nach Stein eine Zunahme von 1,5 % erfahren.

Die vorstehenden Umsetzungen beim Keimen bedingen naturgemäss einen Substanzverlust.

So fand z. B. P. Behrend:

100 Körner wiegen trocken:

Gersten-Art	I	II	III	IV	V	VI
	Ursprüngliche Gerste	Quellreife Gerste	Keimende Gerste			
			nach 22	62	86	134 Stunden
Saale-Gerste	4,025 g	3,871 g	3,814 g	3,805 g	3,632 g	3,430 g
			nach 41	89	113	137 Stunden
Ungarische Gerste	3,344 „	3,319 g	3,153 g	3,145 g	3,021 g	2,920 g

Im Ganzen hätte hiernach die Trocken-Substanz von der quellreifen Gerste bis zum reifen Malz um 11,4 % bzw. 12,1 % abgenommen; dieser Verlust ist sehr hoch und dadurch bedingt, dass der Keimversuch im Mai und Juni bei warmer Witterung vorgenommen wurde. Unter sonstigen Verhältnissen bewegt sich der Verlust an Trocken-Substanz, vorwiegend an Stärke, beim Keimen zwischen 4—10 %.

Für die Keimung anderer Getreidearten, wie des Weizens, behufs Bereitung von Malz gelten im Allgemeinen dieselben Grundsätze wie bei der Gerste.

c) Das Darren des Malzes. Das keimreife fertige Grünmalz wird nach dem Schwelkboden oder direkt auf die Schwelkhorde der Darre befördert, um ihm durch Ausbreiten in eine dünne Schicht an einem trocknen und luftigen Ort rasch Wasser zu entziehen und so den Keimvorgang zum Stillstand zu bringen. Eine weitere Wasserentziehung aus dem Grün-(Schwelk-)malz wird durch künstliche Wärme erreicht, wobei das Malz in 10—20 cm hoher Schicht auf Horden ausgebreitet und einer allmählich steigenden Temperatur auf 2—3 verschiedenen Horden ausgesetzt wird. Man unterscheidet:

1. Rauch- und Koksdarren, auf denen das Malz direkt mit den Rauchgasen in Berührung kommt. Diese sind aber wenig mehr im Gebrauch, weil das Malz besonders auf den Rauchdarren, einen unangenehmen Rauchgeschmack annimmt.
2. Luftdarren, bei welchen durch eine Heizvorrichtung — bald durch liegende, bald durch stehende Heizröhren — erwärmte Luft erzeugt wird, welche durch das Malz streicht, und dasselbe austrocknet und darrt.
3. Mechanische (beständig arbeitende) Darren, welche eine Ersparniss an Brenngut bezwecken, aber bis jetzt anscheinend noch wenig Eingang gefunden haben, obwohl es an Vorschlägen dieser Art nicht fehlt.

Die Temperatursteigerung soll langsam und so erfolgen, dass die Hauptmenge des Wassers bis zur Erreichung einer Temperatur von 42—44 ° verdunstet ist; wird die Temperatur zu rasch gesteigert, so werden die diastatischen Enzyme zerstört und das sog. „Glasmalz“ gebildet. Im Uebrigen richtet sich die Höhe der Temperatur nach der Art des zu erzielenden Malzes bzw. Bieres; sie ist geringer für

die Gewinnung lichter oder heller, grösser für die Gewinnung dunkeler Biere. So beträgt die Abdarrtemperatur:

Gemessen:	Für bayerisches	Wiener	böhmisches Malz
In der Luft	80—100°	75—88°	56—75°
Im Malz	94—112°	88—100°	66—88°

Dementsprechend dauert das Darren bei den einzelnen Malzen 16—48 Stunden und geht hierbei die Feuchtigkeit von 45—50 % auf einige wenige Procente herunter. In Folge dieses geringeren Wassergehaltes ist das Darrmalz selbstverständlich haltbarer, als das Grünmalz. Vereinzelt wird das Malz auch bei einer hohen Aussentemperatur, wie im Sommer, durch natürliche Wärme ausgetrocknet und man erhält so das Luftmalz mit 11—16 % Wasser; aber dieser Wassergehalt ist für eine längere Aufbewahrung des Malzes ebenfalls noch zu hoch.

Ausser der Verminderung der Feuchtigkeit bezweckt das Darren die Verbesserung des Geschmackes, indem an Stelle des rohen bohnenartigen Geschmackes des Grünmalzes das Malzaroma erzeugt wird, von dem je nach der Art des Darrens das Aroma des Bieres abhängt. Insofern ist das Darren einer der wichtigsten Vorgänge beim Bierbrauen.

Weiter wird durch das Darren (Trocknen) der Wurzelkeim spröde, so dass er sich beim Putzen des Malzes leicht entfernen lässt.

Ausser dem gewöhnlichen Darrmalz stellt man auch noch Farbmalz her, welches dazu dient, dem Biere eine tief braune und dunkle Farbe zu verleihen; durch das gewöhnliche Darren werden allerdings schon Rösterzeugnisse gebildet, welche der Bierwürze nachher eine gelbe bis braune Farbe verleihen; aber die hierdurch erreichte Farbentiefe genügt in vielen Fällen (so besonders in Bayern) dem Geschmack der Biertrinker nicht und nimmt man zur Erzielung der gewünschten Farbentiefe das Farbmalz¹⁾. Dasselbe wird entweder aus noch nicht fertig gedarrtem Malz, wenn die Keime eben abfallen, oder aus fertigem Darrmalz dadurch hergestellt, dass man letzteres in pyramidale Haufen schichtet und diese dreimal mit Wasser²⁾ (auf 1 kg Malz 1—1,5 l Wasser) übergiesst, wobei der Haufen jedesmal sofort umgestochen wird. Das so angefeuchtete Malz wird dann in Rösttrommeln bei 170 bis 200° — die Darren gestatten keine so hohe Erhitzung — mit der Vorsicht erhitzt, dass keine Verkohlung des Kornes eintritt.

Patentmalz, Krystallmalz oder Karamelmalz erhält man nach Haumüller's Verfahren in der Weise, dass man das Darrmalz wie sonst mit Wasser anfeuchtet, bis es 50 % davon aufgenommen hat, dann dasselbe in einem geschlossenen Gefäss durch Dämpfen allmählich bis auf 60° bringt und dabei etwa 3 Stunden stehen lässt. Hierdurch tritt eine fast vollständige Verzuckerung ein und lässt sich das so behandelte Malz bei niedrigen Temperaturen karamelisiren. Ein bemerkenswerther Bestandtheil dieses Farbmalzes ist nach Brand das Maltol (C₆H₅O₃), welches ohne Zweifel durch Wasseraustritt aus der Glukose gebildet wird³⁾.

Durch das Darren gehen namhafte Veränderungen im Malz vor. Zunächst nimmt die Amylase bezw. die diastatische Kraft um so mehr ab, je

¹⁾ Dort, wo ausser Gerste auch sonstige ähnliche Rohstoffe für die Bierbereitung erlaubt sind, verwendet man auch die aus Stärkezucker hergestellte Zuckerkouleur.

²⁾ Der Wasserzusatz ist nothwendig, um die Karamelisirung des Kornes zu befördern.

³⁾ Das Maltol giebt mit Eisenchlorid eine Violettfärbung ähnlich wie die Salicylsäure. Letztere giebt aber mit Millon's Reagenz erwärmt, eine intensive Rothfärbung, das Maltol dagegen nicht.

höher die Darrtemperatur ist; so fand Kjeldahl, wenn die diastatische Kraft des Grünmalzes = 100 gesetzt wird, für die Darrmalze:

	Grünmalz	Darrmalz getrocknet bei:			
		50°	60°	70°	71°
Trockensubstanz des Malzes	56,5 %	69,5 %	92,9 %	96,6 %	95,7 %
Diastatische Kraft derselben	100,0 "	88,2 "	78,3 "	52,9 "	45,2 "

Farbmalz enthält gar keine Diastase mehr.

Wenn man daher mit dem Gerstenmalz thunlichst viel Stärke in anderen Rohstoffen umwandeln will, so wird man, so weit es geht, zweckmässig von Grünmalz oder mässig gedarrtem Malz Gebrauch machen; Grünmalz ist aber für die Bierbrauerei nicht geeignet und bleibt in dem selbst stark gedarrten Malz so viel Amylase, als zur Verzuckerung der vorhandenen Stärke nothwendig ist.

Für die Umsetzung der Stickstoff-Substanz beim Darren geben A. Hilger und W. v. d. Becke folgende Zahlen:

	Wasser	Gesamt-Stickstoff	Stickstoff der in Wasser unlöslichen Stoffe	Stickstoff der in Wasser löslichen Theile, auf Trocken-Substanz berechnet, in Form von:				
				Eiweiss	Pepton	Ammonsalzen	Amidosäuren	Amiden
Grünmalz	47,96 %	1,75 %	1,37 %	0,157 %	0,006 %	0,029 %	0,142 %	0,051 %
Darrmalz	9,43 "	1,54 "	1,17 "	0,119 "	0,023 "	0,006 "	0,226 "	0,003 "

Die Abnahme an Gesamt-Stickstoff ist durch die vorherige Entfernung der Keime zu erklären; dagegen hängt die Abnahme an löslichem Eiweiss und Ammonsalzen, sowie die Zunahme an Pepton und Amidosäuren mit dem Darrvorgang als solchem zusammen. Die Abnahme an löslichem Eiweiss steht im Einklang mit der an Diastase.

Aehnliche Beziehungen fanden A. Schulte im Hofe und Laszcinsky zwischen Grünmalz und bei verschiedenen Temperaturen gedarrtem Malz (Bd. I. S. 1097). Die Abnahme an Albumin und die Zunahme an Pepton bzw. Amiden war durchweg um so grösser, je höher die Darrtemperatur war.

Die Kohlenhydrate verhalten sich ebenfalls verschieden je nach der Art des Darrens. Wird das Malz auf der oberen Horde bei niedriger Temperatur unter starker Lüftung schnell getrocknet, so bildet sich nach Fr. Schönfeld¹⁾, weil die Diastase nicht weiter einwirken kann, keine grössere Menge direkt reducirenden Zuckers (Invertzuckers), aber ein Theil desselben wird in Saccharose reversirt; bei langsamer Trocknung wird der Invertzucker in Folge Einwirkung der Diastase vermehrt, während der Gehalt an Saccharose gleich bleibt. Fr. Schönfeld fand z. B. für die Trockensubstanz:

Zucker	Grünmalz	Darrmalz bei 81° auf der oberen Horde vollständig abgedarrt	Grünmalz	Darrmalz	
				schnell unter starker Lüftung	langsam ohne Lüftung
				getrocknet	
Invertzucker . . .	5,58 %	3,62 %	6,50 %	6,40 %	7,40 %
Saccharose . . .	6,61 "	8,68 "	5,20 "	5,70 "	5,75 "

¹⁾ Vergl. dessen „Herstellung obergähriger Biere“ 1902, 24 und diese Nahrungsmittelchemie Bd. I, S. 1080.

Da die Bräunung des Malzes auf einer Karamelisierung des Invertzuckers bezw. der Maltose beruht, so muss die Menge hieran um so mehr abnehmen, je höher die Darrtemperatur ist. Der Gehalt an Rösterzeugnissen sowie an Dextrin nimmt dagegen zu. Die durch die Röstung vor sich gehenden Veränderungen mit den Kohlenhydraten etc. erhellen am besten aus einer Untersuchungsreihe von E. Prior (Bd. I. S. 1080); derselbe verwandelte ein Grünmalz auf der Engelhard'schen Darre erst in Luftmalz und dieses bei verschiedenen höheren Temperaturen in Darrmalz; er fand u. a.

Malz	Wasser %	In der Trockensubstanz						Vorgebildeter Zucker in % des Extrakts		Beim Maischen gebildete		Von der Maltose % sind vergärbar ¹⁾	Verzuckerungs- zeit	
		Extrakt %	Mit Maltose ²⁾ %	Maltose: Nichtmaltose wie 1: %	Dextrin %	Röst- erzeugnisse %	Fermentiv- vermögen %	Maltose %	Isomal- tose %	Maltose %	Isomal- tose %			
Grünmalz	42,00	—	2,58	—	—	—	88,8	—	—	—	—	—	—	
Luftmalz	8,44	—	13,74	—	—	—	134,0	—	—	—	—	—	—	
Darr- malz, gedarrt bei	56° 70° 80° 94°	6,15 4,41 3,88 2,36	76,30 76,71 75,26 73,66	74,82 72,88 69,66 63,86	0,34 0,37 0,44 0,57	12,00 14,58 19,11 25,40	— 0,84 2,47 3,25	85,2 72,6 66,5 26,4	9,94 9,05 8,63 8,26	1,88 1,77 2,12 1,70	52,82 50,66 46,23 40,02	12,79 12,90 12,55 12,97	68,24 65,85 61,73 54,89	8 10 12,4 20

Die Extraktausbeute, Gehalt des Extraktes an Maltose (vor- wie nachgebildeter) und das Fermentivvermögen nehmen hiernach mit der Steigerung der Darrtemperatur ab, das Dextrin, das Verhältniss von Zucker: Nichtzucker, die Rösterzeugnisse und die Verzuckerungszeit dagegen naturgemäss zu; die Isomaltose scheint mehr oder weniger gleich zu bleiben. Diese Ergebnisse sind durch mehrere andere Untersuchungen bestätigt worden (vgl. z. B. Bd. I, S. 1079 u. 1097).

Aus dem Grunde kann auch von einer mittleren Zusammensetzung der Malze kaum die Rede sein; denn dieselbe richtet sich wesentlich nach der Art des Darrens. Wenn ich dennoch hier Mittelzahlen aufführe, so geschieht es lediglich, um einen allgemeinen Anhaltspunkt für die Beurtheilung eines Malzes zu liefern.

Nach einer grösseren Anzahl von Analysen ergab z. B. (vergl. S. 1210):

Wenngleich diese Zahlen (Tabelle S. 1210) weder für die einzelnen Malzsorten noch für die einzelnen Bestandtheile desselben Malzes strenggenommen unter sich vergleichbar sind, weil die Malzsorten nicht von denselben Gersten stammen und die einzelnen Bestandtheile bei Weitem nicht immer in den Malzen bestimmt sind, so lassen die Zahlen doch im Allgemeinen die Beziehungen in der Zusammensetzung der verschieden gedarrten Malze erkennen, die nach den vorhergehenden Ausführungen zu erwarten sind. Auch zeigen sie, dass das Darrmalz durch Aufbewahrung an der Luft Feuchtigkeit anzieht und an löslichen Stickstoff-Verbindungen, Extrakt und Maltose-Ausbeute etwas abnimmt. Jedoch gibt es auch hiervon Ausnahmen (vergl. Bd. I. S. 1076 u. 1077), wo das Gegentheil der Fall ist.

Ueber sonstige Umstände, welche die Zusammensetzung des Malzes beeinflussen, vgl. Bd. I, S. 1085—1087, und über die Zusammensetzung von Malz aus anderen Getreidearten Bd. I, S. 1082—1084.

¹⁾ Bezw. Zucker.

²⁾ Durch Reinhefe in Procenten des Extrakts.

Gerstenmalz	Wasser %	In der Trockensubstanz							In der Extrakt-Trockensubstanz						
		Gesamt-Stickstoff-Substanz	Lösliche Stickstoff-Substanz	Fett	Stickstoff-freie Extrakt-stoffe	Robfaser	Asche	Extrakt-ausbeute	Stickstoff-Substanz	Maltose	Saccharose	Dextrin	Asche ¹⁾	Maltose: Nichtmaltose	Milchsaure
		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	1 : %	%
Luftmalz . . .	47,25	12,21	4,14	2,02	76,75	6,95	3,07	69,08	5,59	67,54	4,02	12,13	1,72	0,49	—
Darrmalz . . .	6,55	11,66	3,61	1,65	77,04	6,71	2,94	76,34	5,17	65,12	5,16	16,98	1,65	0,53	0,51
Farbmalz . . .	6,80	—	—	—	—	—	—	58,70	—	18,52	—	—	—	4,40	—
Karamel- oder Patentmalz . . .	6,98	—	—	—	—	—	—	60,92	—	53,07	4,24	—	—	0,88	0,95
Darrmalz:					Glukose				Glukose						
Frisch	4,54	—	4,24	—	40,01	—	—	76,64	5,53	52,24	—	—	1,51	—	—
4 Mon. u. länger gelagert . . .	6,81	—	3,94	—	38,57	—	—	75,26	5,25	51,14	—	—	1,53	—	—
Weizenmalz . . .	8,52	12,18	—	—	—	—	—	74,89 ¹⁾	3,71	72,41	—	—	—	0,38	—

Das Darrmalz muss vor seiner Verwendung in der Brauerei erst entkeimt, d. h. von den Wurzelkeimen befreit werden, was durch Putzen desselben in besonderen Maschinen zu geschehen pflegt; darauf bleibt es noch 6—8 Wochen auf trockenen Böden bei mässigem Luftzutritt in sog. Silos lagern, ehe es verwendet wird.

Durch das Putzen, d. h. die Entfernung der Wurzelkeime erleidet das Darrmalz einen weiteren Verlust und nimmt man im Allgemeinen auf 100 Gerste an:

Grünmalz,	Luftmalz	Darrmalz	Malzkeime	1 hl Darrmalz
130—140 kg	90 kg	frisch und geputzt	gelagert	wiegt
		78 kg	80—84 kg	48—55 kg

100 kg Weizen liefern 171 kg Grünmalz und 85 kg Trockenmalz; das Hektolitergewicht beträgt 62—65 kg.

Schneider bestimmte die Verluste beim Mälzen von Gerste, Roggen, Weizen und Hafer in vergleichenden Versuchen mit folgendem Ergebniss für die Trockensubstanz:

	Gerste	Roggen	Weizen	Hafer
Verlust durch Einquellen	1,61 %	1,22 %	1,31 %	2,12 %
„ „ Keimen	3,71 „	2,03 „	2,57 „	4,23 „
„ an Wurzelkeimen	3,45 „	2,11 „	2,94 „	3,71 „
Nicht ermittelter Verlust	0,34 „	0,04 „	0,03 „	0,42 „
Im Ganzen	9,14 %	5,40 %	6,85 %	10,48 %

Die Malzkeime haben folgende Zusammensetzung:

Malzkeime von:	Anzahl der Analysen								In der Trockensubstanz	
		Wasser	Stickstoff-Substanz	Reinprotein	Fett	Stickstoff-freie Extraktstoffe	Robfaser	Asche	Stickstoff-Substanz	Stickstoff-freie Extraktstoffe
		%	%	%	%	%	%	%	%	%
Gerste	128	12,00	23,11	16,28	2,05	43,01	12,32	7,51	26,20	49,00
Weizen	3	14,50	28,75	20,18	2,65	28,20	19,50	6,40	33,60	33,00
Mais	3	15,00	29,11	20,40	11,58	33,20	4,81	6,30	34,20	39,00

¹⁾ Die Extraktausbeute von Feinschrot des Weizenmalzes betrug 85,92 % der Trockensubstanz.
²⁾ Von der Phosphorsäure des Malzes gehen durchweg 45 % in den Extrakt bzw. in die Würze über.

Die Malzkeime sind reich an Amidon; sie werden vortheilhaft zur Fütterung verwendet, müssen aber mit einer gewissen Vorsicht verfüttert werden.

Die Asche der Gerstenmalzkeime hat im Mittel von drei Analysen folgende procentige Zusammensetzung:

Reinasche in der Trockensubstanz	Kali	Natron	Kalk	Magnesia	Eisen-oxyd	Phosphor-säure	Schwefel-säure	Kiesel-säure	Chlor
7,35 %	30,81 %	1,77 %	2,85 %	2,76 %	1,56 %	26,96 %	4,04 %	22,07 %	6,94 %

An ein gutes Braumalz werden nach C. J. Lintner und Fr. Schönfeld folgende Bedingungen gestellt:

1. Das Korn soll vollbauchig sein und in Wasser schwimmen.
2. Die Farbe des Malzes (d. h. des gewöhnlichen Darimalzes) soll nicht wesentlich von der der Gerste abweichen.
3. Der Mehlkörper soll vollständig mürbe, locker, sowie thunlichst weiss sein und sich leicht zerreiben lassen. Nur bei den stark gedarrten — Münchener — Malzen sind die Körner ein wenig gebräunt und die Mehlkörper gelblich-weiss.
4. Das Korn soll süss schmecken und einen angenehmen Malzgeruch besitzen, der bei den stark gedarrten Malzen kräftiger hervortritt, als bei den schwach gedarrten — böhmischen — Malzen.
5. Glasigkeit des Kornes oder glasige Randbildung deuten auf schlechte Kornbeschaffenheit oder mangelhafte Tennenbehandlung. Solche Malze haben dann ein höheres Hektoliter-Gewicht, als gute, mürbe Malze und rechnet man für gute, stark gedarrte Malze ein hl-Gewicht von 48—53 kg, für gute, leicht gedarrte Malze ein solches von 54—55 kg.

Um das Malz haltbarer zu machen, soll dasselbe mitunter mit Salicylsäure-Lösung besprengt werden; ob dieses wirklich der Fall ist, lasse ich dahingestellt. Jedenfalls ist eine Schimmelbildung im Malz von grossem Nachtheil. Durch die Schimmelpilze werden wie bei Brot S. 868 vorwiegend die wichtigsten Kohlenhydrate (Maltose und sonstige Zuckerarten) verathmet, so dass eine maltoseärmere Würze erhalten wird (vgl. Bd. I S. 1099 u. 1100).

2. Das Brauen.

Das Brauen zerfällt in drei Hauptvorgänge, nämlich den der Gewinnung der Würze, den des Kochens der Würze mit Hopfen und den des Kühlens der gekochten Würze.

a) Die Gewinnung der Würze. Diese zerfällt in das Maischen und das Abläutern. Das thunlichst nochmals von Staub mittels Putz- oder Poliermaschinen gereinigte Malz wird auf Schrotmühlen zerkleinert (gebrochen), das Malzschrot mit Wasser vermischt und auf höhere Temperaturen (bis zu 75°) erwärmt. Das Gemisch von Malzschrot mit Wasser heisst Maische und der ganze Vorgang das Maischen. Durch das Maischen wird die Stärke in Maltose, Isomaltose und Dextrin übergeführt und diese mit den an sich löslichen Bestandtheilen des Malzes vom Wasser aufgenommen. Das Abläutern besteht in der Trennung der löslichen Bestandtheile der Maische von den unlöslichen, den Trebern; die die löslichen Bestandtheile enthaltende Flüssigkeit heisst Würze.

α) Das Maischen. Hierfür sind zwei Hauptverfahren in Gebrauch, nämlich das Dekoktions- und das Infusionsverfahren.

1. Das Dekoktionsverfahren, welches vorwiegend in Deutschland und Oesterreich zur Erzeugung untergähriger Biere angewendet zu werden pflegt, besteht darin, dass wiederholt ein Antheil der Maische gekocht, dieser jedesmal dem nicht gekochten Rest wieder zugefügt und dieses so lange fortgesetzt wird, bis die Abmischtemperatur von 75° erreicht ist. Hierbei unterscheidet man Dickmaische und Lautermishe; bei ersterer sucht man thunlichst viel feste Bestandtheile des Malzes mit in die Maischpfanne zu bringen, während die Lautermishe mehr aus dem dünnflüssigen Antheil der Maische besteht.

Bei dem Dickmaisverfahren rechnet man auf 1 hl Malz (Schüttung) 220 l Wasser (Guss); hiervon dienen 120 l von gewöhnlicher Temperatur zur Vermischung mit dem Malzschrot und werden zum Einteigen verwendet, während 100 l in der Pfanne zum Kochen gebracht werden. Diese werden dann langsam d. h. allmählich unter beständigem Gange des Rührwerkes so zu der eingeteigten Masse gegeben, dass die Temperatur von 35° erst in 20–30 Min. erreicht wird. Das Maischen wird dann weiter so ausgeführt, dass meistens 3-mal ein Antheil der ganzen Maische zum Kochen gebracht und dann wieder zum Rest der Maische zurückgegeben wird und zwar kocht man zwei Dickmaischen (je ungefähr $\frac{1}{3}$ der ganzen Maische) und eine Lautermishe (etwa 120 l), die man dadurch erhält, dass man die Maische sich kurze Zeit absetzen lässt. Das Kochen dauert jedes Mal ungefähr $\frac{1}{2}$ Stunde und nimmt die Gesamtmishe nach Zufügung der ersten Dickmaischkochung eine Temperatur von 50° , nach der der zweiten Dickmaischkochung eine solche von 65° und nach der der Lautermischkochung eine solche von 70 – 75° an. Hierbei bleibt die Mishe $\frac{1}{2}$ –1 Stunde ruhig stehen — „verbleibt auf der Ruh“ —, sodass die ganze Dauer dieses Maischens etwa 5 Stunden in Anspruch nimmt.

2. Das Infusionsverfahren (Aufverfahren). Es ist vorwiegend in England und Frankreich in Gebrauch und wird eine aufwärts- und abwärtsmaischende Infusion unterschieden. Bei ersterer wird das Malzschrot entweder mit einem Theil des kalten oder lauwarmen Wassers angerührt (eingeteigt) und durch Zusatz von heissem Wasser auf die Temperatur von 65 – 70° gebracht, oder man vermischt das Malzschrot gleich mit der ganzen Menge Wasser und erwärmt dieses durch indirekten Dampf auf die obige Temperatur. Bei der abwärtsmaischenden Infusion schüttet man das Malzschrot in das etwa 75° heisse Wasser und wenn man 100 kg Malz auf 300 l Wasser anwendet, nimmt das Gemisch die Temperatur von 67 – 70° an. In beiden Fällen bleibt die Mishe bei dieser Temperatur einige Stunden stehen.

Die chemischen Vorgänge beim Maischen bestehen vorwiegend in der Ueberführung der unlöslichen Stärke in lösliche Form, in dem Abbau der Stärke in vergärbaren Zucker (Maltose) und in unvergärbare Isomaltose¹⁾ und Dextrine. Die bei diesem Abbau auftretenden Verbindungen sind schon S. 148–149 und S. 155–156 genügend beschrieben, so dass hier nur erübrigt, die verschiedenen Umstände, welche den Abbau der Stärke und das Verhältniss der hierbei auftretenden Abbauerzeugnisse zu einander beeinflussen, noch kurz zu besprechen.

¹⁾ Von Brown und Morris, Prior u. A. ist das Auftreten von Isomaltose bestritten und diese für ein Gemisch von Maltose mit einem der Dextrine erklärt. Indess hat E. Fischer die Isomaltose auf synthetischem Wege dargestellt und scheint dadurch das Bestehen einer Isomaltose, welche zuerst von C. J. Lintner gefunden worden ist, sehr wahrscheinlich gemacht zu sein.

Zunächst sei bemerkt, dass man den Vorgang des Abbaues durch Jodlösung (4 g Jod und 8 g Jodkalium in 1 l Wasser) verfolgt, womit die Maische anfänglich wegen noch vorhandener löslicher Stärke eine blaue und weiter je nach dem Auftreten der verschiedenen Dextrine (vergl. S. 155) eine blauviolette, rothviolette bis rothbraune Färbung giebt. Der Maischvorgang d. h. der Abbau der Stärke gilt als beendet, wenn in der Maische mit Jodlösung keine besondere Färbung mehr auftritt.

Auch mag ergänzend zu den Ausführungen S. 155—156 noch erwähnt werden, dass Duclaux¹⁾ begründet hat, dass die verschiedenen Dextrine, welche sich erwieasenermassen bei der Verzuckerung der Stärke bilden, sich nicht durch ihre chemische Struktur, sondern durch ihre physikalische Konstitution von einander unterscheiden und diese Verschiedenheit in der ungleichen Struktur der Stärkekörner ihren Grund hat, indem letztere aus übereinander gelagerten ungleichartigen und ungleich dichten Schichten bestehen, welche der Einwirkung chemischer und physikalischer Agentien eine verschiedene Widerstandsfähigkeit darbieten. Hieraus erklärt sich nicht nur das verschiedene Verhalten der einzelnen Stärkesorten gegen dieselben Agentien, sondern auch das Verhalten einer und derselben Stärke gegen die Amylase bei verhältnissmässig hoher Temperatur. Das Stärkekorn wird wegen seiner verschiedenen Dichtigkeit von der Diastase unregelmässig, an verschiedenen Stellen und in verschiedener Richtung angegriffen; die am wenigsten Widerstand leistenden werden zuerst, die dichtesten Schichten zuletzt in Dextrin und weiter in Maltose umgewandelt und die hierbei auftretenden Dextrine unterscheiden sich wie die Stärkeschichten durch ihre geringere und grössere Widerstandsfähigkeit gegen Agentien.

Wenn alle Stärke aufgeschlossen ist und Jod nicht mehr auf die Maische wirkt, so finden sich in derselben neben Maltose noch Dextrine, welche letztere von den am schwierigsten angreifbaren Stärketheilchen herrühren. Indess können auch diese Dextrine allmählich in Maltose umgewandelt werden, wenn die Einwirkung der Amylase nur lange genug andauert.

Eine vollständige Ueberführung der Stärke in Maltose beim üblichen Maischvorgang ist nicht erreichbar und auch in der Bierbrauerei nicht erwünscht; denn das Dextrin oder die Dextrine sind wesentliche Bestandtheile der Würze und des fertigen Bieres.

Selbst unter den günstigsten Bedingungen werden höchstens 80 %, im gewöhnlichen Braubetriebe durchweg nur 65—75 % der Stärke in Maltose übergeführt, der Rest von 25—35 % der Stärke besteht aus Dextrinen. Das Verhältniss von entstehender Maltose zu Dextrinen ist abhängig:

1. Von der Diastase- bzw. Amylasemenge; der Abbau der Stärke verläuft naturgemäss um so schneller und es bildet sich hierbei um so mehr Maltose, je grösser die vorhandene Amylasemenge ist; dieses gilt jedoch für die gebildete Maltose nur so weit, bis 40 % der Stärke umgewandelt sind; von da an üben selbst grosse Mengen Amylase keinen wesentlichen Einfluss auf die Maltose-Bildung mehr aus.

Die einwirkende Menge der Amylase aber oder die Fermentivkraft hängt im Brauereibetriebe nach den obigen Ausführungen von der Art des Malzes ab; von der wirksamen Amylase des Grünmalzes enthält das lichte, bei niedrigen Tempera-

¹⁾ Ann. l'Inst. Pasteur 1895, 56, 170 u. 215.

turen abgedarrte Malz am meisten, das mittelfarbige Malz weniger und das bei höheren Temperaturen abgedarrte (bayerische) Malz am wenigsten Diastase bzw. Amylase. Dementsprechend gestaltet sich das Verhältniss von Maltose : Dextrin in den unter sonst gleichen Bedingungen aus diesen 3 Malztypen hergestellten Würzen wie folgt:

Würze aus gedarrtem Malz bei	niedrigen	mittleren	höheren Temperaturen
Für Bier	hellcs	mittelfarbige	dunkelcs
Maltose : Dextrin	5,2 : 1	2,8 : 1	2 : 1

Dementsprechend werden bei gleichen Stammwürzen und gleichem Vergährungsgrad helle Biere mehr Alkohol und weniger Dextrin, dunkle Biere dagegen weniger Alkohol und mehr Dextrine enthalten.

Lässt man die Amylase (Diastase) bei niederen Temperaturen (etwa 4 Stunden bei 30°) auf Stärke bzw. Stärkekleister einwirken, so findet nach J. Effront¹⁾ beim Verzuckerungsvorgang ein Verbrauch an Amylase nicht statt; verläuft aber der Vorgang 1 Stunde bei 60—68°, so lässt das diastatische Vermögen nach, weil durch diese Temperatur ein Theil der Amylase zerstört bzw. unwirksam wird.

2. Von der Einwirkungstemperatur. O. Sullivan²⁾ hat gefunden, dass jeder Temperatur ein bestimmter Grad der Hydrolysirung der Stärke entspricht, indem sich bei verschiedenen Maischtemperaturen folgende Verhältnisse zwischen Maltose und Dextrin bilden:

	64°	68°	70°
Maltose : Dextrin wie	1 : 1	1 : 2	1 : 3

W. Schulze fand in Maischversuchen bei verschiedenen Temperaturen in 100 Thln. Extrakt folgende Mengen Maltose:

Gemaischt bei	62°	65°	70°	75°
Maltose	78,64 %	70,28 %	62,72 %	59,93 %

Das Temperatur-Optimum d. h. die Temperatur, bei welcher die Amylase in der kürzesten Zeit am meisten Maltose erzeugt, liegt gewöhnlich bei 55—63°; das gilt aber nur für leicht angreifbare Stärke d. h. in Form eines Kleisters oder einer Stärkelösung. Für eine Maische, in welcher Stärke als solche d. h. unverkleistert neben Amylase vorhanden ist, muss die Temperatur schliesslich auf die Verkleisterungstemperatur (70°) gebracht werden, um eine vollständige Aufschliessung auch der kleinsten, widerstandsfähigeren Stärkekörnchen zu bewirken. Zwar wird die Malzstärke schon unter der Verkleisterungstemperatur von der Amylase angegriffen, indem z. B. C. J. Lintner fand, dass von 100 Thln. Malzstärke umgewandelt wurden:

bei 50°	55°	60°	65°
13 %	56 %	92 %	96 %

aber zur vollständigen Aufschliessung ist die Temperatur von mindestens 70° erforderlich und wird nach den ersten Versuchen um so mehr Dextrin und um so weniger Maltose gebildet, je höher unter sonst gleichen Verhältnissen die Temperatur über dem Optimum liegt. Das hat seinen Grund darin, dass, wie schon gesagt, die auf 68—70° erwärmte Amylase andere Eigenschaften annimmt, die verzuckernde

¹⁾ J. Effront: Die Diastasen, übersetzt von M. Böhler. Leipzig u. Wien 1900, 140.

²⁾ Journ. f. Landw. 1878, 26, 78.

Kraft nachlässt, die verflüssigende aber nicht angegriffen wird. Bei 80—84° wird die Wirkung der Amylase überhaupt aufgehoben.

3. Von der Dauer der Einwirkung. Dieselbe kann unter Umständen die Menge der Diastase und die Höhe der Temperatur ersetzen, insofern sich durch wenig Diastase und lange Einwirkung oder mit niedriger Temperatur und langer Einwirkung dasselbe erreichen lässt, als durch viel Diastase bezw. bei höherer Temperatur und kurzer Einwirkung.

Die Gesamtmenge aller Bestandtheile, welche beim Maischen in die Würze übergehen, bezeichnet man als den Extrakt des Malzes und kann die Extraktausbeute aus einem guten Malz nach den Bestimmungen im Laboratorium auf 75%, auf Trockensubstanz berechnet, oder auf 70,5% bei dem durchweg vorhandenen Wassergehalt von 6% angenommen werden; im praktischen Betriebe im Grossen stellt sich aber die Extraktausbeute etwa 3% niedriger, nämlich zu 67 bis 68%. Unter Umständen kann aber auch in der Praxis eine volle theoretische Ausbeute erzielt werden. Eine geringe Ausbeute ist nach W. Windisch durch eine Reihe von Umständen bedingt, z. B. durch: 1. minderwerthige Beschaffenheit des Malzes, 2. mangelhaftes Schrotten, 3. das Maischverfahren, 4. unrichtiges Verhältniss zwischen Haupt- und Nachguss, 5. fehlerhafte Vertheilung der Nachgüsse, 6. Benutzung nicht genügend heissen Wassers zum Anschwänzen, 7. ungenügende Durcharbeitung der Treber mit dem Anschwänzwasser, 8. fehlerhafte Beschaffenheit der zum Maischen verwendeten Apparate und dergl. mehr. Thatsächlich fehlt es nicht an verschiedenen Vorschlägen¹⁾ zur Erzielung einer höheren Extraktausbeute und sind Bd. I, S. 1089—1093 einige Umstände aufgeführt, die die Extraktausbeute und die Zusammensetzung der Würze beeinflussen.

Ueber letztere vergl. den folgenden Abschnitt „Kochen der Würze mit Hopfen“, und über den Einfluss einiger Salze im Wasser auf die Extraktausbeute vergl. S. 1200.

Eine Folge von fehlerhaftem Maischen ist z. B. die Kleistertrübung des Bieres, welche die Klarheit und den Glanz desselben beeinträchtigt und durch die Anwesenheit von Amylodextrinen oder löslicher Stärke bedingt ist, die in der heissen Würze gelöst sind, sich aber beim Abkühlen im Gähr- oder Lagerkeller ausscheiden.

β) Das Abläutern. Die Trennung der Würze von den festen (unlöslichen) Bestandtheilen, den Trebern, geschieht mittels einfachen Abseihens durch einen Siebboden, der sich entweder unter dem Boden des Maischbottichs selbst oder in einem sog. Läuterbottich befindet, der neben dem Maischboden steht und in welchen die heisse Maische abgelassen wird. Vor dem Abseihen bleibt die Maische etwa eine Stunde stehen, damit sich die Treber gut absetzen. Wenn die erste Würze, Vorderwürze, abgelassen ist, werden die Treber 2—3-mal schnell nach einander mit 75° heissem Wasser ausgewaschen — man nennt es das Anschwänzen oder Decken der Treber — und diese Nachgüsse (Nachgusswürze) von zuletzt 2—3 Saccharometergraden entweder zu der Vorderwürze in der Pfanne gegeben oder auch für sich auf Dünnbier, sog. Scheps, verarbeitet. Ein letzter Nachguss von kaltem oder warmem Wasser liefert das sog. Glattwasser, welches zuweilen mit anderen Abfällen auf Spiritus verarbeitet wird.

¹⁾ Vergl. z. B. A. Cěcetka in Oesterr. Brau- u. Hopfenztg. 1894, 328, C. Bleisch in Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen 1897, 20, 15.

Die rückständigen Treber dagegen werden entweder direkt in feuchtem Zustande oder nach dem künstlichen Trocknen als trockne Biertreber zur Fütterung verwendet.

Die bei der Würzebereitung abfallenden Biertreber haben im frischen und getrockneten Zustande im Mittel von 158 bezw. 166 Analysen folgende Zusammensetzung:

	In der natürlichen Substanz						In der Trockensubstanz			
	Wasser	Stickstoff-Substanz	Reinprotein	Fett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser	Asche	Stickstoff-Substanz	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser
Frisch	76,22%	5,07%	4,93%	1,69%	10,64%	5,14%	1,24%	21,50%	45,00%	21,40%
Getrocknet	9,50 "	20,62 "	19,73 "	42,19 "	42,19 "	10,94 "	4,72 "	22,76 "	46,75 "	17,40 "

Die Biertreber bilden frisch und getrocknet ein gedeihliches Futter für Milchvieh; die trocknen Biertreber eignen sich auch als theilweiser Ersatz des Hafers zu etwa gleichen Theilen bis etwa 5 Pfd. täglich recht gut für Pferde.

b) Das Kochen der Würze mit Hopfen. Die Vorderwürze geht in die Kochpfanne und wird, sobald der Boden derselben mit Würze bedeckt ist, durch ein schwaches Erhitzen erwärmt, damit sich die Würze während der Dauer des Abläuterns nicht auf die Temperatur der Milchsäurebildung abkühlen kann. Wenn Vorwürze und Nachgüsse in der Pfanne vereinigt sind, dann beginnt das Kochen und zwar unter Zusatz von Hopfen, indem die Menge desselben gleich beim Beginn des Erwärmens entweder ganz zugesetzt wird oder erst die Hälfte und die andere Hälfte, wenn die Würze anfängt, sich zu brechen. In anderen Fällen, wenn das Bier ein starkes Hopfenaroma erhalten soll, nimmt man den Zusatz 3-mal vor und fügt das letzte Drittel erst kurz vor dem Beendigen des Kochens hinzu. Die Menge des zuzusetzenden Hopfens richtet sich nach der Beschaffenheit desselben und des zu erzielenden Bieres; sie muss um so grösser sein, je geringwerthiger der Hopfen, je gehaltreicher die Würze ist und je länger das Bier haltbar sein soll; in Folge dessen schwankt die Hopfengabe zwischen 0,15—0,85 kg für 1 hl Würze. Auf 100 kg Malz rechnet man:

Für Winter- oder Schankbier mit 11—12% Balling ¹⁾	0,75—1,00 kg Hopfen
" Lagerbier	" 12—13 " "
" Doppelbier	" 14 " "
" Bockbier	" 16 " "
" Salvatorbier	" 18—19 " "

Die Dauer des Kochens beträgt bei Würzen nach dem Dekoktionsverfahren durchschnittlich 1,5—2 Stunden, bei Infusionswürzen, die meistens stark verdünnt sind, etwas länger.

Das Kochen ist beendet, wenn die Würze einen schönen „Bruch“ zeigt, d. h. wenn die Eiweisskörper sich in dichten Flöckchen abgeschieden haben und sich in einem Schaugläschen rasch zu Boden setzen, während die Würze klar und glänzend erscheint.

Vom Hopfen gehen etwa 20—30% in die Würze über und sind die Wirkungen des Hopfens auf die Würze, die Vergärung und das Bier bereits S. 1154 angegeben. Ebenso ist die Zusammensetzung des benutzten Hopfens schon S. 1155 mitgetheilt.

¹⁾ Unter „Proc. Balling“ versteht man die Gewichtstheile Extrakt (Trockensubstanz in 100 Gewichtstheilen Würze bei 17,5%). Das Balling'sche Saccharometer giebt an, wie viel 100 Gewichtstheile einer Rohrzuckerlösung bei 17,5° an fester Saccharose enthalten.

Der ausgekochte Hopfen mit den ausgeschiedenen Eiweisskörpern wird durch die Hopfenseiher (Siebvorrichtungen von Weiden, Holz, Kupfer oder Eisen) abfiltrirt (ausgeschlagen), der rückständige Hopfen, der noch Würze einschliesst, mit heissem Wasser ausgewaschen bezw. gepresst, und dann die Würze auf die Kühle befördert.

c) Das Kühlen der Würze. Die Würze muss für die Herstellung der untergährigen Biere auf 5—6°, für die der obergährigen Biere auf 12—20° abgekühlt werden, und zwar thunlichst rasch, damit die Spaltpilze keine Gelegenheit finden, sich zu entwickeln. Das Kühlen wurde früher ausschliesslich und jetzt auch noch häufig auf Kühlschiffen in etwa 8 Stunden bewirkt. Weil diese aber im Sommer nicht anwendbar sind und eine Verunreinigung der Würze durch Spaltpilze aus der Luft ermöglichen, so werden dieselben jetzt durchweg durch besondere Kühlapparate ersetzt, von denen man wesentlich 2 Gruppen, die geschlossenen und offenen, unterscheiden kann. Bei den geschlossenen Kühlapparaten (Schlangen-, Kasten- und Gegenstromkühlern) fliesst die Würze in geschlossene Röhren, welche von dem Kühlwasser umgeben sind; bei den offenen Kühlern (Berieselungskühlern) dagegen fliesst die Würze über wagerecht angeordnete Rohre, während das Kühlwasser sich im Innern der Rohre bewegt.

Da die Anreicherung der Würze mit Luftsauerstoff für die spätere Gährung (Entwicklung der Hefe vergl. Bd. I, S. 1094) von Bedeutung ist, und diese auf den Kühlschiffen durch Durchrühren mittels Krücken oder durch Windflügel unterstützt wird, so ist auch bei Anwendung der Kühlapparate auf geeignete Zuführung thunlichst reiner Luft Sorge zu tragen.

Die beim Kühlen der Würze sich bildenden, aus Eiweisskörpern und Hopfen-theilchen bestehenden Trübungen werden durch Filtrirbeutel (Trübsäcke) oder durch Filterpressen vor dem Anstellen mit Hefe entfernt.

Die mit Hopfen gekochte Würze wird die „Hopfenkesselwürze“, die abgekühlte, zur Vergährung reife Würze die „Anstellwürze“ genannt. Diese haben je nach dem zu erzielenden Bier einen verschiedenen Gehalt; man rechnet Balling'sche Saccharometergrade (Extrakt-Procente vergl. Anm. 1, S. 1216) durchschnittlich bei:

Leichten (Abzug-) Bieren	Schank- (Winter-) Bieren	Lager- (Sommer-) Bieren	Bock-, Salvator-, Doppelbieren	Tafel- Bieren
9—10 %	12—13 %	13,0—14,5 %	15—20 %	25 %

Die Hauptmenge dieser Extraktbestandtheile bildet die Maltose; 100 Thle. Würzeextrakt enthalten 50—60 Thle. Maltose, 7—9 % Thle. sonstige direkt reducirende Zucker (Glukose, Fruktose, Isomaltose), 2—4 Thle. Saccharose und 15 bis 25 Thle. Dextrin; der Rest besteht aus Gummi, Röststoffen (Karamel etc.), löslichen Hopfenbestandtheilen (Bitterstoffe, Gerbstoff etc.), Stickstoffverbindungen (Pepton, Amide, Cholin etc.) und Mineralstoffen.

Um einen Anhalt für die chemische Zusammensetzung einer Würze zu Lagerbier zu geben, mögen folgende Mittelzahlen (Bd. I, S. 1089) mitgetheilt werden:

Würze	Spec. Gewicht	Extrakt %	In der Würze						In Proc. der Würze-Trockensubstanz					
			Stickstoff-Substanz %	Maltose + sonst. Zucker %	Dextrin etc.) %	Milchsäure %	Asche %	Phosphorsäure %	Stickstoff-Substanz %	Maltose + sonst. Zucker %	Dextrin etc.) %	Milchsäure %	Asche %	Phosphorsäure %
Ungehopfte . . .	—	16,93	1,09	11,67	3,98	—	0,310	0,148	6,42	68,90	23,51	—	1,83	0,87
Hopfenkesselwürze . . .	1,0556	14,28	0,557	8,57	4,72	0,115	0,311	0,087	3,92	60,06	33,05	0,82	2,24	0,61
Anstellwürze	1,0605	14,94	0,629	9,44	4,46	0,095	0,318	0,087	4,22	62,48	29,85	0,63	2,12	0,59

Diese Zahlen können, streng genommen, unter sich nicht verglichen werden, weil sie nicht aus denselben Würzen in den einzelnen Abschnitten der Bereitung gewonnen sind. Immerhin lassen sie den Einfluss des Hopfens auf die Fällung der Stickstoffverbindungen und die Vermehrung der dextrinartigen und sonstigen Stoffe, die aus der Differenz berechnet sind, erkennen. Dass die Anstellwürze einen höheren Gehalt an Extrakt etc. aufweist als die Hopfenkesselwürze, hängt mit der beim Abkühlen (besonders auf Kühlschiffen) verbundenen Wasserverdunstung zusammen.

H. Bungener und L. Fries (Bd. I, S. 1095) verfolgten die Vertheilung der stickstoffhaltigen Stoffe in der Würze im Mittel von 6 Sorten mit folgendem Ergebniss:

Stickstoff im Malz	Stickstoff in der Würze	Von dem Stickstoff in der Würze			Von dem Stickstoff des Malzes in der Würze	Von dem Stickstoff der Würze		
		Protein-Stickstoff	Pepton-Stickstoff	Amid-Stickstoff		Protein-Stickstoff	Pepton-Stickstoff	Amid-Stickstoff
1,58 %	0,560 %	0,161 %	0,072 %	0,327 %	35,6 %	28,7 %	12,8 %	60,5 %

Ähnliche Verhältnisszahlen ergeben sich aus den Untersuchungen von E. Ehrlich und A. Schulte im Hofe (Bd. I, S. 1096 u. 1097).

In der ungekochten, ungehopften Würze besteht nach J. Hanamann²⁾ fast die Hälfte der gesammten Stickstoff-Bestandtheile aus Proteinstoffen und Peptonen, in der gekochten und gehopften Würze machen diese durchweg kaum mehr ein Drittel aus; über 70 % der Stickstoff-Substanz der letzteren gehören den Amid- und Amidosäuren an.

Nach F. Szymanski³⁾ ist das im Malz und in der Bierwürze vorkommende Pepton gleichbeschaffen mit dem Fibrinpepton, welches weder durch Kupferoxydhydrat noch durch Chlornatrium, Natriumsulfat und Essigsäure etc., wohl aber durch Phosphorwolframsäure gefällt wird.

Die im Malz enthaltenen Aschenbestandtheile vertheilen sich nach C. J. Lintner auf Treber und Extrakt wie folgt:

	Asche im Ganzen	Kali	Natron	Kalk	Mag-nesia	Phosphor-säure	Kiesel-säure
4255 Gew.-Thle. Maltrockensubstanz enthalten	100	17,9	0,9	3,8	6,7	35,3	33,5
Diese liefern:							
1275 Gew.-Thle. Trebertrockensubstanz mit	63,8	3,0	0,8	3,8	5,9	23,9	26,1
2979 " Extraktrockensubstanz "	36,2	14,9	0,1	1,6	0,8	11,4	7,4

¹⁾ Aus der Differenz berechnet; die Zahlen schliessen also die gelösten Hopfenbestandtheile, die Röststoffe etc. mit ein.

²⁾ Allgem. Brauer- u. Hopfenztg. 1889, 4.

³⁾ Landw. Versuchsstationen 1885, 32, 389.

Es gehen daher etwas mehr als $\frac{1}{3}$ der Aschenbestandtheile des Malzes in den Extrakt über; von der Phosphorsäure finden wir ebenfalls $\frac{1}{3}$, von dem Kali dagegen $\frac{4}{5}$ im Extrakt u. s. w.

Von den Aschenbestandtheilen des Hopfens werden auch vorwiegend das Kali und die Phosphorsäure in die Würze übergeführt; 2–3% des Aschengehaltes der letzteren stammen aus dem Hopfen.

Auf den Kühlschiffen sondert sich mitunter ein lockerer Niederschlag, das sog. Kühlgeläger, aus; auch setzt sich an den Wandungen der Kühlschiffe mitunter ein firnissartiger Ueberzug, der sog. Bierstein ab. Beide enthalten nach J. Lermer:

	Wasser	In der Trockensubstanz						
		In Wasser löslich			In Wasser unlöslich			
		Zucker	Dextrin	Gerb- säure etc.	Stickstoff- Substanz	Harz etc.	Rohfaser	Asche
Kühlgeläger	86,00 %	16,4 %	20,7 %	1,2 %	34,6 %	16,6 %	6,3 %	4,2 %
Bierstein	7,00 "	—	—	—	14,04 "	52,57	—	33,39 "

Die Asche ergab in Procenten derselben:

	Kali	Natron	Kalk	Magnesia	Eisen- oxyd	Kupfer- oxyd	Phosphor- säure	Schwefel- säure	Kiesel- säure
Kühlgeläger	4,64 %	6,69 %	7,55 %	7,07 %	13,72 %	1,80 %	13,00 %	3,23 %	48,50 %
Bierstein	—	—	87,26 "	0,48 "	3,18 "	0,21 "	0,75 "	—	8,12 "

Das Kühlgeläger wird daher vorwiegend durch Abcheidung von Eiweissstoffen mit Eisenoxyd- und Kalk-Phosphat sowie von Kupferoxyd — letzteres aus den Gefässen — gebildet, während der Bierstein vorwiegend aus Kalkverbindungen besteht.

3. Die Gährung.

Die Theorie der Gährung d. h. der Wirkung der Hefe und die dabei auftretenden chemischen Vorgänge sind bereits S. 1173 u. 1176 beschrieben. Es erübrigt, hier nur die Praxis derselben im Brauereigewerbe kurz auseinanderzusetzen. Die Bierwürze bildet nach ihrer Zusammensetzung einen vortrefflichen Nährboden für die Hefepilze und geräth schon ähnlich wie der Traubensaft und die Fruchtsäfte durch die zufällig aus der Luft in dieselbe gelangenden Hefenkeime von selbst in Gährung. Von dieser sog. Selbstgährung macht man aber nur bei den belgischen Bieren (Lambic, Faro etc.) Gebrauch. In Deutschland und anderen Ländern wird die Gährung in der auf die nothwendige Temperatur abgekühlten Würze durch künstlichen Zusatz („Anstellen“, „Stellen“) von Hefe (dem sog. „Zeng“) hervorgerufen und unterscheidet man, wie schon gesagt, vorwiegend zwei Arten von Gährung, nämlich die Untergährung, welche bei einer Temperatur von 5–10° verläuft und wobei sich die Hefe, die Unterhefe, auf dem Boden des Gährbottichs absetzt, und die Obergährung, die bei einer Temperatur von 12,5–20° verläuft und wobei sich die Hefe an der Oberfläche der Würze als Schaum abscheidet.

Die untergährige Hefe bildet ferner bei der Gährung nur kleine Sprossverbände mit höchstens 4 Zellen, die obergährige Hefe dagegen solche bis zu 20 Zellen in einem Verbands; erstere vergährt Melitriose vollständig, letztere nur theilweise. Die untergährige Hefe zeigt beim Verrühren mit Wasser auf dem Objektträger stark Flocken, die obergährige Hefe dagegen nur eine mässige oder gar keine flockige Beschaffenheit; letztere verliert im Ruhezustande ihren Zymase-Gehalt viel leichter, als erstere und andere Unterschiede mehr.

Da es verschiedene Arten von Kulturhefen giebt, die bald eine geringere, bald eine höhere Vergäbrung bewirken bezw. die mehr oder weniger rasch klären, so arbeitet man heute, um ein Bier von bestimmtem Merkmal zu erzielen, meistens nur mit einer einzigen Art Hefe, die nach dem S. 1195 kurz beschriebenen Verfahren von Chr. Hansen reingezüchtet wird. Man arbeitet auf diese Weise nicht mehr wie früher aufs Geradewohl, sondern nach bewussten zweckmässigen Grundsätzen und schützt auf diese Weise auch das Bier vor Krankheiten.

Eine gute Hefe soll frei von Bakterien und frisch sein, eine helle Farbe, reinen und angenehmen Geruch besitzen und sich in Wasser recht dicht absetzen oder wie man sagt, dick (kurz) erscheinen.

a) Die Untergährung. Sie zerfällt in eine Haupt- und eine Nachgährung.

α) Hauptgährung. Die in Bottiche von 20–35 hl Inhalt abgefüllte Würze wird auf 5° abgekühlt und auf je 1 hl mit 0,4–0,6 l dickbreiiger Hefe versetzt, wobei man das Trocken- und Nassgeben unterscheidet. Nach ersterem Verfahren giebt man die erforderliche Menge Hefe in ein 16–18 l fassendes Gefäss (Zeugschäffel), vermischt dieselbe mittels des Zeugbesens mit etwas Würze, giesst das Gemisch in ein gleichgrosses Gefäss wieder zurück und fährt damit so lange fort, bis die schaumig gewordene Masse beide Gefässe füllt. Hierdurch wird eine gleichmässige Vertheilung und auch gleichzeitige Lüftung der Hefe bewirkt.

Beim „Nassgeben“ lässt man ein oder mehrere Hektoliter Würze bei einer Temperatur von 12,5–20° mit Hefe stehen, bis sich Anzeichen einer kräftigen Gährung zeigen; darauf wird letztere mit der Hauptmenge der Würze vermischt. Füllt man auf gärende Würze frische, so spricht man von „Drauffassen“. Die mit der Gährung verbundene Temperatur-Steigerung sucht man durch Eisschwimmer oder Kühltaschen zu vermeiden.

Die Hauptgährung dauert 8 bis 10 Tage — bei besonders kalter Gährung auch 14 Tage — und wird als beendet angesehen, wenn innerhalb 24 Stunden die Saccharometeranzeige bei Schankbieren höchstens um 0,2 %, bei Lagerbieren um 0,5–0,1 % abnimmt. Alsdann ist die Maltose mehr oder weniger ganz in Alkohol und Kohlensäure übergeführt und sind bei einer regelrechten Würze ungefähr 50 % des Extraktes vergohren. Ueber den Verlauf der Gährung d. h. der Abnahme an Maltose und Zunahme an Alkohol in der Würze von Tag zu Tag vergl. Bd. I, S. 1091–1094.

Das durch die Hauptgährung erhaltene Erzeugniss heisst Jungbier oder grünes Bier.

Zur Beurtheilung des Verlaufes der Hauptgährung ermittelt man im praktischen Betriebe den Vergährungsgrad, d. h. die Zahl, welche angiebt, wie viele von den 100 Gewichtstheilen Extrakt vergohren sind, und durch die Formel

$$V \text{ (Vergährungsgrad)} = \frac{E - e}{E} 100$$

gefunden wird, worin bedeutet:

E = Extraktgehalt der ursprünglichen (Stamm-) Würze, ausgedrückt in Saccharometergraden nach Balling,

e = Saccharometergrade im Jungbier.

Meistens wird die Saccharometeranzeige im Jungbier direkt, d. h. bei Gegenwart von Alkohol genommen; da letzterer das spec. Gewicht erniedrigt, so fallen

die Saccharometergrade in dem alkoholhaltigen Jungbier zu niedrig und damit der Vergährungsgrad zu hoch aus; deshalb heisst der so ermittelte Vergährungsgrad der scheinbare Vergährungsgrad.

Den „wirklichen Vergährungsgrad“ erhält man, wenn man aus dem Jungbier (in einem abgewogenen Theile) desselben, den Alkohol entfernt, durch Wasser ersetzt (d. h. mit Wasser auf das ursprüngliche Gewicht auffüllt) und von dieser Flüssigkeit die Saccharometeranzeige (e) ermittelt. Wenn der wirkliche Vergährungsgrad beträgt:

weniger als	50	50 — 60	über 60
so gilt er als	niedriger	als mittlerer	als hoher Vergährungsgrad.

Für vollmundige (Münchener) Biere wird ein niedriger (bis 45), für norddeutsche und lichte Biere ein mittlerer und selbst hoher Vergährungsgrad beliebt.

Der Brauer beurtheilt den Verlauf der Hauptgärung meistens nach äusseren Erscheinungen und zwar die ersten Anzeichen der Gärung nach der zarten, weissen Schaumdecke, die 12—20 Stunden nach dem Anstellen antritt, und durch die entweichende Kohlensäure auf der Oberfläche der Würze hervorgerufen wird; es heisst: das „Bier macht weiss“, oder „ist angekommen“.

Dann folgt als zweiter Zeitabschnitt der Gärung nach 2—3 Tagen der der niederen Krausen, wobei der sich bildende Schaum ein zackiges gekräuselttes Aussehen annimmt und sich am Rande des Bottichs ein erhabener Schaumkranz bildet („das Bier bricht auf“, „schiebt herein“). Wenn die Schaummassen immer höher werden und den Bottichrand überragen, so ist der dritte Abschnitt der Hauptgärung, der der „hohen Krausen“ eingetreten und wenn die „Krausen“ immer mehr „zurückgehen“, so nähert sich die Hauptgärung ihrem Ende. An Stelle der Krause bleibt alsdann eine schmutzigbraune, aus Eiweissstoffen, Hopfenharz, Hefenzellen etc. bestehende Decke zurück, die wegen ihres bitteren Geschmackes entfernt werden muss. Das Bier erscheint im Schaugläschen glänzend; die noch vorhandenen Hefentheilchen setzen sich rasch und fest ab.

Die im Gärbottich abgesetzte Hefe besteht aus drei Schichten; aus einer obersten und untersten unreinen dunkel gefärbten Schicht und aus einer mittleren hellen Schicht, der eigentlichen Samenhefe (dem Zeug); nur sie dient zum weiteren Anstellen.

β. Die Nachgärung. Das durch die Hauptgärung erzielte Bier ist noch nicht genussfähig. Die Genussreife wird erst durch die Nachgärung erreicht. Zu dem Zweck wird das Jungbier auf Lagerfässer abgefüllt, und nun, je nachdem man Schank- oder Lagerbier herstellen will, etwas verschieden behandelt. Für die Bereitung von Schankbier lässt man mehr Hefen im Bier — es wird „grün“ gefasst —; die Lagerfässer sind nur 10—20 hl gross; die Temperatur der Keller ist 2,5—5,0°. Durch diese und andere Mittel verläuft hier die Nachgärung verhältnissmässig rasch (in einigen Wochen, nicht selten schon nach 14 Tagen). Die Nachgärung giebt sich auch hier durch Schaumbildung zu erkennen; der Schaum tritt aus dem Spundloch heraus, das Bier „kappelt“, wodurch es im Fass einen Verlust erleidet, der durch klares Bier, oder reines Wasser ersetzt wird („Nachstechen“); dieses wird 2—3 mal vorgenommen. Es beginnt dann die stille Nachgärung, wobei die Spundöffnung entweder lose — oder fest, um thunlichst viel Kohlensäure im Bier zu erhalten — mit dem Spunde verschlossen wird.

Sollte sich hierbei die Hefe nicht genügend absetzen, so bedient man sich zum Klären — auch Spähnen, Aufkräusen genannt — der Haselnuss- oder Buchenholzspähne, welche vorher mit verdünnter Sodalösung gewaschen und in das Lagerfass gegeben werden.

Bei der Bereitung von Lagerbier wird das Jungbier „lauter“ d. h. mit weniger Hefetheilchen auf die Lagerfässer abgezogen; diese sind ausserdem grösser, haben 20—40 hl Inhalt und werden mehrere Sude auf eine grössere Anzahl Lagerfässer vertheilt, sodass die Füllung mitunter 3—4 Monate in Anspruch nimmt; ausserdem wird, um die Nachgärung möglichst hinauszuziehen, die Temperatur der Lagerkeller niedriger, auf 0—3,75° gehalten. Im Uebrigen ist der Verlauf der Nachgärung wie bei den Schankbieren; indess wird meist nur einmal gekäpelt und dann gespundet; auch hier wird nöthigenfalls ein Spähnen, Aufkräusen wie bei Schankbier vorgenommen. Der in den Lagerfässern verbleibende, aus Hefe bestehende und mit Bier durchtränkte Bodensatz, das Geläger, wird entweder zur Gewinnung von Spiritus verwendet oder von der Hefe abfiltrirt und das Filtrat noch als Bier verwendet.

Hat das Bier, Schank- oder Lagerbier, die gewünschte Reife erlangt, so wird es auf die Versandfässer abgezogen, was Vorsicht und Geschick erfordert. Um hierbei einen Verlust an Kohlensäure zu vermeiden, bedient man sich jetzt meistens der Luftdruck-Abfüllapparate, und um dem Biere einen thunlichst hohen Grad von Klarheit und Glanz zu verleihen, der Filtrirapparate.

b) Die Obergärung. Auch hier unterscheidet man eine Haupt- und Nachgärung.

a) Die Hauptgärung; bei dieser unterscheidet man die Bottichgärung (Standguhr) und die Fassgärung (Spundguhr).

In Folge der höheren Anstelltemperatur (10—15°) und der starken Vermehrung der Hefe genügen auf 1 hl Würze 0,2—0,4 l breiige Hefe, die wie bei der Untergärung zugesetzt wird. Auch hier verdienen die Reinhefen den Vorzug, indess wird hiervon bis jetzt nur wenig Gebrauch gemacht.

Die Stellhefe ist meistens ein Gemisch von Hefe mit eigenartigen Milchsäure-Bakterien (z. B. für Berliner Weissbier im Verhältniss von 4:1 bis 6:1) und werden hier die Milchsäure-Bakterien gerade beliebt, um einen gewissen Gehalt an Milchsäure zu erzielen; der Gehalt an letzterer beträgt z. B. für Berliner Flaschen-Weissbier 0,25—0,35 %. Es bildet sich im Allgemeinen um so mehr Milchsäure, je höher die Temperatur bei der Hauptgärung ist; geringe Mengen Alkohol (bis zu 5 Vol.-Proc.) fördern das Wachsthum der Milchsäure-Bakterien.

Die Bottichgärung beginnt mit dem Wachsen der Hefe, wodurch schmutzige Harz- und sonstige Schwebestoffe als Krausen (Hopfentrieb) aus dem Bier aufsteigen und sich in der Decke sammeln. Dann fallen die Krausen zurück und die Hefe tritt an die Oberfläche (Hefentrieb), zuerst als locker-blasiger Schaum, dann als feste Schicht, gleichsam als Decke auf dem Biere ruhend.

Zeigt die Hefendecke vielfache Rillenbildung in mannigfach verschiedenen Formen, so ist die Hauptgärung, durchweg nach 2—5 Tagen, beendet und das Bier geklärt.

Die Hefendecke wird entweder erst kurz vor dem Schlauchen auf ein Mal, oder

auch während des Auftriebes mehrere Male abgeschöpft und nur der zuletzt aufsteigende Theil der Hefe als Decke auf dem Biere belassen.

Bei der Fassgährung stellt man die Würze zunächst auf einem Stellbottich mit Hefe an und vertheilt sie dann in Fässer; hierin verläuft die Hauptgährung im Allgemeinen wie bei der Bottichgährung. Nur wird hier mit der aus dem Spundloch austretenden Hefe auch Bier ausgestossen, welches mit dem ersten Bier wieder öfter nachgefüllt werden muss, in Folge dessen sich das Bier bei der Fassguhr nicht so schnell klärt, wie bei der Bottichguhr.

β. Die Nachgährung. Diese wird beim obergährigen Bier verschieden gehandhabt. In einigen Fällen (am Niederrhein, in Westfalen) wird das obergährige Bier fast wie untergähriges behandelt; nach einer Bottichgährung bei 10—12,5° wird es bei 5—6° gelagert, gespähnt, nach mehrwöchiger bzw. -monatiger Lagerung gespundet und durch Filter abgezogen. Aehnlich wird mit einigen nicht säuerlichen Weissbieren, welche bei hohen Temperaturen die Hauptgährung durchmachen, verfahren, das filtrirte Bier aber unter geringem Kräusezusatz auf Flaschen abgezogen. In anderen Fällen wird das Bier nach der Hauptgährung unmittelbar auf Fässer oder Flaschen gezogen und einer Nachgährung unter Druck unterworfen, wodurch es in 2—3 Tagen genussreif wird.

Bei dem Berliner Weissbier wird das Bier nach der Bottichgährung mit 20—30 % Krausen versetzt und nach Zusatz von Wasser (bis zu 30 %) zur Flaschengährung angestellt.

Stark gehopfte Weizenmalzbieren, die wie das Grätzer Bier schwer klar werden, erhalten beim Abfüllen einen Zusatz von Kräusen und Klärmitteln (Hausenblase) und werden mit diesen auf Stückfässer abgezogen, in denen sie einige Tage unter Spund liegen bleiben, bis sie auf Flaschen oder Versandfässer abgezogen werden. Oder endlich man zieht das Bier vom Bottich oder Fass auf kleinere Gebinde und überlässt es in diesen bei offenem Spunde der Nachgährung, indem der Hefenausstoss durch Nachstechen unterstützt wird.

Um die Nachgährung auf den Versandfässern oder Flaschen genügend lange zu unterhalten, setzt man dem Bier nach der Hauptgährung vielfach etwas Rohrzucker zu.

Bei der obergährigen Bieren unterscheidet man:

1. Einfachbiere, die aus Weizenwürze von nur 5—7% Balling hergestellt werden; viele werden auch mit 10—12% Stammwürze eingebraut und heissen „Süssbiere“, wenn sie, sei es aus Gerstenmalz oder Weizenmalz oder aus einem Gemisch von beiden hergestellt, nur schwach vergohren sind; hierzu gehören z. B.: Hannoverscher Broyhan, Werdersches Bier, die in den Seestädten (Hamburg) gebrauten „Beere“, die in Ost- und Westpreussen hergestellten Biere u. a.

2. Säuerlich-süsse Biere, wie das Berliner Weissbier, aus Gersten- und Weizenmalz hergestellt und mit 9—12% Balling eingebraut.

3. Rauchig-bittere Biere, wie das Grätzer Bier, Lichtenhainer Bier; ersteres wird nur aus schwach geräuchertem Weizenmalz unter schwacher Hopfung mit 8% Stammwürze hergestellt.

4. Lagerbier-ähnliche bittere Biere, wie das rheinländische Bitterbier, Westfälisches Altbier, welche in ähnlicher Weise wie untergährige Biere aus 9%-iger Gerstenmalzwürze gewonnen werden.

Hierher sind auch zu rechnen:

5. Die englischen Biere, Stout und Ale. Der Stout, von dem noch besondere Sorten, der Doppel-Stout, Extra-Stout oder Brown-Stout etc. unterschieden worden, ist ein sehr extraktreiches dunkelfarbiges, das Ale ein hellfarbiges Bier. Beide werden nach dem Infusionsverfahren und durch Obergärung hergestellt.

In Deutschland werden die aus England stammenden dunkelen Biere allgemein mit Porter bezeichnet; das ist aber nicht richtig, weil in England mit Porter nur die leichten dunkelen Biere bezeichnet, die Stout-Biere dagegen als Ausfuhrbiere aus viel gehaltreicheren Würzen gewonnen werden.

Der Stout (Porter) wird aus einem Gemisch von hellem und dunkeltem Malz unter Zusatz von Farbmalz und Rohrzucker (auch vereinzelt Reis und Mais) gewonnen; die ersten gehaltreicheren Würzen dienen zur Stout-, die letzteren schwächeren zur Porter-Bereitung.

Man unterscheidet Tropen-Stout mit 28%, Extra- oder Doppel- oder Export-Stout mit 20—23%, Einfach-Stout mit 15—18% und Porter mit 12—15% Stammwürze eingebraut; letztere dienen als Schankbiere. Die Hopfengabe ist eine mässige (für 100 kg Malz 1,5—2 kg Hopfen). Die Hauptgärung verläuft bei 14—16° und dauert 48 bzw. 36 Stunden; für die Nachgärung, die 2—3 Tage oder auch mehrere Wochen in Anspruch nehmen kann, bedient man sich behufs Entfernung der Hefe sog. Reinigungsgefässe. Der Vergährungsgrad ist ein mittlerer und für die Exportbiere sogar ein hoher (70—75%), um sie haltbarer zu machen. Der milde (süsse) Geschmack dieser Biere soll von dem verwendeten Wasser, besonders von dessen hohem Kochsalz-Gehalt (600—650 mg Abdampf-Rückstand mit je 120 mg Chlornatrium und kohlensaurem Natrium) herrühren; es werden aber auch mit weichen Wässern süssschmeckende Souts erzeugt, und diese haben einen niedrigeren Vergährungsgrad. Die besten Sorten Stout werden angeblich in London gebraut.

Das Ale wird aus hell — aber doch bei hohen Temperaturen — gedarrtem Gerstenmalz dargestellt, neben welchem Rohrzucker, Reis und Mais verwendet werden. Auch hier dienen die mit geringerer Stammwürze (11—13%) eingebrauten Biere als Schankbiere, die mit höherer Stammwürze (18—28%) eingebrauten Biere zur Ausfuhr und es gelten die aus Burton-on-Trent kommenden Pale-Ale, Bitter-Ale, Export-, India-Ale etc. als die feinsten und hervorragendsten Sorten.

Diese Biere werden stark gehopft (auf 100 kg Malz 4 kg bis sogar 6 kg Hopfen) und beim Einlagern auf den Fässern noch vielfach mit etwa $\frac{1}{4}$ kg Hopfen auf 1 hl Bier nach-(trocken-)gehopt. Der Vergährungsgrad ist in Folge Anwendung von hoch vergärenden Hefenrassen und besonderen Gährverfahren ein hoher, mindestens 70%, vielfach 75% und mehr. Es giebt aber auch ein Mild-Ale mit nur niedrigem Vergährungsgrad.

In Burton-on-Trent wird ein sehr hartes und gypsreiches Wasser (mit 1800 mg Abdampfrückstand und 1000 mg Gyps) verwendet, und soll hier der hohe Gypsgehalt (vergl. S. 1200) die eigenartige, feine Beschaffenheit dieser Ale-Sorten bedingen.

Die Hauptgärung dauert bei den Ale-Sorten 2—3 Tage und wird zuweilen durch Zusatz von Weizenmehl und Kochsalz (zu gleichen Theilen) unterstützt, woraus sich der mitunter hohe Kochsalz-Gehalt der Ale-Sorten erklärt.

6. Eine besondere Gruppe unter den Bierern bilden die belgischen Biere, Lambic, Faro und Mars.

Zu ihrer Bereitung werden neben Gerstenmalz in grösserer Menge andere stärkehaltigen Rohstoffe, wie Weizen, Hafer und Buchweizen verwendet — der Zusatz von Weizenspreu soll das Abläutern befördern —. Die Würze wird nach dem Infusionsverfahren bei 52,5° hergestellt, wobei mehrere kleine Güsse, bis zu 8-mal, gemacht werden. Die ersten, stärkeren Würzen von 18—20 % liefern den Lambic, die letzten, schwächeren Würzen von 8 % liefern den Mars, ein Gemisch beider Würzen (oder auch der fertigen Biere) den Faro. Die erhaltenen Würzen werden mit 1/2 kg Hopfen auf 1 hl 12 Stunden gekocht und in Fässern von 2 hl Inhalt bei 10—12,5° und offenen Spunden der Selbstgärung überlassen; zuweilen setzt man auch etwas Oberhefe oder gährende Maische zu.

Die Gärung dauert 10—20 Monate; während dieser langen Zeit nimmt das Bier, wahrscheinlich durch die Anwesenheit von wilden Hefen, einen weinigen Geruch und bitteren harten Geschmack an, den man durch Vermischen mit durch Hefe frisch vergohrenem, oder fertigem jüngerem Bier oder durch Zusatz von Zucker bezw. Syrup zu heben sucht. Die Farbe des Bieres wird je nach den Forderungen der Biertrinker durch Zusatz von sehr dunkeltem Farbbier erzielt.

Die belgischen Biere enthalten viel Milchsäure, welche ihnen den eigenartigen Geschmack verleiht, und sind von sehr grosser Haltbarkeit.

7. Sonstige Biersorten. Ausser den eigentlichen Bieren giebt es noch bierähnliche Getränke, von denen der russische Kwass auch in Deutschland neuerdings viel getrunken wird.

Der Kwass ist ein durch alkoholische und saure Gärung aus Mehl oder Malz oder Brot oder aus einem Gemisch von diesen unter Zusatz von etwas Hopfen bereitetes, im Zustande der Nachgärung befindliches, alkohol- und hopfenarmes Getränk, dem gewürzige Zusätze, wie Pfefferminze etc. gemacht werden können.

Ueber sonstige bierähnliche Getränke, wie Bosa, Pombe, Braga vergl. Bd. I, S. 1156.

Malzextraktbier soll aus sehr extraktreicher Würze durch schwache Vergärung hergestellt werden, enthält aber nicht selten statt Extraktstoffe des Malzes Stärkesyrup und Zucker.

Unter Mumme (Braunschweiger, Frauenburger) sowie Seefahrtsbier versteht man sehr gehaltreiche, dunkelbraune, nicht gehopfte Malzauszüge, die zum Theil schwach vergohren sind; von der Braunschweiger Mumme unterscheidet man einfache oder Stadtmumme und doppelte oder Schiffsmumme.

Farbbiere sind tiefdunkle Lösungen aus stark gedarrtem Malz, die unvergohren bis 58,0 % Extrakt enthalten, oder schwach vergohren neben 2,0—3,0 Gewichtsprocent Alkohol noch 8,0—10,6 % und mehr Extrakt aufweisen (Bd. I, S. 1153).

Das kondensirte Bier (Condensed Beer) soll nach F. Springmühl von der Concentrated Produce Co.-London in der Weise dargestellt werden, dass stark gehopfte und extraktreiche, aber nicht zu alkoholreiche englische Biere in besonderen Vacuumapparaten bei 40—50° auf 3/5—1/6 ihres Volumens eingedampft werden. H. Sendtner und H. Trillich fanden im Mittel von drei Proben in solchem kondensirten Bier:

Spec. Gewicht	Wasser %	Alkohol %	Extrakt %	Eiweissstoffe %	Maltose %	Dextrin %	Säure = Milchsäure %	Asche %	Phosphorsäure %
1,0696	56,88	18,26	24,52	0,737	13,55	7,43	0,114	0,218	0,078

Sendtner und Trillich halten indess, weil sie in dem condensirten Bier kein Hopfenalkaloïd finden konnten, und für selbst aus Pale-Ale dargestelltes condensirtes Bier ein anderes Verhältniss der Extraktbestandteile erhielten, das condensirte Bier für ein einfaches Gemisch von Alkohol mit Malzextrakt (d. h. ungehopfter Bierwürze). Vergl. Bd. I. S. 1147.

Champagner-Bier ist ein künstlich mit Kohlensäure angereichertes Bier.

Auch pflegen dem Bier für besondere Zwecke z. B. für Ammen oder nährenden Mütter besondere Zusätze z. B. Karobensaft gemacht zu werden.

Ueber die Zusammensetzung der unter Zusatz von Mais-Maltose hergestellten Biere vergl. Bd. I. S. 1154.

8. Chemische Zusammensetzung des Bieres. Nach einer grossen Anzahl von Analysen haben die gebräuchlicheren Biersorten folgende mittlere Zusammensetzung:

Biersorte	Anzahl der Analysen	Spec. Gewicht	Wasser ¹⁾	Kohlensäure	Alkohol	Extrakt	Stickstoff-Substanz	Maltose (Zucker)	Gummi + Dextrin	Säure = Milchsäure	Glycerin	Asche	Phosphorsäure
		%	%	%	Gew.-%	%	%	%	%	%	%	%	%
1. Schank- oder Winterbier (leichteres)	205	(1,0114)	91,11	0,197	3,36	5,34	0,74	1,15	3,11	0,156	0,120	0,204	0,055
2. Lager- oder Sommerbier (schwereres)	520	1,0162	90,62	0,207	3,69	5,49	0,52	1,08	3,17	0,178	0,181	0,207	0,067
3. Exportbier	153	1,0178	89,00	0,207	4,29	6,50	0,66	1,45	3,57	0,174	0,170	0,239	0,078
4. Bock-, Doppel- oder Märzenbier	126	1,0255	86,80	0,221	4,64	8,34	0,73	2,77	4,09	0,181	0,176	0,276	0,095
5. Weissbier	33	1,0141	91,62	0,299	2,79	5,29	0,54	1,56	2,43	0,353	0,092	0,142	0,036
6. Sonstiges obergähriges Bier	11	1,0087	93,26	0,161	2,86	3,72	0,37	0,82	1,65	0,433	—	0,160	0,050
7. Reisbier	3	1,0213	89,21	—	3,86	6,93	0,46	1,45	4,20	0,230	—	0,220	0,077
8. Maisbier	5	—	89,81	0,247	3,47	6,47	0,28	1,50	4,20	0,076	—	0,330	—
9. Porter	44	1,0256	86,49	0,383	5,16	7,97	0,63	2,06	3,08	0,325	—	0,380	0,086
10. Ale	44	1,0219	88,54	0,201	5,27	5,99	0,61	1,07	1,81	0,284	—	0,320	0,089
11. Lambik	6	1,0049	—	—	5,02	3,66	0,43	0,56	1,68	0,887	—	—	—
12. Malzextraktbier	32	1,0479	83,87	0,20	3,74	11,74	0,86	5,85	3,93	0,275	0,291	0,292	0,094
13. Braunschweiger Mumme	6	1,2648	—	(0,12)	(2,96)	55,22	2,47	45,46	5,46	—	—	0,944	0,341
14. Seefabrtsbier	19	1,1766	54,57	—	0,29	45,14	1,83	33,50	11,06	0,261	—	0,716	0,276
15. Kwass	7	1,0100	—	0,078	1,56	3,31	0,35	0,81	0,69	0,387	—	0,216	—

Ueber die Schwankungen im Gehalte der einzelnen Biersorten, sowie über die Zusammensetzung von im Auslande gebrauten Bieren vergl. Bd. I. S. 1101—1156.

Die in vorstehender Tabelle aufgeführten Gruppen-Bestandtheile des Bieres schliessen viele sehr verschiedenartige Verbindungen ein:

¹⁾ Aus der Differenz von 100 - (Alkohol + Extrakt + Kohlensäure) berechnet.

a) Stickstoff-Substanz. Diese schliesst ein geringe Mengen Eiweiss, Albumosen und Pepton (wahrscheinlich Fibrinpepton nach Scimanski¹⁾), gebildet durch Peptase), ferner nach Ullik²⁾ sowie nach Amthor³⁾ Hypoxanthin, Guanin und Vernin, wahrscheinlich Amidosäuren, Leucin, Tyrosin, Invertase und alkaloidartige Stoffe in Spuren, nach Kjeldahl⁴⁾ sowie Düll⁵⁾ Cholin (aus der Hefe); Asparagin konnten jedoch weder Bungener und Fries⁶⁾ noch Ullik im Bier nachweisen, da es nicht im Gerstenkorn, sondern nur in den Keimen vorkommt.

b) Stickstofffreie Extraktstoffe bezw. Kohlenhydrate. Als letztere sind vorhanden Glukose, Maltose und Isomaltose (vergl. S. 149 und 156); die letztere macht nach C. J. Lintner und Düll⁷⁾ 25—30 % des Bierextraktes aus, bewirkt beim Darren vorwiegend das Röstaroma und verleiht dem Bier eine gewisse Süsse und Vollmundigkeit; von unvergärbaren Kohlenhydraten werden weiter angenommen: Achroodextrin I, II und III (Prior⁸⁾), Galaktoxytan, ein gummiähnlicher Körper, der nach Lintner⁹⁾ beim Schütteln des Bieres mit Aether in letzterem schwebend bleibt und die schlechte Filtrirbarkeit der Aetherlösung bedingt. Die gummiartige Substanz reagirt schwach sauer, dreht die Ebene des polarisirten Lichtes nach links ($[\alpha]_D = -26,8^\circ$), reducirt Fehling'sche Lösung nicht direkt, sondern erst nach dem Erhitzen mit verdünnten Säuren. Die mit letzteren behandelte Flüssigkeit dreht rechts und enthält Galaktose und Xylose. Weiter gehören hierher Amylan, Hefengummi, Pektinstoffe (Ullik), karamelartige Stoffe und Pentosen d. h. furfuroliefernde Stoffe (Furfuroide). P. Mohr (Bd. I. S. 1156) fand z. B. in verschiedenen Bieren 0,19—0,37 % oder in Procenten des Extraktes 4,79—6,74 % Pentosen. Der Gruppe der Kohlenhydrate mag auch das Hopfenharz und Hopfenöl zugezählt werden.

c) Alkohole. W. M. Hamlet¹⁰⁾ will im Bier neben Aethylalkohol auch Amylalkohol (Fuselöl) nachgewiesen haben — in einem Bier aus Sydney z. B. 0,1—0,5 %. —; er glaubt, dass die Bildung des Fuselöles durch die bei der Gährung angewendete Temperatur oder durch Gebrauch von Rohrzucker oder Glukose bedingt ist.

Das Verhältniss von Alkohol:Glycerin schwankt in den Bieren zwischen 100:3 bis 5,5 und ist nach Hilger und Thylmann¹¹⁾ von der Gährung bei höherer und niederer Temperatur mit oder ohne Luftzutritt, sowie von der Ernährung der Hefe abhängig. Nach Eger und Röttger nimmt das Verhältniss mit fortschreitender Gährung und Lagerung allmählich ab; es scheint daher in den letzten Stufen der Gährung wohl Alkohol, aber kein Glycerin gebildet zu werden, oder letzteres eine Zersetzung zu erfahren. A. Straub findet, dass die Glycerinbildung mit

¹⁾ Landw. Versuchsstationen 1886, 32, 389.

²⁾ Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen 1887, 9, 78.

³⁾ Forschungsberichte über Lebensmittel 1894, 1, 1.

⁴⁾ Chem.-Ztg. 1891, 15, Rep., 237.

⁵⁾ Ebendort 1893, 17, 67.

⁶⁾ Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen 1884, 6, 69.

⁷⁾ Ebendort 1891, 14, 281 u. Zeitschr. f. angew. Chem. 1893, 263 u. 328.

⁸⁾ Centralbl. f. Bakteriologie, II. Abth., 1896, 2, 272.

⁹⁾ Zeitschr. f. angew. Chemie 1891, 538.

