Einleitung

Lebensmittel sind Stoffe, die in unverändertem, zubereiteten oder verarbeiteten Zustand von Menschen zur Ernährung und zum Genuß verzehrt werden.
Mit den Begriffen „Ernährung“ und „Genuß“ werden zwei wesentliche Eigenschaften von Lebensmitteln angesprochen, der „Nährwert“ und der „Genußwert“. Der Nährwert ist relativ einfach zu kennzeichnen, da alle wichtigen Nährstoffe bekannt und in ihrer Wirkung definiert sind und da es sich um eine begrenzte Zahl von Stoffen handelt. Eine Aussage über den Genußwert ist schwerer zu machen, da in diese Aussage alle auf die Sinnesorgane wirkenden Eigenschaften des Lebensmittels, wie Aussehen, Geruch, Geschmack, Konsistenz, eingehen, die durch eine große Zahl von teilweise noch unbekannten Verbindungen bedingt sein können.
Neben Nährwert und Genußwert gewinnen bei der Beurteilung von Lebensmitteln zunehmend auch Eigenschaften an Bedeutung, die den Gebrauchswert bestimmen, der u.a. von den Möglichkeiten schneller und bequemer Zubereitung abhängt. Im englischen Sprachraum werden Lebensmittel mit solchen Eigenschaften als „convenience food“ bezeichnet. Eine selbstverständliche Forderung an Lebensmittel ist ferner die Abwesenheit von schädlichen Stoffen.
Die Lebensmittelchemie ist nun sowohl mit der Zusammensetzung von Rohstoffen und Produkten als auch mit den bei deren Gewinnung, Verarbeitung, Lagerung und Zubereitung eintretenden Veränderungen befaßt. Die in der Regel außerordentlich komplexe Zusammensetzung von Lebensmitteln kann zu einer Vielzahl von erwünschten oder unerwünschten Reaktionen führen, die von den verschiedensten Parametern abhängen. Um zu brauchbaren Aussagen über solche Reaktionen zu kommen, ist es notwendig, Lebensmittel in überschaubare Einzelsysteme aufzulösen. Ausgehend von Arbeiten über die Zusammensetzung (Nachweis, Isolierung und Strukturaufklärung von Inhaltsstoffen) werden Reaktionen einzelner Bestandteile und definierter Gemische in Modellsystemen verfolgt. Anschließen kann sich daran die Untersuchung von Lebensmitteln, in denen die jeweils betrachteten Reaktionen dominieren. Grundsätzlich gehen derartige Arbeiten von bestimmten Verbindungen aus und es besteht daher keine Ausrichtung auf einzelne Lebensmittelgruppen. Solche allgemeinen Untersuchungen über Reaktionen von Inhaltsstoffen werden ergänzt durch spezielle Untersuchungen über chemische Veränderungen in einzelnen Lebensmitteln. Arbeiten dieser Art sind von vornherein enger mit technischen und wirtschaftlichen Aspekten verbunden. Sie tragen – ausgehend von grundlegenden Erkenntnissen über chemische Vorgänge in Lebensmitteln – sowohl zur Lösung einzelner technischer Probleme als auch zur Optimierung technischer Verfahren bei.
Die umfassende Beurteilung von Lebensmitteln setzt voraus, daß die Lebensmittelanalytik mit der Lebensmitteltechnik Schritt hält. Ein Schwerpunkt der Lebensmittelchemie ist deshalb auch die Bereitstellung und ständige Weiterentwicklung analytischer Methoden. Besondere Bedeutung gewinnt dieser Punkt durch die mögliche Kontamination von Lebensmitteln mit gesundheitlich bedenklichen Stoffen. Hier ergeben sich enge Beziehungen zu Umweltproblemen.

Insgesamt dient lebensmittelchemische Forschung dem Ziel, objektive Maßstäbe für eine Beurteilung nach den genannten Kriterien – Nährwert, Genußwert, Abwesenheit schädlicher Stoffe, Gebrauchswert – zu liefern und damit eine wesentliche Voraussetzung für die Produktion hochwertiger Lebensmittel in ausreichender Menge zu schaffen.
Aus den hier skizzierten Aufgaben wird deutlich, daß die Lebensmittelchemie nicht wie andere chemische Disziplinen von vornherein auf bestimmte Stoffklassen oder bestimmte Methoden konzentriert ist, sondern daß sie stofflich und methodisch ein sehr weites Feld abzudecken hat.

Bier ist ausgesprochen licht- und oxidationsempfindlich. Der Lichtgeschmack wird auf die Bildung von 3-Methyl-2-buten-1-thiol (cf. Tab. 5.5) zurückgeführt, das sich oberhalb von 0,3 μg/l unangenehm bemerkbar macht. Unterhalb dieser Konzentration gehört es zu den charakteristischen Aromastoffen. Durch enzymatische Peroxidation von Lipiden, die in der Würze enthalten sind, und durch nichtenzymatische Folgereaktionen beim Würzekochen entstehen die in Abb. 20.3 unter Nr. 8 aufgeführten Aromafehler.
Zur Bekämpfung oxidativ bedingter Farb- und Geschmacksfehler wird Zusatz von Ascorbinsäure oder von Glucoseoxidase/Katalase (cf. 2.7.2.1.1) empfohlen. Auch ein sauerstoffarmes Abfüllen ist deshalb von großer Bedeutung. Flaschenbier sollte nicht mehr als 1 mg O_2/l enthalten.
Unerwünschte Carbonylverbindungen, die im gelagerten Bier einen Altgeschmack hervorrufen können, werden durch Sulfit gebunden, das aus dem Hefestoffwechsel stammt. Hefen reduzieren das in der Würze vorkommende Sulfat zum Sulfit und Sufid, das dann bei der Biosynthese schwefelhaltiger Aminosäuren verbraucht wird. Kommt das Hefewachstum zum Stillstand, so wird überschüssiges Sulfit ausgeschieden, das die Stabilität des Bieres gegen oxidative Vorgänge erhöht.
Der sehr potente Aromastoff 3-Methyl-3-mercaptobutylformiat (cf. 5.3.2.5) kann einen Aromafehler hervorrufen, der als „catty“ (0810 in Abb. 20.3) bezeichnet wird. Auch Phenylacetaldehyd kann bei der Lagerung von Bier so stark ansteigen, daß es sich im Aroma unangenehm bemerkbar macht.
Bier kann sich bei der Lagerung eintrüben und es kann sich ein Bodensatz bilden. 40–75% der Trubstoffe sind Proteine und Polypeptide, die u.a. durch Ausbildung intermolekularer Disulfidbindungen, Komplexbildung mit Polyphenolen oder Reaktion mit Schwermetallionen (Cu, Fe, Sn) unlöslich geworden sind. Zu den weiteren Bestandteilen der Trubstoffe gehören Kohlenhydrate (2–15%), in erster Linie α- und β-Glucane. Über Maßnahmen zur Verhinderung einer Trübung cf. 20.1.8.5.
Unerwünschte Mikroorganismen, z.B. thermophile Milchsäurebakterien, Essigbakterien *(Acetobacter, Gluconobacter)* und Hefen, können auf verschiedenen Prozeßstufen (Maische, Gärung, Fertigprodukte) zu Störungen und Fehlern führen. Ein bekannter Aromafehler ist z.B. der Diacetylgeschmack.