¹⁰⁾ Chem. News 58, 81.

¹¹⁾ Arch. f. Hygiene 1888, 8, 451.

steigender Temperatur und Zunahme des Säuregehaltes im Bier abnimmt (Bd. I, S. 1157 und 1158).

Dass neben dem Aethylalkohol und Glycerin im Bier wie in anderen alkoholischen Getränken auch Aldehyd und Ester in Spuren auftreten können, ist, wenn auch nicht ausdrücklich nachgewiesen, so doch wahrscheinlich.

d) Säuren. Die Säuren des Bieres werden für gewöhnlich als Milchsäure berechnet; neben dieser sind aber stets, wenn auch in viel geringerer Menge, vorhanden Ameisensäure, Essigsäure, Bernsteinsäure, Hopfenbittersäure, Kohlensäure und saure Phosphate. Alle Säuren sind mit Ausnahme der Hopfenbittersäure und sauren Phosphate Erzeugnisse der Gährung. Die Menge der Gesamtsäuren nimmt nach A. Straub (Bd. I, S. 1157), Biourge¹⁾ u. A. im Allgemeinen mit der steigenden Temperatur zu, besonders die an flüchtigen Säuren; letztere wachsen auch mit der Grösse des Luftzutrittes an. Nach Prior²⁾ verhalten sich auch die einzelnen Hefenrassen bezüglich der Säurebildung verschieden.

Das Verhältniss von Alkohol:Bernsteinsäure beträgt nach Hilger und Rau³⁾ zwischen 100:0,86—0,89, während der Gehalt an Bernsteinsäure nach Straub zwischen 0,0015—0,0123 % im Bier beträgt und wie auch J. Effront nachgewiesen hat, unabhängig von der Glycerinbildung ist. E. Prior (Bd. I, S. 1157) fand das Verhältniss zwischen den einzelnen Säuren (ausgedrückt in cem $\frac{1}{10}$ Normallauge für 100 cem Bier) im Mittel wie folgt:

Bier	Gesamt-Säure		Saure Phosphate	Nicht flüchtige Säuren	Flüchtige Säuren
	Gefunden	Berechnet			
Untergähriges	24,8	24,8	13,6	6,5	4,7
Obergähriges (Weissbier)	22,7	22,8	5,5	11,9	5,4

Hiernach ist das untergährige Bier reicher an sauren Phosphaten und ärmer an nicht flüchtigen organischen Säuren, als das obergährige Bier, während sie sich bezüglich der flüchtigen organischen Säuren nahezu gleich verhalten.

Die Kohlensäure bedingt den erfrischenden Geschmack des Bieres und die Schaumbildung — die Schaumhaltigkeit des Bieres wird dagegen durch schleimige Proteinkörper der Hefe (S. 1160) und nach Ehrlich⁴⁾ durch Hopfenbestandtheile bedingt, welche den übrigen Extraktstoffen (Galaktosylan, Pektinstoffe, Hopfenbitter etc., Körper, die sich im gequollenen (kolloiden) Zustande im Bier befinden) die Fähigkeit ertheilen, sich auf dem Bierspiegel als beständige Schaumdecke zu halten. — Die Kohlensäure wirkt gleichzeitig, worauf zuerst Delbrück aufmerksam gemacht hat, frischhaltend auf das Bier, indem sie das Wachstum der Hefe behindert; hierbei wirkt nach Th. Foth⁵⁾ dieselbe Menge Kohlensäure auf verschiedene Hefen verschieden stark. R. Wahl und M. Henius⁶⁾ finden, dass die Kohlensäure in den ersten Stunden der Hauptgährung (bis zu 48 Stunden) nur langsam, dann bis zum fünften Tage rasch zunimmt, um bis gegen Ende der Hauptgährung trotz starker Verminderung der Temperatur stetig abzunehmen. So war der Gehalt:

¹⁾ Bayerisches Brauerjournal 1895, 289.

²⁾ Ebendort 1895, 95.

³⁾ Archiv f. Hygiene 1892, 14, 225.

⁴⁾ Der Bierbrauer 1885, 16, 410.

⁵⁾ Wochenschr. f. Brauerei 1888, 6, 263.

⁶⁾ Chem. Centralbl. 1891, Bd. II, 323.

bei 8,5° R 8,96% Extrakt, 1,55% Alkohol, 0,295% Kohlensäure
 „ 4,5° „ 4,44 „ „ 3,85 „ „ 0,215 „ „

Auf den Lagerfässern bei der Nachgärung nimmt die Kohlensäure wieder zu und kann bis zu 0,4% ansteigen, erfährt aber beim Spunden und Verzapfen naturgemäß eine wechselnde Abnahme auf durchweg 0,20—0,27%. Das Entweichen der Kohlensäure auf den Lagerfässern befördert die Klärung, indem sie Schwebetheilchen mit an die Oberfläche führt; aus dem Grunde wird ein im Vacuum der Nachgärung überlassenes Bier eher blank und klar, als ein Lagerbier unter gewöhnlichen Verhältnissen. Auch die Anwendung von flüssiger Kohlensäure befördert nach Lintner die Klärung. Ein Bier mit weniger als 0,20% Kohlensäure hat schon einen schalen Geschmack.

e) Mineralstoffe. Die procentige Zusammensetzung der Asche deutscher Biere ist nach 19 Analysen folgende (Gesamttasche in 100 ccm Bier):

Asche	Kali	Natron	Kalk	Magnesia	Eisen- oxyd	Phosphor- säure	Schwefel- säure	Kiesel- säure	Chlor
0,306 g	33,67%	8,94%	2,78%	6,24%	0,48%	31,35%	3,47%	9,29%	2,93%

Schwankungen: Gesamttasche 0,149—0,514 g, K_2O 24,88—38,35%, CaO 1,48—6,64%, P_2O_5 26,57—34,52%, SO_2 1,50—7,34%.

Die Asche von englischem Bier ergab nach E. Wolff im Mittel von 23 Analysen (Gesamttasche in 100 Extrakt):

6,72 g	21,17%	36,75%	1,70%	1,10%	—	15,24%	5,43%	9,99%	8,09%
--------	--------	--------	-------	-------	---	--------	-------	-------	-------

Hiernach sind die englischen Biere durch einen hohen Chlor- und Natron- (bezw. Chlornatrium-) Gehalt vor den deutschen ausgezeichnet; dieser rührt unzweifelhaft daher, dass man in England durchweg zur Klärung des Bieres Kochsalz zusetzt; hierdurch wird eine starke Gasentwicklung (Kohlensäure) hervorgerufen, welche die Schwebetheilchen im Bier nach oben wirft, wo sie abgeschöpft werden (vergl. S. 1223).

9. Veränderungen des Bieres beim Aufbewahren. Beim Aufbewahren (Lagern) gehen, wie schon oben S. 1221 u. 1223 gesagt ist, durch die Nachgärung noch fortgesetzt Veränderungen im Bier vor, d. h. es wird noch Maltose bezw. Glukose vergohren, in Folge dessen der Extraktgehalt stetig etwas ab-, der Alkoholgehalt dagegen entsprechend zunimmt. Selbst beim Lagern des Bieres in Flaschen ruhen die Umsetzungen nicht, indem der Gehalt an Säuren eine schwache Zu-, der an Alkohol eine schwache Abnahme erfährt (Bd. I. S. 1158 und 1159). Dass solche Veränderungen beim Lagern (Reifen) des Bieres vor sich gehen, kann direkt daraus geschlossen werden, dass junges Bier ebenso wie frisches Brot, durchweg nicht bekömmlich ist, sondern Diarrhöen verursacht; das kann nicht an dem etwas höheren Gehalt an vergärbaren Extraktstoffen liegen; denn auch ein schon im Bottich stark vergohrenes Bier, welches schon durch die Vorgärung den gewünschten Gährungsgrad besitzt, zeigt derartige Erscheinungen. Diese müssen vielmehr wohl darin ihren Grund haben, dass die Stoffwechselerzeugnisse der Hefe bei der Nachgärung eine gegenseitige Bindung oder eine solche Veränderung erfahren, dass sie nicht mehr schädlich sind.

10. Eigenschaften eines guten Bieres, Behandlung und diuretische Wirkung. Ein gutes Bier soll neben einem angemessenen Gehalt an Alkohol ein natürliches „Aroma“ und bei vollkommener Klarheit, feurigem Glanze, hinreichendem

Schäumen und Schaumhalten eine genügende „Vollmundigkeit“ und einen erfrischenden, weinartigen, süsslich bitteren Geschmack besitzen.

Diese zu fordernden Eigenschaften sind nach den vorstehenden Ausführungen verständlich; nur der Begriff „Vollmundigkeit“ bedarf noch einer Erläuterung. Wir verstehen darunter die Eigenschaft des Bieres, wonach es nicht wässrig oder leer schmeckt, sondern beim Trinken auf der Zunge ein Gefühl hinterlässt, welches sich in der Annahme eines gewissen Extraktgehaltes im Bier äussert. Die Menge der Extraktstoffe bedingt aber nicht die Vollmundigkeit; denn von zwei Bieren mit gleichem Extraktgehalt kann das eine leer, das andere vollmundig sein.

Ohne Zweifel spielen die Stoffe, welche die Schaumhaltigkeit des Bieres (vorstehend S. 1228) bedingen, auch für die Vollmundigkeit eine Rolle. Da ferner stark gehopfte helle Biere bei gleichem Extraktgehalt nicht so vollmundig schmecken, als weniger stark gehopfte dunkle Biere, so scheinen die Karamelstoffe aus stark gedarrtem Malz ebenso wie süssschmeckende Stoffe die Vollmundigkeit des Bieres zu erhöhen, bittere oder saure Stoffe sie herabzusetzen. Auch wird dieselbe ohne Zweifel mit durch die verwendete Hefenart bedingt, da bei Anwesenheit von wilden Hefen im Lagerfass die Vollmundigkeit beeinträchtigt wird.

Auf die Beschaffenheit eines Schank-Bieres ist aber nicht allein die Art der Bereitung, sondern auch die der Behandlung im Ausschank von grösstem Einfluss. Warm aufbewahrtes Bier wird bald trübe und sauer. Am zweckmässigsten wird das Bier gleich direkt vom Fass thunlichst schnell verzapft. Ist dies nicht angingig, so empfehlen sich am besten kühle Lagerung, Abhaltung des Luftzutritts — Anwendung flüssiger Kohlensäure zu den Druckpumpen — und äusserste Reinlichkeit der Rohrleitungen. Vielfach werden Messinghähne in den Rohrleitungen verworfen; nach hiesigen Versuchen¹⁾ vermag sog. bayerisches, d. h. durch Untergärung bereitetes Bier mit nur 0,15—0,20% Säure (verwiegend Milchsäure) kein Kupfer aus Messing aufzulösen; obergährige Biere wirkten dagegen lösend auf Messing; jedoch sind unter gewöhnlichen Verhältnissen die gelösten Mengen Kupfer und Zink nur gering und von keiner gesundheitlichen Bedeutung, weil die lösende Wirkung der Säuren durch die gleichzeitig vorhandenen Extraktstoffe abgeschwächt wird.

Immerhin soll man Bier nicht längere Zeit in den Messinghähnen stehen lassen oder nach längerem Verweilen desselben darin das erst Ablaufende weglassen lassen, d. h. nicht verwenden, zumal das einige Zeit mit der Luft in Berührung gestandene Bier allerlei schädliche Pilzkeime aus der Luft aufnehmen kann.

Nach W. Schultze²⁾ ist sogar die Art der Biergläser von wesentlichem Belang auf den Geschmack eines Bieres; er verwirft alle bleihaltigen Glaskrüge, weil aus ihnen nach 5 Minuten langem Stehen geringe Spuren Blei in das Bier — 0 bis 48 Tausendmillionstel Milligramm Bleioxyd in 100 ccm Bier — übergehen; auch sonstige Glasgefässe sind zu verwerfen; gut sind nach ihm gedeckelte, salzglasirte Steinkrüge, welche von Alters her in Bayern dem Glase vorgezogen werden, noch besser gedeckelte Zinnkrüge, am besten inwendig vergoldete Silberkrüge. Mag auch, wie F. Linke nachzuweisen sucht, die Menge des gelösten Bleies für die Gesundheit nicht störend wirken, so spricht doch vielleicht für den Steinkrug als Trinkgefäss der Umstand, dass W. Schultze³⁾ weiter nachgewiesen

¹⁾ Repertorium f. analyt. Chem. 1883. S. 291.

²⁾ Als Sonderabdruck aus „Mittheil. d. Versuchsstation f. Brauerei u. Mälzerei in Wien 1890“ unter dem Titel „Warum Bier nicht aus Gläsern getrunken werden soll?“ Wien 1890.

³⁾ Sprechsaal 1890, 23. 318. Hierauf hat W. Schultze in einer 2. Broschüre unter obigem Titel, Leipzig 1890 (Literarische Anstalt), geantwortet.

⁴⁾ Als Sonderabdruck aus Mittheil. d. Versuchsstation f. Brauerei u. Mälzerei in Wien 1885.

hat, dass Sonnen- und auch Tageslicht sehr nachtheilig auf Geschmack und Geruch des Bieres wirken. Aus dem Grunde empfiehlt er für Aufbewahren des Bieres in Flaschen an Stelle der weissen die dunkelbraunrothen oder noch besser die rauchbraunen Flaschen.

Offenbar spielt bei der Beurtheilung des Geschmackes, die Individualität, wie die zeitliche Disposition eine Rolle mit. Denn die Geschmacksempfindung wird nicht allein durch den Geschmack- und Geruchssinn, sondern auch durch den Gesichtssinn mitbedingt und viele Menschen ziehen deshalb ein Bier aus hellem Glase vor, weil sich in demselben die Farbe und der Glanz des Bieres am deutlichsten beurtheilen lassen.

K. B. Lehmann und Mori¹⁾ suchten die Ursache der diuretischen Wirkung des Bieres festzustellen. Mori genoss an verschiedenen Tagen früh morgens nüchtern entweder 1 l Wasser oder 1 l Bier, oder 40 ccm Alkohol zu 1 l Wasser oder 62,80 ccm Malzextrakt zu 1 l Wasser oder 1 l filtrirte Abkochung von 4–5 g Hopfen oder 1 l mit Kohlensäure gesättigtes Wasser oder 1 l französischen Rothwein und ermittelte die Menge des abgesonderten Harnes. Es ergab sich, dass die harntreibende Wirkung vorwiegend dem Alkohol, und in geringer Menge auch der Kohlensäure zukommt, indem durch alkoholreichere Weine mehr Harn als durch Bier abgesondert wurde, und dass Malzextrakt und Hopfenstoffe in dieser Hinsicht ohne Wirkung waren²⁾. Dagegen soll der sog. „Biertripper“ durch Hopfenbestandtheile bewirkt werden, da die Einnahme einer Hopfenabkochung regelmässig einen Reizzustand des Urogenitalsystems hervorruft. Diese Wirkung kann durch Genuss von Muskatnuss verhindert werden, von welchem Volksmittel erfahrene Biertrinker beim Genuss jungen Bieres Gebrauch zu machen pflegen.

11. Bierfehler und Bierkrankheiten.

Das Bier als ein langwieriges Erzeugniss und eine in fortgesetzter Umsetzung befindliche Flüssigkeit ist auch mannigfaltigen Fehlern und Krankheiten ausgesetzt. Die Fehler beeinträchtigen zwar den Wohlgeschmack und das Aussehen des Bieres, lassen es aber meist noch geniessbar erscheinen; die Krankheiten dagegen, die stets durch Kleinwesen verursacht werden, machen das Bier, wenn sie nicht rechtzeitig erkannt und bekämpft werden, völlig ungeniessbar. Die Krankheiten sind zwar stets als Fehler anzusehen, aber nicht umgekehrt, da nicht alle Bierfehler durch Kleinwesen verursacht werden. Die Fehler wie Krankheiten des Bieres können durch sehr verschiedene Ursachen hervorgerufen werden, durch eine fehlerhafte Beschaffenheit der Rohstoffe, mangelhafte Einrichtungen, fehlerhafte und besonders unreine Betriebsführung u. s. w. Zu den häufig vorkommenden Bierfehlern und -krankheiten gehören:

a) Kohlensäure-Mangel. Ueber die Bedeutung und die nöthige Menge von Kohlensäure im Bier vergl. S. 1229. Der Mangel an Kohlensäure kann durch eine zuckerarme Würze, durch starke Vergährung, durch unrichtige Führung der Nachgährung, fehlerhaftes Spünden, Abziehen oder Verschliessen u. s. w. verursacht werden.

Kohlensäurearme Biere schmecken schal und werden unter Bildung von Essigsäure leicht sauer. In vielen Fällen lässt sich dieser Bierfehler dadurch beheben, dass man das betreffende Bier mit jungem, gährendem Bier oder mit Bierwürze — nöthigenfalls unter Zugabe

¹⁾ Münchener medic. Wochenschr. 1886, No. 51 u. Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen. 1889, 11, 18.

²⁾ Dem Verfasser will aber scheinen, dass hier Individualität und Art des Bieres eine Rolle mitspielen. So wirkt Bier auf Wein durchweg ganz anders harntreibend, als Wein für sich allein; auch verhalten sich die einzelnen Biersorten bei annähernd gleichem Alkohol- und Kohlensäuregehalt verschieden. Wenn die Hopfenbestandtheile an sich überhaupt auf das Urogenitalsystem einwirken, so ist nicht abzusehen, weshalb sie nach dieser Richtung nicht auch im Bier wirken sollten.

von gährender Hefe — versetzt. Wo die Einpressung von Kohlensäure gestattet ist, wird auch noch flüssige Kohlensäure angewendet; dieses Verfahren ist aber an sich verwerflich, weil dadurch ein Hauptmerkmal des Bieres — die durch Gährung erzeugte Kohlensäure — verwischt wird.

b) Geschmacksfehler. Ein stark bitterer Geschmack entsteht, wenn die Decke am Ende der Hauptgährung durchfiel und zu viel Hopfenbitter im Bier gelöst ist; geringwerthiger Hopfen, eine zu starke Hopfengabe, zu langes Kochen der gehopften Würze bedingen einen herben, rauhen Geschmack des Bieres. Durch Anwendung eines mangelhaften Peches oder durch Fehler beim Verpichen kann das Bier einen Pechgeschmack annehmen. Auch durch manche Bierkrankheiten kann das Bier einen schlechten Geschmack annehmen, z. B. einen widerlich bitteren Geschmack durch unreine Hefen; hierüber siehe weiter unten.

Ein unangenehm dumpfer Geschmack rührt meist von Unreinlichkeit im Gähr- und Lagerkeller her.

c) Biertrübungen durch organische Verbindungen. Trübungen des Bieres (auch „Schleier“, „Schieligkeit“ genannt) können durch einfache Ausscheidung organischer Verbindungen hervorgerufen werden, so z. B.:

α) Kleistertrübung, bewirkt durch Ausscheidung löslicher Stärke und der derselben nahestehenden Dextrine, Amylo-Achroodextrine, Gummi (Galaktoxylian). Dieselben sind in der heissen Würze löslich und scheiden sich in der Kälte mit zunehmendem Alkohol im Gähr- und Lagerkeller zum Theil wieder aus (vgl. S. 1215). Diese Art Trübung kann häufig durch Jodlösung nachgewiesen werden; sie wird durchweg durch ungenügende Umwandlung der Stärke durch Diastase beim Maischvorgang hervorgerufen, sei es in Folge fehlerhafter Malzbereitung (Bildung von Glasmalz, unvorsichtiges Darren) oder in Folge fehlerhaften Maischens (Verbrühen, zu rasche Temperatursteigerung).

β) Glutintrübung, bewirkt durch Ausscheidung von Proteinstoffen (angeblich Mucedin oder Verbindungen von Nukleinen mit Gerbstoff), die in der Wärme sich lösen, in der Kälte sich ausscheiden. Mitunter scheiden sie sich in Flocken ab und giebt der Bodensatz dann die Protein-Reaktion (S. 15). Die Glutintrübungen haben ihre Ursache entweder in der Anwendung einer proteinreichen Gerste oder in einem ungenügend aufgeschlossenen bzw. gedarrten Malz oder in zu kalter Gährführung oder zu geringer Hefenentwicklung.

γ) Harztrübungen; sie sind seltener als die beiden anderen Trübungen und treten vorwiegend bei Verwendung von unvollkommen ausgereiftem Hopfen auf; aber auch die besten und harzreichen Hopfen können solche Trübungen liefern. In dem Absatz solcher Biere finden sich kleine gelbe bis dunkelbraune Körnchen oder krümelige Massen, welche meistens zu grösseren oder kleineren Klümpchen zusammengeballt erscheinen und sich mikroskopisch¹⁾ sowie dadurch nachweisen lassen, dass sie sich in einem Tropfen 10 %iger Kalilauge lösen.

δ) Biertrübungen bzw. Bierkrankheiten durch Kleinwesen. Während die vorstehenden unregelmässigen Erscheinungen in einem Bier als Bierfehler zu bezeichnen sind, bedingen die durch Kleinwesen verursachten regelwidrigen Erscheinungen durchweg Bierkrankheiten, welche das Bier mehr oder weniger ungeniessbar machen. Hierzu gehören:

α) Biertrübungen durch Kleinwesen. Dieselben werden theils durch Hefen, theils durch Bakterien verursacht. Die Trübungen treten entweder unmittelbar im Anschluss an die Gährung oder später in dem klaren Bier beim Versand oder Ausschank auf. Die Hefentrübung erfolgt zuweilen durch die betreffende Kulturhefe, wenn dieselbe eine ge-

¹⁾ Vergl. H. Will, Fünfte Versammlung der freien Vereinigung bayerischer Vertreter d. angew. Chemie. Berlin 1882.

ringe Klärfähigkeit besitzt oder durch falsche Behandlung erworben hat. Derartige Biere sind durch Umschlauchen, Filtrieren u. a. leicht zu klären. Schwieriger ist die Behandlung der durch sog. „wilde“ Hefen getrübten Biere. Diese Hefen vermehren sich erst während der Lagerung oder beim Ausschank in erheblichem Masse und können durch Filtration nicht entfernt werden. Solche Biere müssen einer möglichst kräftigen Nachgärung unterzogen werden. Die trübenden Hefen sind die von Hansen¹⁾ beschriebenen *Saccharomyces Pastorianus* III und *S. ellipsoideus* II²⁾.

Bakterien sind als Urheber von Biertrübungen häufiger beobachtet worden. Von geringer Bedeutung sind in dieser Beziehung die Milchsäurebakterien, welche nur in obergährigen Brauereien, besonders in den mit spontaner Gärung arbeitenden belgischen zuweilen schädlich werden und ausser der Trübung auch das Umschlagen dieser Biere bewirken. Solche Bakterien³⁾ sind *Saccharobacillus Pastorianus* van Laer, aus belgischem Bier gezüchtet, eine Varietät dieser Art, *Sacch. berolinensis*, aus Berliner Weissbier und der in gehopftem, hellem Lagerbier auftretende *Bacillus Lindneri*, der dasselbe beim Aufbewahren bei 20° in 14—20 Tagen trübt. Eine andere, Lagerbier trübende Art ist der von Schönfeld⁴⁾ und Rommel beschriebene *Bacillus fusciformis*.

Die Essigsäurebakterien (vergl. Essigsäuregärung) spielen als Biertrüber wahrscheinlich keine wesentliche Rolle, da dieselben streng aerob wachsen. Nur in obergährigen Brauereien mögen sie zuweilen Schaden anrichten.

Sehr gefürchtet sind die unter dem Sammelnamen *Sarcina*⁵⁾ zusammengefassten Kugelbakterien, welche im Brauereibetriebe sehr häufig auftreten und von denen einige Arten das Bier nicht nur trüben, sondern auch geschmacklich verschlechtern. Für gut geleitete Brauereien sind diese Bakterien weniger gefährlich als für die kleinen ländlichen Betriebe. Die *Sarcina*-arten sind in der Natur weit verbreitet und werden vorwiegend durch den Wind in den Brauereibetrieb getragen. Die Fähigkeit, das Bier krank zu machen, scheint ihnen ohne Weiteres nicht zuzukommen, sondern wird erst unter besonderen Lebensbedingungen (Wachsen auf Hefe, in mit Bierresten getränkter Erde) erworben, geht aber beim Fortzüchten auf anderen Nährböden bald wieder verloren, sodass die Frage nach ihrer Schädlichkeit für die Brauereien lange Zeit streitig gewesen ist. Durch Zusatz von Hopfen, kalte Lagerung, Spunden und vorsichtiges Ablassen können *sarcinakranke* Biere geheilt werden. *Sarcinakranke* Hefe lässt sich, falls wilde Hefen fehlen, mit Erfolg durch Behandeln mit Weinsäurelösung⁶⁾ reinigen.

§) Verschlechterung des Geruches und Geschmackes. Ausser den schon eben angeführten Pilzen können noch eine ganze Anzahl anderer den Geruch und Geschmack des Bieres verschlechtern.

So erzeugt *Saccharomyces Pastorianus* I und II Hansen⁷⁾ bitteren Geschmack und unangenehmen Geruch, ebenso zwei von Grönlund auf den Früchten von *Ilex aquifolium*

¹⁾ Ueber Krankheitshefen in Hansen, Untersuchungen aus der Praxis der Gärungsindustrie. Heft 2.

²⁾ Auch Will (Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen 1891, 11, 145) beschreibt 2 *Ellipsoideus*-hefen, welche Trübung und schlechten Geschmack erzeugen.

³⁾ Henneberg, Wochenschr. f. Brauerei 1901, 18, 381.

⁴⁾ Wochenschr. f. Brauerei 1902, 19, 40.

⁵⁾ Balleke, ebendort 1884, 1, 185; Reinke, ebendort 1885, 2, 748; Lindner, ebendort 1890, 7, 161; Petersen, Zeitschr. f. d. gesammte Brauwesen 1890, 13, 1; Hansen, ebendort 1890, 7; Reichard, ebendort 1894, 17, 257; 1901, 24, 301; Reichard u. Kiehl, ebendort 1895, 18, 59. Sehr eingehende Arbeiten über Lebensweise, Virulenz, Bekämpfung der *Sarcina*-Arten liegen vor von Schönfeld, Wochenschr. f. Brauerei 1897, 14, 177; 1898, 15, 285 u. 321; 1899, 16, 485, 665, 681; derselbe beschreibt 18 Arten; ferner von Barth, Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen 1901, 24, 333.

⁶⁾ Lindner, Wochenschr. f. Brauerei 1895, 12, 316.

⁷⁾ Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen 1887, 10, 409.

aufgefundene Arten *Saccharomyces Uicis* und *S. Aquifolii*. Von Sprosspilzen, aber nicht zu den *Saccharomyceten* gehörenden Pilzen, kann nach Grönlund¹⁾ eine *Torulahefe* — *Torula novae Carlsbergiae* — bitteren Geschmack in der Würze erzeugen. Durch eine *Kahmhefe*, eine *Mycoderma*-Art, wird nach Will²⁾ in obergährigem Bier schlechter Geschmack erzeugt und dasselbe gleichzeitig entfärbt; auch van Laer³⁾ hat durch *Mycoderma* Geschmacksverschlechterung beobachtet. Die in England als „Steuch“ bezeichnete Bierkrankheit ist nach Frew⁴⁾ die Folge theils von Schwefelwasserstoffentwicklung bei der Hauptgärung, theils der Bildung höherer Alkohole und Fettsäuren durch wilde Hefen bei der Nachgärung.

Die Erzeugung eines schlechten Geruches in obergährigem Bier durch Bakterien erfolgt nach Schönfeld⁵⁾ zuweilen durch Arten, welche sich bei hoher Temperatur schnell entwickeln und gegen Hefen und Kohlensäuredruck unempfindlich sind. Es kommen *Bacillus subtilis* und „Termobakterien“ in Betracht, welche bei reichem Salpetergehalt des Wassers dem Stellbier „chlorigen“ Geruch in Folge einer Erzeugung von salpetriger Säure verleihen.

7) Das Schleimigwerden des Bieres und der Würze. „Langes“ oder „fadenziehendes“ Bier und Würze werden meist durch Bakterien, seltener durch höhere Pilze verursacht. Von letzteren kommt nur der bekannte Fadenpilz *Dematium pullulans* in Betracht, der nach Lindner⁶⁾ Würze, besonders Weissbierwürze, fadenziehend macht. Doch verschwindet die Viskosität bei der Gärung.

Das Schleimigwerden ist bisher fast nur an obergährigen Bieren, besonders an solchen, welche durch spontane Gärung entstehen, beobachtet. In „langem“ Berliner Weissbier hat Lindner⁷⁾ eine *Sarcina*-art als Urheberin aufgefunden. Das Bier wird beim Lagern meist wieder dünnflüssig. Sauberkeit im Betriebe ist zur Verhütung der Krankheit wesentlich.

van Laer⁸⁾ hat in den obergährigen belgischen Bieren Lambic und Faro zwei Arten des Langwerdens beobachtet. Diese Biere werden während der Herstellung meist eine Zeit lang zäh, später aber wieder dünnflüssig. Zuweilen ist das Langwerden die einzige Krankheitserscheinung, zuweilen aber zeigt das Bier gleichzeitig die Erscheinung der „double face“⁹⁾, d. h. es erscheint in der Durchsicht klar, in der Aufsicht aber trüb mit grüner Fluorescenz. Das einfache Zähwerden wird durch zwei Bakterienarten, *Bacillus viscosus* I und II, das mit der „double face“ verbundene durch eine andere, *Bacillus bruxellensis*, erzeugt.

Die an „double face“ erkrankten Biere sind stets weniger vergohren als die gesunden.

Schleimbildung durch Essigsäurebakterien hat Zeidler¹⁰⁾ beobachtet. Doch kommen diese streng aeroben Arten ernstlich wohl nicht in Betracht.

¹⁾ Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen 1892, 15, 281.

²⁾ Ebendort 1899, 22, 391; 1900, 23, 185. Auch *Saccharomyceten* können Entfärbung verursachen, ebendort 1901, 24, 501.

³⁾ Ebendort 1901, 24, 739. Belchoubek und Kukla (*Deutsche Brauindustrie* 1889, 12) und Lasche (*Der Braumeister* 1891, 200) wollen durch *Mycoderma* verursachte Biertrübungen beobachtet haben. Dagegen glauben Hansen, Jörgensen, Prior u. a., dass *Mycoderma* trotz ihrer ständigen Anwesenheit in Bier schwerlich bei ordentlicher Betriebsführung als Schädling auftreten wird, höchstens in lufthaltigen Fässern. Lafar (*Centralbl. f. Bakteriol.*, I. Abth. 1893, 13, 684) beschreibt eine aus Fassgeläger gezüchtete *Mycoderma*-Art, welche im Bier grosse Mengen Essigsäure erzeugt.

⁴⁾ Journ. Soc. Chem. Ind. 1898, 17, 561.

⁵⁾ Wochenschr. f. Brauerei 1901, 18, 274.

⁶⁾ Ebendort 1888, 5, 290; vergl. auch v. Skerst, ebendort 1898, 25, 354.

⁷⁾ Ebendort 1889, 6, 181.

⁸⁾ Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen 1890, 13, 11.

⁹⁾ Ann. Inst. Pasteur 1900, 14, 82.

¹⁰⁾ Wochenschr. f. Brauerei 1890, 7, No. 47.

In englischem Biere soll nach Heron¹⁾ eine Kokkenart Schleim und gleichzeitig ekelhaften Geschmack erzeugen können.

Die Schleimbildung wird von allen Autoren auf eine Verquellung der Zellenmembran der Pilze zurückgeführt.

12. Klärung und Haltbarmachung des Bieres. Zur Klärung des Bieres werden verwendet auf den Fässern ausgekochte Weissbuchenspähne, Haselnussholz oder Hausenblase, Isingglas, Gelatine. Auch die Kohlensäure dient als Klärmittel; man erzeugt sie, indem man dem auf Lagerfässer gezogenen Bier „Kräuse“ (in lebhafter Gärung befindliche Würze) oder Kochsalz (wie in England) zusetzt. Letzteres befördert die Entwickelung der Kohlensäure, welche die Schwebetheilchen mit sich an die Oberfläche führt, wo sie abgeschöpft werden können.

Ferner verwendet man, um ein Bier recht blank zu machen, beim Abziehen von den Lagerfässern besondere Filtrirapparate, durch welche das Bier unter Druck filtrirt wird. Die Filtrirmasse besteht durchweg aus Holzcellulose und hält neben sonstigen Schwebestoffen alle Hefetheilchen zurück. Dieselbe muss aber nach einigem Gebrauch im Wasserdampf und mit schwefligsaurem Calcium sorgfältigst gereinigt werden; denn schliesslich lässt das beste Filter mit der Zeit Pilzkeime durchtreten und kann dann ein solches Filter mehr schaden als nützen.

Ein weiteres Mittel zur Haltbarmachung des Bieres ist das Pasteurisiren desselben, wobei das Bier in verkorkten Flaschen oder in besonderen, den Milchsterilisirapparaten (S. 646) ähnlichen Apparaten, d. h. Metallfässern, so auf 70–75° erwärmt wird, dass keine Kohlensäure entweichen kann. Die beim Pasteurisiren mitunter durch Ausscheidung von Eiweiss mit Gerbstoff auftretende Trübung soll man (nach einem deutschen Patent No. 38829) dadurch vermeiden können, dass man das Bier über getrocknete und gemahlene Hausenblase oder Leim filtrirt bezw. mit diesen Stoffen versetzt. Da die zum Verschluss benutzten Korkpfropfen mitunter Unreinlichkeiten enthalten können, so soll man dieselben vor dem Verschluss der Flaschen für sich mit Wasser auskochen und besonders mit Wasserdampf sterilisiren. J. Exner hat vorgeschlagen, das Pasteurisiren statt mit heissem Wasser mit heisser Luft (und zwar auf den Malzdarren) vorzunehmen.

Gegen das Pasteurisiren lässt sich nichts einwenden, jedoch ist zu berücksichtigen, dass eine Schädigung der Kohlensäurebindung im Bier dabei unvermeidlich und das künstliche Wiedereinpressen von Kohlensäure ein sehr fraglicher Ausgleich ist. In Folge dessen wird dadurch der Geschmack des Bieres mehr oder weniger beeinträchtigt und es ist mehr als wahrscheinlich, dass neben den Kleinwesen auch die von denselben stammenden Enzyme, welche für die physiologische Wirkung des Bieres nicht ohne Bedeutung sind, abgetödtet oder abgeschwächt werden.

Die anderen Klärmittel sind ebenfalls nicht zu beanstanden; indess ist zu berücksichtigen, dass die Gelatine nur schwer vollständig wieder abgeschieden wird, sondern zum geringen Theil im Bier verbleiben kann und bezüglich des Kochsalzzusatzes eine Grenze festgesetzt werden müsste wie in England, wo die Menge des zugesetzten Kochsalzes 0,66 g für 1 l nicht überschreiten darf.

Ueber die Wirkungen von Kalksaccharat, Natriumphosphat, Natronwasserglas als angewendete Klärmittel fehlen Erfahrungen; für einen regelrechten Brauereibetrieb aber sind sie nicht nothwendig und die für die Klärung vorgeschlagene Schwefelsäure ist auf alle Fälle verwerflich.

Dasselbe gilt von den zum Haltbarmachen des Bieres empfohlenen Frischhaltungsmitteln, wie Salicylsäure und deren Salzen, Benzoësäure, schwefliger Säure und sauerem schwefligsaurem Calcium bezw. Alkali, welches mit Vorliebe zum Reinigen der Fässer benutzt wird, Borsäure und deren Salzen, Fluoriden, Wasserstoffsupper-

¹⁾ Zeitschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genussmittel 1900, 3, 265.

oxyd, Formaldehyd, Alkohol und dergl. antiseptischen Mitteln mehr. Sie sind, um so verwerflicher, als sie meistens nicht einem an sich regelrecht beschaffenen Biere, um dieses gut zu erhalten, sondern einem bereits kranken Biere zugesetzt werden, um dieses vor völligem Verderben zu schützen.

13. Verwendung von Ersatzstoffen für Malz und Hopfen; Zusätze und Verfälschung des Bieres, sowie die deutschen Vereinbarungen hierzu.

a) Als Ersatzstoffe des Malzes können in Betracht kommen: Reis, Mais, Hirse, Hafer und andere stärkehaltigen Samen und Früchte, zum Theil in Form von Malz, ferner Zucker (Rübenzucker, Stärkezucker, Maltose und die entsprechenden Syrupe), Süßholz — man pflegt auf 11 hl Malz oder auf 2000 l Bier etwa 2,5 kg selten 5,0 kg Süßholz anzuwenden — endlich künstliche Süßstoffe, Glycerin und Alkohol.

Um dem Bier eine dunkle Farbe zu ertheilen, werden je nach dem Geschmack der Trinker neben stark gedarrtem Malz noch Farbmalz, Farbbier oder Zuckercouleur, vereinzelt auch Theerfarbstoffe verwendet.

Bezüglich dieser Ersatzstoffe und Zusätze lauten die Vereinbarungen deutscher Nahrungsmittelchemiker wie folgt:

In Bayern, Württemberg und Baden ist jedes Bier als gefälscht zu betrachten, welches aus anderen Stoffen als Gersten- oder Weizenmalz, Hopfen und Wasser hergestellt wurde oder zu welchem andere Rohstoffe als theilweiser Ersatz verwendet wurden. In solchen Ländern, deren Braugesetzgebung auch andere Branstoffe zulässt, können die steueramtlich zulässigen Ersatzmittel für Malz oder Malzextrakt nicht als Fälschungsmittel angesehen werden, sondern sind als erlaubte Ersatzmittel zu bezeichnen, es sei denn, dass sie durch ein besonderes Gesetz ausgeschlossen worden sind.

Ihre Benutzung ist, sofern nicht die Herkunft oder die Bezeichnung des Bieres ohne Weiteres die Verwendung bestimmter Ersatzstoffe erkennen lässt, beim Verkauf des Bieres ausdrücklich anzugeben (zu deklarieren).

Als Ersatzstoffe des Malzes oder der durch Vergärung der Malzwürze entstandenen Erzeugnisse gelten nicht die nachträglich zum fertigen Bier gemachten Zusätze von Zuckercouleur (ausser der zum Färben des Bieres zugesetzten), von den zu der Gruppe von Kohlenhydraten nicht gehörigen Süßstoffen (wie Süßholz und Süßholzextrakt), von künstlichen Süßstoffen (Gesetz vom 7. Juli 1902), sowie ferner nicht solche von Alkohol und Glycerin.

Unzulässig sind andere Färbemittel als Farbmalz oder Zuckercouleur (namentlich Theerfarbstoffe).

b) Als Ersatzstoffe des Hopfens werden genannt und mögen auch vereinzelt angewendet worden sein:

Wermuthkraut von *Artemisia Absinthium* (Absynthin, $C_{14}H_{20}H_5O^?$),

Bitterklee von *Menyanthes trifoliata* (Menyanthin, $C_{30}H_{40}O_4$)

Quassiaholz von *Picraena excelsa* (Quassin, $C_{10}H_{12}O_3$),

Enzianwurzel von *Gentiana lutea* (Gentiopikrin, $C_{20}H_{20}O_{12}$),

Aloë (Extrakt von Aloë-Arten Aloin, $C_{17}H_{16}O_7$),

Koloquinten von *Citrullus Colocynthis* (Colocynthin, $C_{26}H_{81}O_{23}$),

Kockelskörner von *Fructus Cocculi* (Picrotoxin, $C_{12}H_{21}O_5$),

Krähenaugen von *Strychnos nux vomici* (Strychnin, $C_{31}H_{22}N_2O_2$ und Brucin, $C_{29}H_{28}N_4O_4$),

Herbstzeitlose von *Colchicum autumnale* (Colchicin, $C_{17}H_{19}NO_6$),

Pikrinsäure ($C_8H_4[NO_2]_3OH$),

Seidelbast von *Daphne*.

C. Ballet hat vorgeschlagen, als Hopfen-Ersatz die Früchte des dreiblättrigen Lederbaumes (*Ptelea trifoliata*) zu verwenden.

Auch soll man das bittere Alkaloid der Fruchtschalen der in Südeuropa verbreiteten Pflanze *Coronilla scorpioides* im Bier gefunden haben. Neeb und Schlagdenhauffen in Nancy haben aber nachgewiesen, dass diese Pflanze häufig als Ackernkraut auf den Gerstenfeldern in Südeuropa vor-

kommt und das Alkaloid auf natürliche Weise, d. h. ohne Verschulden der Bierbrauer, durch die verwendete Gerste in das Bier gelangen kann.

Diese Hopfen-Ersatzmittel könnten nur dann etwa in Betracht kommen, wenn nicht genügend Hopfen geerntet würde; da aber die Hopfenernte durchweg den Bedarf übersteigt, so wird kaum jemals eine Verwendung von Ersatzmittel notwendig und würde sich dieselbe auch schon durch regelwidrige Beschaffenheit des damit erzeugten Bieres von selbst verbieten. Die Vereinbarung hierüber lautet:

Ersatzstoffe für Hopfen sind nicht zulässig, insbesondere gelten als solche nicht andere Bitterstoffe, Gerbsäure u. s. w.

c) Zusatz von Mineralstoffen. Da ein gewisser Gehalt der Brunnenwässer an Calciumkarbonat und -sulfat für die Bierbereitung (S. 1200) in manchen Fällen als wesentlich angesehen wird, so werden diese Salze mitunter einem salzarmen Wasser künstlich zugesetzt.

Andererseits pflegt man nicht selten einem säurereichen Bier behufs Beseitigung (Neutralisation) der Säure Natriumbikarbonat zuzusetzen. Die Vereinbarung deutscher Nahrungsmittel-Chemiker über diese Zusätze lautet:

Der Zusatz von schwefelsaurem und kohlensaurem Calcium zu salzarmen Wässern ist gestattet und gelegentlich als eine wesentliche Verbesserung anzusehen; auch die Verwendung von Kochsalz ist für gewisse Biere notwendig, wenn hierdurch die Eigenart der mit salzreichen Quellwässern der betreffenden Gegend hergestellten Biere erreicht werden soll.

Dagegen ist der Zusatz von Säuren zum Wasser, wie Schwefelsäure, unzulässig.

Unter allen Umständen sind aber die Salze vor oder während des Brauvorganges zuzufügen. Ein späterer Zusatz insbesondere zum fertigen Biere, ist unzulässig, so namentlich der Zusatz von freien oder kohlensauerem Alkalien zur Neutralisirung von saurem Bier oder zur Erhöhung des Kohlensäuregehaltes.

d) Zusatz von Frischhaltungsmitteln. Dieselben sind schon genannt und selbstverständlich als unzulässig zu erklären.

Die sonstigen von den deutschen Nahrungsmittelchemikern vereinbarten Regeln für die Beurtheilung des Bieres lauten nach Heft III, S 16 also:

1. Bier, welches in den Verkehr gelangt, soll in der Regel klar sein, sofern es sich nicht um besondere Arten handelt; die angehäuften Kohlensäure soll beim Ausgiessen unter Bildung einer Schaumdecke von rahmartigem, nicht sehr grossblasigem Aussehen und unter längere Zeit andauerndem Aufsteigen von Gasblasen entweichen. Jedoch ist bezüglich des Kohlensäuregehaltes in jedem Falle die Art des Bieres massgebend. Der Geschmack soll rein und der dem Biere eigenthümliche sein. Manche Fabrikationsfehler lassen sich aus dem Geschmack mit Sicherheit erkennen, welche durch chemische Reaktionen und aus den Verhältnisszahlen der Zusammensetzung sich nicht feststellen lassen; doch ist es für den mit der Geschmacksprobe des Bieres nicht völlig Vertrauten gefährlich, allzuweite Schlüsse aus dieser zu ziehen.

2. Untergähriges trübes Bier ist zu beanstanden, wenn die Trübung aus Bakterien besteht oder auch sofern die ausgeschiedene Hefe lediglich wilden Arten angehört. In beiden Fällen ist auch der Geschmack auffallend verändert.

3. Sofern die Trübung ausschliesslich von Kulturhefe in zunehmender Vermehrung bedingt ist und sich bald beim ruhigen Stehen ein Absatz unter Klärung des Bieres bildet, ist anzunehmen, dass nicht genügende Reife vorliegt. Sonderbiere, z. B. Josty, Potsdamer Stangenbier, Lichtenhainer und andere sind mit Hefentrübung zulässig. Bei nur geringer Menge der Hefe, die das Bier nur staubig erscheinen lässt, und wenn erst nach mehrtägigem Stehen sich ein Bodensatz bildet, ist ein solches Bier nicht zu beanstanden.

Es ist nicht ausser Acht zu lassen, dass kein Bier hefenfrei in den Verkehr kommt, sondern jedes vollkommen reife Bier Hefezellen enthalten kann, die allerdings wegen Mangels an gährungsfähigen Stoffen in einem nicht wachsenden Zustande sich befinden.

4. Grössere Mengen von Stärke und Eiweissauscheidungen deuten auf fehlerhafte Beschaffenheit der Rohstoffe, sowie auf Fabrikationsfehler und können bei einer sorgfältigen Fabrikation vermieden werden. Schwache Eiweisstrübungen, desgleichen Harz- oder Gummitrübung sind nicht zu beanstanden, da es nicht immer in der Hand des Brauers liegt, sie vollständig zu vermeiden.

5. Starke Trübungen und Absätze soll ein regelrecht hergestelltes Bier unter keinen Umständen aufweisen. Jedoch ist zu beachten, dass auf der Flasche reifende Biere einen ihnen eigenthümlichen Bodensatz enthalten. Bei sehr extraktreichen, vollmundigen Bieren wird eine mässige Trübung nicht zu beanstanden sein.

6. Der Extraktgehalt der Biere ist in der Regel nach dem Grade der Vergärung und der Konzentration der Stammwürzen verschieden, bei weinigen Bieren geringer als bei den sogen. vollmundigen Bieren. Gewöhnlich übersteigt der Extraktrest nicht die doppelte Zahl für den Alkohol, doch ist eine feste Grenze bei der grossen Mannigfaltigkeit der Biersorten nicht aufzustellen. Der Alkoholgehalt der verschiedenen Biere kann zwischen 1,5—6 Gewichtsprocenten, der Extraktgehalt zwischen 2—8 % schwanken.

7. Der wirkliche Vergärungsgrad der Biere soll ungefähr die Hälfte des ursprünglichen Extraktes betragen, doch kann er darunter und wesentlich darüber gehen, ohne zu einer Beanstandung eines Bieres Veranlassung zu geben. Ein geringer Vergärungsgrad bedingt in den meisten Fällen auch geringe Haltbarkeit des Bieres, doch können auch Ausnahmen stattfinden, welche auf eine der Weitervergärung ungünstige Beschaffenheit des Extraktrestes schliessen lassen z. B. Vorherrschen unvergärbbarer Dextrine, Mangel an lebensfähiger Hefe.

8. Untergährige Biere aus starken Würzen, wie Bock-, Salvator-Bier, sind in der Regel schwach vergohren und zeigen selten einen wirklichen Vergärungsgrad von 48 %; bayerische Schank- und Lagerbiere haben meistens einen Vergärungsgrad zwischen 44—50 %, doch kommt auch ein niedrigerer Vergärungsgrad vor. Der durchschnittliche Vergärungsgrad der bayerischen Biere ist gewöhnlich wenig unter 50 %; obergährige Biere sind meistens höher vergohren als untergährige. Ein zu hoher und ein zu niedriger Vergärungsgrad lässt sich nicht für alle Fälle annehmen und ist bei der Beurtheilung eines Bieres in dieser Richtung stets im Auge zu behalten, dass es der Kunst des Brauers durch die von ihm benutzten natürlichen Hilfsmittel einer entsprechenden Malzbereitung und Auswahl des Malzes, eines planmässig geführten Sudvorganges, der Auswahl einer bestimmten Hefe und der Gährführung gelingen kann, sowohl niedrig vergohrene als auch hoch vergohrene Biere zu erzeugen und einer ausgesprochenen Geschmacksrichtung der Käufer gerecht zu werden. Es ist aber immerhin zu beachten, dass unter den gering vergohrenen Bieren auch tatsächlich unreife und unter hoch vergohrenen Bieren auch überstandene Biere in den Verkehr gebracht werden können.

9. Der Rohmaltosegehalt giebt nur einen beschränkten Anhaltspunkt für die Menge der noch vorhandenen vergärbaren Bestandtheile des Bierextraktes. Die Biere sollen auf Grund ihres Gehaltes an vergärbaren Stoffen gekennzeichnet werden. Der Stickstoffgehalt in Bierextrakten schwankt bei Verwendung der üblichen Rohstoffe innerhalb enger Grenzen und sinkt nur ausnahmsweise unter 0,9 % des Extraktes. Es empfiehlt sich, den Stickstoff- und Phosphorsäuregehalt des Bieres auf Trockensubstanz der Stammwürze zu berechnen; diese enthält meist 0,4 bis 0,5 % Stickstoff und auch ebensoviel Phosphorsäure. Uebrigens ist auch hier nicht ausser Acht zu lassen, dass der Gehalt der verschiedenen Rohstoffe an diesen in gewissem Sinne bestimmend für den Gehalt des Erzeugnisses ist und grössere Schwankungen möglich sind. Erhielt ein Bier als Ersatz für Malz einen Zusatz grösserer Mengen Zucker oder eines anderen stickstofffreien oder wesentlich stickstoffärmeren Ersatzstoffes, so verringert sich der Stickstoffgehalt wesentlich. Bei normalen Bieren geht der Aschengehalt nicht über 0,3 %, sofern das Bier nicht mit sehr salzreichem Wasser hergestellt ist. Ein höherer Aschengehalt kann Anhaltspunkte für Zusatz von Neutralisationsmitteln oder Kochsalz bieten und zu weiterer Untersuchung veranlassen.

10. Die Gesamtsäure (ausschliesslich Kohlensäure) überschreitet selten die 3 ccm Normal-Alkali für 100 g Bier entsprechende Menge. Säuremengen unter 1 ccm Normal-Alkali machen das

Bier der Neutralisation verdächtig. Berliner Weissbier kann bei langer Lagerung in 100 g bis 7 cem Normallauge entsprechende Säuremengen enthalten.

11. Flüchtige Säuren sind in gut ausgegohrenen Bieren nur in ganz geringer Menge vorhanden. Essigsäure ist zwar in Bieren im regelrechten Zustande spurenweise vorhanden, soll aber kaum nachweisbar bleiben, da grössere Mengen davon auf Säuerung schliessen lassen.

12. Jedes Bier enthält natürlich Schwefelsäure und häufig schweflige Säure, desgleichen Chlor oder deren Salze, und der Gehalt an diesen ist, wie auch der natürliche Phosphorsäuregehalt ein schwankender, wenn man bedenkt, dass schon im Brauwasser und den sonstigen Rohstoffen diese Verbindungen in schwankender Menge vorhanden sind. Grössere Mengen von Schwefelsäure und Chlor können nur unter Berücksichtigung der jeweiligen Verhältnisse (Abstammung des Bieres) beurtheilt werden.

Im Bier gefundene grössere Mengen von schwefliger Säure, welche durch mehr als 10 mg schwefelsaures Baryum aus 200 cem Bier angezeigt werden, können als zum Zwecke der Haltbarmachung zugesetzt angesehen werden.

13. Eine schwache Reaktion auf Salicylsäure und Borsäure lässt nicht sofort auf abschlichen Zusatz schliessen. (Vergl. S. 181, 1207 u. 1212.)

14. Der natürliche Glyceringehalt eines Bieres soll 0,3 % des Bieres nicht überschreiten.

Wein.

„Wein ist“, nach dem neuen deutschen Weingesetz vom 24. Mai 1901, „das durch alkoholische Gährung aus dem Saft der Weintraube hergestellte Getränk“. Bei der Herstellung sind indess für das ganze deutsche Reich Verfahren und Zusätze gestattet, welche anscheinend diese Begriffsbestimmung einschränken, aber als Verfälschung und Nachahmung nicht anzusehen sind. Diese erlaubten Verfahren und Zusätze werden bei der Bereitung des Weines näher besprochen werden.

Der Wein ist von allen gegohrenen Getränken das älteste. Die Bekantschaft der Menschen mit dem Traubenweine reicht weit hinter jene Zeit zurück, aus welcher wir feststehende geschichtliche Ueberlieferungen haben, und ist es daher auch schwer, sichere Angaben über die Heimath desselben zu machen.

Zur Zeit stehen Italien, Spanien und Frankreich bezüglich der Wein-Erzeugung an erster Stelle; nach den Erhebungen¹⁾ der letzten 5 oder 10 Jahre erzeugten Wein rund:

	hl		hl		hl
Italien . . .	30 800 000	Deutsches Reich .	2 600 000	Asien	150 000
Spanien . . .	30 800 000	Griechenland und		Afrika	2 620 000
Frankreich . .	30 700 000	Bulgarien je .	2 000 000	Amerika	3 684 000
Oesterreich-Ungarn	7 500 000	Türkei u. Schweiz je	1 000 000	Australien	150 000
Portugal . . .	6 000 000	Europa im Ganzen	121 600 000	Andere Erdtheile	
Russland . . .	3 400 000			im Ganzen . . .	6 774 000

Die Weinerzeugung von Europa ist hiernäch fast 18-mal so hoch, als von den anderen Welttheilen zusammen.

Der Weinverzehr stellte sich dagegen nach Erhebungen von Lewinstein im Jahre 1893 für den Kopf der Bevölkerung und Jahr wie folgt:

¹⁾ v. Babo und Mach: Handbuch des Weinbaues und der Kellerwirtschaft, Berlin 1896, 3. Aufl., 2, 862.

Spanien	Griechenland	Bulgarien	Portugal	Italien	Frankreich	Schweiz	Oesterreich-Ungarn	Deutschland	England
115 l	109,5 l	104,2 l	95,6 l	95,2 l	94,4 l	60,7 l	22,1 l	5,7 l	1,7 l

Der Weinverzehr ist daher in den Ländern mit hoher Weinerzeugung naturgemäss am höchsten, richtet sich aber auch, weil der Wein einen verhältnissmässig höheren Preis besitzt als das Bier, nach der Wohlhabenheit der Bevölkerung; Deutschland, welches in der Weinerzeugung an 7. Stelle steht, folgt in dem Weinverzehr erst an 12. Stelle und ist der Weinverzehr in nicht weinbautreibenden Ländern wie z. B. Belgien (mit 3,2 l) und Holland (mit 2,2 l Verzehr) nur etwa $\frac{1}{2}$ -mal geringer als in Deutschland.

Die Beschaffenheit des Weines ist in hervorragender Weise von dem Rohstoff, der Weintraube, dann aber von der Gewinnung und Vergärung des Saftes sowie von der Behandlung des Weines abhängig. Ich muss mich darauf beschränken, nur das Wichtigste über diese Einflüsse, welche die Beschaffenheit und Zusammensetzung des Weines bedingen, hier zu besprechen.

1. Der Weinstock und die Weintraube. Schon in Abschnitt „Obst- und Beerenfrüchte“ S. 949 habe ich die Bildung des Zuckers in der Weintraube, die Vorgänge bei der Reifung und die Zusammensetzung derselben im Vergleich zu anderen Beerenfrüchten im Allgemeinen mitgeteilt. Hier mögen die Umstände, welche die Beschaffenheit und Zusammensetzung der Weintraube bedingen, sowie die Bestandtheile der Traube noch etwas näher besprochen werden. Die Beschaffenheit der Weintraube ist wesentlich abhängig:

a) Von der Traubensorte. Die zu den Ampelideen gehörende Weinrebe hat in Folge der fortwährenden Kulturverbesserungen so viele Spielarten, dass die botanischen Unterschiede zwischen denselben vielfach verwischt sind. Die Fortpflanzung der Weinrebe geschieht entweder durch Ableger — auch Absenker oder Fehser genannt —, d. h. Einlegung eines mit dem Mutterstock in Verbindung bleibenden Zweiges in den Boden in der Weise, dass die Spitze des Zweiges in die Luft ragt, oder durch Stecklinge — auch Schnittlinge, Steckholz, Blindholz genannt —, die aus abgetrennten Zweigstücken gewonnen und im Boden oder Wasser etc. zum Treiben d. h. zur Blatt- und Wurzelbildung gebracht werden. Die Fortpflanzung aus Samen ist nur insofern von Belang, als es gilt, aus Samen von wilden, gegen Weinrebekrankheiten (Phylloxera) widerstandsfähigen Reben Unterlagen für die Veredelung zu gewinnen. Die Veredelung geschieht durch Pfropfen oder Reisern etc. in der bei Obstfrüchten üblichen Weise. Die Entwicklung eines neuen Weinstockes bis zur Tragfähigkeit nimmt in der Regel 3 Jahre in Anspruch und erfordert derselbe in dieser Zeit wie auch später eine fortgesetzte vielseitige Pflege.

Bezüglich dieser und sonstiger Regeln für den Weinbau sei auf die Handbücher über den Weinbau, besonders das von v. Babo und Mach verwiesen; hier mögen nur einige der wichtigsten, für den europäischen Weinbau in Betracht kommenden Traubensorten aufgeführt werden, nämlich:

1. Für Weissweine:

a) hochfeine,	b) gute, Mittel-,	c) leichte, milde,	d) leichte, saure
Riesling,	Welschriesling,	Slakamenka,	Heunisch,
Traminer,	Ortlieber,	Gutedel,	Silberweiss,
Sylvaner,	Veltliner,	Angster,	Mehlweiss,
Weisser Burgunder und Ruländer,	Zierpfandler,	Portugieser,	Kracher,
Muskateller	Steinschiller	Blatterl	Grün-Hainer
u. a.	u. a.	u. a.	u. a.

2. Für Rothweine:

Blauer Muskateller,	St. Laurent,	Blauer Trollinger,	Rossara (Geschlafene),
Moskato rosa,	Cabernet Sauvignon,	Gräubernatsch,	Färbertraube (Tein-
Aleatico,	Merlot,	Blauer Angster,	turier),
Blauer Burgunder,	Blaufränkisch (Lim-	Blauer Kläpfer,	Blauer Kauka,
Müllerrebe	berger),	Affenthaler	Blauer Köner
u. a.	Teroldigo	u. a.	u. a.
	u. a.		

Hierzu gesellen sich noch eine ebenso grosse Anzahl Tafeltrauben.

Von der richtigen Auswahl der Traubensorten hängt im Weinbau sehr viel ab; in jenen Gegenden, in denen Qualitäts-Weinbau betrieben werden kann, hat sich längst eine bestimmte und gute Sortenauswahl herausgestellt. Man kennt heute an 2000 verschiedene, auf 200—300 bestimmt unterschiedene Arten der Weintraube zurückführbare Rebsorten, deren Klassifikation und Beschreibung eine eigene Wissenschaft, die „Ampelographie“, bildet.

Nach einem vergleichenden Anbauversuch von 80 Rebsorten betragen im 8- bzw. 10-jährigem Durchschnitt die Schwankungen bei den einzelnen Sorten:

Klosterneuburg (8 Jahre)			St. Michele (10 Jahre)		
Ertrag für 1 ha	Zucker	Säure	Ertrag für 1 ha	Zucker	Säure
12—81 hl	16,1—22,1%	0,53—1,35%	14—127 hl	15,2—20,6%	0,53—1,12%

Wenngleich die Rebsorte ohne Zweifel der Lage und dem Boden angepasst werden muss, um sich in günstigster Weise entwickeln zu können, so zeigen vorstehende, unter denselben Anbauverhältnissen, im Durchschnitt von 8 bzw. 10 Jahren gewonnenen Zahlen doch, welchen grossen Einfluss die Rebsorten selbst auf Ertrag und Beschaffenheit der Trauben haben. Diese Unterschiede sind für die einzelnen Jahre selbstverständlich noch weit grösser. Hierzu gesellen sich noch die Unterschiede der einzelnen Rebsorten in der Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten (vergl. diese).

b) Einfluss des Klimas und der Lage. Mehr noch als Traubensorte und alle anderen Umstände üben klimatische Verhältnisse einen Einfluss auf die Beschaffenheit der Trauben und des daraus erzeugten Weines aus.

Um trinkbaren Wein zu liefern, muss nach Alex. v. Humboldt die mittlere Jahreswärme nicht bloss 9,5° R. übersteigen, sondern auch einer Wintermilde von mehr als 0,5° eine mittlere Sommertemperatur von wenigstens 18° R. folgen.

Strenge Winter sind dem Weinstocke nicht in dem Masse nachtheilig, als kurze und kalte Sommer. In England gedeiht deshalb auch kein Wein mehr. Die Weinrebe ist eine Pflanze der gemässigten Zone. Die Trauben und damit der Wein sind durchweg um so besser in der Beschaffenheit, je allmählicher durch lange Monate hindurch sich die Reife vollzieht. In wärmeren Gegenden erhält man daher aus

spätreifenden Sorten bessere Erzeugnisse, als aus den frühreifenden besten Sorten des Nordens. Die Trauben aus dem tieferen Süden liefern durchweg dunkeler gefärbte, säureärmere und alkoholreichere bzw. zuckerreiche duftige Weine — Dessertweine —, welche der Norden nicht zu erzeugen vermag, während die Weine des letzteren sich häufig durch zarte Blume und angenehme frische Säure auszeichnen.

Von wesentlichem Einfluss sind auch die klimatischen Verhältnisse, besonders die Regenvertheilung auf die Beschaffenheit der Trauben bzw. des Weines. Dem durchweg trocknen, herbstlichen Kontinental-Klima Ungarns sind die vorzüglichen Erzeugnisse aus den am Stocke eingeschrumpften Trauben, dem neblig feuchten und gleichzeitig warmen Spätherbstklima am Rhein die hochgeschätzten, blumenreichen, dabei nicht übermässig starken Ausbruchweine zu verdanken, während solche Erzeugnisse in dem sonst klimatisch bevorzugten Südtirol nicht erzielt werden können, weil die meistens regnerische Witterung im September und Oktober bei noch verhältnissmässig grosser Wärme die Traubenfäule begünstigt und ein Spätlesen unmöglich macht. Auch das Auftreten der Rebkrankheiten (Oidium, Peronospora u. a.) ist wesentlich vom Klima mitbedingt; diese Pilzkrankheiten sind in den nördlichsten Weinbaugebieten sowie in dem warmen aber trocknen Gebiet von Süditalien selten, richten dagegen in Südtirol, Istrien und Norditalien mit warmem und feuchtem Klima oft viel Schaden an.

Von der Verschiedenheit der klimatischen Verhältnisse hängt auch wesentlich die Verschiedenheit der Weine in den einzelnen Jahrgängen ab.

Nach Erhebungen von Sartorius vertheilen sich die verschiedenen Jahrgänge in den letzten 100 Jahren wie folgt:

Schlecht	Mittelfein	Gut	Vorzüglich
37 %	21 %	31 %	11 %

Also nicht ganz die Hälfte der Jahrgänge sind gute Weinjahre gewesen.

Wie beim Obst und allen hochveredelten Früchten ist auch bei der Weinrebe die Beschaffenheit der Traube wesentlich von der Lage der Anpflanzung bedingt. In dem nördlichen Weinbaugebiete sind die geschützten und wasserreichen Thäler der Flüsse am besten für den Weinbau, weil sich hier Wärme und Feuchtigkeit am günstigsten gegenseitig unterstützen. Da der Erdboden durch die Sonne am stärksten erwärmt wird, wenn die Sonnenstrahlen senkrecht auffallen, die Sonne aber stets schräg über der Erde steht und die Strahlen nur um die Mittagszeit rechtwinkelig auffallen, so wird eine Südlage, die eine Neigung von 25—35° besitzt, während des Sommers von den Sonnenstrahlen am senkrechtesten getroffen und sich in Folge dessen am stärksten erwärmen. Aus dem Grunde verhalten sich die südlichen Abhänge der Flussthäler in nördlichen Weinbaugebieten am günstigsten für den Weinbau. Nach den Südlagen folgen als am günstigsten der Reihe nach Südwest-, Südost-, West- und endlich Ostlagen und zwar um so mehr, je steiler sie sind. Die Lage der Weinberge ist von derartigem Einflusse auf die Beschaffenheit des Weines, dass letzterer nach den betreffenden Bergen oder Bergabhängen, sowie nach den Ortschaften, wo er gewachsen ist, seinen Namen erhält.

c) Boden, Bodenbearbeitung und Düngung. Der Weinbau kann auf den verschiedensten Bodenarten mit Erfolg betrieben werden. Im Rheingau wachsen die edelsten Weine theils auf kalkhaltigem, schwerem Letten, der aus krystallinischem Thonschiefer gebildet ist, theils auf leichterem, mergeligem oder kalkig-lehmigem,

tertiären Bildungen entstammendem Boden. Der Boden am Johannisberg bei Wiesbaden besteht aus kalkarmem Taunusschiefer, der von Hochheim aus Sand, Letten und Mergelschichten, der von Geisenheim und Rüdesheim aus Löss (eischüssigen Schieferkonglomeraten und Meeressand); an der Mosel findet sich Thonschiefer, an der Ahr und dem Unterrhein neben diesem Basalt, Grauwacke und Trachyt, in Rheinessen und an der Bergstrasse Löss, tertiäre, kalkige Lehmböden.

Der Frankenwein wächst auf einem aus Muschelkalk, Keuper und Buntsandstein gebildeten Boden, der Pfälzer Wein auf lehmig-sandigem, zuweilen mit Kalk und Glimmer untermischtem, aus Löss und Buntsandstein entstandenem Boden. In Burgund herrscht als Weinbergsboden brauner oolithischer Jura, in der Champagne Kreidekalkstein mit nur einer schwachen Erdschicht, in Beaujolais Granitboden, in Languedoc Alluvialboden vor.

Aehnliche Verschiedenheiten in den Weinbergsböden herrschen in Oesterreich und anderen Weinbau-Gebieten. Wesentlich günstig aber scheint überall ein gewisser Gehalt der Böden an Kalk, Kali und auch an Phosphorsäure zu sein.

Die Bodenbearbeitung erfordert, wie für alle Nutzpflanzen, so auch hier eine besondere Sorgfalt, einerseits um den Boden (durch tiefes Rigolen) zu lockern, wodurch ein erhöhter Luft- und Wasserzutritt, der weiter eine bessere Verwitterung hervorruft, bewirkt wird, andererseits um die störenden Unkräuter zu vertilgen.

Was die Wichtigkeit der Düngung anbelangt, so ist zunächst zu berücksichtigen, dass nach den vergleichenden Erhebungen von C. Neubauer einem Boden für 1 ha durch die jährliche Ernte entzogen werden:

Nährstoffe	Rebkultur (48 hl Wein)		Heu	Weizen	Kartoffeln	Runkelrübren
	in Wein, Trester, Hefe, Trieben, Holz	bloss in Trauben				
Stickstoff	117,2 kg	20,0 kg	93,0 kg	55,0 kg	77,8 kg	108,0 kg
Phosphorsäure . . .	26,5 "	3,5 "	24,6 "	32,4 "	35,2 "	34,2 "
Kali	91,6 "	50,0 "	79,0 "	29,5 "	122,6 "	221,4 "

Die Weinrebe entzieht daher dem Boden in einem Jahre annähernd so viel an den wichtigsten Pflanzennährstoffen, als Kartoffeln und Rübren: sie muss dementsprechend auch gedüngt werden; indess ist hierbei zu berücksichtigen, dass ein Theil der Wachsthumserzeugnisse wie Holz, Blätter, Gipfeltriebe im Weingarten verbleiben — C. Neubauer rechnet hierfür unter Umständen 80 kg Stickstoff —, und dass die Düngung sich hier wie bei allen Pflanzen nach jenem Nährstoff richtet, welcher in geringster Menge zur Verfügung steht. Als voller und zweckmässigster Dünger gilt auch bei der Weinrebe der Stallmist, vorwiegend Rindviehmist — Pferde- und Schweinemist sind weniger beliebt —, von dem man bei einer Neuanlage für 1 ha reichliche Mengen, etwa 800 Dz. — oder 10 bis 16 kg für den Stock — giebt, später alle 2—3 Jahre nur 300—400 Dz. Der Stallmist wird entweder im Herbst nach der Lese oder im zeitigen Frühjahr ausgestreut und eingehackt oder eingegraben. P. Wagner¹⁾ hat durch eine Reihe von Versuchen nachgewiesen, dass in dem Stallmist hinreichend oder mehr Nährstoffe dem Weinbergsboden zugeführt werden, als ihm durch die Ernte entzogen werden; nach seinen Versuchen hatte eine weitere Beigabe von Phosphorsäure, Kali, Stickstoff in Form von Kunstdünger keine nennenswerthe Wirkung mehr, weder auf die Höhe noch Beschaffenheit der Traubenernte.

¹⁾ Landw. Versuchsstationen 1883, 28, 123.

M. Barth¹⁾ findet aber, dass kalireiche Düngung von ausserordentlicher Bedeutung für die Beschaffenheit des Traubensaftes ist, und dass besonders die feineren Rebsorten (z. B. Riesling und Burgunder) sich dafür dankbar erweisen.

Von welchem grossen Einfluss die Düngung sowohl mit Stallmist wie auch mit künstlichen Düngemitteln auf den Ertrag wie auf den Zuckergehalt der Trauben bezw. des Mostes ist, zeigen weitere Versuche von M. Barth, sowie von Moritz und Seucker (Bd. I. S. 1177 u. 1178).

Bei stark betriebenem Weinbau ist die Verwendung künstlicher Düngemittel (besonders der kali- und phosphorsäurehaltigen) kaum zu entbehren, besonders dort, wo die Beschaffung von Stallmist mit grossen Kosten verbunden ist. Auch empfiehlt es sich, lieber oft und wenig, als weniger oft und stark auf einmal zu düngen. Gegen die Anwendung von Jauche, Abortinhalt, faulendes Blut etc. herrscht noch vielfach ein Vorurtheil, insofern man annimmt, dass sie den Geschmack der Trauben nachtheilig beeinflussen. Diese Vorurtheile scheinen aber nicht berechtigt zu sein; wenigstens sind diese Dünger zur Bereitung von Kompostdünger unter gleichzeitiger Benutzung der Weinbergabfälle zur Düngung sehr geeignet.

d) Ertrag und Zusammensetzung der Weintraube. Der Ertrag an Weintrauben ist nach S. 1241 sehr verschieden; im Allgemeinen gilt ein Ertrag für 1 ha:

unter 25 hl als gering	von 35—50 hl mittelmässig	50—75 hl gross	75—100 hl und mehr sehr gross.
---------------------------	------------------------------	-------------------	-----------------------------------

Ueber die Zusammensetzung der Weintrauben, sowie der Asche derselben vergl. S. 956 u. 959; über die Vertheilung der verschiedenen chemischen Verbindungen auf die einzelnen Theile der Rebe (Kämme, Hülsen, Kerne, Mark, Saft) vergl. weiter unten.

Der Gehalt der einzelnen Traubensorten an den genannten Rebtheilen ist sehr verschieden und schwankt in Procenten der Trauben z. B. für:

Kämme	Hülsen	Kerne in 100 Beeren
2,6—6,4 %	4,5—24,1 %	160—290 Stück.

Unter „Kämme“ versteht man die Spindeln und deren Seitenäste mit den Stielchen, an welchen die einzelnen Beeren sitzen; die Kämme gehören hiernach eigentlich noch zu den grünen Bestandtheilen der Rebe und beinträchtigen im unreifen, fleischigen, noch nicht verholzten Zustande, wenn sie vor der Gährung nicht entfernt werden, den Geschmack des Weines, indem sie demselben nicht nur Gerbsäure, sondern auch unangenehme Geschmacksstoffe (grüner Geschmack oder Kammsgeschmack genannt) mittheilen. Der Gehalt der frischen Kämme an einzelnen Bestandtheilen erheilt aus folgenden Zahlen:

Wasser	Stickstoff	Säure = Weinsäure	Gerbstoff	Pentosane	Rohfaser (1 Anal.)	Asche
55,0—73,0 %	0,21—0,62 %	0,54—1,62 %	1,27—3,17 %	1,65 %	4,72 %	1,3—5,5 %

Weinstein und Aepfelsäure sind in grünen Kämmen reichlich, in reifen oder verholzten nicht mehr oder nur in unbedeutender Menge vorhanden.

Die Hülsen (Haut oder Schalen) der Trauben, welche aus mehreren Zellreihen bestehen, sind zunächst mit einem wachsartigen Körper überzogen, welcher den eigen-

¹⁾ Weinbau u. Weinhandel 1891, 9, No. 18.

artigen Duft bedingt und nach E. Blümmel¹⁾ aus den Glycerinestern der Stearin-, Palmitin-, Laurin-, Myristin-, Pelargon- und Oenanthylsäure besteht; sie sind (in den dem Gefässbündelnetz nahe liegenden Zellen) reich an Gerbsäure und enthalten in den äussersten Zellenreihen neben Weinstein und oxalsaurem Calcium Farbstoff, der in der Beschaffenheit bei allen gefärbten (roth, grau oder schwarz gefärbten) Trauben gleich zu sein scheint, dessen verschiedene Stärke (Farbenton) einerseits nur von der Anzahl der mit Farbstoff durchdrungenen Zellreihen und von der Menge des abgelagerten Farbstoffes, andererseits von dem Verhältniss zwischen der Menge Farbstoff und Säure abhängt. Für den Gehalt der frischen Hülsen werden folgende Schwankungszahlen angegeben:

Wasser	Stickstoff	Fett	Gerbstoff	Pentosane	Rohfaser (1 Anal.)	Asche
62,0—80,0 %	0,15—0,49 %	0,10 %	0,4—4,0 %	1,33 %	3,5 %	0,5—1,0 %

Wie von den Bestandtheilen der Kämme, so geht auch von denen der Hülsen beim Keltern der grösste Theil mit in den Most über.

Die Kerne (Samen) der Trauben sind vorwiegend reich an Gerbstoff und Fett. Letzteres besteht nach Fitz aus den Glycerinverbindungen der Stearin-, Palmitin- und Eruksäure, welche letztere ungefähr die Hälfte der Säuren bilden soll. Das Fett enthält aber auch grosse Mengen Oxyfettsäuren, ist grün gefärbt und wird als Brenn- wie Speiseöl verwendet. Der Gehalt der Kerne hieran wie an anderen Bestandtheilen schwankt nach einigen Angaben wie folgt:

Wasser	Stickstoff	Fett	Gerbsäure	Pentosane	Asche
31,8—51,4 %	0,78—2,03 %	10,0—19,0 %	1,80—8,05 %	3,87—4,54 %	1,3—2,0 %

Die Gerbsäure geht beim Vergähren anscheinend fast ganz in den Wein über, weil die Kerne aus vergohrener Maische nach Versuchen in St. Michele fast gar keine Gerbsäure mehr enthielten. Die Rebkerne enthalten ferner nach dortigen Versuchen in der verholzten Schicht etwas Vanillin (S. 1024), nämlich schätzungsweise etwa 0,015 %.

Girard und Lindet²⁾ fanden in den Traubenkernen wie -kämmen einen harzartigen Körper, Phlobaphen, welcher das Tannin begleitet, wahrscheinlich ein Reservestoff ist und für den sie die empirische Formel $C_{34}H_{30}O_{17}$ angeben.

Der Traubensaft enthält Glukose und Fruktose als Hauptbestandtheile, Weinsäure theils frei, theils an Kali und meistens auch etwas an Kalk gebunden, Aepfelsäure, etwas Traubensäure, Bernsteinsäure, Glykolsäure (?), letztere beiden Säuren vorwiegend im Saft unreifer Trauben, ferner Eiweiss und andere stickstoffhaltige Verbindungen — darunter aber kein Asparagin, Leucin und Tyrosin —, an Kohlenhydraten ausser Zucker noch Gummi, Pektin, Inosit und unter den üblichen Mineralstoffen auch fast stets Borsäure (vergl. auch weiter unten).

Die Aromastoffe, welche die einzelnen Traubensorten kennzeichnen und zum Theil auch den Geruch und Geschmack der Weine mitbedingen, sind nach den Untersuchungen in St. Michele nicht nur im Saft, sondern in allen Theilen der Trauben enthalten. Dieselben werden zum Theil durch die Edelfäule (S. 954) zerstört und an deren Stelle neue, andere Aromastoffe erzeugt.

Martinaud³⁾ hat in den Weintrauben wie in den Weinblättern auch eine

¹⁾ Zeitschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genussmittel 1898, 1, 567.

²⁾ Ebendort 1899, 2, 245.

³⁾ Ebendort 1901, 4, 850.

Sukrase (Invertase) nachgewiesen, deren Menge ausreicht, alle Saccharose in Invertzucker überzuführen.

Ueber die Zusammensetzung des Traubensaftes bzw. Mostes vergl. den folgenden Abschnitt. Hier möge nur die procentige Zusammensetzung der Asche der 4 Theile der Weintraube aufgeführt werden:

Theile der Traube	Anzahl der Analysen	Kali %	Natron %	Kalk %	Magnesia %	Eisenoxyd %	Mangan- oxydoxid %	Phosphor- säure %	Schwefel- säure %	Kieselsäure %	Chlor %
Kämme . . .	3	35,95 ¹⁾	(7,40) ¹⁾	12,53	2,65	—	—	9,02	—	—	—
Hülsen . . .	3	47,91	3,26	15,80	3,87	1,51	0,64	19,64	5,79	2,22	0,57
Kerne . . .	3	31,10	3,68	33,87	8,56	0,55	0,40	24,04	2,51	1,10	0,30
Saft . . .	16	64,93	1,34	5,73	4,07	1,49	0,52	13,18	5,07	2,84	1,10

Hiernach ist die Asche des Saftes von allen Traubentheilen durchschnittlich am reichsten an Kali und am ärmsten an Kalk. Der Gehalt an Kali schwankt in der Saft-Asche von 51,4—72,9 %, der an Kalk von 2,9—12,7 %, an Phosphorsäure von 8,0—17,0 %.

e) Weinlese. Die Zeitbestimmung für die Vornahme der „Weinlese“ oder des „Herbstens“ giebt in den weinbautreibenden Gegenden oft Anlass zu lebhaften Erörterungen; während die Einen die Lese möglichst früh vornehmen möchten, sind die Anderen der Meinung, dass man mit derselben so spät als nur eben angänglich beginnen soll (S. 955). So lange die Trauben am Stocke nicht faulen und nicht zu viel von Wespen und Vogelfrass zu leiden haben, sollte die Lese thunlichst hinausgeschoben werden. Sobald aber starke Spätherbstfröste eintreten, kann mit der Weinlese nicht mehr gewartet werden, da sonst alle nicht völlig reifen Trauben erfrieren und der aus denselben bereitete Wein einen Frostgeschmack annimmt.

Im Allgemeinen kann vom Zeitpunkt des Weichwerdens und Färbens der Trauben schon Most aus denselben gewonnen werden; aber von diesem Zeitpunkt an bis zur vollen Reife können noch 1—3 Monate vergehen.

Als Kennzeichen, dass die Trauben reif sind, können nach Nessler folgende gelten:

1. Die Beeren sind weich, die Haut ist dünn und durchscheinend.
2. Die Stiele sind braun.
3. Sowohl die Beeren als die Trauben selbst lassen sich leicht lösen.
4. Der Saft der Beeren ist dick, süß und klebend.
5. Die Samen sind frei von schleimiger Masse.

In anderen Fällen wird auch die sog. Ueberreife der Trauben, wie sie z. B. bei den Cibeben oder edelfaulen Trauben auftritt, als besonderer Vortheil angesehen. Die Bildung der Cibeben beruht auf einem Wasserverlust durch Verdunstung, welcher ein Einschrumpfen der Beeren zur Folge hat; sie tritt vorwiegend in südlichen Gegenden (Spanien, Griechenland u. a.) auf, wo die Trauben schon ihre Vollreife erreicht haben, wenn die Temperatur der Luft noch eine sehr hohe ist. In nördlichen Gegenden findet eine solche vollständige Cibebenbildung nur selten, nämlich nur dort und dann statt, wo bzw. wann ein mehr kontinentales Klima mit warmem,

¹⁾ Die Angaben der 3 Analysen lauten 14,25 %, 31,50 % und 62,10 % Kali; es ist daher kaum zulässig, aus solchen weit auseinanderliegenden Zahlen das Mittel zu ziehen. Der Natrongehalt ist nur in einer Analyse angegeben.

trocknem Herbst herrscht, z. B. in Ungarn, wo aus den Cibebeu der Traubensorte Mosler der berühmte Tokayer-Ausbruch gewonnen wird.

Die Edelfäule (S. 954) wird dagegen nur in Gegenden mit feuchten, nebeligen Herbst, aber auch nur bei hochreifen Trauben beobachtet; herrscht gleichzeitig trockene Witterung, so tritt auch bei den edelfaul gewordenen Trauben ein Einschrumpfen ein und liefern solche Trauben gerade die hochwertigsten Rhein- und Bordeauxweine. Derartige eingetrocknete Trauben werden selbstverständlich besonders gelesen (gesammelt), auch sucht man durch Auslesen der verschiedenartig gefärbten Trauben, der nassfaulen, kranken und unreif eingetrockneten, an verschiedenen Stellen des Stockes wie der Lage gewachsenen Trauben eine Trennung der besseren von den minderwerthigen Trauben zu erzielen. Vielfach überlässt man die geernteten Trauben einer Nachreife und einer künstlichen Trocknung, wodurch für die Süsswein-Bereitung ein konzentrierter Most bezw. Wein gewonnen wird, z. B. der rheinische Strohwein, so genannt, weil die Trauben auf Stroh ausgebreitet der Trocknung überlassen werden.

Die Witterung ist ebenfalls bei der Lese von wesentlichem Belang. Die Lese soll thunlichst bei trockener Witterung vorgenommen werden, weil nach einem Regen oder bei starker Thaubildung 3—6 % Wasser an den Trauben hängen bleiben und eine Vermehrung des Wassers im Most bedingen können.

Die Temperatur, die in der Lesezeit in den Weinbergen noch zwischen 1—2° (am Morgen) und 20—25° (am Mittage) schwanken kann, ist insofern von grosser Bedeutung, als sich die Temperatur der Trauben dem Moste mittheilt und ein Most von niedriger Temperatur nur langsam, ein solcher von hoher Temperatur sehr stürmisch gährt und letzterer eine besonders sorgfältige Behandlung erheischt.

Vielfach werden die Trauben schon in den Weinbergen behufs Saftgewinnung zerdrückt, zerquetscht und statt der Trauben der Saft, auch Maische genannt, in Fässern unter Dach gebracht. Wo solches Maischen in den Weinbergen geschieht, sollen Vorrichtungen angewendet werden, welche nur die reifen Beeren, nicht aber Hülsen, Kämme und Kerne zerquetschen bezw. zerreißen.

Die wichtigsten Krankheiten des Weinstockes¹⁾.

1. Von den durch pflanzliche Parasiten hervorgerufenen Krankheiten sind folgende von grösserer Bedeutung:

a) Der schwarze Brenner. Auf den Blättern und jungen Trieben entstehen schwarze, allmählich einsinkende Flecken, auf den Beeren scharf begrenzte dunkelbraune, später aschgraue Flecken. Die Krankheit wird durch einen Pilz, *Gloeosporium ampelophagum* Sacc., erzeugt.

b) Der Black-Rot (Schwarzfäule). Diese von Amerika eingeschleppte Krankheit tritt vorläufig erst in Frankreich gefährlich auf. Trauben, Blätter und junge Triebe bekommen braune Flecken, die mit schwarzen Würzchen, den Fruchten des die Krankheit erregenden Pilzes, besetzt sind. Es scheinen mehrere Pilzarten als Erreger in Betracht zu kommen. Als vorbeugendes Mittel hat sich die Bespritzung mit Kupferkalkbrühe brauchbar erwiesen.

c) Der White-Rot (Weissfäule). Diese Krankheit stammt vermuthlich auch aus Amerika und tritt vorwiegend in Frankreich, Italien und Oesterreich auf. Die Beerenstiele werden braun, schrumpfen und bedecken sich mit grauen Würzchen. Die Beeren werden zunächst weiss bis braun.

¹⁾ Genaue Angaben über die hier aufgezählten und andere, weniger wichtigen Erkrankungen der Rebe finden sich in Sorauer, Schutz der Obstbäume, Stuttgart 1900; Frank, Lehrbuch der Pflanzenkrankheiten, 1896, Bd. II; Sorauer, Lehrbuch der Pflanzenkrankheiten, 1888, Bd. II.

fallen sich und vertrocknen allmählich rosinenartig. Auf ihrer Oberfläche brechen kleine graue Wärschen hervor. Diese sind die Früchte eines die Krankheit verursachenden Pilzes, *Coniothyrium Diplodiella* Sacc.

d) Der echte Mehlthau (Aescherig). Auf den Blättern und Beeren entstehen mehlig, weisse Flecken, welche von dem Mycel eines Pilzes, *Oidium Tuckeri* Berk., erzeugt werden. Die Beeren stellen das Wachstum ein und platzen bei feuchtem Wetter dann häufig auf. Ein gutes Mittel gegen diese Krankheit ist das Bestäuben der Pflanzentheile mit Schwefelpulver.

e) Der falsche Mehlthau (*Peronospora*-Krankheit). Auf der Blattunterseite entsteht ein regelmässig vertheilter weisslicher Schimmelflug. Die Blattoberseite vergilbt, wird dürr, die Blätter kräuseln sich, vertrocknen und fallen ab. Der weisse Pilzbelag wird von *Plasmopara viticola* (*Peronospora viticola*) erzeugt. Ein gutes Vorbeugemittel ist die Bespritzung mit Kupferkalkbrühe.

f) Der rothe Brenner. Bei dieser Krankheit entstehen auf den Blättern von Weiss- und Rothweineben eine oder mehrere stark roth gefärbte Stellen. Stark beschädigte Blätter fallen bald ab und es tritt unter Umständen eine schwere Schädigung oder gar völlige Unfruchtbarkeit der Stöcke ein. Nach den neuesten Untersuchungen von Müller-Thurgau¹⁾ handelt es sich auch hier um eine Pilzkrankheit. Der Parasit, *Pseudopeziza trocheiphila*, lebt in den Blattnerven und dringt von ihnen aus allmählich in die angrenzenden Gewebetheile ein. Wenn auch Infektionsversuche bisher nicht gelungen sind, so dürfte doch dieser Pilz mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit als der Urheber der Krankheit anzusprechen sein. Schlechte Ernährung in Folge anhaltender Trockenheit oder ungünstiger Bodenverhältnisse scheinen die Krankheit zu begünstigen. Frühzeitiges Bespritzen mit Kupferkalkbrühe ist ein gutes Vorbeugemittel.

g) Traubenfäule. Bei nassem Wetter werden die unreifen Trauben von *Botrytis cinerea* befallen und faulen. Derselbe Pilz bewirkt andererseits an reifen Trauben die werthvolle Edelfäule, indem er vorwiegend die Säuren verzehrt und die Trauben dadurch für die Weinbereitung werthvoller macht. *Penicillium glaucum* dagegen verzehrt in reifen Trauben vorwiegend den Zucker und entwerthet sie dadurch (vergl. S. 954).

2. Von thierischen Parasiten der Reben kommen hauptsächlich folgende in Betracht:

a) Die Reblaus, *Phylloxera vastatrix*. Dieser Parasit tritt seit Anfang der sechziger Jahre des vorigen Jahrhunderts in europäischen weinbauenden Ländern auf. Man kennt zwei Formen der Reblaus, von denen die eine stets an den Wurzeln, die andere meist an den Blättern, zuweilen aber auch an den Wurzeln auftritt. Im Vorssommer finden sich an den Wurzeln stets ungeflügelte Thiere, welche sich ohne Befruchtung durch Eier fortpflanzen. Die aus den Eiern sich entwickelnden Läuse pflanzen sich in derselben Weise fort, sodass jährlich 8 Generationen folgen. Im Sommer erscheinen geflügelte Läuse, welche die Krankheit weiter verschleppen. Die ungeflügelten Läuse bohren die Wurzeln an, an denen sich dadurch Gallen bilden; die Wurzeln faulen dann ab und das ganze Wurzelsystem wird so allmählich vernichtet. Die blattbewohnende Laus erzeugt Gallen an den Blättern, in denen eine Laus mit ihren Eiern lebt. Im Herbst ziehen sich die Läuse von den Blättern an die Wurzeln zurück. Die blattbewohnende Generation kommt in Amerika und Frankreich häufig, in Deutschland nicht vor.

Man tödtet die Reblaus vorwiegend durch Desinfektion des Bodens mit Petroleum oder Schwefelkohlenstoff.

b) *Phytoptus vitis*. Diese Milbanart erzeugt die sog. Filzkrankheit. Auf den Weinblättern entstehen Gallen, die an der Oberseite nierenförmige Erhebungen, an der Unterseite weissliche Haarfilze zeigen. Entfernen der Blätter und Zurückschneiden der Stöcke ist das einzige Bekämpfungsmittel.

c) Springwurm, Sauerwurm. Die Raupen einiger Schmetterlinge werden theils den Blättern, theils den Trauben gefährlich. Die Raupe des Springwurmwinklers (*Tortrix Pilleriana*) zerfrisst im Sommer die Blätter, die der Traubenwickler (*Conchylis uvana* und *C. reliquana*), die sog. Sauerwürmer, zerstören die Blütenknospen und jungen Trauben. Die im August erscheinende

¹⁾ Centralbl. f. Bakteriol., II. Abth., 1902, 10, 7.

Sommergeneration letzterer Schmetterlinge legt die Eier an die Beeren, in welche die Raupen nun eindringen. Die von dem Sauerwurm befallenen Beeren werden sauer¹⁾.

d) Der Rebenstecher, *Rhynchites Betaleti*. Dieser zur Familie der Rüsselkäfer gebörende Käfer nagt die oben treibenden Augen und die jungen krautigen Schosse bis aufs Mark durch und schabt die grüne Blattmasse an den Blättern stellenweise bis auf die Oberhaut fort.

2. Die Bereitung des Mostes. Die Gewinnung des Mostes ist für die Herstellung von Weiss- und Rothweinen verschieden.

a) Bei Weissweinen werden die Weintrauben meistens mit den Kämme, Hülsen und Kernen gepresst und der so gewonnene Saft als Maische zur Vergähung gebracht. Indess ist hierbei zu beachten, dass die Trauben alsbald nach der Lese, bevor noch eine Gähung eingetreten ist, und nicht zu stark abgepresst werden, dass dabei ferner die Trester nicht zu viel und zu lange mit Luft in Berührung kommen. Die Nichtbeachtung des ersten Umstandes bedingt einen zu hohen Gerbstoffgehalt im Wein, der erhöhte Luftzutritt dagegen eine Oxydation von Farbstoffen etc. in den Hülsen, welche eine unschöne bräunliche Färbung sowie einen Trestergeschmack des Weines zur Folge hat. Sind dagegen die Kämme noch sehr frisch, grün und fleischig oder will man sehr feine Weine erzielen, so erscheint ein vorheriges Entfernen (Abrebbeln) der Kämme angezeigt.

In manchen Gegenden, z. B. in Südtirol und Italien lässt man den Most auch bei Erzeugung von Weissweinen auf den Trestern vergähren; indess können feine Weissweine auf diese Weise nicht erzielt werden; sie sind stets herbe, die Farbe ist bräunlich, der Geschmack rauh und unangenehm bitterlich. Zwar klären sich die auf Trestern vergohrenen Weissweine schneller und werden eher genussreif, auch sind sie, weil die Hülsen und Kerne ärmer an freien Säuren und reicher an Nichtzucker sind als das Beeren-Innere, weniger sauer und wenn auch herber, so doch voller von Geschmack; indess ist die Entfernung wenigstens der Kämme für die Bereitung von feinen Weissweinen stets zu empfehlen.

b) Bei der Rothweinbereitung giesst oder presst man die Maische erst dann ab, wenn die Hauptgähung beendet ist, um möglichst viel von dem in den Häuten der Beeren sitzenden Farbstoffe in Lösung zu bringen; das Fruchtfleisch der blauen Trauben — mit Ausnahme der sog. Färbertrauben, welche einen gefärbten Saft besitzen — enthält weissen Saft und wird letzterer erst dann gefärbt, wenn der bei der Gähung entstehende „gesäuerte“ Alkohol den blauen Farbstoff der Traubenhülsen löst. Da bei der Rothweinbereitung nicht nur die Traubenhäute, sondern auch die gerbstoffreichen Traubenkerne ausgezogen werden, so wird ein höherer Gehalt dieser Weine an Gerbstoff erklärlich. Die Traubenkerne enthalten auch Spuren von Vanillin und können hierdurch Rothweine mitunter einen an Vanille erinnernden Geschmack annehmen.

Die Kämme sollen dagegen durch Abrebbeln auch für die Rothweinbereitung thunlichst entfernt werden, weil sie dem Rothwein leicht einen rauen, unreinen (sog. grünen) Geschmack ertheilen und zwar um so mehr, je weniger reif bei den einzelnen

¹⁾ Ausser der durch den Sauerwurm hervorgerufenen Krankheit unterscheidet man noch die „Sauerfäule“, d. h. jenen Vorgang, bei welchem in kalten und nassen Jahrgängen die Beeren platzen und schon am Stock alkoholische Gähung und Essigsäure auftritt, so dass der Zucker nach und nach verschwindet und die Trauben nur noch sauer schmecken.

Sorten die Trauben gelesen werden, je üppiger bei den einzelnen Sorten die Kämme entwickelt sind und je grösser demnach ihr Gewicht im Verhältniss zu dem der Beeren ist. In den französischen Rothweingegenden (Burgund, Medoc) belässt man in Jahren, in welchen die Trauben eine hohe Reife erlangt haben, wenigstens einen Theil der Kämme in der gährenden Maische, während sie in ungünstigen Jahren entfernt werden.

Auch schimmelige und faule Trauben sind für die Rothweibereitung zu entfernen, weil sie die Farbe des Rothweines beeinträchtigen.

In der Regel überlässt man die aus Fruchtfleisch, Hülsen und Kernen erhaltene ganze Maische der Gährung und regelt den Farb- und Gerbstoffgehalt des Weines nur durch kürzeres oder längeres Gähren des Mostes auf den Trestern; da man auf diese Weise aber mitunter gezwungen ist, erst halb vergohrenen, noch süssen Jungwein von den Trestern abzuziehen, so presst oder schöpft man einen Theil der frischen Maische ab und lässt den ganzen Most nur auf einem Theile der Trester vergähren, oder man setzt direkt zur ganzen Maische eine gewisse Menge weissen Mostes hinzu, oder man schöpft den Most aus farbstoffreichen Trauben einfach von den Trestern ab und gewinnt aus letzteren durch Aufschütten weissen Mostes eine neue Menge Rothwein.

Im Allgemeinen belässt man den Most mit den Trester um so kürzere Zeit in Berührung, je farbstoffreicher die Trauben, und um so länger, je farb- und gerbstoffärmer die Trauben sind. Ein zu langes Liegen der Trester im Wein beeinträchtigt aber wieder die Farbe — sie wird bräunlich — und den Geschmack des Weines. Es empfiehlt sich in solchen Fällen — bei farb- und gerbstoffarmen Trauben — eher eine höhere Gährtemperatur innezuhalten, um eine schnelle Farbstoffausziehung zu bewirken.

c) Schillerweine oder Schilcher. Hierunter versteht man nur schwach gefärbte (Halb-) Rothweine; sie werden erhalten entweder durch Vergährenlassen des Rothweinmostes nur während ganz kurzer Zeit, oder durch Vermischen und Vergähren von weissen und blauen Trauben oder durch Aufschütten weissen Mostes auf die nach Abzug des Rothweines zurückbleibenden, halb ausgelaugten Trester — von schwach gefärbten Trauben; farbstoffreiche Trauben können nach Abzug des Rothweines durch Aufschütten von weissem Most ein zweites, ja drittes Mal noch ziemlich gefärbte Erzeugnisse liefern.

Wenn die Hauptgährung auf den Trestern bei Roth- und Schillerweinen beendet ist, wird der Wein abgezogen oder auch abgepresst. Letzteres ist aber im Allgemeinen nicht zu empfehlen und wenn es geschieht, dann soll es, um einen durch Luftzutritt bedingten Hülsengeschmack des Weines zu vermeiden, thunlichst rasch geschehen.

Zum Abrebbeln der Trauben d. h. Trennen der Beeren von den Kämmen bedient man sich vielfach einfacher Drahtsiebe mit 15—20 mm weiten Maschen, auf welche die Trauben geschüttet und so lange mit den Händen oder Holzkrücken behandelt werden, bis die Beeren durchgefallen sind. Auch die Rebbelmaschinen, z. B. die von Pini, Holloch u. a., enthalten ähnliche Drahtsiebe für die Trennung von Beeren und Kämmen.

Zur Gewinnung des Mostes aus der durch Rebbeln gewonnenen Maische bedient man sich des einfachen Austretens in schräg gestellten Bottichen mit Aus-

fluss mittels der Füsse (vielfach in Italien noch gebräuchlich), oder Ausschleuderns (Centrifugirens wie bei der Zuckergewinnung) oder fast allgemein des Pressens. Bei den Pressen unterscheidet man den Presskorb, der die Maische aufnimmt, die Pressplatte (oder den Pressboden), welche auf der auszupressenden Maische ruht und aus Holz, Stein oder gusseisernen Platten besteht, und ferner die eigentliche Pressvorrichtung, welche sehr verschiedenartig eingerichtet ist. Man unterscheidet Hebel- oder Baumpresse, Doppelhebelpresse, Galgenpresse, einfache und doppelte Spindelpresse, Spindelpresse mit Zahnradübertragung (neue rheinische Presse), Kniehebelpresse, die sich jetzt vielfach einführende Duchscher'sche Differentialhebelpresse und hydraulische Pressen, deren Herstellung aber im Allgemeinen noch zu theuer ist.

Vielfach wird den Gefässen aus Holz vor denen aus Eisen der Vorzug beim Keltern gegeben, weil das Eisen, wenn es in grösserer Menge gelöst wird, Geschmack und Farbe des Weines beeinträchtigt. Dieses ist aber nur dann der Fall, wenn sich Rost gebildet hat, von blank gehaltenen und mit Vaseline eingefetteten Eisengeräthschaften ist eine merkliche Lösung von Eisen beim Keltern nicht zu befürchten.

Um das Abfließen des Mostes zu erleichtern, sollen Korb und Bodenstücke (aus geflochtenen Weiden) möglichst durchlassend sein; auch sucht man dasselbe wohl durch Einlegen von Bündeln geschälter Weidenruthen zwischen die Maische zu erleichtern. Das Pressen selbst soll im Anfange weniger rasch und so vorgenommen werden, dass der Most genügend Zeit zum Abfließen hat. Unter Scheitern der Maische versteht man das Herrichten derselben zu wiederholtem Pressen, was dann vorgenommen wird, wenn die nur einmal gepresste Maische durch Uebergiessen des Pressrückstandes (der Trester) mit Zuckerwasser nicht zur Herstellung eines Tresterbranntweines oder eines Nachweines benutzt werden soll. In Oesterreich nimmt man das Scheitern in der Weise vor, dass man den zum ersten Male gepressten Maischstock (Trester-Ballen) aus der Presse vollständig herausnimmt, mit den Händen lockert und zum 2. Male presst; durch 2—3-maliges Wiederholen dieser Behandlung, ja bis zum 10. Male, lassen sich noch immer neue Mostmengen, allerdings von stetig geringerer Menge und Beschaffenheit gewinnen. Am Rhein besteht das Scheitern, oder richtiger Schneiden genannt, darin, dass man den Pressrückstand behufs Gewinnung neuer Mengen Most mit den Trebermessern zerschneidet und die zerschnittene Masse weiter presst. Dieses Verfahren ist aber weniger empfehlenswerth, weil dadurch auch Kämme und Kerne zerschnitten werden, deren Inhalt die Beschaffenheit des Mostes sehr beeinträchtigt.

Unter Abschöpfwein versteht man den aus einem freiwillig abgeflossenen Most gewonnenen Wein; er ist der werthvollste; darauf folgt der Vorlauf, der nur durch schwaches Pressen gewonnen wird, weiter die Nachdruckerzeugnisse, die um so geringwerthiger sind, je stärker und öfter gepresst wurde.

Aus 106—112 kg Trauben gewinnt man durchschnittlich 1 hl Maische und aus 100 Thln. Maische 75 Thle. Most und 25 Thle. Treber mit Schwankungen von 60 bis 80 % Most und 40—20 % Trebern.

Bei der Mostbereitung ist auch die Temperatur der Trauben (S. 1247) zu beachten; dunkle Trauben können durch die Sonnenwärme auch im Herbste bis zum Nachmittage eine Temperatur bis zu 35° ja 40° annehmen. Aus solchen heissen Trauben gehen naturgemäss mehr Bestandtheile, besonders mehr Weinstein, in den

Most; die Hauptgärung, deren günstigste Temperatur zwischen 15–25° liegt, setzt zu stürmisch ein, in Folge dessen die Hefen bald absterben, ein Theil des Zuckers unvergohren bleibt und leicht stichige oder unharmonische Weine erzielt werden.

Die Zusammensetzung des Mostes ist wie die der Trauben in den einzelnen Jahren und Lagen ausserordentlich grossen Schwankungen unterworfen und wird von denselben Umständen beeinflusst, die oben S. 1240–1244, schon bei Trauben angegeben sind. Wir sehen nach den Zusammenstellungen Bd. I, S. 1160–1181 Unterschiede bei Moselmosten:

	Zucker	Säure
1. Moste während 7 Jahre	5,70–26,13 g	0,55–1,88 g in 100 ccm
2. „ desselben Jahres aus verschiedenen Lagen	11,37–26,13 „	0,87–1,88 „ „ „

Aus dem Grunde kann kaum von einer mittleren Zusammensetzung eines Mostes die Rede sein. Dennoch mögen hier einige Mittelzahlen von ausführlich untersuchten Mosten (Bd. I, S. 1160–1164) aus den Jahren 1892–98 und verschiedenen Lagen mitgetheilt werden, um das Verhältniss der einzelnen Bestandtheile des Mostes zu einander zu zeigen:

Herkunft der Moste	Spec. Gewicht	100 ccm Most enthalten Gramm:											Polarisation in 200 mm-Bohr °W.	
		Extrakt	Glukose	Fruktose	Gesamtsäure (= Weinsäure)	Weinsäure		Mineralstoffe	Kalk (CaO)	Magnesia (MgO)	Kali (K ₂ O)	Phosphorsäure (P ₂ O ₅)		Schwefelsäure (SO ₃)
						halbgebunden	frei							
Pfalz	1,0797	20,81	8,87	9,26	0,91	0,44	0,02	0,37	0,026	0,020	—	0,035	—	5,42
Bergstrasse	1,0737	19,48	8,34	8,21	0,95	0,44	0,04	0,345	0,018	0,014	0,136	0,044	0,014	7,09
Oberhessen	1,0605	16,05	5,89	5,74	1,17	0,45	0,04	0,317	0,018	0,014	0,161	0,045	0,010	5,42
Odenwald	1,0611	16,13	6,25	6,56	1,06	0,38	0,03	0,327	0,018	0,015	0,139	0,043	0,014	6,15

Hiernach sind die Mineralstoffe des Mostes, was absolute Mengen anbelangt, den geringsten Schwankungen unterworfen; am meisten wird davon naturgemäss das Kali betroffen (vergl. auch Bd. I, S. 1178).

Beachtenswerth ist ferner, dass Glukose und Fruktose durchweg zu ungefähr gleichen Theilen im Most vorkommen, die Fruktose aber im Allgemeinen etwas überwiegt. Als grösste Unterschiede im Gehalt beider wurden für je 100 ccm Most beobachtet:

Most	Glukose	Fruktose	Glukose mehr (+) oder weniger (—)
Zwingenberger 1898	9,82 g	9,19 g	+ 0,63 g
Ferster 1897	13,53 „	15,14 „	— 1,61 „

Das Verhältniss von Aepfelsäure zur Gesamtsäure stellte sich in einigen Mosten für 100 ccm wie folgt:

Moste:	Pfälzer	Unterfränkische			Verschiedenen Ursprungs
		Hofkeller	Juliuspital	Bürgerspital	
Gesamt-Säure (= Weinsäure)	0,91 g	1,03 g	1,06 g	1,25 g	0,96 g
Aepfelsäure	0,54 „	0,72 „	0,75 „	0,89 „	0,63 „

An Stickstoff-Substanz (N × 6,25) wurden nach 12 Bestimmungen in 100 ccm Most gefunden:

Niedrigstgehalt	Höchstgehalt	Mittel
0,211 g	0,475 g	0,345 g

E. Comboni (Bd. I, S. 1346) fand in 3 Proben Most 0,183 %₀, 0,284 %₀ bzw. 0,480 %₀ Pentosane.

Von besonderen Einflüssen auf die Zusammensetzung des Mostes nach bisher angestellten Untersuchungen mag erwähnt sein, dass nach den Untersuchungen von H. Müller-Thurgau (Bd. I, S. 1179) der die Edelfäule verursachende Pilz *Botrytis cinerea* die Säure des Traubensaftes, besonders im Anfange, stärker verzehrt als den Zucker, während Pilselschimmel (*Penicillium*) sich beiden Bestandtheilen gegenüber umgekehrt verhält und den Most schliesslich verdirbt.

Das Bespritzen der Reben wirkt nach Halenke und Möslinger (Bd. I, S. 1178) nicht nur günstig auf die Beschaffenheit des Mostes (18,56 %₀ Zucker bei bespritzten und 17,73 %₀ bei unbespritzten Reben bei annähernd gleichem Säuregehalt), sondern erhöht auch vorwiegend den Ertrag zu Gunsten des Bespritzens.

P. Kulisch hat einige vergleichende Untersuchungen über die Zusammensetzung von Vorlauf, Pressmost und Nachdruck, Mach und Portele haben in gleicher Weise solche über die Zusammensetzung von „frei“ abgelaufenem Most, Hülsen- und Butzen-Most (letzterer ist Most aus den die Kerne umgebenden Zellen, welche letzteren mit den Kernen beim Entkernen der Trauben herausgedrückt werden) angestellt und im Mittel gefunden:

Moste	Grade Oechsle	Ex- trakt	Invert- zucker	Nicht- zucker	Gesamt- säure = Weinsäure	Wein- säure	Aepfel- säure	Stickstoff- Substanz	Asche
Vorlauf (etwa $\frac{1}{10}$)	82,9	—	18,03 %	2,84 %	0,97 %	—	—	—	0,25 %
Pressmost ($\frac{2}{10}$)	83,0	—	18,00 „	2,93 „	0,93 „	—	—	—	0,28 „
Nachdruck ($\frac{1}{10}$)	81,9	—	17,46 „	3,15 „	0,92 „	—	—	—	0,32 „
	Spec. Gewicht		Glukose	Fruktose					Pektin- stoffe
Frei ablaufender	1,0993	18,9 %	8,5 „	7,5 „	1,15 „	0,56 %	0,76 %	0,588 %	0,46 „
Hülsen-Most . .	1,0783	18,7 „	8,2 „	7,2 „	0,59 „	0,46 „	0,26 „	0,691 „	0,79 „
Butzen- „ . .	1,0749	18,3 „	8,0 „	6,4 „	1,53 „	0,73 „	1,12 „	0,659 „	0,51 „

In Italien und Sicilien wird durch Einengen auf $\frac{1}{4}$ des ursprünglichen Volumens mittels Erwärmsens im starken Luftstrom bei 40° ein konzentrierter Most hergestellt, welcher von grosser Haltbarkeit ist und auf weite Entfernungen hin versendet werden kann, ohne in Gährung überzugehen. Entsprechend verdünnt, fängt dieser Most bald zu gähren an; er wird namentlich an Stelle des Zuckers zum Zwecke des Gallisirens empfohlen und enthält nach einigen Analysen in 100 g:

Extrakt	Zucker	Aepfel- säure	Ge- samt- säure	Mineral- stoffe	Phos- phor- säure	Kalk	Kali	Natron	Schwefel- säure	Chlor
67,07 g	61,48 g	0,38 g	1,10 g	0,791 g	0,079 g	0,062 g	0,312 g	0,046 g	0,088 g	0,031 g

P. Kulisch fand in derartigen Erzeugnissen für 100 g 60,7—70,3 g Invertzucker und 0,17 g (in einer entsäuerten Probe) bis 1,38 g Säure (= Weinsäure).

Ueber die procentige Zusammensetzung der Asche des Mostes vergl. S. 1246.

Vertjus (Grünsaft). Unter diesem Namen kommt von Frankreich aus ein durch Eindampfen konzentrierter Most in den Handel, welcher zur Herstellung von Bratenwürze dient.

Federweisser. Ein beliebtes Weingetränk bildet auch der sog. „Federweisser“ (Brausewein, Sauser), jenes Erzeugniss, welches zwischen Most und Wein steht. Der Federweisser ist ein in voller Gährung befindliches Getränk und wird im Herbst an manchen Orten viel getrunken. Zum Zwecke des Versandes wird derselbe stark geschwefelt.

3. Die Vergärung des Mostes. Ueberlässt man Most oder Rothweinsmaische bei geeigneter Temperatur sich selbst, so geht der Most bezw. die Maische nach kurzer Zeit in alkoholische Gärung über. Jene Organismen, welche die Vergärung des Mostes verursachen, haften in sehr grossen Mengen an allen Theilen der reifen Trauben und gelangen auf diese Weise in die Maische und den Most.

a) Die Weinhefe. Die bei der Weingärung thätigen Hefen sind vorwiegend *Saccharomyces ellipsoideus*, ferner *S. apiculatus*, *S. exiguus* u. a. Hierüber wie über die von der Weinhefe während der Gärung gebildeten Bestandtheile u. a. vergl. S. 1157, 1163, 1176, 1192 u. 1196.

b) Die Handhabung der Gärung. Die Weingärung zerfällt wie die des Bieres in eine Haupt- und Nachgärung, die bei Weiss- und Rothwein verschieden verläuft.

a) Bei Weisswein. Der thunlichst gleich nach der Lese gekelterte weisse Most wird auf Temperaturen von 10—20°, am besten durchweg auf 15°, erwärmt¹⁾ und in ein reines, nicht geschwefeltes Fass gegeben, welches zu etwa $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{8}$ leer belassen und dessen Spundloch mit einem Sandsäckchen oder einem Gährspunde geschlossen wird. Die Gährspunde sind verschieden, aber alle so eingerichtet, dass die sich entwickelnde Kohlensäure aus dem Fass wohl entweichen, aber keine Luft Zutreten kann. Bei grosser Wärme kann die erste Hauptgärung schon nach 5—8 Tagen beendet sein, bei niedriger Gährtemperatur 2—3 Wochen dauern; die Fässer werden dann meistens spundvoll aufgefüllt und fester verspundet, aber auch so, dass noch Kohlensäure entweichen kann. Der Wein fängt an sich zu klären und wird zum ersten Male (Dec. bis Jan.) vom Weingeläger abgezogen. — Weine mit Schwefelwasserstoff-Geruch von stark geschwefelten Trauben müssen behufs Zuführung von viel Luft öfters abgezogen werden —; das Weingeläger wird entweder abgepresst oder in ein frisch geschwefeltes Fass gebracht, absetzen gelassen, um so einerseits noch Trübwein andererseits dicke Hefe zu erhalten. Bei der zweiten Gärung, der Nachgärung, wird, wenn die Temperatur des Kellers eine genügend hohe und genügend Hefe vorhanden ist, unter Bildung eines zweiten Weingelägers fast aller Zucker vergohren, der Wein tritt in den eigentlichen Weinzustand und kann im März und April behufs weiterer Nachgärung und Schulung aus dem Gährin den Lagerkeller übergeführt werden.

Ist die Temperatur des Gährkellers eine zu niedrige, so kann sich die Nachgärung bis in den Sommer und noch länger hinausziehen und muss unter Umständen frische Hefe zugesetzt werden.

Während der Hauptgärung empfiehlt sich eine Lüftung des Mostes, welche durch Umrühren desselben oder durch Ablassen und Wiederaussetzen des Mostes durch die Spundöffnung oder durch die Mostpeitsche erreicht werden kann.

Das Lüften des Mostes bewirkt eine schnellere und vollständigere Vergärung desselben und befördert die Entwicklung und Reife des Weines daraus. Derartige Weine erscheinen besonders in der ersten Zeit älter, fertiger und daher meist auch feiner, harmonischer, als aus denselben Trauben in gleicher Weise, aber ohne Lüftung hergestellte Weine. Das Lüften ist besonders bei zucker- und proteïnreichen

¹⁾ Entweder lässt man den ganzen Most durch eine aus Zinn bestehende Heizschlange eines Pasteurisirapparates fließen, oder man erhitzt einen Theil des Mostes auf 60—70° und vermischt diesen mit dem übrigen Most, so dass die richtige Temperatur erzielt wird.

Mosten zu empfehlen und auch dann, wenn die Bedingungen zur Einleitung einer stürmischen Gärung ungünstig sind, z. B. bei einer zu niedrigen Temperatur im Gährraum. Durch das Lüften darf aber der Most nicht abgekühlt werden. Auch ist zu beachten, dass Weine aus gelüfteten Mosten ebenso, wie sie früher den Höhepunkt ihrer Entwicklung erreichen, auch früher in ihrer Beschaffenheit zurückgehen; leichte, geringe Tischweine können, gelüftet, oft schon nach 1—1½ Jahren gegenüber den nicht gelüfteten Weinen an Güte zurückgehen.

Das sog. Entschleimen (Reinigen von Schmutz, Schimmel etc.) des Mostes besteht darin, dass man den Most zuerst in einem offenen Bottich angähren lässt und die sich nach 12—24 Stunden an der Oberfläche bildende Decke abschöpft.

Für die Anwendung von Reinzuchtheffe (vgl. S. 1196) sollte der Most vorher entweder durch direkte Einleitung von Wasserdampf oder indirekt durch Schlangenrohre, durch welche siedendes Wasser geleitet wird, bei etwa 60° sterilisirt (pasteurisirt) werden; auch durch vorheriges Waschen der Trauben mit Wasser, welches schweflige Säure enthält, könnte eine Entfernung der an der Traubenoberfläche haftenden Hefen bewirkt werden; indess ist diese Behandlung vielfach zu lästig und begnügt man sich einstweilen meistens damit, dass man die frische, in voller Vermehrung begriffene Reihefe sofort nach dem Maischen oder Keltern dem Moste (auf 1 hl Most etwa $\frac{3}{4}$ l Hefenmasse) zusetzt.

Hat man keine Reihefe zur Verfügung, so empfiehlt es sich, vor der eigentlichen Weinlese einen Theil ganz gesunder Trauben in sehr reinlicher Weise zu keltern und den aus ihnen gewonnenen Most, sobald er sich in voller Gärung befindet, dem Hauptmost aus der Weinlese zuzusetzen.

Die vollkommene Vergärung erkennt der Winzer am Geschmack; den sichersten Aufschluss giebt eine Bestimmung des Zuckergehaltes.

β) Bei Rothwein. Für die Hauptgärung des Rothweinmostes ist eine hohe Temperatur (15—18°) noch wichtiger als bei der des Weissweinmostes, weil die Hauptgärung bei Rothwein an sich länger dauert, als beim Weisswein. Bei hoher Gährtemperatur (15—18°) verläuft die Hauptgärung in 8—10 Tagen, bei niedrigeren Temperaturen nimmt sie 2—3 Wochen in Anspruch und entwickeln sich dann neben der Hefe häufig andere Organismen, welche die Güte des Weines beeinträchtigen und besonders den Essigstich bewirken.

Man unterscheidet bei der Gärung der Rothweinmaische eine geschlossene und eine offene Gärung. Bei der geschlossenen Gärung wird die Maische in eine verschliessbare Gärrkufe oder in ein Fass zu etwa $\frac{4}{5}$ des Rauminhaltes gefüllt und das Gährgefäss mit einem Gährspunde wie bei Weissweinmost verschlossen. Durch die während der Gärung entweichende Kohlensäure werden die Trester gehoben und bilden an der Oberfläche einen sog. Hut, welcher nach beendeter Gärung, wenn der Wein nicht früher abgezogen wird, nach und nach zu Boden sinkt. Die geschlossene Gärung verläuft indess in Folge mangelhaften Luftzutrittes zum Most verhältnissmässig langsam und hat ferner den Uebelstand, dass keine richtige Auslaugung des Farbstoffes der Hülsen aus dem trocknen Hut statthat, oder der Jungwein zu lange mit den Trester in Berührung bleiben muss, wodurch die Reinheit und Feinheit des Geschmackes leiden. Aus dem Grunde wird die geschlossene Gärung auch in der Weise durchgeführt, dass in dem Gährständer oben in $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{3}$ Höhe ein mit kleinen Löchern versehener Doppelboden angebracht wird, welcher die aufsteigende Kohlensäure

durchtreten lässt, die Treber aber zurückhält; es wird so viel Maische eingefüllt, dass der Siebboden vollständig von Flüssigkeit bedeckt ist, dann das Gefäss durch ein Thürchen geschlossen, in dessen Spundöffnung ein Gährspund mit Wasserverschluss angebracht wird. Da hier die Treber stets in der Flüssigkeit untertauchen, kann eine vollständige Auslaugung stattfinden, und da der obere leere Raum des Gährständers mit Kohlensäure angefüllt ist, so ist eine Essigsäurebildung nicht zu befürchten.

Indess verläuft auch bei dieser Einrichtung in Folge mangelhaften Luftzutrittes die Hauptgärung nur langsam und wird aus dem Grunde bei Rothweirmaische vielfach die offene Gärung angewendet, indem zu derselben oben völlig offene Gefässe angewendet werden. Auch hierbei bildet sich ein trockner Hut, der wegen der beständig zutretenden Luft leicht eine zu starke Essigsäure-Bildung zur Folge haben kann. Um dieses zu vermeiden, muss der Hut wiederholt und so lange eingestossen werden, bis die Hauptgärung beendet ist. Man kann aber auch bei der offenen Gärung einen Siebboden, der die Treber untergetaucht hält, wie bei der geschlossenen Gärung anwenden oder die offene Gärung mit der geschlossenen verbinden, indem man nach Ablauf der ersten stürmischen Gärung das Gefäss mit einem Deckel verschliesst. Im Uebrigen wird die Hauptgärung bei Rothweirmaische in den einzelnen Ländern sehr verschieden gehandhabt.

Die Nachgärung des Rothweines verläuft, da die Vergärung des Zuckers während der Hauptgärung in Folge der Berührung mit den lufthaltigen Trebern durchweg vollständiger ist als bei Weissweinst, verhältnissmässig schnell. Ist die Hauptgärung (Dec. bis Jan.) beendet, so wird der Wein von den Trebern abgezogen und in einem Fasse der Nachgärung unterworfen. Will derselbe nach dieser zweiten Gärung noch immer nicht zur Ruhe kommen, so wird derselbe in einem Pasteurisir-Apparat auf 20–25° erwärmt und bei dieser Temperatur die Nachgärung bald vollendet werden.

Für die Anwendung von Reinhefe gilt dasselbe, was bei der Gärung der weissen Moste gesagt ist.

Es gilt sowohl für Weisswein wie Rothwein als fehlerhaft, die vergohrenen Moste zu lange auf der Hefe zu belassen. Solche Weine werden leicht zähe, schlagen um oder bekommen andere Krankheiten.

Ueber die durch die Gärung sich bildenden Stoffe und deren Verhältniss zu einander vergl. S. 1176.

Ausser Aethylalkohol (45,8–48,4 %) ¹⁾, Glycerin (2,5–3,6 %) und Bernsteinsäure (0,4–0,7 % des vergohrenen Zuckers) als regelmässigen Gährerzeugnissen entstehen unter dem Einfluss fremder Organismen (Bakterien, besonderer Hefenarten) auch höhere Alkohole (normaler Propylalkohol, normaler Butyl- und Isobutylalkohol, Amyl-, Hexyl- und Heptylalkohol), flüchtige Säuren (Ameisensäure, Essigsäure und Buttersäure in geringen Mengen selbst in regelrecht verlaufenen Gärungen), sonstige Fettsäuren (Valerian-, Kapryl- und Kaprinsäure, letztere wahrscheinlich in Folge Spaltung geringer Mengen von Fett), ferner in Folge direkter Oxydation oder durch Einwirkung der Hefe auf nicht zuckerartige organische Stoffe Aldehyde ²⁾

¹⁾ Theoretisch sollten sich aus 100 % Zucker 48,9 % Kohlensäure und 51,1 % Aethylalkohol bilden; letztere Menge wird aber wegen der sonstigen entstehenden Nebenerzeugnisse nie erreicht.

²⁾ Dieselben finden sich mehr in jungen, weniger in alten Weinen.

(1—160 mg in 1 l), endlich Verbindungen der Fettsäuren mit den Alkoholen, die Ester, welche unter dem Sammelnamen „Oenanthäther“ oder „Weinfuselöl“ zusammengefasst werden und den eigenartigen Geruch und Geschmack des Weines bedingen.

Die Menge dieser Nebenerzeugnisse scheint von der Beschaffenheit und dem Gehalt des Mostes sowie von der Temperatur, bei welcher die Gärung verläuft, abhängig zu sein.

Die sonstigen chemischen Veränderungen, welche im gährenden Most vor sich gehen, bestehen darin, dass der sich bildende Alkohol einerseits schwer lösliche Bestandtheile, wie saures weinsteinsaures Kalium (Weinstein), weinsteinsaures Calcium, Gummi- und Pektinstoffe sowie gelöste Proteinstoffe ausfällt — letztere, die bei der Gärung überhaupt sehr abnehmen, um so vollkommener, je mehr Gelegenheit dem Moste geboten ist, grössere Mengen Gerbsäure aus den Hülsen, Beeren oder Kernen auszuziehen —, andererseits lösliche Bestandtheile aus den Trestern (Kernen, Hülsen und Kämmen) löst. Besonders ist es bei der Gärung der Rothweirmaische der blaue Farbstoff, welcher aus den Hülsen der rothen oder blauen Trauben durch den Alkohol ausgezogen und durch die vorhandene Säure in Roth verwandelt wird; ferner auch ohne Zweifel Bouquetstoffe, welche aus dem Mark der Beeren gelöst werden. Wichtig ist auch die Lösung des Gerbstoffes für Rothweine, die wie die des Farbstoffes um so rascher und vollständiger erfolgt, je höher die Temperatur bei der Gärung steigt, und je mehr die Trester mit dem gährenden Wein in Berührung kommen; auch das Chlorophyll und seine Abkömmlinge können aus den Kämmen und Hülsen gelöst werden, sie beeinträchtigen aber die Farbe und den Geschmack des Weines.

Mitunter vollziehen sich auch Reduktionsvorgänge im gährenden Most; so bildet sich fast immer Schwefelwasserstoff, wenn die Trauben zur Zerstörung des Oïdiums geschwefelt wurden; aber auch aus Sulfaten kann unter dem Einfluss von Bakterien Schwefelwasserstoff gebildet werden. B. Haas stellte fest, dass bei einer sehr stürmischen Gärung Schwefelsäure auch zu schwefliger Säure reducirt werden kann.

Die physikalischen Veränderungen des Mostes während der Gärung bestehen in einer Erhöhung der Temperatur, in der Abnahme des specifischen Gewichtes — in Folge Entstehung von Alkohol aus dem Zucker — und in einer Verdunstung von Wasser, Alkohol und etwas Bouquetstoffen.

Die Abfälle bei der Gärung der Moste sind das Weingeläger oder Weinlager (beim Weisswein), der Rohweinstein und die Trester.

1. Das Weinlager besteht vorwiegend aus Hefe und Weinstein neben einigen anderen Bestandtheilen. Aus 1 hl Most setzen sich zwischen 200—500 g Weinstein ab. Letzterer bildet häufig in den Fässern, worin wiederholt Most vergohren wurde oder Jungwein gelagert hat, ganz dicke Krusten, welche als Rohweinstein zwischen 38—94 % (durchweg 70—75 %) saures weinsaures Kalium enthalten; mitunter schliesst der Rohweinstein auch grössere Mengen weinsaures Calcium ein; J. C. Sticht fand z. B. in spanischem Rohweinstein bis 52,0 % weinsaures Calcium.

Für die Weinhefe fand J. Nessler bei 21 % Trockensubstanz:

0,76 % Stickstoff, 0,29 % Phosphorsäure und 3,20 % Kali.

Das Weingeläger wird häufig, wenn es frisch und gesund ist, mit Zuckerwasser übergossen und nochmals der Gärung unterworfen; man erhält auf diese Weise den Hefenwein, der einen geringwerthigen Haustrunk abgibt.

Empfehlenswerther ist die Verwendung des Weinlagers, nachdem es durch Filtriren oder Pressen von dem grössten Theile des eingeschlossenen Weines befreit ist, zur Herstellung von Hefenbranntwein, indem man dasselbe nach Zusatz von Wasser entweder direkt über freiem Feuer abbrennt oder besser mit Hilfe von Wasserdampf abdestillirt. Man erhält auf diese Weise einen Branntwein, der reichhaltig an Oenanthäther, dem sog. Drusenöl, Weinöl oder Kognaköl (Kapryl- und Kaprinsäureester) und sonstigen schlechten Geschmackstoffen ist; diese Beimengungen lassen sich zwar durch längeres Lagern und durch Rektifikation des Hefenbranntweines verringern, aber erst durch wiederholte Behandlung des mit Wasser verdünnten Branntweines mit Holz- oder besser Thierkohle (5 kg auf 1 hl Branntwein), soweit beseitigen, dass der erhaltene Sprit ziemlich rein schmeckt. Aus dem Grunde kann der Hefenbranntwein weder als Zusatz zu Wein noch zur Bereitung von Feinsprit oder Likören dienen, sondern lässt sich nur zum direkten Genuss verwenden.

Der Rückstand von der Hefenbranntwein-Bereitung findet dann ebenso wie der Rohweinstein zur Herstellung von saurem weinsaurem Kalium bzw. von Weinsäure Verwendung.

In einzelnen Fällen und für kleinere Betriebe dient das Weingeläger auch zur Düngung, in- dess ist dieses bei dem hohen Werth desselben im Allgemeinen nicht zu empfehlen.

2. Die Trester. Bei den Trestern muss man zunächst die weissen, süss gepressten Trester von den vergohrenen Trestern unterscheiden. Die ersteren enthalten keine grösseren Mengen Weinstein, keinen Alkohol und keine nennenswerthe Menge Hefe; sie lassen sich daher sehr gut zur Fütterung verwenden, wenn sie rasch verfüttert werden können; dieses ist aber in grösserem Massstabe nicht immer angängig und sie lassen sich auch schwer aufbewahren, weil sie nach kürzester Zeit zu gähren beginnen. Am ersten würde sich ein Einsalzen derselben empfehlen, weil Kochsalz die Gährung bis zu einem gewissen Grade zu verhindern vermag. L. Weigelt hat auch empfohlen, die Trester mit gekochten Kartoffeln zu durchsetzen, einzusumpfen und so zur Fütterung zu verwenden.

Die feuchten Gesamttrester, wenn die Trauben nicht gerebbelt werden, bestehen aus 20—30 % Kämme, 50 % Hülsen und 20—30 % Kernen.

Die Zusammensetzung der süss gepressten Trester und der einzelnen Mischungsbestandtheile derselben ist je nach dem Pressen etc. naturgemäss grossen Schwankungen unterworfen und nach einigen Analysen folgende:

Bezeichnung	In der frischen Substanz						In der Trockensubstanz			
	Wasser- %	Stickstoff- Substanz %	Fett %	Stickstoff- freie Ex- traktstoffe %	Rohfaser %	Asche %	Stickstoff- Substanz %	Fett %	Stickstoff- freie Ex- traktstoffe %	Rohfaser %
Kämme	70,50	2,06	21,43	4,72	1,29	7,05	73,39	16,16		
Hülsen	73,90	1,94	0,15	19,64	3,50	0,87	7,43	0,57	75,24	13,71
Kerne	38,50	6,04	8,46	18,51	27,58	0,91	9,82	13,76	30,09	44,87
Ganze Trester frisch	68,50	4,06	2,76	16,25	6,85	1,58	12,89	8,75	51,59	21,75
Desgl. mit Kartoffeln eingesumpft	73,90	2,22	0,83	19,88	3,34	0,83	8,50	3,18	76,16	12,79

Die Asche der Trester war nach 4 Analysen procentig wie folgt zusammengesetzt:

Reinasche in der Trocken- substanz	Kali	Natron	Kalk	Magnesia	Eisen- oxyd	Phosphor- säure	Schwefel- säure	Kiesel- säure	Chlor
3,98 %	43,80 %	1,64 %	20,84 %	4,73 %	2,40 %	17,67 %	4,44 %	1,73 %	0,73 %

Die eingesumpften Kartoffel-Trester enthielten nur 0,173 % Essigsäure im natürlichen Zustande (= 0,663 % in der Trockensubstanz).

Nach den vorstehenden Analysen sind die Kämme vorwiegend reich an Rohfaser, die Kerne dagegen reich an Fett.

Wenn die Trauben gerebbelt werden, so müssen die Kämme mitunter für sich gesondert verfüttert werden; wenn sie frisch sind, werden sie, in geringen Mengen mit anderem Futter vermischt, von den Thieren gern verzehrt; sie lassen sich aber nicht lange aufbewahren und nur für einige Tage einstampfen, indem man sie mit Wasser übergiesst.

Die Kerne werden, wo Trester in grossen Mengen gewonnen werden, als Pferdefutter oder zur vorherigen Oelgewinnung empfohlen; zu dem Zweck sollen die Trester getrocknet und dann die Kerne abgeseiht werden.

Die vergohrenen Trester können im natürlichen Zustande wegen des vorhandenen Alkohols nicht direkt zur Fütterung verwendet werden; auch wirkt der in denselben vorhandene Weinstein — bei Rothweintrestern 3—5%, bei Weissweintrestern bis zu 2% Weinstein — durch Hervorrufung von Wehen (Verkälben) bei Kühen und von Durchfall höchst ungünstig. Aus dem Grunde empfiehlt sich schon behufs Gewinnung des Tresterbranntweines ein vorheriges Abbrennen derselben und wenn dann die in der Blase befindliche heisse Flüssigkeit, die den grössten Theil des Weinstains gelöst enthält, abgossen wird, so lassen sich die rückständigen Trester — im feuchten Zustande 12—20 kg für den Tag und Kopf — mit Vortheil an Rindvieh, am besten an Mastvieh, verfüttern. Auch lassen sich die abgebrannten Trester durch Einstampfen mit und ohne Zusatz von Salz oder Häcksel und durch Uebergiessen mit Wasser einige Wochen gut aufbewahren.

Auf alle Fälle empfiehlt es sich, die Trester, sowohl die vergohrenen als die süss gepressten, — letztere werden nach dem Einstampfen zweckmässig mit warmem Wasser, etwas Hefe oder gährendem Most übergossen, um allen noch vorhandenen Zucker zu Alkohol zu vergähren — zur Branntweingewinnung zu verwenden. Von dem Tresterbranntwein gilt dasselbe, was vom Hefenbranntwein gesagt ist.

Die Trester der Rothweinsmischen dienen auch noch, wie schon oben bemerkt ist, nach dem Petiot'sche Verfahren zur Gewinnung der Tresterweine (vergl. weiter unten). Auch werden diese noch zur Darstellung von Gerbstoff oder Weinfarbstoff (Oenocyanür) verwendet.

Ferner finden die Trester Verwendung zur Erzeugung von Essig und Grünspan oder getrocknet als Brennstoff zur Herstellung von Leuchtgas und Düngerasche.

4. Das Reifen des Weines. Mit der Vollendung der Haupt- und Nachgährung ist der Wein noch lange nicht zum Genusse fertig. Er bedarf — und dieses gilt für Weiss- wie Rothwein — dann noch der sog. Schulung oder Reifung. Die Schulung besteht darin, dass der vergohrene Wein so oft und so lange auf frische Fässer abgezogen wird, bis sich derselbe vollständig geklärt hat und sich weder bei längerer Einwirkung grösserer Wärme, noch bei Berührung mit Luft wieder trübt. Meistens lassen sich im Kellerbetrieb Gährung und Schulung des Weines nicht scharf von einander trennen. Wenn die Gährung entweder durch Mangel an Hefennährstoffen (besonders an Stickstoffverbindungen), oder durch zu niedrige Temperaturen, oder durch einen hohen Gehalt an Essigsäure oder Alkohol, oder endlich durch zu starkes und häufiges Schwefeln der Fässer und andere Umstände nur unvollkommen verlaufen ist, so kann bei der weiteren Schulung des Weines, wenn der eine oder andere der beeinträchtigenden Umstände gehoben ist, wieder eine Nachgährung unter Entwicklung von Kohlensäure¹⁾ auftreten, die jahrelang anhalten kann.

¹⁾ Bisweilen stellen sich in Weinen, welche vollständig vergohren sind, zu Beginn des Sommers Erscheinungen ein, welche in ihrem Auftreten grosse Aehnlichkeit mit einer verzögerten Gährung haben. Diese vermeintliche Gährung kommt meistens zum Vorschein, wenn sich im Spätfrühling sehr warmes Wetter einstellt und der Luftdruck rasch sinkt, indem sich die Kohlensäure in Folge der Luftdruckverminderung so rasch aus dem Weine losreisst, dass derselbe überfließt und in Folge der starken Bewegung die geringe Menge von Fasslager im Weine aufwühlt. Mit dem Steigen des Luftdruckes hört auch die Entwicklung der Kohlensäure wieder auf.

Unter gewöhnlichen Verhältnissen wird der vergohrene Wein im ersten Jahre 3—4-mal, in den späteren Jahren 1—2-mal im Jahr (März oder April und November bis Januar) auf 3—12 hl grosse Fässer abgezogen und wird dann in 3—4 Jahren, manchmal auch erst in 4—5 Jahren vollständig reif, ohne dass künstliche Mittel (schweflige Säure, Hausenblaseschönung etc.) angewendet zu werden brauchen.

Im Allgemeinen muss ein Wein um so öfter abgezogen werden, je reicher an Stickstoffverbindungen er ist, wie z. B. der Traminer. Man soll auch hier mit dem Abziehen nicht zu lange warten. Zum Abziehen der Weine bedient man sich, je nach der Menge des abzuziehenden Weines, bald der Heber, bald der Schaffel oder Stützen, bald der Weinpumpen.

Die Schulung des Weines verfolgt folgende 2 Hauptzwecke: 1. Die vollständige Beendigung der Gärung und die Abscheidung der Hefe oder sonstiger sich bildenden Schwebestoffe. 2. Die Bildung von Bouquetstoffen etc. in Folge Einwirkung des Luftsauerstoffes.

Um den ersten Zweck, die Klärung, thunlichst rasch zu erreichen, bedient man sich verschiedener Hilfsmittel, wie des Schwefelns der Fässer, Schönens, Filtrirens des Weines etc., welche Verfahren im nächsten Abschnitt noch näher besprochen werden sollen.

Ein natürliches Hilfsmittel zur rascheren Klärung besteht darin, dass man den Wein auf kleinere, nur 2—3 hl grosse Fässer zieht, ein Verfahren, welches besonders für feine Rothweine, die sich schneller klären, durchweg in Gebrauch ist.

Von grösstem Belang für die Reifung des Weines ist die Zuführung von Luftsauerstoff; diese erfolgt einerseits durch das öftere Abziehen des Weines vom Lager, indem man durch wiederholtes Uebergiessen oder Zerstäuben mittels Brausen oder geeigneter Pipen etc. eine thunlichst grosse Oberfläche des Weines mit dem Sauerstoff der Luft in Berührung bringt und an Stelle der absorbirt gewesenen Kohlensäure Luft einführt, andererseits durch die Poren der Fasswandung, welche einen endosmotischen Austausch der absorbirten Kohlensäure gegen Luft gestatten; dieser endosmotische Austausch wird durch die gleichzeitige Verdunstung von Alkohol und Wasser, durch Schwankungen der Temperatur und des Luftdruckes unterstützt.

Die Wirkung des Luftsauerstoffs auf den lagernden Wein erhellt am schlagendsten aus dem Versuch Pasteur's, nach welchem ein jung vergohrener Wein, wenn er in ein Glasrohr ohne Luftbeimengung eingeschmolzen, also vollständig gegen Luftzutritt abgeschlossen wird, Jungwein bleibt und weder seine Farbe, noch seinen Geschmack und Geruch ändert. Ist aber das Glasrohr zum Theil mit Luft gefüllt, so treten in dem eingeschmolzenen Wein allmählich mehr oder weniger diejenigen Veränderungen ein, welche sich auch beim Lagern in Fässern vollziehen. „Der Most wird durch Gärung zu Jungwein, der Jungwein durch Oxydation zu reifem Wein.“

Ueber die Art und Weise der Wirkung des Sauerstoffs herrschen dagegen bis jetzt kaum mehr als Vermuthungen. Thatsächlich nehmen die Stickstoffverbindungen und die Extraktstoffe beim Lagern des Weines ab, was auf ein durch Oxydation bewirktes Unlöslichwerden zurückgeführt wird; dass auch die Gerbsäure oxydirt, etwa humificirt und auf diese Weise eine Abscheidung von Farbstoff und Extraktbestandtheilen bewirkt wird, ist nicht wahrscheinlich, weil der Gerbstoff von Sauerstoff und z. B. auch durch Wasserstoffsperoxyd kaum merklich verändert wird.

Dagegen erfährt der Farbstoff beim Lagern des Weines eine namhafte Abnahme¹⁾, die auf eine Oxydation desselben durch den Sauerstoff zurückgeführt werden muss; zwar kann der Farbstoff auch durch andere Schwebestoffe in Folge von Flächenattraktion mit niedergerissen werden, indess kann hierauf die Abnahme der Farbe des Rothweines allein nicht zurückgeführt werden; Portele fand z. B. die Farbintensität — verglichen mit einer Fuchsinlösung als Normalflüssigkeit:

Wein zur Zeit:	Färber auf den Trestern vergohren	1888-er im Laboratorium geschulte Weine				
		Färber als Most vergohren	Kabernet franc	Teroldigo	Negrara	Erdbeer- traube
Des ersten Abzuges (Okt. 1888)	11,6	5,0	3,2	5,9	2,4	1,8
August 1889	7,2	3,1	1,9	3,4	1,6	> 1,0
Juni 1890	4,2	2,2	1,6	2,5	1,3	> 1,0
Mai 1892	2,7	1,4	1,2	1,8	0,8	0,27

Gleichzeitige Einwirkung von Licht befördert die Farbstoffausscheidung.

Eine bedeutende und rasche Farbstoffabnahme muss auf die Wirkung von Spaltpilzen zurückgeführt werden.

Von wesentlichem Einfluss ist der Sauerstoff auf die Bildung der Geschmack- und Geruchstoffe des Weines. Bis zur Lagerung des Weines hat man zwischen zwei Bouquetstoffen zu unterscheiden, nämlich zwischen denen, die aus der Traube fertig gebildet, herrühren und vielleicht als ätherische Oele aufgefasst werden können, und zwischen denen, welche, wie schon S. 1257 erwähnt, bei der Gährung gebildet werden. Erstere Bouquetstoffe werden durch den Sauerstoff allmählich zerstört — vielleicht verharzt, ähnlich wie die ätherischen Oele —; dafür spricht der Umstand, dass gewisse Weinsorten, wie Muskateller, Riesling, Gewürztraminer etc. ihre zarte, hochgeschätzte Traubenblume verhältnissmässig rasch verlieren und zwar um so rascher, je mehr dem Sauerstoff Zutritt gestattet wird. Solche Weine werden daher vielfach am meisten geschätzt, wenn sie noch nicht vollständig flaschenreif sind, oder verdienen doch nach solchen Verfahren behandelt zu werden, nach denen es gelingt, die reifende Wirkung des Sauerstoffs zum Theil (behufs Klärung) in anderer Weise z. B. durch Pasteurisiren, oder Gerbstoffzusatz etc. zu ersetzen.

Die bei der Gährung, wahrscheinlich als sekundäre Erzeugnisse, entstehenden Geschmack- und Geruchstoffe, welche allen Weinen eigenthümlich sind und gleichsam den Wein als solchen kennzeichnen, werden beim Lagern durch den Sauerstoff anscheinend nicht verändert.

Dagegen bildet sich unter der Einwirkung des Sauerstoffs beim Lagern des Weines eine neue Art von Bouquetstoffen, die sog. Blume bezw. das Bouquet, indem entweder die der Traube eigenthümlichen Geschmackstoffe durch den Sauerstoff — zum Unterschiede von der fertig gebildeten und verschwindenden Traubenblume — so verändert werden, dass erst beim Lagern im Fass — mitunter sogar erst beim Lagern in der Flasche — die der Traubensorte eigenthümliche Blume entsteht, oder indem sich erst unter dem Einfluss des Sauerstoffs aus diesen Stoffen beim Lagern nach und nach neue Verbindungen mit anderen Bestandtheilen des

¹⁾ Jungwein kann, wenn er in Folge stürmischer Gährung durch die Reduktionsstoffe eine schwache Farbe besitzt, beim ersten Lagern in Folge Sauerstoffaufnahme an Farbenintensität zunehmen; später tritt dann aber wieder eine Verblässung ein.

Weines bilden. Hierbei entsteht dann meistens wieder Kohlensäure, welche dem Wein den „kellerfrischen“ Geschmack verleiht ¹⁾).

Eine weitere Wirkung des Lagerns der Weine ist die Zunahme an Essigsäure, die bei Rothweinen durchweg etwas grösser ist, als bei Weissweinen. Die Bildung von Essigsäure dürfte aber weniger auf einem einfachen chemischen Oxydationsvorgang als auf einer Fermentwirkung durch Bakterien beruhen. Gesunde einjährige Weine enthalten meistens nicht mehr als 0,3–0,5 Thle., 5–6-jährige Weine selten weniger als 0,8 Thle. Essigsäure in 1000 Thln. Wein; steigt der Gehalt über 1 für 1000, so giebt sich dieses schon im Geschmack, den man das Alteln oder den Firn des Weines nennt, zu erkennen. Erst wenn der Essiggehalt so hoch wird, dass er sich deutlich als solcher im Geschmack zu erkennen giebt, spricht man von „Essigstich“. Ein Theil der Essigsäure verbindet sich mit dem Alkohol zu Essigäther, welcher in geringen Mengen den Firngeruch des Weines, in grösserer Menge den kratzenden, unangenehmen Geschmack stichiger Weine erhöht.

Eine eigenartige Veränderung erleidet der Wein beim Lagern auch dadurch, dass nach den Untersuchungen von R. Kunz ²⁾ und Möslinger ³⁾ die Aepfelsäure unter Umständen in Milchsäure übergeht oder letztere durch Bakterien gebildet wird. Junge Weine enthalten nach Möslinger durchweg kaum merkliche Mengen Milchsäure; nur bei Weinen aus grau- und sauerfaulen Trauben kann Milchsäure auch im ganz jungen Zustande in bereits erheblichen Mengen auftreten. Die Abnahme an Gesamt-Säure und Zunahme an Milchsäure in einem unter regelrechten Verhältnissen gewonnenen Wein können folgende Zahlen (für 1000 Thle. Wein) zeigen:

	Juni	Juli	Sept. 1900,	Febr.	Juli 1901
Gesamt-Säure (freie) . . .	11,3 ‰	11,0 ‰	10,5 ‰	9,3 ‰	8,1 ‰
Milchsäure (als Weinsäure berechnet)	0 „	0,40 „	0,84 „	1,95 „	2,75 „

Aus der Aepfelsäure braucht nach der Gleichung: $\text{HOOC}-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2-\text{COOH} = \text{CH}_2(\text{OH})-\text{CH}_2-\text{COOH} + \text{CO}_2$ nur Kohlensäure abgespalten zu werden, um Milchsäure zu erhalten. Ob aber die Umlagerung in solcher einfachen Form verläuft und welche Milchsäure hierbei entsteht, muss noch festgestellt werden.

Wenn der Wein zu lange und bei zu hoher Temperatur lagert, so findet eine zu tiefe Oxydationswirkung statt, es tritt der sog. Oxydations- oder Luftgeschmack ein, worauf der Brotgeschmack der Tokayerweine und der Spaniolgeschmack der südlichen Dessertweine zurückzuführen ist. Künstlich kann dieser Oxydationsgeschmack durch Elektrisieren der Weine oder durch Zusatz von Wasserstoffsperoxyd hervorgerufen werden.

Die Zeit, bis wann der Wein die höchste Stufe der Entwicklung erlangt hat, lässt sich nicht allgemein feststellen; sie ist bei jedem Wein und in jedem Jahr verschieden; hierüber kann nur die Geschmacksprobe entscheiden. Während man

¹⁾ Aus dem Grunde erlangen Weine, welche — in Fässern versendet — soeben eine weite Reise zurückgelegt und in Folge der hierbei erlittenen Erschütterungen viel Kohlensäure verloren haben (deshalb auch schal schmecken), nach einiger Zeit, wenn sie „abgeruht“, d. h. oxydirenden Luftsauerstoff durch die Poren der Fässer aufgenommen haben, ihren früheren Wohlgeschmack wieder.

²⁾ Zeitschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genussmittel 1901, 4, 673.

³⁾ Ebendort 1901, 4, 1120.

früher einen Wein für um so werthvoller hielt, je älter er war, neigt sich jetzt der Geschmack mehr den nicht zu alten Weinen zu.

Das Lagern des Weines in Fässern über die Zeit der höchsten Ausbildung des Bouquets hinaus ist stets mit Nachtheilen für den Werth eines Weines verbunden. Wein, welcher den höchsten Grad seiner Entwicklung erreicht hat, wird daher zweckmässig in Flaschen abgezogen oder in paraffinirte Fässer umgefüllt aufbewahrt, um so der Einwirkung der Luft entzogen zu sein.

Bei sehr alten Weinen hat man beobachtet, dass der Alkoholgehalt sehr zurückgegangen ist (mit dem Füllwein wird weniger Alkohol zugeführt, als durch den Schwund verloren geht); dagegen nimmt die Menge der nicht bezw. schwer flüchtigen Stoffe, wie der Mineralbestandtheile, des Glycerins sowie der Gehalt an flüchtigen Säuren bedeutend¹⁾ zu, während das typische Bouquet verschwindet und der Wein den nichts weniger als angenehmen Firngeschmack annimmt.

Ueber die Veränderungen, die Wein beim langen Aufbewahren erleidet, hat Berthelot einige Zahlen geliefert. Er untersuchte 45 und 100 Jahre aufbewahrten Portwein desselben Geländes mit folgendem Ergebniss:

Wein	Spec. Gew.	Extrakt	Zucker	Säure	Weinstein	Alkohol
45 Jahre alt	0,991	5,50 %	3,15 %	0,546 %	0,42 %	20,1 %
100 „ „ (von 1780)	0,988	3,36 „	1,25 „	0,517 „	0,27 „	17,8 „

Wie beim Bier findet also auch beim Aufbewahren des Weines durch schwache Nachgährung eine Abnahme an Extrakt und Zucker statt.

1 l des 45-jährigen Weines enthielt 44,7 ccm Gas mit 12 ccm Sauerstoff und 32,7 ccm Stickstoff, also keine Kohlensäure.

Im Allgemeinen ist mit der Lagerung auch eine Weinsteinabscheidung verbunden und zwar in Folge des Schwundes und der hierdurch bedingten Nachfüllung mit jüngerem, weinsteinhaltigem Wein.

Durch die Poren des Fassholzes findet nämlich beim Lagern des Weines eine ununterbrochene Verdunstung von Flüssigkeit statt. Dieser Schwund ist um so grösser, je höher die Temperatur des Kellers und je kleiner das Fass ist. Die Grösse des Schwundes schwankt jährlich zwischen etwa 1,5—3,0 % vom Weine und kann in kleinen Fässern bis 20 % betragen. Der Schwund muss durch Nachfüllen ausgeglichen werden, indem sich sonst leicht der Kahmpilz bildet und Essigstich einstellt.

Zum Nachfüllen verwendet man naturgemäss am besten dieselbe Sorte Wein; diese kann man für den Zweck in einigen Flaschen aufheben. Aber der Vorrath würde nur für kurze Zeit ausreichen. Man muss dann eine ähnliche Sorte Wein zum Nachfüllen verwenden; auch hilft man sich wohl in der Weise, dass man die Fässer durch Einwerfen reiner Quarzsteine wieder auffüllt. Ein wiederholtes Auffüllen mit Wasser und Alkohol empfiehlt sich nicht, weil dadurch die Natur des Weines vollständig verändert wird.

¹⁾ Die grosse Menge flüchtiger Säure (Essigsäure) rührt nach Bersch nicht von einer Anhäufung der mit dem Füllweine immer neu zugeführten Essigsäure her, sondern erklärt sich dadurch, dass sich die höher zusammengesetzten Fettsäuren, welche in dem Oenanthäther enthalten sind, fortwährend in immer sauerstoffreichere Säuren und endlich in Essigsäure verwandeln, so dass die grosse Menge der flüchtigen Säure im Wein als ein Oxydationserzeugniss des Oenanthäthers anzusehen ist.

5. Kellermässige Behandlung des Weines. Das aus dem Traubensaft durch Gährung erhaltene Erzeugniss muss, um für den Handel verwendbar zu werden, gewöhnlich noch weiteren Behandlungen unterworfen werden, welche man unter der Bezeichnung „kellermässige Behandlung“ zusammenfasst. Dazu sind zu rechnen das Schwefeln, das Klären und Schönen, das Filtriren etc.; im gewissen Sinne auch das Pasteurisiren.

a) Das Schwefeln (Einschwefeln, Einbrennen, Einschlaggeben), welches schon seit Jahrhunderten in der Kellerwirthschaft in Gebrauch ist, ist eine der gewöhnlichsten Massnahmen, die im Weinkeller ausgeführt werden; es geschieht, theils um die Vermehrung von Kleinwesen zu verhindern, die auf den Wein schädlich wirken könnten, theils auch um etwa schon vorhandene Keime zu tödten. Das Schwefeln ist ein ausgezeichnetes Mittel, leere Fässer gegen Schimmelbildung zu schützen.

Auch lässt sich dadurch Wein, der sich in bloss theilweise gefüllten Fässern befindet, vor Verderben schützen; ein Wein, der einen deutlichen Geruch nach Schwefelwasserstoff besitzt, verliert denselben unter Abscheidung von Schwefel ($\text{SO}_2 + 2 \text{H}_2\text{S} = 2 \text{H}_2\text{O} + 3 \text{S}$). Am meisten aber findet der Schwefeleinschlag beim Abziehen der Weine auf frische Fässer oder gar auf Flaschen statt.

Das Schwefeln wird in der Weise vorgenommen, dass man (arsenfreien) Schwefel entweder in Form von sog. Schwefelschnitten d. h. Stofflappen, die in geschmolzenen Schwefel getaucht wurden, oder in einer Drahtspirale, welche in ein Blechgefäss, worin sich Schwefel befindet, endigt, im offenen leeren Fasse verbrennt und das sich entwickelnde Gas, die schweflige Säure, auf die Innenwand der Fässer bezw. Flaschen wirken lässt. Gut verspundet kann ein auf diese Weise behandeltes Fass Jahre lang liegen bleiben, ohne schimmelig zu werden. Vor dem Gebrauche sollte aber das geschwefelte Fass stets sorgfältig mit reinem Wasser ausgespült werden, um möglichst alle noch vorhandene schweflige Säure und die aus ihr durch Oxydation gebildete Schwefelsäure zu entfernen.

Das Schwefeln des Mostes wird zweckmässig da angewendet, wo es sich darum handelt, sog. „stummen Most“, d. h. solchen, der längere Zeit hindurch nicht in Gährung gerathen soll, zu erhalten.

Wein selbst sollte eigentlich nie geschwefelt werden, sondern nur das Fass, in welches man den Wein abzieht.

Zu starkes Einbrennen von Rothweinen mit Schwefel zerstört die Farbe, weshalb man Rothweine hie und da mit Weingeist einbrennt, indem man etwas fusel-freien Weingeist in das Fass giesst, umspült und ihn alsdann anzündet.

Während 1 Vol. Wasser von 15° 43,56 Vol. schweflige Säure aufnimmt, vermag Alkohol bei 0° und 760 mm Barometer 144,55 Vol. schweflige Säure aufzunehmen.

Zur Einschweifung der Fässer rechnet man auf 1 hl Fassraum 5 g Schwefel.

Um Most für einige Monate stumm zu machen, genügen nach Weigert 0,5 g schweflige Säure für 1 l Most und nach Nessler 0,31 g derselben für 1 l Most, um die Gährung vollständig und 0,0081 g derselben für 1 l Wein, um das Braunwerden des Weines zu verhindern.

Die Kuhnenbildung wurde nach Moritz verzögert:

Durch schweflige Säure	0,010	0,024	0,100	0,198	0,500 g für 1000 cem Wein
Um Tage	4	4	21	77	für unbestimmte Zeit

Es genügen daher verhältnissmässig geringe Mengen schwefliger Säure, um manche Vortheile für den Kellereibetrieb zu erzielen und darin liegt das Verführerische der Anwendung derselben.

Die schweflige Säure bleibt im Weine zum grössten Theile nicht als solche bestehen. Ein Theil derselben geht in Schwefelsäure über, welche sich mit dem Weinstein bezw. äpfelsaurem Kalium umsetzt, den Säuregehalt vermehrt und dem Wein einen rauhen Geschmack verleiht (vergl. auch unter Gypsen des Weines).

Das Schwefeln des Weines bewirkt nach W. Fresenius und L. Grünhut¹⁾ eine Erniedrigung der Aschenalkalität und zugleich eine Erhöhung des Mineralstoffgehaltes; der Alkalitätsfaktor (ausgedrückt in cem Normalalkali), nämlich Gesamtalkalität der Asche $\times 0,1$

$\frac{\text{Mineralstoffgehalt}}{\text{Gesamtalkalität der Asche} \times 0,1}$, der bei regelrecht hergestellten Weinen zwischen 0,8 und 1,0 liegt, geht durch das Schwefeln unter 0,8 herunter. Vermuthlich bildet sich auch Aethylschwefelsäure $(C_2H_5)_2HSO_4$ und Glycerinmonoschwefelsäure $C_3H_5(OH)_2HSO_4$.

Ein anderer Theil wird, wie M. Ripper²⁾ und C. Schmitt³⁾ zuerst festgestellt haben, unter Bindung von Aldehyd in aldehydschweflige Säure übergeführt, also ebenfalls chemisch gebunden. Die aldehydschweflige Säure besitzt einen angenehmen, obstartigen Geruch und hat anscheinend keinen nachtheiligen Einfluss auf den menschlichen Körper, wie die freie schweflige Säure.

Ein dritter Theil der schwefligen Säure endlich verschwindet durch Verdunstung, besonders beim Abziehen des Weines.

Ueber die Art und Weise der Veränderung der schwefligen Säure auf den genannten 3 Wegen möge folgende, an der Versuchsstation St. Michele angestellte Versuchsreihe Aufschluss geben: Ein 1893-er Welschrieslingwein wurde versuchsweise am 30. April übermässig geschwefelt und der Gehalt des Weines an den Verbindungsformen der schwefligen Säure zu verschiedenen Zeiten mit nachstehendem Ergebniss für 1 l verfolgt:

Zeit der Untersuchung 1894	Freie schweflige Säure	Aldehyd- schweflige Säure	Gesamt- schweflige Säure
a) Am 1. Mai nach dem Einbrennen	160 mg	42 mg	202 mg
b) " 2. " nach öfterem Uebergiessen	147 "	40 "	187 "
c) " 6. " nach 4-tägigem Lagern	115 "	48 "	163 "
d) " 25. Aug. nach 110-tägigem Lagern	83 "	40 "	73 "
e) " 24. Dec. nach 8-monatigem Lagern	13 "	48 "	61 "

Am 24. Dec. hatte der Wein ausserdem einen Gehalt an Schwefelsäure von 0,523 g = 1,135 g Kaliumsulfat im Liter, während der ursprüngliche Schwefelsäuregehalt eines ganz ähnlichen Weines desselben Kellers nur 0,103 g betrug.

Die Umwandlung der schwefligen Säure in aldehydschweflige Säure geht für kleinere Mengen schwefliger Säure im Anfange rasch, später nur langsam, aber doch so vor sich, dass ältere, mehrere Jahre gelagerte Weine meistens keine freie schweflige Säure, sondern nur aldehydschweflige Säure und Schwefelsäure enthalten. Schmitt

¹⁾ Zeitschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genussmittel 1903, 6, 327.

²⁾ Journ. f. prakt. Chemie [2] 1892, 46, 427.

³⁾ Schmitt, Die Weine des herzogl. Nassauischen Kabinetts-Kellers. Wiesbaden 1892, 57.

fand in den hochfeinen, edlen Weinen des Nassauischen Kabinetts-Kellers 59—260 mg schweflige Säure in Form der Aldehyd-Verbindung.

Wenn letztere Verbindung nun auch nicht schädlich sein mag und wenn auch für eine Reihe von Fällen das Einbrennen mit Schwefel Vortheile bieten und nicht ganz umgangen werden kann, so wird doch von dem Schwefeln bei der Weinbereitung, besonders um den Wein früh reif d. h. klar zu machen, ein gar zu grosser Gebrauch gemacht und wird dadurch, abgesehen davon, dass auf diese Weise eine grössere Menge Schwefelsäure in den Wein gelangt und ein Theil der schwefligen Säure als solche bestehen bleibt, die durch die natürliche Reifung bedingte Eigenartigkeit der Weine beeinträchtigt.

Nessler sagt über das Schwefeln des Weines Folgendes:

„Wenn wir auch annehmen, dass ein leichtes Einbrennen der Fässer, in welche der Wein beim ersten und zweiten Ablassen gebracht wird, nützlich sein kann, so müssen wir doch ganz entschieden davor warnen, zuviel Schwefel anzuwenden; ganz besonders aber wird das Einbrennen der Fässer nachtheilig sein, so lange der Wein erhebliche Mengen vergärbaren Zucker enthält. (Ausnahmen bei Weinen, die Zucker behalten sollen.)“

Die unangenehmen und nachtheiligen Wirkungen eines Weines haben vielfach mehr in dem öfteren und zu starken Schwefeln als in sonstigen Zusätzen ihren Grund.

An Stelle des Einbrennens mit Schwefel wird auch vereinzelt schwefligsaurer Kalk oder in Wasser gelöste schweflige Säure angewendet. Sie eignen sich aber höchstens zum Reinigen der Fässer und bieten sonst keine Vortheile.

b) Das Klären und Schönen. Da die Weintrinker von einem gesunden Weine verlangen, dass er in erster Linie ganz klar ist, so wird das Klären und Schönen der Weine in vielen Fällen zur Nothwendigkeit.

Die Stoffe, welche das Nichtklarsein eines gesunden Weines bewirken, sind gewöhnlich unlöslich gewordene Stickstoffverbindungen, Farbstoffe, mitunter auch Weinsteinausscheidungen, Hefenzellen und bei nicht gesunden Weinen auch Spaltpilze etc.

Als Schönungsmittel sind in Gebrauch:

a) Solche, deren Wirkung auf mechanischen und chemischen Vorgängen beruht.

Hierzu gehören: Hausenblase, Leim und Gelatine, Eiweiss, Milch, Blut und aus diesen hergestellte Präparate. Ihre Wirkung beruht darauf, dass sie mit dem Gerbstoff der Weine unlösliche Verbindungen eingehen, die sich niederschlagen und etwaige andere Schwebestoffe im Wein (wie Hefe und Bakterien) einhüllen und mit niederreissen.

Enthalten die Weine, wie die deutschen Weissweine, nicht genügend Gerbstoff, so wird denselben vorher solcher — entweder reines Tannin aus Galläpfeln oder ein Auszug aus den gerbstoffreichen Traubenkernen — auf jedes Gramm Hausenblase oder Gelatine 0,7—1,5 g Tannin, zugesetzt. Nach J. Nessler hängt das Gelingen des Schönnens auch wesentlich davon ab, dass der Wein eine genügende Menge Weinstein enthält, und muss solcher unter Umständen ebenfalls zugesetzt werden. Von den genannten Schönungsmitteln ist noch Folgendes zu bemerken:

1. Hausenblase, die innere Haut der Schwimmblase des Hausens (*Acipenser Huso*) und verwandter bezw. anderer Fische, wird in einer Menge von 1,5—2,0 g für 1 hl angewendet; J. Nessler¹⁾ empfiehlt 10 g zerschnittene

¹⁾ J. Nessler, Die Bereitung, Pflege u. Untersuchung des Weines. Stuttgart 1894. 6. Aufl., 239.

Hausenblase 24 Stunden in Wasser einzuweichen und diese dann mit einer Lösung von 10 g Weinsäure in 850 ccm Wasser und 150 ccm reinem Weingeist in Lösung zu bringen. Die so erhaltene Schöne genügt für durchschnittlich 5 hl Wein.

2. Leim oder Gelatine. Hiervon verwendet man eine dickflüssige Lösung von 2—4 g, nach anderen Angaben sogar 5—15 g für 1 hl Wein; bei gerbstoffarmen Weissweinen soll man nach J. Nessler die doppelte Menge Tannin zusetzen. Die Gelatine Lainé ist gewöhnlicher, unreiner Leim mit 4,2 % Asche, das Appert'sche Pulverin desgleichen mit 5,7 % Asche und die Krystallschöne weisse Gelatine mit 30 % Alaun; erstere beiden Schönungsmittel sind nicht zu empfehlen, letzteres ist wegen des Alaungehaltes unzulässig.
3. Eiweiss. Als solches wird meistens das Weisse von Eiern angewendet und rechnet man auf 1 hl Wein das Weisse von 2—4 Eiern, welches zu dem Zweck mit einem Besen zu Schaum zerschlagen und vorher mit etwas Wein vermischt wird. Zuweilen setzt man dem Eiweiss — ebenso wie der Gelatine — etwas Kochsalz zu, welches im Wein verbleibt. Das Eier-Eiweiss wird gern zum Klären der Rothweine benutzt.
4. Milch. Diese wirkt durch ihren Gehalt an Kasein und Albumin klärend auf den Wein; man kann frische Vollmilch oder auch abgerahmte Milch verwenden, so lange diese süß ist; man rechnet auf 1 hl Wein 0,5—1,5 l süsse Magermilch. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass einige Bestandtheile der Milch in den Wein übergehen, z. B. bei obigen Zusatzmengen 0,025—0,075 g Milchzucker und 0,0035—0,011 g Mineralstoffe auf 100 ccm Wein und ferner noch geringe Mengen Stickstoffverbindungen der Milch. Ausserdem wirkt die Milch stark entfärbend sowohl auf Weiss- als Rothweine.
5. Blut. Man verwendet dasselbe als solches oder auch das Serum von frisch gepeitschtem Blut, von dem man 150—200 ccm auf 1 hl Wein rechnet; auch getrocknetes Blut, das mit Wasser oder Wein aufgeweicht wird, wird angewendet. Das Julien'sche Schönungspulver für Rothwein und Champagner besteht aus Blut und Leim (gleichzeitig kohlensauren Kalk enthaltend). Die klärenden Bestandtheile sind Serumalbumin und Serumglobulin, bei Benutzung von ganzem Blut auch Fibrin. Durch die Schönung mit Blut gehen verschiedene Bestandtheile desselben in den Wein über und hat die Anwendung desselben auch gesundheitliche Bedenken, weil es ebenso wie Milch Träger von Infektionskeimen sein kann.

Die Anwendung vorstehender Klärmittel erfordert ohne Zweifel die grösste Vor- und Umsicht. Denn setzt man mehr zu, als durch die Gerbsäure des Weines gebunden werden kann, so bleibt ein Theil derselben in Lösung, setzt man aber gleichzeitig zu viel Tannin zu, so bleibt dieses gelöst. Aber abgesehen davon, dass fremde Bestandtheile in den Wein übergehen können, werden auch eigenartige Bestandtheile des Weines, vor allem Gerbstoff durch chemische Bindung, dann Farbstoff (besonders bei Rothwein) und Extraktstoffe des Weines mechanisch durch Flächenattraktion mit ausgeschieden.

Ausser vorstehenden, altbekannten Schönungsmitteln giebt es noch eine Reihe anderer, deren Zusammensetzung geheim gehalten wird, z. B. nach der Untersuchung der Weinbau-Versuchsstation

in St. Michele ein solches, welches aus Eiweiss, Alaun und Rohrzucker, ein zweites, welches aus Eiweiss und Citronensäure, ein drittes, welches aus Eiweiss, Gerbsäure und Veilchenwurzpulver bestand; das Jacobsen'sche Schönungspapier erwies sich als ein reines, weisses Papier, welches mit einer warm bereiteten Lösung von Hausenblase bezw. von Eiweiss durchtränkt war.

Wenn bei Anwendung obiger einfachen Schönungsmittel schon Vorsicht geboten ist, so gilt dieses erst recht von solchen, deren Zusammensetzung nicht bekannt ist.

Geradezu verwerflich sind aber nach K. Windisch¹⁾ Schönungsmittel, welche Zink, Ferrocyankalium und ähnliche Chemikalien enthalten.

β) Solche Schönungsmittel, deren Wirkung nur auf mechanischen Vorgängen beruht.

Als ein mechanisches Schönungsmittel hat man früher wohl trocken zusammengerolltes Papier oder auch Asbestpulver angewendet; allgemeiner in Gebrauch dagegen sind die Klärerden, besonders die spanischen Klärerden Tierra del vino, Yeso gries oder auch Kaolin. Es sind Verwitterungserzeugnisse vom Feldspath, die nach einigen Analysen folgenden Gehalt haben:

Klärerde	Gesamtgehalt					In Salzsäure löslich			
	Wasser %	Kieselsäure %	Kalk %	Magnesia %	Thonerde + Eisenoxyd %	Kieselsäure %	Kalk %	Magnesia %	Eisenoxyd + Thonerde %
Kaolin	11,8-16,7	39,5-45,1	—	—	44,80	—	—	—	—
Ihringer	14,15	60,50	0,98	0,40	21,97	—	0,80	0,40	10,85
Spanische	11,2-18,8	54,7-74,8	0,17-0,87	2,82-5,04	10,4-12,7	0,87-1,71	0,17-0,90	1,72-4,33	4,4-8,0

Die Klärerden sind hiernach von sehr verschiedener Zusammensetzung und müssen auch verschieden auf den Wein wirken. Borgmann und Fresenius²⁾ fanden zwar, dass aus den von ihnen angewendeten Sorten Kaolin und spanischer Erde keine Thonerde in den Wein überging; L. Weigert³⁾ stellte aber fest, dass in 100 ccm Wein durch Schönen

Mit Kaolin die Säure um 0,026 g vermindert, die Mineralstoffe um 0,006 g erhöht
 „ spanischer Erde „ „ „ 0,03-0,04 g „ „ „ „ 0,024-0,03 g „
 wurden.

Äehnliche Zahlen fand J. Nessler; in einem Falle verminderte eine spanische Erde (1 kg auf 1 hl Wein) den Säuregehalt von 0,6 g auf 0,06 g in 100 ccm Wein; die aufgelösten basischen Bestandtheile bestanden vorwiegend aus Kalk.

Zwar lassen sich durch Auswaschen der Klärerden mit Salzsäure und Wasser die mineralischen Bestandtheile, welche entsäuernd auf den Wein wirken und gleichzeitig zum Theil in den Wein übergehen, beseitigen, indess ist ein solches Verfahren für die Praxis umständlich und empfiehlt es sich, vor der Anwendung im Grossen einen Versuch im Kleinen zu machen, um festzustellen, in welcher Weise die Klärerde auf den Wein wirkt.