20.2 Wein

20.2.1 Einführung

Wein ist das durch vollständige oder teilweise alkoholische Gärung von frischen, auch eingemaischten Weintrauben oder von Traubenmost erhaltene Getränk. Der Weinbau spielte in den Mittelmeerländern von alters her eine große Rolle und noch jetzt sind Italien, Frankreich und Spanien zu über 50% an der Weltproduktion von Wein beteiligt. Bedeutende Weinproduzenten sind heute aber auch die USA, Argentinien, Chile und Südafrika. Tabelle 20.9 orientiert über Weinproduktion und Weinverbrauch in verschiedenen Ländern. Abbildung 20.4 gibt einen Überblick über die einzelnen Verfahrensschritte bei der Weinherstellung.

20.2.2 Rebsorten

Von der europäischen Kulturrebe *Vitis vinifera* L. *subsp. sativa* ist eine große Zahl von Sorten bekannt. Sie werden u.a. veredelt auf reblausfesten Unterlagen angebaut, bei denen es sich meist um Kreuzungen verschiedener resistenter Wildformen nordamerikanischen Ursprungs handelt. Der Form nach gibt es rund- und langbeerige, groß-, mittel- und kleinbeerige Trauben, dem Verwendungszweck nach unterscheidet man Keltertrauben für Weiß- und Rotweine und Tafeltrauben (Eßtrauben), die in nördlichen Ländern in Gewächshäusern gezogen werden. Die Sorten können sich sowohl im Zuckergehalt, als auch im Aroma sehr voneinander unterscheiden. Tabelle 20.10 orientiert über wichtige Rebsorten Deutschlands und einige ihrer Merkmale, Tab. 20.11 über den Anteil der Hauptsorten an der gesamten Rebfläche, Tab. 20.12 schließlich über Rebsorten einiger anderer Länder.

Tabelle 20.9. Weinproduktion 1996 und 2003 (1 000 t), Weinanbaufläche (1993, 1 000 ha) und Weinverbrauch (pro Kopf in Liter)

Erdteil	Wein (1996, 2003)		Rebfläche (1993)
Welt	26 842	27 126	8 281
Afrika	1 071	907	347
Amerika, Nord-, Mittel-	2 065	2 537	793
Amerika, Süd-	2 442	2 174	
Asien	916	1 563	1 385
Europa	19 708	18 636	5 686
Ozeanien	640	1 310	700

Land	Wein (1996)	Weinanbaufläche (1993)	Weinverbrauch		
			(1971)	(1993)	(1997)
Italien	6 000	981	111	61	54
Frankreich	5 897	942	107	64	60
Spanien	2 883	1 370	60	39	38
USA	1 864	325	5	6	–
Argentinien	1 710	205	85	48	–
Deutschland	1 200	106	18	23	23
Südafrika	950	–	–	–	–
Portugal	713	370	91	55	53
Australien	584	63	–	–	–
Rumänien	550	251	23	55	–
$\sum(\%)$[a]	83				

[a] Weltproduktion = 100%.

Spitzensorten für Weißweine sind:

- *Riesling*, in Deutschland heimisch und an Mosel, Rhein, Nahe und in der Pfalz besonders gut gedeihend,
- *Traminer*, im Elsaß, in Baden, in der Pfalz und in Österreich viel angebaut,
- *Ruländer* (Grauer Burgunder, Pinot gris), im Elsaß, am Kaiserstuhl, in Burgund und in Ungarn eine Rolle spielend,
- *Kerner*, eine früh reifende, dem Riesling in Ausgewogenheit nahekommende Sorte.
- *Sémillon blanc*, zusammen mit Sauvignon und gegebenenfalls auch mit Muscadel die Sauternes-Weine des Gebietes um Bordeaux liefernd,
- *Sauvignon*, neben der genannten Verwendung, z.B. im Loire-Gebiet auch zu eigenständigen Weinen verarbeitet,
- *Weißburgunder* (Pinot blanc), die weißen Weine Burgunds (Chablis, Meursault, Puligny-Montrachet) liefernd,
- *Chardonnay*, mit Weißburgunder verwandt und z.B. in der Champagne gebaut,
- *Auxerrois*, ebenfalls mit Weißburgunder verwandt.

Rebsorten für gute Weißweine sind darüber hinaus:

- *Muskateller* und *Muskat-Ottonel*, die besonders bukettreich sind,
- *Furmint*, die Rebsorte des ungarischen Tokajers,
- *Silvaner*, in der Pfalz, in Rheinhessen und Franken eine Rolle spielend,
- *Müller-Thurgau*, eine in der Ostschweiz und in Deutschland viel angebaute Kreuzung Riesling × Silvaner, die heute als Selbstkreuzung Riesling × Riesling angesehen wird,
- *Gutedel* (Chasselas, Fendant, Dorin), in Baden, im Elsaß, in der Westschweiz und in Frankreich häufig anzutreffen,
- *Scheurebe*, eine in Deutschland beliebte Kreuzung Silvaner × Riesling,