Die klärende Wirkung beruht auf einer Flächenattraktion und wird vorwiegend den Silikaten bezw. dem Kieselsäurehydrat zugeschrieben. Auch sie entziehen dem

¹⁾ Zeitschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genussmittel 1903, 6, 452.

²⁾ Weinbau u. Weinhandel 1886, 210.

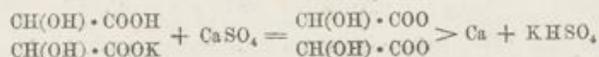
³⁾ Mittheil. d. chem.-physiol. Versuchsstation f. Wein- u. Obstbau in Klosterneuburg 1878. 2. Heft.

Rothwein einen Theil des Farbstoffs, jedoch weniger als Gelatine und die anderen ähnlichen Schönungsmittel.

Als sehr wesentlich wird die Wirkung der Klärerden auf die Fällung der Albuminate im Wein und Most bezeichnet. Man rechnet auf 1 hl Wein etwa 0,5–1,0 kg Klärerde und sollen die spanischen Klärerden im Allgemeinen vor dem Kaolin den Vorzug verdienen. Sie werden vorwiegend bei süssen, zuckerreichen oder zähen schleimigen Weinen angewendet, bei welchen die Schönungsmittel Hausenblase, Gelatine etc. wegen des voluminösen Niederschlages von geringem spec. Gewicht nicht anwendbar sind.

c) Das Gypsen und der Zusatz von sonstigen Salzen. Der Zusatz von Gyps zu vergohrenem Wein wird kaum mehr gehandhabt und würde auch nur die Umwandlung des im Wein enthaltenen Weinsteines in saures schwefelsaures Kalium zur Folge haben. Dagegen wird der Gyps in den Mittelmeerländern Südfrankreich, Süditalien, Algier etc. — in Deutschland ist das Gypsen nicht üblich — der Traubenmaische, besonders der von Rothweinen, zugesetzt und zwar 1–5 kg auf 1 hl Maische, vorwiegend um eine lebhaftere, feurige Farbe und eine grössere Haltbarkeit des Rothweines bzw. Weines zu erzielen. Aus letzterem Grunde mag das Gypsen hier im Anschluss an die Schönungsmittel besprochen werden, weil es einen ähnlichen Zweck verfolgt.

Die Wirkung des Gypses auf den gährenden Most besteht zunächst in einer Umwandlung des Weinsteines nach der Gleichung:



Auf diese Weise kann je nach dem Zusatz von Gyps und je nach dem Verlauf, wenn auch nicht der ganze, so doch ein grosser Theil des Weinsteines zu saurem schwefelsaurem Kalium umgewandelt und, weil bei der Gährung ohne Zusatz von Gyps in Folge des sich bildenden Alkohols $\frac{2}{3}$ – $\frac{3}{4}$ des Weinsteines der Maische ausgeschieden werden, bei der Gypsung aber das gebildete saure schwefelsaure Kalium in Lösung bleibt, der Gesamt-Säuregehalt der Weine mehr oder weniger erhöht werden. Auch ist die Bildung von freier Schwefelsäure nicht ausgeschlossen. Diese wie das saure schwefelsaure Kalium bewirken, indem sie mehr als Wein- und Aepfelsäure das Aufkommen von Bakterien verhindern, eine reinere Gährung, unterdrücken auch unter Umständen die Entwicklung und Vermehrung von Krankheitsbakterien im Weine, erhöhen die Farbe und bewirken eine schnellere Klärung.

Verschiedene über die Wirkung des Gypsens angestellte und Bd. I, S. 1353 und 1354 mitgetheilte Versuche lassen die Umsetzungen im vorstehenden Sinne erkennen. Es nimmt nach allen diesen Versuchen durch das Gypsen der Gehalt an Gesamtsäure, an Mineralstoffen und Schwefelsäure zu; weil aber nach den Versuchen von R. Kayser gleichzeitig die Weinsäure, nach denen von Comboni auch die Aepfelsäure abnimmt, so kann die Säure-Zunahme nur auf einer Bildung von saurem Kaliumsulfat beruhen.

Zecchini und Silva fanden eine noch grössere Säure-Zunahme beim Gypsen, nämlich 0,76–0,93 % Säure in gegypsten gegenüber 0,65–0,86 % in ungegypsten Weinen.

G. de Astis (Bd. I, S. 1354) prüfte die Wirkung des Calciumsulfits auf die Zusammensetzung des Weines und fand, dass im Gegensatz zur Wirkung des Cal-

ciumsulfates (Gyps) das Calciumsulfit den Säuregehalt nicht vermehrt, sondern vermindert und dabei keine solche Erhöhung der Sulfate im Wein bewirkt als das Calciumsulfat. Ob dieses abweichende Verhalten des Calciumsulfits durch eine Entbindung der schwefligen Säure durch Wein- oder Aepfelsäure bedingt ist, lässt sich einstweilen nicht beurtheilen. Dagegen hat nach G. Teyxeira (Bd. I, S. 1355) das Bespritzen der Weinreben mit Bordeser-(Kupferkalk-)Brühe eine ähnliche Wirkung auf den Wein als das Gypsen, insofern dasselbe eine Verminderung des Weinsteines und eine Vermehrung des Kaliumsulfates im Wein zur Folge hat; er fand im Mittel von 10 bezw. 12 Proben in 100 ccm Wein:

Wein von nicht bespritzten Reben		Wein von mit Kupferkalkbrühe bespritzten Reben	
Weinstein	Kaliumsulfat	Weinstein	Kaliumsulfat
0,317 g	0,014 g	0,114 g	0,077 g

Die Gesamt-Säure im Wein hatte dagegen durch das Bespritzen mit Kupferkalkbrühe erheblich abgenommen.

In ähnlicher Weise wirkte nach F. Sestini (Bd. I, S. 1356) eine Klärung des Weines mit Alaun¹⁾ (0,3 g auf 1 l), nur dass durch diesen auch Gesamt- und flüchtige Säuren sowie Schwefelsäure vermehrt, Phosphorsäure dagegen vermindert wurde; im Mittel von 3 Proben waren in 100 ccm enthalten:

Wein vor dem Zusatz von Alaun				Wein nach dem Zusatz von Alaun			
Gesamt-Säure	Flüchtige Säure	Phosphorsäure	Schwefelsäure	Gesamt-Säure	Flüchtige Säure	Phosphorsäure	Schwefelsäure
0,699 g	0,065 g	0,024 g	0,018 g	0,759 g	0,151 g	0,022 g	0,028 g

Der Zusatz von Weinstein als Klärmittel erhöht (Bd. I, S. 1356) den Gehalt an Extrakt und um ein Geringes den an Säure, nicht aber den an Weinstein im Wein.

Ueber die Einwirkung von Weinsäure und Calciumtartrat auf den Wein vergl. Bd. I, S. 1355.

Auch wurde in Folge der vielfachen Beanstandungen von gegypsten Weinen der Versuch gemacht, den Gyps durch andere Chemikalien zu ersetzen, so z. B. durch Calciumtartrat oder Calciumkarbonat und Weinsäure oder durch saures Calciumphosphat ($\text{Ca}_2\text{H}_2[\text{PO}_4]_2$). Letzteres wirkt auf den Weinstein in ähnlicher Weise wie Calciumsulfat, nämlich nach der Gleichung:



Es bildet sich weinsaures Calcium, welches ausfällt, und saures phosphorsaures Kalium, welches in Lösung bleibt. K. Windisch²⁾ liess Most vergären, von dem eine Probe ohne Zusatz blieb, die 2. Probe einen Zusatz von 525 g Gyps, die 3. einen solchen von 350 g saurem Calciumphosphat erhalten hatte; die 3 erhaltenen Weine ergaben in 100 ccm:

Most:	Alkohol	Extrakt	Gesamt-Säure	Mineralstoffe	Kaliumsulfat	Phosphorsäure
1. Ohne Zusatz	8,00 g	1,79 g	0,636 g	0,302 g	0,054 g	0,012 g
2. Gegypst	8,30 "	1,88 "	0,820 "	0,422 "	0,404 "	0,006 "
3. Phosphatirt	8,30 "	1,82 "	0,698 "	0,295 "	0,048 "	0,026 "

Der Zusatz von saurem Calciumphosphat (das Phosphatiren) wirkt daher in ähn-

¹⁾ Die Anwendung von Alaun ist aber in den meisten Ländern verboten.

²⁾ K. Windisch, Die chem. Untersuchung u. Beurtheilung des Weines. Berlin 1896, 21.

licher Weise auf den Wein, wie das Gypsen und kann, wenn auch die Phosphorsäure nicht so schädlich sein mag, als die Schwefelsäure, ebenfalls nicht empfohlen werden ¹⁾.

Um das starke Gypsen zu verdecken, hat man auch vorgeschlagen, die Schwefelsäure durch Behandlung des gegypsten Weines mit Strontiumtartrat und Weinsäure wieder zu entfernen. Matteo Spica hat aber gefunden, dass durch Strontiumtartrat das Kaliumsulfat nicht vollständig entfernt wird, dass ferner an Stelle dieses Sulfates ebensoviel Strontiumsalz in den Wein übergeht, so dass der Wein nachher gesundheitsschädlicher ist, als er vorher war. Auch Baryumsalze (Baryumchlorid, -nitrat, -karbonat, -acetat etc.) werden als Mittel zur Entgypfung genannt. Die Verwendung dieser Salze ist wegen ihrer grossen Giftigkeit noch verwerflicher als die der Strontiumsalze.

Die vorwiegend durch das Monokaliumsulfat bedingte saure Beschaffenheit des gegypsten Weines wirkt aber schädlich auf die Verdauung, Herzthätigkeit und auf die Beschaffenheit des Blutes. Auf letzteres wirkt es ähnlich wie freie Schwefelsäure, nämlich alkalientziehend. M. Nencki, Lichtheim und Lochsinger ²⁾ verfütterten z. B. an einen Hund 8 Tage lang neben der gewöhnlichen Nahrung (Pferdefleisch) 2,0—2,5 g saures schwefelsaures Kalium für den Tag, und fanden, dass die Alkaleszenz des Blutes in diesen 8 Tagen um 22 % abgenommen hatte. Die Verfasser kommen daher zu folgendem Schluss: „1. Die Gesundheitsgefährlichkeit gegypster Weine, welche mehr als 2 g für 1 l enthalten, ist bis jetzt durch zweifellose Thatsachen nicht erwiesen; andererseits aber steht fest, dass bei Genuss stark gegypster Weine einzelne Inconvenienzen beobachtet sind, und dass bei fortgesetztem Gebrauch stark gegypster Weine ein Schaden für die Gesundheit entstehen kann. 2. Aus diesen Gründen erscheint es ungerechtfertigt, den Verkauf gegypster Weine ohne jede Beschränkung zuzulassen. Die Klärung mittels Gyps (Platiren) darf dem Weine für 1 l im Höchsthalle nur einen Gehalt an schwefelsauren Salzen zuführen, der 2 g Kaliumsulfat als neutrales Salz = K_2SO_4 berechnet, entspricht, eine Forderung der man auch in Frankreich entsprochen hat. Doch soll Jedermann, welcher „Naturwein“ gekauft oder bestellt hat, befugt sein, denselben zurückzuweisen, wenn er mehr als 0,6 g neutrales Kaliumsulfat im Liter enthält“.

d) Das Filtriren. Das Schönen bzw. Klären der Weine behufs Entfernung der schwebenden, trübenden Theile ist neuerdings mehr und mehr durch das Filtriren derselben ersetzt worden. Man hat auch sogar vorgeschlagen, schon den Most, besonders wenn derselbe versandt werden soll, zu filtriren. Die Naturhefe wird hierdurch entfernt und kann später am Ort der Verwendung durch Reinhefe ersetzt werden.

Zur Filtration des Weines sind gerade in den letzten Jahren eine Reihe von Vorrichtungen angegeben. Die Filter bestehen entweder aus Leinen, Papier, Filz, Cellulose, Asbest oder Quarzsand etc.; man hat auch Thonfilter z. B. das Pasteur-Chamberland'sche Filter oder die Kieselguhr-Filter etc. versucht, indess verläuft bei diesen die Filtration meistens zu langsam. Denn je dichter die Filtermasse ist,

¹⁾ E. Comboni, Gautier u. Desmoulins erhielten (Bd. I, S. 1353) beim Phosphatiren von Wein andere und günstige Ergebnisse; sie wendeten aber nicht saures, sondern neutrales phosphorsaures Calcium an.

²⁾ Journ. f. prakt. Chem., 1892, [N. F.], 25, 384.

um so klarer wird zwar der Wein, aber um so langsamer verläuft auch die Filtration. Um sich von der Wirkung der Filter auf die Beschaffenheit und den Geschmack des Weines zu überzeugen, werden zweckmässig zunächst kleine Probefilter angewendet, die von den verschiedenen Filter-Fabriken ebenfalls geliefert werden.

Sollen die Filter dauernd gut wirken, so ist bei allen eine thunlichst häufige Reinigung unbedingt erforderlich. Die Reinigung wird in der Regel durch fliessendes Wasser vorgenommen. Von Zeit zu Zeit müssen sie aber auch durch Dampf oder siedendes Wasser ausgebrüht und sterilisirt werden.

Man kann unter den vielen vorgeschlagenen neuen Filtrirapparaten zwei Gruppen unterscheiden, nämlich solche, bei welchen der filtrirende Wein, wie bei den meisten älteren Apparaten, mehr oder weniger stark mit Luft in Berührung kommt, und solche, bei welchen, wie bei den meisten neueren Apparaten, der Luftzutritt zum Wein so viel als möglich ausgeschlossen wird.

Erstere Filter wirken in noch stärkerem Masse, als das gewöhnliche Abziehen auf neue Fässer, oxydirend auf den Wein und daher beschleunigend auf die Reife des Weines. Aus dem Grunde wird der durch offene Filter filtrirte Wein jedes Mal wieder stark trübe, so lange er noch nicht die volle Reife erlangt hat. Mit der sich verflüchtigenden Kohlensäure verlieren aber auch feinere, blumenreiche Weine viel von ihrer Blume. Für solche Weine werden daher zweckmässig geschlossene Filter angewendet, bei welchen der Wein nicht oder nur sehr wenig mit Luft in Berührung kommt¹⁾.

Die geschlossenen Filter empfehlen sich meistens nur für an sich reife Weine. Denn wenn junge, noch unfertige Weine durch geschlossene Filter filtrirt werden, so verlieren sie zwar nur wenig Kohlensäure, aber sie nehmen auch nur wenig Sauerstoff auf, bleiben beim Lagern im Fass klar, werden indess beim Abziehen des Weines auf Flaschen, sobald sie mehr Luft aufnehmen, alsbald wieder trübe.

Die Art der anzuwendenden Filter richtet sich daher wesentlich nach der Beschaffenheit und dem Reifegrad des betreffenden Weines.

e) Das Pasteurisiren. Das von Pasteur eingeführte Verfahren besteht darin, dass man den Wein kurze Zeit auf 55 bis 60° — seltener höher, weil dann der Wein leicht einen Kochgeschmack annimmt — erwärmt; hierdurch werden alle gelösten Stickstoffverbindungen, welche sonst nur allmählich durch die Einwirkung des Sauerstoffs der Luft als unlöslich aus dem Weine zur Abscheidung gelangen, und besonders auch das Albumin, das sonst erst bei 70° gerinnt, augenblicklich ausgefällt, die Krankheitskeime (Fermentorganismen) des Weines abgetödtet und auch noch sonstige Veränderungen im Weine hervorgerufen, welche noch nicht genau bekannt sind, die aber den Wein um 1—2 Jahre älter und reifer erscheinen lassen, als ohne Pasteurisiren. Das Verfahren macht daher die Weine nicht nur haltbarer, sondern auch früher genussreif; es bildet einen Ersatz des Schönen und Filtrirens.

Das Pasteurisiren kann sowohl mit dem in Flaschen gefüllten wie mit dem in Fässern befindlichen Wein vorgenommen werden. Das Pasteurisiren in Flaschen kann nur bei an sich reifen und vollkommen geschulten Weinen vorgenommen werden und wird einfach in der Weise ausgeführt, dass man die bis zum Kork gefüllten Flaschen entsprechend lange Zeit mit Wasser von 55—60° in Berührung lässt.

¹⁾ Für feine, an Blume reiche Weine dürfte in der Regel das Schöne vorzuziehen sein.

Für die Pasteurisirung von Fassweinen hat man zweierlei Arten von Apparaten, nämlich intermittierend und kontinuierlich wirkende Apparate. Bei den ersten Apparaten wird der Wein in dem Fass (bzw. Gefäss) von aussen bis zu dem entsprechenden Grade erwärmt und hierauf entweder langsam in dem Gefäss, in welchem er erwärmt wurde, oder rascher mit Hülfe einer Kühlschlange abgekühlt. Weil nach diesem Verfahren der Wein aber kaum gleichmässig erwärmt werden kann, bedient man sich jetzt meistens der kontinuierlich wirkenden Apparate, welche sehr zahlreich sind, aber alle darin übereinstimmen, dass der Wein zunächst durch ein in heissem Wasser befindliches Schlangenrohr mit einer Geschwindigkeit durchgeleitet wird, dass er beim Austritt gerade die gewünschte Temperatur zeigt, worauf er, ohne vorher mit Luft in Berührung zu kommen, in geeigneter Weise abgekühlt wird (vergl. auch unter Bier S. 1235).

f) Das Elektrisiren. Wenngleich das Elektrisiren bis jetzt noch keine praktische Bedeutung für die Kellerbehandlung angenommen hat, so mag doch erwähnt sein, dass dasselbe, d. h. das Durchleiten eines elektrischen Stromes in Folge der elektrolytischen Spaltung von Salzen und Säuren, die Reife der Weine beschleunigen kann. Es wirkt ähnlich wie starker Luftzutritt zu den Weinen, welcher denselben, besonders den Dessertweinen, einen Luft- oder Brotgeschmack verleiht. Sehr starke elektrische Ströme machen den Wein zwar sehr haltbar und verhindern die Kuhnensbildung, aber erhöhen auch den Gehalt des Weines an Säuren, besonders an flüchtigen Säuren, und zerstören das Bouquet. Aus dem Grunde kann höchstens von schwachen elektrischen Strömen ein unter Umständen günstiger Erfolg erwartet werden (vergl. Bd. I, S. 1356).

In ähnlicher Weise wie der elektrische Strom wirkt der Zusatz von Wasserstoffsperoxyd auf Weine. Kleinere Mengen können die Reifung des Weines befördern und wirken unter Umständen günstig bei Rothweinen, grössere Mengen verleihen aber den Weinen einen so widerwärtigen Wasserstoffsperoxyd-Geschmack, dass sie kaum trinkbar erscheinen. Für künstliche Dessertweine (Cibebenweine) soll Wasserstoffsperoxyd angewendet werden, um den gewünschten Spaniolgeschmack hervorzurufen.

g) Die Behandlung mit Kohlensäure. Junger Wein enthält stets reichlich Kohlensäure und verleiht diese dem Wein, wie schon oben gesagt, den frischen Geschmack, während kohlensäurefreie Weine fade und matt schmecken (vergl. auch unter Bier S. 1231). Durch das häufige Abstechen, Schönen und Filtrieren verliert der Wein aber häufig ganz oder grösstentheils seine Kohlensäure. Um diese wieder zu ersetzen, pflegt man den Wein vielfach künstlich durch Einleiten von Kohlensäure mit dieser wieder anzureichern. Das ist auch nach dem neuen Weingesetz erlaubt, nur empfiehlt es sich selbstverständlich, ausschliesslich reinste und kleine Mengen Kohlensäure anzuwenden.

6. Die chemischen Bestandtheile des Weines im Laufe seiner Entwicklung. Die vorstehend beschriebenen Veränderungen, welche die chemischen Bestandtheile des Traubenmostes bzw. des Weines (des gewöhnlichen Tafelweines) im Laufe der Gärung und Reifung erleiden, lassen sich durch folgende Uebersicht¹⁾ deutlich veranschaulichen:

¹⁾ Vergl. v. Babo-Mach: Handbuch des Weinbaues und der Kellerwirthschaft. 1896. II. Bd. S. 150—151.

Bestandtheile	Im Most in 100 Thln.	Veränderung der Bestandtheile		Im Wein (Tafelwein, gesund) in 100 Thln.	
		bei der Gährung	beim Lagern		
1. Wasser	70,0—80,0	—	—	80,0—94,0	
2. Zucker { Glukose { Fruktose	5,0—15,0 5,0—15,0	verschwinden grösstentheils oder ganz	verschwinden vollständig oder bis auf Spuren	0—0,2 (ausgenommen Süssweine)	
3. Inosit	Spuren	—	—	Spuren	
4. Stickstoff-Verbindungen, ent- sprechend Stickstoff	0,02—0,15	Abnahme	weitere Abnahme	0,008—0,080	
5. Fett	Spur	Zunahme aus Hefe	Abnahme	0,005—0,010	
6. Freie orga- nische Säuren	Weinsäure	0—0,3	Abnahme	Abnahme	0—0,25
	Aepfelsäure	0,1—1,2	—	unter Umständen starke Abnahme	wenig—0,8
	Bernsteinsäure	—	Neubildung	—	0,06—0,15
	Essigsäure	—	Desgl. schwache	mehr	0,02—0,12
	Milchsäure	—	Zunahme	mehr	wenig—0,300
7. Salze der organischen Säuren	Weinstein	0,4—0,8	Abnahme	weitere Abnahme	0,12—0,30
	Aepfelsaures Kali	selten	—	—	0—wenig
	Weinsaures und äpfelsaures Kalk	wenig	Abnahme	weitere Abnahme	0—Spuren
8. Gerbstoff	Spur	Zunahme durch Lösung	Abnahme	0,01—0,5 (0,5 bei Rothwein)	
9. Farbstoffe { Chlorophyll etc. { u. blau. Farbstoff	wenig	Aufnahme aus Kämmen u. Hülsen	Abnahme	Abnahme (allmähliche)	
10. Pektinstoffe, Gummi und Pflanzenschleim	0,3—1,0	Ausfällung	Ausfällung	0—wenig	
11. Bouquet- u. Aromastoffe	Bouquet (aethe- rische Oele)	Spur	keine	Mitunter Verände- rung, endlich Ab- nahme	Spur
	Neutrale und saure Ester	0	Neubildung	Neubildung	wenig
	Aldehyde und Aldehydsäuren	0	—	Neubildung	wenig
12. Alkohol	0	Neubildung	Thailweise Ver- flüchtigung	5,0—15,0	
13. Glycerin	0	Neubildung	Zunahme	0,4—1,2	
14. Mineralstoffe	0,3—0,5	Abnahme (besonders an Kalk und Kali)	Abnahme	0,1—0,3	

Hierzu ist noch Folgendes zu bemerken:

1. Wasser. Der Wassergehalt des Weines ist in Folge der Oxydation beim Lagern, vorwiegend aber in Folge der Kellerbehandlung ein grösserer als der im Most.

2. Zucker. Von den beiden Zuckerarten des Mostes, Glukose und Fruktose vergährt erstere im Anfange schneller als letztere (vergl. S. 1178). In gewöhnlichen, gut vergohrenen Tafelweinen finden sich höchstens 0,1—0,2 % Zucker, mitunter auch kaum mehr nachweisbare Spuren. Gewöhnliche, geringe, leichte Tischweine können schon bei einem Gehalt von 0,1—0,2 % Zucker einen schwach süssen Geschmack besitzen.

3. Inosit. Dieses von A. Hilger besonders im Moste unreifer Trauben nachgewiesene Kohlenhydrat unterliegt nicht der Zersetzung durch die Gährung, erhält sich also im Wein (vergl. S. 164).

4. Stickstoff-Verbindungen. Die Stickstoff-Verbindungen des Mostes bestehen vorwiegend aus Proteinstoffen (Eiweiss); diese werden von der Hefe zum grossen Theil aufgezehrt, zum geringen Theil verändert; andererseits gehen stickstoffhaltige Stoffe (Spaltungserzeugnisse der Proteinstoffe) in den Wein über: als solche werden genannt Pepton, Xanthin, Sarkin etc., die jedoch nur in Spuren im Wein vorhanden sind; der grössere Theil der Stickstoff-Verbindungen des Weines besteht ohne Zweifel aus Amiden. Maumené will im Wein 0,018—0,11 % Ammoniak und Ammoniak-Verbindungen gefunden haben. Amthor dagegen fand nur 0,0006 bis 0,006 % Ammoniak in gewöhnlichen Weinen, dagegen in Hefenwein 0,02 %. Da die Moste nach Amthor 0,012—0,032 % Ammoniak ergaben, so muss das letztere durch die Hefe während der Gährung aufgenommen worden sein.

5. Fett. Nach P. Kulisch¹⁾ schliesst das in üblicher Weise im Wein bestimmte Glycerin stets geringe (0,005—0,104 %) Mengen Fett (bestehend aus den Glyceriden der Myristin- und Oelsäure) ein; es soll weniger aus dem Most als solchem, als aus der Hefe bzw. von dem durch die Lebensthätigkeit der Hefe gebildeten Fett herrühren.

6. Säuren. Von den Säuren des Weines gehören dem Moste regelmässig nur die Aepfel- und Weinsäure an. Die Aepfelsäure erreicht im Most, der aus Beeren beim Weichwerden und Färben derselben gewonnen ist, die Höhe von 1,6 bis 2,5 %, sie nimmt von da an in der reifenden Traube bis zur Vollreife (und auch beim Lagern der Trauben) beständig ab, aber sie verschwindet selbst aus dem Most sehr reifer Trauben nur selten und findet sich daher stets im Wein. Durchschnittlich enthalten die Moste und damit auch die entsprechenden Weine 0,3—0,4 % Aepfelsäure, die, wie schon S. 1262 gesagt, beim Lagern des Weines in geringerer oder grösserer Menge in Milchsäure übergeht.

Die freie Weinsäure der unreifen Trauben geht, wie wir S. 950 gesehen haben, durch zuwanderndes Kali in weinsaures Kali über, so dass in dem Saft wirklich vollreifer Trauben auch keine Spur freier Weinsäure vorhanden ist; aus dem Grunde finden sich unter regelrechten Verhältnissen im Most nur 0—0,06 % Weinsäure, in Mosten aus unreifen Trauben dagegen 0,1—0,3 % freie Weinsäure. Diese nimmt bei der Gährung, wie beim Lagern allmählich ab und fällt ganz aus, wenn Kalium- oder Calciumkarbonat zugesetzt wird.

Die Bernsteinsäure ist auch in dem Moste unreifer, noch grüner Trauben gefunden worden; die Hauptmenge bildet sich aber bei der Gährung und erhält sich im Wein. R. Kunz²⁾ fand in 24 Weinsorten von 0,0602—0,1150 g Bernsteinsäure für 100 ccm Wein.

¹⁾ Landw. Jahrbücher 1886, 15, 421.

²⁾ Zeitschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genussmittel 1903, 6, 721.

Der Gehalt an Essigsäure, die bei der Gährung und Lagerung durch *Mycoderma aceti* gebildet wird, beträgt in allen guten Weinen etwa 0,015—0,020 %.

Milch- und Buttersäure können im Wein in Folge fehlerhafter Gährung oder später in Folge von Krankheiten durch die betreffenden Bakterien bzw. durch sonstige Umsetzungen gebildet werden. Eine regelmässige Bildung der Milchsäure erfolgt, wie schon oben erwähnt, aus der Aepfelsäure S. 1262. Nach P. Kulisch (Bd. I, S. 1372) tritt in den mit Zucker versetzten Mosten und dementsprechend in alkoholreicheren Weinen die Säureabnahme um so später ein, je mehr der Alkoholgehalt durch den Zuckerzusatz erhöht ist.

7. Salze der organischen Säuren. Von den vorstehenden organischen Säuren kommt vorwiegend nur die Weinsäure als Salz, nämlich als saures weinsaures Kalium im Wein vor; weinsaures Calcium kann darin nur in Spuren vorhanden sein; ebenso dürften äpfelsaures Kalium oder Calcium im Wein sehr selten und Bernstein-, Essig- und Milchsäure als im freien Zustande bzw. zum geringen Theil als Ester im Wein enthaltend anzunehmen sein.

Die Menge des im Most und Wein enthaltenen Weinstein hängt einerseits von der Temperatur, andererseits von dem Alkoholgehalt ab; je niedriger die Temperatur und je höher der Alkoholgehalt ist, um so weniger Weinstein kann im Wein gelöst bleiben. So kann es, wie M. Petrowitsch¹⁾ nachgewiesen hat, vorkommen, dass ein alter, alkoholreicher Wein — in diesem Falle ein alter, echter Ausbruchwein aus Karlowitz in Spanien, der 14,65 Vol.-% Alkohol, 0,82 % Gesamtsäure und 12,65 % Extrakt mit 6,76 % Zucker enthielt — gar keinen Weinstein mehr enthält; aus dem Grunde ist die Annahme, dass ein Wein ohne Weinstein als „Kunstwein“ anzusehen ist, nicht gerechtfertigt.

8. Gerbstoff. Der Gerbstoff wird, wie schon gesagt, bei der Gährung — zum kleinen Theile auch beim Pressen aus Hülsen, Kernen und Kämmen — aufgenommen. Weissweine von lieblichem Geschmack enthalten höchstens 0,02—0,04 % Gerbstoff; bei 0,05—0,08 % erscheinen sie schon herb, während dieser Gehalt Rothweine noch als zu wenig herb erscheinen lässt. Milde Rothweine weisen meistens einen Gehalt von 0,10—0,15 % Gerbstoff auf, schwere volle Rothweine einen solchen von 0,20 bis 0,25 %; ein Gehalt von über 0,3 % macht die Rothweine meistens zu herbe — Dalmatiner rothe Verschnittweine enthalten bis zu 0,6 % Gerbstoff —. Ein gleichzeitiger hoher Säuregehalt lässt die Rothweine schon bei einem verhältnissmässig geringen Gerbstoffgehalt unangenehm herb erscheinen.

9. Farbstoffe. Für den Wein kommen zwei Arten von Farbstoff in Betracht, das Chlorophyll sowie seine Abkömmlinge und der blaue Traubenfarbstoff.

Das Chlorophyll (vergl. S. 38) findet sich nach der Blüte in allen Zellen des Fruchtknotens, später aber nur in den Zellen der Hülse und der Fruchtknotenscheidewände der Beeren und zwar so lange, bis die Beeren sich zu färben beginnen; indess erhält sich das Chlorophyll selbst in rothen und blauen Trauben lange Zeit; nur in den Hülsen ganz reifer oder überreifer Trauben fehlt es. In den Kämmen erhält sich das Chlorophyll bis zum Verholzen derselben. Statt des reinen Chlorophylls finden sich dann in den Beerentheilen Abkömmlinge desselben d. h. gelbgrüne bis braune (humusartige) Farbstoffe. Dass das Chlorophyll bzw. dessen Abkömmlinge in den Most und Wein übergehen, kann man daraus schliessen, dass ein Wein, der

¹⁾ Zeitschr. f. anal. Chemie 1886, 25. 198.

durch Gährung des Mostes auf grünen unverholzten Kämmen vergohren ist, einen unangenehmen, sog. grünen Geschmack annimmt, der keineswegs allein von dem Gerbstoff oder der Aepfelsäure in den Kämmen herrührt. Dasselbe ist bei petiotisirten Weissweinen der Fall, die mit Zuckerwasser auf den Hülsen vergohren sind, während der unangenehme Geschmack den Tresterweinen, welche durch Vergähren von Zuckerlösung auf von den Kämmen befreiter Maische blauer Trauben gewonnen wurden, fehlt.

Der blaue Traubenfarbstoff bildet sich anscheinend aus dem Chlorophyll oder Chlorophyllplasma; denn er tritt meistens dort auf, wo vorher Chlorophyll vorhanden war.

Nur bei der Färbertraube, bei welcher der ganze Saft roth ausgefärbt ist, scheint ein starkes Zuwandern von bereits fertig gebildetem Farbstoff aus den Blättern in die Beeren stattzufinden. Der Beginn der Farbstoffbildung in den Zellen der Hülsen fällt mit dem Weichwerden d. h. jener Entwicklungsstufe der Beere zusammen, von welcher an eine rasche Zuckerzuwanderung, dagegen eine ebenso rasche Abnahme des Aepfelsäure-Gehaltes statt hat. Die Farbstoffbildung geht also der Zunahme an Zucker parallel und steigt vom Beginn des Weichwerdens bis zur Reife allmählich um das 200—300-fache. Die grösste Menge Farbstoff findet sich stets in den äussersten Zellen der Hülse abgelagert, jedoch ist dieselbe wie die Zahl der farbstoffführenden Zellreihen je nach der Traubensorte sehr verschieden.

Die Art des Farbstoffes ist dagegen nach Schuler in allen Traubensorten (der dunkelblauen, rothen wie grauen) die gleiche; der Unterschied in der Farbe und dem Farbenton ist nur bedingt einerseits durch die Menge und Vertheilung des Farbstoffes, andererseits durch das Verhältniss der Menge der in Farbstoffzellen vorhandenen Säuren bzw. sauer reagirenden Verbindungen zu der Menge des Farbstoffes. Tritt letzterer im Verhältniss zur Menge der vorhandenen Säure zurück, so erscheint der Farbenton vollständig roth; greift das umgekehrte Verhältniss Platz, so tritt ein mehr violetter bis dunkelblauer Ton hervor.

Ueber die Natur des Weinfarbstoffes sind vielfache Untersuchungen angestellt, ohne aber bis jetzt Klarheit geschaffen zu haben.

Mulder¹⁾ fällte Wein mit Bleiessig, zerlegte die Bleiverbindung durch Schwefelwasserstoff und zog nach dem Auswaschen mit Wasser und Alkohol den Farbstoff aus dem Niederschlage von Schwefelblei mit Alkohol und Essigsäure aus, verdampfte die Lösung und nannte den bläulich-schwarzen, in Wasser, Alkohol und Aether unlöslichen Farbstoff „Oenocyanin“. Neubauer, Nessler, ferner R. Heise²⁾ haben aber nachgewiesen, dass dieses Oenocyanin eine Farbstoff-Bleiverbindung ist.

Glénard³⁾ versetzt den Wein mit basischem Bleiacetat bis zur vollständigen Ausfällung und zersetzt den getrockneten Niederschlag durch salzsäurehaltigen Aether. Der Farbstoff bleibt mit dem gleichzeitig entstehenden Chlorblei zurück. Nachdem die freien Säuren durch Aetherwaschung entfernt worden sind, wird der Rückstand an der Luft getrocknet und der Farbstoff durch 36,6-grädigen Alkohol ausgezogen. Glénard nennt den Farbstoff „Oenolin“ und giebt ihm die Formel $C_{20}H_{20}O_{12}$.

Gautier⁴⁾ glaubt, dass zwischen dem Weinfarbstoff und den Katechinen sowie Gerbsäuren enge Beziehungen bestehen.

R. Heise²⁾ hat gefunden, dass nach dem Glénard'schen Verfahren zwei verschiedene Farbstoffe gewonnen werden können, von denen der eine in absolutem Alkohol und Essigsäure unlöslich,

¹⁾ Mulder: Chemie des Weines 1856.

²⁾ Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte 1889, 5, 618.

³⁾ Ann. de chim. et de phys. 1853, 54, 366.

⁴⁾ Compt. rendus 1878, 1507.

der andere löslich ist. Die Farbstoffe sind wie im Rothwein, so auch in den frischen, reifen Weinbeerbäuten enthalten; die Anwesenheit von Säuren befördert nicht die Löslichkeit, erhöht aber die Stärke der Farbe.

Das Oenotannin besteht nach R. Heise aus 3 verschiedenen Substanzen, nämlich Gallusgerbsäure, Quercetin und einem noch unbekanntem Körper.

Der Farbstoff ist in Aether und Benzol fast unlöslich, in Wasser ist er wenig, in schwach angesäuertem Wasser leichter, am besten in verdünntem, schwach angesäuertem Alkohol löslich. Weinsäure und Citronensäure befördern die Löslichkeit mehr als sonstige organische Säuren (Aepfel-, Bernstein- und Essigsäure) oder wie die Mineralsäuren (Schwefel-, Salz-, und Salpetersäure). Der Farbstoff wird durch alle Säuren roth, durch Alkalien, die ihn ebenfalls lösen, blau gefärbt. Essigsäure, Thonerde und Bleioxyd bilden mit dem Farbstoff unlösliche blaue Farblacke; nach Duclaux lässt sich aus denselben durch Reduktionsmittel eine farblose Substanz herstellen, welche sich durch Aufnahme von Sauerstoff wieder roth färbt; hieraus erklärt sich vielleicht die Erscheinung, dass Jung-Rothweine nach der Gährung mitunter licht gefärbt erscheinen, beim Lagern aber mit jedem Abstich an Farbe gewinnen. Schönungsmittel fällen den Farbstoff zum Theil aus, während längere Einwirkung von Luft unter gleichzeitiger Mitwirkung von Licht ihn ebenfalls unlöslich macht. Vor Allem wird der Farbstoff im Wein rasch und vollkommen durch grössere Mengen Bakterien zersetzt, wosuf das Umschlagen der Weine beruht.

Die Farbstoffe der Heidelbeeren und Malvenblüthen verhalten sich dem Traubenfarbstoff sehr ähnlich.

10. Pentosen, Gummi, Pflanzenschleim und Pektinstoffe. Die drei letzteren, uns kaum mehr als dem Namen nach bekannten Pflanzen-Bestandtheile (vergl. S. 162 u. 165), die auch in den Weintrauben nachgewiesen sind, sind in alkoholischen Flüssigkeiten mehr oder weniger unlöslich, werden daher beim Gähren des Mostes bzw. beim Lagern des Weines in der Regel vollständig ausgeschieden.

Dagegen scheinen sich die in den Trauben bzw. im Most vorkommenden Pentosane, sei es in Form von Pentosen oder furfurolliefernden Stoffen¹⁾ im Wein zu erhalten, da E. Comboni (Bd. I, S. 1346) nach dem Verfahren von B. Tollens in 100 ccm Wein 0,0028—0,1178 g Pentosane bzw. furfurolliefernde Stoffe fand.

11. Bouquet- und Aromastoffe. Die Bouquet- und Aromastoffe des Weines rühren aus dreierlei Quellen her, nämlich:

a) Aus den Trauben selbst; fast alle Trauben besitzen an sich einen eigenartigen Geruch und Geschmack, der sich auch dem Wein mittheilt. Bei einigen Trauben tritt derselbe erst bei sehr hoher, in der Regel nicht erreichter Reife, besonders bei der Edelfäule (S. 953 u. 1278) auf; bei anderen wird der eigenartige Geschmack durch den Zucker verdeckt und bildet sich erst bei der Gährung, bei anderen wieder verschwindet derselbe bei längerem Lagern (S. 1263) nach und nach, so dass sehr alte Weine gar keinen Sorten-Geschmack mehr zeigen. Das Traubenbouquet findet sich nicht bloss im ganzen Fruchtfleisch, in den Hülsen und Kernen der Beere, sondern in allen Theilen der Rebe, den Blättern, Ranken und Gipfeln. Es sind nach Neubauer und Müller-Thurgau wahrscheinlich oder doch vorwiegend ätherische Oele (in den Kernen auch Vanillin S. 1245), die bei der Destillation des Weines auch in den Branntwein übergehen.

b) Aus der Hefe bei der Gährung. Dass bei der Gährung des Mostes verschiedene Geschmacks- und Geruchstoffe, wahrscheinlich verschiedene Ester, ent-

¹⁾ Es ist aber auch möglich, dass sich dieselben durch Oxydation der Hexosen bei der Gährung oder Lagerung gebildet haben.

stehen, ist schon oben S. 1177, 1196 u. 1257 ausgeführt. Die verschiedenen Hefenarten und -rassen scheinen verschiedene solche Verbindungen und in verschiedener Menge zu erzeugen, wodurch sich die meistens kleinen, mitunter aber auch sehr merkbaren Geruchs- und Geschmacks-Unterschiede erklären, die bei der Vergärung von Traubenmost (oder auch Maltose-Lösungen) mit verschiedenen Hefenrassen entstehen. Vielleicht wirken hierbei auch Bakterien mit.

c) Durch Oxydation beim Reifen und Lagern des Weines. Hierdurch werden ohne Zweifel nicht unerhebliche Mengen der eigenartigen Geruchs- und Geschmackstoffe gebildet. Als erste Oxydationserzeugnisse bilden sich aus den Alkoholen ohne Zweifel Aldehyde (Formaldehyd¹⁾ und Acetaldehyd, weiter zusammengesetzte Ester der flüchtigen und nichtflüchtigen Säuren, von denen die letzteren (Weinsäure, Aepfelsäure und Bernsteinsäure) saure, nur wenig flüchtige Ester liefern. Berthelot giebt die Menge der neutralen Ester in verschiedenen Weinen zu 0,003 bis 0,008 % und die der gesamteten, durch Aether aus dem Wein ausziehbaren Geruchs- und Geschmackstoffe zu im Durchschnitt weniger als 0,1 % an.

C. Schmitt hat mit Sicherheit unter diesen Stoffen im Wein bzw. Weindestillate die Aethylester (zum Theil auch Amylester) der Essig-, Butter- und Bernsteinsäure nachgewiesen. Da diese Ester wohl einen sehr angenehmen, in zweckmässiger Mischung weinähnlichen Geruch, aber einen widerlichen Geschmack besitzen, so nimmt Schmitt im Wein einen geschmackverbessernden Stoff an und will solchen in der Estersäure eines höheren Alkoholes nachgewiesen haben; in gleicher Weise sollen die leicht veränderlichen Aldehyde und Aldehydsäuren, unter denen die aldehydschweflige Säure bereits S. 1265 besprochen ist, wirken.

C. Schmitt hat auch ein Verfahren angegeben, wonach man die Menge der flüchtigen Ester (bzw. Stoffe), welche vorwiegend den Geruch, und die der nichtflüchtigen Ester, welche hauptsächlich den Geschmack bedingen, soll bestimmen können (vergl. Bd. III). Nachuntersuchungen hierüber (von K. Windisch, v. Babo, Mach u. A.) haben indess die Annahmen von C. Schmitt bis jetzt nicht bestätigt. Minderwerthige Weine liefern mitunter mehr flüchtige Ester (vorwiegend Essigester), als die feinsten Kabinetweine.

12. Alkohol. Da aus 1 Thl. Zucker bei der Gärung durchschnittlich $\frac{1}{2}$ (nach Pasteur 0,484) Gewichtstheile Alkohol (Aethylalkohol) entstehen, so gelten Weine:

Mit einem Alko-	}	6—7 Vol.-%	8—11 Vol.-%	11—13 Vol.-%	14—15 Vol.-%	16—18 Vol.-%
holgehalt von						
Als Wein . . .	minderwertiger	leichter, guter	kräftiger	sehr starker	Dessertwein.	
	aus unreifen Trauben					

Dass bei der Gärung des Mostes ausser Aethylalkohol noch andere, höhere Alkohole entstehen, ist schon S. 1256 erwähnt.

13. Glycerin. Das Glycerin bildet sich nach Pasteur bei der Gärung im Allgemeinen in dem Verhältniss von 3,5 Thle. auf 100 Thle. Zucker oder 50 Thle. Alkohol; es müssten hiernach auf 100 Thle. Alkohol durchschnittlich 7 Thle. Glycerin kommen, was aber bei weitem nicht immer zutrifft; denn das Verhältniss schwankt von 100:4 bis 14. Die Umstände, welche die Bildung des Glycerins bei der Gärung beeinflussen, sind noch nicht völlig aufgeklärt. Die vielfach verbreitete Ansicht, dass

¹⁾ Vergl. K. Farnsteiner, Forschungsberichte über Lebensmittel 1897, 4, 8.

sich im Verhältniss zum Alkohol um so mehr Glycerin bilde, je langsamer die Gährung verlaufe, findet in Versuchen von A. Hilger und V. Thylmann (Bd. I, S. 1370 u. ff.) keine Bestätigung; denn hiernach ist die Glycerinbildung bei langsamer Gährung und niedriger Temperatur vermindert, während Temperaturen von 35° sie ebenfalls beeinträchtigen. In concentrirten Zuckerlösungen und in solchen mit Nährstoffzusatz bildet sich mehr Glycerin, als in verdünnten und reinen Zuckerlösungen. Während aber nach Hilger und Thylmann Luftzutritt oder -abschluss keinen merklichen Einfluss auf die Glycerinbildung äussern, finden Mach und Portele bei Luftzutritt bezw. bei gelüfteten Mosten eine erhöhte Glycerinbildung; nach denselben Verfassern nimmt mit der Abnahme an Säure im gährenden und lagernden Wein die Menge des Glycerins zu.

Müller-Thurgau hat behauptet, dass das Glycerin des Weines weniger ein Erzeugniss der Gährung als der Fettspaltung sei; bei der geringen Menge Fett im Most und in der Hefe kann aber das durch die Fettspaltung gebildete Glycerin nur einen ganz kleinen Theil des im Wein enthaltenen Glycerins abgeben. Ferner bildet sich auch in reinen Zuckerlösungen ungefähr die gleiche Menge Glycerin.

14. Mineralstoffe. Die Art der Mineralstoffe des Weines ist dieselbe wie im Most. Nur das Verhältniss der Mineralstoffe wird ein anderes, indem ein kleiner Theil der Mineralstoffe in verschiedenem Verhältniss von der Hefe verbraucht, ein anderer Theil (wie besonders Kali und Kalk) durch den sich bildenden Alkohol (als weinsaure Salze) ausgeschieden wird. Durchweg enthalten die Weine 0,14 bis 0,25% Mineralstoffe; ein Gehalt von 0,13% gilt schon als niedrig, ein solcher von 0,3% und mehr für gewöhnliche Trinkweine als hoch; bei diesen lässt schon ein Gehalt von 0,3—0,4% auf künstliche Veränderung in der Zusammensetzung des Weines schliessen. Gehalte von über 0,3% Mineralstoffe enthalten meistens nur die Dessertweine; durch Gypsen, Entsäuern und Schönen kann der Gehalt des Weines an Mineralstoffen wesentlich zunehmen (vergl. S. 1269). Im Allgemeinen macht bei reinen Weinen der Gehalt an Mineralstoffen $\frac{1}{10}$ des Weinextraktes (vergl. No. 15) aus.

Die procentige Zusammensetzung der kohlefreien, aber kohlenensäurehaltigen Weinasche ist etwa folgende:

Kali	Natron	Kalk	Magnesia	Eisenoxyd	Phosphorsäure	Schwefelsäure	Kieselsäure	Chlor
40,0%	2,5%	5,5%	6,5%	0,4%	14,5%	10,5%	3,0%	3,5%

Diese Zahlen sind aber grossen Schwankungen unterworfen und betragen z. B. für Kali 25,0 bis 60,0%, Kalk 2,0—22,6%, Magnesia 2,0—15,0%, Phosphorsäure 7,0—25,0%, Schwefelsäure 3,8 bis 25,0%, Chlor 1,0—7,0%; oder in 100 cem Wein für Kali 0,045—0,135 g, für Kalk 0,004 bis 0,047 g, für Magnesia 0,010—0,031 g, für Phosphorsäure 0,015—0,040 g, für Schwefelsäure 0,006 bis 0,060 g, für Chlor 0,001—0,030 g.

Selbst bei diesen grossen Schwankungen können noch vereinzelte Ausnahmen vorkommen. Bei Süssweinen gelten naturgemäss noch andere Verhältnisse (vergl. diese).

Auch gehört die Borsäure nach den Untersuchungen von M. Ripper¹⁾, Soltsien²⁾, G. Baumert³⁾ u. A. zu den regelrechten Bestandtheilen des Weines (aller Länder).

¹⁾ Weinbau und Weinhandel 1877.

²⁾ Pharm. Ztg. 33, No. 90.

³⁾ Berichte d. deutsch. chem. Gesellschaft 1888, 21, 3290.

F. Schaffer¹⁾ fand in 31 verschiedenen Weinsorten 0,008—0,050 g Borsäure in 1 l Wein und glaubt, dass erst ein Zusatz von 1,0 g Borsäure zu 1 l Wein eine frischhaltende Wirkung äussern könne.

L. Sostegni²⁾ hat ferner nachgewiesen, dass durch Bestreuen der Weintrauben mit Kupfersalz-Kalkmischung sowohl die Trauben (je nach dem Grade des Bestreuens 0,0014—0,0220 g für 1 kg) als auch der Most (0,0010—0,0360 g für 1 l) Kupfer enthalten können. Beim Gähren des Mostes schlägt sich zwar ein grosser Theil des Kupfers (85—91%) als unlöslich nieder, indess bleibt eine geringe Menge Kupfer in dem Wein (0,00018—0,025 g in 1 l). Nach Fréchon (Bd. I, S. 1348) schwankt der Gehalt an Kupfer im Wein, je nachdem derselbe aus Maische oder von den Trestern der mit Kupferlösung bespritzten Trauben stammt; er fand in dem aus Maische solcherweise behandelter Trauben gewonnenen Wein nur Spuren bis 0,04 mg, in dem von den Trestern gewonnenen Wein dagegen 0,06 bis 11,0 mg Kupfer in 100 ccm Wein. Nach Th. Omeis³⁾ gelangen durch Bespritzen der Reben mit Kupferkalkbrühe, wenn dieses zur vorgeschriebenen Zeit und nicht zu spät ausgeführt wird, nur geringe Mengen Kupfer (0,4—1,8 mg für 1 l) in den Most, nur ganz geringe Spuren (0—0,05 mg für 1 l) in den Wein. Dagegen kann der Wein unter Umständen Kupfer aus den Kellergeräthschaften aufnehmen.

Der Gehalt an Eisen wurde von F. Ravizza (Bd. I, S. 1347) u. A. zu 0,16 bis 5,0 mg, in einer Probe aus amerikanischen La Jaquez-Trauben sogar zu 11,0 mg für 100 ccm Wein gefunden.

15. Weinextrakt. Unter dem Extrakt des Weines versteht man die Gesamtmenge aller nicht flüchtigen, beim Eindampfen des Weines zur Trockne zurückbleibenden Bestandtheile, welche gemeinschaftlich den „Körper“ des Weines ausmachen und den Wohlgeschmack bedingen; zu diesen Bestandtheilen gehören: der etwa nicht vergohrene Zucker (einschl. Pentosen), Stickstoff-Verbindungen, sämmtliche nicht flüchtigen Säuren, Gerbstoff, Farbstoffe, Mineralstoffe und als Rest die noch nicht näher bekannten, nicht flüchtigen Stoffe, welche als sog. stickstofffreie Extraktstoffe bezeichnet werden. In gewöhnlichen Tisch- oder Trinkweinen (Weissweinen) geht der Extraktgehalt selten unter 1,4 g für 100 ccm herunter; bei Rothweinen liegt er in Folge des höheren Gerb- und Farbstoffgehaltes durchweg um 0,1—0,3 g für 100 ccm Wein höher und geht selten unter 1,6—1,7 g für 100 ccm herunter. In Süssweinen ist der Extraktgehalt natürlich viel höher und kann über 20 g für 100 ccm hinausgehen.

16. Weingase. Die Weingase bestehen in der Regel aus Kohlensäure und Stickstoff; zwar nehmen die Weine bei Berührung mit Luft Sauerstoff auf; derselbe wirkt aber alsbald oxydirend auf die Weinbestandtheile und wird in Kohlensäure übergeführt. Junger, in Gährung befindlicher Wein enthält fast nur Kohlensäure.

Die Menge Gase, welche ein Wein aufnehmen kann, hängt vorwiegend von seinem Gehalt an Alkohol, von der Temperatur und dem Luftdruck ab. Das Absorptionsvermögen des Alkohols für die Gase ist nämlich ein grösseres als das des Wassers.

¹⁾ Schweiz. Wochenschr. f. Chemie u. Pharmacie 1902, No. 41.

²⁾ Staz. Sperm. agrar. Ital. 1890, 18, 391 und Centralbl. f. Agric. Chem. 1890, 19, 632.

³⁾ Zeitschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genussmittel 1903, 6, 116.

So kann z. B. je 1 l bei 760 mm Druck lösen:

Temperatur	Wasser			Alkohol		
	Kohlensäure	Stickstoff	Sauerstoff	Kohlensäure	Stickstoff	Sauerstoff
0°	1796 cem	20 cem	41 cem	4329 cem	126 cem	284 cem
15°	1002 "	15 "	30 "	3199 "	121 "	284 "

Bei einem Druck von 4—5 Atmosphären, wie in Schaumweinen, ist die Aufnahmefähigkeit für die Gase eine 4—5-fach höhere.

Die in Weinen wirklich gefundenen Mengen Kohlensäure und Stickstoff scheinen je nach dem Alter grossen Schwankungen zu unterliegen; so fanden in je 1 l Wein:

Pasteur in:	Kohlensäure	Stickstoff	Ladrey in:	Kohlensäure	Stickstoff
1-jährigem Burgunderwein	1481 cem	—	3 Monate altem Wein . .	1082 cem	6,5 cem
2-jährigem Wein	200 "	16 cem	Nach dem Abziehen des selben	467 "	12 "

Als Ladrey letzteren Wein 24 Stunden in einem flachen, offenen Gefässe an der Luft stehen liess, enthielt er nur mehr 21 cem Kohlensäure, dagegen in Folge Aufnahme von Luft 18 cem Stickstoff und 6 cem Sauerstoff; letzterer verschwand aber alsbald beim Lagern des Weines in der Flasche.

Die Kohlensäure verleiht dem Wein in derselben Weise wie dem Bier Frische und einen prickelnden Geschmack; kohlenstoffarme oder -freie leichte Weine erscheinen, wie schon oben gesagt, matt. Aus dem Grunde werden Weine gern in noch jugendlichem, kohlenstoffhaltigem Zustande getrunken, oder man setzt den völlig vergohrenen, jungen Tischweinen wie dem Governo bei Toskanischen Weinen von Neuem etwas Maische bzw. Most aus inzwischen eingetrockneten Trauben zu, um die Weine für den Verbrauch wieder mit Kohlensäure anzureichern.

Die physiologische Wirkung des Weines. Der Wein wirkt zwar durch seinen Gehalt an Alkohol und Extraktstoffen in gewissen Sinne nährend, d. h. Wärme und Kraft liefernd — dieses gilt besonders für die Süssweine um so mehr, je mehr Zucker sie enthalten —; blutbildende Proteinstoffe aber fehlen dem Wein und übertrifft die indirekte Wirkung des Weines auf das Nervensystem und den Blutumlauf so sehr die nährenden Wirkung, dass er in hervorragendem Masse zu den Genussmitteln gerechnet werden muss. Über die physiologische Bedeutung des Alkohols und Glycerins vergl. S. 339 u. ff., über die des Zuckers und der organischen Säuren S. 209 u. 211. Die Säuren gehen wie der Alkohol und Zucker leicht in das Blut über und werden wie diese im Körper verbrannt; nur ein kleiner Theil der Säuren gelangt, die Weinsäure unverändert, die Aepfelsäure nach Reduktion zu Bernsteinsäure, in den Harn. Die Säuren scheinen ferner die Ausscheidung des Harnes zu befördern und wirken ebenso wie deren Salze lösend, abführend; nur die Gerbsäure ruft die entgegengesetzte Wirkung hervor. Dass die Kalisalze — in diesem Falle Weinstein — nervenerregend wirken, ist schon S. 556 auseinandergesetzt.

Die Bouquetstoffe können wegen der geringen, vorhandenen Menge als Nährstoffe am wenigsten in Betracht kommen; weil sie aber vorwiegend den Wein zu einem angenehmen, zusagenden Getränk machen, so sind sie in besonders hohem Grade zu den Stoffen zu rechnen, welche ein Genussmittel kennzeichnen.

Eintheilung der Weine. Es giebt eine ausserordentlich grosse Anzahl von Weinsorten; man kann fast ebenso viel Weinsorten unterscheiden, als es verschiedene Traubensorten und Weinbau treibende Länder giebt; auch werden die Weine selbst

nach den einzelnen Lagen derselben Gegend unterschieden. Man kann aber vorwiegend 3 Gruppen Traubenweine bilden, die sich ausser durch die Zusammensetzung durch die Art der Herstellung verschieden verhalten, nämlich 1. die gewöhnlichen Tisch- oder Trinkweine, 2. die Dessert- und Süssweine und 3. die Schaumweine (Champagner), wobei jedoch zu berücksichtigen ist, dass es vielfach Uebergänge von der einen zur anderen Gruppe giebt.

Die gewöhnlichen Tisch- oder Trinkweine.

Unter gewöhnlichen Tisch- oder Trinkweinen versteht man solche, welche bei durchweg 1,5—2,5 g Extrakt, nur Spuren oder durchweg höchstens 0,1 g Zucker und 6—12 g Alkohol in 100 ccm enthalten. Von solchen Weinen verlangen wir in erster Linie, dass sie blank und klar sind, und auf Flaschen abgezogen, auch klar bleiben. Ein vollständig vergohrener, recht häufig, (bis 10-mal), abgezogener Wein ist noch nicht immer flaschenreif, d. h. er bleibt beim Lagern nicht klar. Die zur Beschleunigung der Flaschenreife verwendeten Schönungsmittel sind schon oben besprochen. Um zu ermitteln, ob ein Fasswein flaschenreif ist, füllt man erst einige Flaschen in üblicher Weise ab und stellt diese in ein warmes Zimmer; bleibt hier der Wein längere Zeit in den Probeflaschen klar, so ist er flaschenreif und kann ganz auf Flaschen umgefüllt werden. Auch kann man die Flaschenreife daran prüfen, dass man eine Flasche desselben einige Minuten lang auf 55—60° erwärmt (pasteurisiert); bildet sich hierbei kein Niederschlag, so ist die Flaschenreife erreicht.

Dass Flaschen und Korke äusserst sauber (und letztere thunlichst ungebraucht) sein müssen, versteht sich von selbst; auch die Natur der Glasmasse der Flaschen ist von Belang; das Glas soll thunlichst widerstandsfähig — d. h. kieselsäurereich — sein und nicht zu viel Alkali enthalten, weil solches Glas vom Wein angegriffen wird. Auch müssen die Flaschen liegend und vor Sonnenlicht geschützt, aufbewahrt werden. Vielfach erfahren die Flaschenweine beim Lagern noch eine Veredelung; dieses gilt besonders für die feineren Rothweine, die in Flaschen thunlichst lange und nicht zu kalt lagern sollen.

Nach dem neuen Weingesetz vom 24. Mai 1901 und den Ausführungsbestimmungen vom 2. Juli 1901 sollen enthalten in 100 ccm:

	Gesamt- Extrakt	Extrakt nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren	Gesamt-Säure	Mineral- stoffe
Weissweine nicht unter . . .	1,6 g	1,1 g	1,0 g	0,13 g
Rothweine " " . . .	1,7 "	1,3 "	1,2 "	0,16 "

Bei der Feststellung des Extraktgehaltes ist die 0,1 g in 100 ccm Wein übersteigende Zuckermenge in Abzug zu bringen und ausser Betracht zu lassen.

Da ferner nach § 4 des Gesetzes der gezuckerte Wein seiner Beschaffenheit und Zusammensetzung nach, namentlich auch in seinem Gehalt an Extrakt- und Mineralstoffen nicht unter den Durchschnitt der ungezuckerten Weine des Weinbaugebietes, dem der Wein nach seiner Benennung entsprechen soll, herabgesetzt werden darf, so erscheint es jetzt auch angezeigt, die durchschnittliche Zusammensetzung anerkannt reiner Naturweine nach zuverlässigen Analysen hier mitzutheilen. Die den nachstehenden Mittelwerthen zu Grunde liegenden Analysen sind sämtlich nach der „Amtlichen Anweisung zur Untersuchung des Weines“ in Deutschland vom 25. Juni 1896 ausgeführt worden und beziehen sich auf verschiedene Lagen des Be-

zirkes wie auf mehrere Jahrgänge 1890—1900 (vergl. Bd. I, S. 1181 u. ff.). Hier-
nach enthalten:

Deutsche Weissweine:

Weinbau- Gebiet	Anzahl d. Analysen	Spec. Gewicht	100 cem enthalten Gramm:												
			Alkohol	Extrakt	Gesamt-Säure = Weinsäure	Flüchtige Säure (= Essigsäure)	Weinsäure		Weinstein	Zucker	Glycerin	Mineralstoffe	Kali	Phosphorsäure	Schwefelsäure
							im Ganzen	freie							
Mosel und Saar	187	0,9963	7,36	2,31	0,77	0,05	0,34	0,071	0,171	0,20	0,66	0,16	0,058	0,033	0,017
Rheingau und Maingau . . .	68	0,9977	8,12	2,91	0,77	0,05	0,18	0,017	0,130	0,23	0,85	0,20	0,062	0,045	0,014
Nahe- u. Glan- thal	20	0,9953	8,20	2,25	0,67	0,04	0,19	0,028	0,094	0,16	0,69	0,17	0,059	0,039	0,014
Rheinessen . .	116	0,9960	7,42	2,15	0,58	0,04	0,19	—	—	0,08	0,63	0,22	0,075	0,025	0,018
Bergstrasse . .	55	0,9952	8,35	2,21	0,61	0,05	0,13	—	—	0,13	0,64	0,23	0,075	0,035	0,030
Odenwald . . .	14	0,9952	8,32	2,06	0,61	0,04	—	—	—	0,08	0,75	0,23	0,083	0,035	0,031
Pfalz	129	0,9946	8,54	2,26	0,64	0,05	0,19	0,055	0,17	0,13	0,71	0,21	0,086	0,032	0,022
Franken	319	0,9972	7,01	2,17	0,69	0,09	0,21	0,015	—	0,07	0,64	0,19	0,075	0,032	0,022
Württemberg . .	34	0,9983	6,60	1,99	0,66	—	—	0,093	0,19	—	0,70	0,24	0,127	0,038	0,034
Baden	127	0,9964	6,75	2,00	0,65	0,04	0,23	—	0,29	0,09	0,58	0,20	—	0,026	—
Elsass	242	0,9961	6,44	1,92	0,64	—	0,23	0,026	0,13	0,09	0,53	0,22	—	0,026	—
Lothringen . . .	35	0,9968	6,52	2,05	0,79	—	0,37	0,042	0,13	0,10	0,55	0,19	—	0,028	—

Deutsche Rothweine:

Rheingau und Maingau	7	0,9960	9,26	2,81	0,56	0,07	—	—	^{Gerb- u. Fahstanz} 0,19	0,10	0,63	0,24	0,112	0,048	0,021	
Ahrthal	9	0,9957	9,47	2,90	0,63	0,04	0,18	—	—	0,15	0,83	0,24	0,069	0,051	(0,009)	
Rheinessen . . .	5	0,9957	8,80	2,58	0,45	0,07	0,18	—	—	0,19	0,70	0,29	0,100	0,041	0,019	
Württemberg . .	27	0,9983	7,12	2,17	0,66	0,04	0,21	0,05	^{Wein- stoffs}	0,10	—	0,58	0,27	0,115	0,050	0,026
Baden	43	0,9968	7,57	2,49	0,59	0,05	0,20	0,25	—	0,12	0,71	0,28	—	0,046	—	
Elsass	30	0,9973	7,18	2,41	0,61	—	0,18	0,11	0,05	0,12	0,60	0,25	—	0,034	—	
Lothringen . . .	50	0,9972	6,25	2,10	0,63	—	0,22	0,10	0,06	0,11	0,56	0,24	—	0,031	—	

Französischer Rothwein:

Bordeaux	44	0,9958	8,16	2,42	0,58	0,09	—	0,28	0,19	0,23	0,73	0,25	0,106	0,029	0,034
------------------	----	--------	------	------	------	------	---	------	------	------	------	------	-------	-------	-------

Ungarischer Rothwein:

	47	0,9952	9,15	2,62	0,68	—	—	—	0,15	^{Bleikorn- Substanz} 0,20	0,85	0,22	0,091	0,036	0,026
--	----	--------	------	------	------	---	---	---	------	---	------	------	-------	-------	-------

Die Zusammensetzung der vielen ausländischen Tischweine — der Bordeaux- und Ungar-Rothwein sind deshalb hier mitaufgenommen, weil sie in Deutschland besonders viel getrunken werden — hier aufzunehmen, würde zu weit führen; ich muss dieserhalb auf Bd. I, S. 1246—1312 verweisen.

Auch bezüglich der wichtigen Schwankungen in der Zusammensetzung deutscher Weine muss ich auf Bd. I, S. 1181—1245 verweisen.

Nur für einige der gangbarsten deutschen Handelsweine mögen die Schwankungen der für die Beurtheilung nach dem Weingesetz wichtigsten Bestandtheile

sowie noch einige Bestandtheile, welche in vorstehende Tabelle nicht aufgenommen sind, in den Jahren 1892—1900 hier aufgeführt werden:

Weinbaugebiet:	Extrakt	Gesamt-Säure = Weinsäure	Zucker	Mineralstoffe	Kalk	Magnesia	Chlor	Schweflige Säure
Weissweine:					Mittel			
Mosel und Saar . . .	1,61-5,50	0,44-1,41	0,01-1,96	0,11-0,29	0,013	0,016	0,009	0,007 ¹⁾
Rheingau u. Maingau . . .	1,94-5,34	0,40-1,62	0,02-1,02	0,11-0,36	0,017	0,016	0,007	0,006 ¹⁾
Rheinbessen	1,68-3,39	0,31-1,23	0-0,68	0,14-0,37	0,010	0,017	0,002	0,004
Bergstrasse	1,66-3,21	0,86-1,21	0-0,47	0,15-0,38	0,015	0,013	0,007	0,0014
Odenwald	1,75-2,63	0,38-1,02	0-0,48	0,18-0,33	0,012	0,012	0,005 ²⁾	0,002
Pfalz	1,59-4,85	0,36-1,18	0-1,89	0,14-0,45	0,011	0,013	0,005	0,0036
Franken	1,52-4,92	0,30-1,70	0-1,27	0,11-0,33	0,015	0,017	0,003	0,008 ¹⁾
Baden	1,49-3,69	0,32-1,54	0,03-0,44	0,14-0,39	—	—	—	—
Elsass-Weisswein	1,51-2,76	0,35-1,37	0,02-0,65	0,11-0,33	—	—	—	—
Lothringen-Rothwein	1,67-3,32	0,43-0,99	0,05-0,20	0,17-0,40	—	—	—	—

Ueber die Zusammensetzung der Weine von verschiedenen Rebsorten vergl. Bd. I, S. 1192 u. 1241.

Die vorstehenden Untersuchungen haben ergeben, dass nur ein geringer Procentsatz den Ausführungsbestimmungen des früheren deutschen Weingesetzes, wonach für die Extraktzahlen ohne und mit Abzug der Säure um 0,1 bzw. 0,2 g niedrigere, für die Mineralstoffe von Weissweinen um 0,01 g höhere, für die von Rothweinen um 0,02 g niedrigere Werthe verlangt wurden, nicht entsprach. Aus dem Grunde sind obige neuen Grenzwerte eingeführt, weil sie den thatsächlichen Verhältnissen mehr entsprechen.

Ueber die einzelnen Bestandtheile des Weines vergl. S. 1274—1282.

Hier sei noch Folgendes bemerkt:

1. Der Stickstoff ist bei den neueren Analysen in nur verhältnismässig wenig Proben bestimmt. Darnach schwankte der Stickstoffgehalt in Saar- und Moselweinen von 0,027—0,095 g und betrug im Mittel von 17 Proben 0,055 g in 100 ccm Wein; im Ahrothwein wurden bei Schwankungen von 0,023—0,087 g im Mittel 0,047 g Stickstoff gefunden. Nach J. Rösler geht der Stickstoffgehalt in reinen Tischweinen sehr selten unter 0,007 g, kann aber in einzelnen Fällen bis 0,135 g betragen; wenn die Menge 0,080 g in 100 ccm übersteigt, so handelt es sich entweder um Weine aus sehr reifen, stickstoffreichen Trauben oder um Geläger oder Hefenweine.

Von der Salpetersäure nahm man bis jetzt nach den Untersuchungen von Egger³⁾ und Borgmann⁴⁾ an, dass sie im Traubensaft und damit in Naturweinen nicht vorkommt; eine deutliche Salpetersäure-Reaktion in einem Wein sollte daher in der Regel auf eine Verlängerung (Gallisiren oder Petiotisiren) desselben schliessen lassen. Neuerdings haben aber Seifert und Kaserer⁵⁾ im Traubensaft, Most wie Wein (ohne Wasserzusatz) in einigen Fällen mit Diphenylamin deutlich Salpetersäure nachweisen können. Die Reaktion trat in den Naturweinen nicht bei direktem Zu-

¹⁾ In mehreren Proben 0, in einer Probe als Höchstgehalt 0,010 g bzw. 0,012 g bzw. 0,025 g SO₂ in 100 ccm Wein.

²⁾ Ein Wein ergab 0,026 g Chlor in 100 ccm Wein.

³⁾ Archiv. f. Hygiene 1884, 2, 373.

⁴⁾ Zeitschr. f. analyt. Chemie 1888, 27, 184.

⁵⁾ Zeitschr. f. d. landw. Versuchswesen in Oesterreich 1903, 6, 555.

satz von Diphenylamin ein, sondern erst wenn der Naturwein vorher einige Minuten auf dem Wasserbade mit reiner (salpetersäurefreier) Blutkohle behandelt war. Die Ergebnisse bedürfen indess der Bestätigung. Auch darf, weil es auch salpetersäurefreie bzw. arme Wässer giebt, aus dem Ausbleiben der Salpetersäure-Reaktion noch nicht geschlossen werden, dass eine Verlängerung durch Wasser nicht stattgefunden hat. Ueber den Ammoniakgehalt vergl. S. 1275.

2. Die im Wein vorkommenden Säuren und ihre Entstehungsweisen sind schon oben S. 1262 und S. 1275 aufgeführt. Direkte Bestimmungen von Aepfelsäure liegen im Wein nur wenige vor. Medicus giebt (Bd. I, S. 1219) für 6 Proben Wein des Julius-Spitals in Würzburg die aussergewöhnlich hohen Zahlen von 0,410 bis 0,790 g, im Mittel 0,595 g Aepfelsäure in 100 ccm Wein an. Im Allgemeinen kann man den Rest, den man nach Abzug der Weinsäure + flüchtigen Säuren + Bernsteinsäure (letztere beiden unter Umrechnung auf Weinsäure) von der Gesamt-Säure erhält, als Aepfelsäure und bezw. oder Milchsäure ansehen.

J. Möslinger¹⁾ hat unter „Säurerest“ auch die Bernsteinsäure mit verstanden und denselben wie folgt berechnet:

S = Gesamt-Säure eines Weines setzt sich zusammen aus:

- a = Freier Weinsäure,
- b = Bitartraten,
- c = Evt. Bimalate (in Folge vorhandener freier Weinsäure),
- d = Freier Aepfelsäure,
- e = Bernsteinsäure,
- f = Flüchtigen Säuren (Essigsäure etc.) und hiernach

$$\text{„Säurerest“ (R)} = S - \left(a + \frac{b}{2} + 1 \cdot 25f \right)^2.$$

Dieser Säurerest soll nach Möslinger bei Naturweinen bei weniger als 1,70 g Extrakt nicht unter 0,28 g in 100 ccm Wein heruntergehen, eine Annahme, die von anderer Seite bezweifelt worden ist.

Jedenfalls haben wir neben Weinsäure in den Weinen stets eine grössere Menge anderer nicht flüchtiger Säuren und zwar Aepfel- und Milchsäure neben geringeren Mengen Bernsteinsäure. R. Kunz giebt (Bd. I, S. 1343)²⁾ über das Verhältniss dieser, in 22 Sorten Wein bestimmten Säuren folgende Zahlen (g in 100 ccm):

Gesamt-Säure		Weinstein		Freie Weinsäure		Flüchtige Säure (Essigsäure)		Bernsteinsäure		Milchsäure	
Schwank.	Mittel	Schwank.	Mittel	Schwank.	Mittel	Schwank.	Mittel	Schwank.	Mittel	Schwank.	Mittel
0,480	0,655	0,127	0,254	0 bis	0,025	0,026	0,073	0,059	0,087	0,118	0,327
bis 0,870		bis 0,370		0,105		bis 0,108		bis 0,125		bis 0,734	

J. Möslinger fand in Jungweinen 0—0,050 g, in älteren Weinen dagegen 0,126—0,375 g Milchsäure, J. A. Müller⁴⁾ in 11 Proben syrischer Weine 0,200—0,450 g in 100 ccm Wein. Die Milchsäure gehört hiernach zu den regelrechten Bestandtheilen des Weines und der Umstand, dass sie an Stelle der Aepfelsäure besonders in altem, abgelagertem Wein auftritt, mag der Grund sein,

¹⁾ Zeitschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genussmittel 1899, 2, 93.

²⁾ 75 Weinsteinensäure = 60 Essigsäure.

³⁾ Vergl. auch Zeitschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genussmittel 1903, 6, 721.

⁴⁾ Chem. Centralbl. 1894, I, 138.

dass alten Weinen gegenüber Jungweinen meistens ein hoher diätetischer Werth für die Verdauungsthätigkeit zugeschrieben wird.

Die Essigsäure pflegt in guten Weinen nur in Mengen von 0,015—0,050 g in 100 ccm vorzukommen; Mengen von 0,070—0,090 g lassen die Essigsäure schon durchschmecken; bei einem Gehalt von 0,100—0,150 g erscheinen die Weine schon leer und alkoholarm, während sie bei einem Gehalte von 0,150—0,200 g als verdorben gelten. J. Möslinger¹⁾ will für deutsche Weissweine einen Gehalt von 0,09 g, für deutsche Rothweine einen solchen von 0,12 g flüchtige Säure in 100 ccm zugelassen wissen; wenn deutsche Weissweine über 0,12 g, deutsche Rothweine über 0,16 g flüchtige Säure in 100 ccm enthalten, so sollen sie nicht mehr als „normal“, aber erst als „verdorben“ gelten, wenn auch die Kostprobe zweifellos und überzeugend das Verdorbensein kundgibt.

Ob noch andere Säuren, z. B. Citronensäure, regelmässig im Wein vorkommen, ist noch nicht erwiesen. E. Borgmann²⁾ giebt zwar an, dass in 100 ccm Wein ungefähr 0,003 g Citronensäure gefunden seien, nach M. Barth und von der Lippe kommt sie aber nur in sehr geringer Menge und sehr selten im Wein vor, während J. Bersch und A. v. Babo das Vorkommen im Wein überhaupt leugnen.

3. Das Verhältniss von Alkohol: Glycerin im vergohrenen Wein ist schon oben S. 1279 je nach dem Verlauf der Gährung als sehr schwankend bezeichnet worden. Auch kann dadurch, dass der Wein beim Lagern durch Verdunstung mehr Alkohol als Glycerin verliert, oder dass der Alkohol durch die Einwirkung des Kahmpilzes oxydirt wird, das Verhältniss von Alkohol zu Glycerin noch höher als 100:14 werden. Man kann daher unter Umständen dem Wein grosse Mengen Glycerin zusetzen, ohne dass dieses durch die Analyse nachgewiesen werden kann. Man wird dann aber, d. h. bei einem Verhältniss von 100 Alkohol zu über 14 Glycerin auch einen höheren Gehalt an sonstigen neutralen Extraktstoffen finden; desshalb hat die „Kommission zur Bearbeitung einer Weinstatistik für Deutschland“ am 7. Juli 1894 folgende Vereinbarung getroffen³⁾:

„Eine Beanstandung wegen Glycerinzusatzes ist dann angezeigt, wenn bei einem 0,5 g in 100 ccm Wein übersteigenden Gesamtglyceringehalte

1. der Extraktrest (Extrakt vermindert um die nichtflüchtigen Säuren) zu mehr als $\frac{2}{3}$ aus Glycerin besteht, oder
2. bei einem Verhältnisse von Glycerin zu Alkohol von mehr als 10:100 der Gesamtextrakt nicht mindestens 1,8 g in 100 ccm oder der nach Abzug des Glycerins vom Extrakte verbleibende Rest nicht 1 g in 100 ccm beträgt“.

4. Die schweflige Säure und Schwefelsäure des Weines. Ueber die Einwirkung der beim Einschwefeln der Fässer entstehenden schwefligen Säure auf den Wein vergl. S. 1279. Unter den vielen Weinanalysen (Bd. I, S. 1181 u. ff. sowie S. 1344 u. 1345) sind zahlreiche Bestimmungen von schwefliger Säure in Weinen aufgeführt. Darnach schwankt die Menge der gesammten schwefligen Säure von etwa 1,0—30,0 mg in 100 ccm Wein, von denen aber je nach der Dauer der Lagerung nur 0—15,0 mg durchweg nur 0—4,0 mg ungebunden als freie schweflige Säure im Wein verbleiben, der übrige (fast ganze) Theil in aldehydschweflige Säure übergeht.

¹⁾ Forschungsberichte über Lebensmittel 1897, 4, 329.

²⁾ Vergl. K. Windisch, Die chem. Untersuchung u. Beurtheilung d. Weines, Berlin 1896, 287.

³⁾ Zeitschr. f. analyt. Chemie 1894, 33, 630.

Nach den früheren Vereinbarungen¹⁾ der bayerischen Vertreter der angewandten Chemie soll ein Wein, welcher über 80 mg gesammte schweflige Säure in 1 l enthält, als stark geschwefelt erklärt werden. Ein Gutachten der medicinischen Fakultät der Universität Wien bezeichnet einen Gehalt von mehr als 8 mg an freier und von mehr als 200 mg gebundener (Aldehyd-) schwefliger Säure in 1 l als nicht mehr zulässig; Medicinalweine sollen völlig frei von schwefliger Säure sein. Nach einer Verordnung der Kgl. serbischen Regierung soll der Wein nicht mehr als 20 mg, nach einem Gutachten des Kgl. ungarischen Landessanitätsrathes nicht mehr als 30 mg schweflige Säure in 1 l enthalten. Die schweizerischen Nahrungsmittelchemiker haben sich den von der Wiener medicinischen Fakultät festgesetzten Grenzzahlen angeschlossen.

Die Ansichten über die zulässige Menge schwefliger Säure im Wein gehen hiernach ziemlich weit auseinander; es kommt hier aber nicht allein die etwaige direkte schädliche Wirkung der schwefligen bezw. aldehydschwefligen Säure in Betracht, sondern vor allen Dingen auch die durch das übermässige Schwefeln bedingte unnatürliche Entwicklung des Weines, deren gesundheitsnachtheilige Wirkung sich schwer abschätzen lässt, aber noch grösser sein kann, als die der schwefligen Säure selbst (vergl. S. 1266).

Ein Theil der schwefligen Säure wird auch, wie wir dort (S. 1265) gesehen haben, in Schwefelsäure übergeführt und kann den Gehalt hieran, der für gewöhnlich 0,012 bis 0,030 g in 100 ccm Wein beträgt, in unnatürlicher Weise erhöhen. Noch stärker aber wirkt das Gypsen des Weines, besonders des Mostes (S. 1262) auf eine Erhöhung des Schwefelsäuregehaltes; aus dem Grunde hat auch das neue Weingesetz vom 24. Mai 1901 wiederum vorgesehen, dass ein Rothwein, bei welchem das Gypsen vorwiegend üblich ist, nicht mehr als 0,092 g Schwefelsäure (SO_3) bzw. 0,200 g neutrales Kaliumsulfat (K_2SO_4) in 100 ccm Wein (oder 0,92 g Schwefelsäure = 2,0 g Kaliumsulfat in 1 l) enthalten darf. Von dieser Bestimmung sind jedoch solche Rothweine, welche als Dessertweine (Süd-Süssweine) ausländischen Ursprungs in den Handel kommen, ausgenommen.

5. Nach S. 1280 schwankt der Gehalt des Weines an Chlor von 0,001—0,030 g für gewöhnlich nur von 0,002—0,010 g (= 0,0035—0,0173 g Chlornatrium) in 100 ccm Wein. Unter Umständen jedoch kann der Gehalt z. B. in Wein, der von an der Meeresküste gewachsenen Reben gewonnen ist, nach Fr. Turié²⁾ auf 0,111 g bis 0,451 g Chlornatrium in 100 ccm Wein steigen.

Rösler fand in ungarischen Landweinen bis 0,0653 g Chlor in 100 ccm. Diese Verhältnisse sind zu berücksichtigen, wenn es sich um die Frage handelt, ob in einem Wein, sei es durch Anwendung eines kochsalzreichen Wassers (beim Gallisiren) oder durch Anwendung kochsalzhaltiger Schönungsmittel (Eiweiss oder Hausenblase) eine künstliche Erhöhung des Chlor- (bezw. Kochsalz-) Gehaltes stattgefunden hat. Nach den Vereinbarungen im Kaiserlichen Gesundheitsamte von 1884 sowie nach den Wiener Beschlüssen von 1890 sollen Weine mit mehr als 0,030 g Chlor oder 0,050 g Chlornatrium in 100 ccm Wein zu beanstanden sein; in Frankreich ist die höchste zulässige Menge Kochsalz auf 0,1 g, in Spanien auf 0,2 g in 100 ccm Wein festgesetzt. Jedenfalls muss man, wie K. Windisch

¹⁾ Bericht über d. 9. Versammlung d. freien Vereinig. Bayer. Vertr. der angew. Chemie in Erlangen 1890. Berlin 1890.

²⁾ Journ. pharm. chim. 1894, [5], 30, 151.

richtig hervorhebt, von einem gewöhnlichen Wein mit aussergewöhnlich hohem Kochsalzgehalt verlangen, dass der Gesamtaschengehalt desselben die oben S. 1283 angegebenen niedrigsten zulässigen Aschenmengen um einen entsprechenden Betrag übersteigt; denn sonst würde die für gallisirten Wein festgesetzte Mindestmenge an Mineralbestandtheilen vollständig ihren Zweck verfehlen, da es leicht wäre, den Aschengehalt des Weines auch bei stärkster Verdünnung mit Wasser durch einen Zusatz von Kochsalz auf das gesetzliche Mindestmaass zu bringen.

Einer besonderen Erwähnung bedürfen noch die lange Zeit gelagerten Weine. C. Schmitt (Bd. I, S. 1244) untersuchte 52 solche, ohne Zweifel reine Weine des herzogl. nassauischen Kabinetkellers aus den Jahren 1706—1880 und fand darin für 100 ccm g:

Spec. Gewicht	Extrakt	Gesamt-Säure = Weinsäure	Weinsäure im Ganzen	freie Weinsäure	Weinstein	Zucker	Gerbstoff	Stickstoff	Glycerin	Mineralstoffe
0,9963	3,76	0,57	0,170	0,033	0,139	0—	0,015	0,017	1,03	0,178
-1,0044	-11,62	-0,79	-0,396	-0,141	-0,368	0,706	-1,071	-0,078	-2,45	-0,340
Kali	Natron	Kalk	Eisenoxyd	Phosphorsäure	Schwefelsäure	Chlor	Aldehydschweflige Säure			
0,066	0,002	0,001	Spur	0,035	0,019	0,0014	Spur			
-0,144	-0,008	-0,014	-0,0074	-0,084	-0,090	-0,0106	-0,0260			

Wir sehen hier die vorhin geschilderten Verhältnisse besonders stark hervortreten; das Verhältniss von Alkohol zu Glycerin geht bei dem ältesten Wein mit 3,76 g Alkohol bis auf 100:30 hinauf; die schweflige Säure war in den alten Weinen ganz an Aldehyd gebunden.

E. v. Raumer¹⁾ fand in einem 1894 untersuchten, aus dem Jahre 1719 stammenden Wein in Folge Verdunstung wegen mangelhaften Verschlusses der Flaschen überhaupt nur mehr Spuren Alkohol, dagegen noch 1,93 g Extrakt, 0,54 g Gesamt-Säure = Weinsäure, 0,09 g Weinstein, 0,12 g Weinsäure, 0,837 g Glycerin, 0,033 g flüchtige Säure = Essigsäure und 0,195 g Mineralstoffe.

Das Verbessern, Vermehren und Verfälschen des Weines.

Nicht immer lassen sich aus den natürlichen Mosten, sei es wegen zu hohen Säure- oder zu niedrigen Zuckergehaltes, trinkbare Weine herstellen. Es sind in Folge dessen mehrere Verfahren in Gebrauch, welche darauf hinauslaufen, einerseits die Moste bzw. Weine zu verbessern, andererseits aber auch dieselben gleichzeitig zu vermehren.

Bei Beurtheilung dieser Behandlungen ist zunächst zu berücksichtigen, dass für „Naturweine“ die oben S. 1283 angeführten Grenzzahlen nach dem neuen Weingesetz nicht gelten; diese Weine, wie sie z. B. häufig bei Rothweinen aus „Portugieser Trauben“ (in der Pfalz) oder bei Klaretweinen (vorwiegend aus dem Saft des Beerenfleisches) gewonnen werden, dürfen verkauft und als Naturwein bezeichnet werden, selbst wenn sie den Gehalt an Extrakt und Mineralstoffen nicht erreichen. Freilich wird der nachträgliche Beweis für die Naturreinheit eines Weines stets schwer zu erbringen sein.

Auch ist der künstlichen Behandlung des Traubensaftes und seines Erzeugnisses eine Grenze gesetzt. Die Behandlungen müssen nach § 4 des Gesetzes geeignet sein, den Wein wirklich zu verbessern, ohne seine Menge erheblich zu vermehren; auch darf der gezuckerte Wein seiner Beschaffenheit und seiner Zusammensetzung nach, namentlich auch in seinem Gehalt an Extraktstoffen und Mineralbestandtheilen, nicht unter

¹⁾ Chem. Centralbl. 1894, II, 498.

den Durchschnitt der ungezuckerten Weine des Weinbaugebietes, dem der Wein nach seiner Benennung entsprechen soll, herabgesetzt werden.

Dann aber kommen noch unerlaubte Weinbehandlungen in Betracht, deren Handhabungen als Verfälschungen beurtheilt werden müssen. Man kann daher die künstlichen Weinbehandlungsverfahren eintheilen in solche, die nach dem deutschen Weingesetz vom 24. Mai 1901 erlaubt, und in solche, die nicht erlaubt sind¹⁾.

I. Erlaubte Weinbehandlungen zur Verbesserung und Vermehrung des Weines.

Man kann diese Verfahren wieder eintheilen in solche, welche eine Verbesserung ohne gleichzeitige Vermehrung und solche, welche eine Verbesserung und gleichzeitige Vermehrung des Weines anstreben.

a) Verfahren, durch welche lediglich eine Verbesserung des Weines ohne Vermehrung desselben erzielt werden soll. Hierzu gehören:

1. Die anerkannte Kellerbehandlung, unter welcher solche Behandlungen zu verstehen sind, die als das Ergebniss einer langjährigen Erfahrung oder einer allgemein als wirtschaftlich zulässig erachteten neuen wissenschaftlichen oder praktischen Errungenschaft in einer Weingegend oder anderwärts mehr oder weniger geübt werden und zu Bedenken in gesundheitlicher Beziehung einen Anlass nicht geben.

Als erlaubte Mittel der Kellerbehandlung führt das Gesetz auf: die mechanisch wirkenden Klärmittel (Eiweiss, Gelatine, Hausenblase und dergl.), ferner Tannin, Kohlensäure, schweflige Säure oder daraus entstandene Schwefelsäure, selbst wenn durch die Anwendung dieser Mittel geringe Mengen derselben in den Wein gelangen sollten.

Auch die Verwendung von Alkohol zum Spülen der Weinflaschen und Rothweinfässer — welche letztere nicht geschwefelt werden können — ist erlaubt, jedoch mit vollem Recht nur so weit, dass dadurch nicht mehr wie 1 Volumprocent Alkohol in den Wein gelangt. Ausgenommen hiervon sind die ausgesprochenen Dessert- (Süd-, Süss-) Weine, welche nach vollendeter Gährung, also als fertige Weine, einen ausgeprägt süssen Geschmack besitzen. Die ebenfalls noch süss schmeckenden rheinischen Ausleseweine, sowie gewöhnliche ausländische Tisch- bzw. Trinkweine [z. B. französischer Rothwein²⁾], unterliegen den neuen gesetzlichen Bestimmungen.

2. Die Vermischung (Verschnitt) von Wein mit Wein. Die Vermischung von unverfälschten Weinen derselben Weingattung, z. B. von Weisswein mit Weisswein, verfolgt den Zweck, stets einen Wein von derselben Beschaffenheit herzustellen; sie ist daher als zweckmässig gestattet. Aber es darf auch Rothwein mit Weisswein verschnitten werden, weil viele, besonders ausländische Rothweine, häufig so herbe sind, dass sie für sich allein nicht getrunken werden können oder doch nicht zusagen. Derartige Erzeugnisse dürfen wohl als „Rothwein“, nicht aber als „deutscher Rothwein“ oder gar (nach dem Weinbaugebiet) als z. B. „Ahrwein“ etc. verkauft werden.

3. Die Entsäuerung mittels reinen gefällten kohlensauren Kalkes. Derselbe bewirkt eine Bindung der freien Weinsäure, indem sich unlöslicher weinsaurer Kalk, der sich ausscheidet, und freie Kohlensäure bilden, die entweicht. Um den Säuregehalt von 1 Thl. in 1000 Thln. Wein oder Most (1 ‰) zu entfernen, sind nach P. Kulisch auf 100 l Wein 66 g reines Calciumkarbonat erforderlich, für 2 ‰ 132 g, für 3 ‰, 198 g u. s. f. Zu beachten ist hierbei jedoch, dass das Calciumkarbonat frei von Magnesiumkarbonat ist und weiter im aufgeschlammten d. h. mit Wasser angerührten Zustande sowie höchstens in einer

¹⁾ Sehr sachgemässe Schriften über diese Fragen sind: K. Windisch, Weingesetz, Berlin 1902 und P. Kulisch, Anleitung zur sachgemässen Weinverbesserung, Berlin 1903.

²⁾ Die französischen Rothweine wurden früher häufig mit Spirit versetzt und darauf mit Wasser verdünnt. Dieses Verfahren, „Mouillage“ genannt, ist jetzt nicht mehr gestattet.

Menge von 130 g auf 100 l Wein zugesetzt werden soll. Denn stark saure Weine enthalten durchweg auch viel freie Aepfelsäure, die mit dem Calciumkarbonat leicht lösliches Calciummalat bildet, welches sich nur zum geringen Theil ausscheidet, grösstentheils im Wein gelöst bleibt, den Kalkgehalt desselben also wesentlich erhöht, wodurch der Geschmack und die Güte beeinträchtigt werden. Dazu kommt, dass die Säure die Natur eines Weines mitbedingt und nicht alle Weine auf gleich hohen Säuregehalt gebracht werden dürfen, wenn sie ihre Eigenart nicht vollständig einbüßen sollen. Auch verschwindet bei der Gährung und Lagerung der Weine ein erheblicher Theil, selten weniger als 3‰, durchschnittlich 4–6‰ von selbst. Diese Säureverminderung kann durch richtige Warmhaltung des Gährraumes — am besten ist etwa 15° — sowie durch häufiges Aufrühren der Hefe nach Beendigung der Hauptgährung unterstützt werden. Wenn sich die Beobachtung A. Koch's¹⁾, wonach die Säureverminderung durch Bakterien bewirkt werden soll, bestätigt, so würde man durch Anwendung von Reinkulturen dieser Bakterien den Säuregehalt der Weine ebenfalls herabzusetzen im Stande sein. Bei Mosten mit weniger als 1,0‰ Säure ist unter Beachtung dieser Verhältnisse eine Entsäuerung überhaupt nicht nothwendig.

Einige von R. Kayser (Bd. I, S. 1352) über den Einfluss des Entsäuerns mit Calciumkarbonat auf den Wein ausgeführte Untersuchungen zeigen, dass dadurch der Gehalt an Gesamtsäure wesentlich herabgemindert, der an Extrakt ebenfalls in Folge dessen etwas vermindert, das Verhältniss der übrigen Bestandtheile zu einander aber nicht verschoben wird; nur findet eine geringe Zunahme an Mineralstoffen statt, welche vorwiegend durch einen höheren Gehalt an Kali hervorgerufen wird.

4. Die Trockenzuckerung d. h. der Zusatz von technisch reinem Rohr-, Rüben- oder Invertzucker, technisch reinem Stärkezucker ohne gleichzeitige Verdünnung mit Wasser; durch diesen Zusatz soll der Most auf den richtigen Zucker- und dementsprechend der Wein auf einen Alkoholgehalt gebracht werden, den er für gewöhnlich hat.

Es wird aber nicht nur ein alkoholreicherer, stärkerer Wein, sondern auch gleichzeitig erzielt, dass der aus dem natürlichen Most erhaltene alkoholarme, aber säurereiche Wein runder und milder im Geschmack — in der Praxis auch „süss“ genannt — wird, weil sowohl der aus dem Zucker gebildete Alkohol als auch das gleichzeitig entstehende Glycerin die Säuren des Weines geschmacklich verbessern. Ausserdem erhöht der höhere Alkoholgehalt die Haltbarkeit des Weines und bei Rothweinen auch die bessere Auslaugung des Gerb- und Farbstoffes sowie eine beständigere Farbe.

Um die zuzusetzende Zuckermenge zu berechnen, bedient man sich beim Most durchweg der Oechsle'schen Mostwaage, deren Grade angeben, um wie viele Gramm 1 l Most schwerer ist als 1 l Wasser²⁾. Um das Mostgewicht um 1° zu erhöhen, ist nach P. Kulisch auf 100 l Most fast genau $\frac{1}{4}$ kg Zucker erforderlich. Man findet also, wieviel kg Zucker man dem Most zusetzen muss, indem man feststellt, um wie viele Grade Oechsle man das Mostgewicht erhöhen will, und diese Zahl durch 4 dividirt. Will man z. B. einen Most von 65° Oechsle auf 80° bringen, so hat man $\frac{80-65}{4} = \frac{15}{4} = 3,75$ kg Zucker auf 100 l Most oder 37,5 kg auf 1000 l oder 45,0 kg Zucker auf 1 Stück Most zuzusetzen und dieser

¹⁾ Weinbau u. Weinhandel 1900, 18, 395 u. ff.

²⁾ Ein Most von 78° Oechsle bedeutet also einen Most, dessen Litergewicht 1078 g ist, also 78 g mehr als 1 l Wasser. Um aus den Oechsle-Graden annähernd den Zuckergehalt des Mostes zu berechnen, theilt man die Grade durch 4 und zieht von der so erhaltenen Zahl in geringen Jahren 3, in guten Jahren 2 (für die Nichtzuckerstoffe) ab. Ein Mostgewicht von 80° Oechsle würde also im Hektoliter in guten Jahren $\frac{80}{4} - 2 = 18$ kg, in schlechten Jahren dagegen $\frac{80}{4} - 3 = 17$ kg Zucker bedeuten.

⁴⁾ Der Alkoholgehalt, den ein Most von bestimmten Oechsle-Graden liefert, berechnet sich annähernd dadurch, dass man die Oechsle-Grade durch 10 dividirt. Ein Most von 87° Oechsle wird daher einen Wein von annähernd 8,7 g Alkohol in 100 ccm Wein liefern.

Most liefert dann einen Wein von 8,0 g Alkohol in 100 ccm. Selbstverständlich muss das Mostgewicht vor Beginn der Gärung ermittelt werden; bei Rothweinen, bei denen die Maische vergohren wird, erhält man den klaren Most, indem man Theile der Maische durch ein Seih Tuch filtrirt und dabei berücksichtigt, dass 100 l Rothweinaische bei deutschen Rothweintruben etwa 80 l Most entsprechen. Hat man daher z. B. 900 l Rothweinaische, so entsprechen diese etwa 720 l Most; wiegen diese etwa 76° Oechsle und will man diese auf 95° erhöhen, so hat man auf 100 l Most $\frac{19}{4} = 4,75$ kg Zucker, also auf 720 l $4,75 \times 7,2 = 34,2$ kg Zucker zuzusetzen. Den Zucker streut man entweder in die Maische oder löst ihn wie bei Weissweinsten durch Einhängen des Zuckerkorbes in die Maische bzw. den Most oder in Antheilen des Mostes auf, fügt diese wieder zu und mischt.

Als Zucker sollen für bessere Rothweine nur Kandis und Krystallraffinade verwendet werden; für gewöhnliche Weine reichen auch die reinsten Sorten ungebläuten Hut-zuckers oder die reinsten Sorten des Kornzuckers aus; jedoch sind alle unreinen, noch stark nach Melasse riechenden Zuckersorten, auch die gelben Kolonialzucker von der Verwendung auszuschliessen. Der flüssige Invert- oder Fruchtzucker bietet keine Vortheile vor dem Rohrzucker, ist aber um etwa $\frac{1}{4}$ theurer. Kartoffel- oder Stärkezucker empfiehlt sich nicht, weil er in der dem Wein genügenden Beschaffenheit zu angemessenen Preisen bis jetzt nicht im Verkehr ist.

Man bezeichnet 2,5 kg Zucker auf 100 l Most als eine mässige, 4 kg als eine mittelstarke und 6 kg Zucker auf 100 l Most als eine sehr starke Zuckerung. Es empfiehlt sich die Erhöhung des Mostgewichtes auf 95° Oechsle höchstens bei Rothweinen vorzunehmen. Da die Hefe schon bei 12 g, unter Umständen sogar bei 10 g Alkohol in 100 ccm zu wachsen aufhört, so ist dem Zuckerzusatz an sich eine Grenze gesetzt, weil sonst unvergohrener Zucker im Wein verbleiben und ein Gehalt von 10 g Alkohol in 100 ccm für gewöhnliche Weine sogar fehlerhaft sein würde.

Weiter ist zu beachten, dass durch den Zuckerzusatz auch ohne Wasserzusatz eine geringe Vermehrung des Weines statthat, nämlich nach P. Kulisch um 0,6 l auf je 1 kg Zucker, so dass bei einem Zusatz von 5 kg Zucker zu 100 l Most $100 + 0,6 \times 5 = 103$ l gezuckerter Most erhalten werden.

Welchen Einfluss der Zusatz von Zucker allein zum Most auf die Zusammensetzung hat, zeigen folgende von P. Kulisch ausgeführte Analysen von Weinen, die ungezuckert und in den Grenzen der Erhöhung des Mostgewichtes von 17,2—26,1° Oechsle gezuckert worden waren; 100 ccm Wein enthielten im Mittel von je 4 Versuchen:

Wein:	Alkohol	Extrakt nach Abzug der Säure	Glycerin	Zucker
Ungezuckert	5,28 g	1,549 g	0,528 g	0,126 g
Gezuckert	8,14 „	1,779 „	0,719 „	0,109 „

Ueber weitere Versuche mit Zusatz von Zucker allein vergl. Bd. I, S. 1351 und 1369. Bei richtiger Zuckerung bleibt daher kein Zucker unvergohren.

Bei Verwendung von anderen zuckerhaltigen Stoffen z. B. Auszügen von trocknen Früchten, selbst von eingedicktem Most zur Zuckerung darf nach dem neuen Weingesetz das erzielte Getränk nicht mehr „Wein“ benannt werden, sondern gehört in die Gruppe der Kunstweine.

Mitunter wird mit der Trockenzuckerung auch noch gleichzeitig eine Entsäuerung des Mostes oder auch des Weines mittels Calciumkarbonats verbunden, welches Verfahren nach dem Urheber desselben, dem französischen Chemiker und Minister Chaptal, das „Chaptalisiren“ genannt wird, deren Herstellung überhaupt verboten ist.

b) Verbesserung des Weines mit gleichzeitiger Vermehrung desselben. Dieses Verfahren ist in Jahren und Lagen mit zuckerarmen und säurereichen Weinen am meisten in Gebrauch und wird nach dem Urheber desselben, Gall, das Gallisiren ge-

nannt. Es bezweckt, den Säuregehalt durch Zusatz von Wasser zu vermindern, gleichzeitig aber durch den Zusatz von Zucker das Mostgewicht behufs Erzielung einer grösseren Menge Alkohol im Wein wieder zu erhöhen. Hat z. B. ein Naturmost 14‰ Säure und 60° Oechsle, so kann man nach P. Kulisch als wahrscheinlich annehmen, dass hiervon etwa 6‰ auf natürliche Weise bei der Haupt- und Nachgärung aus dem Wein verschwinden. Soll nun solcher Most auf 6‰ Säure und 75° Oechsle gebracht werden, so sind zunächst, um 100 l Wein mit 6‰ Säure zu erhalten, $\frac{100 \times 6}{14-6} = \frac{600}{8} = 75$ l Most mit 25 l Wasser zu mischen.

Von diesem Gemisch bestimmt man dann das Mostgewicht oder kann es auch aus dem ursprünglichen Mostgewicht nach der Gleichung $\frac{60 \times 75}{100} = 45^\circ$ Oechsle berechnen. Um hieraus Most von 75° Oechsle zu erhalten, also das Mostgewicht um 30° zu erhöhen, hat man nach oben (S. 1291) $\frac{30}{4} = 7,5$ kg Zucker auf 100 l der Mischung von Most und Wasser zuzusetzen.

Berechnet man die Menge des zuzusetzenden Wassers und Zuckers vorher, so löst man den Zucker zweckmässig in dem Wasser auf und setzt das „Zuckerwasser“ zu.

Bezüglich der anzuwendenden Zuckerarten und sonstiger Gesichtspunkte gilt dasselbe, was unter Trockenzuckerung ohne Wasserzusatz gesagt ist. Besonders ist zu beachten, dass nicht bei allen Weinen der Säuregehalt auf dieselbe unterste Menge herabgemindert, sondern diese der Art des Weines angepasst werden muss. Auch darf der Zusatz des Zuckerwassers zum Moste nur geschehen, um

- a) den Wein zu verbessern, d. h. also bei sehr säurereichen und zuckerarmen Weinen. Das wird sich nur von Fall zu Fall beurtheilen lassen und wird man vorwiegend auf den Säuregehalt Rücksicht nehmen und feststellen müssen, ob eine Herabminderung desselben nöthig war.
- b) Die Menge des Weines darf durch den Zusatz der wässerigen Zuckerlösung nicht erheblich vermehrt werden.

Ein Vergehen gegen diese Forderung nachzuweisen, ist noch schwieriger, als das gegen die Verbesserung ohne gleichzeitige Vermehrung. In sehr schlechten Jahren müssen vielleicht, um die sehr minderwerthigen Moste überhaupt verwerthen zu können, 50%, in anderen Jahren und Lagen nur 10—25% Zuckerwasser zugesetzt werden, um ein brauchbares Getränk zu erzielen. Im Allgemeinen setzt sich die Vermehrung des Weines von selbst eine Grenze; denn durch den Zusatz des Zuckerwassers wird nicht nur die Säure vermindert, sondern werden auch alle anderen Stoffe, welche, wie Extrakt- und Bouquetstoffe, den Werth des Weines mitbedingen, verdünnt und in Folge der Verschiebung in den Mengen-Verhältnissen der einzelnen Weinbestandtheile zu einander werden Weine von sehr unnatürlicher und geringer Beschaffenheit erhalten. Auch wird durch eine zu starke Streckung die Gärung ungünstig beeinflusst. P. Kulisch glaubt daher, dass man zur nothwendigen Verbesserung auf 100 l Most, um die Natur eines Weines einigermaßen zu wahren, höchstens 20—25 l Zuckerwasser zusetzen solle und dass diese Menge auch ausreiche, 12—14‰ Säure in Mosten genügend zu verdünnen. Da aber in schlechten Jahren Moste mit bis 18‰ Säure vorkommen, so würde man diese oder die daraus erzielten Weine mittels reinen gefällten Calciumkarbonats weiter entsäuern müssen.

- c) Der gezuckerte Wein darf seiner Beschaffenheit und Zusammensetzung nach, namentlich auch in seinem Gehalt an Extraktstoffen und Mineralbestandtheilen, nicht unter den Durchschnitt der ungezuckerten Weine des Weinbaugebietes, dem der Wein nach seiner Benennung entsprechen soll, herabgesetzt werden.

Was die Beschaffenheit eines Weines anbelangt, so lässt sich dieselbe bis jetzt sicherer durch die Zunge und Nase als durch die chemische Analyse feststellen. Aber die Kost- und Geruchsprobe durch einen praktischen Sachverständigen soll nach K. Windisch nie allein entscheidend sein, weil das subjektive Empfinden sehr unsicher ist und

von einem „Durchschnitt“ des Geruches und Geschmackes der Weine eines Weinbaugebietes nicht gesprochen werden kann. Das Gutachten eines praktischen Weinkosters soll nur dann mit herangezogen werden, wenn die Beurtheilung auf Grund der übrigen Handhaben des Gesetzes zweifelhaft ist, aber der Verdacht einer Gesetzesübertretung bestehen bleibt.

Anders aber ist es mit der Ermittlung der Zusammensetzung sowie des Gehaltes an Extraktstoffen und Mineralbestandtheilen, wofür die S. 1283 aufgeführten Grenzwerte aufgestellt sind. Letztere haben nicht etwa die Bedeutung, dass eine weinartige Flüssigkeit, welche in dem Gehalt an Extrakt und Mineralstoffen den gesetzlichen Vorschriften entspricht, auch „Wein“ genannt werden darf; was unter „Wein“ zu verstehen ist, geht deutlich aus dem Gesetz hervor und um dieses nöthigenfalls durch die chemische Untersuchung festzustellen, müssen ausser Extrakt, Säure und Mineralstoffen nicht allein Farbe, Reaktion, Geruch und Geschmack, sondern alle sonstigen wesentlichen Bestandtheile des Weines mit herangezogen werden.

Weiter ist zu beachten, dass die vom Bundesrath auf Grund des § 20 unter b) des neuen Weingesetzes in den Ausführungsbestimmungen vom 2. Juli 1901 festgesetzten Grenzwerte für den Gehalt der gallisirten Weine an Extrakt- und Mineralstoffen nicht eigentlich als Durchschnittswerte im gewöhnlichen Sinne des Wortes, sondern im Wesentlichen als unterste Grenzwerte aufzufassen sind, die bei nichtgezuckerten Weinen in der Regel beobachtet werden. Aus dem Grunde sind auch für Weiss- und Rothweine getrennte Grenzwerte aufgestellt. Dabei sind unter „Säure“ Gesamtsäuren (freie + halbgebundene Säure) zu verstehen und darf von dem im Wein noch etwa vorhandenen Zucker nur 0,1 g in 100 ccm Wein dem Extrakt zugerechnet werden; der 0,1 g in 100 ccm Wein übersteigende Zuckergehalt ist von dem ermittelten zuckerhaltigen Extrakt in Abzug zu bringen, also wenn 0,35 g Zucker gefunden sind, müssen 0,25 g vom Gesamtextrakt abgezogen werden.

Von einschneidender Bedeutung gegenüber früher ist die Bestimmung des § 3 Absatz 2 des neuen Weingesetzes, wonach das Feilhalten und Verkaufen aller gallisirten Weine, welche den Vorschriften des § 2 No. 4 (d. h. den Grenzzahlen) nicht genügen, ganz und gar verboten ist, selbst unter wahrheitsgetreuer Deklaration des Gallisirens. Solche Weine sind als „Kunstweine“ zu behandeln d. h. wenn sie mit Zuckerwasser versetzt und keine nachweislichen Naturweine sind (vergl. S. 1293).

Hiermit ist auch der sog. Rückverbesserung, dem Umgähren eine Grenze gesetzt. Hierunter versteht man die abermalige Vergärung des Weines nach Zusatz von Zuckerwasser nach denselben Grundsätzen, welche bei dem verbesserungsbedürftigen Most beachtet werden. Hierbei können nach P. Kulisch die Wein-Reinhefen zwar gute Dienste leisten, indess kann die Gärung, weil die Nährstoffe des Mostes für die Hefe fehlen, nie eine regelrechte werden und sind die Umgärungen gegen nachtheilige Einflüsse ausserordentlich empfindlich. Wenn es somit auch möglich sein sollte, überstreckte Weine durch Umgähren rückzubessern, d. h. auf die gesetzlichen Grenzzahlen zu bringen, so sind diese Erzeugnisse, wie K. Windisch hervorhebt, doch keine Weine (vergohrener Traubensaft) mehr im Sinne des Weingesetzes (§ 1) und dürfen auch nicht mal mehr zum Verschnitt mit anderem Wein verwendet werden; denn es darf nur Wein mit Wein vermischt werden.

Um daher überstreckte Weine verkäuflich zu machen, ohne gegen das Weingesetz zu verstossen, bleibt nur übrig, sie mit besserem und gehaltreicheren Wein zu verschneiden. Zu demselben Zweck soll auch ohne Zweifel der im Handel angebotene Gallisir-Extrakt dienen, der nach Bd. I, S. 1361 enthält 6,20 Vol.-% Alkohol, 36,44 % Extrakt, 28,50 % Weinsäure und 0,16 % Mineralstoffe in 100 ccm. Selbstverständlich ist die Anwendung solcher Mittel, um den Wein „analysenfest“ zu machen, nicht gestattet.

Einige von gallisirten Weinen ausgeführte Untersuchungen (Bd. I, S. 1350) zeigen, dass dadurch der Säuregehalt selbstverständlich herabgemindert, der Alkoholgehalt dagegen wesentlich erhöht werden kann, während, weil der zugesetzte Zucker im Wesentlichen vergährt, der Extrakt gegenüber dem aus natürlichem Most hergestellten Weine eher eine Ab-

als Zunahme erfährt; nur bei Anwendung von dextrinhaltigem Stärkezucker, — die indess verboten ist —, würde auch hieran eine Erhöhung eintreten. Der Gehalt an Glycerin nimmt entsprechend der durch den Zuckerzusatz bewirkten stärkeren Gährung zu, indess steht die Zunahme nicht immer im Verhältniss zu der des Alkohols. R. Kayser konnte in 13 von 18 darauf untersuchten gallisirten Weinen Salpetersäure nachweisen und diese Weine enthielten 0,006—0,020 g, im Mittel 0,0113 g Chlor in 100 ccm Wein, während bei den übrigen Weinen, bei denen sich keine Salpetersäure nachweisen liess, der Chlorgehalt 0,001—0,007 g, im Mittel 0,0034 g in 100 ccm betrug.

Die in vorstehender Weise gewonnenen Weine dürfen nach § 4 des neuen Weingesetzes nicht als Naturwein oder unter anderen Bezeichnungen feilgehalten und verkauft werden, welche die Annahme hervorzurufen geeignet sind, dass ein derartiger Zusatz nicht gemacht ist. Gallisirter Wein darf, sofern er den Vorschriften des § 2 No. 4 genügt, nur unter der Bezeichnung „Wein“ in den Handel gebracht werden, aber ohne dass eine besondere Kennzeichnung des Zucker- bzw. Zuckerwasserzusatzes erforderlich ist.

II. Unerlaubte bzw. verbotene Herstellungsverfahren für Traubenwein.

Diese an sich verbotenen Verfahren sind in § 3 des neuen Weingesetzes aufgeführt und betreffen die Kunstweine; dieselben dürfen auch nicht unter einer ihre Beschaffenheit kenntlich machenden Bezeichnung in den Handel gebracht oder zum Verschneiden von Wein verwendet werden. Die Trester und Rosinen dürfen jedoch wie bisher zur Herstellung von Gährungserzeugnissen zum Zwecke der Destillation, d. h. zur Bereitung von Kognaks, verwendet werden, aber nur unter steueramtlicher Kontrolle, d. h. schon die Herstellung der genannten Kunstweine muss in den Brennereien unter steueramtlicher Aufsicht geschehen. Nach dem neuen deutschen Weingesetz werden von dem Verbot der Herstellung getroffen bezw. sind unerlaubte Zusatzmittel:

1. Der Trester- oder petiotisirte Wein. Die ganz oder theilweise entmosteten Trauben bzw. die Trester wurden und werden vielfach nach dem Umstechen oder Umscheitern mit Wasser versetzt, ausgelaugt und durch Gährenlassen des Auszuges zur Herstellung eines minderwerthigen Weines, Hanstrunkes (*Vino piccolo*, Nachwein oder Hansel) mit nur 3—4% Alkohol, benutzt. Diese Art Weine, auch die aus dem Auslande eingeführten Weine dieser Art, dürfen nicht mehr feilgehalten oder verkauft werden.

Andererseits werden die Trester nach dem von dem burgundischen Gutsbesitzer Petiot angegebenen Verfahren mit Zuckerwasser (oder auch Sprit) versetzt und zum zweiten und wiederholten Male der Gährung unterworfen und so immer noch Weine erhalten, welche den aus natürlichem Most gewonnenen Weinen mehr oder weniger ähnlich sind.

Das Petiotisiren findet vorwiegend in Frankreich eine ausgedehnte Anwendung. Ein grosser Theil des aus Frankreich zu uns kommenden dickrothen Weines wird in der Weise gewonnen, dass man den Trestern gleich etwas Malvenblüthen (oder auch Heidelbeeren) zusetzt und sie dann mit Zuckerwasser übergiesst. Bei der Darstellung von petiotisirten Weinen finden übrigens häufig auch Zusätze von Tannin, Glycerin, Weinstein, Weinsäure etc. statt.

Das Feilhalten und Verkaufen dieser Art Weine ist ebenso wie der Aufguss von Wasser oder Zuckerwasser auf ganze Trauben oder die volle Traubenmaische bei der Weissweibereitung — nicht aber bei der Rothweibereitung (vergl. S. 1292) — verboten; dagegen ist die Trockenzuckerung der Weissweibmaische nicht ausdrücklich verboten, auch nicht Weissweimost oder Weisswein über fremden Trestern vergähren zu lassen, ein Verfahren, welches vielfach angewendet wird, um kranke Weine wieder aufzubessern. Ferner wird das Auslaugen der Trester mit Most oder Wein, um letzteren zu verbessern, von § 3 des Weingesetzes nicht getroffen. Für die Schillerweine ist ebenfalls keine Bestimmung getroffen; sie werden naturgemäss den Rothweinen gleich zu erachten sein. Im Mittel mehrerer Analysen (Ed. I, S. 1357—1361) wurde für Tresterwein (d. h. aus mit Rohr-

zuckerwasser vergohrenen Trestern) und den natürlichen, aus dem hierzu gehörigen Most gewonnenen Wein folgende vergleichende Zusammensetzung für 100 ccm Wein gefunden:

Wein:	Alkohol	Extrakt	Gesamt-Säure	Weinstein	Zucker	Farb- u. Gerbstoff	Glycerin	Mineralstoffe	Kali	Phosphorsäure
Natürlicher	9,28 g	2,76 g	0,92 g	0,285 g	0,34 g	0,139 g	0,86 g	0,256 g	0,103 g	0,031 g
Trester- . .	7,98 "	1,86 "	0,50 "	0,175 "	0,26 "	0,072 "	0,68 "	0,156 "	0,082 "	0,014 "

Ebenso ergaben 2 Mostweine 0,189 g, die entsprechenden 2 Tresterweine nur 0,042 g Stickstoff-Substanz, also letztere an allen eigentlichen Weinextraktbestandtheilen weniger als die entsprechenden natürlichen Mostweine. Nach M. Barth¹⁾ enthalten Tresterweine im Verhältniss zum Gesamt-Extrakt mehr Gerbsäure als Weine, welche aus Mosten durch regelrechte Kellerbehandlung gewonnen sind. Bei letzteren verbleiben nach Abzug der 5-fachen Menge des Gerbstoffgehaltes als Rest noch mindestens 1,5 g Extrakt in 100 ccm Wein. Weine, welche nach Abzug der 5-fachen Menge des Gerbstoffgehaltes vom Extrakt weniger als 1,5 g Extraktrest zeigen, sind als Tresterweine oder als Verschnitte von Wein mit Tresterweinen oder als übermässig verlängerte, über Trestern vergohrene Weine anzusehen.

2. Hefenwein. Man unterscheidet Hefenpresswein und Hefenwein schlechtweg.

a) Hefenpresswein, erhalten durch Auspressen der Weinhefe; er ist Wein im Sinne des Gesetzes, falls der Wein, aus dem er gewonnen, ein solcher war, und wird daher von der gesetzlichen Bestimmung nicht getroffen; er ist aber wegen seines durchweg kratzenden und fuseligen Geschmacks von geringem Werth.

b) Hefenwein schlechtweg. Er wird dargestellt durch Vergährenlassen von Zuckerwasser auf Weinhefe. Auf 100 l Zuckerwasser von entsprechender Stärke werden 10—15 l Hefe genommen; zur Ergänzung der fehlenden Säure und des fehlenden Gerbstoffs setzt man auf 1 hl etwa 400 g Weinsäure und 10—15 g Tannin zu.

Die Beschaffenheit dieses Getränkes, eines Kunstweines im eigentlichen Sinne des Wortes wie des Gesetzes, ist nur eine geringe und bleibt weit hinter jener eines richtig dargestellten petiotisirten Weines zurück.

Die Zusammensetzung dieser Erzeugnisse erhellt aus folgenden Zahlen (g in 100 ccm):

Wein:	Anzahl der Analysen	Alkohol	Extrakt	Gesamt-Säure	Flüchtige Säure	Freie Weinsäure	Weinstein	Glycerin	Stickstoff-Substanz	Mineralstoffe	Phosphorsäure	Kali
		g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Hefenpresswein	15	5,72	2,85	0,65	0,152	0,005	0,187	0,57	0,91	0,29	0,066	0,051
Hefenwein	1	5,47	1,48	1,04	—	—	0,384	0,29	—	0,19	—	—

Der Hefenpresswein ist daher besonders durch einen hohen Gehalt an Stickstoff-Substanz, die auch mehr oder weniger Ammoniak enthält, ausgezeichnet.

Ueber die Verwendung des Hefenpress- wie Hefenweines vergl. S. 1258.

3. Rosinen- und Trockenbeerweine sowie aus solchen Früchten hergestellte Weine. Die Rosinenweine werden hergestellt entweder durch Auslaugen des Breies der vorher gewaschenen, zerriebenen Rosinen, oder durch Aufquellenlassen der eingetrockneten Beeren in warmem Wasser und nachträgliche Verarbeitung in derselben Weise, wie man aus frischen Trauben Most gewinnt, oder sie werden an Stelle von Zucker beim Gallisiren oder Petiotisiren oder auch direkt zu zuckerarmen Mosten und Weinen ohne Wasserzusatz zugegeben. Aus 100 kg Rosinen lassen sich mit Hülfe von Wasser 4 hl Wein herstellen; da 100 kg Rosinen etwa 40 M. kosten, so würde der Preis eines solchen Rosinenweines = 10 M. für 1 hl oder = 10 Pfg. für 1 l betragen.

¹⁾ Zeitschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genussmittel 1899, 2, 106.

Die aus Rosinen und Korinthen dargestellten Trockenbeerweine finden aber, abgesehen davon, dass die Herstellung derselben in Deutschland verboten ist, für sich nur eine untergeordnete Verwendung, da sie einen scharfen, süsslichen Geschmack besitzen und ihr Bouquet an getrocknete Weinbeeren erinnert; sie werden daher in der Regel mit geringen, herben und farbreichen Weinen verschnitten. Die Trockenbeerweine pflegen auch durchweg mehr unvergärbaren Zucker sowie mehr Bakterien zu enthalten, als die Weine aus frischen Trauben und sind in Folge dessen auch wenig haltbar.

Die Zusammensetzung derselben ist nach 8 Analysen im Mittel folgende (g in 100 ccm):

Alkohol	Extrakt	Gesamt-Säure	Gesamt-Weinsäure	Zucker	Glycerin	Stickstoff-Substanz	Mineralstoffe	Kali	Phosphorsäure
9,29 g	2,14 g	0,72 g	0,23 g	0,21 g	0,92 g	0,211 g	0,330 g	0,129 g	0,025 g

Die Zusammensetzung der Rosinen- bzw. Trockenbeerweine weicht daher nicht wesentlich von der des Weines aus frischen Trauben ab.

Aber nicht nur die Herstellung von Wein aus Rosinen bzw. Trockenbeeren, sondern auch aus eingedicktem Most und sonstigen getrockneten Früchten wie Datteln, Feigen etc. ist — unbeschadet der Verwendung derselben bei der Herstellung von in den Handel gelangenden Dessertweinen (Süd- und Süssweinen) ausländischen Ursprungs — jetzt in Deutschland verboten; Betriebe, in welchen eine Verwendung für irgend welche Zwecke stattfinden soll, sind von dem Inhaber vor Beginn des Geschäftsbetriebes der zuständigen Behörde anzuzeigen.

Ob auch der sog. „griechische Sekt“, der als ein eingedickter Most (aus frischen Trauben oder Rosinen) aufzufassen ist und neben etwa 60,5 g Gesamt-Extrakt, 9 g zuckerfreiem Extrakt, 0,82 g Mineralstoffen und 0,088 g Phosphorsäure 10 g Alkohol in 100 ccm enthält, ebenfalls mit unter verstehendes Verbot fällt, ist nach K. Windisch zweifelhaft, da er als ein schwach vergohrener, sehr gehaltreicher Süsswein aufgefasst werden kann; er würde daher als Wein im Sinne des Gesetzes zum Verschnitt mit anderen Weinen gestattet sein. Da aber der Alkohol ohne Zweifel als solcher dem eingedickten Most zugesetzt wird, so widerspricht die Zulassung der Verwendung des griechischen Sektes als Zusatz zu gewöhnlichen deutschen Weinen entschieden dem Sinne des neuen Weingesetzes.

4. Der Zusatz von anderen als den oben S. 1004 u. ff. bezeichneten Süsstoffen, insbesondere von Saccharin, Dulein oder sonstigen künstlichen Süsstoffen d. h. von allen auf künstlichem Wege gewonnenen Stoffen, die als Süsstoffe dienen können und eine höhere Süskraft als raffinierter Rohr- oder Rübenzucker, aber nicht den entsprechenden Nährwerth besitzen. Aber auch der Zusatz von anderen Süsstoffen wie z. B. ein Auszug aus dem Süssholz (Lakritze) oder des Glycyrrhizins (vergl. S. 1065) ist verboten.

5. Der Zusatz von Säuren, säurehaltigen Stoffen, insbesondere von Weinstein und Weinsäure, von Bouquetstoffen, künstlichen Moststoffen oder Essenzen; demnach ist auch verboten der Zusatz von allen eingedickten Auszügen oder Abkochungen von anderen Früchten wie Tamarindenmus, Kirsch-, Heidelbeer- und Malvensaft (letztere zum Auffärben des Rothweines), weil sie sämmtlich Säuren enthalten.

Ohne Zweifel gehören zu den verbotenen Stoffen auch die Traubenblätter bzw. Auszüge daraus, welche häufig mit dem Most vergohren werden, um das Bouquet des Weines zu vermehren; denn diese Bestandtheile der Weinrebe gehören nicht zur Traube.

Indess beziehen sich diese Vorschriften nur auf Wein als Weintrauben-Wein, nicht aber auf Obst- und Beerenweine oder auf Getränke, welche wie die im Osten Preussens viel verwendeten Kunstweine¹⁾ (Gelb-, Glüh-, Kirschwein etc.) schon nach ihrem Aussehen und Geschmack nicht mit Traubenwein verwechselt werden können; auch die Gewürz- und Arzneiweine (Wermuthwein, Maiwein, Pepsinwein, Chiuwein u. dergl.) werden von den Verschnitten nicht getroffen, weil sie nicht mehr Weine im Sinne des Gesetzes sind.

¹⁾ Dieselben bestehen nach K. Windisch aus Zucker, Alkohol, Säure, Gewürzen (Zimmt, Nelken, Macis, Korianther etc.), Kirschsaff und anderen Bestandtheilen.

6. Der Zusatz von Obstmost und Obstwein, von Gummi oder anderen, den Extraktgehalt der Weine erhöhenden Stoffen. Hiervon ausgenommen sind die Stoffe, welche durch die unter I. No. 1—4 erlaubten Behandlungen in den Wein gelangen. Nach K. Windisch wird die Weinschlempe (Destillationsrückstand von Trester- und Rosinenweinen für die Weinbranntwein-Bereitung) wegen ihres hohen Gehaltes an Extrakt- und Mineralstoffen vielfach zur Aufbesserung der Weine bzw. um überstreckte Weine „analysenfest“ zu machen, benutzt. Dieser Zusatz ist natürlich nicht gestattet.

Die Mineralstoffe als solche, welche für sich allein zur Erreichung des Niedrigstgehaltes zugesetzt werden können, sind im Gesetz nicht ausdrücklich genannt, sie gehören aber zu den Stoffen, welche ebenfalls den Extraktgehalt zu erhöhen im Stande sind; aus dem Grunde ist der Zusatz derselben ebenfalls verboten.

Getränke, welche den vorstehenden Vorschriften No. 1—6 zuwider hergestellt sind, dürfen weder feilgehalten noch verkauft werden. Dies gilt auch dann, wenn die Herstellung nicht gewerbsmässig erfolgt ist.

III. Verbotene Zusätze zu Wein, weinhaltigen und weinähnlichen Getränken.

Während die vorstehenden Bestimmungen nur für Traubenwein Gültigkeit haben, gelten die nachstehenden verbotenen Zusätze auch für Schaumwein, Obst- und Beerenweine, die vorige Seite genannten ostpreussischen Kunstweine, überhaupt für alle sonstigen weinhaltigen und weinähnlichen Getränke, insofern sie bestimmt sind, anderen als Genussmittel zu dienen. Aus dem Grunde sind diese Zusätze in allen Fällen auch für den Hastrunk und nicht bloss bei der gewerbsmässigen Herstellung von Wein etc. verboten; desgleichen trifft das Verbot nicht nur das Feilhalten und Verkaufen, sondern auch das Inverkehrbringen; es dürfen daher solche Getränke nicht verschenkt oder einem Gaste vorgesetzt werden, einerlei, ob der Verkäufer etc. das Getränk selbst hergestellt hat oder nicht. Auch eine Deklaration schützt nicht vor Uebertretung dieser Vorschrift. Von diesen überaus scharfen Bestimmungen werden betroffen:

1. Lösliche Aluminiumsalze (Alaun und dergl.); verboten ist somit der Alaun, welcher früher als Schönungsmittel bzw. als Zusatz zu solchen und als Heilmittel gegen das Umschlagen des Weines verwendet wurde. Nicht betroffen werden von dem Verbot die Klärerden (S. 1268). Da fast jeder Wein Spuren Thonerde enthalten kann, so ist zum etwaigen Nachweise der Anwendung von löslichen Aluminiumsalzen der bloss qualitative Nachweis von Thonerde nicht ausreichend.

2. Baryumverbindungen (über ihre Anwendung vergl. S. 1271); die nachgewiesene Anwendung derselben ist auch strafbar, wenn keine Spur von den stark giftigen Baryumverbindungen im Wein verbleibt.

3. Borsäure (bzw. deren Salze oder Verbindungen z. B. Glycerin-Borsäure). Ueber die Frage der Gesundheitsschädlichkeit der Borsäure und ihrer Salze vergl. S. 449. Selbstverständlich ist nur der Zusatz von Borsäure zum Wein verboten und muss daher, da die meisten Trauben- und Obstweine Spuren Borsäure enthalten, eine quantitative Bestimmung derselben vorgenommen werden (vergl. S. 1280).

4. Lösliche Fluorverbindungen. Diese sind sowohl zur Erzielung einer reineren Gärung als auch zur Haltbarmachung des fertigen Weines angewendet worden; über die Gesundheitsschädlichkeit vergl. S. 458, über ihre Wirkung bei der Gärung S. 1183.

5. Glycerin. Sehr leere, saure, sowie überalte, dünne Weine erhalten mitunter einen Zusatz von Glycerin (nach dem Urheber Scheele „Scheelisiren“ genannt), um den Geschmack, die Süß- und Vollmundigkeit zu verbessern bzw. zu erhöhen. Häufiger wird jedoch das Glycerin bei Herstellung süßser Façonweine verwendet. Ueber die Wirkung im Körper vergl. S. 376. Der chemische Nachweis des Glycerin-Zusatzes ist, da die Weine nach S. 1279 u. 1287 sehr wechselnde Mengen Glycerin enthalten, nicht leicht.

6. Kermesbeeren. Die Beeren der Kermespflanze (*Phytolacca decandra*), die an den Küsten des Mittelmeers, im Kaukasus etc. wild wächst, enthalten einen schönen, blaurothen Saft, weshalb sie in den südlichen Ländern zur Färbung von Rothwein benutzt werden. Die Anwendung ist wegen der Giftigkeit der Beere zwar verboten, es kann aber sein, dass die zum Verschnitt verwendeten Rothweine noch solchen Farbstoff mit enthalten. In Deutschland werden die Beeren kaum angewendet.

7. Magnesiumverbindungen. Diese verbieten sich wegen ihrer stark abführenden Wirkung schon von selbst. Da die Weine an sich ebenso viel oder häufig sogar mehr Magnesia als Kalk (vergl. S. 1285) enthalten — also auch nur der Zusatz verboten ist —, so kann auch hier nur die quantitative Bestimmung Aufschluss über einen etwaigen Zusatz geben.

8. Oxalsäure. Sie ist bis jetzt in einem Falle als künstliches Zusatzmittel nachgewiesen; da sie stark giftig ist — die im Haushalte verwendete Oxalsäure, die sog. Zuckersäure, ist schon häufig zur Vergiftung benutzt —, so ist ihr völliges Verbot gerechtfertigt.

9. Salicylsäure. Sie ist sehr häufig zur Haltbarmachung des Weins verwendet worden; über ihre Gesundheitsschädlichkeit vergl. S. 460. Da von Medicus sowie von L. Mastbaum in portugiesischen und spanischen Naturweinen, ferner in Himbeeren und Erdbeeren (vergl. S. 957) Spuren von Salicylsäure nachgewiesen sind, so ist auch hier für den Nachweis eines Zusatzes derselben zum Wein eine quantitative Bestimmung erforderlich, wobei zu berücksichtigen ist, dass die Salicylsäure beim Lagern der Weine allmählich in Folge einer Zersetzung aus denselben verschwindet.

10. Unreiner Spirit, d. h. freien Amylalkohol oder Fuselöl enthaltender Spirit. Die Anwendung desselben verbietet sich schon wegen des üblen Geruches und Geschmackes, welche sie dem Weine ertheilen würden. Ueber die zulässige zuzusetzende Menge reinen Sprits vergl. S. 1290.

11. Unreiner Stärkezucker. Der bis jetzt technisch gewonnene Stärkezucker enthält stets noch mehr oder weniger unvergärbare Stoffe, welche den Extrakt erhöhen und daher schon nach § 3 No. 6 des Weingesetzes verboten sind. Die Aufnahme des unreinen Stärkezuckers in § 7 verbietet auch seine Verwendung bei Herstellung von Obst- und Beerenweinen, allen weinhaltigen und weinähnlichen Getränken, selbst von Haustrunk, welcher dazu bestimmt ist, den Hausangehörigen als Genussmittel zu dienen. Technisch reiner Stärkezucker ist nach § 2 No. 1 des Gesetzes zur Weinbereitung erlaubt, aber bis jetzt zu angemessenen Preisen im Handel kaum zu haben.

12. Strontiumverbindungen. Lösliche Strontiumsalze dienen wie die des Baryums zum Entgypsen (vergl. S. 1271) und sind daher, wenn sie auch weniger giftig als Baryumverbindungen wirken, mit Recht verboten.

13. Theerfarbstoffe. Die grosse Anzahl rother Theerfarbstoffe hat vielfach umfangreiche Verwendung zur Auffärbung von Rothwein gefunden. Ueber die Gesundheitsschädlichkeit einiger Theerfarbstoffe vergl. S. 461. Da der Verschnitt von Wein mit Wein, also auch der schwach gefärbten deutschen Rothweine mit den dicken südländischen Rothweinen gestattet ist, so kann das Verbot der Anwendung von Theerfarbstoffen zur Färbung von Wein nur gebilligt werden.

14. Wismuthverbindungen. Dieselben sind vereinzelt zur Frischhaltung, besonders von Apfelwein, empfohlen, aber zu dem Zweck mit Recht verboten.

Mit vorstehenden Ausführungen sind aber noch lange nicht alle Behandlungen und Verfälschungen, die bei Wein vorkommen können, namhaft gemacht; es giebt noch verschiedene Kellerbehandlungen, von denen festgestellt werden muss, ob sie zu den „anerkannten“ gehören; ausser den genannten Frischhaltungsmitteln können auch in Betracht kommen z. B. Wasserstoffsperoxyd, Formaldehyd, Benzoësäure, Abrastol (Calciumsalz der Naphthyl-Schwefelsäure) u. a. Ferner enthält das neue deutsche Weingesetz keine Bestimmung über essigstichige und andere kranke Weine, über den zulässigen Gehalt an schwefliger Säure. Für die Herstellung von Dessertweinen ist

der Zusatz von Alkohol, für die Gewürz- oder Arzneiweine ein solcher von aromatischen und arzneilichen Stoffen, für rothe Dessertweine ein höherer Schwefelsäure-Gehalt zugelassen. In allen diesen Fällen muss auf Grund des Nahrungsmittelgesetzes vom 14. Mai 1879 festgestellt und beurtheilt werden, ob eine Verfälschung vorliegt oder nicht.

Die Krankheiten und Fehler des Weines¹⁾.

Die Krankheiten des Weines werden fast ausschliesslich durch die Lebensthätigkeit von Pilzen hervorgerufen. Letztere sind theils schon auf der Traube enthalten, theils gelangen sie erst bei der Herstellung des Weines in denselben. Sie entwickeln sich in ihm im Allgemeinen nur, wenn die Zusammensetzung des Mostes und Weines oder die Gärung eine nicht regelrechte ist. Daraus ergeben sich auch die grossen Schwierigkeiten, welche die Weinkrankheiten der experimentellen Forschung bieten, da es häufig nicht gelingt, mit kranken Weinen und ihren Pilzen gesunde anzustecken.

Im Gegensatz zu den Pilzen der Bierkrankheiten sind echte Saccharomycoeten als Weinschädlinge noch nicht beobachtet, andere Spross- und Fadenpilze auch nur selten, während die Bakterien sehr stark betheiligt sind.

1. Das Kahmigwerden. Diese Krankheit wird durch die Vertreter der Gruppe der Kahmpilze²⁾, *Mycoderma*, erzeugt, Sprosspilze, welche nicht zu den Saccharomycoeten gehören und nur eine geringe und schleppende Gärung hervorrufen. Dieselben entwickeln sich nur bei Luftzutritt und können daher nur in nicht spundvollen Fässern auftreten. Ihre Hauptthätigkeit besteht darin, den Alkohol des Weines zu Kohlensäure und Wasser zu verbrennen unter gleichzeitiger Bildung flüchtiger Säuren. Ferner verzehren viele dieser Arten die Säure des Weines. Derselbe wird bei längerem Wachstum der Kahmpilze so arm an Alkohol und Säure, dass schliesslich auch die Bakterien zur Entwicklung gelangen können und ein Umschlagen des Weines eintritt. Ausserdem aber schmeckt ein kahmiger Wein wässerig und fade. In Weinen mit mehr als 10% Alkohol können die Kahmpilze sich nicht entwickeln.

2. Der Essigstich. Der Essigstich wird durch die Vergärung des Alkohols zu Essigsäure durch die Essigsäurebakterien (s. „Essig“) erzeugt. Bei einem Gehalt von 0,6—0,7‰ Essigsäure schmeckt der Wein schwach nach Essig, bei 1,5—2,5‰ kratzend scharf (verl. S. 1262 u. 1287). Zuweilen geht die Oxydation auch nur bis zum Acetaldehyd und es entstehen dann Weine von der Art des sog. Aeschgrüsslers im Elsass.

Da die Essigbakterien nur bei Luftzutritt und höheren Temperaturen wachsen, so kann durch richtige Behandlung des Mostes und Weines ihre Entwicklung verhindert werden. Auch durch Pasteurisirten und event. Umgähren des Weines³⁾ lässt sich diesem Fehler leicht vorbeugen. Auch Kahmhefen können Wein vielleicht essigstichig machen⁴⁾.

3. Der Mausgeschmack. Wenn essigstichiger Wein zu lange in warmen Kellern auf der Hefe liegen bleibt, so entstehen durch das Faulen tochter Hefenzellen Ammoniak und Amine, welche mit der Essigsäure Acetamid bilden, das dem Weine dann Mausgeruch ertheilt. Ein Verschnitt mit saurem Wein ist das einzige, nicht immer sichere Mittel, diesen Fehler zu verdecken.

4. Der Milchsäurestich. In säurearmen Weinen, besonders in Obstmosten, entwickeln sich, zumal in etwas warmen Kellern, Milchsäure- und Buttersäurebakterien, welche den Zucker

¹⁾ Zusammenstellungen über diesen Gegenstand finden sich: Behrens, Centralbl. f. Bakteriologie, II. Abth., 1896, 2, 213; Heinze, Hyg. Rundschau 1901, 11, 321; Babo u. Mach, Weinbau u. Kellerwirthschaft 1896.

²⁾ Untersuchungen über Morphologie und Physiologie der Kahmpilze sind ausgeführt von Schulz, Ann. Oenol. 1878, 7, 115; Schaffer, Ann. microgr. 1891, No. 12; Beyerinck, Centralbl. f. Bakteriologie, 1892, 11, 68; Fischer u. Brebeck, Zur Morphologie, Biologie u. Systematik d. Kahmpilze, Jena 1894; Heinze, Landw. Jahrb. 1900, 29, 432; Meissner, Landw. Jahrb. 1901, 30, 497.

³⁾ Windisch, Weinbau u. Weinhandel 1901, 19, 351.

⁴⁾ Schulz, Ann. Oenol. 1878, 7, 115; Lafar, Centralbl. f. Bakteriologie, I. Abth. 1893, 13, 684.

zu Milchsäure vergähren. Solche Bakterien sind von Müller-Thurgau¹⁾ und Kramer²⁾ aufgefunden worden. Durch Gerbstoff, grössere Mengen Aepfel- oder Weinsäure wird ihre Entwicklung gehemmt.

5. Die Mannitgähmung. Mannit findet sich in grossen Mengen lediglich in unvollständig vergohrenen oder sonstwie erkrankten Weinen. Derselbe entsteht durch fehlerhafte Gähmung, welche in säurearmen Weinen bei hoher Temperatur eintritt. Besonders algerische Weine leiden oft an dieser Krankheit. Der Mannit wird durch Bakterien erzeugt, die genauer durch Gayon und Dubourg³⁾ untersucht worden sind. Dieselben vergähren nur die Fruktose zu Mannit, wobei gleichzeitig grosse Mengen Essig-, Milch-, Bernstein- und Kohlensäure entstehen. Aus anderen Zuckern wird neben den genannten Säuren Alkohol gebildet. Die Mannitgähmung tritt während der Hauptgähmung auf, welche dann stehen bleibt, sodass ein Theil des Zuckers nicht vergohren wird. Pasteurisiren und Umgähren bezw. Verschnneiden mit säurearmen Weinen beseitigt den Fehler.

6. Das Umschlagen oder Brechen der Weine. Unter diesem Namen werden eine ganze Reihe von Krankheitsercheinungen zusammengefasst⁴⁾. Es gehören hierher das Trübwerden und Trübbleiben, das Weich-, Zäh- oder Schleimigwerden, das Laugig-, Laubfarbig- oder Braunfarbigwerden des Weines. Die meisten dieser Krankheiten werden wohl durch Mischinfektionen hervorgerufen. Meist tritt bei allen diesen Krankheiten zunächst geringe Trübung und Kohlensäureentwicklung auf; dann bilden sich unangenehme Geruchs- und Geschmacksstoffe. Weissweine werden braun, ölig und schleimig, Rothweine werden trüb und braun. In solchen Weinen sind stets viele Bakterien vorhanden, ohne dass es bisher in den meisten Fällen gelungen wäre, mit diesen die Krankheitsercheinungen wieder zu erzeugen. Dazu ist anscheinend auch eine ungewöhnliche Zusammensetzung (besonders hoher Stickstoffgehalt) des Mostes nöthig.

Das Trübwerden der Weine braucht nicht immer auf der Entwicklung von Bakterien zu beruhen. Es kann auch durch sprossende Hefe erzeugt werden (in Weinen, die in der Hauptgähmung stecken geblieben sind oder zu jung auf die Flasche kommen), oder durch todtte Hefen oder deren Inhaltsstoffe oder ruhende, hungernde Hefe. Auch chemische Stoffe, Farbstoffe (diese besonders in Rothweinen, die zu kühl lagerten), Gerbstoffe, Eiweisskörper, Eisenverbindungen der Gerbsäuren können die Trübungen verursachen. Das Laugigwerden der Weine äussert sich darin, dass neben der Trübung von oben her eine Braunfärbung der Weine eintritt, während sich an der Oberfläche ein dünnes, schillerndes, unlösliches Häutchen abscheidet. Das Laugigwerden tritt besonders bei den aus sauerfaulen Trauben hergestellten Weinen auf. Nach Derillard erzeugt der Pilz der Edul- und Sauerfäule, *Botrytis cinerea*, eine Oxydase, die Oenoxydase, welche den Alkohol zu Aldehyd oxydirt, welcher Farbstoffe ausfällt; auch soll die Oxydase Rothweinfarbstoff zu unlöslichen Verbindungen oxydiren. Die Heilung trüber und laugiger Weine muss sich natürlich nach der Ursache der Krankheit richten und wird je nachdem in Filtriren und Schönen, Pasteurisiren⁵⁾ oder Umgähren zu bestehen haben.

¹⁾ Jahresberichte d. schweiz. Versuchs-Station in Wädenswil 1892/93; Centralbl. f. Bakteriol., II. Abth., 1898, 4, 849.

²⁾ Kramer, Die Bakterien in ihrer Beziehung zur Landwirtschaft. Wien 1892.

³⁾ Ann. Inst. Pasteur 1894, 8, 108; 1901, 15, 524. Weitere Arbeiten sind ausgeführt von Carles, Compt. rend. 1891, 112, 811; Roos, Journ. pharm. et chim., 27, 405; Dugast, Revue de viticulture 1894, 2, 86; Peglion, Centralbl. f. Bakteriol., II. Abth., 1898, 4, 478; Schidrowitz, Analyst 1902, 27, 42.

⁴⁾ Vergl. Kramer, Landw. Versuchs-Stationen 1890, 37, 325; Duclaux, Ann. Inst. Pasteur 1893, 7, 537; Bersch, Die Krankheiten des Weines, Wien 1873, 52; Meissner, ebendort 1899, 17, 419; Nessler, ebendort 1901, 19, 271; Bordas, Joulin, de Raczowski, Compt. rend. 1893, 126, 1443, 1050 (beschreiben 2 Bakterien des Umschlagens genauer); Derillard, Bull. scienc. pharmacol. 1900, 2, 587; 1901, 3, 364; Barth, Weinbau u. Weinhandel 1898, 16, 212 (Laugigwerden).

⁵⁾ Nach C. Schulze, Landw. Jahrb. 1895, 24, 403, tödtet schon 2-stündiges Erwärmen des Weines auf 45° die Hefen der Nachgähmung.

Beim Weich-, Oelig-, Lang- oder Schleimigwerden¹⁾ sind nach den vielfachen Untersuchungen meist Bakterien, nach Meissner vermuthlich auch Sprosspilze (anscheinend *Torula*-Arten) betheiligt. Die Schleimbildung erfolgt entweder schon vor der Gährung, was zuweilen bei Hefenweinen vorkommt, oder tritt erst bei der Nachgährung ein. Beim Schütteln der schleimigen Weine entweicht meist eine grosse Menge Kohlensäure. Durch kräftiges Schütteln oder Peitschen mit Reisigbesen, wodurch der Schleim zerrissen und dem Weine Luft zugeführt wird, ferner durch Umgähren lassen sich solche Weine zuweilen heilen.

Eingehendere experimentelle Arbeiten über das Schleimigwerden des Weines liegen bisher nur von Kramer und Meissner vor. Kramer fand in schleimigem Wein unter anderen Bakterienarten eine *Bacillus viscosus vini* genannte Art, welche bei Luftabschluss Wein lang machte. Meissner hat *Torula*-Hefen in Weinen gefunden, welche keine Alkoholgährung bewirken, aber Most und gezuckerten Apfelwein schleimig machen. Bei Anwesenheit kräftiger Weinhaefen kommen diese Schleimhefen nicht auf.

Dematium pullulans kann nach Wortmann²⁾ Most schleimig machen, bildet aber kaum eine Gefahr für die Weinherstellung, da der Pilz gegen Kohlensure³⁾ sehr empfindlich ist und mit Beginn der Gährung seine Thätigkeit einstellt.

Pasteur hat das Schleimigwerden des Weines als „schleimige Gährung“ bezeichnet, bei der stets Mannit entstehe. Nach späteren Untersuchungen hat die Mannitbildung mit der Schleimbildung nichts zu thun, sondern ist ein selbstständiger Gahrungsvorgang (s. Mannitgahrung S. 1301). Auch die Bezeichnung schleimige „Gährung“ ist nicht zutreffend, da bisher noch in allen genauer untersuchten Fällen der Schleim nicht als Erzeugniss einer Gährung, sondern der Assimilation erkannt worden ist. Es handelt sich dabei um die Verquellung der Bakterienmembran (vergl. S. 871).

7. Das Bitterwerden⁴⁾. Besonders Rothweine, und zwar die besseren Sorten, werden auf dem Fasse oder der Flasche zuweilen bitter, während gleichzeitig eigenartiger Geruch, weniger starke Färbung und matter, schaler Geschmack auftreten. Auch scheiden sich krystallinische Massen und Farbstoff aus. Die Ursache dieser Krankheit ist nach Wortmann eine Zersetzung der Gerb- und Farbstoffe durch Schimmelpilze, wie sie entweder schon in faulen Trauben oder auch in Lagerkellern durch Ansiedelung der Pilze in Fässern und auf Flaschenkorken erfolgen kann. Dagegen ist die Betheiligung von Bakterien bei dieser Krankheit, wie dies früher stets behauptet wurde, bisher in keinem Falle erwiesen.

Pasteurisirten ist ein gutes Vorbeugungsmittel gegen das Bitterwerden. Bittere Weine lassen sich durch Umgähren mit frischer Maische und durch nachfolgende Eiweisschonung heilen.

8. Fehlerhafter Geschmack. Verschiedene Ursachen, zum Theil rein chemischer Natur, veranlassen fehlerhafte Geschmacksveränderungen des Weines.

Der Schimmelgeschmack entsteht, wenn Wein in nachlässig behandelte Fässer gebracht wird. Eine Beseitigung desselben ist zuweilen durch Schütteln mit Olivenöl möglich.

Der Erdgeschmack wird theils durch die spezifische wilde Hefe des Weines, *Saccharomyces apiculatus*⁵⁾ (dieselbe ist kein *Saccharomyces*, sondern ein sporenloser Sprosspilz), verursacht. *Sacch. apiculatus* tritt bei der Weingährung stets auf, wird auch von stärkster Reinhefe nicht unterdrückt,

¹⁾ Pasteur, Bull. soc. chim. 1861, 30; Bersch, Die Krankheiten des Weines, Wien 1873; Nessler, Die Bereitung u. Behandlung d. Weines 1884, 228; Mach, Weinlaube 5, 145; Aderhold, Landw. Jahrb. 1894, 23, 587; Kramer, Sitzungsberichte d. k. k. Akademie d. Wissensch., Wien, mathem. naturw. Klasse, 1889, 98, Abth. IIb. 358; Meissner, Landw. Jahrb. 1898, 27, 775.

²⁾ Berichte d. Kgl. Lehranst. f. Obstbau u. s. w. zu Geisenheim 1891/92, 55.

³⁾ Aderhold, Mitth. ber Weinbau u. Kellerwirthsch. 1892, 132.

⁴⁾ Pasteur, Etudes sur le vin, Paris 1878; Babo u. Mach, Weinbau u. Kellerwirthschaft 1896, 2; Neubauer, Ann. Oenol., 2, 27; Kramer, Landw. Versuchs-Stationen 1890, 37, 325; Aderhold, Landw. Jahrb. 1894, 23, 599; Katusany, Berichte d. 3. internat. Kongr. f. angew. Chemie 1898; Mayer, Untersuchungen über alkohol. Gährung, Heidelberg 1869 (Mayer vermuthet schon die Betheiligung der Schimmelpilze); Bordas, Joulin, de Raczkowski, Compt. rend. 1898, 126, 1291; Wortmann, Landw. Jahrb. 1900, 29, 627.

⁵⁾ Mller-Thurgau, Weinbau u. Weinhandel 1899, 17, 389.

wirkt, wenn in grösserer Zahl vorhanden, verzögernd auf die Gährung und beeinflusst Geschmack und Bouquet nachtheilig.

Auch der spezifische Erdgeruchpilz, *Cladothrix odorifera*¹⁾, erzeugt im Wein vor der Gährung zuweilen Erdgeschmack.

Der Böcksergeschmack²⁾ wird durch Schwefelwasserstoff erzeugt, der während der Gährung durch Reduktion aus Schwefel entsteht. Dieser gelangt entweder durch unvorsichtiges Schwefeln oder von zu spät bestäubten Beeren in den Most. In alten Weinen, die in eingebrannten Fässern liegen, kann Schwefelwasserstoff durch Berührung mit Eisen erzeugt werden.

Lüften oder Ableiten in ein geschwefeltes Fass können solchen Wein heilen (S. 1264).

Rauchgeschmack³⁾ soll durch Bakterien verursacht werden. Auch Torulahefen können nach Wortmann⁴⁾ den Geschmack des Weines nachtheilig beeinflussen.

Schwefelsäurefirne nennt man einen harten, eigenartig sauren Geschmack, der nach Kulisch⁵⁾ durch zu hohen Schwefelsäuregehalt des Weines bedingt wird.

9. Das Schwarzwerden. Gerbstoffreiche und säurearme Weine, die längere Zeit mit Eisen in Berührung waren, färben sich im Glase allmählich schwarz und werden trübe in Folge Bildung von gerbsaurem Eisenoxyd. Durch Lüften und Klären lässt sich dieser Fehler leicht beseitigen.

Dessertweine (Süss-, Süd- und Likörweine).

Unter Dessertweinen versteht man solche Weine, welche an Alkohol oder auch an Alkohol und Zucker reich sind und sich dabei durch eine eigenartige Feinheit des Geschmackes auszeichnen. Viele von ihnen spielen als sog. Medicinalweine⁶⁾ eine wichtige Rolle.

Die wenigsten Weine dieser Art sind aus starksüssen Trauben ohne jedweden Zusatz bereitet, die meisten sind, wie aus Nachstehendem hervorgeht, durch die Art ihrer Bereitung mehr oder weniger Kunsterzeugnisse.

Ein grosser Theil der im Handel oft zu verhältnissmässig sehr billigen Preisen vorkommenden Süssweine ist durch Nachmachung der besten Süssweintypen entstanden und hat sich an gewissen Orten eine förmliche Industrie zur Herstellung solcher Façonweine entwickelt.

Nach der Höhe ihres Alkohol- und Zuckergehaltes unterscheidet man:

a) Eigentliche Süssweine (fette Dessertweine), welche sich bei oft nur geringem Alkoholgehalt durch einen sehr bedeutenden Gehalt an Zucker und Extrakt auszeichnen. Hierher können gerechnet werden:

Rheinische Ausbruchweine, welche nach Neubauer 9,4—12,7 Vol.-% Alkohol und 3,3—14,3% Extrakt besitzen.

Tokayer Ausbruchweine mit 7,8—17,6 Vol.-% Alkohol und 8,4—27,2% Extrakt (nach Moser).

Tokayer Essenz bei geringem Alkoholgehalt mit 30—40% Zucker.

Sicilianische Muskatweine mit 15,3 Vol.-% Alkohol und 20—32% Extrakt.

¹⁾ Peglion, Staz. sperim. agrar. Ital. 1900, 33, 525.

²⁾ Wortmann, Weinbau u. Weinhandel 1902, 20, 25; Kulisch, ebendort 1895, 13, 2; Berichte d. Kgl. Lehranstalt f. Obstbau u. s. w. zu Geisenheim 1894/95, 77.

³⁾ Kramer, Die Bakteriologie in ihren Beziehungen zur Landwirthschaft, Wien 1892, 2, 122.

⁴⁾ Wortmann, Anwendung und Wirkung reiner Hefen bei der Weinbereitung. Berlin 1895.

⁵⁾ Weinbau u. Weinhandel 1900.

⁶⁾ Als „Medicinalweine“ sollen nach dem Beschlusse der in Karlsruhe 1890 versammelten Chemiker nur solche Weine betrachtet werden, welche zur Arzneibereitung Verwendung finden. Die als Arzneimittel oder Gewürzgetränke dienenden Weine dürfen nach § 3 Abs. 5 des neuen Weingesetzes vom 24. Mai 1901 Zusätze von aromatischen oder arzneilichen Stoffen erhalten (vergl. S. 1297).

Malagaweine mit 13—19 Vol.-% Alkohol und 14—21% Extrakt.

Griechische Malvasiaweine mit 6—15 Vol.-% Alkohol und 12—41% Extrakt.

b) Likörweine (trockene Dessertweine), welche bei sehr hohem Alkoholgehalt einen verhältnissmässig niedrigen Extraktgehalt besitzen. Hierher gehören:

Marsillaweine mit 19,8—24,4 Vol.-% Alkohol und etwa 4—6% Extrakt.

Sherryweine mit 18—25 Vol.-% Alkohol und 3—5% Extrakt.

Portweine mit 15—24 Vol.-% Alkohol und 3—8% Extrakt.

Madeirawein mit 18—20 Vol.-% Alkohol und 4—6% Extrakt.

Cyperawein mit 17 Vol.-% Alkohol und etwa 4—6% Extrakt.

Zwischen den beiden Gruppen (fetten und trockenen Dessertweinen) bestehen natürlich zahlreiche Übergänge, da ja, wenigstens bei den für den Welthandel bestimmten Sorten, dem Geschmacke der Trinker entsprechend, bald der Alkohol-, bald der Extraktgehalt eine Aenderung erfahren kann.

Allgemeines über die Darstellung der Dessertweine.

Bei Weinen mit hohem Alkoholgehalt oder übergroßem Zuckergehalt hört das weitere Fortschreiten der Gärung bei einem gewissen Punkt von selbst auf, weshalb die Behandlung solcher Weine eine verhältnissmässig einfache ist. Enthält aber ein Dessertwein zu wenig Alkohol oder zu wenig Extrakt (bezw. Zucker), um ein Fortschreiten der Gärung von selbst unmöglich zu machen, so muss dieselbe durch künstliche Mittel unterdrückt werden. Diese Mittel sind gewöhnlich folgende:

1. Zuerst Einleiten einer möglichst starken Gärung bei 20—25° C. und durch häufiges Lüften des Mostes, wodurch die stickstoffhaltigen Körper zur Bildung von Hefe aufgebraucht und dadurch dem Wein entzogen werden, darauffolgendes, rasches Abziehen vom Lager, bevor der Wein aus diesem von Neuem Gärung ermöglichende Stoffe aufgenommen hat. Auch bleibt auf diese Weise mehr Zucker unvergohren als durch langsames Vergähren bei niederen Temperaturen.
2. Pasteurisiren, womöglich unter Zusatz von Tannin, um die Ausfällung der Eiweissstoffe zu unterstützen.
3. Abziehen in stark geschwefelte Fässer (besonders in Spanien gebräuchlich) oder Zusatz einer Lösung von schwefliger Säure in Wasser oder Alkohol.
4. Zusatz einer reichlichen Menge von Alkohol (Alkoholisiren), bis der Wein im Ganzen mindestens 14—15 Vol.-% Alkohol enthält.

Die Klärung der Süssweine geschieht entweder durch Filtriren oder durch Klärerde; wegen der dickflüssigen Beschaffenheit der Weine können Hausenblase, Gelatine etc. hier keine Anwendung finden. Bei sehr gehaltreichen, dicksüssen Weinen, z. B. Tokayer Essenzen, gelingt es oft überhaupt nicht, sie ganz spiegelhell herzustellen.

Wenn man Süssweine, ohne aufzufüllen, nur mit einem Baumwollespund versehen, in Fässern offen lagern lässt, so nehmen sie in Folge einer sehr weitgehenden Oxydation jenen eigenthümlichen Geschmack an, den man als „Brotgeschmack“ oder „Nussgeschmack“ bezeichnet und welcher als ein besonderes Merkmal der Güte an ungarischen Süssweinen geschätzt wird. Diesen Geschmack findet man aber auch bei Sherry, Madeira etc., welche in Folge ihrer Lagerung in warmen (halbberirdischen) Kellern einer kräftigeren Einwirkung des Sauerstoffs ausgesetzt sind. Sehr alkoholreiche Weine erhalten dabei keinen Essigstich.

1. Deutsche Süssweine aus Halbcibeben. Hierzu gehören die deutschen Ausleseweine, besonders die rheinischen Ausbruchweine. Herrscht während des Spätherbstes am Rhein vorwiegend sonniges Wetter, so verschrumpft ein grosser Theil der Traubenbeeren als solcher oder nach durchgemachter Edelfäule zu sog. Halbcibeben, welche nicht so wasserarm sind, wie die von südlichen Ländern in den Handel gebrachten Rosinen, aber viel wasserärmer als die auf gewöhnliche Weise gereiften Trauben. Bei der Lese werden die Halbcibeben einzeln aus der Traube genommen (ausgelesen) und liefern den Rohstoff zu den kostbaren Ausleseweinen. Sie gebrauchen zur vollkommenen Vergähung, welche langsam in kühlen Kellern erfolgt, meist viele Jahre und zeichnen sich durch ein starkes Bouquet (edelfauler Trauben) aus. Die edelfaulen Trauben sind ärmer an Säure (Aepfelsäure), aber reicher an Fruktose, als die entsprechenden nicht edelfaulen Trauben, weil der Pilz *Botrytis cinerea* (vergl. S. 954) die Säure und Glukose verhältnissmässig mehr verzehrt als die Fruktose. Auch wird das Bouquet durch den Pilz verändert, indem das Riesling-Bouquet mit Muskat-Geruch in das Sherry-Bouquet mit honigähnlichem Geruche übergeht¹⁾.

Analysen von Süssweinen mit dem Merkmal von Ausleseweinen ergaben:

Ausleseweine	Spec. Gewicht	Alkohol Vol.-%	100 ccm Wein enthalten Gramm:									
			Extrakt	Gesamt- Säure (Wein- säure)	Weinsäure	Zucker	Glycerin	Mineral- stoffe	Kali	Magnesia	Phosphor- säure	Schwefel- säure
Pfälzer . . .	1,0253	9,72	7,43	0,67	0,084	4,60	1,21	0,27	—	0,020	0,036	0,045
Rheinische . .	1,0213	10,85	9,65	0,97	—	6,35	1,43	0,21	0,072	0,024	0,049	—

Strohweine. Wenn die Witterung zur Gewinnung der Halbcibeben nicht günstig ist, so nimmt man die Trauben möglichst reif, aber nicht überreif vom Stock und überlässt sie an luftigen Orten (früher auf Stroh, daher der Name „Strohwein“) dem Austrocknen, bis sie genügend eingeschrumpft erscheinen. Für den Verkauf und eigentlichen Weinhandel werden diese Weine indess immer seltener, da sie ihrer Herstellung nach nur zu sehr hohen Preisen abgegeben werden können (im Elsass trifft man noch hie und da die Bereitung von Strohweinen an).

2. Süssweine aus stocksüssen Cibeben unter Zusatz von gewöhnlichem Wein; Tokayer Weine etc. Aus gesunden, nicht edelfaulen, aber bei trockenem, warmem Herbste mehr oder weniger zu Cibeben eingeschrumpften Trauben werden viele südliche fette Süssweine, namentlich Muskat- und Malvasiaweine, in Griechenland, Süditalien, Spanien und Südfrankreich hergestellt; die Gähung derselben erfolgt natürlich bei höherer Temperatur und sie erhalten nicht selten einen Zusatz von Weinsprit, um ihre Haltbarkeit zu sichern.

Zu den wichtigsten Weinen dieser Art gehören die Ungarischen (Tokayer-) Süssweine, von denen man 2 Sorten unterscheidet:

a) Essenzen. Mit diesem Namen bezeichnet man in der Tokayer Gegend jenen dickflüssigen Most, welcher aus den zu Cibeben vertrockneten Trauben freiwillig (die Beeren werden in Bottichen nur fest eingetreten) ausfliesst. In Folge seines grossen Zuckerreichthums vergährt der Most nur schwierig und enthalten die so ge-

¹⁾ Vergl. P. Kulisch; Zeitschr. f. angew. Chemie 1895, 441.

wonnenen Essenzen selbst nach vielen Jahren oft nur 3—4% Alkohol. Essenzen werden auch aus gewöhnlichem Most unter Zusatz einer bedeutenden Menge von Trockenbeeren bereitet. In Folge des Umstandes, dass zu ihrer Bereitung eine sehr grosse Menge kostbarer Trauben erforderlich ist, stehen die Essenzen sehr hoch im Preise. Die berühmten Tokayer Essenzen werden weit höher, als die Tokayer Ausbruchweine geschätzt. Der echte Tokayer wächst nur in der Hegyallya, d. h. an der Gebirgslehne zwischen Tokay und Satorallya-Ujhaly; der Mittelpunkt ist Erdöbény; in Tokay selbst wächst kein Tokayer.

b) Echte Ausbruchweine. Süssweine dieser Art werden dargestellt, indem man die zerquetschten Trockenbeeren mit jungem Weine aus nicht eingetrockneten Trauben derselben Abstammung wie die Trockenbeeren auszieht bzw. aufweicht und auspresst. Man erhält auf diese Weise gehaltreiche Moste, welche man in Erdkellern oft mehrere Jahre bei ziemlich niedriger Temperatur vergähren lässt (Tokay). Je nachdem man auf 1 Fass Wein (etwa 130 l) 1, 2 bis 5 Butten Cibeben (1 Butte = 12—14 kg Trauben) rechnet, spricht man von 1-, 2-, 3- bis 5-buttigem Ausbruch (oder Tokayer) und erhält entweder alkoholreiche, aber extraktärmere, oder alkoholärmere, aber extraktreiche Weine; denn in jenen Mosten, welche mittels grosser Mengen von Trockenbeeren bereitet werden, hemmt der hohe Zuckergehalt die Entwicklung des Gährungsfermentes derart, dass die Gährung schon aufhört, wenn der Wein noch nicht viel über 8—10 Gew.-% Alkohol enthält¹⁾.

Auf die Trester des abgezogenen Ausbruchmostes wird, um sie vollkommen auszunutzen, gewöhnlicher Most oder Wein gegeben und so noch ein gewürzreicher und etwas süsser Wein, „Forditas“ genannt, gewonnen. Auch aus dem beim Abziehen des 1—1½-jährigen Ausbruches erhaltenen dicken Geläger gewinnt man durch Aufgiessen von gewöhnlichem Wein noch einen aromatischen Wein, den man „Maslós“ nennt.

Zu dieser Klasse von Süssweinen gehören ausser dem Tokayer Ausbruch auch die echten Ruster und Meneser Ausbruchweine.

c) Imitirte Ausbruchweine. Unter „Imitirte Ausbruchweine“ sind nach Bersch solche Süssweine zu verstehen, welche aus Wein und Cibeben bereitet werden, bei denen aber die Cibeben fremder, meistens griechischer Herkunft sind, d. h. von ganz anderen Traubensorten stammen als der Wein, mit welchem sie zusammen auf Süssweine verarbeitet werden.

Bisweilen werden diesen Weinen noch gewisse Mengen von Zucker (Rohrzucker oder Invertzucker) und Alkohol zugefügt, um den süssen Geschmack bzw. die Stärke des zu erzielenden Süssweines zu verändern.

Zu dieser Klasse von Weinen gehören auch die „imitirten Ruster, Meneser etc. Ausbruchweine“.

Die Zusammensetzung dieser Weine erhellt aus folgenden, angeblich von echten Weinen ausgeführten Analysen:

¹⁾ Was den Preis des echten Tokayer Ausbruchweines anbelangt, so sei erwähnt, dass in der Tokayer Gegend selbst die Flasche einer Sorte, welche noch keineswegs zu den besten gehört, z. Zt. etwa 5,40 M. kostet.

Bezeichnung	Anzahl der Analysen	Spec. Gewicht	In 100 ccm Wein Gramm:										
			Alkohol	Extrakt	Gesamt-Säure	Flüchtige Säure	Zucker	Glycerin	Mineralstoffe	Kali	Phosphorsäure	Schwefelsäure	
Tokayer	Essenz . . .	6	1,1244	6,52	31,24	0,60	(0,150)	25,61	—	0,360	—	0,071	—
	Ausbruch (echt)	51	1,0354	11,19	12,72	0,60	0,101	9,01	1,11	0,270	0,062	0,070	0,015
	desgl. des Handels ¹⁾	57	1,0767	9,93	23,76	0,65	0,164	19,80	0,69	0,350	0,133	0,058	0,044
	herb	8	0,9964	12,37	3,50	0,56	0,093	—	—	0,190	—	0,057	—
Ruster Ausbruch	4	1,0800	9,55	26,05	0,44	—	23,77	—	0,320	0,166	0,040	0,037	
Meneser Ausbruch (roth)	3	1,0833	9,02	23,42	0,50	—	18,85	0,84	0,280	0,141	0,036	0,033	

Die Schwankungen betragen für 100 ccm Wein:

Tokayer Essenz		Tokayer Ausbruch		Tokayer herbgezeht	
Alkohol	Extrakt	Alkohol	Extrakt	Alkohol	Extrakt
5,60—8,81 g	23,77—43,36 g	6,95—14,75 g	4,85—27,32 g	11,55—13,89 g	3,11—4,44 g

Für einige sonstige Bestandtheile wurde — die eingeklammerten Zahlen bedeuten die Anzahl der Proben — in 100 ccm gefunden:

	Glukose	Fruktose	Weinsäure	Weinstein	Stickstoff-Substanz
Tokayer Ausbruch (Original)	2,31 g (18)	4,88 g (18)	0,066 g (5)	0,079 g (5)	—
desgl. des Handels	8,88 „ (6)	10,04 „ (6)	—	0,176 „ (5)	0,473 g (10)

Hieraus ergibt sich, dass, weil der Most durchweg Glukose und Fruktose in nahezu gleichem Verhältniss enthält, erstere, wie schon oben S. 1275 bemerkt ist, in der Regel schneller vergäht, als die Fruktose und das Verhältniss von Glukose: Fruktose zur Entscheidung, ob bei einem Süsswein eine natürliche Vergärung stattgefunden hat, oder nicht mitbenutzt werden kann.

3. Südliche Süssweine. Die meisten Südweine von jenseits der Alpen gehören zur Gruppe der Süssweine. Von diesen kommen für Deutschland vorwiegend in Betracht:

a) Griechische Süssweine. Die bekanntesten Marken sind der Achaier (Kalavrita, Santo Claret) mit nur 4—6 g Extrakt und der Malvasier mit 6,89 bis 28,46% Extrakt bei gleich schwankendem Alkohol-Gehalt (nämlich 9,00—16,76 g Alkohol in 100 ccm Wein). Dem Malvasier schliessen sich in der Zusammensetzung an Moskato, Makrodaphne, Samos u. a.