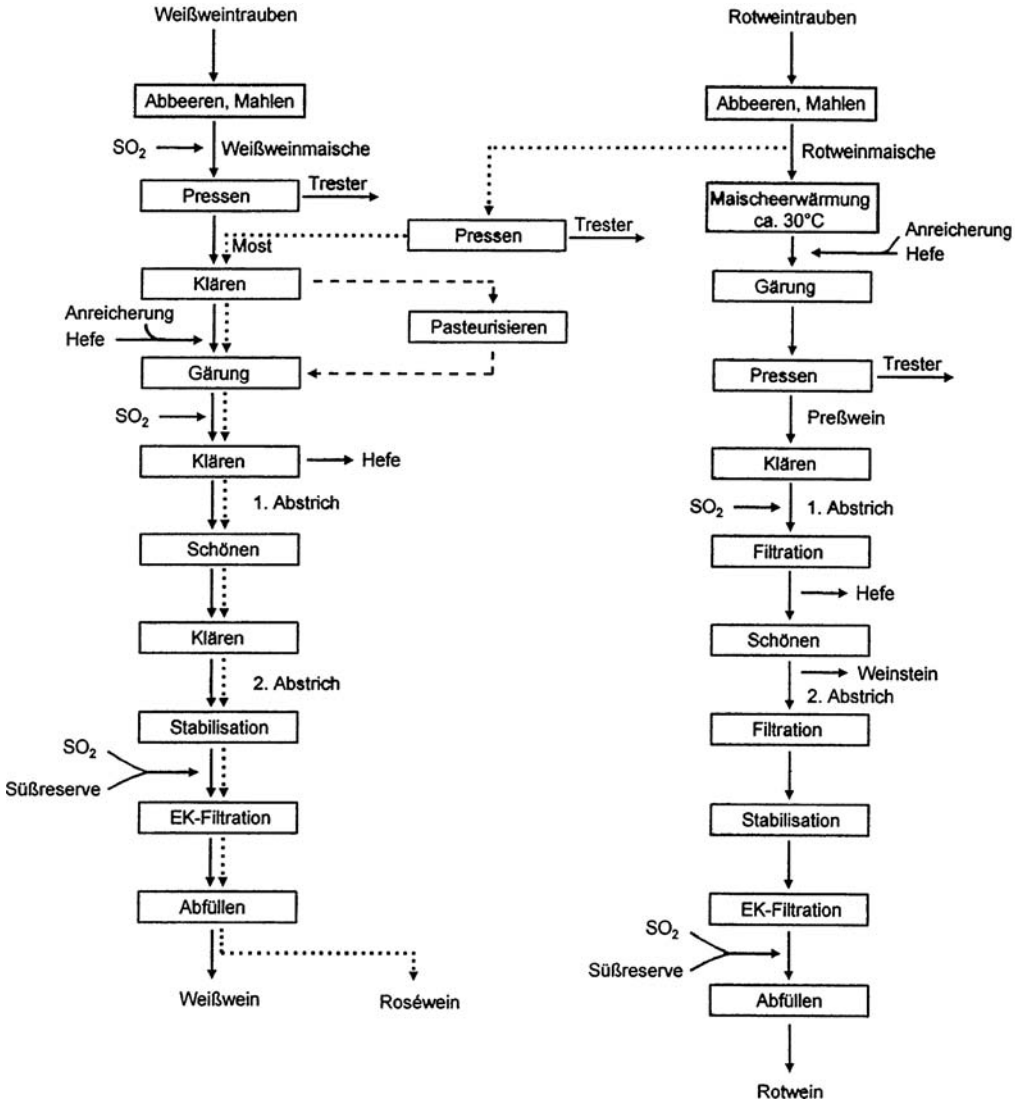


Abb. 20.4. Herstellung von Wein

- *Morio-Muskat*, eine sehr bukettreiche Sorte,
- *Veltliner*, in Österreich von Bedeutung, ebenso wie
- *Zierfandler*.

Rebsorten für Spitzenrotweine sind:

- *Blauer Spätburgunder* (Pinot noir), die berühmten Rotweine der Cote d'Or Burgunds liefernd und in Deutschland an der Ahr und in Baden gebaut,
- *Cabernet Sauvignon*,
- *Carbernet franc*,
- *Merlot*, die im gemischten Satz angebaut werden und die berühmten Rotweine des Gebietes um Bordeaux ergeben.

Andere rote Rebsorten sind:

- *Gamay*, in den südlichen Gebieten Burgunds, im Beaujolais und Maconnais angebaut,
- *Müllerrebe* (Pinot meunier, Schwarzriesling), in der Champagne, in Württemberg und Baden von Bedeutung,

Tabelle 20.10. Wichtige deutsche Rebsorten

Sorte	Kreuzung (Mutter × Vater)[a]	Wein-art[b]	Säure[c]	Most-gewicht[d]	Reife[e]	Ertrag[f]	Bemerkungen zum Wein
Weißweinsorten							
Albalonga	(Sil × Rie) × Rie	M	3	3	2	3	vornehm, fruchtig, rassig, elegant
Auxerrois	Eig		2	2	4	3	lebhaftes, vornehmes Bukett
Bacchus	(Sil × Rie) × Mül	M	2	2	3	3	blumig, dezenter Muskatton
Burgunder, Weißer	Eig		3	2	4	2	vollmundig, fein aromatisch, neutraler als Ruländer
Ehrenfelser	Rie × Sil	R	2	2	5	2	feine Säure, fruchtig, rieslingähnlich
Elbling, Weißer	Eig		3	1	6	3	leicht, körperarm, ohne Bukett
Faberrebe	Bur × Mül	M		2	2	3	elegant, fruchtig, frisch
Findling	Eig		2	2	1	2	angenehm, dezent
Freisamer	Sil × Rul	S	2	2		3	frisch, leicht, harmonisch
Gutedel, Weißer	Eig		1	1	3	3	leicht, ansprechend, süffig, mild, wenig Bukett
Huxelrebe	Gut × MuC	M	2	2	2	3	reif, rassig, dezentes Muskatbukett
Kanzler	Mül × Sil	S	2	2			körperreich, fein, rassig
Kerner	Tro × Rie	R	2	2	4	2	frisch, rassig, feines Bukett, rieslingähnlich
Mariensteiner	Sil × (Sil × Rie)	S	2	2		3	rassig, säurebetont, körperreich, schwaches Pfirsichbukett
Morio-Muskat	Sil × Bur	B	2	1	3	3	kräftiges Muskatbukett
Müller-Thurgau	Eig		2	1	2	3	mild, frisch, feiner Muskatgeschmack
Muskateller	Eig	B	2	2	5	1–2	leicht, rassig, kräftiges, feines Muskatbukett
Muskat-Ottonel	Eig	B	2	2		2	gefällig, kräftiges, sehr feines Muskatbukett
Nobling	Sil × Gut	S	2	2	2	2	fruchtig, körperreich, feines Bukett
Optima	(Sil x Rie) × Mül	R, A	2	3	2	2	elegant, rassig, duftiges Bukett
Ortega	Mül × (Mad × Tra)	B	2	3	1	1	feines, pfirsichartiges Bukett, harmonisch
Perle	Tra × Mül	T	1	2	3	3	leicht, mild, blumig
Regner	Lug × Gam	M	2–3	2		3	frisch, rassig, intensives Muskatbukett
Reichensteiner	Mül × (Mad × Cal)	S	2–3	2		3	neutral
Rieslaner	Sil × Rie	R	3	2–3		1	fruchtig, gehaltvoll, rassig (bei > 90° Ö)
Riesling, Weißer	Eig		3	1	5	2	frisch, rassig, elegant, würzig, sehr fruchtig, sehr blumig, vornehmes Bukett
Ruländer (Grauer Burgunder)	Eig		2	2	3	3	feurig, gehaltvoll, körperreich, zartes Bukett
Scheurebe	Sil × Rie	R	3	2	4	3	kräftig, fruchtig, körperreich, Bukett nach schwarzer Johannisbeere
Schönburger	Bus × (Cha × MuH)	T		2	5	2	feines, zartes Muskatbukett
Septimer	Tra × Mül	T	1	2–3	2	1–2	mild, weich, kräftig, traminerartiges Bukett
Siegerrebe	Mad × Tra	B	1	3	1	1	extrem starkes Bukett von feiner Art
Silvaner, Grüner	Eig		2	1	4	3	mild, lieblich, angenehm, mundig, feinfruchtig
Traminer, Roter/ Gewürztraminer (Clevner)	Eig		2	2	4	1	starkes, langanhaltendes Bukett
Würzer	Tra × Mül	T	2–3	2	3	2–3	frisch, rassig, fruchtig, feines Gewürztraminer- und Muskatbukett

Tabelle 20.10. (Fortsetzung)