Die Darstellung geschieht in ähnlicher Weise wie die der Ungarsüssweine, vorwiegend aus stocksüssen Cibeben unter Mitverwendung jedenfalls von Rosinen und Weinsprit.

b) Italienisch-sicilische Süssweine. Die gangbarste Sorte der vielerlei Süssweine (Malvasia, Muskat, Zucco, Lacrimae Christi u. a.) ist der Marsala, der echt nur in der Provinz Trapani erzeugt wird, aber viele Nachahmungen hat. Die aus Trauben von verschiedenen Lagen gewonnenen Weine werden zur Erzielung eines gleichmässigen Erzeugnisses verschnitten; auch bekommt der Traubenmost in der

¹⁾ Auch diese Weine sind in der Litteratur als echt bezeichnet; die zahlreichen Analysen von Tokayer Weinen zweifelhaften Ursprungs sind bei der Zusammenstellung der Analysen in Bd. I, 1315 u. ff. nicht berücksichtigt. In Ungarn selbst giebt es eine grosse Anzahl von Fabriken, die sich mit der Herstellung façonirter Tokayer Weine befassen.

Regel einen Zusatz von eingekochtem Most und weiter einen solchen von mehr oder weniger Sprit.

Dem Marsala Siciliens sehr ähnlich ist der bernsteingelbe Bernaccia von Sardinien.

c) Spanische Süssweine. Als hervorragende Süssweine Südspaniens sind in der ganzen Welt bekannt der Sherry und Malaga.

a) Sherry (Xeres). Der Sherry (Xeres) verdankt seinen Namen der spanischen Stadt Xeres de la Frontera in der Provinz Cadiz, er stammt aber aus einer grossen Anzahl von Erzeugungsorten zwischen dem Guadalquivir und dem Guadelette. Die vorwiegend angebauten Traubensorten sind: L'Albillo, Montuo Castigliano, Pedro Jimenez, Muskateller u. a. lauter weisse Traubensorten. Seine volle Güte erlangt der Sherry erst nach jahrelangem Lagern. Je nach der Höhe des Spritzzusatzes oder der Beigabe von eingengtem Moste unterscheidet man verschiedene Sorten, wie Sherry pale, Sherry ser, Sherry doré und brun.

Die Aufbewahrung und Lagerung der Weine geschieht in oberirdischen Räumen, den Bodegas, woselbst die Weine verschiedenen Alters, jedoch von einer bestimmten Lage oder einem bestimmten Typus eine sog. Solera bilden, bestehend aus einer Reihe grösserer Fässer, deren jedes das Erzeugniss eines anderen Jahrganges enthält. Die älteren Jahrgänge werden stets mit den nächstjüngeren aufgefüllt und der älteste Jahrgang wird zum Verkauf gebracht.

Echter Sherry kommt z. Zt. nur gegypst in den Handel; er enthält deshalb stets beträchtliche Mengen Schwefelsäure (Analysen solcher Sherrys siehe Bd. I, S. 1324).

β) Malaga. Der „echte Malagawein“ stammt aus Malaga, der südlichsten Provinz Spaniens. Die vorherrschende Traubensorte ist der Pedro Jimenez. Der verschiedene Charakter wird den einzelnen Typen der Malagaweine, vor Allem durch entsprechend geregelten Zusatz eigens hergestellter Flüssigkeiten, zunächst des *Vino maestro* und des *Vino tinto* gegeben. Letzterer wird aus den Trockenbeeren der Piedrotraube hergestellt, indem dieselben zerdrückt werden, die teigartige Masse mit etwa $\frac{1}{3}$ Wasser verarbeitet und dann gepresst wird. *Vino maestro* wird in der Weise dargestellt, dass man 15% Alkohol zu dem kaum in Gährung übergegangenen Most setzt und letztere dadurch unterbricht.

Der dunkelbraune Malaga wird durch Zusatz von Arrope und Color zu ursprünglichem, trockenem oder süssem Malaga hergestellt.

Die Arrope wird bereitet, indem man Most über freiem Feuer in flachen Pfannen bis auf $\frac{1}{3}$ des ursprünglichen Volumens eindampft. Der dunklere Color ist Arrope, welche bis zur Syrupsdicke eingedampft wurde. Durch das Einkochen wird die Beschaffenheit des Mostes in hohem Grade verändert: die Eiweisskörper werden in unlösliche Form gebracht — sie gerinnen —, aus dem Zucker entsteht das dunkel gefärbte Karamel und das bitter schmeckende Assamar.

Je nach dem Verhältniss zwischen Wein, Arrope und Color hat der Malaga einen mehr oder minder süssen Geschmack, sowie eine hellere oder dunklere Färbung. Zu uns kommen meist die dunklen, mit Color versetzten Weine.

Nach Reitlechner werden zur Darstellung von Arrope, welche in Spanien einen Handelsgegenstand bildet, schon seit Jahren nebst dem Traubenmoste auch Presssaft und wässerige Auszüge von Feigen, Johannsbrot und anderen billigen zuckerreichen Südfrüchten verwendet, denen nicht selten Rohrzucker-Melasse zugesetzt

wird. Diese Arrope ist ein Hauptbestandtheil der billigen Medicinal-Malaga-Süssweine.

Rothweine liefert Malaga nur wenige; was als echter rother Malaga verkauft wird, ist fast immer Alicante oder Fondillon, welcher beim Lagern allmählich seinen rothen Farbstoff an den Wandungen der Flasche absetzt und eine purpurrothe Farbe annimmt.

d) Portugiesische Süssweine. Desselben Weltrufes wie die spanischen Süssweine Sherry und Malaga erfreuen sich die portugiesischen Süssweine Portwein und Madeira.

a) Portwein (Port, O'Porto, Port à Port). Die Heimath des Portweins ist das Thal des Douro; er ist besonders in England und Amerika sehr beliebt. Die Bereitungsweise ist folgende:

Die einen sehr dunkelen Most liefernden Trauben werden zertreten — nicht gepresst — und alsdann (mit den Kämmen) der Gährung überlassen. Ist der grösste Theil des Zuckers vergohren, so wird die Flüssigkeit flüchtig durchgearbeitet und nach kurzer Zeit abgezogen.

In guten Jahren enthält der so gewonnene Jungwein genug Zucker und ist zu seiner Fertigstellung nur ein entsprechender Sprit-Zusatz nöthig. In geringen Jahrgängen jedoch, wenn es sich überhaupt um Erhöhung des Zucker- bzw. Extraktgehaltes handelt, setzt man dem Weine Jeropiga (eingekochten Most) zu. Anstatt eingekochten Mostes wird auch zuweilen nur Zucker zugegeben. Wie Arrope, so bildet auch Jeropiga einen Handelsgegenstand; ungefärbt heisst sie *vinho mudo*, mit Sprit und Farbextrakt versetzt *Tinto*.

Die Färbung des Portweines ist selten eine natürliche; gewöhnlich verdankt derselbe seine Farbe einem Zusatze von getrockneten Hollunderbeeren, welche, in Säcke gefüllt, mit den Füßen in dem bereits mehrere Monate gelagerten Wein zerquetscht werden. Für 1 Piepe (= 435 l) rechnet man 24—30 kg Hollunderbeeren.

Beim Lagern, namentlich in höherem Alter, scheidet der Portwein in den Flaschen den grössten Theil seines Farbstoffes in starken Krusten ab und erscheint dann rothbraun oder sogar gelbbraun.

β) Madeirawein. Derselbe stammt von den kanarischen Inseln, von Boden vulkanischen Ursprungs, der auf tertiärem Kalk lagert. Die Hauptrebsorte ist Malvasia und für „Dry Madeira“ die „Vidogna“. Man bereitet ihn in der Weise, dass man den frischen Most gleich mit einer gewissen Menge Weingeist versetzt und der Gährung überlässt, welche in sehr kurzer Zeit vollendet ist. Nach dem ersten Abzug erhält der Wein nochmals einen Zusatz von Weingeist und muss dann mehrere Jahre lagern, bis er seine volle Güte erreicht. Durch Lagern in warmen Räumen, besonders aber durch langen Seetransport, wird die Güte des Weines noch bedeutend erhöht. Im Handel kommt häufig jene Sorte vor, welche man als „Dry Madeira“, d. h. trockenen Madeira, bezeichnet. Er zeichnet sich durch geringere Süsse und einen herberen Geschmack vor dem likörartigen Madeira aus.

Diesen Weinen mag der Muskatwein aus Algier angeschlossen werden; der zum Stummachen des Weines nothwendige Sprit pflegt durch Destillation von fertigen Weinen gewonnen zu werden (vergl. Bd. I, S. 1336).

Die Zusammensetzung dieser weltbekannten Süssweine ist im Mittel mehrerer Analysen für 100 cem in g folgende:

Bezeichnung	Anzahl der Analysen	Spec. Gewicht	100 ccm enthalten Gramm:										
			Alkohol	Extrakt	Gesamt-Säure = Weinsäure	Flüchtige Säure = Essigsäure	Zucker	Stickstoff-Substanz	Glycerin	Mineralstoffe	Kali	Phosphorsäure	Schwefelsäure
Achaier (Kalavrita) . .	6	0,9993	14,40	5,36	0,57	0,102	2,55	0,156	0,78	0,300	0,100	0,051	0,047
Malvasier, Moskatoto . .	72	1,0520	12,73	17,67	0,58	0,077	14,09	0,205	0,71	0,317	0,112	0,051	0,044
Marsala . .	18	1,0047	11,59	6,40	0,53	0,153	3,25	—	0,72	0,360	0,142	0,028	0,101
Sherry . . .	25	0,9932	16,09	4,06	0,41	—	3,40	0,175	0,51	0,460	0,224	0,028	0,186
Malaga . . .	40	1,0749	12,60	22,09	0,51	0,134	18,32	0,280	0,55	0,420	0,199	0,044	0,052
Portwein . .	15	1,0088	16,18	8,25	0,42	0,085	6,04	0,173	0,34	0,220	0,103	0,035	0,023
Madeira . .	13	0,9996	14,43	5,23	0,49	0,135	2,95	0,175	0,67	0,250	0,149	0,052	0,067
Muskat (Algier) . . .	3	1,0404	12,79	15,63	0,38	0,040	13,45	—	0,27	0,163	0,069	0,013	0,020

Die Schwankungen im Gehalt an Alkohol und Extrakt sowie das Verhältniss von Glukose : Fruktose in einigen dieser Weine (die eingeklammerten Zahlen bedeuten die Anzahl der Proben) betrug für 100 ccm in g:

	Achaier	Malvasier	Marsala	Sherry	Malaga	Portwein	Madeira
Alkohol	12,7—17,5	6,1—16,8	13,6—16,9	11,9—19,9	9,3—16,1	14,5—18,0	11,3—16,3
Extrakt	4,2—6,2	6,9—36,7	4,2—10,7	1,9—8,1	15,0—30,3	6,7—9,9	2,9—6,7
Glukose	0,69 (2)	6,12 (19)	—	—	9,25 (6)	4,05 (1)	1,76 (1)
Fruktose	1,18 (2)	8,88 (19)	—	—	8,74 (6)	2,15 (1)	2,12 (1)

Nur der Malaga- und Portwein weichen hiernach bezüglich des Verhältnisses zwischen Glukose und Fruktose von der bei Tokayer S. 1307 erwähnten Regel ab.

e) Sonstige Süd-Süssweine. In den letzten Jahren werden auch Süssweine aus Kleinasien und dazu gehörigen Inseln sowie aus dem Kapland vereinzelt in den Weltmarkt gebracht. Unter den ersteren sind bekannt der Smyrnaer Süsswein, der vorwiegend in Ula hergestellt wird; ein grosser Theil der grossbeerigen Trauben dient auch zur Herstellung des sog. Traubenhonigs (Schirésyrup, Pekmeis). Der Wein von Syrien, besonders aus Palästina, aus der Umgegend des Hebron und am Gebirge Libanon (Vino d'oro) war schon im Alterthum berühmt; er wird zum Theil durch Einkochen von Most hergestellt. Auf der Insel Cypem werden die zum Theil rothen Trauben (vorwiegend Malvasia-Trauben) auf den Hausdächern ausgebreitet und an der Sonne getrocknet. Der Wein wird grösstentheils in Thonkrügen von 2—3 hl Inhalt aufbewahrt und erfährt durchweg einen Zusatz von Honig, Mastix, Labbaum und dergl., die in Säckchen in den Wein hineingehängt werden; mitunter wird, wie in Griechenland, auch Terpentinöl zugesetzt. Als bester Cypemwein gilt der Kommanderia.

Afrika besitzt Hauptweingebiete auf den westlichen Inseln, in Algier (siehe oben) und dem Kaplande; hier werden aus verschiedenen Trauben vorzügliche Weine erzeugt, so die feinste Sorte „Konstantia“ aus Muskattrauben.

Diese ausländischen Süssweine sind bis jetzt noch wenig untersucht, weshalb hierfür nur die Schwankungen in den Hauptbestandtheilen für 100 ccm mitgetheilt werden mögen:

	Kleinasien (Smyna) (9) ¹⁾	Syrien (Palästina) (7)	Cypern (6)	Kapland (26)
Alkohol	6,63—12,80 g	10,67—15,26 g	4,34—14,86 g	5,87—15,75 g
Extrakt	10,90—55,54 „	4,70—25,41 „	8,59—39,19 „	4,89—52,24 „
Zucker	2,95—50,75 „	2,10—22,53 „	3,70—24,22 „	2,60—48,58 „

Ausser den genannten Ländern erzeugen noch Süssweine Tyrol, Steiermark, Dalmatien, Hercegovina, Türkei, Rumänien, Russland (Krim) und Amerika; auch kommen aus den Süsswein ausführenden Ländern ausser den vorstehend aufgeführten Sorten noch verschiedene andere Sorten in den Handel; bezüglich der Zusammensetzung dieser Süssweine muss ich auf Bd. I, S. 1313—1337 verweisen.

Nachmachungen und Verfälschungen der Süssweine.

Die Süssweine stehen im Sinne des neuen deutschen Weingesetzes auf einer anderen Stufe als die sog. Trink- und Tischweine; für den Zusatz von Alkohol und das Gypsen bestehen andere Bestimmungen und weitere Grenzen als bei letzteren. Auch haben wir gesehen, dass in den Haupterzeugungsländern selbst die besten Sorten Süssweine durch Zusatz fremder Sorten von Cibeben wie eingedicktem Most aufgesüsst werden, ohne dass dieses irgendwie beanstandet würde. Auch die als Naturweine durchgehenden Süssweine sind daher in gewissem Sinne Kunsterzeugnisse und kann es hiernach zweifelhaft erscheinen, ob die alleinige Verwendung von Trockenbeeren (Cibeben oder Rosinen) oder von eingedicktem Most und Belegung eines solchen Erzeugnisses mit dem bestimmten Namen irgend eines berühmten Landes- oder Orts-Süssweines als strafbar anzusehen ist. Da bei letzteren z. B. Tokayer, Marsala, Portwein etc., wenn vorschriftsmässig hergestellt ein grosser Theil des vergohrenen Saftes eigenartigen und besten Trauben entstammt und die Verwendung von nur Cibeben, Rosinen oder eingedicktem Most sich wesentlich billiger als die von Naturtrauben stellt, so kann die Bejahung vorstehender Frage schon nach dem allgemeinen Nahrungsmittelgesetz vom 14. Mai 1879 nicht zweifelhaft sein. Aber auch nach § 3 No. 3 des neuen Weingesetzes vom 24. Mai 1901 nehmen die nur aus „getrockneten Früchten (auch in Auszügen oder Abkochungen) oder eingedickten Moststoffen hergestellten Süssweine insofern eine Sonderstellung ein; als „Betriebe,“ in welchen eine derartige Verwendung stattfinden soll, von dem Inhaber vor dem Beginne des Geschäftsbetriebes der zuständigen Behörde anzuzeigen sind“. Man wird daher diese Art Süssweine anders beurtheilen müssen, als die vorstehend aufgeführten, unter Mitverwendung von eigenartigen frischen Trauben hergestellten Süssweine.

1. Süssweine aus künstlichen Trockenbeeren (Cibeben oder Rosinen) bezw. aus Cibebenextrakt. Von den Trockenbeeren gelten die Tafelrosinen von Malaga als die besten für die Nachmachung eines Süssweines; sie entstammen den Muskat- oder Pedro Jimenez-Trauben und zeichnen sich vor anderen Rosinen dadurch aus, dass sie dem Wein nicht den sog. Cibebengeschmack verleihen. Eine zweite ganz vortreffliche Sorte sind die Sultaninen, kernlose Cibeben, welche auch zu allen möglichen Backwaaren verwendet werden und einen Süsswein von reinem Geschmack liefern. Dann folgen die grossen gelben Cibeben (Eleme) von sehr verschiedener Reinheit und Güte. Dieselben sind um so besser, je gleichmässiger die einzelnen Beeren sind und umgekehrt. An der Versuchsstation St. Michele²⁾ wurden für 6 zur Süssweinbereitung dienende Sorten Rosinen bezw. Cibeben vorstehender Arten im Mittel gefunden:

¹⁾ Die eingeklammerten Zahlen bedeuten die Anzahl der untersuchten Proben.

²⁾ v. Babe-Mach, Handbuch d. Weinbaues u. d. Kellerwirthschaft, Berlin 1896, 2, 515.

Beerenstiele und Kämme	Gewicht von 100 Beeren	In 100 Beeren Kerne	Gewicht von 100 Kernen	Wasser	Glukose	Fruktose	Gesamt- Säure	Apfelsäure	Weinstein	Gerbstoff	Durch Alkohol fällbar	In Wasser unlöslich	Mineralstoffe
%	g	Stück.	g	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
2,35	51,0 ¹⁾	131,4 ²⁾	2,92	22,61	27,28	34,43	1,53	0,35	2,61	0,17	1,66	6,20	1,55

Ueber die Zusammensetzung von Rosinen und Cibeben vergl. auch weiter S. 961. Für die Benutzung zur Süssweinbereitung müssen die Rosinen entkämmt, die einzelnen Beeren mit der Hand ausgelesen und weiter mit kaltem Wasser äusserlich gewaschen werden. Die gereinigten und trockenen Cibeben werden dann entweder auf besonderen Maschinen zerrieben oder in unzerkleinertem Zustande mit Wein übergossen, etwa 2 Tage damit stehen gelassen, darauf in Trockenmühlen zu Maische verarbeitet, letztere nochmals 2 Tage lang stehen gelassen und schliesslich die Maische abgepresst. Die Pressflüssigkeit wird in kleine Fässer von etwa 2 hl gefüllt und etwa 4 Wochen, um die gelösten stickstoffhaltigen Stoffe abzuschneiden, einer Gärung bei ziemlich hoher Temperatur (etwa 20°) überlassen, wobei es sich empfiehlt, gährkräftige Hefe von bestimmtem Typus zuzusetzen und nach Beendigung der Gärung zu pasteurisiren, um Nachgärungen zu vermeiden.

In der Regel rechnet man auf 1 l Wein, als welcher meistens nicht der beste angewendet zu werden pflegt, $\frac{1}{2}$ kg Cibeben und falls die Maische hierdurch nicht genügend Zucker annimmt, setzt man vor und während der Gärung auch noch Rohr- oder Invertzucker zu, ferner nach der Gärung häufig auch noch Alkohol (Weinsprit).

Neben Cibeben und Zucker werden aber auch vielfach Auszüge von getrockneten Zwetschen, Feigen, Nüssen, Mandeln, Hopfen, Lorbeer-, Pfirsichblättern, sauren Kirschen, Orangen etc., ferner auch Honig verwendet; dazu kommen eine Reihe von Bouquetstoffen, die dem Wein die Eigenart des betreffenden Süssweines verleihen sollen, sowie Essenzen, z. B. Auszüge von Muskatnüssen, Hollunderblüthen, Piment, Gewürznelken, Kinogummi, Himbeer- und Veilchenwurzeln etc.

Derartige Zusätze erfolgen auch mitunter selbst zu den Originalweinen in den betreffenden Ländern.

Drei aus Rosinen (einer von Thyra-Rosinen) hergestellten Süssweine ergaben nach Bd. I, S. 1363 im Mittel für 100 ccm in g:

Spec. Gewicht	Alkohol	Extrakt	Gesamt- Säure	Weinsäure	Weinstein	Flüchtige Säuren	Gerb- und Farbstoff	Zucker	Glycerin	Mineral- stoffe	Kali	Phosphor- säure	Schwefel- säure
1,0215	11,85	10,42	0,82	0,14	0,13	0,14	0,13	5,65	1,22	0,393	0,215	0,067	0,027

Um die Herstellung von Trockenbeer-Süssweinen im Norden zu erleichtern, hat man in südlichen Gegenden damit angefangen aus den Cibeben oder Halbcibeben Auszüge, die Cibebenextrakte herzustellen, welche man, um Süsswein zu erhalten, nur mit so viel Wein zu verdünnen braucht, als man für zweckmässig hält. Die eingeschrumpften Trauben werden zerquetscht und hieraus unter Anwendung stark wirkender Pressen ein syrpdicker Saft gewonnen, der entweder direkt oder mit Alkohol vermischt in den Handel gebracht wird. Hierzu gehört der sog. griechische Sekt — über die Zusammensetzung vergl. S. 1297 —, von dem man nur 1 Flasche auf 2 Flaschen Wein zu nehmen braucht, um einen

¹⁾ Das Gewicht von 100 Trockenbeeren schwankte von 13,0—84,4 g.

²⁾ Im Mittel von 4 Sorten; die Sultaninen enthielten gar keine Kerne, die von Zante nur 1,6 Stück in 100 Beeren.

wohlschmeckenden Süsswein zu erhalten. Die Mischung erfolgt direkt vor dem Gebrauch und lässt sich einige Tage aufbewahren, ohne dass Gärung eintritt.

2. Süssweine aus eingekochtem Most. Zum Einkochen des Mostes können nur Traubensäfte verwendet werden, welche möglichst viel Zucker und möglichst wenig Säure enthalten; aus dem Grunde kann es nur in den südlicheren Gegenden gehandhabt werden. Man kocht den Most entweder unter fortwährendem Umrühren über freiem Feuer ein und giesst von Zeit zu Zeit kalten Most nach, bis der Inhalt des Gefässes die richtige Konzentration hat, oder man dickt, weil konzentrierter Most dieser Art durchweg einen Kochgeschmack besitzt, zweckmässiger bei niederen Temperaturen in Vakuumapparaten ein.

Ueber die Zusammensetzung von konzentriertem Most vergl. S. 1253. Der konzentrierte Most wird theils, wie schon erwähnt, als Zusatzmittel zu den berühmtesten Süssweinen wie Marsala, Malaga, Sherry etc. in den Erzeugungsländern oder zu besonderen Weinen, wie dem Wermuthwein in Ungarn, verwendet, oder aber nach dem Norden versandt, wo er entweder zum Verschnitt oder nach Verdünnen mit Wasser und Gährenlassen oder nach Vermischen mit Wein wie die Cibebenextrakte zur Süssweinbereitung benutzt wird. Die aus eingedicktem Most hergestellten Weine heissen auch „gekochte Weine“ (Vini cotti in Italien) und ergaben 11 in der Provinz Teramo solcherweise hergestellten Proben nach Bd. I, S. 1329 im Mittel folgende Zusammensetzung für 100 cem in g:

Spec. Gewicht	Alkohol	Extrakt	Gesamt-säure = Weinsäure	Flüchtige Säure = Essigsäure	Weinstein	Zucker	Glycerin	Mineralstoffe	Eisenoxyd	Phosphorsäure
1,0998	11,59	5,63	1,12	0,10	0,12	2,23	0,88	0,23	0,037	0,046

Hierher gehört auch der bereits S. 1253 erwähnte Vertjus, der in Frankreich aus einer besonderen Traubensorte (weisser Vertjus) durch einfaches Einkochen über freiem Feuer hergestellt, aber nicht zur Süssweinbereitung, sondern im Haushalt, um Bratentunke schmackhafter zu machen, benutzt wird. Um einen Most gehaltreicher zu machen, lässt man ihn in kalten Herbstern auch wohl gefrieren, indem man die blätterigen, nur aus Wasser bestehenden Krystalle entfernt. Hierdurch werden alle Aromastoffe am besten in dem rückständigen Most erhalten, indess lässt sich auf diese Weise durchweg wegen mangelnden starken Frostes nur eine mässige Konzentration des Mostes erzielen. Auch Wein wird wohl durch Gefrierenlassen von Wasser befreit und dem entsprechend an allen anderen Bestandtheilen gehaltreicher gemacht.

X. Rocques¹⁾ theilt über die Veränderungen, welche ein Rothwein des südlichen Frankreichs mit Hilfe des Apparates von Baudouin und Schribaux erfahren hatte, folgende Zahlen für 100 cem mit:

Wein:	Alkohol	Extrakt	Säure		Weinstein	Zucker	Mineralstoffe
			gesamte	flüchtige			
1. Ursprünglicher . . .	9,3 Vol.-%	1,68 g	0,43 g	0,112 g	0,208 g	0,138 g	0,264 g
2. Gefrorener . . .	17,1 "	2,81 "	0,63 "	0,096 "	0,111 "	0,262 "	0,316 "
3. Auf Alkoholgehalt des ursprünglichen Weines berechnet . . .	9,3 "	1,54 "	0,35 "	0,058 "	0,063 "	0,143 "	0,188 "

3. Herstellung von Kunst-Süssweinen. Während vorstehende Herstellungsweisen von Süssweinen noch von Trauben als hauptsächlichstem Rohstoff ausgehen und daher noch als bedingt zulässig angesehen werden können, giebt es auch eine Reihe von sog. Façon-Süssweinen, zu deren Bereitung keine Spur oder nur wenig Traubensaft bzw. von dessen Erzeugnissen verwendet wird und welche daher als Nachmachungen oder

¹⁾ Zeitschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genussmittel 1903, 6, 1016.
König, Nahrungsmittel. II. 4. Aufl.

Verfälschungen nach § 10 des Nahrungsmittelgesetzes vom 14. Mai 1876 anzusehen sind, deren Herstellung aber auch nach § 7 des neuen Weingesetzes verboten ist. Derartige Façon-Weine wurden nämlich in Deutschland und werden häufig jetzt noch in den Ursprungsländern der bedeutendsten Süssweine durch Vermischen von Weingeist, Zuckerwasser, Karamel, Glycerin, verschiedenen Aromastoffen und Essenzen hergestellt. So lauten z. B. 2 Vorschriften zur Herstellung von künstlichem Madeira¹⁾:

Französische Vorschrift: Karamel 40 kg, Zucker 2,25 kg, Honig 2,25 kg, Hopfen-Essenz No. 12 0,2 Liter, 80 %-iger Weingeist 5 Liter, Normalwein (hergestellt durch Vergährenlassen einer Mischung von Rosinen, Zucker, Glycerin, Weingeist, Weinsäure, auch etwas Wein etc.) 100 Liter, Glycerin 6 kg.

Deutsche Vorschrift: Bittermandelöl-Essenz No. 1 0,5 Liter, Bittermandelöl-Essenz No. 2 0,5 Liter, Nuss-Essenz No. 16 und 17 0,4 Liter, Rosinen-Essenz No. 14 5 Liter, Glycerin 4 kg, Karamel 0,5 kg, Normalwein 100 Liter, 80 %-iger Weingeist 5 Liter.

Früher kam von Hamburg aus unter dem Namen „Sherry“ ein Getränk in den Handel, welches aus vergohrenen Datteln und Feigen, Sprit und Kochsalz hergestellt und namentlich in England gern gekauft wurde.

Um zu zeigen, wie durch derartige künstliche Mischungen die Zusammensetzung der wirklichen Süssweine nachgeahmt werden kann, mögen hier die Mittelzahlen einiger Analysen von Façon-Süssweinen (vergl. auch Bd. I, S. 1364) mitgeteilt werden; darnach enthalten g in 100 ccm:

Façon-Süsswein	Spec. Gewicht	Alkohol	Extrakt	Säure = Weinsäure	Glukose	Fruktose	Glycerin	Stickstoff	Mineralstoffe	Kali	Phosphorsäure	Schwefelsäure
Sherry . . .	0,9929	15,79	3,95	0,36	1,52	1,08	0,31	0,020	0,200	0,063	0,015	0,023
Malaga . . .	1,0396	13,43	15,01	0,42	5,66	6,00	0,22	0,026	0,228	0,053	0,017	0,031
Portwein . .	1,0052	15,50	7,15	0,27	2,58	2,48	0,07	0,021	0,180	0,055	0,024	0,018
Madeira . . .	0,9939	18,15	5,09	0,43	1,82	1,72	0,13	0,025	0,190	0,046	0,031	0,050
Muskat . . .	1,0280	9,70	14,58	0,28	4,11	3,36	0,08	0,021	0,077	0,027	0,011	0,026

Es lassen sich daher durch kunstgerechtes Mischen vorstehender Bestandtheile schon Getränke erhalten, welche annähernd die Zusammensetzung der Original-Süssweine besitzen. Am ersten wird man das Gemisch noch an dem Missverhältniss zwischen Extrakt, Stickstoff und Mineralstoffen, ferner an dem Verhältniss zwischen Alkohol und Glycerin sowie zwischen Glukose und Fruktose²⁾ erkennen, welche letztere beiden Verhältnisse wenigstens in vorstehenden Fällen erkennen liessen, dass keine vollen Gährerzeugnisse vorliegen konnten.

E. List³⁾ verlangt von einem konc. (etwa 20 g Zucker enthaltenden) Süsswein, dass derselbe mindestens 4 g zuckerfreien Extrakt (unter Zugrundelegung der Extraktabelle von E. Weiss) und mindestens 40 mg = 0,04 g Phosphorsäure in 100 ccm Wein enthalten soll.

L. Rössler⁴⁾ zeigt aber, dass bei Tokayer-Weinen und bei den meisten österreichisch-ungarischen Süssweinen der zuckerfreie Extrakt zwischen 2,6—4,5 g in 100 ccm schwankt, dass dagegen der Phosphorsäure-Gehalt bei echten Tokayer-Weinen bei Gesamtmiaeralstoffen von 0,2—0,3 g nicht unter 0,055 g heruntergeht und nur in einem von mehreren hundert Fällen nur 0,0527 g in 100 ccm betrug. Wenn das Verhältniss von

¹⁾ O. Maier: Die Ausbrüche, Sekte und Süssweine.

²⁾ Auch durch die organischen Säuren (Weinsäure, Aepfelsäure) und deren saure Salze geht die Saccharose beim Lagern allmählich in Glukose und Fruktose über.

³⁾ Bericht üb. d. 5. Vers. d. fr. Verein. bayr. Vertreter d. angew. Chemie zu Würzburg 1886.

⁴⁾ Zeitschr. f. analyt. Chemie 1895, 34, 354.

Alkohol: Glycerin unter 100:7 heruntergeht, so spricht das bei den alkohol- und zuckerreichen Süssweinen für eine kurz dauernde Gährung und ein Stummachen durch Alkohol.

Nach O. Leixl¹⁾ enthalten Malagaweine mindestens 3 g zuckerfreien Extraktrest, dagegen geht der Phosphorsäure-Gehalt bisweilen unter 0,020 g in 100 ccm heranter.

Gewürzte Weine.

(Süsse Specialweine).

In Süditalien, Spanien, den kanarischen Inseln etc. erzeugt man durch Zusatz der mannigfaltigsten (aromatischen) Stoffe besondere Weine, die einen nicht unbedeutenden Absatz finden.

Die grösste Bedeutung unter diesen Weinen haben die sog. Wermuthweine, deren Verbrauch besonders in Ungarn, Italien und Frankreich sehr bedeutend ist.

Die Darstellung der Wermuthweine geschieht in der Weise, dass man die zerkleinerten Pflanzentheile in ein Leinwandsäckchen bindet, dieses durch das Spundloch in das mit gährendem Most oder mit Wein gefüllte Fass hängt und durch einige Wochen in demselben belässt, bis eine genügende Menge der riechenden und schmeckenden Stoffe in dem Wein gelöst ist. Oder man bereitet mit Wein oder Sprit eine Essenz aus den Kräutern und setzt letztere dem Wein zu. Ausser dem (getrockneten) Wermuthkraut werden zur Darstellung von Wermuthweinen auch noch andere Pflanzen und Pflanzentheile verwendet, so z. B. Tausendgüldenkraut, Quassia, Schalen von Bitterorangen, Chinarinde, Euzian, Angelikawurzel, Kalmuswurzel; parfümirt werden diese Weine mit den weingeistigen Auszügen von Veilchenwurzel, Muskatnüssen, Gewürznelken etc. Der Alkoholgehalt dieser Weine wird oft durch Alkoholisiren bis zu 20% gesteigert.

Um die dickflüssigen Sorten von Wermuth herzustellen, wendet man einen mit eingedicktem Moste versetzten Wein an, indem man die Kräuter vorher mit dem Moste verkocht.

Eine Vorschrift für die Herstellung eines Muskatwermuths lautet:

Auf 1000 l sehr süssen Muskatwein werden genommen: 1 kg Wermuth, 2 kg Hollunderblüthen gereinigt und 8 Tage vor der Verwendung mit 4 kg gepulvertem Zucker vermischt, 4 1/2 kg Koriander, 500 g Muskatnuss, 1 kg Zimmt, 1 l Veilchenwurzelinktur, 3 kg fein zerschnittene süsse Orangenschalen, 500 g Angelikawurzel, 500 g Maranta galanga, 1 kg Bathengel (Blumenkronen von *Primula officinalis*), 500 g Gewürznelken, 250 g Quassia, 1 kg Wurzel von *Acorus Calamus*, 1 kg Tausendgüldenkraut, 1 kg Alantwurzel und 1 kg Benediktinerkraut.

Aehnliche Vorschriften giebt es für die Herstellung von Madeira- und China-Wermuth.

Der auf Sicilien beliebte Süsswein „Amarena“ wird in der Weise gewonnen, dass man den Most auf Pfirsich-, Kirsch-, Weichsel- oder Mandel-Blättern vergähren lässt.

Der Wermuthwein pflegt häufig weniger Alkohol zu enthalten, als der verwendete Naturwein; dieses erklärt sich daraus, dass beim Aufgiessen von Wein auf das Kraut eine Diffusion statthat, indem Alkohol in die Zellen, dagegen Extraktstoffe aus den Zellen in den Wein übertreten.

Die Zusammensetzung des Wermuthweines ist nach 9 Analysen, die des Amarena nach 21 Analysen für 100 ccm folgende:

¹⁾ Zeitschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genussmittel 1900, 3, 196.

Bezeichnung	Spec. Gewicht	Alkohol	Extrakt	Zucker	Säure		Weinstein	Glycerin	Mineralstoffe	Phosphorsäure	Schwefelsäure
					Gesamt	flüchtige					
Wermuthwein . . .	1,0346	10,12	12,58	10,08	0,52	0,100	0,185	0,43	0,165	0,026	0,053
Amarena	1,0399	12,02	13,03	8,55	0,61	—	0,069	—	0,33	0,051	0,068

Auf den Balearischen Inseln, in Spanien und anderen Ländern wird auch Wein unter Zusatz von Quitten, Granatäpfeln, Orangen, Erdbeeren, Aprikosen, sogar unter Zusatz von Kaffeepulver hergestellt, welche Erzeugnisse sich grosser Beliebtheit erfreuen.

„Alkoholfreie Weine“, die auch als hygienische Traubenweine in den Handel kommen, sind nichts anderes, als gewöhnlicher Most, der nach dem Verfahren von Müller-Thurgau sterilisirt worden ist. Fünf solcher Proben ergaben im Mittel in 100 ccm:

Spec. Gewicht	Alkohol	Extrakt	Gesamt-Säure = Weinsäure	Flüchtige Säure = Weinsäure	Zucker	Stickstoff	Mineralstoffe	Phosphorsäure
1,0605	Spur	15,79 g	1,06 g	0,037 g	12,66 g	0,097 g	0,314 g	0,029 g

In ähnlicher Weise werden jetzt auch aus Früchten (Äpfeln, Heidelbeeren etc.) alkoholfreie Ersatzgetränke, sog. „Frada“ hergestellt¹⁾, indem man die Fruchtsäfte in offener Flasche sterilisirt und darauf in geschlossener Flasche die Säure zum Theil durch Natriumkarbonat abstumpft (vergl. weiter unten).

Schaumweine (Champagner).

Die Herstellung vollkommen marktfähiger Schaumweine wurde zuerst in der Champagne — daher die Bezeichnung „Champagner“ für Schaumwein — versucht, nachdem es Pérignon, einem Pater des Klosters zu St. Peter bei Haut Villers, gegen Ende des 17. Jahrhunderts gelungen war, die während der Gärung in der Flasche gebildete Hefe durch das sog. Degorgiren zu entfernen.

Die Fabrikation dieser beliebten Weine nahm immer mehr zu und werden gegenwärtig nicht nur in Frankreich, sondern auch in Deutschland, Oesterreich und Italien grosse Mengen Schaumweine hergestellt.

Die Herstellung der Schaumweine geschieht entweder nach dem Vergären des Mostes durch Vergären von Zucker in der Flasche oder durch Sättigen mit besonders erzeugter Kohlensäure.

1. Die Bereitung des Schaumweines nach französischer Art durch Gärung.

a) Traubensorte. Zu den feinen Schaumweinen der Champagne dienen hauptsächlich Trauben von blauem und weissem Burgunder sowie Ruländer, in zweiter Reihe Trauben der Gamay- und Müllerrebe. In Deutschland wird zu besonderen Typen auch Riesling verwendet. Für geringere Sorten werden Ortlieber, Steinschiller, Nosiola, selbst Gutedel genommen. Blaue, nicht sehr farbstoffreiche Trauben erhalten

¹⁾ Berliner klin. Wochenschr. 1899, 36, 1055.

in der Regel den Vorzug. Sehr wichtig ist eine vollständige Auslese aller kranken Trauben.

b) Vergärung und Zuckerzusatz. Die Trauben werden, ohne gemaischt zu werden, nur unter schwachem Druck, rasch und häufig unzerkleinert gepresst und der Most, der vorwiegend nur den Saft des Beerenfleisches, nicht aber den von Hülsen und Kernen enthält und Klaretmost heisst, nach dem Klären durch Stehenlassen zur vollständigen Vergärung gebracht, so dass höchstens nur ganz geringe Mengen Zucker in demselben zurückbleiben. Hat sich der Jungwein nöthigenfalls unter Benutzung von Hausenblase oder Tannin geklärt, so wird er abgezogen und durch entsprechenden Verschnitt (coupage) Wein von bestimmtem Typus zusammengestellt. Diese Mischung (Cuvée), welche den Grundstoff für den Schaumwein bildet, wird nach wiederholtem Abziehen, Klären etc. (meist gegen Frühjahr) mit einer bestimmten Menge Zucker (etwa 1—2%) versetzt, um die nöthige Kohlensäure zu erzeugen. Für feinere Schaumweine nimmt man vorzugsweise aus Kolonialzucker hergestellten Kandis; für geringere Schaumweine genügt auch feinst raffinirter, nicht gebläuter Rübenzucker, der event. noch einmal gereinigt werden kann. Die Menge des zuzusetzenden Zuckers richtet sich nach dem zu erzielenden Drucke und nach der Zusammensetzung des Weines, bezw. dessen Absorptionsfähigkeit für Kohlensäure, welche vorher berechnet wird¹⁾. Die französischen Fabrikanten unterscheiden hauptsächlich 3 Arten von Mousseux: *crémant* (bei einem Kohlensäuredruck von etwa 4 Atmosphären), *mousseux* (4—4½ Atmosphären) und *grand mousseux* (4½—5 Atmosphären). Um dem bedeutenden Drucke dauernd widerstehen zu können, müssen die für Schaumwein bestimmten Flaschen sehr sorgfältig hergestellt werden. Der Fassungsraum der hinsichtlich ihrer Form allbekanntesten Champagnerflaschen ist 800—830 ccm, das Gewicht ihres Inhaltes meist 850—900 g. Für gewöhnlich enthält der Jungwein noch so viel Hefe, dass dieselbe den zugesetzten Zucker von selbst zu vergähren im Stande ist; sehr zweckmässig erscheint aber hier der Zusatz von etwas Reinzuchtheffe; auch setzt man, um das Zusammenballen der Hefe in der Flasche zu erleichtern, gern etwas Tannin oder Gelatine und Alaun zu.

Das Abfüllen des mit Zucker dosirten Weines in Flaschen muss in der Weise vorgenommen werden, dass in diesen ein leerer Raum von 12—15 ccm (Kammer) bleibt.

c) Vergärung in der Flasche und Entfernung der Hefe. Nach sorgfältigem Verkorken werden die Flaschen in den Gährkeller — horizontal lagernd — gebracht und der zweiten Gärung überlassen. Ist die Gärung vollendet und beginnt der Wein in der Flasche sich zu klären, so bringt man die Flaschen in eine schiefe Lage, mit dem Halse nach unten; nach wiederholtem (täglichem) Schütteln und Drehen jeder einzelnen Flasche während dreier Monate sammelt sich die Hefe (das Depot) im Halse der Flasche unterhalb des Korkes; der Inhalt der Flasche stellt alsdann eine vollkommen durchsichtige glänzende Flüssigkeit dar. In dieser Stufe der Entwicklung heisst der Schaumwein Brut-Champagner (*vin brut*).

Die folgenden Handhabungen werden von eingeübten Arbeitern mit einer bewunderungswerthen Schnelligkeit ausgeführt: der erste Arbeiter, „der Entkorker“ (*Degorgeur*), befreit die Flasche unter Zerschneiden des Spagats oder Entfernung des

¹⁾ Zur Ermittlung des Lösungsvermögens eines Weines für Kohlensäure konstruirte Salieron einen Apparat, den er Absorptionsmeter nannte.

eisernen Bügels von dem Korke, wobei das ganze im Flaschenhalse befindliche Hefen-Depot mit etwas Wein herausgeschleudert wird; nachdem derselbe Arbeiter den Wein wieder auf das ursprüngliche Volumen aufgefüllt hat, verschliesst er die Flasche vorläufig wieder und übergibt den Wein einem zweiten Arbeiter zur Dosirung.

Wichtig ist es, dass die Hefe sich vollständig abgesetzt hat und der Wein vollständig klar ist. Das Klären von der Hefe wird auch wohl dadurch unterstützt, dass die Flaschen, während sie sich in einem Apparat um ihre Achse drehen, durch kleine eiserne Hämmerchen längs der ganzen Wandung beklopft oder wie man sagt „elektrisiert“ werden. Nach anderen Angaben bringt man den Hals der Flaschen 6 cm tief in eine Kältemischung, bis sich ein Eiszapfen, der das Hefen-Depot einschliesst, im Halse gebildet hat; nach Entkorken der Flasche wird dann das in Eis eingeschlossene Depot durch den Druck der Kohlensäure herausgeschleudert.

d) Die Dosirung oder der Likörzusatz. Die Dosirung besteht in dem Zusatze einer gewissen Menge sog. Likörs, wodurch dem Schaumweine die entsprechende Süsse sowie Stärke ertheilt wird und auch der Geschmack nach Wunsch beeinflusst werden kann.

Der Likör besteht in der Hauptsache in einer Auflösung von Kandiszucker in Wein und Kognak, neben verschiedenen sonstigen Zusätzen, besonders von gewissen Dessertweinen, wie altem Xeres, Madeira, Portwein etc. Der Rohrzucker des Likörs geht beim längeren Lagern in Invertzucker über und besteht wohl kein Zweifel, dass ein Theil des Wohlgeschmackes genügend lange abgelagerter Schaumweine auf diese Umwandlung zurückzuführen ist.

In neuerer Zeit hat man auch Apparate (z. B. Maumené's Garde-mousseux, ein innen versilbertes Metallgefäss) in Anwendung gebracht, welche das Dosiren und Wiederauffüllen (mit Wein) ermöglichen, ohne dass ein Verlust von Kohlensäure stattfindet (mit Ausnahme jenes Verlustes, der durch das Ausstossen der Hefe verursacht wird).

Den Schluss der Handhabungen bildet das endgültige Verkorken und Verbinden mit Schnur und Draht, sowie das Adjustiren der Flaschen, welches darin besteht, dass man den Hals derselben bis unter die leere Kammer mit Stanniol (oder feinem Flaschenlack) umgiebt.

Die zweite Vergärung des Champagners in Flaschen ist verhältnissmässig sehr kostspielig, weshalb man nach verschiedenen Vorschlägen, so von Rousseau, Bruns und Neubert, F. König, Reihlen, versucht hat, dieselbe in grösseren Gefässen vorzunehmen. Die zur Schaumweinbereitung bestimmte Mischung wird mit Zucker versetzt und in grossen emaillirten Gefässen, die luftdicht verschlossen werden können, durch die sog. „Gährfässer“ der Gärung (sog. Glanzgärung) unterworfen, wobei eine kaum nennenswerthe Hefenabscheidung stattfindet. Der in voller Gärung befindliche Wein wird durch eigene Apparate, ohne dass ein Verlust an Kohlensäure stattfindet, in die bereit gehaltenen Flaschen, in welche man vorher die Likörmenge gebracht hat, gefüllt und verkorkt.

2. Die Bereitung von Schaumwein durch Sättigen mit besonders erzeugter Kohlensäure. Um die Schaumweinbereitung noch mehr zu verbilligen, pflegt man in den wie üblich vergohrenen und mit Likör versetzten Jungwein auch künstlich Kohlensäure einzupressen.

a) Nach dem älteren Verfahren mit gasförmiger Kohlensäure. Bei

diesem Verfahren wird die eigens dargestellte Kohlensäure mittels einer kräftigen Druckpumpe aus einer Glasglocke in ein Gefäß getrieben, in welchem sich der Wein befindet. Hierzu sind verschiedene Apparate, so von A. Gressler in Halle a. d. S., von J. Kämpf in Frankfurt a. M. u. A. eingerichtet worden; Carpené kühlt den Wein, um die Aufnahmefähigkeit für Kohlensäure zu erhöhen, auf -5 bis -6° ab, was aber den Uebelstand hat, dass sich leicht Weinstein ausscheidet und Eiskrystalle bilden, wodurch die Beschaffenheit des Weines geändert und ungleichmässig werden kann.

b) Nach dem neueren Verfahren mit flüssiger Kohlensäure. Bei dieser Darstellungsweise benöthigt man nur ein Gefäß, in welchem der dosirte Wein enthalten ist, und welches mit einem flüssige Kohlensäure enthaltenden Behälter verbunden wird. Durch einen Druckregeler wird die Spannung des Kohlensäuregases entsprechend vermindert, und tritt dasselbe je nach Wunsch mit 4,5 oder 6 Atmosphären Spannung in den Wein über.

Wenn für diesen Zweck vorzügliche Weine sowie reine feine Liköre genommen werden, so lassen sich auch nach diesen Verfahren gute Schaumweine gewinnen, indess werden sie in Bezug auf das Festhalten der Kohlensäure, sowie auf ein dauerndes und längeres Perlen nach dem Einschänken doch den nach dem alten französischen Verfahren bereiteten Schaumweinen nachstehen.

Von einem guten Schaumwein (Champagner), der durchweg eine lichte bzw. bei Verwendung blauer Trauben einen schwach röthlichen Farbenton¹⁾ besitzt, verlangt man nämlich, dass er bei einem mehr oder weniger süßen, angenehm lieblichen Geschmack mit nicht zu stark hervortretender Blume, derart mit Kohlensäure erfüllt ist, dass beim Oeffnen der Flasche nicht nur der Kork mit Gewalt herausgeschleudert wird und der in das Glas gegossene Wein lebhaft schäumt, sondern der Wein die Kohlensäure zum Theil auch hartnäckig zurückhält und sich durch längere Zeit im Glase frisch und perlend erhält.

Geschmack und Blume des Champagners hängen wesentlich von der verwendeten Traubensorte und der Art des zugesetzten Likörs ab. Dass die Schaumweine der Champagne noch immer als die besten Erzeugnisse dieser Art gelten, verdanken sie in erster Linie der für diesen Zweck besonders geeigneten Beschaffenheit der dortigen Weine, dann aber der durch lange Zeit geübten und erprobten Bereitungsweise. In neuester Zeit werden aber auch in Deutschland unter Berücksichtigung der Erfahrung in der Champagne Schaumweine hergestellt, welche den französischen nichts mehr nachgeben.

Man kann daher auch kaum mehr von einer unterschiedlichen chemischen Zusammensetzung dieser Schaumweine sprechen. Nur unterscheidet man je nach dem Zuckergehalt des zugesetzten Likörs zwischen trocknen Champagnern (Dry Champagne, Extra dry, brut oder sec Champagne, Extra sec etc.), welche nur einen geringen Zuckergehalt (0,05—2,00 g bei 1,61—4,00 g Extrakt in 100 ccm Wein) aufweisen, und süßen Champagnern mit 4,0—17,5 g Zucker bei 5,9—19,8 g Extrakt in 100 ccm Wein. Die dem Wein im Kolonial- oder Kandiszucker zugesetzte Saccharose geht beim Lagern in der Flasche durch die vorhandene Weinsäure alsbald

¹⁾ Die leichte Rossfärbung wird auch mitunter durch Zusatz der Teinte de fines aus Hollunderbeeren gewonnen, oder durch Zugabe des Druckweines aus rothen Trauben erzielt.

in Invertzucker über und findet sich nur letzterer in genügend gelagertem Schaumwein.

Die Zusammensetzung vorstehender zwei Sorten deutscher und französischer Champagner ist im Mittel von mehreren Analysen für 100 ccm in g folgende:

Schaumwein	Anzahl der Analysen	Spec. Gewicht	Alkohol	Extrakt	Gesamt-Säure = Weinsäure	Flüchtige Säure = Essigsäure	Weinsäure	Invert-Zucker	Glycerin	Mineralstoffe	Kali	Schwefelsäure	Kohlensäure
Trocken . .	28	0,9925	10,42	2,36	0,61	0,049	0,25	0,53	0,71	0,14	0,048	0,026	0,857
Süss . . .	31	1,0347	9,50	12,88	0,63	0,049	0,22	10,95	0,70	0,15	0,063	0,022	0,628

Der Alkoholgehalt schwankte in beiden Schaumweinsorten zwischen 6,8—11,9 g in 100 ccm.

Ueber die Zusammensetzung der einzelnen Marken Schaumwein, sowie der aus anderen Ländern vergl. Bd. I, S. 1337—1341.

Nachmachungen und Verfälschungen des Schaumweines.

Da der Schaumwein noch mehr wie der Süsswein ein Kunsterzeugniß ist, so hält es hier noch schwerer wie für letzteren, von Nachmachungen und Verfälschungen zu sprechen. Indess hat das neue deutsche Weingesetz vom 24. Mai 1901 in § 5 und 6 besondere Bestimmungen getroffen, welche die rechtschaffene Herstellung derselben zu schützen geeignet sind. Nach § 5 des Gesetzes gelten auch für Schaumwein die Vorschriften des § 3 Abs. 1 No. 1—4 sowie Abs. 2 des Gesetzes, wonach also für die Schaumwein-Bereitung Trester-, Hefen-, Rosinenweine, künstliche Süsstoffe, sowie Weine aus eingedicktem Most, überstreckte Weine etc. nicht verwendet werden dürfen. Dagegen ist der Zusatz von Bouquetstoffen, auch von organischen Säuren nicht ausdrücklich verboten. Die weiteren Vorschriften für die Schaumweinbereitung und Kennzeichnung derselben lauten:

Schaumwein, der gewerbmässig verkauft oder feilgehalten wird, muss eine Bezeichnung tragen, welche das Land und erforderlichenfalls den Ort erkennbar macht, in welchem er auf Flaschen gefüllt worden ist. Schaumwein, der aus Fruchtwein (Obst- oder Beerenwein) hergestellt ist, muss eine Bezeichnung tragen, welche die Verwendung von Fruchtwein erkennen lässt. Die näheren Vorschriften trifft der Bundesrath.

Die vom Bundesrath vorgeschriebenen Bezeichnungen sind auch in die Preislisten und Weinkarten, sowie in die sonstigen, im geschäftlichen Verkehr üblichen Angebote mit aufzunehmen.

Ausführungsbestimmungen vom 2. Juli 1901. II zu § 6. Die im § 6 des Gesetzes vorgeschriebene Kennzeichnung von Schaumwein, der gewerbmässig verkauft oder feilgehalten wird, hat wie folgt zu geschehen:

a) Das Land, in welchem der Schaumwein auf Flaschen gefüllt ist, muss in der Weise kenntlich gemacht werden, dass auf den Flaschen die Bezeichnung

„In Deutschland auf Flaschen gefüllt“, „In Frankreich auf Flaschen gefüllt“,
„In Luxemburg auf Flaschen gefüllt“

u. s. w. angebracht wird; ist der Schaumwein in demjenigen Lande, in welchem er auf Flaschen gefüllt wurde, auch fertig gestellt, so kann an Stelle jener Bezeichnung die Bezeichnung z. B.

„Deutscher (Französischer, Luxemburgischer u. s. w.) Schaumwein“

oder

„Deutsches (Französisches, Luxemburgisches u. s. w.) Erzeugniß“

treten.

b) Bei Schaumwein, der aus Fruchtwein (Obst- oder Beerenwein) hergestellt ist, muss in der unter a) vorgeschriebenen Bezeichnung den Worten „In Deutschland (Frankreich, Luxemburg u. s. w.)

auf Flaschen gefüllt¹⁾ oder „Deutsches (Französisches, Luxemburgisches u. s. w.) Erzeugniß“ noch das Wort „Frucht-Schaumwein“ vorangehen oder an die Stelle des Wortes „Schaumwein“ das Wort „Frucht-Schaumwein“ treten.

An Stelle des Wortes „Frucht-Schaumwein“ kann das Wort „Obst-Schaumwein“, „Beeren-Schaumwein“ oder eine entsprechende, die benutzte Fruchtart erkennbar machende Wortverbindung, wie „Apfel-Schaumwein“, „Johannisbeer-Schaumwein“ u. s. w., treten u. a. Vorschriften.

Selbstverständlich sind die in § 7 des neuen Weingesetzes verbotenen Zusätze (S. 1298 u. ff.) auch beim Schaumwein nicht erlaubt. Auch dürfen Kunstweine, die im Auslande hergestellt sind, in Deutschland ebenfalls nicht zur Schaumweinbereitung verwendet werden. Ein Zusatz von minderwerthigem Obst- oder Beeren-Schaumwein zu dem geschätzteren Trauben-Schaumwein ist schon nach § 10 des Nahrungsmittelgesetzes vom 14. Mai 1879 nicht gestattet.

Schwieriger ist die Feststellung von Zuwiderhandlungen gegen diese Vorschriften. Besonders sind die Bestimmungen für stille Weine bezüglich der Mineralstoffe und des Extraktes für die zur Darstellung der Schaumweine verwendeten Claretweine und damit auch für die Schaumweine selbst nicht massgebend; mitunter kann der Gehalt an Mineralstoffen und bei den trocknen Schaumweinen auch der an Extrakt unter den gesetzlichen Vorschriften liegen, ohne dass die verwendeten Jungweine überstreckt bzw. zu stark verlängert gewesen wären¹⁾.

Obst- und Beerenweine.

Die Bereitung von Obst- und Beerenweinen erfreut sich eines grossen Aufschwunges; mit der Verbesserung der Erzeugnisse geht die erhöhte Nachfrage Hand in Hand, da die Herstellung von Traubenwein Schranken hat und der erhöhten Nachfrage nach Wein nicht mehr genügen kann. Auch werden gute, reine Obstweine vielfach minderwerthigen Traubenweinen vorgezogen. Frankreich erzeugt jährlich 14 Mill. hl, Deutschland etwa 6 Mill. hl Obstwein. Für Deutschland ist besonders Württemberg das Land der Obstweinbereitung; die beste Ernte von $5\frac{1}{2}$ Mill. Kernobstbäumen reicht nicht aus, um den Bedarf — etwa 64 l Obstwein (Most) für den Kopf und das Jahr — zu decken, sondern es müssen noch grosse Mengen Obst zur Weinbereitung eingeführt werden.

Selbstverständlich hängt auch hier wie bei Traubenwein die Beschaffenheit des Weines vorwiegend von der Güte der Obst- und Beerenfrüchte ab; je zuckerreicher, säureärmer und je aromatischer die Früchte sind, um so besser ist auch das Gährungs-erzeugniß. Da der Zuckergehalt der Obst- und Beerenfrüchte vorwiegend in der letzten Stufe der Reife zunimmt, so empfiehlt es sich, dieselben für die Weinbereitung so reif wie möglich werden oder auf Stroh ausgebreitet nachreifen bzw. schwitzen (S. 953) zu lassen; auch müssen zu dem Zweck alle schlechten und faulen Früchte vorher thunlichst entfernt werden. Ueber die Zusammensetzung der einzelnen Obst- und Beerenfrüchte, sowie über die Einflüsse auf dieselbe vergl. S. 956 u. ff.

Die Art der Herstellung der Obst- und Beerenweine ist im Allgemeinen der des Traubenweines gleich.

1. Herstellung des Mostes. Die Früchte werden möglichst zerkleinert, zerquetscht bzw. gemahlen und die so erhaltene Maische (Tross) sofort oder nach einigem Stehen mehrere Male auf einer Kelter abgepresst. In manchen Gegenden wird der gemahlten Masse (Maische) mehr oder weniger Wasser zugesetzt, um die Ausbeute zu erhöhen, oder die abgepressten Trester werden, wie in Württemberg und de.

¹⁾ Vergl. P. Kulisch, Zeitschr. f. angew. Chem. 1898, 573 u. 610 u. Grünhut, Weinbau u. Weinhandel 1898, 16, 253.

Schweiz, mit Wasser übergossen, durch Senkböden unter Wasser gehalten und durch einige Tage der Gährung überlassen; dieser sog. „Ansteller“ oder „Glör“ wird dann mit dem ersten Obstsaft vermischt. Das Zerquetschen des Obstes geschieht im Kleinen häufig noch mittels hölzerner, kegelförmiger Stössel, in grösseren Betrieben durch die Frankfurter Obstmühlen mit Steinwalzen; die Quetschmühlen mit zwei eisernen Zahn-(Stern-)walzen sind weniger empfehlenswerth, weil sie leicht Eisen an den saueren Obstsaft abgeben und das Eisen später den Obstwein schwarz färbt. Aus dem Grunde sollen eiserne Gegenstände bei der Obstweinbereitung thunlichst vermieden werden.

Zum Pressen der Obstmaische sind wie bei der von Traubenmaische vorwiegend 3 Pressen, die gewöhnliche Baum- oder Hebelpresse, die Duchscher'sche Differenzial-(Schraubenspindel-)presse und die hydraulische Presse in Gebrauch. E. Hotter¹⁾ hat mit diesen 3 Pressen vergleichende Versuche angestellt und gefunden, dass, wenn die theoretische Ausbeute an Saft aus dem Obst = 95 % gesetzt wird, in Procenten dieser theoretisch möglichen Mengen von den Pressen geliefert werden:

	Baum-Hebelpresse	Schraubenspindel- presse	Hydraulische Presse
nur bis	60 %	72—80 %	88—90 %
bei Wasserzusatz von	20 „	15—30 „	10—20 „

Am ungünstigsten verhält sich daher die altübliche Baum- oder Hebelpresse; man muss bei ihrer Anwendung die Trester wiederholt mit Wasser anrühren und wieder pressen, um eine einigermaßen befriedigende Ausbeute an Saft aus der Maische (dem Tross) zu erzielen; dadurch wird dann der Most zucker-, der Wein alkoholarm und dabei wenig haltbar. Indess lässt sich jeglicher Wasserzusatz nicht umgehen; denn die erste Pressung liefert selbst mittels der kräftigst wirkenden hydraulischen Pressen nur $\frac{2}{3}$ und bei überreifem, mürbem Obst kaum $\frac{1}{3}$ der Gesamtmenge Saft. Durch Zusatz und Einweichen des Pressrückstandes in Wasser und weiteres Pressen findet erst eine völlige Ausziehung aller werthvollen Bestandtheile des Trosses statt und enthalten die letzten Presssäfte das meiste Bouquet und Aroma (aus den Schalen).

Von verschiedenen Seiten ist in Vorschlag gebracht, den Obstbrei in ähnlicher Weise wie die Zuckerrüben (Schnitzel) nach dem Diffusions-Verfahren von Saftbestandtheilen zu befreien (vergl. S. 979), indem man die zerkleinerte Obstmasse in 3 oder 5 Gefässen der Reihe nach 3- bzw. 5-mal mit Wasser behandelt. P. Behrend²⁾ und P. Kulisch³⁾ haben aber mit diesem Verfahren keine günstigen Erfolge erzielt; kaltes Wasser laugt nur die obersten Zellschichten aus, heisses Wasser lässt sich nicht anwenden, weil dadurch die Weine einen Kochgeschmack annehmen würden; die Anwendung selbst von warmem Wasser würde die Essigbildung begünstigen. Die Ausbeute ist daher nach dem Diffusionsverfahren, wenn genügend gehaltreiche Moste erzielt werden sollen, eine geringere als nach dem Pressverfahren; wendet man aber so viel Wasser an, dass die Obstmasse genügend erschöpft ist, so erhält man zu dünne und zu wenig haltbare Weine.

Die Saftausbeute aus dem Obste ist naturgemäss nach jeder Beschaffenheit des Obstes verschieden; P. Behrend⁴⁾ fand in 3 verschiedenen Jahren (1886/88) unter

¹⁾ Ed. Hotter, Beiträge zur Obstweinbereitung, Abdruck aus der Zeitschr. f. d. landw. Ver- suchswesen in Oesterreich 1902, 5, 333.

²⁾ Jahrbuch d. deutschen Landwirtschaftsgesellschaft, 1887, 155.

³⁾ Landw. Jahrbücher 1894, 23, 623.

⁴⁾ Programm zur 74. Jahresfeier d. kgl. Württemb. landw. Akademie in Hohenheim 1892 u. „Beiträge z. Chemie des Obstweines u. des Obstes“. Stuttgart 1892.

sonst gleichen Verhältnissen Unterschiede von 63,3—73,8 kg Saft aus 100 kg Obst. Gerade die gehaltreichen und dickflüssigen Säfte setzen dem Auspressen einen grösseren Widerstand entgegen, als dünnflüssige Säfte. Als er die Trester nach einmaligem Pressen mit 20 l Wasser auf 100 kg Obst gut mischte und nach 2-tägigem Stehen zum 2. Male presste, erhielt er nach Abzug der zugesetzten Menge Wasser aus 100 kg Obst im Mittel 2,1 % Saft und 1,07 kg Trockensubstanz mehr als ohne Wasserzusatz. Die Zusammensetzung des Mostes erster und zweiter Pressung erhellt nach Behrend's wie Hotter's Versuchen im Mittel aus folgenden Zahlen:

Pressung	Behrend's Versuche.				Hotter's Versuche.				
	Saft aus 100 Thln. Obst Thle.	g in 100 cem Saft			Saft aus 100 Thln. Obst Thle.	g in 100 cem Saft			
		Saccharo- meter- anzeige	Extrakt	Säure		Extrakt	Säure	Invert- zucker	Gerb- stoff
Erste . . .	54,8	12,6	12,1	0,68	48,5	13,35	0,61	10,56	0,065
Zweite . . .	13,9	12,6	11,9	0,69	14,1	13,24	0,60	10,51	0,053

Hiernach hat der unter Zusatz von Wasser zu den Trestern durch die zweite Pressung gewonnene Saft keine wesentlich andere Beschaffenheit als der erste, aus der natürlichen Maische gewonnene Most. Das gilt aber nur bis zu einer gewissen Grenze des Wasserzusatzes und richtet sich nach der Beschaffenheit des zu verarbeitenden Obstes. Bei einem saft- und zuckerarmen Obst darf nicht so viel Wasser zu den bereits gepressten Trebern gesetzt werden, als bei saft- und zuckerreichem Obst und wenn bei letzterem die zugesetzte Wassermenge 15—20 % des verwendeten Obstes übersteigt, macht sich der Zusatz schon recht empfindlich durch einen geringeren Alkoholgehalt im Obstwein bemerkbar; nach Hotter's Versuchen entspricht einem Wasserzusatz von je 10 % Wasser ein Mindergehalt von rund 0,6 Vol.-% Alkohol im Wein.

Das Waschen des Obstes bedingt nach P. Behrend keine Erhöhung oder Erniedrigung der Ausbeute, ist aber vom Standpunkte der Reinlichkeit zu empfehlen.

Ueber die chemische Zusammensetzung der Obst- und Beerensäfte vergl. S. 965.

Der Birnenmost wird gewöhnlich für zuckerreicher gehalten, als der Aepfelmost, weil die Birnen süsser zu schmecken pflegen als die Aepfel. Der süssere Geschmack der Birnen wird aber nicht durch einen höheren Zuckergehalt — letzterer beträgt ebenfalls nur 7—11 % im Saft —, sondern durch einen geringeren Gehalt an Säure bedingt, in Folge dessen der süsse Geschmack des Zuckers mehr hervortritt. Sehr süss schmeckende, d. h. säurearme Birnen sind aus letzterem Grunde zur Obstweinbereitung wenig oder gar nicht geeignet; wegen des geringen Säure-Gehaltes des Birnenmostes wird derselbe durchweg mit Aepfelmost versetzt bzw. der Birnenwein mit Aepfelwein verschnitten.

Der Birnenmost unterscheidet sich nach E. Hotter auch dadurch vom Aepfelmost, dass er durchweg mehr Nichtzuckerstoffe enthält, als letzterer; Hotter fand z. B. in einer grossen Anzahl von Mosten Nichtzuckerstoffe in 100 cem Most:

Aepfelmost (289)	Birnenmost (30)
1,2—6,0 g, Mittel 2,6 g	2,5—6,7 g, Mittel 4,3 g.

In der Regel reicht der Zuckergehalt des Aepfel- und Birnenmostes aus, um trinkbare Weine daraus zu gewinnen.

Ein Most mit 10 g Zucker in 100 cem kann einen Wein mit annähernd 5 g Alkohol liefern und ein solcher lässt sich ohne Schwierigkeit einige Jahre aufbe-

wahren. Solche Obstweine können schon als Handelsweine oder sog. Handelsmoste bezeichnet werden. Obstweine mit nur 3,5–4,0 g Alkohol aus zuckerärmeren Mosten gelten dagegen als Haustrunk oder kleine Handelsweinen.

Die Beerenfrüchte dagegen enthalten, mit Ausnahme der süßen Kirschen und Brombeeren, sämmtlich zu wenig Zucker und zu viel Säure. Man muss die Moste derselben mehr oder weniger stark nicht nur mit Zucker versetzen, sondern auch entsprechend mit Wasser verdünnen. Auch richtet sich die Höhe des Zuckerzusatzes nach der Art des aus den Beerenfrüchten zu bereitlebenden Weines, ob ein Haustrunk, Tischwein, starker Wein oder Likörwein daraus bereitet werden soll.

J. Nessler¹⁾ giebt hierfür folgende Zahlen:

Früchte	Gehalt in 100 Theilen Früchte		Zusatz zu 10 l Saft oder 12 kg Früchte				
	Zucker	Säure	Wasser l	Zucker kg			
				Haustrunk	Tischwein	Starker Wein	Likörwein
Johannisbeeren . . .	6,4 g	2,1 g	30	4,2	5,8	7,4	13,0
Stachelbeeren . . .	7,0 "	1,4 "	18	2,7	3,7	5,1	8,0
Brombeeren . . .	4,0 "	0,2 "	0	0,8	1,2	1,6	3,0
Heidelbeeren . . .	5,0 "	1,7 "	24	3,6	5,0	6,3	11,0
Himbeeren . . .	3,9 "	1,4 "	18	3,0	4,1	5,2	9,1
Erdbeeren . . .	6,3 "	0,9 "	8	1,6	2,3	3,0	5,5
Preisselbeeren . . .	1,6 "	2,3 "	35	5,3	7,1	8,9	15,2
Weichselkirschen . . .	7,5 "	1,3 "	16	2,4	3,4	4,5	8,1
Süße Kirschen . . .	10,0 "	0,4 "	0	0,2	0,6	1,0	2,4
Zwetschen . . .	6,1 "	0,8 "	6	1,3	2,0	2,6	4,8

Auch giebt es eine Reihe Kunstmost-Essenzen, welche an Stelle des Zuckers den Obstmosten zugesetzt werden sollen. Diese Essenzen enthalten nach Bd. I, S. 1395 Glukose oder Invertzucker oder Auszug aus Tamarindenfrüchten neben Aepfelsäure, Weinsäure, Aepfeläther (Valeriansäure Aethylester) u. dergl. m. Ihre Anwendung ist nicht zu empfehlen bzw. verboten.

Statt des Zuckers vor der Gährung wird dem Most auch wohl Alkohol während der Gährung zugesetzt, um einen alkoholreichen und haltbareren Wein zu erhalten.

2. Die Gährung. Die ausgepressten — oder mit Wasser ausgelaugten — Fruchtsäfte werden, wie der Traubenmost, der Selbstgährung überlassen. Bei dem Steinobst sind vor dem Pressen die Steine zu entfernen. Zur Beschleunigung der Gährung, die schon 24 Stunden nach dem Ansetzen eintreten soll, setzt man auch beste und ganz frische Hefe (Reinhefe) hinzu — Bierhefe ist hierzu nach Hotter's Versuchen Bd. I, S. 1390 unbrauchbar —. Ferner kann die Gährung durch Zusatz von etwas Korinthen- oder Cibebensaft befördert werden.

Der günstigste Wärmegrad für die Gährung ist 15–20°. Bei höheren Graden verläuft die Gährung zwar rascher, aber es ist auch die Gefahr einer Bildung von Essigsäure, Milchsäure und Schleim etc. eine grössere. Die im Sommer reifenden Früchte sollen morgens und abends gesammelt werden, damit sich dieselben nicht zu stark erhitzen und der Presssaft keine zu hohe Temperatur annimmt.

Bei der Gährung der Obstfrüchte sind eine Reihe Hefenformen thätig. E. Kaiser²⁾ konnte durch Reinkulturen im Ganzen 11 Gährungspilze nachweisen, von denen einige ein gutes, andere dagegen ein schlechtes Gährungserzeugniss lieferten. Ein Zusatz

¹⁾ J. Nessler, Naturw. Leitfaden f. Landwirthe u. Gärtner 1888, 321.

²⁾ Chem. Centralbl. 1891, I, 385.

von *Saccharomyces apiculatus* verlieh dem Obstwein besonders ein parfümartiges Bouquet.

Die weiter von E. Hotter, E. Mach und K. Portele, O. Bernheimer sowie von R. Goethe über den Einfluss von Reinhefe bei der Obstweinbereitung angestellten Versuche, die Bd. I, S. 1390—1392 mitgeteilt sind, lassen übereinstimmend die günstige Wirkung reingezüchteter Weinhefen auf den Obstmost erkennen (S. 1197). Diese günstige Wirkung zeigt sich in Hotter's Versuchen schon, wenn man keine Reinkulturen, sondern ausgeprägte Betriebs-Weinhefen anwendet.

Die Vergärung mit reinen Weinhefen bewirkt im Allgemeinen eine etwas erhöhte Alkohol- und Glycerin-Bildung, während dementsprechend der Extraktgehalt geringer wird; vor allen Dingen aber wird durch die reinen Weinhefen den Obstweinen ein dem Weintypus entsprechendes Bouquet ertheilt bezw. das Obstwein-Bouquet erhöht. R. Goethe konnte auch bei Weichselkirschen- und Heidelbeerweinen durch Anwendung von Reinhefen gute, dagegen bei Stachelbeerweinen nicht so ausgesprochen gute Ergebnisse erzielen. Jedenfalls aber berechtigten die bisherigen Versuche zu dem Schluss, dass die Bereitung von Obst- und Beerenweinen durch Anwendung von Reinhefen noch eine wesentliche Verbesserung erfahren kann.

Wenn die Hauptgärung, welche zweckmässig in Steingut-Gefässen vorgenommen wird, nachlässt und der grösste Theil der Hefe sich abgesetzt hat, wird der Fruchtwein auf geschwefelte Fässer abgelassen, damit dort noch durch eine Nachgärung, eine reichliche Bildung von Kohlensäure statthat, welche den Wein frischschmeckend und haltbarer macht. Tritt eine solche Nachgärung nicht ein, so setzt man, wenn der Wein nicht schleimig ist, Zucker (1—1,5 kg für 1 hl) zu.

Die stärkeren oder Likör-Fruchtweine kann man auch auf der Hefe stehen lassen, bis sie ganz klar geworden sind; dann sind sie ebenfalls in ein schwach mit Schwefel eingebranntes Fass abzufüllen und erst in Flaschen zu füllen, wenn sie sich nicht wieder trüben und nicht wieder zu gähren beginnen.

P. Behrend hat Versuche über den Einfluss des Ablassens der Weine gleich nach der Hauptgärung angestellt und gefunden, dass, wenn die Weine gleich nach der Hauptgärung von der Hefe abgefüllt (abgelassen) werden, die Fortgärung gestört wird, während bei den Weinen, welche bis zum Juli des folgenden Jahres auf der Hefe belassen werden, eine stärkere Fortgärung, eine erhöhte Alkoholbildung und Extraktabnahme statthatte. Dabei zeigte sich, dass die Birnenmoste, besonders solche aus abgelagerten Birnen, langsamer vergähren, als Aepfelmoste. Ueber die Zusammensetzung des Mostes in verschiedenen Stufen der Gärung vergl. Bd. I, S. 1389.

3. Kellermässige Behandlung und Vorgänge beim Reifen und Lagern. Der Obstwein pflegt bei guter Beschaffenheit des verwendeten Obstes und bei richtiger Behandlung des Mostes von selbst klar zu werden und klar zu bleiben. Wird derselbe aber unklar, so schönt man ihn am besten mit abgerahmter süsser Milch (1 l Milch für 1 hl Wein) oder mit $\frac{1}{4}$ l Hausenblasenschöne für 1 hl oder mit 5—10 % guter frischer Weinhefe.

Wie der Traubenwein, so geht auch der Obst- und Beerenwein beim Gähren wie beim Lagern fortgesetzt in seinem Gehalt an Säure zurück; so fand P. Behrend (Bd. I, S. 1393) im Mittel von 7 Obstweinen für 100 ccm Most bezw. Wein:

	Spec. Gewicht	Alkohol	Extrakt	Gesamt- Säure = Aepfelsäure	Flüchtige Säure = Essigsäure
Most 1888	1,0517	—	12,69 g	0,67 g	—
Wein Febr. 1889	1,0061	5,02 g	3,26 "	0,67 "	0,027 g
" Juli 1889	1,0016	4,96 "	2,62 "	0,54 "	0,062 "
" Juli 1890	unter 1	4,90 "	2,53 "	0,45 "	0,067 "
" Juni 1891	desgl.	4,87 "	2,43 "	0,42 "	0,084 "

Ganz gleiche Ergebnisse erhielt P. Kulisch; er beobachtete in den ersten 3 bis 5 Wochen eine Säureabnahme von 0,63—1,05 g (im Most) auf 0,34—0,49 g in 100 ccm Wein; Weine, die Anfang Mai im Durchschnitt 0,61 kg Säure zeigten, hatten nach 7 Monaten im November nur 0,46 g Säure in 100 ccm. Von grossem Einfluss auf die Säureabnahme ist die Gährtemperatur; so betrug der Säuregehalt (g in 100 ccm):

	Bei einem Most mit 1,65 g Säure und Gährtemperatur			Bei einem Most mit 1,22 g Säure und Gährtemperatur			
	15°	20°	25°	12°	15°	20°	25°
Nach 50 Tagen	1,31 g	1,07 g	0,70 g	1,10 g	0,81 g	0,67 g	0,57 g
" 145 "	0,69 "	0,59 "	0,58 "	0,92 "	0,68 "	0,64 "	0,56 "

Bei hoher Gährtemperatur ist die Säureabnahme im Anfange während der Hauptgährung am stärksten, hält aber in demselben Sinne noch bis zur Reife an, wenn gleich sich später die Unterschiede verwischen. Jedenfalls hat man es wie beim Traubenwein auch beim Obstwein in der Hand, durch Anwendung hoher Gährtemperaturen stark saure Moste auf natürliche Weise zu entsäuern. Auch ein hoher Alkoholgehalt, erhalten durch Zusatz von Zucker, begünstigt die Säureabnahme.

Als P. Kulisch dann einen Aepfelwein, der aus einem Most mit 0,75 g Säure in 100 ccm hergestellt war, in zwei verschlossenen Flaschen, von denen die eine pasteurisirt, die andere nicht pasteurisirt war, aufbewahrte, fand er in 100 ccm dieser Weine:

	Extrakt	Säure	Zucker
Wein am 18. März	2,59 g	0,84 g	0,21 g
Wein am 21. September { nicht pasteurisirt	2,26 "	0,45 "	0,11 "
{ pasteurisirt	2,61 "	0,82 "	0,18 "

In der nicht pasteurisirten Flasche hatte der Wein eine erhebliche Säureabnahme und auch eine weitere Zersetzung erfahren, welche letztere sich aus der Extrakt- bezw. Zuckerabnahme und einer starken Kohlensäure-Bildung zu erkennen gab; der pasteurisirte Wein zeigte dagegen keinerlei Veränderung und lässt dieser Befund darauf schliessen, dass wie die weitere Zersetzung so auch die Säureabnahme vorwiegend von Kleinwesen oder Enzymen bedingt ist. Möglicherweise beruht auch die Säureabnahme im Obstwein wie beim Traubenwein auf einen Zerfall der Aepfelsäure in Milchsäure und Kohlensäure (vergl. S. 1262).

4. Die Bestandtheile des Obstweines sind: Alkohol, Zucker, Pektinstoffe, Gummi, Glycerin, Aepfelsäure, Weinsäure, (Buttersäure), Essigsäure, Gerbsäure, (Oxalsäure), Bernsteinsäure, Milchsäure, Mineralstoffe und Aetherarten (Bouquet). Die Aepfelsäure überwiegt bei weitem alle anderen Säuren (mit Ausnahme vielleicht der Essigsäure). Weinsäure ist, wenn überhaupt, nur in geringer Menge vorhanden.

Die Zusammensetzung der Obst- und Beerenweine ist eine noch schwankendere als die von Traubenweinen; denn der Gehalt der Obst- und Beerenfrüchte an Zucker

ist, wie schon erwähnt, je nach der Sorte, den Jahrgängen und dem Klima nicht nur wesentlich verschieden, sondern auch der Most erfährt in Bezug auf Zusatz von Zucker, Alkohol und Wasser eine gar verschiedene Behandlung. Man kann daher bei den Obst- und Beerenweinen ebenso wenig von einer mittleren Zusammensetzung sprechen, als bei den Traubenweinen. Es mögen hier aber einige Mittelzahlen aufgeführt werden, um zu zeigen, welche Zusammensetzung diese Art Weine unter gewöhnlichen Umständen haben. So ergaben sich für 100 ccm in g:

Bezeichnung	Anzahl der Analysen	Spec. Gewicht	Alkohol	Extrakt	Gesamt-Säure = Apfelsäure	Flüchtige Säure = Essigsäure	Gerbstoff	Zucker	Glycerin	Mineralstoffe	Kali	Phosphorsäure	Schwefelsäure	
Aepfel- wein	Deutscher	45	1,0019	5,09	2,52	0,63	0,038	0,038	0,21	0,47	0,27	0,143	0,018	0,013
	Steirischer	121	1,0054	4,38	3,26	0,52	0,108	0,063	0,95	0,38	0,31	—	0,019	0,035
Birnen- wein	Deutscher	25	1,0102	5,22	4,65	0,61	0,052	0,077	0,33	0,37	0,32	0,169	0,022	—
	Österreich	18	1,0060	4,81	3,55	0,52	0,146	0,114	0,34	0,36	0,33	—	0,026	0,022

Die Schwankungen für Alkohol und Extrakt sowie der Gehalt an einigen weiteren Bestandtheilen waren für 100 ccm in g folgende:

	Alkohol	Extrakt	Stickstoff	Kalk	Magnesia	Kohlensäure
Deutscher Aepfelwein	4,29—7,10	1,92—4,40	0,0041	0,0089	0,0092	0,188
„ Birnenwein	3,58—6,80	2,52—9,00	0,0037	0,0125	0,0137	0,174

Ueber die Zusammensetzung sonstiger Obstweine vergl. Bd. I, S. 1375—1387.

5. Herstellung von Obst-Schaumwein. Die Herstellung von Obst-Schaumweinen kann wie die der Trauben-Schaumweine erfolgen, d. h. entweder nach dem französischen Verfahren durch gährungsmässige Erzeugung der Kohlensäure in den Flaschen oder durch Sättigung mit künstlich hergestellter Kohlensäure unter Druck. Ersteres Verfahren stellt sich nach P. Kulisch¹⁾ für die Bereitung des Schaumweines aus Obst zu theuer, weshalb die künstliche Einpressung von Kohlensäure allgemein anzustreben ist.

Auch bei der Herstellung des Obst-Schaumweines spielt die Beschaffenheit des zu verwendenden Grundweines eine grosse Rolle. Der Most, dessen Wein für die Schaumweinbereitung dienen soll, soll nach P. Kulisch aus gut ausgereiften, aber vorwiegend sauren Früchten stammen, weil ein gewisser Säuregehalt für die Schaumweine beliebt ist und vorhanden sein muss. Da der Schaumwein, um haltbar zu sein, auch einen gewissen Alkoholgehalt — nicht unter 7 g, aber auch nicht über 8 g in 100 ccm — enthalten muss, so muss der Most in den bei weitem meisten Fällen einen Zusatz von Zucker²⁾ erfahren. Wenn man nach S. 1291 die Grade Oechsle durch 10 theilt, erhält man annähernd die nach der Gährung vorhandenen Gramm Alkohol in 100 ccm Wein; ein Obstmost von 50° Mostgewicht liefert daher einen Wein mit 5 g Alkohol und soll letzterer 7 g enthalten, so muss man das Mostgewicht auf 70° erhöhen, was nach den obigen Ausführungen durch Zusatz von $\frac{20}{4} = 5$ kg Zucker auf 100 l Most erreicht wird. Auch hier ist reinster Kandiszucker zu verwenden, der

¹⁾ Mittheilungen über Weinbau u. Kellerwirthschaft 1895, 17, 33.

²⁾ Man kann den Alkoholgehalt auch durch Spritzzusatz ergänzen; das ist aber nicht so günstig als die Erzeugung desselben durch Gährung.

in der berechneten Menge am besten in einem sauberen, flachen Weidenkorb in den Most eingehängt wird.

Zur Vergärung empfiehlt sich in erster Linie die Anwendung von reinen Weinhefen; der erste Abstich erfolgt im Dec.—Jan., der zweite 6 Wochen später und zwar in vorher geschwefelte Fässer, indem man gleichzeitig gut Luft zuführt; weitere Abstiche werden dann nach je 6, oder auch je nach der Beschaffenheit des Weines nach je 2—3 Monaten vorgenommen; durchweg ist der Wein erst nach 1 bis 1½ Jahren für die Schaumweinbereitung fertig. Der Wein muss vor allen Dingen klar sein; die Klärung kann sowohl durch Schönung (mit 5—8 g Gelatine oder bei gerbsäurearmen Weinen mit 4 g Hausenblase auf 100 l), als auch durch Filtration unterstützt werden. Zeigt der Wein nicht den nöthigen Säuregehalt, nämlich 0,5 g bei geringem Zuckerzusatz und 0,6 g in 100 ccm Wein bei sehr starkem Zuckerzusatz, so setzt man zweckmässig Citronensäure zu — Weinsäure ist wegen der Weinsteinbildung nicht so zweckmässig —, und zwar zur Erhöhung um 0,1 g auf 100 l Wein 100 g Citronensäure.