Sorte	Kreuzung (Mutter × Vater)[a]	Wein-art[b]	Säure[c]	Most-gewicht[d]	Reife[e]	Ertrag[f]	Bemerkungen zum Wein
Rotweinsorten							
Burgunder, Blauer Spät-	Eig		2–3	2	4	2–3	vollmundig, samtig kräftig, feingewürzt, dunkelrot, weiches, volles Bukett
Burgunder, Blauer Früh-	Eig			3		1	braunrot, zarter Burgunder-ton, feiner Duft, vornehm
Deckrot	Rul × Fär		4	1–2	4	3	tiefrot, Deckwein
Domina	Por × Bus						liefrot, kräftig, füllig
Dornfelder	(Buf × Tro) × (Por × Lim)		2	2	3	3	gehaltvoll, rund, kräftig, farbstark
Dunkelfelder	Fär × Cal				1		tiefrot, Deckwein
Helfensteiner	Buf × Tro			2	5	2–3	gefällig, neutral, saftig-kräftig
Heroldrebe	Por × Lim						leicht, rassig, neutral, gerbstoff-
Kolor	Bus × Fär		4			2	betonttiefrot, Deckwein
Limberger, Blauer	Eig		2	2	5	2	charaktervoll, fruchtig, feinherb, frisch, bläulich-rot, violett schimmernd
Müllerrebe (Schwarzriesling)	Eig		2	2	4	2	ähnlich Spätburgunder, aber nicht so gut
Muskat-Trollinger	Tro × Mus (?)				5	3	hellrot, zart, elegant
Portugieser, Blauer	Eig		2	1–2	1	3	mild, neutral, bukettarm, bläulich-rot
Rotberger	Tro × Rie						herzhaft saftige Rosés
Samtrot	Eig		2	3		2	fein, zart, samtig, rubin- bis dunkelrot
Trollinger, Blauer	Eig		2	2		3	mild, hellrot, frisch, leicht, pikant, herzhaft

[a] Buf: Blauer Frühburgunder, Bur: Weißer Burgunder, Bus: Blauer Spätburgunder, Cal: Calabreser Frölich, Cha: Chásselas rosa, Eig: Eigenständige Sorte, Fär: Färbertraube (Teinturier), Gam: Gamay früh, Gut: Weißer Gutedel, Lim: Blauer Limberger, Lug: Luglienca bianca, Mad: Madeleine angevine, MuC: Muscat de Courtiller, Mül: Müller-Thurgau, MuH: Muscat de Hambourg, Mus: Muskateller, Por: Blauer Portugieser, Rie: Weißer Riesling, Rul: Ruländer, Sil: Grüner Silvaner, Tra: Traminer, Tro: Blauer Trollinger.

[b] R: Rieslinggruppe (rassiger, fruchtiger Wein mit deutlicher Säure)
S: Silvanergruppe (neutraler Wein ohne deutliches Bukett)
M: Müller-Thurgaugruppe (leichter, blumiger Wein mit dezentem Bukett)
T: Traminergruppe (Wein mit feinem Bukett)
B: Bukettgruppe (Wein mit kräftigem, aromatischen Bukett)
A: Auslesegruppe (Wein gehaltvoll, hochedel)

[c] 1: niedrig (ca. 5 g/l). 2: mittelhoch (ca. 5–10 g/l), 3: hoch (10–15 g/l), 4: sehr hoch (> 15 g/l).

[d] 1: 60–70° Oe, 2: 70–85° Oe, 3: > 85° Oe (cf. 20.2.3.3).

[e] 1: sehr früh (Anfang–Mitte Sept.), 2: früh (Mitte–Ende Sept.), 3: mittelfrüh (Ende Sept.–Anfang Okt.), 4: mittelspät (Anfang–Mitte Okt.), 5: spät (Mitte–Ende Okt.), 6: sehr spät (Ende Okt.–Anfang Nov.).

[f] 1: niedrig (60 hl/ha), 2: mittelhoch (60–80 hl/ha), 3: hoch (≥ 90 hl/ha).

- *Portugieser*, in der Pfalz, in Rheinhessen und in Württemberg anzutreffen,
- *Trollinger* (Vernatsch), u.a. in Südtirol und in Württemberg angebaut,
- *Limberger*, in Württemberg und Österreich zu finden,
- *Aramon*, die Weine des Midi liefernd,
- *Rossara*, in Südtirol viel gebaut.

Für die Kultur der Rebe notwendig sind mittlere Jahrestemperaturen von 10–12 °C; die mittlere Monatstemperatur soll von April bis Oktober

Tabelle 20.11. Anbau wichtiger Rebsorten in Deutschland

Rebsorte	Rebfläche 2005 in ha	
Weiße Rebsorten	64 500	(63,2%)
Riesling	20 794	(20,4%)
Müller-Thurgau	14 346	(14,1%)
Silvaner	5 383	(6,3%)
Kerner	4 253	(4,2%)
Grauburgunder (Ruländer)	4 211	(4,1%)
Weißburgunder	3 335	(3,3%)
Bacchus	2 205	(2,2%)
Scheurebe	1 864	(1,8%)
Gutedel	1 129	(1,1%)
Chardonnay	1 018	(1,0%)
Sonstige	5 962	(9,2%)
Rote Rebsorten	37 537	(36,8%)
Blauer Spätburgunder	11 660	(11,4%)
Dornfelder	8 259	(8,1%)
Blauer Portugieser	4 818	(4,7%)
Blauer Trollinger	2 543	(2,5%)
Schwarzriesling	2 459	(2,4%)
Regent	2 158	(2,1%)
Lemberger	1 612	(1,6%)
Sonstige	4 028	(10,7%)

nicht unter 15 °C liegen, womit die nördliche Grenze der Weinbaumöglichkeit etwa durch den 50. Grad n.B. gegeben ist. Die mögliche Höhenlage ist abhängig vom Klima (Ebenen Italiens, Spaniens und Portugals, sonnige Südhänge Deutschlands, am Ätna bis etwa 1 300 m, am Himalaya bis zu 2 700 m). Bodenpflege, Bodenbeschaffenheit und Witterung sind von entscheidender Bedeutung.

20.2.3 Traubenmost

20.2.3.1 Entwicklung und Lese der Trauben

Nach Blüte und Befruchtung beginnen die Beeren bis Mitte oder Ende August zu wachsen, bleiben aber grün und hart. Der Säuregehalt ist hoch, der Zuckergehalt noch niedrig. Mit einsetzender Reife geht die Farbe in gelbgrün bzw. blaurot über, der Zuckergehalt steigt stark, der Säuregehalt sinkt, ebenso der Wassergehalt (Abb. 20.5).

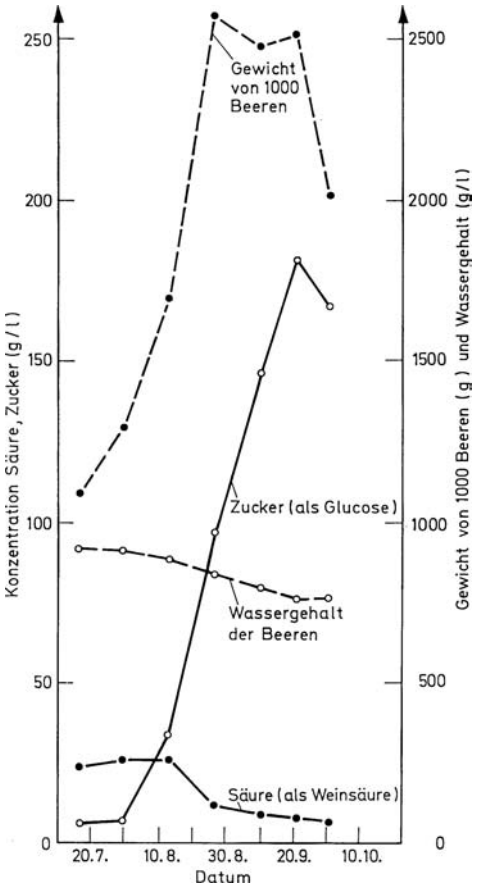


Abb. 20.5. Reifung von Silvaner. Säure (als Weinsäure), Zucker (als Glucose), Gewicht von 1 000 Beeren, Wassergehalt der Beeren