Als Likör empfiehlt P. Kulisch folgende Mischungen, die 100 l Flüssigkeit liefern:

Mischung I:	50 kg Zucker,	63 l Wein,	6 l Kognak;	1 l enthält	500 g Zucker.
" II:	60 kg "	57 l "	6 l "	1 l "	600 g "
" III:	65 kg "	53,5 l "	6 l "	1 l "	650 g "

Auch hierzu soll reinster Kandiszucker und guter Kognak verwendet werden. Man setzt verschiedene Mengen von den Likören zu, je nachdem man einen schwach oder stark süßen Schaumwein erzielen will. Solche mit weniger als 6% Zucker sind als trocken, solche mit mehr als 10% Zucker als sehr süß zu bezeichnen. Die nöthige Menge des zuzusetzenden Likörs erhellet aus folgenden Zahlen:

Gewünschter Zuckergehalt des Schaumweines	Auf 100 l Wein sind anzuwenden Liter Likör		
	Likör I	Likör II	Likör III
6 %	13,6 l	11,1 l	10,2 l
7 "	16,2 "	13,2 "	12,1 "
8 "	19,0 "	15,4 "	14,0 "
9 "	21,9 "	17,6 "	16,1 "
10 "	25,0 "	20,0 "	18,2 "
11 "	28,2 "	22,4 "	20,4 "

Auch der Likör muss vor dem Zusatz vollständig klar sein und daher nöthigenfalls filtrirt werden. Sind die Flaschen, die aus gutem, starkem Glase bestehen sollen, auf diese Weise gefüllt d. h. mit den nöthigen Zusätzen versehen, so wird Kohlensäure unter Druck eingepresst und der Druck der Temperatur des Weines angepasst; soll der Wein bei 10° etwa 5 Atmosphären in der Flasche haben, so muss man, wenn der Wein eine Temperatur von 15° oder 20° hat, einen Druck von 6 bezw. 7 Atmosphären anwenden und umgekehrt weniger, wenn die Temperatur des Weines unter 10° liegt.

Die Zusammensetzung von Obst-Schaumwein erhellet im Mittel von 13 Analysen aus folgenden Zahlen für 100 ccm in g:

Spec. Gewicht	Alkohol	Extrakt	Gesamt-Säure = Apfelsäure	Flüchtige Säure = Essigsäure	Invert-zucker	Glycerin	Mineral-stoffe	Kali	Phosphor-säure	Schwefel-säure	Druck bei 15° Atmosphären
1,0226	5,56	8,16	0,39	0,119	4,99	0,27	0,24	0,106	0,020	0,021	3,45

Der Alkoholgehalt schwankte in den Proben von 2,73—8,21 g, der an Extrakt von 2,02—12,75 g, der an Zucker von 0,42—9,33 g in 100 ccm Wein.

Diese Schaumweine entsprechen indess noch wenig den von P. Kulisch empfohlenen Anforderungen an Obst-Schaumwein.

6. Sonstige Obstwein- bzw. Obstmost-Erzeugnisse. Durch Gefrierenlassen lässt sich ein Theil des Wassers aus dem Obstwein entfernen und so ein an den anderen Bestandtheilen gehaltreicherer (konzentrierter) Wein gewinnen (vergl. Bd. I, S. 1388 und diesen Bd. S. 1313).

Ebenso wie von alkoholfreiem Traubenwein spricht man jetzt von einem „alkoholfreien Ersatz“ für Aepfelwein, von sog. „Aepfelrada“, welches nichts anderes als ein unter Zusatz von Citronensäure und nachheriger Abstumpfung derselben sterilisirter Aepfelmost ist (vergl. S. 965), während das sog. „Apfelin“ einen natürlichen eingedickten Aepfelmost darstellt; hierher gehören auch die von Niederstadt untersuchten Fabrikate „Pomril“ und „Apfelnektar“. Dieselben sind frei von Alkohol und enthalten nach je einer Analyse (Bd. I, S. 1388) in 100 ccm:

	Spec. Gewicht	Extrakt	Invertzucker	Saccharose	Säure	Stickstoff-Substanz	Mineralstoffe	Phosphorsäure	Eisenoxyd
Aepfelrada . . .	—	9,59 g	3,45 g	4,90 g	0,40 g	—	0,48 g	—	—
Apfelin	1,2995	61,61 „	50,42 „	—	—	0,28 g	1,49 „	0,095 g	0,039 g
Pomril	—	8,92 „	5,95 „	—	0,44 „	0,056 „	0,298 „	—	—
Apfelnektar . . .	—	13,00 „	8,00 „	2,85 „	0,70 „	—	—	0,018 „	0,004 „

Weinsäure, Citronensäure und Stärkezucker waren in dem Apfelin nicht vorhanden; es kann wie concentrirter Traubenmost zur Anreicherung extraktarmer Obstmoste verwendet werden.

7. Beerenweine. Die Beerenweine werden im Allgemeinen wie die Obstweine hergestellt; nur erfahren sie durchweg wegen des hohen Säuregehaltes einen grösseren Zusatz von Zucker (vergl. S. 1324); in vielen Fällen ist der Zusatz von Zucker (Rohrzucker) so gross, dass sie die Eigenschaften von Süssweinen annehmen. Zur Beschleunigung der Gährung wird vielfach Hefe zugesetzt und hat sich auch die Verwendung von reinen Weinhefen gut bewährt. Der Kirsch- wie Heidelbeersaft vergäht ohne Zusatz von Hefe nur langsam; auch müssen hier zum kräftigen Wachsen der Hefe Stickstoff-Verbindungen zugesetzt werden, als welche sich besonders Asparagin, weinsaures Ammonium und nach einigen Versuchen auch Chlorammonium bewährt haben (vergl. Bd. I, S. 1399—1401). Hierher kann auch, wengleich aus einer Steinfrucht gewonnen, seiner sonstigen Beschaffenheit nach, der Kirschwein gerechnet werden; der Kirschenmost ist durchweg der gehaltreichste Most von den Obstfrüchten; es wurden darin 13,3—27,1 g Extrakt und 6,1—16,3 g Zucker in 100 ccm gefunden. K. Windisch hat (Bd. I, S. 1427) Versuche darüber angestellt, welchen Einfluss die Vergährung ohne und mit Steinen, sowie mit unverletzten und zerquetschten Steinen hat. Im Allgemeinen war die Alkohol-Bildung mit zerquetschten Steinen etwas geringer, ebenso eigenthümlicher Weise die Blausäure-Bildung mit Ausnahme einer Sorte aus überreifen Kirschen, wobei der Blausäure-Gehalt auf 100 g Alkohol aus Most mit zerquetschten Steinen 176,8 mg, aus solchem mit ungequetschten Steinen nur 42,4 mg, aus solchem ohne Steine 14,4 mg betrug; umgekehrt war der Gehalt an flüchtigen Säuren in dem aus Most mit zerquetschten Steinen gewonnenen Gährerzeugniss durchweg am höchsten.

Der Kirschwein dient vorwiegend zur Gewinnung des Kirschbranntweines (vergl. S. 1342), mag hier aber wegen der Aehnlichkeit mit den Beerenweinen mitaufgeführt werden.

Die Zusammensetzung der Beerenweine ist für 100 ccm in g folgende:

Bezeichnung	Anzahl der Analysen	Spec. Gewicht	Alkohol	Extrakt	Gesamtsäure = Aepfelsäure	Füchtige Säure = Essigsäure	Gerbstoff	Invertzucker	Glycerin	Mineralstoffe	Kali	Phosphorsäure	Schwefelsäure	
Kirschwein ¹⁾ . . .	16	1,0157	5,71	6,60	0,55	0,121	—	0,37	0,26	0,66	—	0,044	—	
Stachelbeer- wein	{ herb . süss .	2 8	0,9982 1,0235	8,06 10,74	1,97 0,77	0,81 0,089	0,033 0,031	0,08 9,79	0,47 0,78	0,23 0,22	— 0,098	0,014 0,015	0,048 0,007	
Johannisbeer- wein	{ herb . süss .	6 25	0,9926 1,0115	10,09 11,15	2,25 9,51	0,98 0,91	0,140 0,111	0,032 0,028	0,09 7,39	0,51 0,68	0,21 0,24	— 0,101	0,012 0,015	0,034 0,023
Heidelbeer- wein	{ herb . süss .	2 6	0,9965 1,0116	7,56 7,86	2,28 9,21	0,68 0,71	0,146 0,047	— 0,056	0,11 7,96	0,42 0,47	0,20 0,17	0,088 —	0,010 0,007	0,033 —
Erdbeerwein	4	1,0477	9,59	16,34	0,81	0,023	—	14,11	0,66	0,24	0,134	0,013	0,023	
Himbeerwein	4	1,0463	9,91	15,43	0,71	0,139	0,033	12,44	0,84	0,25	—	0,017	—	

Ueber einige weiteren Beerenweine vergl. Bd. I, S. 1402.

In einigen Beerenweinen sind neben der Aepfelsäure auch Citronen- und Weinsäure mit folgendem Ergebniss für 100 ccm bestimmt:

	Stachelbeerwein	Johannisbeerwein	Erdbeerwein	Himbeerwein
Weinsäure . . .	0,213 g	0,165 g	0,123 g	vorhanden
Citronensäure . .	0,025 "	0,100 "	0,110 "	0,044 g
Aepfelsäure . . .	0,415 "	0,659 "	0,465 "	0,636 "

Von den Beerenweinen eignen sich nach P. Kulisch der Johannisbeer-, Stachelbeer- und Heidelbeerwein am besten, Erdbeer- und Himbeerwein dagegen weniger gut zur Schaumweinbereitung. Man pflegt solche, meistens für den eigenen Gebrauch, durch genügenden Zuckerzusatz von vornherein und Ausgährenlassen in verschlossenen Flaschen herzustellen. Man stellt aber auch hier nach P. Kulisch für die für den Handel bestimmten Schaumweine am besten wie bei Obstschäumwein zunächst nicht süsse, durch Zuckerzusatz genügend alkoholhaltige Weine her und versüsst diese später mit Likör und presst Kohlensäure ein.

Eine „Heidelbeerfrada“ (vergl. S. 1329) ergab in 100 ccm:

Alkohol	Extrakt	Säure	Invertzucker	Saccharose	Mineralstoffe
0,50 g	12,28 g	1,13 g	9,17 g	1,98 g	0,41 g

Die Asche der Obst- und Beerenweine ist verhältnissmässig reich an Kali; nach G. Lechartier²⁾ macht dasselbe 51—60 % der Asche aus und sind 80 bis 92 % der Asche in Wasser löslich. Kalk, Magnesia und Phosphorsäure dagegen treten in der Asche der Obst- und Beerenweine gegenüber den Traubenweinen zurück. Jedoch lässt sich auf dieses Verhältniss keine sichere Unterscheidung zwischen Obst- und Traubenwein gründen.

¹⁾ Mit 0,86 mg Blausäure in 100 ccm Wein.

²⁾ Compt. rendus 1887, 104, 336.

Nachmachungen und Verfälschungen der Obst- und Beerenweine.

Da die §§ 2 und 3 des neuen Weingesetzes auf Obst- und Beerenweine keine Anwendung finden, sondern nur die in § 7 aufgeführten Stoffe als Zusätze auch für diese Weinerzeugnisse verboten sind, so müssen alle sonstigen ungebörigen Vorkommnisse nach dem Nahrungsmittelgesetz vom 14. Mai 1876 beurtheilt werden.

Bezüglich des Gehaltes an Essigsäure und schwefliger Säure gilt dasselbe, was bei Traubenwein S. 1287 gesagt ist.

Die Weinsäure fehlt zwar, wie man früher angenommen hat, nicht ganz, tritt aber für gewöhnlich nach vorstehenden Zahlen gegen Aepfelsäure bedeutend zurück, so dass dieses Verhältniss mit dazu dienen kann, um zu beurtheilen, ob Trauben- oder Obstwein vorliegt. Sonstige Unterschiede zwischen beiden Weinsorten sind nach P. Kulisch¹⁾ folgende:

„Der Alkoholgehalt der Obstweine ist meist so niedrig, wie ihn Traubenweine nur in ganz geringen Jahren zeigen. Im Verhältniss dazu ist ihr Säuregehalt nicht entsprechend hoch, dagegen der nach Abzug der Säure verbleibende Extraktrest, sowie der Aschengehalt höher als bei geringen Traubenweinen. Der Stickstoffgehalt der Aepfelweine ist sehr viel niedriger, als man ihn gewöhnlich bei Traubenweinen beobachtet. Die Asche der Aepfelweine ist an Phosphorsäure ziemlich arm. Diese Angaben haben natürlich nur dann Geltung, wenn reine, unverbesserte und unvermischte Obstweine vorliegen. Wenn diese mit etwas Traubenwein verschnitten sind, kann man aus einem niedrigen Gehalt an Weinstein und freier Weinsäure keinerlei Schlüsse mehr ziehen, da es Traubenweine giebt, die an beiden Substanzen einen sehr geringen Gehalt aufweisen. Nur das vollkommene Fehlen beider kann als beweisend gelten.“

Sonstige Weine.

Ausser Weintrauben, Obst- und Beerenfrüchten werden auch sonstige zucker- und stärkehaltige Rohstoffe zur Bereitung weinartiger Getränke benutzt.

So hat man versucht, aus Malzwürze unter Zusatz von Weinstein und Weinhefe eine Art Gerstenwein zu bereiten. Die Deutsche Malton-Gesellschaft in Wandsbeck benutzt angeblich reingezüchtete Weinhefen von typischen Weintrauben, z. B. Tokayer, Sherry etc. und will auf diese Weise Gährerzeugnisse erzielen, welche in Geruch und Geschmack den Trauben-Süssweinen ähnlich sind (vergl. S. 1196). Für zwei solcherweise hergestellten Maltonweine möge hier die durchschnittliche Zusammensetzung für 100 ccm in g nach 5 verschiedenen Analysen mitgetheilt werden:

Bezeichnung	Spec. Gewicht	Alkohol	Extrakt	Gesamt-Säure = Milchsäure	Flüchtige Säure = Essigsäure	Zucker	Dextrin	Stickstoff- Substanz	Glycerin	Mineralstoffe	Kali	Phosphorsäure	Schwefelsäure
Malton-Tokayer . . .	1,0914	10,24	28,22	0,75	0,077	18,62	4,67	0,614	0,50	0,30	0,086	0,128	0,025
Malton-Sherry . . .	1,0258	13,44	11,86	0,83	0,057	6,11	1,63	0,450	0,46	0,20	0,061	0,084	0,013

Ueber sonstige aus Malzwürze hergestellten sog. Weine vergl. Bd. I, S. 1403 u. 1404. Diese Art Erzeugnisse gehören zu den Kunstweinen und müssen selbstverständlich stets unter solcher Bezeichnung verkauft und feilgehalten werden, dass der Ursprung im Gegensatz zu Trauben- oder Obst- und Beerenwein nicht zweifelhaft sein kann.

In Japan benutzt man ebenfalls Gerste und ferner Reis zur Darstellung eines weinähnlichen Getränkes. Behufs Verzuckerung der Stärke benutzt man das S. 463

¹⁾ Landw. Jahrbücher 1890, 19, 83.

beschriebene Koji, woraus weiter durch Vergärung der „Sake“ oder Reiswein erhalten wird (vergl. auch S. 1194); derselbe enthält in 100 ccm nach 6 Analysen:

12,52 g Alkohol, 3,16 g Extrakt, 0,31 g Säure = Milchsäure, 0,043 g flüchtige Säure = Essigsäure, 0,57 g Glukose, 0,20 g Dextrin, 0,80 g Glycerin und 0,067 g Mineralstoffe.

Andere Erzeugnisse dieser Art mit weniger Alkohol (5,60—8,26 g) heissen Shiro-sake, weisser Kofuwein und Sakurada-Bier; sie stehen in der Mitte zwischen deutschem Bier und Wein (vergl. Bd. I, S. 1405).

Der „Mirin“ Japans, ein süßes Getränk nach Art unserer Süßweine, wird aus gekochtem Klebreis gewonnen, indem man denselben mit Hälfte des obigen Kojis verzuckert und die entstehende Glukose durch Zusatz von Alkohol vor Vergärung schützt; er enthält in 100 ccm:

12,15 g Alkohol, 43,21 g Extrakt, mit 36,21 g Glukose.

In Serbien wird zur Darstellung von der „Wodnjika“ ein Gemisch von Wacholderbeeren, Senf und Meerrettig mit Wasser an einem warmen Orte der Gärung und Säuerung überlassen, wodurch ein stark nach Wacholder riechendes und stark sauer schmeckendes Getränk erhalten wird. Für feinere Sorten setzt man geröstete Birnen oder auch Mostbirnen, Aepfel und Quitten, für andere Sorten auch Citronen und Orangen zu. Diese Erzeugnisse enthalten nach Zega in 100 ccm:

Wodnjika	0,83 g Alkohol,	0,98 g Extrakt,	0,399 g Essigsäure,	0,05 g Zucker,	Dextrin etc.
Desgl. + gedörrte Birnen	0,48 g	3,38 g	0,038 g	2,83 g	„ „ „
Desgl. + Citronen . . .	1,70 g	2,27 g	0,440 g	1,22 g	„ „ „

„Pulque fuerte“ ist ein im tropischen Amerika gebräuchliches Getränk, welches durch Vergären des Saftes einer Varietät der *Agave americana* (Met oder Magney der Eingeborenen) erhalten wird und nach einer Analyse von Boussingault enthält:

5,87 % Alkohol, 0,55 % Aepfelsäure, 0,140 % Bernsteinsäure, 0,21 % Glycerin.

Der Palmenwein wird aus dem Saft verschiedener Palmen Afrikas durch Vergärung gewonnen und enthält der vergohrene Saft der Dattelpalme nach einer Untersuchung von Balland:

4,38 % Alkohol, 0,54 % Aepfelsäure, 5,60 % Mannit, 0,20 % Zucker und 3,30 % Dextrin.

Der aus der Becrarpalme gewonnene und vergohrene Saft, auch Lakmi, Lakby und Leghby genannt, enthält nach Martelly¹⁾ Wein- und Aepfelsäure, in einer Probe 0,446 %, ferner 3,29 % direkt reducirenden und 3,31 % nicht direkt reducirenden Zucker, 0,015 % Proteinstoffe, 0,353 % Asche. Eine nahezu gleiche Zusammensetzung hatte der Leghby von Tabunipalmen.

Aus dem Saft von Orangen (S. 965), Feigen (S. 956), von den Blüten der *Bassia oleracea*, des Butterbaumes (in Indien), sowie aus Honig (S. 1002) — für Honig natürlich unter Zusatz von Weinsäure — werden ebenfalls weinartige Getränke hergestellt, die unter anderen Bestandtheilen nach je einer Analyse in 100 ccm enthielten:

Orangenwein	4,85 g Alkohol,	3,81 g Extrakt,	1,26 g Citronensäure,	2,43 g Glukose,	0,35 g Glycerin
Feigenwein	3,81 g	6,57 g	0,84 g Aepfelsäure,	3,31 g	„ — „
Bassiawein	3,82 g	1,70 g	0,62 g Weinsäure,	—	„ — „
Honigwein	7,15 g	4,21 g	0,41 g	1,60 g	„ 0,54 g

¹⁾ Zeitschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genussmittel 1900, 3, 200.

Vereinzelt kommt auch bei uns Rhabarberwein im Handel vor, der nach R. Otto (Bd. I, S. 1405) im Mittel von 2 selbst hergestellten Proben in 100 ccm enthielt:

5,51 g Alkohol, 2,41 g Extrakt, 0,65 g Aepfelsäure, 0,55 g Glycerin, 0,40 g Mineralstoffe.

Es ist aber Vorsicht bei der Bereitung nothwendig, da der natürliche Rhabarberwein leicht freie lösliche Oxalsäure enthält, die giftig ist. Man kann das Auftreten von freier Oxalsäure in diesem Wein nach R. Otto unschwer vollständig vermeiden, wenn man dem Saft vor der Gährung gefälltes Calciumkarbonat zusetzt.

Branntweine und Liköre.

Die Herstellung von Spiritus hat in den letzten 20 Jahren erheblich zugenommen; so wurden in Deutschland allein für technische Zwecke an Spiritus gebraucht:

1887/88	1899/00	1900/01
39 Mill.	105 Mill.	116 Mill. Liter.

In Folge der Einführung der Spiritussteuer sowie der Herstellung eines guten und billigen Bieres, hat der Verzehr von Branntwein etwas nachgelassen; auch die Mässigkeitsvereine fangen an, nach dieser Richtung günstig zu wirken; indess übertrifft Deutschland hierin noch immer andere Staaten; so beträgt der Verbrauch an Branntwein für den Kopf und das Jahr zur Zeit:

Deutschland	England	Vereinigte Staaten Nordamerika's
5,7 l	2,4 l	3,0 l

Wie in Bayern die Arbeiter, die 16% ihres Verdienstes für Bier ausgeben, noch für mässig gelten, so werden nach Delbrück¹⁾ in Bremen dortige Arbeiter, die 20% ihres Verdienstes für Branntwein opfern, für noch nicht für besonders unmässig gehalten. Durchweg ist der Alkoholgenuss in den nördlichen Gegenden grösser als in den südlichen. Ueber die schädlichen Wirkungen desselben vergl. S. 339 u. ff.

Zur Darstellung von Branntweinen im weitesten Sinne werden die verschiedensten Rohstoffe verwendet, nämlich:

a) Alkoholhaltige Flüssigkeiten, wie Trauben- und Obstwein. Aus dem Traubenwein gewinnt man auf diese Weise den Kognak; aus dem in den Weintrestern und im Weingeläger verbleibenden Alkohol wird durch einfache Destillation der Tresterbranntwein und Drusenbranntwein dargestellt.

b) Zuckerhaltige Rohstoffe, wie Zuckerrübe, süsse Früchte (Kirschen und Pflaumen), ferner die bei der Rübenzucker-Fabrikation und bei der aus Zuckerrohr gewonnenen Melasse.

c) Stärkemehlhaltige Rohstoffe, wie Kartoffeln, Roggen, Gerste, Mais, Reis, seltener andere stärkemehlhaltige Rohstoffe, wie Rosskastanien, Buchweizen.

I. Verzuckerung der Rohstoffe und Ueberführung des Zuckers in Alkohol.

Während die unter a aufgeführten Rohstoffe für die Branntwein-Fabrikation nur einer einfachen Destillation, die unter b aufgeführten zuckerhaltigen Stoffe nur eines Zusatzes von Hefe bedürfen, muss die Stärke in den letzten Rohstoffen (c) wie

¹⁾ Delbrück, Hygiene des Alkoholismus (Weyl's Handbuch d. Hygiene) 1901, 53.

beim Bier erst in Zucker übergeführt werden, um weiter Alkohol liefern zu können. Die Verzuckerung wird wie beim Bier durch Diastase (Malz) bewirkt. Die Kartoffeln werden für diesen Zweck vorher gekocht und gedämpft, wodurch die Verkleisterung und Zuckerbildung erleichtert wird, die Getreidearten möglichst fein geschrotet etc. In Italien bewirkt man die Verzuckerung (beim Mais) auch durch Schwefelsäure; dieselbe dient ebenfalls zur Verzuckerung der Kohlenhydrate von selteneren, in Vorschlag gekommenen Rohstoffen (wie Isländischem Moos, Topinamburknollen etc.). Selbst Cellulose (Holz) lässt sich mit Schwefelsäure (bezw. nach Classen's Patent mit schwefliger Säure) in gährungsfähigen Zucker überführen. Der Maisch- (Verzuckerungs-) Vorgang, wie die Gährung, werden im Allgemeinen ganz wie in der Bierbrauerei geleitet (S. 1212 und 1219). Während es aber beim Bier darauf ankommt, neben dem gährungsfähigen Zucker und dem zu gewinnenden Alkohol eine gewisse nicht vergohrene Menge Extraktstoffe in demselben zu erhalten, liegt es der Branntwein-Fabrikation ob, eine thunlichst vollständige Verzuckerung und möglichst viel Alkohol zu erzielen. Es werden daher in der Spiritus-Fabrikation alle dort angegebenen Umstände, welche diese Vorgänge begünstigen, beobachtet. Auch sind dort (S. 1183) schon die Umstände besprochen, welche geeignet sind, bei der Gährung die störenden Nebengährungen zu vermeiden.

2. Die Destillation der vergohrenen Maische.

Die vergohrene Maische wird zur Gewinnung des Alkohols der Destillation unterworfen. Hierzu sind eine grosse Anzahl von Apparaten in Gebrauch. Das älteste und noch jetzt in kleinen Brennereien übliche Verfahren besteht darin, dass man die alkoholhaltige Maische in einfachen Destillirblasen erhitzt, die Dämpfe abkühlt und erst durch mehrmalige Destillation (Rektifikation) einen Spiritus von gewünschter Konzentration gewinnt. Das erste (meist trübe und schwach saure) Destillat von 10—20% Alkohol heisst „Lutter“; durch Destillation dieses erhält man einen schon alkoholreicheren Branntwein, den „Vorlauf“, d. h. das zuerst übergehende, mit 50% Alkohol, während der „Nachlauf“, das zuletzt übergehende, mehr Wasser und weniger Alkohol enthält; aus dem Branntwein kann durch nochmalige Destillation ein Spiritus von 90—95% gewonnen werden. Der alkoholfreie Destillationsrückstand heisst „Phlegma“ oder „Schlempe“.

Dieses, viel Brennstoff erforderndestillations-Verfahren ist jedoch durch neuere, viel zweckmässigeres Verfahren ersetzt worden, indem man die aus einer Destillirblase entweichenden Dämpfe zur Vorwärmung einer zweiten Blase mit Maische benutzt, diese zum Sieden bringt und dadurch alkoholreichere Dämpfe erhält. Auf dieser Einrichtung, verbunden mit einem Rektifikator (d. h. Gefäss, worin die Alkoholdämpfe erst kondensirt, dann durch die nachtretenden Dämpfe wieder ins Sieden gebracht werden), beruht im Wesentlichen der weit verbreitete Pistorius'sche Apparat. Derselbe ist jedoch in neuerer Zeit durch zahlreiche Apparate mit kontinuierlichem Betriebe ersetzt worden. Bei diesen wird die Maische ebenfalls in einem hochliegenden Kessel vorgewärmt und fällt von hier in eine hohe, mit einer Reihe von Kammern versehene Destillirsäule (Kolonnen-Apparat), in welcher ihr Wasser- bzw. Alkoholdampf entgegenströmt. Indem die Maische durch selbstthätig wirkende Vorrichtungen, wie Ueberfallrohre, deren Mündungen sich in den einzelnen Kammern diametral gegenüberstehen, von Kammer zu Kammer fällt, ist sie gezwungen, einen weiten Weg

zurückzulegen und wird von dem durch Prellkapseln aufsteigenden Dampf vollständig durchgekocht. Die Dämpfe reichern sich selbstverständlich nach oben hin immer mehr mit Alkohol an und liefern daher diese Art Apparate gleich einen Spiritus von 70—95% Alkohol.

Die bei der Spiritus-Fabrikation verbleibenden Rückstände bilden die „Schlempe“, welche sowohl im natürlichen, wie auch im künstlich getrockneten Zustande als Futtermittel (vorwiegend für Mastvieh) dient. Diese Schlempen haben z. B. folgende Zusammensetzung:

No.	Bezeichnung	Anzahl der Analysen	In der natürlichen Substanz							In der Trocken-substanz		
			Wasser %	Protein		Fett %	Stickstoff-freie Ex-traktstoffe %	Rohfaser %	Asche %	Protein		Stickstoff-freie Ex-traktstoffe %
				Roh- %	Rein- %					Roh- %	Rein- %	
1	Roggen-Schlempe, frisch . .	20	92,20	1,96	1,36	0,45	4,56	0,66	0,41	25,13	17,43	58,46
	desgl. getrocknet	23	10,60	23,10	19,67	6,10	42,70	10,20	7,30	25,84	22,00	47,76
2	Mais-Schlempe, frisch	8	91,32	1,98	1,61	0,93	4,48	0,83	0,46	22,81	18,55	51,61
	desgl. getrocknet	5	9,40	23,21	21,29	8,63	45,03	9,31	4,42	25,62	23,49	49,70
3	Mais-Schlempekuchen	6	6,16	39,02	37,27	11,31	26,75	10,64	6,12	41,58	39,71	28,51
4	Kartoffel-Schlempe, frisch . .	33	94,30	1,15	0,80	0,10	3,13	0,65	0,67	20,28	14,03	54,91
	desgl. getrocknet	3	12,63	20,78	15,30	2,92	40,78	8,11	14,78	23,79	17,51	46,67

Die Zusammensetzung dieser Abfallstoffe ist je nach dem Maisch- und Gährverfahren sehr verschieden. M. Märcker hat in seinem „Handbuch der Spiritus-Fabrikation“ ein Verfahren angegeben, wie man bei der Kartoffel-Schlempe je nach der Art der Einmischung etc. die Zusammensetzung der Schlempe berechnen und die Rechnung mit unzulässigen Mittelzahlen umgehen kann.

Ausser der Schlempe wird bei der Spiritus-Fabrikation noch Hefe als Nebenerzeugniss gewonnen; über deren Zusammensetzung vergl. S. 858.

3. Reinigung des Rohspiritus (die Rektifikation).

Durch gährkräftige, besonders Reinzuchthefen entstehen nur verhältnissmässig geringe Mengen von Nebenerzeugnissen; auch kräftig und gut ernährte Hefen liefern reineren Aethylalkohol, als schwach ernährte, alternde und absterbende Hefen. Ganz aber lassen sich die Nebenerzeugnisse bei der Gährung und Destillation nicht umgehen. Von dem Acetaldehyd nimmt man (Ilges) an, dass er erst bei der Destillation durch Luftzutritt zur Maische entsteht. Der Amylalkohol, das Fuselöl tritt erst bei der Nachgährung auf und wird vielleicht durch die absterbende Hefe, möglicherweise aber auch durch Bakterien erzeugt, wie dieses von gewissen Bestandtheilen des Nachlaufs, z. B. dem normalen Butyl- und Isobutylalkohol mit Bestimmtheit — nämlich durch Bakterien des Genus „Amylobakter“ entstehend — angenommen wird. Die in dem Rohspiritus möglicherweise vorkommenden vielen Nebenbestandtheile haben folgende Siedepunkte:

Acet- aldehyd	Essig- säure	Butter- säure	Acetal	Aethyl-, Propyl-, Isopropyl-, Butyl-, Isobutyl-, Isoamyl-, Amyl-					Fur- fural		
21°	74°	112°	104°	78°	97°	85°	115°	108,5°	120°	132°	161°
	Aethyläther			Alkohol							

a) Zur Trennung dieser verschiedenen Bestandtheile bedient man sich der fraktionirten Destillation, die behufs vollständiger Trennung mehrmals wiederholt werden muss. Diese wiederholte Destillation erreicht man in der Praxis durch Verdichtung der Dämpfe in den Kolonnen und Kondensatoren der Rektificirvorrichtung.

Die zuerst übergehenden Destillationserzeugnisse enthalten ein Gemisch von Acetaldehyd, Essigsäure-Aethyläther sowie Aethylalkohol und heissen „Vorlauf“ (der sog. „Aether“ der Raffineure). Dann folgt der „Feinsprit“, dessen erste Destillationsantheile noch etwas Acetaldehyd, dessen letzte Destillationsantheile schon höher siedende Alkohole enthalten, während die mittleren Antheile die reinsten sind. Der „Nachlauf“ besteht aus einem Gemisch von wenig Aethylalkohol mit grossen Mengen der höher siedenden Alkohole, besonders des Amylalkohols (Fuselöls); der grösste Theil des letzteren bleibt jedoch mit dem Wasser (und Furfurol) in dem Rektifikationsapparat zurück.

Als Rektifikationsapparate sind in Gebrauch der Savalle'sche, der Glockenrektifikationsapparat von C. Heckmann, der Niederdruckrektificirapparat nach F. Pampe u. A.; der Ilges'sche Feinsprit-Automat liefert unmittelbar aus der Maische Feinsprit und Maische. Bezüglich der Einrichtung dieser Apparate vergl. M. Märcker: „Handbuch der Spiritusfabrikation“.

Nach einem amerikanischen Vorschlage soll man fuselfreien Rohsprit erhalten, wenn man der Maische eine geschmolzene Masse von $\frac{2}{3}$ Magnesiumkarbonat und $\frac{1}{3}$ Kaliumsalpeter zusetzt.

Die geschmolzene Masse enthielt in einem Falle 26,46% K_2O , 45,32% MgO , 7,71% CO_2 , 14,72% N_2O_5 und 1,75% N_2O_3 . Die Wirkungsweise dieser Masse ist noch nicht aufgeklärt. Sie dürfte wohl nur darin bestehen, dass die freie Magnesia bezw. die salpetrige Säure die Bildung der Nebenerzeugnisse bei der Gährung, also auch die des Fuselöls verhindert.

b) Die sonstigen Verfahren zur Entfuselung beziehen sich indess auf den destillirten Spiritus und hat in dieser Hinsicht die Holzkohle — und zwar aus weichem, harzfreiem Holz, wie Lindenholz — die älteste und weiteste Verbreitung gefunden. Die Holzkohle besitzt nämlich die Eigenschaft, einerseits riechende und färbende Substanzen zu absorbiren, andererseits viel Luft auf sich zu verdichten und in Folge dessen oxydirend zu wirken. Der zu reinigende Spiritus wird auf 50—60° Tralles verdünnt, durch die Holzkohle filtrirt und dann womöglich rektificirt. Vielfach lässt man auch den Spiritus von obiger Konzentration gleich bei der Destillation ein Holzkohlefilter durchlaufen oder leitet die Dämpfe über Kalk und Kohle oder durchmischt die Kohle mit nussgrossen Stücken eines Glüherzeugnisses aus Manganoxyden, Kalk (bezw. Alkalikarbonaten). Die benutzte Holzkohle kann nach dem Abdämpfen des Spiritus durch Glühen in Oefen oder mit überhitztem Wasserdampf wieder regenerirt werden, wobei man mitunter vorher Braunstein und Schwefelsäure zumischt. Zur Zeit wird der Holzkohle nicht mehr die reinigende Wirkung zugeschrieben, wie früher.

Zur Entfernung der Säuren aus dem Spiritus werden Aetznatron, Soda oder Kalkmilch angewendet.

Als Oxydationsmittel für die Nebenerzeugnisse wie Aldehyd werden vorgeschlagen: Salpetersäure, Silbernitrat, Chlorkalk, Kaliumbichromat und Schwefelsäure, Chamäleon, Hyperoxyde, Blei-, Baryum-, Strontium- und Wasserstoffsperoxyd etc.

Auf einer oxydirenden Wirkung beruht auch wohl die Reinigung durch Elektrizität, indem man durch einen elektrischen Strom ozonisirte Luft bereitet und diese durch den Spiritus presst (Patent R. Eisenmann in Berlin).

Deiningcr behandelt den zu reinigenden Spiritus in Dampfform mit einer Glycerin enthaltenden Lösung von Bleisuperoxyd und Kalilauge, wodurch die den Aethylalkohol begleitenden höheren Alkohole Amyl-, Butyl- und Propylalkohol in die entsprechenden Fettsäuren umgewandelt und als solche zurückgehalten werden sollen.

Bang und Ruffin empfehlen zur Reinigung des Rohspiritus gereinigten Petroleumäther; schüttelt man verdünnten 50%-igen Spiritus mit diesem, so soll er nur Fuselöl und Aldehyd, nicht aber Aethylalkohol aufnehmen.

c) Einen grösseren Eingang scheint das Entfuselungsverfahren von J. Traube gefunden zu haben. Es beruht auf dem Umstande, dass beim Vermischen auch von reinem Spiritus mit den wässerigen Lösungen gewisser Salze, wie von Pottasche, Ammoniumsulfat, Natriumphosphat etc. unter Anwendung bestimmter Konzentrationen und Temperaturen eine Theilung der Flüssigkeiten in zwei Schichten eintritt, welche beide Alkohol, Wasser und Salz in verschiedenen Verhältnissen enthalten und deren relative Grösse eine beliebige sein kann¹⁾.

Da ein hochprocentiger, nur geringe Mengen Salz enthaltender Weingeist auf die hier in Frage kommenden Unreinheiten des Nach- wie Vorlaufs weit lösender wirkt, als eine hochprocentige Salzlösung mit weniger Sprit, so wird nach dem Verfahren in der Weise gearbeitet, dass 1 cm der unteren Schicht etwa 50% Sprit und mehr als 30% Salz, die obere Schicht aber in 1 cm mehr als 50% Sprit und nur etwa 5% Salz enthält. Die Verunreinigungen gehen alsdann vorwiegend in die obere Schicht, „Fuselschicht“ über, und können mit dieser abgezogen werden. Je nach dem Grade der Verunreinigung des Rohspiritus wird die abgezogene Schicht durch eine neue fuselfreie Schicht von richtigem Mischungsverhältniss ein oder mehrere Male erneuert und so zuletzt ein reiner, fuselfreier Spiritus erhalten.

In der That hat sich der nach diesem Verfahren gereinigte Spiritus nach mehreren Untersuchungen als „fuselfrei“ erwiesen.

Wenngleich nach den Versuchen von Zuntz und Strassmann (S. 345) anzunehmen ist, dass das Fuselöl nicht der einzige schädliche Bestandtheil und auch nicht so schädlich für die Gesundheit ist, als früher angenommen wurde, so ist doch für die Trinkbranntweine ein von allen Verunreinigungen thunlichst freier Spiritus zu wünschen.

A. Die gewöhnlichen Trinkbranntweine.

Die gewöhnlichen Trinkbranntweine enthalten zwischen 25—45 Vol.-% Alkohol und durchweg nur einen sehr geringen Abdampfückstand. Man pflegt dieselben durch Verdünnen der Spiritussorten mit Wasser herzustellen.

Das Wasser muss für diesen Zweck recht rein und weich sein; am liebsten verwendet man durch Stehenlassen oder durch Filtration gereinigtes Regenwasser (in Frankreich „petites-eaux“ gen.). Zur richtigen Verdünnung des Spiritus hat man besondere Hülftabellen; man kann sie auch leicht berechnen.

Angenommen 684 l Spiritus von 86% sollen auf 50% verdünnt werden, so muss man sie nach der Gleichung:

$$684 \times \frac{86}{50} = 1176,48 \text{ auf } 1176,5 \text{ l verdünnen.}$$

Für die verschiedenen industriellen Alkohole (Spirits) geben Girard und Cuniasse (Bd. I, S. 1511) nach 21 Proben folgende Zusammensetzung:

Spec. Gewicht	Alkohol Vol.-%	mg in 100 cem Spirit					Höhere Alkohole
		Extrakt	Säuren	Aldehyde	Furfurol	Ester	
0,7953—0,8539	83,6—99,8	0—16,0	2,4—9,6	0—13,1	0—Spur	1,6—21,1	0—8,0

¹⁾ Vergl. J. Traube und O. Neuberg: Zeitschr. f. physik. Chem. 1, 506.

Selbst der reinste deutsche Alkohol enthielt noch geringe Beimengungen, nämlich in 100 ccm 2,4 mg Säure, 4,2 mg Aldehyde und 3,5 mg Ester.

H. Mastbaum (Bd. I, S. 1518) fand für „raffinierte Weinsprits“ bei 92,86 bis 93,95 Vol.-% Alkohol, 4,0 bis 67,2 mg Extrakt, 2,4 bis 14,4 mg Säuren, 4,1 bis 19,9 mg Aldehyde, Spur bis 0,4 mg Furfurol, 102,1 bis 118,5 mg Ester, 12,4 bis 28,7 mg höhere Alkohole in 100 ccm Weinsprit.

E. Sell (Bd. I, S. 1406) fand in Rohsprit mit 88,55 Vol.-% Alkohol 0,20 Vol.-% Fuselöl, konnte dagegen in dem zugehörigen Primasprit mit 91,16 Vol.-% Alkohol und dem Weinsprit mit 96,57 Vol.-% Alkohol kein Fuselöl mehr nachweisen. Nach J. Shilagy (Bd. I, S. 1439) enthielten ungarische Rohsprits:

	Aus Kartoffeln	Rüben	Mais u. Kartoffeln	Mais	Melasse
Alkohol . . .	92,7 Vol.-%	84,9 Vol.-%	86,0 Vol.-%	87,0 Vol.-%	86,5 Vol.-%
Fuselöl . . .	0,27 „	0,67 „	0,31 „	0,18 „	0,32 „

In dem Sekunda-Sprit waren noch 0,020 Vol.-%, in dem Prima- und Weinsprit dagegen kein Fuselöl mehr vorhanden.

Claudon u. Morin liessen reinen Zucker mit elliptischer Hefe vergären und fanden dabei (nach Bd. I, S. 1439) ähnliche Mengen Nebenerzeugnisse, wie bei sonstigen Gärungen mit anderen Rohstoffen und Hefen, nämlich aus 1000 g Zucker:

Aethyl- alkohol	Norm. Pro- pylalkohol	Isobutyl- alkohol	Amyl- alkohol	Oenanth- äther	Isobutyl- glykol	Glycerin	Essig- säure	Bernstein- säure
506,15 g	0,020 g	0,015 g	0,510 g	0,020 g	1,58 g	21,20 g	2,05 g	4,52 g

Furfurol und Aldehyd waren nur in Spuren vorhanden.

Nach Lindet, Morin und Tanret (Bd. I, S. 1439) bildet sich bei der alkoholischen Gärung auch Ammoniak, bzw. eine Base von der Formel $C_7H_{10}N_2$, z. B. in 1 l bei:

	Korn-Spiritus	Rüben-Spiritus	Topinambur-Spiritus	Melasse-Spiritus
Alkohol . . .	49—60°	54—76°	58°	71—79°
Ammoniak . . .	0,40—0,86 mg	0,89—2,86 mg	0,93 mg	18,09—23,05 mg
Basen	1,70—3,65 „	3,57—12,15 „	3,95 „	76,88—97,96 „

Krämer und Pinner wiesen im Fuselöl auch Kollidin ($C_8H_{11}N$) nach.

1. Kornbranntwein. Die bekanntesten Kornbranntweine sind: Der sog. Nordhäuser etc. (aus Roggen) in Deutschland und der Whisky (aus Gerste oder Roggen und Malz) in Schweden, Schottland, Russland und Amerika.

a) Der Nordhäuser Korn ist schon seit Jahrzehnten ein beliebter Branntwein in Deutschland. Die guten Eigenschaften desselben scheinen darin zu liegen, dass man den Branntwein nicht direkt aus der Maische, sondern wie beim Genèvre und Absynth aus dem Lutter, d. h. erst den halben, und aus diesem den fertigen ganzen Branntwein gewinnt. In den Jahren 1807—1815 bestanden in Nordhausen 80, Anfang 1890 noch 68 Brennereien, welche jährlich 380000 hl dieses Branntweines herstellten.

Auch in Westfalen wird in vielen kleinen Brennereien ein reiner Kornbranntwein, sog. „alter Klarer“, hergestellt.

Der in Friesland und an der Nordseeküste verbreitete „Dornkaat“ ist ein über Wacholderbeeren abdestillirter Kornbranntwein. Derselbe ist nicht mit dem aus Wacholderbeeren gewonnenen Wacholderbeerenbranntwein (siehe unten) zu wechseln.

Der im Nordosten Deutschlands viel getrunkene Gilka gilt ebenfalls als Kornbranntwein, welchem etwas Kümmelöl zugesetzt ist.

b) Whisky. Nach A. H. Allen ¹⁾ wird der echte schottische Whisky in der Weise gewonnen, dass man Gerste über einem Torffeuer mälzt oder Roggen mit Malz maischt und die durch Vergähung erhaltene Flüssigkeit in einer Blase mit Rührvorrichtung destilliert. Das Destillat, welches den Namen „low vines“ führt, wird nochmals in einer flachen Blase ohne Rührer destilliert; das zuerst übergehende wird „four shots“ genannt, dann folgt der „clean spirit“ oder eigentliche Whisky, und das zuletzt Destillierte heisst „faints“. Die erste und dritte Fraktion werden der in der Verarbeitung folgenden Flüssigkeits-Menge wieder zugegeben. Der bei der ersten Destillation in der Blase verbliebene Rückstand, genannt „pot ale“, enthält nach Allen's Untersuchungen etwa 3% feste Stoffe, welche aus 1% Säure (meist Milchsäure), 0,7% Peptonen, 0,6% Kohlenhydraten und 0,6% Mineralstoffen bestehen. Junger Whisky hat einen unangenehmen Beigeschmack und bedarf zur Entfernung desselben der Reifung. Beim Lagern des Whiskys nehmen nach Schidrowitz ²⁾ die nichtflüchtigen Säuren, sowie Gesamttester zu Furfurol ab. Der in Sherry-Fässern gelagerte Whisky soll auch einen grösseren Gehalt an höheren Alkoholen besitzen, als der in gewöhnlichen Fässern gelagerte Whisky.

Der Nordhäuser Kornbranntwein enthielt nach 8 Proben 42,56—46,35 Vol.-% Alkohol und in 2 Proben 0,155 bzw. 0,202 Vol.-% Fuselöl; Behrend fand in einem Kornbranntwein bei 56,6 Vol.-% Alkohol sogar 0,487 Vol.-% Fuselöl und 0,011 % Säure (= Essigsäure).

Der Whisky ist eingehender untersucht und darin im Mittel mehrerer, 4—5-jähriger Proben gefunden:

Aethyl-Alkohol	In 100 ccm Whisky mg									
	Extrakt	Propyl-alkohol	Butyl-alkohol	Amyl-alkohol	Flüchtige Säuren (Ameisen- u. Essigsäure)	Kapron-säure	Kapryl-säure	Ester	Furfurol	Sonstige Aldehyde
57,3 Vol.-%	80,7	72,0	57,0	68,5	16,1	10,7	2,0	167,6	1,8	11,6

Der Alkohol-Gehalt schwankte in 10 Proben zwischen 46—61,9 Vol.-%, nach anderen Proben zwischen 42—44 Vol.-%. In frischem Whisky ist der Gehalt an Estern und Aldehyden geringer und betrug z. B. nach 5 frischen Proben der Gehalt an Estern 34,2 mg, an Aldehyden 5,2 mg. Der Extrakt rührt aus den Wandungen der Lagerfässer her und nimmt in Folge dessen ebenfalls mit dem Alter zu; er betrug in frischem, 6 Monate altem Whisky 9,0—34,0 mg, in 4—5 Jahre altem dagegen bis 200 mg in 100 ccm Whisky.

2. Branntweine aus sonstigen Getreidearten und Kartoffeln.

Behrend untersuchte (Bd. I, S. 1407) Branntweine des Kleinbetriebes aus verschiedenen sonstigen Rohstoffen mit folgendem Ergebniss:

Branntwein aus	Alkohol		Fuselöl, Vol.-%		Säure = Essigsäure	Kupfer mg in 1 l	Aldehyd-Reaktion	Furfurol-Reaktion
	Vol.-%	Gew.-%	im Branntwein	im absoluten Alkohol	mg in 100 ccm			
Dinkel (4)	49,0	42,5	0,225	0,458	12,0	0—10	0—stark	0,005—0,01
Mais (8)	54,1	45,5	0,317	0,582	13,0	0—6	0—stark	0—0,004
Dari (2)	52,0	44,4	0,182	0,335	26,0	0—6	0—stark	0—Spur
Kartoffeln (13)	49,1	41,7	0,129	0,270	22,0	0—10	0—schwach	0—0,005

¹⁾ Chem. Centralbl. 1891, I., 1100; II., 319.

²⁾ Zeitschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genussmittel 1903, 6, 474.

Die vielfach verbreitete Ansicht, dass der Kartoffelbranntwein unreiner, besonders reicher an Fuselöl sein soll, als die aus Getreidearten, ist hiernach nicht richtig. Der Gehalt an Fuselöl hängt nach Behrend weniger von der Art des Rohstoffes und der Gährung, als von den Destillirapparaten (S. 1335) ab; er fand z. B. auf 100 absoluten Alkohol berechnet:

	Aus kontinuierlich wirkendem Destillir-Apparat	Aus zusammengesetztem Destillir-Apparat	Aus einfachem Destillir-Apparat
Kartoffel-Branntwein . . .	0,157 %	0,240 %	0,294 %
Mais- " . . .	0,193 "	0,302 "	0,368 "

Der Alkohol aus kontinuierlich wirkenden Apparaten enthält am wenigsten Fuselöl und der aus zusammengesetzten, d. h. mit Rektificir-Vorrichtungen versehenen Destillir-Apparaten naturgemäss weniger als der aus einfachen Apparaten.

E. Sell (Bd. I, S. 1406) fand in 265 Proben Branntweinen des Handels von Spuren bis 0,582 Vol.-%, im Mittel 0,113 Vol.-% Fuselöl. Solche hohen Gehalte an Fuselöl dürften jetzt, nach wesentlicher Vervollkommnung der Destillirapparate, nicht mehr oder nur selten vorkommen.

Brockhaus¹⁾ nimmt 6 verschiedene Verunreinigungen im Kartoffelbranntwein an, nämlich: Aldehyd, Paraldehyd und Acetal (als Bestandtheile des Vorlaufs), ferner Propyl-, Isobutyl- und Amylalkohol als Bestandtheile des sog. Fuselöls.

Ueber den Gehalt der Trinkbranntweine an Ammoniak und Basen vergl. S. 1338.

K. Windisch (Bd. I, S. 1440) untersuchte die bei der Rektifikation des Korn- und Kartoffel-Branntweins erhaltenen Korn- und Kartoffel-Fuselöle mit folgendem Ergebniss:

a) Kornfuselöl für 1 kg in g:

Spec. Gewicht 15,5°	Wasser	Aethyl-alkohol	Normal-Propyl-alkohol	Isobutyl-alkohol	Amyl-alkohol	Hexyl-alkohol	Freie Fettsäuren	Fettsäure-ester	Terpen	Terpen-hydrat	Furfuro, Basen und Heptyl-alkohol
0,8331	101,5	40,2	31,7	135,3	685,3	1,14	1,37	2,62	0,28	0,41	0,18
Hieraus ergibt sich für 1 kg von Wasser und Aethylalkohol freies Kornfuselöl in g:											
—	—	—	36,9	157,6	798,5	1,33	1,60	3,05	0,33	0,48	0,21

b) Kartoffelfuselöl für 1 kg in g:

Spec. Gew. 15,5°	Wasser	Aethyl-alkohol	Normal-Pro-pylalkohol	Isobutyl-alkohol	Amyl-alkohol	Freie Fettsäuren	Fettsäure-ester	Furfuro und Basen
0,8326	116,1	27,6	58,7	208,5	588,8	0,09	0,17	0,04
Hieraus ergibt sich für 1 kg von Wasser und Aethylalkohol freies Kartoffelfuselöl in g:								
—	—	—	68,5	243,5	687,6	0,11	0,20	0,05

In 100 Gew.-Thln. der freien Säuren und der Estersäuren sind enthalten:

	Freie Säuren	Estersäuren	Kaprin-säure	Pelargon-säure	Kapryl-säure	Kapron-säure	Butter-säure	Essig-säure
Kornfuselöl	44,1	40,7	12,9	14,2	26,7	13,2	0,4	2,7 %
Kartoffelfuselöl (Freie Säuren + Estersäuren)	36	12	32	14	0,5	3,5 %		

Also auch hiernach sind grundsätzliche Unterschiede in den Nebenerzeugnissen der Gährung beider Rohstoffe nicht vorhanden.

¹⁾ Centralbl. f. öffentl. Gesundheitspflege 1882, 146.

Nachmachungen und Verfälschungen der gewöhnlichen Trinkbranntweine.

In Folge der durch die deutsche Spiritusstener bedingten höheren Preise für Trinkbranntweine hat sich vielfach der Brauch eingebürgert, den Alkohol zum Theil durch fuselölhaltige Essenzen oder scharf schmeckende alkoholische Pflanzenauszüge von Paprika, Pfeffer, Paradieskörnern etc., sog. **Branntwein-Essenzen** oder **Branntwein-Schärfen**, zu ersetzen, weil diese ein Kratzen im Halse bewirken und damit die Annahme eines hohen Alkoholgehaltes erwecken. Andererseits sollen diese Essenzen und Auszüge auch dazu dienen, durch einfaches Mischen von Spiritus und Wasser, irgend besonders gesuchte Sorten Branntweine (Kornbranntwein, Nordhäuser etc.) nachzumachen; man bezeichnet sie daher als **Korn-Essenz**, **Kornbranntwein-Essenz**, **Kornkraft**, **Kornstärke**, **Nordhäuser Kornwürze**, **Nordhäuser Kornbasis** etc. In Bd. I, S. 1442—1446 ist die Zusammensetzung von 86 verschiedenen Sorten solcher Essenzen, deren Preis von 1,50—8,00 M. für 1 l schwankte, mitgetheilt und muss bezüglich der Einzelheiten hierauf verwiesen werden. Der Gehalt derselben schwankte an den hauptsächlichsten Bestandtheilen für 100 cem in g bzw. % wie folgt:

Spec. Gewicht	Alkohol g	Fuselöl Vol.-%	Extrakt g	Zucker in Proc. des Extrakts %	Asche g	Freie Säure = Essigsäure		Ameisen- säure g	Gesamt- Essigsäure- Aethyl ester g	Ameisen- säure g	Aethyl ester g	Aetheraus- schüttelung g	Vanillin g
						Ge- samt- g	flüch- tig g						
0,821	14,2	0	0,008	0	Spur	Spur	Spur	0	Spur	0	0	0	0
-0,980	-73,7	-13,0	-10,7	-50,0	-0,62	-2,80	-2,80	-0,22	-20,0	-0,50	-0,48	-0,01	

In den Aether-Ausschüttelungen konnten nachgewiesen werden die Harze von Paprika, Pfeffer (Piperin), Paradieskörnern, Ingwer, Wermuth (?) oder von Gemischen derselben.

Als ätherische Oele wurden nachgewiesen: Nelkenöl, Weinbeeröl, Pfeffermünzöl, Pomeranzenöl, Veilchenwurzelöl, Wacholderbeeröl und Zimmtöl etc. Einige Branntweinschärfen ergaben noch einen geringen Gehalt an Glycerin und Tannin, andere enthielten einen Auszug von Johannisbrot und Quillajarinde (Saponin) — das Saponin unterstützt die Schaumbildung bezw. das Perlen —, wieder andere waren mit Nitrofarbstoffen gelb gefärbt.

Selbstverständlich bedingt die Verwendung solcher Essenzen oder Schärfen die Vortäuschung einer besseren Beschaffenheit und ist nach § 10 des Nahrungsmittelgesetzes vom 14. Mai 1879 strafbar; die Verwendung an sich gesundheitsschädlicher Stoffe ist nach § 12 desselben Gesetzes selbstverständlich verboten.

In demselben Sinne dürfte auch die künstliche Hervorrufung des Perlens zu beurtheilen sein.

Vom Nordhäuser Korn wird nämlich mitunter eine Eigenschaft verlangt, die ihm eigentlich nicht zukommt, nämlich das Perlen. Um die Verbraucher, welche perlenden Korn verlangen, zu befriedigen, werden u. A. folgende Mittel angewendet:

Bearbeitung mit kleinen Mengen Schwefelsäure und Mohnöl (Nordhäuser Verfahren), oder mit spanischer Seife, ferner das Behandeln mit Harz in geringer Menge, auch Zusatz von geringen Mengen Ammoniak oder essigsäurem Ammon, weiter auch von Weinstein und Borsäure.

B. Edelbranntweine.

Als Edelbranntweine bezeichnet man solche, welche sich durch besondere Aroma- und Bouquetstoffe, welche durch die Art der verwendeten Rohstoffe sowie der Bereitung bedingt sind, vor den gewöhnlichen Trinkbranntweinen auszeichnen. Hierzu rechnen wir die Branntweine aus Früchten (Äpfeln, Birnen, Kirschen, Zwetschen etc.), Kognak, Rum und Arrak.

1. Fruchtbranntweine. Die Vergärung des Fruchtsaftes bezw. der Fruchtmaische erfolgt im Allgemeinen wie bei der Bereitung von Weinen, die Destillation der Maische wie bei der Spiritusfabrikation; jedoch findet meistens keine so weit gehende Rektifikation statt.

a) Aepfel- und Birnenbranntwein. Für Aepfel-Rohsprite aus schweizerischen Fabriken, die theils mit beständig, theils mit unterbrochen wirkenden Apparaten arbeiteten, wurde nach Bd. I, S. 1422 in Vol.-% gefunden:

Alkohol	Fuselöl		Aldehyde	Furfuro	Säure g in 100 ccm	Esterzahl 1/10 ccm Normal- Natronlauge für 100 ccm
	im Branntwein	im absoluten Alkohol				
52,4—95,4	0,085—0,939	0,090—1,070	0,003—0,023	0—0,0015	0,007—0,088	2,0—7,8

Aepfel-Branntwein hat nach 8 Analysen, Birnen-Branntwein nach einer Analyse folgenden Gehalt:

Branntwein aus	Alkohol Vol.-%	In 100 ccm sind mg					
		Extrakt	Freie Säure = Essigsäure	Aldehyd (Acet-)	Höhere Alkohole (Fuselöl)	Ester (Aethylsig- säure-Ester)	Furfuro
Aepfel	56,75	63,2	88,1	18,8	182,8	243,8	1,0
Birnen	50,2	40,0	101,5	28,0	80,0	Basen-Stickstoff 0,57	0,8

Aepfel- und Birnenbranntweine scheinen aber keine grosse Bedeutung für den Handel zu haben, sondern mehr für die Obstessig-Bereitung benutzt zu werden. Dagegen spielt

b) der Kirschbranntwein eine nicht geringe Rolle im Handel. Die Herstellung des Kirsch-Branntweines, welche namentlich im Schwarzwalde einen blühenden Industriezweig bildet, geschieht nach Nessler und Barth¹⁾ auf folgende Weise:

Die betreffenden Früchte (von Kirschen liefert den bouquetreichsten Branntwein die schwarze Vogelkirsche oder sog. wilde Kirsche) werden zu einer breiigen Fruchtmaische in Gährbottiche eingestampft und der freiwilligen Gährung überlassen; nach längerer Zeit wird die Masse aus geeigneten Destillirblasen entweder über freiem Feuer oder viel seltener mit überhitztem Wasserdampf abdestillirt; das Destillat wird dabei gewöhnlich durch kupferne Kühlschlangen geführt.

Wird bei der Destillation über freiem Feuer der Brand so lange fortgesetzt, bis das Destillat den gewöhnlichen Weingeistgehalt solcher Branntweine von etwa 50 % besitzt, so brennt oft gegen das Ende der Destillation die dicke Maische stellenweise an und giebt nicht nur ein opalisirendes Destillat, sondern auch ein solches von brenzlichem Geruch und Geschmack; die letzteren Eigenschaften lassen sich mitunter auch durch nochmalige Destillation (sog. Läuterung) nicht ganz entfernen. Manchen Brennern gelingt es zwar, auch wenn sie die direkte Destillation von der Fruchtmaische bis zu 50 % Weingeist im Destillat treiben, das Anbrennen zu vermeiden und einen vollkommen klaren Branntwein zu erzielen, der ganz besonders reich an Fruchtgeruch und Geschmack ist; meist aber wird entweder das direkte Destillat oder, wenn dieses nicht ganz tadellos war und geläutert werden musste, das zweite bis zu einem Weingeistgehalte von 60 Vol.-% geführt und das Erzeugniss sodann auf die für die verschiedenen Länder oder Gegenden mündgerechte Stärke von 47—57 Vol.-% mit Wasser verdünnt.

Nessler betont, dass ein solcher Wasserzusatz sicher nicht als Fälschung betrachtet werden kann. Aus diesem Grunde und ferner deshalb, weil beim Destilliren leicht Theilchen mit übergerissen werden können, ist die Behauptung ungerechtfertigt, die Branntweine müssten, wenn sie rein sind, als Destillate frei von jedem festen Rückstande sein.

Ein erhebliches Strecken des Destillats mit Sprit und Wasser kann chemischerseits unter Umständen erkannt werden, wenn hartes Wasser Verwendung fand, wodurch der Kalkgehalt beträchtlich erhöht wird.

¹⁾ Zeitschr. f. analyt. Chem. 1883, 22, 33.

Da bei der Gährung der Maische stets mehr oder weniger Essigsäure entsteht — beim längeren Stehen der vergohrenen Fruchtmaische in nicht ganz luftdicht schliessenden Fässern, ehe man zum Destilliren schreitet, kann sich relativ viel Essigsäure bilden —, so kann beim Destilliren Kupfer aus der Kühlschlange gelöst werden, weil die inneren Wandungen nicht immer vollständig rein, sondern häufig oxydirt sind.

Der bei der Gährung entstehende Weingeist laugt, auch wenn die Steine der Kirschen nicht zerstoßen werden, in geringem Grade den im Stein enthaltenen Samenkern aus, und gelangen dadurch kleine Mengen von Blausäure in die Maische und von da in das Destillat.

In manchen Ländern verlangt man vom Kirschwasser einen hervortretenden Geruch und Geschmack nach bitteren Mandeln; viele Kirschwasser-Fabrikanten zerstoßen daher beim Einstampfen die Steine ganz, um auf diese Weise den Gehalt an Blausäure zu erhöhen. Die Versuche von K. Windisch (Bd. I, S. 1427, vergl. auch S. 1329) scheinen jedoch dieser Annahme zu widersprechen.

Das Zerstoßen der Steine wird übrigens auch dazu benutzt, die Kirschwasser mit Spirit und Wasser ausgiebiger strecken zu können.

Nach einer Reihe von Analysen (Bd. I, S. 1423—1429) schwankt der Gehalt des Kirschwassers an den Hauptbestandtheilen wie folgt:

Alkohol Vol.-%	In 100 ccm sind enthalten mg									
	Extrakt	Säure = Essig- säure	Blausäure			Fuselöl	Furfurol	Esterzahl ccm 1/100 Normal-Na- tronlauge	Mineral- stoffe	Kupfer
			im Ganzen	freie	Benzal- dehyd- cyan- hydrin					
26,3 —66,9	4,0 —23,0	12,0 —172,9	0,9 —14,7	Spur —7,2	4,8 —145,1	35,0 —969,0	0,3 —5,0	8,6 —66,0	1,0 —11,0	0 —1,5

Durchweg schwankt der Gehalt des Kirschwassers an Alkohol (Aethylalkohol) zwischen 45—55 Vol.-% und beträgt im Mittel rund etwa 50 Vol.-%.

K. Windisch hat (Bd. I, S. 1426) durch eine sehr eingehende Untersuchung in einem gewöhnlichen Kirschbranntwein noch gefunden in 100 ccm:

1,7 mg Glycerin und Isobutylenglykol, 4,6 mg Acetaldehyd, 1,6 mg Acetal, 1,3 mg Ameisensäure, 62,6 mg Essigsäure, 2,9 mg Normal-Buttersäure, 3,8 mg höhere Fettsäuren (Kapron-, Kaprylsäure etc.), 2,1 mg Ameisensäure-Aethylester, 75,3 mg Essigsäure-Aethylester, 4,5 mg Normal-Buttersäure-Aethylester, 9,3 mg Ester höherer Fettsäuren, 3,8 mg Normal-Propylalkohol, 6,2 mg Isobutylalkohol, 25,8 mg Amylalkohol, 1,3 mg Benzaldehyd, 0,06 mg Benzoesäure, 5,1 mg äpfelsaures Kupfer, 0,41 mg Ammoniak und organ. Basen.

Zur Beurtheilung des Unterschiedes in der Zusammensetzung von echtem und künstlichem Kirschwasser mögen folgende, von Girard und Cuniasse im Mittel von je 7—8 Analysen gefundene Zahlen dienen:

Kirschwasser	Spec. Gewicht	Alkohol Vol.-%	In 100 ccm Branntwein mg							Auf 100 ccm absol. Alkohol mg					
			Extrakt	Säure	Aldehyde	Furfurol	Ester	Höhere Alkohole	Blausäure	Säure	Aldehyde	Furfurol	Ester	Höhere Alkohole	Gesamt- verunrei- nigungen
Zuverlässig rein . . .	0,9345	49,9	53,1	45,7	4,9	0,4	87,3	62,1	4,1	91,6	9,8	0,8	174,9	124,4	401,5
Normal-	0,9355	49,4	130,5	54,0	5,4	0,4	94,7	65,4	4,0	109,2	10,9	0,4	191,7	132,4	448,6
Kunst-	0,9484	43,4	88,8	8,4	1,5	0,1	11,4	6,6	0,4	19,4	3,4	0,2	26,4	15,3	64,6

Wie bei anderen Edelbranntweinen, so ist auch beim Kirschwasser die Menge der verunreinigenden Stoffe, d. h. der Gehalt an Säuren, Aldehyden, Estern und

höheren Alkoholen, grösser, als bei den Kunst-Erzeugnissen, wozu meistens die raffinierten Spritsorten (S. 1338) verwendet werden. Ueber die Bestimmung dieser Verunreinigungen vergl. Bd. III.

c) Zwetschenbranntwein, Slivowitz (Slibowitz). Derselbe wird in ähnlicher Weise wie der Kirschbranntwein hergestellt. Auch dieser enthält, weil die Maische lange steht und die Gärung nur langsam verläuft, verhältnissmässig viel Säure (Essigsäure). In den südslavischen Ländern wird z. B. der Slivowitz in der Weise bereitet¹⁾, dass die Zwetschen weder zerstampft, noch mit Wasser übergossen, sondern gleich nach der Ernte als solche in Fässer geschüttet, die Fässer nach einigen Tagen fest zugespundet werden und die Zwetschen so 1—2 Monate sich selbst überlassen bleiben; in Folge der eintretenden Selbstgärung nimmt die Zwetschenmaische einen stark sauren Geruch an und enthält etwa 5% Alkohol; durch Zerrühren der Zwetschen würde ohne Zweifel eine grössere Ausbeute erzielt.

K. Windisch stellte (Bd. I, S. 1432) derartige Versuche mit Pflaumen- und Zwetschen-Säften von 9 verschiedenen Arten an, indem er sie ohne und mit unverletzten Steinen, sowie mit zerquetschten Steinen vergären liess; er fand im Mittel für 100 ccm Saft bzw. Maische:

Saft	Spec. Gewicht 15°	Alkohol g	Extrakt g	Nichtflüchtige Säure = Apfelsäure g	Flüchtige Säure = Essigsäure g	Flüchtige Ester ²⁾ g	Invertzucker g	Saccharose g	Mineralstoffe g	Blausäure	
										in 100 ccm Saft mg	auf 100 Alkohol mg
Unvergohren	1,0549	—	14,20	1,362	—	—	7,41	2,24	0,599	—	—
(ohne Steine ³⁾)	1,0164	3,91	4,98	1,071	0,094	0,164	0,51	—	0,487	0,1	2,5
Vergohren											
mit unverletzten Steinen	1,0125	4,04	4,90	1,016	0,122	0,083	0,52	—	0,489	1,0	26,8
mit zerquetschten Steinen	1,0133	3,95	5,01	1,045	0,112	0,111	0,50	—	0,505	1,0	29,5

Hiernach hat gerade wie bei Kirschen naturgemäss wohl die Belassung der Steine in der Maische, nicht aber das Zerquetschen derselben einen deutlichen Einfluss auf die Bildung der Blausäure ausgeübt.

Verschiedene Sorten Zwetschenwasser bzw. Slivowitz enthielten in 100 ccm Branntwein:

Alkohol Vol.-%	Extrakt mg	Säure = Essig- säure mg	Höhere Alkohole (bzw. Fuselöl) mg	Furfurol mg	Aldehyd mg	Ester		Blausäure		Benzal- dehyd- cyanhydrin mg
						Ge- samt- cem $\frac{1}{10}$ -Normal- Alkali	leicht flüchtig	Ge- samt- mg	freie mg	
22,3	8,0	15,0	Spur	0,4	3,1	12,7	12,0	0	0	0
—63,6	—338,2	—240,0	—228,0	—20,0	—15,5	—21,4	—19,1	—3,3	—1,3	—9,7
Im Mittel für 16 Proben Slivowitz										
48,64	82,5	78,6	82,1	2,2	8,6	114,6 mg	—	—	—	—

¹⁾ Vergl. G. Tietze, Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1898, 21, 16.

²⁾ Als Essigsäure-Aethylester berechnet.

³⁾ Die Zwetschen bzw. Pflaumen enthielten 3,16—5,88% Steine.

K. Windisch zerlegte die Bestandtheile in ähnlicher Weise wie bei Kirschbranntwein noch weiter und fand für echten elsass-lothringer Zwetschenbranntwein bzw. für Spätbrand (aus etwa $\frac{1}{2}$ Jahr in einem geschlossenen Fass gelagerter Maische) folgende Zusammensetzung für 100 ccm Branntwein:

38,2 bzw. 32,2 g Alkohol, 12,4 bzw. 29,8 mg Extrakt, 4,5 bzw. 9,3 mg Mineralstoffe, etwa 3 bzw. 5 mg Glycerin und Isobutylenglykol, 9,2 bzw. 8,0 mg Acetaldehyd, 2,8 bzw. 1,7 mg Acetal, 1,4 bzw. 1,5 mg Ameisensäure, 63,2 bzw. 138,7 mg Essigsäure, 4,1 bzw. 3,9 mg Buttersäure, 4,5 bzw. 2,1 mg höhere Fettsäuren, 3,0 bzw. 2,8 mg Ameisensäure-Aethylester, 79,4 bzw. 92,3 mg Essigsäure-Aethylester, 3,7 bzw. 4,5 mg Normal-Buttersäure-Aethylester, 12,3 bzw. 14,2 mg Ester höherer Fettsäuren, 18,0 bzw. 16,0 mg Normal-Propylalkohol, 41,0 bzw. 25,0 mg Isobutylalkohol, 194,0 bzw. 121 mg Amylalkohol, 3,2 bzw. 2,6 mg gebundene — keine freie — Blausäure, 15,7 bzw. 12,9 mg Benzaldehydcyanhydrin, 2,8 bzw. 3,3 mg freier Benzaldehyd, 1,7 mg bzw. Spur Benzoesäure, 6,6 bzw. 10,2 mg Benzoesäure-Aethylester, 2,3 mg bzw. Spur Furfurol, 0,7 bzw. 3,3 mg essigsäures Kupfer, 0,6 bzw. 1,3 mg Ammoniak (einschl. organische Basen) und etwa 4 mg neutrale hochsiedende Oele (ätherische Oele oder Terpenhydrat?).

Der Zwetschenbranntwein hat hiernach eine gleiche oder ähnliche Zusammensetzung, wie der Kirschbranntwein.

Der im Handel vertriebene Slivowitz pflegt selten rein zu sein, weil die grösseren Slivowitzbrenner ihr Erzeugniß durchweg mit Kartoffel- oder Maissprit verschneiden.

d) Sonstige Fruchtbranntweine. In ähnlicher Weise wie aus vorstehenden Früchten werden auch noch aus anderen Früchten und Beeren Branntweine, z. B. aus Mirabellen, Pfirsichen, Himbeeren, Heidelbeeren, Wacholderbeeren, Vogelbeeren, Hollunderbeeren etc. hergestellt.

Die ersteren beiden Branntweine (aus Mirabellen und Pfirsichen) enthalten wie Kirschen- und Zwetschenbranntweine Blausäure (aus den Kernen derselben) und verhält sich die Bildung derselben ähnlich, wie dieses bei Zwetschenbranntweinen angegeben ist.

Aus Wacholderbeeren erhielt P. Behrend¹⁾ folgende Ausbeute:

128 kg Beeren gaben 205 l = 220,5 kg Saft (mit 17,65% Extrakt, 12,85% Zucker und 0,22% Säure = Aepfelsäure); der Saft wurde bei 14—20° R. der Gärung und 2-mal der Destillation unterworfen; er lieferte 18,75 l Brantwein mit 64 Vol.-% Alkohol und 20 l Nachlauf mit 10 Vol.-% Alkohol.

Die Zusammensetzung dieser und anderer Fruchtbranntweine erheilt nach einigen Analysen aus folgenden Zahlen:

Bezeichnung	Anzahl der Analysen	Alkohol Vol.-%	In 100 ccm Branntwein:						Blausäure	
			Extrakt mg	Säuren mg	Aldehyde mg	Furfurol mg	Höhere Alkohole mg	Ester ccm $\frac{1}{10}$ Normal-Alkali	Gesamt- mg	frei mg
Mirabellenbranntwein	5	50,9	—	62,6	—	—	144,5	19,1	2,9	1,2
Himbeerbranntwein	2	50,1	—	178,5	—	—	227,0	24,9	—	—
Heidelbeerbranntwein	7	49,4	—	34,6	5,0	0,5	100,1	45,1	—	—
Vogelbeerbranntwein	5	42,5	—	29,8	5,8	0,7	182,8	107,0	—	—
Wacholderbeerbranntwein	4	46,8	27,1	50,1	11,0	0,9	181,5	119,2	—	—
Enzian	3	48,3	—	9,1	5,6	0,8	23,5	29,3	—	—

¹⁾ Zeitschr. f. Spiritus-Industrie 1890, No. 36.
König, Nahrungsmittel. II. 4. Aufl.

Ueber sonstige Branntweine vergl. z. B. Hollunderbeerbranntwein und Ebereschenbranntwein Bd. I, S. 1433, über Schlehenbranntwein Bd. I, S. 1430, über solche aus Erdbeeren, Rosinen, Wermuth, Feigen etc. Bd. I, S. 1517 und 1518.

2. Trester- und Hefenbranntwein. Der Tresterbranntwein (oder auch Franzbranntwein gen.) wird dadurch gewonnen, dass man die Weintrester, welche noch etwas unvergohrenen Zucker enthalten, entweder für sich oder nach Zusatz von Zucker und Wasser weiter gähren lässt und der Destillation unterwirft. Die Weintrester müssen von guter Beschaffenheit, nicht stichig und nicht faulig sein; selbst die Traubensorte übt auf die Beschaffenheit des Tresterbranntweines ihren Einfluss aus. Man gewinnt aus 100 kg nicht eingetretener Trester ungefähr 4—5 l, aus 100 kg fest eingetretener Hefe 7—9 l Branntwein. Das Abbrennen geschieht vielfach in einfachen Apparaten mit direkter Feuerung, jedoch wird unter Anwendung von Wasserdampf zum Abtreiben des Alkohols ein feineres Erzeugnis erhalten. Behufs Entfernung der vielen Nebenerzeugnisse im rohen Tresterbranntwein, welche den Geruch und Geschmack beeinträchtigen, muss derselbe 1—2 Jahre lagern.

Die Zusammensetzung des Tresterbranntweines ist nach verschiedenen Analysen (Bd. I, S. 1415 und 1514) folgende:

Tresterbranntwein	Anzahl der Analysen	Alkohol Vol.-%	In 100 cem Branntwein mg:					Auf 100 cem absol. Alkohol mg:						
			Extrakt	Säuren	Aldehyde	Furfuroi	Ester	Höhere Alkohole	Säuren	Aldehyde	Furfuroi	Ester	Höhere Alkohole	Gesamt-Verunreinigungen
Anerkannt rein . . .	8—25	46,7	137,6	73,0	71,2	0,5	155,3	97,8	156,3	152,5	1,0	332,5	209,4	852,1
Von mittlerer Güte . . .	8	40,4	49,1	16,5	19,1	0,1	29,3	31,4	40,8	47,3	0,2	72,5	77,7	238,5
Künstlicher	3	47,3	20,0	12,5	10,5	0,1	28,0	13,0	26,4	22,2	0,2	59,0	27,5	135,3

Der Alkohol-Gehalt des echten Tresterbranntweines schwankte in den Proben zwischen 24,4 bis 52,5 Vol.-%, der an Extrakt für 100 cem Branntwein zwischen 10,6—1952,0 mg, an Säuren zwischen 2,4—139,2 mg, der an Aldehyden zwischen 10,0—170,9 mg, an Estern zwischen 12,3 bis 272,8 mg, der an höheren Alkoholen zwischen 16,6—158,4 mg.

Guter Tresterbranntwein soll einen ölig süßlichen Geschmack besitzen; ein mit Zusatz von gewöhnlichem Sprit erzeugter Tresterbranntwein zeigt diesen süßlichen Geschmack viel weniger. Ferner soll guter Tresterbranntwein die „Probe“ halten, d. h. die Blasen, welche sich beim Schütteln desselben in einem Fläschchen bilden, sollen sich nicht rasch verlieren, sondern längere Zeit erhalten. Vielfach wird für den Tresterbranntwein eine wasserhelle Farbe verlangt; für solche Fälle darf derselbe nicht in eichenen Fässern aufbewahrt werden, weil er hierin wie alle Spirituosen gelb oder bräunlich wird; auch mit Fett (Talg) oder Wasserglas innen überzogene Fässer eignen sich nicht, weil letzteres sich in dem Branntwein löst, ersteres demselben einen talgigen Geruch und Geschmack erteilt. Am besten eignen sich, um die wasserhelle Farbe beim Tresterbranntwein zu erhalten, Glasballons oder Cementgefäße.

Der Weinhefen-Branntwein wird in derselben Weise, wie der Tresterbranntwein gewonnen und gilt von ihm dasselbe, was von diesem gesagt ist. In einer Probe Hefenbranntwein wurden gefunden:

37,87 Vol.-% Alkohol, 18,0 mg Extrakt, 36,0 mg Ester in 100 cem.

Der Hefenbranntwein ist rauher und geringwerthiger als der Tresterbranntwein (vergl. S. 1258). Den kratzenden, von zu viel Säure herrührenden Geschmack be-

seitigt man vielfach dadurch, dass man den Lutter mit Soda versetzt und nochmals destillirt.

3. Kognak. Kognak wird durch Destillation von Wein gewonnen. Der Name stammt von der kleinen Stadt „Kognak“ im französischen Departement Charente her, dem Hauptort der Erzeugung dieses Branntweines; von dort stammen auch die feinsten Sorten „Fine Champagne“; als zweite Sorte „Eaux de vie“ oder „Petit Champagne“ gelten die Branntweine aus den Kantonen Châteauneuf, Blanzac, Angoulême, Jousac, Pons etc.; als 3. Sorte „Fins bois“ (Feinholz wegen des langen Lagerns in Fässern) die von Barbezieux, Prouillac, Matha etc. Ausserdem unterscheidet man noch weitere Sorten, die um so geringwerthiger gelten, je weiter die Weinlagen von Kognak entfernt sind.

Die zur Kognakbereitung dienenden Weine werden fast ausschliesslich aus der weissen Traubensorte „Folle blanche“ oder „Pic-poul-blanc“, von hoher Ertragsfähigkeit, aber von keinem ausgeprägten Sortengeschmack gewonnen. Ursprünglich verstand man unter Kognak nur ein Wein-Destillat¹⁾, das in den beiden Departements Charente und Charente inferieure gewonnen wurde; heute ist der Begriff des Wortes „Kognak“ ein weiterer; er muss nach den weiter unten folgenden Erläuterungen als ein „Erzeugniss der Weindestillation“ bezeichnet werden²⁾.

Die in der Kognakbrennerei benutzten Destillationsvorrichtungen sind in den meisten Fällen von der einfachsten Art — es sind gewöhnliche kupferne Branntweinblasen, die aus einem Kessel, einem Helm, einem Kühlrohr und einem Kühlfass bestehen³⁾ —.

Bei vielen Destillations-Einrichtungen trifft man ausserdem noch ein als Vorwärmer dienendes Gefäss, welches im Innern mit einer Kühlechlange versehen ist, höher als der Kessel und neben oder über dem Kühlfass steht. Dasselbe wird mit Wein gefüllt erhalten, der das Kühlrohr umspült und so, indem er selbst erwärmt wird, die Abkühlung des Destillates schon theilweise besorgt; durch einen Hahn mit Rohr kann man im Bedarfsfalle den vorgewärmten Wein in den Kessel ablassen. Wenn auch mit der Zeit zahlreiche Verbesserungen bezüglich der Destillationsapparate erdacht wurden und auch vielfach Verwendung finden, so halten doch die den echten Kognak erzeugenden Länderstriche hartnäckig am Althergebrachten fest.

J. de Brevans giebt über die Art und Weise, wie die Destillation vorgenommen wird, Folgendes an — es existiren jedoch auch noch andere Verfahren —: Die Blasen haben einen Inhalt, der zwischen 100—500 l schwankt, und werden durch direkte Feuerung geheizt. Hat man z. B. eine etwas grössere Einrichtung, so beschickt man den Kessel und den Vorwärmer, jeden mit 300 l Wein; von der übergelassenen Flüssigkeit werden die ersten 120 l aufgefangen und bilden den ersten Lutter (premier brouillis). Dann lässt man das in der Blase zurückgebliebene Phlegma ab und lässt den im Vorwärmer befindlichen Wein in den Kessel laufen. Den Vorwärmer selbst beschickt man mit frischem Wein. Das Ergebniss der zweiten vorzunehmenden Destillation bildet den zweiten Lutter mit etwa 50% Alkohol (deuxième brouillis oder „Eau de vie“). Eine neue, unter gleichen Verhältnissen vor-

¹⁾ Die Trauben werden stets süss gepresst und der Most bei ziemlich hoher Temperatur der Gährung überlassen, um allen Zucker zu vergähren. Der Wein kann schon nach wenigen Wochen abgebraut werden; besser aber ist es, ihn einige Zeit zu lagern und erst nach erfolgtem Abziehen abzubrennen.

²⁾ Der Verband selbstständiger öffentlicher Chemiker Deutschlands hat im Verein mit Vertretern der Kognak-Industrie (Zeitschr. f. öffentl. Chem. 1901, 7, 393) folgende Begriffserklärung gegeben: „Kognak ist ein mit Hülfe von Weindestillat hergestellter Trinkbranntwein“. Diese Begriffserklärung lässt die Deutung zu, dass das Weindestillat die Nebensache, die weitere Behandlung des Destillates aber die Hauptsache sei; sie ist deshalb nicht glücklich gewählt und zu verwerfen.

³⁾ Vergl. E. Sell, Arbeiten a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte 1890, 6, 335.

genommene Destillation liefert den dritten Lutter (troisième brouillis). Dann füllt man den Vorwärmer mit dem Destillat, treibt von neuem ab und erhält einen vierten Lutter (quatrième brouillis). Hierauf leert man den Kessel aus und lässt den Inhalt des Vorwärmers, also den Lutter, hineinlaufen, während man den Vorwärmer alsbald von neuem mit Wein anfüllt. Darauf erhitzt man den Kessel, fängt die ersten 3 l, welche übergehen, für sich auf, und setzt dann die Destillation so lange fort, bis das Alkoholometer ein Destillat von 60—68% Alkohol anzeigt. Das später Uebergehende kann man, zur Gewinnung des noch darin befindlichen Weingeistes, für sich auf sammeln und neuen Mengen Wein zusetzen.

Die Destillation der feinen „Crûs“ geschieht nur selten in mit Rektifikationsvorrichtungen versehenen Apparaten. Früher brannte man nur bis 50—52%, in neuerer Zeit bis zu 65—70 Vol.-% Alkohol; dieser Kognak wird für den Gebrauch mit Wasser verdünnt.

Zur Gewinnung von 1 hl Kognak gehören je nach dem Alkoholgehalt des Weines 5—8 hl Wein.

Das durch den Abtrieb des Weines erhaltene Destillat ist noch keineswegs ein Erzeugniss, welches als fertiger Kognak angesehen werden kann. Der Händler probt die einzelnen Brände und theilt sie ein; es finden ferner Verschnitte statt, um eine gleichmässige Waare zu erzielen. Die Waare lässt man alsdann lagern, damit sie altert. Während die in Flaschen lagernden Branntweine sich mit der Zeit wenig ändern, höchstens an Bouquet zunehmen, erleiden die im Fasse lagernden Branntweine sehr bedeutende, meist auf chemischen Vorgängen beruhende Veränderungen.

Von grossem Einflusse ist die Beschaffenheit der Fassmasse (Eichenholz). Als die besten Hölzer zur Lagerung von Spirituosen sind zu bezeichnen die von Danzig, Stettin und Angoulême (Limousin), indem erfahrungsgemäss bei denselben am wenigsten herbe Bitterstoffe, dagegen bedeutende Mengen des aromabildenden Quercins und des farbbildenden Quercitins gelöst werden.