Die Ernte der Trauben erfolgt, wenn irgend möglich, im Stadium der Vollreife, etwa Mitte September bis Ende November, auch oft im Stadium der Überreife. Für die sehr arbeitsintensive Traubenlese werden in den USA und auch in Europa zunehmend Maschinen, sog. Traubenvollernter eingesetzt, die aber kein Sortieren der Trauben nach Reifegrad gestatten. Man unterscheidet Vorlese, Hauptlese und Spätlese. Die letztgenannte Bezeichnung dient in Deutschland auch als Qualifizierung der betreffenden, meist hochwertigen Weine. Besonders gut entwickelte Trauben edler Sorten aus guten Lagen werden getrennt auf Weine mit dem Prädikat Auslese verarbeitet. Läßt man die Trauben über die

Tabelle 20.12. Wichtige Rebsorten verschiedener Länder

Land	Rebsorte	Bemerkungen über Anbaugebiete und Qualität
Frankreich	*Weißweinsorten*	
	Aligoté	Bourgogne, einfache Qualität
	Chardonnay	Champagne, Bourgogne (Chablis, Montrachet, Pouilly), sehr gute Qualität
	Chenin blanc	Tourraine, Anjou, Loiregebiet
	Folle blanche	Grundstoff für Branntwein in Cognac und Armagnac
	Grenach blanc	Midi
	Melon blanc (Muscadet)	leicht, frisch, lieblich, leichtes Muskatbukett
	Muscadelle	Bourdeaux, Charente, zu 5–10% an Wein von Sauternes und Graves beteiligt
	Pinot blanc	Elsaß, Champagne, Loire, Cote d'Or
	Pinot gris	Elsaß
	Roussane (Rouselle)	Rhonegebiet, körperreich, lieblich, duftig
	Sauvignon blanc	Bordeaux, Gebiet von Loire und Cher, voll, rund, feines Bukett, mit Sémillon an Weinen von Sauternes beteiligt
	Sémillon blanc	wie Sauvignon, an Weinen von Sauternes beteiligt
	Rotweinsorten	
	Cabernet franc	Bordeaux, Loire-Gebiet, harmonisch, vollkommen, vornehm, kräftig, rassig, mit Cabernet Sauvignon und Merlot Bestandteil der Bordeaux-Weine
	Cabernet Sauvignon	wie Cabernet Franc, tief gedeckt, bukettreich, auserlesene Qualität
	Carignan	Rhonegebiet, Midi, Provence
	Cot (Malbec)	Bordeaux, eine der besten Rebsorten
	Cinsaut	Südfrankreich
	Grenache noir	Südfrankreich
	Gamay noir	Beaujolais, Maconnais, fruchtig, frisch, angenehm
	Malbec	Bordeaux, wertvolle Rebe, Ergänzung zu Cabernet Sauvignon, an Bordeaux-Weinen beteiligt
	Merlot	Bordeaux, körperreich, vollmundig, mild, wie Cabernet Franc und Cabernet Sauvignon, Bestandteil der Bordeaux-Weine
	Petit Verdot	Bordeuax, an Bordeaux-Weinen beteiligt, gerbstoffreich
	Pinot noir	Bourgogne, Weine der Cote d'Or
	Syrah	Südfrankreich
Italien	*Weißweinsorten*	
	Malvasia bianca	wichtige Sorte in ganz Italien
	Moscato	vorwiegend im Norden, Wein des Asti-Gebietes
	Trebbiano	weit verbreitet in ganz Italien
	Vermentino	italienische Riviera, sehr guter Weißwein
	Terlaner	Südtirol
	Rotweinsorten	
	Aleatico	weit verbreitet in ganz Italien
	Barbera	eine der wichtigsten Sorten
	Freisa	Piemont, Vercelli, eine der besten Sorten Italiens

Tabelle 20.12. (Fortsetzung)

Land	Rebsorte	Bemerkungen über Anbaugebiete und Qualität
	Vernatsch (Trollinger)	Bozen, Trient, Como
	Lagrein	Südtirol
	Merlot	
	Nebbiolo	Piemont, Lombardei, vorzügliche Sorte
	Pino nero	Norditalien bis Rom
	Sangiovese	Toscana bis Latium, Hauptbestandteil von Chiantiweinen
Österreich	*Weißweinsorten*	
	Müller-Thurgau	
	Muskat-Ottonel	
	Neuburger	ausgeprägtes Sortenbukett, angenehme Säure
	Rheinriesling	
	Rotgipfler	fruchtig, bukettreich, rassig, vollmundig, mit Zierfandler an Gumpoldskirchner Weinen beteiligt
	Sylvaner	
	Traminer	
	Veltliner, Grüner	ansprechend, frisch, angenehmes Bukett
	Veltliner, Roter	fruchtig, feines Bukett
	Veltliner, Frühroter (Malvasier)	
	Welschriesling	mild, feines Bukett
	Zierfandler, Roter	feurig, würzig, charakteristisches Sortenbukett
	Rotweinsorten	
	Spätburgunder, Blauer	
	Blaufränkisch (Limberger)	
	Portugieser, Blauer	
	Sankt Laurent	kräftige, tiefrote Farbe, feines Bordeaux-Bukett
	Zweigelt	Limberger × St. Laurent
Schweiz	*Weißweinsorten*	
	Gutedel (Chasselas, Fendant Dorin)	Hauptrebsorte
	Marsanne Blanche (Hermitage) Riesling	weich, feines Bukett
	Müller-Thurgau	wichtigste Sorte der Ostschweiz
	Johannisberg (Grüner Silvaner)	
	Rotweinsorten	
	Pinot noir	
	Gamay	Westschweiz
	Merlot	Tessin
Ungarn	*Weißweinsorten*	
	Furmint, Gelber	an Tokayer beteiligt
	Rotweinsorten	
	Kadarka	gehört zu den wichtigsten Rotweinsorten Ungarns

Vollreife hinaus (zuweilen nach vorzeitiger Knickung der Stiele) am Stock eintrocknen, so erhält man Beeren- bzw. Trockenbeerenauslesen (Ausbruchweine). In manchen Gegenden (Tirol, Trentino) werden die Trauben auf Stroh oder Schilf zum Schrumpfen gebracht und liefern dann die Strohweine. Trauben im Zustand der Edelfäule, hervorgerufen durch den Pilz *Botrytis cinerea*, bringen gleichfalls die schon genannten Ausbruchweine. Gefrieren reifer Trauben am Stock (bei –6 °C bis –8 °C geerntet und im gefrorenen Zustand gepreßt) liefert Eismoste, die (durch Ausfrieren des Wassers) zucker- und säurereich sind und zu edlen Weinen führen können.