Während des Lagerens nimmt der Kognak aus den Wänden des Fasses letztere und andere Extraktivstoffe auf, wodurch er auch die an ihm so geschätzte gelbe Farbe annimmt; aber auch der Branntwein selbst erleidet Veränderungen, indem durch die Poren des Holzes Luft eindringt, welche in Folge ihrer oxydirenden Eigenschaften eine Anzahl Stoffe bildet (z. B. aus Aldehyd Essigsäure und diese wiederum mit Alkohol Ester), welche die Güte und den Werth der Waare bedeutend erhöhen.

Während des Lagerens im Fasse verdunstet ein Theil des Branntweines, der Inhalt „schwindet“; bei den Lagerungsverhältnissen, wie sie sich in der Charente finden, beträgt die Verminderung des Alkoholgehaltes für das Jahr etwa $\frac{1}{2}$ Vol.-%. In sehr altem Kognak soll oft nur ein Gehalt von 20% Alkohol vorkommen.

Die Verdunstungsgrösse des Wassers richtet sich wesentlich nach der umgebenden Luft; je trockener die Luft und je höher die Temperatur der Lagerräume ist, um so mehr Wasser verdunstet; in feuchten Räumen ist die Wasserverdunstung nur eine geringe, während die des Alkohols gleich bleibt. Um Kognak von gleichem Gehalt zu erhalten, muss man daher die Fässer mit einem gleichwerthigen Kognak auffüllen.

Unzweifelhaft verdankte in früheren Zeiten der Kognak seine gelbe Farbe ausschliesslich den Extraktivstoffen der Fässer, in denen er lagerte. Nach und nach jedoch hat sich der Gebrauch eingebürgert, dem Kognak, selbst dem feinsten, die so beliebte Farbe durch künstliche Zusätze (z. B. Eichenholzextrakt, Karamel) zu

verleihen; oder man sucht das „Altern“¹⁾ durch Einpressen von „Sauerstoff“ unter Druck zu beschleunigen; auch hat man wie bei Wein zu dem Zweck das Elektrisieren des Kognaks versucht. Raoul Pictet will das Altern durch Gefrierenlassen bei -200° in besonderen Kältemaschinen erreichen und macht man auch in Frankreich von solchen Behandlungsweisen gar kein Hehl. Ferner berichtet J. de Brevans, dass man dem jungen Kognak, abgesehen davon, dass man seinen Alkoholgehalt durch Zusatz von destillirtem Wasser herabmindert, verschiedene Zusätze macht, die gewöhnlich aus Thee, Zucker und Rum bestehen. Man will hierdurch einen Ersatz für das Bouquet liefern, das der Kognak erst bei längerem Lagern annimmt. Gewöhnlich beträgt die Menge des Zuckersatzes 1% ; der Extraktgehalt des so versüßten Kognaks macht aber auch wohl 2% und mehr aus. Der Zusatz von Zucker hat offenbar den Zweck, den scharfen Geschmack junger Kognake zu mildern.

Die Zusammensetzung des echten französischen Kognaks schwankt nach 114 Analysen (Bd. I, S. 1413—1421, 1511—1513 und 1518) in weiten Grenzen und erhellt aus folgenden Zahlen:

Bezeichnung	Alkohol Vol.-%	In 100 cem Kognak mg								Gesamt-Verunreinigungen (ohne Extrakt)		
		Extrakt	Säure (Essigsäure)	Aldehyde (Acetaldehyd)	Furfurol	Ester (Essigester)	Höhere Alkohole	Zucker	Mineralstoffe	in 100 cem Kognak	auf 100 cem absoluten Alkohol	
Echter Kognak	Niedrigster Gehalt	35,3	Spur	9,6	2,8	Spur	13,4	58,1	0	0	125,3	226,9
	Höchster	81,8	3902,0	202,1	48,1	3,8	293,9	427,0	(1562,0)	30,0	653,6	1165,1
	Mittlerer	56,1	533,2	45,9	13,6	0,9	119,4	162,0	—	10,5	339,8	605,9
Portugiesischer (12)	77,3	19,6	31,6	13,4	0,5	94,2	103,5	—	—	—	243,2	314,6
Verschnitt-Kognak	49,1	1227,1	26,4	8,5	0,5	31,2	38,4	—	—	—	105,0	212,6 ²⁾
Kunst-Kognak	40,9	230,0	10,2	1,1	0,2	7,0	4,7	—	—	—	23,2	56,7

Ferner wurden noch an besonderen Bestandtheilen im Kognak (Bd. I, S. 1416 und 1417) im Durchschnitt gefunden (mg in 100 cem):

Normaler Propylalkohol	Höhere Alkohole				Säuren				Ester				Basen (Ammoniak)
	Butylalkohol	Amylalkohol	Isobutylalkohol	Isobutylalkohol	Ameisensäure	Essigsäure	Buttersäure	Kaprin säure	Ameisensäure-Äthylester	Essigsäure-Äthylester	Buttersäure-Äthylester	Kaprin säure-Äthylester	
33,5	21,9	137,0	6,2	0—4,0	51,7	3,3	5,3	0—6,0	75,9	6,1	14,1	0,4	

Ausserdem werden noch Spuren (0,6—1,5 mg) Normal-Hexyl- und Heptylalkohol 2,2 mg Isobutylenglykoll, 4,4 mg Glycerin und 3,50 mg Acetal (Aethylidendiäthyläther) angegeben.

Man hat darüber gestritten, ob der Kognak auch Fuselöl enthalte. Die vorstehenden Untersuchungen lassen jedoch hierüber keinen Zweifel. Auch gewann Ordonneau aus 1 hl Kognak durch fraktionirte Destillation 250 g Oel, Kognaköl.

¹⁾ Vergl. C. Mai, Forschungsberichte über Lebensmittel 1895, 2, 163.

²⁾ M. Mansfeld fand (Bd. I, S. 1421) in einer Sorte „Façon-Kognak“ auf 100 absol. Alkohol 740,2 mg Gesamt-Verunreinigungen mit 612,2 mg Estern.

in welchen Claudon und Morin durch weitere fraktionirte Destillation nachweisen konnten:

Wasser	Aethyl- alkohol	Normaler Propylalkohol	Isobutyl- alkohol	Normaler Butylalkohol	Amyl- alkohol	Essenzen etc.
18,5 %	10,5 %	8,3 %	3,2 %	34,5 %	24,1 %	0,9 %

Man sieht aus vorstehenden Zahlen, dass der echte Kognak sogar erheblich mehr Verunreinigungen (d. h. natürliche Beimengungen von höheren Alkoholen, Aldehyden, freien Säuren und Estern) enthält, als die aus reinem Sprit hergestellten Kunstgemische; die Art und Menge dieser sog. Verunreinigungen können daher neben der Geschmacksprobe zum Nachweise des echten Kognaks dienen. (Ueber die Art des Nachweises und der quantitativen Bestimmung vergl. Bd. III).

Nachmachungen und Verfälschungen des Kognaks.

Einige künstliche Mittel, um das Altern des Kognaks zu beschleunigen, sind schon vorstehend angegeben. Verwerflicher aber sind die Nachmachungen und Verfälschungen.

1. Nachmachungen. Zu solchen möchte ich diejenigen rechnen, welche zwar auch aus Wein als Grundstoff durch Destillation gewonnen sind, bei denen aber ein minderwerthigerer Wein als der bekannte französische Kognak-Wein verwendet wird und bei denen man das fehlende Aroma durch künstliche Zusätze zu ergänzen sucht. So berichtet Fr. Elsner¹⁾ über die Herstellungsweise des Deutschen Kognaks:

„Möglichst saurer Wein, vielleicht auch Obstwein, dem bisweilen noch Wein- und Citronensäure zugesetzt wird, wird abdestillirt. Das schwache Destillat wird mit Alkohol und sehr geringen Mengen von Essenz versetzt, rektificirt und mit Zuckerfarbe aufgefärbt. Sicher ist, dass auch aus Tresterwein Kognak fabricirt wird; es wird demselben Zucker zugesetzt und die vergohrene Maische abdestillirt. Alle diese Kognaks sind Destillationsprodukte, die sich hauptsächlich durch die Feinheit des Aromas, welches übrigens durch langes Lagern noch erheblich vermehrt wird, von einander unterscheiden, aber sämmtlich einen Extraktgehalt besitzen, der, selbst wenn Couleur zugesetzt wird, 0,5—0,6 % nicht übersteigt.“ —

2. Verfälschungen. Als direkte Verfälschungen des Kognaks sind solche Erzeugnisse anzusehen, bei denen der Alkohol und die eigenartigen Bestandtheile des Kognak nicht ausschliesslich dem Wein entstammen, sondern ein Vermischen von echtem Kognak mit Sprit und Essenzen stattgefunden hat.

3. Als Façon- oder Kunst-Kognaks sind Gemische von Sprit und Essenzen (und vielleicht einer äusserst geringen Menge Weindestillat) anzusehen. Hierüber sagt z. B. Elsner:

„Ausser diesen (d. h. den unter 1 genannten) Kognaksorten kommen solche in den Handel die auf kaltem Wege bereitet sind. Dieselben bestehen aus einer Mischung von gewässertem Spiritus mit Essenzen und Couleur. Die Essenzen sind verschiedener Art, entweder rein ätherisch oder mehr körperhaft. Es werden Auszüge von Rosinen, Pflaumen etc. verwendet. Feineren Kognaks wird auch wohl Vanille und Veilchenblüthenessenz zugesetzt. Es ist offenbar, dass dergleichen Produkte, abgesehen von Aroma und Geschmack, einen nicht unerheblichen Extrakt besitzen müssen. Derselbe geht thatsächlich auf 5 % hinauf.“

Eine weitere bestimmte Vorschrift für die Herstellung eines solcher Façon-Kognaks lautet z. B.: 5 % echtes Weindestillat, 95 % rektificirter Kartoffelsprit; dazu Thee-Extrakt — grüner Imperialthee darf nicht mit Blei gebleicht sein —, Pflaumenextrakt, Eichenholzextrakt, Vanille, Zucker, Auszug aus frischen Nusschalen.

¹⁾ In Bd. I, S. 1441 sind behufs Herstellung von künstlichem (Façon-) Kognak 5 Sorten Kognak-Essenz (auch Kognak-Grundstoff, Kognak-Extrakt genannt) mitgetheilt, deren Gehalt an einzelnen Bestandtheilen für 1 l zwischen folgenden Grenzen schwankte:

¹⁾ Zeitschr. angew. Chemie 1888, 380.

Alkohol Vol- %	Extrakt g	Zucker (Invert- zucker u. Saccharose) g	Weinbeeröl g	Freie Säuren				Aethylester der				Mineral- stoffe g
				Amiesau- säure g	Essig- säure g	Butter- säure g	Höhere Fett- säuren g	Amiesau- säure g	Essig- säure g	Butter- säure g	Höhere Fett- säuren g	
4,7— 87,0	1,4— 267,6	0— 195,1	0,66— 9,65	0,62— 2,00	0,31— 0,90	0,02— 0,35	0,15— 0,30	Spur— 4,3	0,50— 30,0	Spur— 2,5	0,66— 9,65	0,04— 1,16

In der sog. „Rheinischen Kognak-Essenz“ wurden auch 21,80 g Perubalsam (5,5 g Harz, 6,2 g Zimmtsäure, 5,6 g Benzoesäure, 4,5 g Benzaldehyd) und 0,54 g Citronenöl, in dieser und zwei anderen Sorten 0,12—0,20 g Vanillin, ferner in einer Sorte 1,90 g Fuselöl und in einer anderen 0,27 g Weinsäure in 1 l gefunden¹⁾.

Die Herstellung von Kunstkognak wird aber nicht nur in Deutschland, sondern auch in Frankreich und anderen Ländern vorgenommen; ja man kann sagen, dass ein grosser Theil des in den Handel kommenden Kognaks verfälscht oder nachgemacht ist.

Nach einer früheren Statistik des Finanzministeriums erzeugte Frankreich etwa rund 25 000 hl Wein-Branntwein und führte etwa 6000 hl im Jahre ein; dagegen betrug die Ausfuhr 1885 = 217 035 hl, 1886 = 233 804 hl, also ungefähr 7 Mal so viel, als an echtem Kognak erzeugt worden war.

4. Die Beurtheilung der vorstehenden Behandlung- oder Herstellungsweisen des Kognaks anlangend, so ist dieselbe für die unter No. 1, 2 und 3 fallenden Verfahren bereits angegeben. Andere Behandlungen anlangend, so ist

a) Der Verschnitt mit Wasser, wenn er nur dazu dient, um Kognak von zu hohem Alkoholgehalt genussfähig zu machen und dem Geschmache der Verbraucher anzupassen, als erlaubt anzusehen.

Es ist auch vorgeschlagen, für echten Kognak ein spec. Gewicht von 0,920—0,940 und einen Alkoholgehalt von 40—50 Gew.-% zu verlangen. Der Verband öffentlicher Chemiker Deutschlands²⁾ verlangt mindestens 38 Vol.-% Alkohol, nicht mehr als 2 g Zucker, als Invertzucker bestimmt, und nicht mehr als 1,5 g zuckerfreien Extrakt in 100 cem Kognak. W. Fresenius weist aber darauf hin, dass nach dieser Forderung gerade die ältesten und geschätztesten Kognaksorten zu den Kunst- und Façon-Kognaks gerechnet werden müssten, indem echter Kognak durch jahrelanges Lagern in Fässern nach vorstehenden Ausführungen erheblich an Alkohol einbüßen kann, so dass der Gehalt daran unter Umständen unter 40 Gew.-%, ja bis auf 20 Gew.-% heruntergeht.

b) Die Färbung mit Karamel, sowie der Zusatz von Zucker sind an sich harmlos und bis zu einer bestimmten Grenze kaum zu beanstanden. Der Verband öffentlicher Chemiker erklärt³⁾ den Zusatz von gebranntem Zucker überhaupt für zulässig. Die Färbung hat aber das Vorwerfliche an sich, dass sie jungem Kognak oder solchem von minder guter Beschaffenheit das Aussehen eines alten und besseren Kognaks verleihen soll. Letzteres gilt besonders von dem Zusatz von Essenzen wie Auszug von Thee mit Zucker und Rum. Will man solche Zusätze an sich zulassen, so ist der Mischungskunst keine Grenze gesetzt.

c) Als französischer Kognak oder unter den diesem Begriff entsprechenden Bezeichnungen ist in Deutschland, wie obiger Verband öffentlicher Chemiker richtig fordert, nur ein aus Frankreich importirter und im Originalzustande belassener Kognak zu verstehen.

Auch muss ein unter dem Namen „Medicinal-Kognak“ in den Handel gebrachter Kognak den Vorschriften des Deutschen Arzneibuches entsprechen.

Die Untersuchung des Kognaks und der Branntweine hat in den letzten Jahren allerdings wesentliche Fortschritte gemacht, indess lassen sich die verschmitzten Verfälschungen durch die chemische Analyse bis jetzt nicht immer mit Sicherheit

¹⁾ Bezüglich der Untersuchung solcher Essenzen sei auf die von Polenske veröffentlichte Arbeit „Ueber einige zur Verstärkung spirituöser Getränke, bezw. zur Herstellung künstlichen Branntweins und Kognaks im Handel befindliche Essenzen“ (Arbeiten a. d. Kaiserlichen Gesundheitsamte 1890, 6, 1298) verwiesen.

²⁾ Zeitschr. f. öffentliche Chemie 1901, 7, 393.

nachweisen und bildet, wie die deutschen Vereinbarungen sagen, die Prüfung des Geruches und Geschmackes von Seiten wirklich sachverständiger Fachleute in den meisten Fällen eine sicherere Grundlage für die Beurtheilung, als die chemische Analyse.

4. Rum. Der Mittelpunkt für die Rum-Fabrikation ist Westindien (Jamaika, Cuba etc.); zahlreiche Rum-Brennereien finden sich aber auch in Britisch- und Holländisch-Guyana, ferner in Brasilien, auf Madagaskar, Mauritius etc.

Ueber die Bereitung des Rums finden wir in der Literatur die verschiedensten Angaben¹⁾. Der Rohstoff zur Herstellung desselben ist die Melasse des Zuckerrohrsaftes, welche mit Wasser verdünnt der Gährung überlassen wird. Das Destillat liefert den Rum.

Vielfach mischt man auch die Melasse mit Abfällen des Zuckerrohres, sowie mit dem bei der Scheidung des Zuckerrohres erhaltenen Schaum, den „Skimmings“ und überlässt das noch mit Wasser, oder auch mit Wasser und „Dunder“ (d. i. dem Destillationsrückstand der Maische von früheren Rumbereitungen) versetzte Erzeugniss der Gährung. (Ueber die hierbei thätigen Gährungsorganismen vergl. S. 1194.)

Auch aus Schaum- (Skimmings-) und Zuckerabfällen allein erzeugt man ein — jedoch minderwerthiges — alkoholisches Getränk, den sog. „Negerrum“, welcher aber kaum über die Grenzen seines Erzeugungsgebietes hinauskommen dürfte.

In Brasilien geschieht die Darstellung des Rums nach Stohmann in folgender einfachen Weise:

Man macht eine Mischung von Melasse und Wasser und lässt dieselbe in grossen irdenen Gefässen gähren. Der Syrup wird vorher mit einer starken alkalischen Lauge vermischt, welche ihn nach der dortigen Annahme verdicken und reinigen soll. Diese Lauge erhält man durch Ausziehen der Asche einer zur Gattung Polygonum gehörigen, von den Eingeborenen Cataya genannten Pflanze mit Wasser.

Die in den tropischen Gegenden herrschende Wärme begünstigt das Auftreten des Essigfermentes sehr und kann sich deshalb leicht eine zu grosse Menge Essigäther bilden, welche, wenn im Uebermass vorhanden, die Güte des Getränkes nachtheilig beeinflusst. Man fängt daher bei der Destillation das zuerst Uebergehende für sich auf und verwendet es gesondert. Kleine Mengen Essigäther sind nothwendig, da sich derselbe an dem eigenartigen Aroma des Rums theiligt.

Um das Aroma zu erhöhen, fügt man zuweilen bei der Destillation verschiedene Substanzen hinzu. Auf Madagaskar bringt man Kleeblätter in die Blase, in manchen Gegenden Asiens mischt man die Würze mit der Rinde einer dornigen Akazie, Pattay genannt. Einige wenden die Blätter des Baumes an, welcher in Ostindien Attier, auf St. Domingo Pommier Canelle (*Aeona squamosa*) genannt wird; andere machen eine Beigabe von Pfirsichblättern.

Unter Bay-Rum versteht man das Erzeugniss der doppelten Destillation von feinem Rum über Beeren und Blätter von *Pimenta acris* (Lauraceae); er soll als Kopfwaschmittel gegen das Ausfallen der Haare und für nervösen Kopfschmerz, als Stärkungsmittel für Touristen etc. dienen.

Durch langes Lagern nimmt der Rum sehr an Güte zu. Um die Wirkung der Zeit zu umgehen, wird — so behauptet man — hie und da dem Rum Ananas-saft zugesetzt und ihm dadurch ein liebliches Aroma verliehen.

¹⁾ E. Sell: „Ueber Kognak, Rum und Arrak“, Arbeiten a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte 1891, 7, 210.

Was den Werth der Rumsorten verschiedener Erzeugungsgebiete betrifft, so nimmt in Europa der Jamaika-Rum die erste Stelle ein, und dürfte diese Thatsache wohl grösstentheils in der dort üblichen Darstellungsweise ihren Grund haben (z. B. Anwendung einer Mischung von Melasse mit Rohrsaft und Pflege des Dunders — nach A. Herzfeld).

Der Alkoholgehalt des Rums schwankt gewöhnlich zwischen 70 und 77 Vol.-%. Frisch destillirter Rum ist meistens farblos; beim Lagern in Fässern nimmt er, wie der Kognak, mehr oder minder färbende Extraktivstoffe aus den Wandungen der Fässer auf. Die verschiedenen Farbentöne des käuflichen Rums werden durch Karamelzusatz erzeugt. Jamaika-Rum wird meist leicht, Demerara-Rum hingegen stark gefärbt. Die Grösse der Rum-Fabrikation wird von Scala zu rund 60000 hl für das Jahr angegeben.

Die chemische Zusammensetzung des echten Rums sowie des Verschnitt- und Kunst-Rums erhellt aus folgenden Zahlen, welche für echten Rum aus 20—50 einzelnen Bestimmungen (vergl. Bd. I, S. 1410—1413 und 1515) gewonnen sind:

Rum	Gehalt	Spec. Gewicht	Alkohol Vol.-%	In 100 cem Rum mg							Gesamt-Verunreinigungen (ausschl. Extrakt)	
				Extrakt	Säuren (= Essigsäure)	Aldehyde (Acet-)	Furfurol	Ester	Höhere Alkohole	Mineralstoffe	in 100 cem Rum	auf 100 cem absolutem Alkohol
Echter	Niedrigster	0,8143	44,0	30,0	4,0	0,2	0,7	43,0	26,0	0,001	239,7	393,0
	Höchster	0,9484	93,3	1740,0	204,0	26,2	13,4	1926,0	298,8	0,062	1666,0	2731,2
	Mittlerer	0,9000	61,1	549,4	101,5	15,0	2,3	270,7	151,8	0,010	539,3	882,6
Verschnitt- (10)	Mittlerer	0,9452	47,5	486,7	49,7	6,4	0,6	66,4	34,9	—	158,0	332,6
Kunst- (8)	Mittlerer	0,9472	45,5	500,6	18,4	2,8	0,2	37,3	12,4	—	71,1	156,3

E. Sell und K. Windisch zerlegten noch die im Rum vorkommenden freien Säuren sowie Estersäuren und fanden für diese und noch einige sonstigen Bestandtheile folgende Werthe in mg für 100 cem Rum:

	Invertzucker	Saccharose	Freie Säuren				Aethylester der				Basen
			Ameisensäure	Essigsäure	Buttersäure	Kaprin-säure	Ameisensäure	Essigsäure	Buttersäure	Kaprin-säure	
Schwankungen	0	0	0	4,0	Spur	Spur	0	5,0	Spur	Spur	0,3
	-406,0	-240,0	-12,0	-147,0	-11,0	-12,0	-22,0	-1847,0	-56,0	-27,0	-3,3
Mittel	188,0	69,1	4,5	63,5	4,0	4,2	9,6	302,3	8,2	8,0	1,8

Durch diese und andere Untersuchungen ist die frühere Streitfrage, ob der echte Rum freie Ameisensäure enthalte, dahin entschieden, dass der echte Rum in der That unter Umständen sowohl freie Ameisensäure wie deren Aethylester enthält. Aus dem Grunde wird auch die frühere Angabe von Gutzeit und Maquenne, dass der Rum stets Methylalkohol enthalte, um so weniger bezweifelt werden können, als J. Wolff (Bd. I, S. 1441) in verschiedenen Fruchtbranntweinen ebenfalls Spuren von Methylalkohol nachgewiesen hat.

Auch kommen im Rum ebenso wie im Kognak höhere Alkohole (Fuselöl)

vor; aber diese lassen sich nicht immer durch die Chloroformprobe erkennen, weil in den Getränken gleichzeitig eine Substanz vorhanden ist, welche der Ausdehnung des Chloroforms entgegenwirkt, und nach W. Fresenius eine „negative Steighöhe“ verursacht. Diese Substanz hinterbleibt, wie K. Windisch angiebt, nach dem Verdunsten des Chloroforms als unverseifbarer, terpenartiger Körper, welchem der eigenartige Geruch des Rums bezw. des Arraks anhaftet. Es darf nach den Beobachtungen, welche bezüglich der ätherischen Oele auf die Steighöhe des Chloroforms — vergl. Bd. III — gemacht worden sind, angenommen werden, dass dieser Körper die Ursache der negativen Steighöhe ist.

Nachmachungen und Verfälschungen des Rums.

Bezüglich der Frage der Nachmachungen und Verfälschungen des Rums kommen in Betracht:

1. Das Verschneiden des Rums mit Wasser oder Sprit:

a) Das Verschneiden bezw. Verlängern mit Wasser. Wenn ein durch Wasser verlängerter Rum als echter Original-Jamaika- etc. Rum zu dem Preise des echten unverschnittenen Rums verkauft und dem Verschnitt gleichzeitig durch Auffärben mit Karamel die Farbe des Original-Rums ertheilt wird, so ist dieses wohl unzweifelhaft einer Verfälschung gleich zu erachten. Wenn dagegen der Original-Rum (von z. B. 75 Vol.-% Alkohol) durch Wasser bis zu etwa 50 Vol.-% verlängert und als echter Rum oder Jamaika-Rum verkauft wird, gleichzeitig aber aus dem niedrigen Preise zu ersehen ist, dass kein Original-Rum vorliegen kann, so dürfte das nach den gegenwärtigen Handelsgebräuchen nicht strafbar sein, da für den direkten Genuss überhaupt eine Verdünnung mit Wasser auf irgend eine Weise vorgenommen zu werden pflegt.

b) Verschneiden bezw. Verlängern mit Sprit. Eine in sehr ausgedehnter Masse ausgeübte Behandlung ist das Verschneiden bezw. Strecken des Rums mit verdünntem Weingeist. Verschnittwaare, wird unter Anderem auch dadurch hergestellt, dass man echten Rum mit verdünntem, am besten aus Kolonial-Syrup gewonnenen Weingeist gemeinsam destillirt und das Destillat mit Karamel unter Zusatz von Katechutinktur färbt. Benutzt man Kartoffelsprit, so bringt man etwas geraspelttes Cedernholz in die Destillirblase; das in dem Cedernholz enthaltene ätherische Oel geht mit den Dämpfen über und trägt wesentlich zur Erhöhung des Rumbouquets bei. Diese Art „Verschnitt“ ist anders zu beurtheilen, als die Verlängerung mit Wasser allein.

Durch den gleichzeitigen Spritzzusatz erlangen die Rumbestandtheile nicht nur eine Verdünnung, wie beim alleinigen Zusatz von Wasser, sondern eine wesentliche Veränderung in ihrem natürlichen Mischungsverhältniss, abgesehen davon, dass der zugesetzte Sprit auch mehr oder weniger „unreine Stoffe“ enthalten kann. Ein derartig verschnittener Rum sollte durch irgend eine Bezeichnung oder Bemerkung von dem echten Rum, z. B. als „Verschnitttrum“ oder „ordinärer Rum“ etc. unterschieden werden.

Freilich ist auch hier der gleichzeitig niedrigere Preis gegenüber demjenigen echter Waare nicht ausser Acht zu lassen. Wer den Inhalt einer Flasche „Rum“ mit einer Mark bezahlt, der hat sich, wie H. Fleck in seiner „Chemie im Dienste der öffentlichen Gesundheitspflege 1882“, S. 97 bemerkt, nicht zu beschweren, wenn die chemische Untersuchung ein Kunsterzeugniss ergibt.

2. Herstellung von Rum aus Rübenzucker-Melasse. Auch diese Art Rum-Bereitung muss oder kann als eine Nachmachung angesehen werden. Man hat nämlich versucht, auch aus Rübenzucker-Melasse Rum herzustellen, und hat man dabei anfänglich angenommen, dass die Rumgärung in erster Linie von dem Vorhandensein eines eigenthümlichen Fermentes abhängt. A. Herzfeld¹⁾ hat aber durch eingehende Versuche festgestellt, dass weniger die Hefenart als die Beschaffenheit des Dunders für die eigenartige Rumerzeugung von Belang ist, indem die Menge der Säureäther davon abhängt, wie viel flüchtige, freie organische Säure die Maische enthält. Die Fermente als solche, z. B. das Buttersäure-Ferment, wirken für die Gärung des Dunders sogar sehr

¹⁾ Zeitschr. f. Zuckerindustrie 1890, 40, 645.

schädlich. Es würde also darauf ankommen, in dem der Melasse zuzusetzenden Material, in welchem (z. B. aus Abfällen der Rüben) man eine Buttersäure Gährung durch Erwärmen auf etwa 40° eingeleitet hatte, die Spaltpilze und ihre Sporen vor dem Zusatz zum Dunder zu entfernen. Dieses kann am besten durch Absetzenlassen der Sporen nach Beendigung der Buttersäure-Gährung erreicht werden, ein Vernichten der Sporen im Dunder durch ein 1/2-stündiges Kochen der sauren Maische mit Dampf genügt nicht.

Die von Herzfeld angestellten Versuche, auf deren nähere Darlegung ich hier nicht eingehen kann, erwecken die Hoffnung, dass es mit der Zeit gelingen wird, auch aus Erzeugnissen der Rübenzuckerfabrikation ein spirituöses Getränk herzustellen, welches, wenn auch nicht dem echten Rum gleich zu erachten, doch die zahlreichen Kunsterzeugnisse und Nachmachungen zu verdrängen geeignet ist, die sich jetzt im Handel befinden.

3. Herstellung von Kunst- oder Façon-Rum. Billiger, aber auch bedeutend minderwerthiger sind die sog. „Façon-Rums“, die häufig, vielleicht auch meist, nicht einen Tropfen echten Rums enthalten. Die Zahl der bei der Fabrikation dieser Waare in Anwendung kommenden Stoffe ist eine sehr grosse. Als oxydirendes Gemisch wird meist Schwefelsäure und Braunstein verwendet, denen man Alkohol, Holzessig, Stärke etc. hinzufügt. In den verschiedenen Zubereitungs-Vorschriften findet man aber ausserdem noch Stoffe, wie:

Freie Buttersäure, freie Ameisensäure, die Aethylester der Ameisensäure, Essigsäure, Buttersäure, Benzoesäure, Salpetersäure-Aethylester, baldriansaures Amyl, Zimmtöl, Weinbeeröl, Bittermandelöl, Orangenschalenöl, Kornfuselöl, Orangenblüthenwasser, Vanillektinktur, Tonkabohnentinktur, Citronenessenz, Gewürznelkentinktur, Zimmttinktur, Kaffeeextrakt, Glanzruss, brenzliches Birkentheeröl, Galläpfel, Eichenrindenextrakt, Katechu, Peru-Balsam, Zuckercouleur, Johannisbrot etc.

E. Pollenske¹⁾ fand z. B. in solchen alkoholischen, sauer reagirenden, nach Rumäther riechenden Flüssigkeiten von 0,906 spec. Gewicht für 1 l:

0,12 g Ameisensäureäthyläther, 10,35 g Extrakt, enthaltend: 5,88 g Glukose, 1,74 g Saccharose,
0,106 g Asche (eisenreich).

Die freien flüchtigen Säuren, welche vorwiegend aus Ameisensäure und geringen Mengen Essigsäure bestanden, erforderten zur Neutralisation 70 cem 1/10-Normal-Kalilauge. Die Estersäuren, vorwiegend aus Essigsäure, Ameisensäure, Spuren Buttersäure, sowie den Säuren des Weinbeeröls bestehend, erforderten zur Neutralisation 5,6 cem 1/10-Normal-Kalilauge.

Der Alkoholgehalt der Flüssigkeit betrug 64,54 Vol.-%, worin Fuselöl kaum nachweisbar war. Der Verdunstungsrückstand des Aethers, welcher zur Ausschüttelung des mit Wasser verdünnten Rums gedient hatte, besass den entschiedenen Geruch der Gewürznelken. Die Farbe war im Wesentlichen durch Zuckercouleur erzielt worden.

Wenn derartige Kunstgemische als echter Rum oder auch nur unter dem einfachen Worte „Rum“ verkauft oder feilgehalten werden, so ist das selbstverständlich als Verfälschung bzw. Nachmachung anzusehen.

Ueber die Unterschiede zwischen echtem Rum, Verschnitt- und Kunstrum vergl. vorstehende Analysen S. 1353, über die chemischen Verfahren zur Ermittlung derselben Bd. III.

Im Uebrigen gilt wie vom Kognak so auch vom Rum, dass zur Feststellung der Echtheit die Geschmacks- und Geruchsprobe eines sachverständigen Praktikers unter Umständen von nicht minder hohem Werth ist, als die chemische Analyse.

5. Arrak²⁾. Als hauptsächlichste Fabrikationsgebiete des Arraks sind Java, die Küste von Malabar, Ceylon und Siam zu bezeichnen.

Die Rohstoffe zur Gewinnung dieses Getränkes sind an den verschiedenen Orten seiner Darstellung sehr verschieden; übrigens versteht man unter Arrak (oder Rak) im weiteren Sinne in Ostindien allgemein gegohrene Getränke.

¹⁾ Arbeiten a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte 1890, 6, 520.

²⁾ Unter Benutzung der von E. Sell veröffentlichten Arbeit „Ueber Kognak, Rum, Arrak“ (Arbeiten a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte 1891, 7, 243).

Auf Ceylon wird der Arrak aus dem Blütenkolben der Kokospalme (*Cocos nucifera*) dargestellt; die Bereitungsweise ist folgende¹⁾:

Der Blütenkolben der Kokospalme wird während drei auf einander folgenden Tagen zwischen 2 flachen Holzstücken gepresst und während der nächsten 4 Tage am Grunde des Blütenkolbens ein leichter Rundschnitt gemacht, welcher verhindert, dass sich der Kolben öffnet. Nach etwa 8 Tagen ist der ganze Blütenkolben in eine markartige Masse verwandelt, und es beginnt aus Einschnitten, die an verschiedenen Stellen angebracht werden, der Saft, „Toddy“ genannt, auszufliessen. Das Aufsammeln dieses Saftes geschieht in der Weise, dass man den Blütenkolben umbiegt, an geeigneter Stelle einen Thontopf an dem Kolben festbindet und in letzterem einen Einschnitt anbringt, so dass der Saft in den Topf abtropfen kann. Die Töpfe werden Morgens und Abends entleert und auch in dem Kolben neue Einschnitte angebracht.

Der Toddy enthält neben Wasser eine bedeutende Menge von gährungsfähigem Zucker, ferner Eiweiss, organische Säuren und Salze, und geht sehr schnell in Gährung über. Verbrauchen die Brennereien nicht die gesammte frische Toddy-Menge, so wird der Rest eingekocht und liefert einen unreinen, braungefärbten Zucker, welcher Jaggery heisst und theils als Versüssungsmittel gebraucht wird, theils auch wieder gelöst und zur Arrak-Fabrikation der Gährung unterworfen wird.

Der von den Eingeborenen Ceylons verwendete Destillir-Apparat besteht aus einem thönernen Topf oder Kessel, auf dessen Rand ein zweiter mit dem Rande nach unten gestellt ist und gleichsam den Helm der Destillirblase vorstellt. In diesem oberen Topf ist ein langes Rohr, meist aus Bambusstäben, eingefügt, welches in einen kürbisförmigen Topf, die Vorlage, mündet. Das Rohr wird mit locker gedrehten Stricken aus Kokosfasern umwunden und lässt man auf diese fortwährend Wasser fliessen, um die Verdichtung der Dämpfe im Rohre herbeizuführen. In grösseren, ausschliesslich von Weissen geleiteten Brennereien, verwendet man kupferne, innen verzinnete Destillirblasen von 500 bis 900 l Fassungsraum und bewerkstelligt die Abkühlung der Dämpfe in gewöhnlicher Weise mit Hilfe einer Kühlschlange.

Das Abdestilliren des völlig vergohrenen Toddys geschieht in der Weise, dass zuerst ein an Alkohol armes Erzeugniss, ein Lutter-Brantwein mit 25—28 % Alkohol, dargestellt wird. Derselbe heisst Poliwakara und dient auch schon theilweise als Getränk. Durch Rektifikation dieses Poliwakara erhält man den stärkeren Brantwein, Talwakara, die als Arrak bekannte Brantwein-Sorte. Durch nochmalige Destillation des Talwakara wird der sog. Ispiritu gewonnen, welcher meist 73—76 Vol.-% Alkohol enthält, weit weniger angenehm riecht als der Arrak, da die leichter flüchtigen Aetherarten und Aldehyde verloren gegangen sind und durch Zucker- und Wasserzusatz in eine Art Likör verwandelt wird, der im Lande selbst verbraucht wird.

Auf Java wird zur Darstellung des Arraks Reis verwendet; die Bereitungsweise ist nach Stohmann²⁾ folgende:

Man bringt ungefähr 35 kg Keton, einen sehr klebereichen Reis, in einen kleinen Bottich, fügt 100 l Wasser und 20 l Melasse hinzu und lässt diese Mischung dann 2 Tage stehen; darauf bringt man sie in ein grösseres Gefäss und fügt noch 400 l Wasser, sowie 100 l Melasse hinzu. Zu gleicher Zeit mischt man 40 Thle. Palmwein oder Toddy mit 900 Thln. Wasser und 150 Thln. Melasse und überlässt Beides 2 Tage lang der Ruhe. Die erste Mischung wird in einen noch grösseren Bottich gebracht und die zweite allmählich hinzugesetzt. Darauf lässt man die gährende Flüssigkeit abermals 2 Tage stehen und führt sie endlich in irdene Töpfe über, von denen jeder etwa 20 l Inhalt fasst. Wenn die Gährung nach ungefähr 2 Tagen vollendet ist, schreitet man zur Destillation (die Destillationsblasen sind von Kupfer, die Schlangenhöhren von Bancazinn angefertigt).

Nach einer anderen Vorschrift zur Darstellung des Arraks nimmt man 62 Thle. Melasse, 3 Thle. Toddy und 35 Thle. Reis, welche bei der Destillation 23 $\frac{1}{2}$ Thle. Arrak liefern sollen.

¹⁾ Vierteljahresschrift über Nahrungsmittel, Genussmittel 1888, 3, 187 nach Zeitschr. f. landwirthsch. Gewerbe, 1888, 8, 76.

²⁾ Masprath's Chemie. 3. Aufl., 972.

Auch aus Reis allein wird nach Stohmann Arrak hergestellt und spielt hierbei die Bereitung des Reismalzes eine wichtige Rolle. Die Destillation wird meist auf eine höchst primitive Weise ausgeführt, indem man z. B. die Blase in ein in die Erde gegrabenes Loch setzt, unter welches eine Höhlung gemacht wird, die als Feuerungsraum dient. Die Abkühlung geschieht sodann dadurch, dass ein Arbeiter fortwährend Wasser über den Schnabel der Blase fließen lässt oder dadurch, dass man am Schnabel des Helmes eine flache Schale anbringt, die mit Wasser gefüllt wird, welches man, wenn es warm geworden, wieder durch frisches ersetzt.

Manche, wohl meist am Erzeugungsorte selbst verwendeten Arraks, erhalten noch Zusätze, welche die betäubende Kraft dieses Getränkes noch erhöhen; so z. B. der Tarsah-Arrak den Saft von *Cannabis sativa* und denjenigen einer *Species Datura*.

Arrak wird nicht künstlich gefärbt, nimmt aber beim Lagern in Fässern eine gelbliche Färbung an. Um ihn farblos zu machen — in Deutschland ist es üblich, Arrak wasserhell in den Handel zu bringen —, filtrirt man ihn durch Knochenkohle.

Beim Lagern gewinnt der Arrak bedeutend an Güte; da aber in dem heissen Tropenklima der Schwund ein zu grosser sein würde, so wird derselbe für die Lagerung bald nach seiner Darstellung nach Ländern der gemässigten Zone ausgeführt.

Zu uns gelangt grösstentheils Arrak aus Batavia; hie und da finden sich im Handel auch die weniger beliebten sog. Küsten-Arraks, z. B. von Soeraboya, Cheribon, Indramayo, welche von Zuckerfabriken erzeugt werden.

Arrak wird weniger direkt genossen, als vielmehr zu Punsch-Essenz (Schwedischer Punsch) verarbeitet. Ueber die Zusammensetzung von Schwedischem Punsch siehe Bd. I, S. 1436 und weiter unten S. 1360. Schwedischer Punsch enthält gewöhnlich 23—30 Vol.-% Alkohol und 20—33 % Zucker.

Die Zusammensetzung des Arraks erhellt im Mittel von 8 bzw. 5 Untersuchungen (Bd. I, S. 1409) aus folgenden Zahlen:

Spec. Gewicht	Alkohol		In 100 ccm mg											
			Extrakt	Invert-zucker	Saccharose	Freie Säure				Aethylester der			Mineralstoffe	
	Amel-sen-säure	Essig-säure				Butter-säure	Kaprin-säure	Amel-sen-säure	Essig-säure	Butter-säure	Kaprin-säure			
0,9159	58,81	50,88	78,8	8,4	4,2	10,6	116,2	5,0	6,4	7,8	184,6	4,8	9,4	13,6

Diese Zahlen sind selbstverständlich wie bei anderen Branntweinen nicht unerheblichen Schwankungen unterworfen; so schwankte der Gehalt an freier Essigsäure zwischen 61,0—167,0 mg, der an essigsaurem Aethylester zwischen 67,0—276,0 mg in 100 ccm, während der Alkohol in 9 Proben nur zwischen 56—60 Vol.-% und auch die anderen Bestandtheile nur wenig schwankten.

E. Beckmann fand in 2 Proben echtem Arrak 78,0 bzw. 78,2 mg freie Säuren, 125,0 bzw. 283,0 mg Estersäuren und 223,0 bzw. 207,0 mg höhere Alkohole (Amylalkohol) für 100 ccm.

Also auch der Arrak verhält sich bezüglich des Gehaltes an freien Säuren, Estern und höheren Alkoholen wie Kognak und Rum.

Nachmachungen und Verfälschungen.

Auch bezüglich der Nachmachungen und Verfälschungen verhält sich der Arrak wie der Rum. Als solche kommen in Betracht:

1. Arrak-Verschnitt. Die bei uns im Verkehr befindlichen billigeren Sorten Arrak werden gewöhnlich aus dem echten Material durch Strecken mit feinem Sprit und Wasser erhalten.

2. Kunst- oder Façon-Arrak. Sehr häufig begegnet man einem unter dem Namen Arrak vertriebenen Erzeugniss, welches hinsichtlich seines Ursprunges mitunter sehr zweifelhafter Natur ist. Im Nachfolgenden seien einige solche Bereitungsvorschriften angegeben:

Johannisbrot wird mit Wasser abgekocht, die Abkochung abgeseiht, mit Theeaufguss und Spiritus vermischt und das Ganze zur Erzielung eines besseren Geschmacks längere Zeit lagern gelassen.

Eine andere Vorschrift lautet:

Man destillirt ein Gemenge von Schwefelsäure, Braunstein, Holzessig, Kartoffelfuselöl und Weinstein und versetzt das Destillat mit Theetinktur, Vanilletinktur, Neroliöl und Weingeist.

Die Zusammensetzung eines solchen Façon-Arraks von 0,924 spec. Gewicht war nach Polenske¹⁾ für 100 cem bzw. 1 l folgende:

Alkohol	55,85 Vol.-%	} deutlich nachweisbare Mengen,	5,53 g Extrakt in 1 l enthaltend:
Vanillin,			4,68 „ Saccharose,
Weinbeeröl,			0,07 „ Asche.

Die freien flüchtigen Säuren bestanden vorwiegend aus Essigsäure und geringen Mengen Ameisensäure und Buttersäure; sie erforderten zur Neutralisation 60 cem $\frac{1}{10}$ -Normal-Kalilauge. Die Ester-säuren, von denen die Essigsäure im Verhältniss zur Ameisensäure und Buttersäure gleichfalls im Uebergewicht vorhanden war, wurden durch 135 cem $\frac{1}{10}$ -Normal-Kalilauge für 1 l neutralisirt. Der Rückstand der Aetherausschüttelung besass einen deutlichen Nelkengeruch.

Für die Beurtheilung gilt dasselbe, was unter „Rum“ S. 1355 bzw. „Kognak“ S. 1351 gesagt worden ist, d. h. es giebt nach dem heutigen Stande der chemischen Analyse kein Mittel, welches die Unterscheidung des echten Arraks vom unechten mit Sicherheit ermöglicht.

Liköre und Bittere.

Die Liköre und Bittere sind im Allgemeinen Gemische von Weingeist mit Zucker, Pflanzen-Extrakten der verschiedensten Art, aromatischen Oelen etc. Je nach dem Zuckergehalt unterscheidet man Doppel- oder Tafel-Liköre; erstere enthalten etwa 500 g, letztere 700—1000 g Zucker in 1 l. Man löst z. B. 1 kg Zucker zu $\frac{1}{2}$ l flüssiger Zuckermasse oder zu 1 l Flüssigkeit und setzt 1 l Sprit von 76 % hinzu. Man erhält auf diese Weise Getränke von 40—45 Vol.-% Alkohol.

Die Pflanzentheile werden entweder mit dem Sprit oder mit Wasser ausgezogen oder sie werden in einer Destillirblase mit dem Sprit destillirt oder man lässt den zu rektificirenden Sprit durch die Pflanzen und Kräuter filtriren.

Zur Herstellung der Liköre giebt es eine ganze Reihe von Vorschriften²⁾:

Um die Anzahl der benutzten Pflanzen, Kräuter und Oele zu zeigen, seien hier folgende Vorschriften wiedergegeben:

1. Benedictiner-Likör:

In die Destillirblase werden 45 l Spiritus von 96 % und 20 l weiches Wasser gegeben; in den Extraktions-Apparat kommen folgende zerkleinerten Kräuter:

500 g frische Citronenmelisse, 150 g Alpenbeifuss, 60 g Kardamomen, 250 g Ysospitzen, 100 g Angelikasamen, 150 g Angelikawurzeln, 250 g Pfeffermünzkraut, 30 g Thymiankraut, 30 g Ceylon-Zimmt, 30 g Muskatblüthe, 30 g Nelken, 30 g Arnikablumen, 250 g Wohlverleihblumen, 100 g Bisan-körner.

Nach der Destillation werden dann noch je 2—10 Tropfen von 18 verschiedenen ätherischen Oelen (meist von Gewürzen) zugesetzt.

¹⁾ Arbeiten a. d. Kaiserl. Gesundheitsamt 1890, 6, 520.

²⁾ Ich verweise in dieser Hinsicht auf Moeve's Destillirkunst. 9. Aufl., 1892, 338—442.

2. Chartreuse-Likör:

Man bringt in eine Destillirblase auf ein verzinnertes kupfernes Sieb: 50 g Abelmoschuskörner, 30 g Ceylon-Zimmt, 100 g Curaçaoschalen, 50 g Pomeranzenfrüchte, 30 g Kardamomen, 150 g Irakraut, 125 g Angelikasamen, 100 g Chinarinde, 30 g Selleriesamen, 30 g Ingwer (weiss), 30 g Piment, 30 g Nelken (Amboina), 10 g schwarzen Pfeffer, 250 g Citronenmelisse, 30 g weisse Kalmuswurzel, 30 g Muskatblüthe, 30 g Angelikawurzel, 125 g Ysopspitzen, 25 g Tonkabohnen, 50 g Muskatnüsse, 125 g Alpenbeifuss, 30 l Spiritus von 96 %, und 10 l weiches Wasser.

Der Inhalt der Destillirblase wird 8 Stunden so erwärmt, dass der Spiritus vom Kühler in die Blase zurückläuft. Der Ingredienz-Sprit, welcher noch mit 200 g gebrannter Magnesia filtrirt wird, genügt für 100 l Likör, die noch einen Zusatz von 40 kg Zucker erhalten.

3. Absynth. Man unterscheidet zwischen Absynth und Absynth-Likör. Der erstere ist ein doppelter Branntwein und wird als Schweizer Absynth in folgender Weise bereitet:

2,5 kg grosser Wermuth (trocken und geputzt), 5 kg grüner Anis, 5 kg Florentiner Fenchel (1 kg Koriandersamen, 0,5 kg Angelikasamen), werden mit 95 l Spiritus von 85 Vol.-%, 12 Stunden im Wasserbade eingeweicht bezw. behandelt, mit 45 l Wasser versetzt und darauf aus einer flachen Blase abdestillirt, bis 95 l Destillat gewonnen sind. Die Grünfärbung wird durch Zusatz von 1 kg kleinem Wermuth, 1 kg Ysop und 0,5 kg Citronenmelisse auf 40 l Destillat bewirkt.

Der Absynth-Likör (französischer) erfährt für 100 l folgende Behandlung:

60 g französisches Absynthöl, 1500 g Schweizer Absynth-Essenz, die in 2 l Spiritus von 96 Vol.-% gelöst, warm hingestellt und später mit 75 l Spiritus von 90° vermischt werden. Weiter werden 2 bis 3 kg brauner Kandiszucker mit 10 g Kochsalz in 22 l Wasser (Regenwasser) gekocht und der ersten Mischung zugefügt.

4. Angostura-Bitter. Die Vorschrift für die Herstellung der Essenz für diesen Likör lautet:

1500 g Angosturarinde, 130 g Nelken, 50 g Kardamomen, 250 g Zimtblüthe, 250 g Ceylon-Zimmt, 250 g Kakaobohnen (geröstet), 150 g Kaffee (gebrannt), 5 g Kampfer, 250 g Piment (gestossen) werden mit 8 l Spiritus von 96 Vol.-% und 4 l destillirtem Wasser 14 Tage behandelt. Von dieser Essenz setzt man 5 l zu 50 l feinstem Spiritus von 96 Vol.-%, 1 l Rum, 2 l Arrak und 15 l Zuckerwasser, in welchem 15 kg Lumpenzucker gelöst sind. Das Ganze wird mit Alkana-Wurzel-Tinktur und feinsten Raffinade-Couleur gefärbt.

5. Boonkamp-Bitter (holländischer):

Man destillirt 50 l Sprit von 96 Vol.-% und 40 l Wasser bis auf 30%, durch folgendes Kräutergemisch:

1 kg zerschnittenes Süssholz, 250 g gestossener Anissamen, 250 g Fenchelsamen, 350 g Süssholzsaft, 125 g Koriandersamen, 350 g chinesischer Rhabarber, 125 g Lärchenschwamm, 600 g Aloë, 125 g Kalmuswurzel, 125 g Cassiarinde, 250 g Zittwerwurzel, 125 g Enzianwurzel, 100 g Galgantwurzel, 250 g Alantwurzel, 125 g Gummi-Myrrhan, 250 g Curaçaoschalen, 100 g Angelikawurzel, 50 g Abelmoschuskörner, 125 g Safran und 500 g griechischer Theriak. Dem erhaltenen Filtrat werden noch 4 bis 5 kg brauner Kandiszucker zugesetzt, welche in 10 l Wasser gekocht wurden.

Die Punsch-Extrakte bestehen aus Mischungen von Arrak, Rum, Kognak mit in Wasser verkochtem Kandiszucker, welchen Mischungen zugesetzt werden:

Vanille-Essenz, Veichenblüthen-Essenz, Ananasfrucht-Essenz, Ananas-Aether, Nelken-Essenz, Cassia-Essenz, Citronensäure etc.

Der Eier-Kognak¹⁾ besteht aus Kognak bezw. Branntwein, Eigelb und Rohr- bezw. Rübenzucker.

Ueber die Darstellung von Hundertkräuter-Likör (Centerba) vergl. Bd. I, S. 1436.

¹⁾ Vergl. A. Juckensack, Zeitschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genussmittel 1903, 6, 827.

Diese Zubereitungs-Vorschriften geben die am mannigfaltigsten zusammengesetzten Kräuter-Mischungen wieder. Für andere Liköre und Bitter werden viel einfachere Mischungen verwendet.

Durchweg aber giebt man sich nicht so viel Mühe, sondern vermischt einfach Branntwein mit fertig gemischten Oelen und Essenzen, zu deren Herstellung nicht minder zahlreiche Vorschriften vorhanden sind.

Für die Herstellung der feinen Liköre soll nur der reinste Sprit verwendet werden. Auch müssen die feinen Liköre häufig Jahre lang lagern, ehe sie einen edlen, harmonischen Geschmack und Geruch erreicht haben.

Man kann aber nach J. Bersch¹⁾ die Reife beschleunigen, indem man die Liköre kurze Zeit auf 60–70° C. erwärmt, wobei Licht und Luft fern zu halten sind.

Zur Veranschaulichung, wie derartige Getränke zusammengesetzt sind, lasse ich hier Analysen von einigen gangbaren Sorten (Gehalt für 100 ccm) folgen:

No.	Bezeichnung	Spec. Gew.	Alkohol		In 100 ccm g				Kalorien ²⁾ in 1 l.
			Vol.-%	Gew.-%	Extrakt	Saccharose	Sonstige Extraktstoffe	Mineralstoffe	
1	Absynth	0,9226	55,9	—	0,18 ³⁾	—	0,32	—	3464
2	Hundertkräuter- (a) einfache . Likör (Centerba) (b) trinkbare	0,8587 1,0648	83,27 39,08	—	0,23 33,40	— 32,14	— 1,20	0,011 0,055	5590 3654
3	Boonkamp of Maagbitter . . .	0,9426	50,0	42,1	2,05	—	—	0,406	3121
4	Benedictinerbitter	1,0709	52,0	38,5	36,00	32,57	3,43	0,043	4614
5	Ingwer	1,0481	47,5	36,0	27,79	25,92	1,87	0,141	3978
6	Crème de Menthe	1,0447	48,0	36,5	28,28	27,63	0,65	0,068	4033
7	Anisette de Bordeaux	1,0847	42,0	30,7	34,82	34,44	0,38	0,040	3901
8	Curaçao	1,0300	55,0	42,5	28,60	28,50	0,10	0,040	4524
9	Kümmel-Likör	1,0830	33,9	24,8	32,02	31,18	0,84	0,058	3277
10	Pfeffermünz-Likör	1,1429	34,5	24,0	48,25	47,31	0,90	0,068	3955
11	Angostura	0,9540	49,7	—	5,85	4,16	1,69	—	3260
12	Chartreuse	1,0799	43,18	—	36,11	34,35	1,76	—	4030
13	Punsch (schwedischer)	1,1030	26,3	18,9	36,65	35,20	3,45 ³⁾	—	2995
14	Eier-Kognak	31,50	—	13,9	33,57	9,23	4,21	0,59	2832

An sonstigen Bestandtheilen wurden in 100 ccm einiger Liköre gefunden:

	Säure = Essigsäure	Aldehyde	Ester	Essenzen	Aetherische Oele	Fuselöl
Absynth	9,5 mg	7,2 mg	6,1 mg	243,3 mg	—	—
Centerba (einfache)	5,2 "	—	92,4 "	—	12,8 mg	0,277 Vol.-%

Der Gehalt des Eierkognaks an Extrakt schwankte nach einigen Analysen zwischen 28,3 bis 41,3 %, der an Fett zwischen 6,0–7,5 %, an Gesamt-Phosphorsäure zwischen 0,195–0,30 %, Lecithin-Phosphorsäure zwischen 0,195–0,247 %, an Gesamt-Asche zwischen 0,365–0,80 %.

Ueber die Zusammensetzung einiger sonstigen Liköre vergl. Bd. I, S. 1436, 1437 u. 1517.

¹⁾ Zeitschr. f. landw. Gewerbe 1866, 86.

²⁾ Die Verbrennungswärme von 1 g Extrakt ist bei den Proben, bei denen derselbe fast nur aus Saccharose besteht, dementsprechend zu 3,955 Kal., bei den übrigen Proben (No. 1, 2 und 4) wie bei Wein zu 3,39 Kal. angenommen. Die Vol.-Procente Alkohol wurden auf Gew.-Procente d. h. Gramm in 1 l zurückgeführt und dann mit 7,184 (Kalorienwerth für 1 g Alkohol) multiplicirt.

³⁾ Absynth-Extrakt.

⁴⁾ Mit 0,040 g Säure = Essigsäure.

Verunreinigungen und Verfälschungen.

Da die Liköre oder Bitteren im höchsten Grade Kunst- und Mischerzeugnisse sind, so kann von einer Verfälschung nur in dem Sinne die Rede sein, dass schädliche Stoffe (z. B. schädliche Farb- und Bitterstoffe) oder statt echte unechte, minderwerthige Rohstoffe zu denselben verwendet und letztere unter der eingebürgerten Bezeichnung der Getränke aus echten Stoffen vertrieben werden. Dieses ist z. B. der Fall, wenn sog. Goldwasser anstatt mit echtem, mit unechtem Blattgold (bestehend aus 28,5% Zink und 71,5% Kupfer) verkauft wird. Kupfer und Zink sind in diesem Falle als gesundheitsschädliche Substanzen anzusehen. Die Verunreinigungen des Spiritus können dieselben sein, wie bei den gewöhnlichen Brauntweinen.

Als bedenklich gelten bei den Bitter-Likören die Bitterstoffe: Aloë, Gummi-Gutti, Lärchenschwamm, Sennesblätter etc.

Im Eier-Kognak sind an Stelle von Eiern bezw. Rohrzucker condensirte Magermilch, Hühner-eiweiss sowie Stärkekleister und Stärkesyrup gefunden worden¹⁾. Juckenack fand in einem mit Hühner-eiweiss und Stärkesyrup versetzten Eier-Kognak 15,17 g Alkohol, 65,85 g Extrakt, 2,04% Stickstoff-Substanz, aber nur 1,42% Fett, 0,248 g Mineralstoffe und nur 0,045 g Lecithinphosphorsäure.

Auch können aus den Aufbewahrungsgefässen Verunreinigungen in das Getränk gerathen. So hatte nach Stockmeyer²⁾ ein in einer Feldflasche aus verzinnem Eisenblech aufbewahrter Kognak in 100 cem aufgenommen:

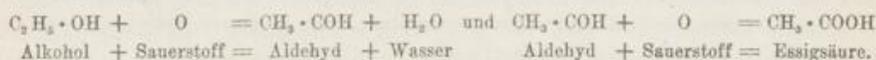
0,0174 g Blei, 0,0456 g Zinn und 0,1622 g Eisen. Sowohl die Verzinnung wie das Loth enthielt Blei und Zinn.

Die Verwendung von Saccharin als Süßmittel an Stelle von Zucker ist jetzt verboten.

Essig.

Der Essig dient als Gewürz- (bezw. Genuss-) und Frischhaltungsmittel. Er wird technisch auf zweierlei Weise gewonnen, nämlich entweder durch Oxydation des Aethylalkohols oder durch trockne Destillation des Holzes.

1. Essig-Gewinnung durch Oxydation des Aethylalkohols (Essigsäure-Gährung). Dieselbe kann wiederum auf zweierlei Weise erreicht werden, nämlich durch Uebertragung des Sauerstoffs auf den Aethylalkohol mittels kräftig oxydirender chemischer Mittel (Braunstein oder Kaliumbichromat und Schwefelsäure, auch Platinmohr u. A.). Die Oxydation verläuft hierbei in zwei Abschnitten nach den Gleichungen:



Dieses Verfahren wird aber technisch nicht angewendet; hier erreicht man die Oxydation durch die Essiggährung, bei welcher die Essigbakterien die Uebertragung des Sauerstoffs wenigstens zum Theil bewirken.

Unter „Essig als Genuss- und Frischhaltungsmittel versteht man das durch die sog. Essiggährung aus alkoholischen Flüssigkeiten oder durch Verdünnung von Essigsprit mit Wasser gewonnene, bekannte saure Erzeugniß“. Je nach der Art der verwendeten alkoholischen Flüssigkeiten bezw. je nach dem Rohstoff, aus welchem der Alkohol gewonnen wurde, unterscheidet man: Brauntweinessig (Spritessig, Essigsprit), Weinessig, Obstessig bezw. Obstwein-

¹⁾ Vergl. Kickton, Zeitschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genussmittel 1902, 5, 554 u. R. Frühling, ebendort 1900, 3, 718.

²⁾ Bericht über die 9. Versammlung der bayerischen Chemiker 1890, 29.

essig, Bieressig, Malzessig, Stärkezuckeressig und Honigessig; Kräuternessig heisst ein durch Ausziehen von Kräutern mit diesen Essigsorten hergestellter Essig.

Ueber die Ursache und das Wesen der Essiggärung hat man ebenso wie über die der alkoholischen Gärung im Laufe der Zeit sehr verschiedene Ansichten gehabt und erst in den letzteren Jahren eine tiefere Einsicht gewonnen.

Wenn alkoholische Flüssigkeiten an der Luft stehen, bedecken sie sich meist nach einiger Zeit mit einer Bakterienhaut und der Alkohol wird allmählich zu Essigsäure oxydirt. Kützing hat zuerst die Vermuthung ausgesprochen, dass die diese Häute bildenden kleinen Zellen, die er als Algen auffasste, durch ihre Lebensthätigkeit Alkohol in Essigsäure überführten, eine Anschauung, deren Richtigkeit Pasteur später bewies, während Liebig auch die Essigbakterienhaut (Essigmutter) für einen Eiweisskörper hielt, der nach Art des Platinschwammes katalytisch wirke.

Die neueren Untersuchungen von Hansen¹⁾ und einer grossen Anzahl anderer Forscher haben ergeben, dass die Essigsäuregärung von einer ganzen Reihe von Bakterien durchgeführt wird. Lafar²⁾ hat auch eine Kahlhefe, eine *Mycoderma*-Art, aufgefunden, die eine kräftige Essiggärung bewirkt.

Die Essigbakterien wachsen auf Flüssigkeiten in Form einer Haut, die sich bei den einzelnen Arten durch Dicke und Konsistenz wesentlich unterscheidet. Dieselbe besteht aus den schleimigen Hüllen, in welche die Bakterien eingebettet sind. Bei einigen Arten färbt sich die Hüllmasse mit Jod-Jodkalium blau. Die chemische Natur dieser Hüllmassen ist noch nicht bekannt; aus Cellulose bestehen sie nicht. Nur bei einer Art, *Bact. xylinum* Brown, besteht die Hüllmasse aus Cellulose.

Die sog. Schnellessigbakterien wachsen ohne Bildung von Häuten. Es sind wohl an ihre besondere Lebensweise akklimatisirte Rassen³⁾.

Hansen's Untersuchungen haben gezeigt, dass die Essigbakterien in hohem Maasse zum Pleomorphismus neigen und unter dem Einflusse höherer Temperaturen die allerverschiedensten Gestalten annehmen.

Die Essigbakterien oxydiren nicht nur Aethylalkohol zu Essigsäure, sondern auch andere ein- und mehrwerthige Alkohole sowie Kohlenhydrate zu entsprechenden Säuren, z. B. Propylalkohol zu Propionsäure, Glukose zu Glukonsäure. Nach W. Zopf⁴⁾ erzeugen die Essigbakterien auch stets Oxalsäure. Die einzelnen Arten verhalten sich in dieser Beziehung verschieden. Dem *Bact. xylinum* kommt nach Bertrand⁵⁾ und Hoyer⁶⁾ auch die Fähigkeit zu, Sorbit zu Sorbose und Mannit zu Fruktose zu oxydiren. Die Essigsäure wird von manchen Arten zum Theil zu Kohlensäure und Wasser weiter verbrannt; auch in dieser Beziehung sind bei den einzelnen Arten grosse Unterschiede vorhanden.

Die Eintheilung der jetzt schon in grosser Zahl bekannten Essigbakterien⁷⁾ geschieht zur Zeit nach ihrem natürlichen Vorkommen, nach ihrem Wachsthum, der Art der Stickstoffernährung, dem Oxydationsvermögen gegen verschiedene Alkohole und Kohlenhydrate,

¹⁾ Compt. rend. trav. Carlsberg 1879, 1, Heft 2; 1894, 3, 182; 1900, 5, 39.

²⁾ Centralbl. f. Bakteriol., I. Abth., 1893, 13, 684.

³⁾ Rothenbach, Wochenschr. f. Brauerei 1899, 16, 41.

⁴⁾ Berichte d. deutschen botanischen Gesellsch. 1900, 32; vergl. auch Banning, Centralbl. f. Bakteriol., II. Abth. 1902, 8, 395.

⁵⁾ Bull. scienc. pharmac. 1900, 2, 251.

⁶⁾ Centralbl. f. Bakteriol., II. Abth. 1898, 4, 867.

⁷⁾ Es sind veröffentlicht Untersuchungen über *Bact. aceti*, *Bact. Pasteurianum*, *Bact. Kützingianum* von Hansen (s. o.), Seifert (Centralbl. f. Bakteriol., II. Abth. 1897, 3, 337), Lafar (ebendort II. Abth., 1895, 1, 415), über *Thermobacterium aceti* von Zeidler (ebendort, II. Abth., 1896, 2, 729; 1897, 3, 399), über die vorübergehenden und *Bact. industrium*, *ascendens*, *acetosum*, *acetigenum*, *oxydans*, *xylinum* von Henneberg (ebendort, II. Abth., 1897, 3, 223; 1898, 4, 14, 933). Weitere Veröffentlichungen von Bertrand, Hoyer, Beyerinck (s. o.).

dem Grad der erzeugten Säuerung, ferner nach dem Verhalten bei der Oxydation des Aethylalkohols zu Essigsäure (Oxydationstemperatur, Säure- und Alkoholkonzentration, welche noch Gährung gestatten, Art des erzeugten Essigs, Oxydation der Essigsäure zu Kohlensäure und Wasser). Rothenbach¹⁾ und Henneberg²⁾ schlagen folgende Gruppen vor:

1. Schnelllessigbakterien, denen bisher nur *Bact. acetigenum* nahe steht;
2. Bierbakterien, zu denen die in untergährigen Bieren gefundenen Arten *Thermobacterium aceti*, *Bact. aceti* und die in obergährigen Bieren gefundenen *Bact. Pasteurianum*, *Bact. Küzingianum*, *Bact. acetosum* gehören;
3. Maische- und Würzebakterien: *Bacterium oxydans* und *industrium*;
4. Weinbakterien: *Bact. xylinum*, das auch in Bier vorkommt, und *Bact. ascendens*.

Die Schnelllessigbakterien zeichnen sich durch ihr geringes Nährstoffbedürfniss aus; sie können ihren Stickstoffbedarf aus Ammonsalzen decken und vergähren alkoholreiche Maischen zu hochprocentigem Essig.

Durch eine grosse Oxydationsfähigkeit in Betreff der Zahl der oxydirbaren Kohlenhydrate und Alkohole zeichnen sich *Bact. industrium* und *Bact. oxydans* aus, die auch allein in Würze eine kräftigere Säuerung bewirken. *Bact. xylinum* und *ascendens* oxydiren Essigsäure in starkem Grade zu Kohlensäure und Wasser. Letzteres ist die einzige Art, welche Glukose nicht oxydirt, dagegen bei den höchsten bisher beobachteten Alkoholkonzentrationen (12%) noch gährt und die grösste Menge Essigsäure (9%) erzeugt, während z. B. für *Bact. oxydans* die betreffenden Grenzzahlen bei 4,7 bzw. 2,8% liegen.

Bact. industrium liefert stets einen aldehydreichen Essig, während Aldehydbildung bei den anderen Arten nur unter gewissen Umständen eintritt.

Die Optimaltemperaturen für Wachstum und Gährung sind verschieden. Dieselben betragen für *Bact. industrium* 23° bzw. 21°, bei *Bact. ascendens* 31° bzw. 27°.

Die Essigbakterien treten in Bier und Wein zuweilen als Schädlinge auf (S. 1233 und 1300), indem sie den sog. Essigstich erzeugen. Einige Arten können auch durch Schleimbildung diese Getränke „lang“ machen.

Zu einer Einführung von Reinkulturen in die Essigindustrie ist es bisher nicht gekommen, obgleich dieses in Anbetracht der grossen Verluste an Alkohol, welche durch Nebengährungen jetzt stets eintreten, sehr erwünscht wäre.

Die alkoholhaltigen Flüssigkeiten Spiritus³⁾, Branntweine, Trauben- und Obstwein, Bier etc. werden durchweg nach dem Verfahren der sog. „Schnell-Essigfabrikation“ verarbeitet.

Bei derselben lässt man die alkoholischen Flüssigkeiten von 6–10% Alkohol, denen man etwa 20% Essigsprit zusetzt und die man auf 26–27° vorwärmt, als „Essiggut“ an Holzspähnen oder sonstigen Stoffen, welche eine grosse Oberfläche darbieten und in Fässer (sog. Essigbildner) gefüllt sind, langsam herabsickern. Dabei ist auf möglichste Reinheit des Essigguts, auf hinreichenden Luftwechsel, ohne dass grosse Temperaturschwankungen eintreten, Rücksicht zu nehmen. Dem

¹⁾ Wochenschr. f. Brauerei 1898, 15, 445.

²⁾ Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1898, 21, 180. Eine andere Eintheilung ist von Beyerinck. Centralbl. f. Bakteriologie, II. Abth. 1898, 4, 209 gegeben worden.

³⁾ Der für die Essigbereitung verwendete Spiritus muss jetzt nach den gesetzlichen Vorschriften denaturirt werden, nämlich es sollen vermischt werden:

- a) 100 Thl. absoluter Alkohol mit 300 Thln. Wasser und 100 Thln. Essig von 6% Essigsäure; oder
- b) 400 Thl. absoluter Alkohol mit 100 Thln. Wasser und 100 Thln. Essig von 8% Essigsäure; oder
- c) Branntwein mit 200 Thln. Essig von 3%, oder 30 Thln. Essig von 6% Essigsäurehydrat, oder mit 70 Thln. Wasser und 100 Thln. Bier oder an Stelle der letzteren mit 100 Thln. reinem Naturwein.

Auftreten bezw. der Verbreitung der Essigfliege beugt man am besten durch Abhaltung des Sonnenlichtes, womöglich auch des Tageslichtes vor. Das Essiggut muss den Essigbildner durchweg 3—4-mal durchfallen, ehe es fertig ist. Dabei verwendet man mehrere Essigbildner neben einander und zwar einen jeden für einen bestimmten Konzentrationsgrad.

Dem Essig haftet um so mehr Alkohol an, je stärker d. h. essigsäurereicher er ist. Aus dem Fuselöl der verwendeten alkoholischen Flüssigkeit bildet sich nach Heinzelmann Birnäther, welcher dem Essig häufig einen aromatischen Geruch ertheilt.

Die Gewinnung des Weinessigs erfolgt noch meistens nach dem alten (langsamen) Verfahren. Nach demselben werden beim Beginn des Betriebes Fässer von Eichenholz von 200—400 l Inhalt mit $\frac{1}{3}$ siedendem starken Essig gefüllt und nach etwa 8 Tagen, bis wann der Essig in das Holz eingedrungen ist, in das Fass 10 l Wein gegossen und dieses von 8 zu 8 Tagen wiederholt. Die Fässer besitzen oben an zwei gegenüberliegenden Stellen Durchbohrungen für den Umlauf der Luft. Da der an der Oberfläche sich bildende Essig wegen seines grösseren spec. Gewichtes nach unten sinkt, so findet in der Flüssigkeit eine fortwährende Cirkulation und eine beständige neue Essigbildung statt. Nach etwa 4 Wochen nach Beginn kann schon fertiger Essig abgezogen werden. Man giebt aufs neue Wein zu und so können die Fässer 6—8 Jahre im Betriebe bleiben, ohne dass es nothwendig ist, sie zu leeren und zu reinigen. Bei Verwendung von Rothwein wird der fertige Essig durch Knochenkohle gereinigt. In ähnlicher Weise wie Traubenwein wird auch Obstwein auf Essig verarbeitet; jedoch verwendet man dazu durchweg nur stark saure, stichige Obstweine.

Bier-, Malz- und Getreideessig haben in Deutschland wenig Bedeutung; denn hier wird höchstens ein verdorbenes Bier zur Essigbereitung verwendet und solches Erzeugniss führt dann mit Recht den Namen Bieressig. In anderen Ländern mit hoher Spiritussteuer, wie in England, verwendet man dagegen vielfach Malz und Getreide zur Essigherstellung. Die Malzwürze wird wie bei der Bierbereitung S. 1211 u. ff. hergestellt, nur nicht gehopft, durch Oberhefe vergohren und wenn die Gährung vollendet, die Würze „reif“ ist, zur Essiggährung verwendet. Der reine Malz- oder Getreideessig hat einen unangenehmen, faden Beigeschmack und besitzt kein Aroma.

In England, Frankreich und anderen Ländern wird auch vergohrener Rübensaft zur Essigbereitung verwendet.

Honigessig wird in der Weise gewonnen, dass man etwa 3 kg Honig in 48 l Wasser löst, 6 l Branntwein von 50% Tr., ferner 300 g Weinstein zusetzt, das Gemisch mit Weissbierhefe vergährt und dann unter Zusatz von etwas fertigem Essig der Essiggährung unterwirft.

Die Kräuternessige erhält man, wie schon gesagt, dadurch, dass man fertigen Essig auf die betreffenden Kräuter giesst und damit einige Tage digerirt; so z. B. den Estragonessig durch Behandeln von 250 g Estragonkraut, 50 g Basilicumkraut, 50 g Lorbeerblätter, 30 g Schalotten mit 2 l Essig; den Senfessig durch Uebergiessen von 125—160 g gepulvertem schwarzen Senf mit 1 l starkem Essig; Gewürz- oder Räucheressig durch mehrtägige Digestion von 4 l heissem Essig mit 6 g Rosmarinöl, 6 g Salbeiöl, 6 g Pfefferminzöl, 3 g Nelkenöl, 3 g Pomeranzenöl, 6 g Citronenöl oder mit anderen wohlriechenden Oelen.

2. Essig-Gewinnung durch Holzdestillation. Bei der trocknen Destillation des Holzes unter Luftabschluss bilden sich namhafte Mengen Essigsäure neben verschiedenen anderen Stoffen in geringerer Menge, wie z. B.:

Ameisensäure, Propion-, Butter-, Valerian-, Kapron-, Kroton-, Isokroton-, Angelika- und Brenzschleimsäure; ferner Methylalkohol, Aethylalkohol, Acetaldehyd, Furfurol, Methylfurfurol, Aceton, Methyläthylketon, essigsaurer Methyläther, Brenzkatechin, Pyroxanthin, Ammoniak, Methylamin, Di-, Trimethylamin etc.

Von den dem Holztheer¹⁾ angehörenden Destillations-Erzeugnissen (wie Toluol, Xylol, Kumol, Cymol, Reten, Chrysen, Paraffin, Kreosot u. a) geht nur eine geringe Menge in den Holzgeist über. Man sieht aber, dass der Essigsäure im Holzessig eine grosse Menge Verunreinigungen beigemischt sind, von denen sie behufs irgend welcher Verwendung befreit werden muss. Dieses geschieht dadurch, dass man den Holzessig entweder direkt oder besser nach Neutralisation mit Kalk oder Natriumkarbonat der Destillation unterwirft, wodurch derselbe als Vorlauf vorwiegend Methylalkohol enthält.

Der Rückstand wird, wenn der Holzessig von vornherein neutralisirt war, direkt oder nach jetzt vorzunehmender Neutralisation²⁾ mit Kalk zur Trockne verdampft, dieser Rückstand scharf erhitzt, um theilige Nebenbestandtheile zu entfernen, darauf mit einer äquivalenten Menge Salzsäure zersetzt und die frei gewordene Essigsäure abdestillirt. Man erhält auf diese Weise eine Essigsäure von 1,058—1,061 spec. Gewicht mit annähernd 50% reiner Essigsäure; da aber selten ein so starkes Erzeugniss gewünscht wird, so setzt man dem trocknen Rückstande von essigsauerm Calcium nach Zusatz der erforderlichen Menge Salzsäure gleichzeitig etwas Wasser (auf 100 Thle. essigsaueres Calcium 90—95 Thle. Salzsäure von 1,160 spec. Gewicht und 25 Thle. Wasser) zu und erhält so eine Essigsäure von 1,050 spec. Gewicht mit 39% reiner Essigsäure. Dieser haften aber stets noch einige Bestandtheile des rohen Holzessigs, welche ihr einen brenzlichen Geruch ertheilen, an, weshalb sie einer nochmaligen Destillation mit 2—3% bichromsaurem Kalium unterworfen wird. Wendet man zur Neutralisation des rohen Holzessigs Natriumkarbonat an, verdampft mit diesem und erhitzt den Rückstand, so erhält man durch Destillation dieses Rückstandes mit Schwefelsäure von vornherein eine reinere und gehaltreichere Essigsäure, nämlich solche von 60—80%.

Diese Essigsäure, die sog. Essigessenz, wird entsprechend mit Wasser verdünnt, um daraus Haushaltungsessig zu bereiten. Nach neuerer Verordnung darf aber die Essigessenz, die nicht selten absichtliche oder unabsichtliche Vergiftungen hervorgerufen hat, nicht ohne weiteres in den Verkehr gebracht werden, sondern unterliegt denselben Bestimmungen wie andere Gifte. Auch haftet der aus dem Holzessig dargestellten Essigessenz, selbst nach Verdünnen mit Wasser, durchweg der Beigeschmack

¹⁾ Bei der trocknen Destillation des Holzes bilden sich Holzessig als flüchtiges, Holztheer als flüssiges und nur zum Theil flüchtiges Erzeugniss und Holzkohle als fester Rückstand. Das Mengenverhältniss, in welchem diese drei Haupterzeugnisse entstehen, hängt aber wesentlich ab von der Art und Trockenheit des Holzes — Laub- und trocknes Holz geben eine grössere Ausbeute besonders an Essigsäure, als Nadel- und nasses Holz, letzteres dagegen eine grössere Ausbeute an Theer —, von der Art der Destillationsöfen und von der Handhabung derselben. Je nach diesen Verhältnissen schwankt die Ausbeute aus lufttrocknem Holz an:

Holzessig (rohe Säure, flüchtiger Antheil)	Darin reine Essigsäure	Theer	Holzkohle
30,8—53,3%	2,7—10,2%	5,2—14,3%	21,0—31,0%

²⁾ Hat man den rohen Holzessig nicht von vornherein neutralisirt, so kann man nach Entfernung des Methylalkohols (Vorlaufes) auch einen Theil der verunreinigenden Beimengungen durch Oxydation in der Weise entfernen, dass man den ersten Destillationsrückstand durch Schichten von Koks laufen lässt.

des Holzeßigs an; aus dem Grunde empfiehlt er sich auch mehr als Frischhaltungs- denn als Gewürzmittel.

Die Zusammensetzung des Essigs des Handels ist je nach dem Gehalt der verwendeten alkoholischen Flüssigkeit grossen Schwankungen unterworfen. So wurde in Gew.-% gefunden:

	Anzahl d. Sorten	Spec. Gewicht	Essigsäure-hydrat	Extrakt	Mineralstoffe
Spritessig	4	1,0074-1,0218	6,62-12,03	Spur-0,918	0,031-0,191
Gewöhnlicher Haushaltungs-Essig	15	(1,0055-1,0170)	3,50-5,54	0,09-0,96	0,02-0,43
Malzeßig	5	—	2,88-4,76	1,00-4,01	0,14

An Phosphorsäure wurden im Malzeßig 0,026—0,13% gefunden.

Wein- und Obstessig ergaben im Mittel von 17 bezw. 23 Analysen folgende Zusammensetzung:

	Essig-säure	Alkohol	Extrakt	Nichtflücht. Säure (Weinsäure)	Weinstein	Zucker	Glycerin	Mineral-stoffe	Phosphor-säure
Weinessig	5,57%	0,57%	1,89%	0,126%	0,165%	0,35%	0,51%	0,27%	0,053%
Obstessig	4,43 "	—	2,81 "	0,14 "	—	0,31 "	—	0,38 "	0,028 "

Selbstverständlich richtet sich die Zusammensetzung letzterer Essige ganz nach der der verwendeten Weine und dem Grade der Vergärung; so wurde der Gehalt der Weinessige an Alkohol zu 0—3,85%, der an Essigsäure zu 3,0—8,5% gefunden; gut vergohrene Weinessige enthalten keinen oder nur mehr Spuren Alkohol; der Extraktgehalt, der unter Umständen eine geringe Abnahme erfährt, richtet sich ganz nachdem des Weines; E Silva fand in Weinessig, der aus Wein mit Tresteren hergestellt war, grosse Mengen bis 11,24% Extrakt. Durch Zusatz von Gewürzen und sonstigen aromatischen Stoffen kann der gewöhnliche Essig häufig einen dem Weinessig gleichen Gehalt an Extrakt, Mineralstoffen (Phosphorsäure und Kali) annehmen; kennzeichnend für Weinessig bleibt aber der Gehalt an Weinstein und Glycerin.

Verunreinigungen und Verfälschungen des Essigs.

Ein guter Essig muss hell und klar, vollkommen dünnflüssig und beim Ausgiessen nicht zähe sein; er muss einen angenehmen säuerlichen Geruch, reinen sauren Geschmack besitzen und darf auf der Zunge keinen brennenden und beissenden Geschmack hinterlassen.

Die Verfälschungen des Essigs bestehen zunächst darin, dass man den Fruchtessigen Wasser oder den geschätzteren Sorten minderwerthige beimischt oder ganz an ihre Stelle setzt, so z. B. den Weinessig mit Spritessig etc. vermischt. Den Weinessig macht man auch wohl dadurch nach, dass man Spritessig beim Lagern Rosinen und rohen Weinstein zusetzt.

Auch hat man Zusätze von freien Mineralsäuren (Schwefelsäure, Salzsäure) sowie von organischen Säuren (Wein- und Oxalsäure) gefunden.

Den scharfen Geschmack sucht man durch Zusatz von schädlichen Pflanzenextrakten, z. B. von Seidelbast etc., zu erhöhen.

Zur Rothfärbung können statt der erlaubten Auszüge von Malven, Heidelbeeren oder anstatt Zuckercouleur z. Thl. schädliche Farbstoffe etc. verwendet werden.

Auch können aus den Zubereitungs- und Aufbewahrungsgefässen Metalle (Kupfer, Blei, Zink, Zinn, Eisen) in den Essig gelangen; so fand Guillot in einem Essig 2,17 g Zinkacetat für 100 ccm. Als Krankheiten des Essigs sind zu nennen:

1. Das Schalwerden oder Umschlagen, welches in der Zerstörung der Essigsäure besteht und meistens nur in schwachen Essigen aufzutreten pflegt.
2. Das Kahlmigwerden und Auftreten von Pilzbildungen.

3. Das Vorkommen der sog. Essigälchen (*Anguillula exoophila*), welche nicht nur in Gärungseessigen, sondern auch in dem aus verdünnter Essigessenz hergestellten, extrakthaltigen Speiseessig auftreten können.

Als Anhaltspunkte für die Beurtheilung des Essigs hat die Kommission deutscher Nahrungsmittelchemiker im Kaiserl. Gesundheitsamte folgende aufgestellt:

1. Speiseessig soll im Allgemeinen 3,5%, keinesfalls unter 3% Essigsäure ($C_2H_4O_2$) enthalten. 2. Derselbe soll klar und durchsichtig sein. Durch Essigälchen getrübt oder mit Pilzwucherungen bedeckter Essig ist zu beanstanden. Speiseessig darf 3. keine giftigen Metalle, 4. keine scharf schmeckenden Stoffe, 5. keine Holztheerbestandtheile (Phenole, Kreosot u. s. w.), 6. keine freien Mineralsäuren enthalten. 7. Essig muss frei von Konservierungsmitteln sein, wenn nicht die Bezeichnung einen besonderen Hinweis auf solche enthält.

G. Popp¹⁾ hat die Frage geprüft, ob die Forderung, dass der Essig mindestens 3% Essigsäure enthalten solle, für die verschiedenen Verwendungszwecke des Essigs berechtigt sei, und hat gefunden, dass sowohl zur Geschmacksverbesserung, selbst von Nahrungsmitteln mit alkalischer Beschaffenheit (wie Krabben), als auch zur Haltbarmachung von Früchten etc. ein Essig von nur 2% Essigsäure — die Marinier-Anstalten verwenden unter Mitverwendung von Pfeffer, Senf, Zwiebeln einen noch geringhaltigeren Essig —, genügt und dass weiter dem Essig ein Einfluss auf die Pepsinverdauung nicht zukommt. Dennoch ist nach O. Popp die Forderung, dass ein Essig mindestens 3% Essigsäure enthalten soll, aufrecht zu erhalten, weil ein Essig unter 3% Essigsäure durch Kahlhautbildung und Essigaale schnell verdirbt bezw. unappetitlich wird und jeder Verbraucher von Essig verlangen muss, dass sich der Vorrath von Essig einige Zeit gut erhält.

¹⁾ Zeitschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genussmittel 1903, 6, 952.