20.2.3.2 Gewinnung und Behandlung des Mostes

Nach der zum richtigen Zeitpunkt fachgerecht ausgeführten Lese werden die Trauben maschinell abgebeert und zwischen Gummiquetschwalzen vermahlen. Die so gewonnene Maische wird in mechanischen, z.T. kontinuierlich arbeitenden Keltern (Spindel-, Schneckenpressen) oder hydraulischen bzw. pneumatischen Pressen (meist Packpressen) abgepreßt, wobei der Most (Ausbeute ca. 75–85%) vom Trester getrennt wird.

Bei Rotweinen werden Saft und Trester zunächst gemeinsam vergoren (Maischegärung), da die roten und blauen Farbstoffe (Anthocyane) in der Schale lokalisiert sind und erst während der Gärung in Lösung gehen. Daneben sind Verfahren zum thermischen oder enzymatischen Aufschluß bekannt. Werden blaue Trauben so wie die weißen gekeltert und vergoren, erhält man schwach rosa gefärbten Wein (Rosé, Weißherbst). Die gemeinsame Verarbeitung von weißen und blauen Trauben liefert Rotling (Schillerwein). Die als Trester zurückbleibenden Stiele, Schalen und Kerne dienen als Futter- und Düngemittel.

Der frische, noch süße Most kann zur Unterdrückung oxidativer Verfärbung und unerwünschter Mikroorganismen geschwefelt (50 mg SO_2/l) und zur Entfernung von Geruchs- und Geschmacksabweichungen mit Aktivkohle behandelt werden. Bei einwandfreiem Material und Einsatz von Reinzuchthefen wird meist auf die Schwefelung vor der Gärung verzichtet.

Zur Klärung des Mostes werden Hochleistungsklärseparatoren mit selbstentleerender Trommel eingesetzt. Zur Vorabscheidung grober Feststoffe ist häufig ein Drehbürstensieb vorgeschaltet. Gegebenenfalls wird der Most durch Kurzzeiterhitzen (87 °C/2 min) pasteurisiert.

Die Zuckerung und die Entsäuerung von Most werden unter 20.2.5.4 besprochen.

20.2.3.3 Zusammensetzung des Mostes

Tab. 20.13 orientiert über die durchschnittliche Zusammensetzung von Traubenmost. Für die Bewertung eines Traubenmostes ist seine relative Dichte D bei 20 °C maßgebend, die mit einem speziellen Ärometer (Mostwaage) gemessen wird. Das Mostgewicht M, angegeben in Grad Oechsle, wird direkt abgelesen.

$$\mathrm{M}\,[^\circ\mathrm{Oe}] = (\mathrm{D} - 1) \times 10^3 \qquad (20.6)$$

Entsprechend hat ein Most mit D = 1,080 ein M von 80°Oe. Traditionell werden in Deutschland die Qualitätsstufen für Wein über das Mostgewicht definiert, z.B. (°Oe): Kabinett (70–73), Spätlese (85–90), Auslese (92–100), Beerenauslese (120). International ist der natürliche Alkoholgehalt ein Merkmal für Qualität. Für den deutschen Wein sind entsprechende Werte in Tab. 20.14 angegeben.

Da die Dichte des Mostes in erster Linie vom Zuckergehalt c abhängig ist, kann er mit Hilfe folgender Formel geschätzt werden.

$$\mathrm{c}\,[\%] = (^1/_4 \times {}^\circ\mathrm{Oe}) - 3 \qquad (20.7)$$

Ein Most von 100° Oe enthält demnach etwa 22% Zucker.

Tabelle 20.13. Durchschnittliche Zusammensetzung von Traubenmost

Bestandteil	Menge (g/l)
Wasser	780–850
Zucker (als Glucose)	120–250
Säuren (als Weinsäure)	6–14
N-Verbindungen	0,5–1
Mineralstoffe	2,5–3,5

Tabelle 20.14. Qualitätsstufen und natürliche Mindestalkoholgehalte deutscher Weine

Qualitätsstufe	Mindestalkoholgehalt	
	Zone A[a]	Zone B[a]
Tafelwein	5,0	6,0
Landwein	5,5	6,5
Qualitätswein	7,0[b]	8,0
Qualitätswein mit Prädikat		
– Kabinett	9,5[c]	10,0
– Spätlese	10,0	11,4
– Auslese	11,1	13,4
– Beerenauslese	15,3	17,5
– Eiswein	15,3	17,5
– Trockenbeeren	21,5	21,5

[a] Weinanbaugebiet: Deutschland ohne Baden (Zone A), Baden (Zone B).
[b] Teilweise 6,0.
[c] Teilweise 9,0.

20.2.3.3.1 Kohlenhydrate

Reife Trauben enthalten Glucose und Fructose in etwa gleichen Mengen; in überreifen oder edelfaulen Trauben überwiegt Fructose. Außerdem kommen vor: L-Arabinose (ca. 1 g/l), Rhamnose (bis ca. 400 mg/l), Galactose (bis. ca. 200 mg/l), D-Ribose (ca. 100 mg/l), D-Xylose (ca. 100 mg/l), Mannose (bis ca. 50 mg/l). Saccharose (ca. 10 g/l) ist nur nachweisbar, wenn die Saccharase beim Keltern inhibiert wird. Weitere Oligosaccharide: Raffinose (bis ca. 200 mg/l), Maltose (ca. 20 mg/l), Melezitose (ca. 100 mg/l), Stachyose (ca. 150 mg/l). In geringer Menge kommen Pektine (0,12 bis 0,15%) und Pentosane vor.

20.2.3.3.2 Säuren

Die Hauptsäuren des Mostes sind Weinsäure und Äpfelsäure. Bernsteinsäure, Citronensäure und einige andere Säuren (cf. 18.1.2.4 und 20.2.6.5) treten stark zurück. In guten, reifen Jahrgängen hat Weinsäure einen Anteil von 65–70% an der titrierbaren Säure, in unreifen Jahrgängen geht der Anteil auf 35–40% zurück, so daß Äpfelsäure überwiegt. Der gute Jahrgang 1911 enthielt z.B. 3,1 g/l Äpfelsäure und 6,4 g/l Weinsäure, der geringe Jahrgang 1912 dagegen 10,7 g/l Äpfelsäure und 6,0 g/l Weinsäure.

20.2.3.3.3 Stickstoffverbindungen

Proteine, darunter verschiedene Enzyme, Peptide und Aminosäuren sind in geringer Menge vorhanden (cf. 18.1.2.1).

20.2.3.3.4 Lipide

Der Gehalt des Mostes an Lipiden liegt bei 0,01 g/l.

20.2.3.3.5 Phenolische Verbindungen

Gerbstoffe sind vorwiegend in Stielen, Schalen und Kernen enthalten. Bei vorsichtiger Gewinnung ist der Gerbstoffgehalt weißer Moste mit $\leq$ 0,2 g/l gering. Rotweine enthalten dagegen 1–2,5 g/l und mehr. Bei weißen Trauben tragen Quercetin, dessen 3-Rhamnosid Quercitrin und Carotinoide zur Farbe bei. Freie (unveresterte) Anthocyanidin-3-glucoside mit Malvidin-3-glucosid (40–90% der Anthocyane) als dominierender Verbindung stellen den Hauptteil der Farbpigmente europäischer Rotweinreben. Bei Kreuzungen mit amerikanischen Rebsorten (sog. Hybride) kommen neben den 3-Monoglucosiden auch Anthocyanidin-3,5-diglucoside vor.
β-Glucosidasen, die aus der Hefe stammen, hydrolysieren während der Gärung die freien Anthocyanidinglucoside zu den instabilen Aglyconen. Analytisch von besonderem Interesse sind die als Nebenkomponenten vorkommenden, mit Essigsäure, p-Cumarsäure oder Kaffeesäure acylierten Anthocyanglucoside, die von den Hydrolasen nicht angegriffen werden und leicht mit der RP-HPLC getrennt werden können. Das Spektrum dieser Farbstoffe steht in Beziehung zur Rebsorte, z.B. enthält die Sorte Cabernet Sauvignon etwa dreimal soviel Malvidin-3-acetylglucosid wie Malvidin-3-cumarylglucosid. Allerdings nehmen auch die acylierten Anthocyane infolge von Oxidations- und Kondensationsreaktionen mit der Zeit ab, so daß ihr Nachweis bei Weinen, die älter als 2–3 Jahre sind, zunehmend erschwert ist.
Cyanidin-3-glucosid ist als Indikator für Kirschweine geeignet, die einem Wein zur Intensivierung der roten Farbe zugesetzt worden sind.

20.2.3.3.6 Mineralstoffe

Most enthält vorwiegend Kalium, gefolgt von Calcium, Magnesium, Natrium und Eisen. Wichtige Anionen sind Phosphat, Sulfat, Silikat und Chlorid.

20.2.3.3.7 Aromastoffe

Die Aromastoffe des Mostes werden zusammen mit denen des Weines behandelt (cf. 20.2.6.9).

20.2.4 Gärung

Die Weingärung erfolgt entweder spontan durch verschiedene, an der Beerenoberfläche sitzende Hefen, meist aber durch Zugabe von Reinzuchthefen, gegebenenfalls nach vorhergehender Pasteurisation des Mostes. Wilde Formen sind insbesondere *Saccharomyces apiculatus* und *exiguus*, Reinhefen entstammen der Art *Saccharomyces cerevisiae, var. ellipsoideus* oder *pastorianus*. Die Reinhefearten zeigen recht verschiedene Aktivität. Benutzt werden hochvergärende Stämme, die hohe Alkoholausbeuten (bis 145 g/l) liefern und solche, die bei hohem Endvergärungsgrad resistent gegen Gerbstoffe sind (für Rotwein). Andere Hefetypen sind „Sulfithefen", die gegen schweflige Säure geringe Empfindlichkeit zeigen, „Kaltgärhefen", die bei niedrigen Temperaturen gärwirksam bleiben und schließlich Spezialhefen der Schaumweinherstellung, die dichten, körnigen und daher leicht abtrennbaren Trub liefern. Hefeansätze dieser Arten (5–10 g Trockenhefe pro Hektoliter Most) werden zu dem in Gärbehälter (Eichenholzfässer, Tanks aus Chrom-Nickel-Stahl mit Glas, Emaille oder Kunststoff ausgekleidet) abgefüllten Most gegeben. Der Most muß gezügelt, d.h. langsam (bis 21 Tage) und kühl (unter 20 °C bei Weißwein, 20–24 °C bei Rotwein) vergären. Der Gärverlauf wird durch schweflige Säure beeinflußt: 100 mg/l SO_2 verzögern den Beginn der Gärung um 3 Tage, 200 mg/l SO_2 um 3 Wochen.
Zum Schutz gegen Lufteinwirkung (Braunwerden), Fremdinfektion (Essigsäurebakterien) und zur Erhaltung der Kohlensäure wird der Flüssigkeitsverlust im Gärbehälter durch Nachfüllen gleichartigen Weines ausgeglichen. Am Ende der Hauptgärung, die in 5–7 Tagen

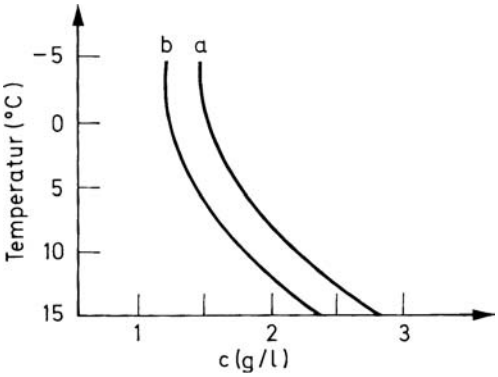


Abb. 20.6. Löslichkeit von Weinstein in Wein in Abhängigkeit von Temperatur und Ethanolkonzentration. *a*: 8 Vol.-%, *b*: 12 Vol.-% (nach *Vogt*, 1974)

abläuft, ist der Zucker weitgehend zu Alkohol vergoren, Eiweiß-, Pektin- und Gerbstoffe, außerdem Tartrate und Zellfragmente scheiden sich zusammen mit der Hefe als Bodensatz ab (Weingeläger, Trub, Drusen). Die Ausscheidung eines Teils der Weinsäure als Weinstein (Gemisch aus K-Hydrogentartrat und Ca-Tartrat) hängt von Temperatur, Alkoholgehalt und pH-Wert ab (Abb. 20.6). Durch einen Zusatz von Metaweinsäure (bis 100 mg/l), die durch Erhitzen von Weinsäure über den Schmelzpunkt gewonnen wird, kann die Kristallisation von Weinstein verlangsamt werden. Der Zusatz erfolgt direkt vor der Flaschenfüllung. Es wird eine Weinsteinstabilität von 6–9 Monaten erreicht. Dann geht die Metaweinsäure langsam in Weinsäure über. Der noch vorhandene, nicht vergorene Zucker (Restsüße) wird gegebenenfalls durch Unterbindung der Nachgärung mit schwefliger Säure erhalten. Je nach Hefeart kommt die Gärung bei 12–15 Vol-% an Ethanol zum Stillstand.
Der junge Wein, in einigen Gegenden als „Federweißer" oder „Sauser" mit der Hefe getrunken, wird nach der Hauptgärung meist über Klärseparatoren aus dem Gärtank abgezogen.
Rotweinmaischen werden auf den Trestern bei etwas höherer Temperatur nach verschiedenen Verfahren, vielfach in geschlossenen, doppelwandigen, emaillierten Stahltanks vergoren. Beim Ablassen von der Maische wird der bessere Wirzwein und durch anschließendes Auspressen herber Preßwein erhalten. Der junge

Wein darf nicht länger als für eine ausreichende Farbstofflösung notwendig auf der Maische verbleiben, da er sonst zu gerbstoffreich und rauh wird. In größeren Betrieben erfolgt die Farbstofflösung im allgemeinen nicht durch Maischegärung, sondern durch das erwähnte Erhitzen der Maische (cf. 20.2.3.2).
Die Rückstände der Gärung (Geläger) werden auf Hefepreßwein oder Hefebranntwein, auf Weinöl (für Branntweinessenzen) und auf Weinsäure verarbeitet. Die Rückstände sind ein ausgezeichnetes Futter- und Düngemittel. Tresterwein, der durch Vergären von Zuckerwasser auf ausgepreßten Trestern gewonnen wird (Petiotisieren), wird nur als Haustrunk hergestellt und nicht in den Verkehr gebracht.

20.2.5 Kellerbehandlung nach der Gärung, Lagerung

Die weitere Kellerbehandlung, auch als Ausbau des Weines bezeichnet, umfaßt das Herausarbeiten eines bestimmten Weincharakters sowie die Stabilisierung und Haltbarmachung.

20.2.5.1 Abstechen, Lagern und Reifen

Das Abstechen des Jungweines, d.h. das Abziehen aus dem Faß vom gebildeten Trub auf große geschwefelte Fässer, erfolgt mit oder ohne Lüftung; der Zeitpunkt bleibt der Erfahrung des Kellermeisters überlassen. Bisweilen ist wiederholter Abstich notwendig. Immer mehr wird möglichst früher Abstich angestrebt. Gegebenenfalls werden dem Wein zur Abrundung und Süßung 5–10% unvergorener steriler Traubenmost, die Süßreserve, zugesetzt.
Die Lagerung des Weines bezweckt den weiteren Ausbau der Geruchs- und Geschmackskomponenten und benötigt recht verschiedene Zeiten. Im allgemeinen wird Wein nach 3–9 Monaten vom Faß in Flaschen gefüllt, in denen sich die Reifung fortsetzt. Dauer der Reifung und Lagerfähigkeit sind unterschiedlich und hängen von der Qualität ab. Große Burgunder- und Bordeauxweine brauchen mindestens 4–8 Jahre zur Entwicklung, bei durchschnittlichen deutschen Weinen ist der Höhepunkt der Entwicklung nach 5–7 Jahren erreicht oder bereits überschritten. Nur edle Weine vertragen ein Alter von mehr als 10–12 Jahren ohne Qualitätsverlust.
Die Veränderungen beim Reifen des Weines sind noch ungenügend bekannt. Es finden Reaktionen zwischen Inhaltsstoffen wie Ethanol, Säuren, Carbonylverbindungen statt, die zur Ausbildung typischer Aromastoffe führen, die im Abschnitt 20.2.6.9 abgehandelt werden.

20.2.5.2 Schwefeln

Das Schwefeln der Maische oder des Mostes unmittelbar nach der Kelterung dient der Erhaltung oxidationsempfindlicher Inhaltsstoffe, der Verhinderung der enzymatischen Bräunung durch Phenoloxidation und der Hemmung unerwünschter Mikroorganismen (Essigbakterien, wilde Hefen, Schimmelpilze). Das Schwefeln des Weines vor dem ersten Abstich und danach trägt aus den gleichen Gründen zur Stabilisierung bei (cf. 8.12.6). Ein sehr wichtiger Effekt ist weiterhin die Unterdrückung unerwünschter Aromanoten („Luftton“, „Oxidationston“, „Alterston“, „Sherryton“) durch die Bindung von Carbonylverbindungen, insbesondere von Ethanal, als Hydroxysulfonsäuren.
Das Schwefeln kann erfolgen durch Zusatz von Sulfiten, durch wäßrige Lösungen von schwefliger Säure oder durch flüssiges SO_2. Die Höchstmengen hat der Gesetzgeber festgelegt. Von der zugeführten schwefligen Säure bleibt nur ein Teil als freie Säure erhalten. Ein Teil wird zu Sulfat oxidiert, ein weiterer Teil wird an Zucker und andere Carbonylverbindungen gebunden. Die rasche Oxidation der schwefligen Säure kann durch einen Zusatz von L-Ascorbinsäure zum Teil rückgängig gemacht werden. Die richtige Dosierung von SO_2 ist für den Verlauf von Gärung, Reifung und Haltbarkeit und damit für die Weinqualität von großer Bedeutung. Angestrebt werden in fertig ausgebautem Wein 30–50 mg freies SO_2/l.

20.2.5.3 Klären und Stabilisieren

Geeignete Maßnahmen sollen vorhandene Trübungen beseitigen und ihrem Entstehen bei der Lagerung vorbeugen (Schönung).

Trubstoffe sind meist Proteine sowie oxidierte und kondensierte Polyphenole. Weiterhin können mehrwertige Metallionen zu Verfärbungen und Abscheidungen führen.
Eine Klärung der Weine ist durch Fällung, Filtration oder Zentrifugation üblich. Bei der Blauschönung werden die für Metalltrübungen verantwortlichen Metalle Eisen, daneben auch Kupfer und Zink durch genau berechnete Mengen an Kaliumhexacyanoferrat(II) ausgefällt. Dabei entsteht zunächst löslicher Berliner Blau,

$$KFe(CN)_6 + FePO_4 \rightarrow KFe_4 \cdot Fe(CN)_6 + K_3PO_4 \quad (20.8)$$

das dann von überschüssigen Fe^{3+}-Ionen in unlösliches Berliner Blau umgewandelt wird.

$$3\,KFe_4(CN)_6 + 3\,FePO_4 \rightarrow Fe_4 \cdot Fe(CN)_6 + K_3PO_4 \quad (20.9)$$

Gleichzeitig werden mit dem entstehenden „Blautrub“ hartnäckige Eiweißtrübungen beseitigt (grauer und schwarzer Bruch). Der behandelte Wein wird sicherheitshalber auf überschüssiges Cyanoferrat und auf freies Cyanid untersucht. Bei anderen Schönungsverfahren werden Speisegelatine, Hausenblase (getrocknete Schwimmblase der Fischart Hausen) kombiniert mit Casein, Eiereiweiß, Tannin, eisenfreier Bentonit, Kaolin, Agar-Agar und gereinigte Holz- oder Knochenkohle zugesetzt, die trübende und unangenehm schmeckende Stoffe adsorbieren oder ausfällen. Zur Entfernung von phenolischen Verbindungen wird Polyvinylpyrrolidon, zur Entfernung unerwünschter Schwefelverbindungen Kupfersulfat verwendet.
Die Klärung durch Filtration erfolgt über Asbest, Cellulose oder Kieselgur. Die Filter sind meist als Schichtenfilter oder Anschwemmfilter ausgebildet. Große Bedeutung für die Haltbarkeit von Wein und Süßmost hat die entkeimende Filtration erlangt. Mit EK-Filtern aus Asbest- oder aus Membranschichten werden nicht nur Hefezellen sondern auch die sehr viel kleineren Sporen von Pilzen und selbst Bakterien zurückgehalten. Sie eignen sich auch zur Unterbrechung der Gärung, um bestimmte Mengen unvergorenen Zuckers (Restsüße) bei einem gewünschten Vergärungsgrad zu erhalten.
Geeignete Maßnahmen gegen kristalline Ausscheidungen in der Flasche sind z.B. Kühlen des Weins über einige Tage auf 0–4 °C, Zusatz von Metaweinsäure (cf. 20.2.4), Senkung der Konzentrationen an Kalium, Calcium und Weinsäure durch Elektrodialyse. Überhöhte Calciumkonzentrationen, die durch Entsäuerungsmaßnahmen bedingt sind (cf. 20.2.5.4), können zusätzliche Kristallausscheidungen (Calciumtartrat, -mucat, -oxalat) bedingen. Als Gegenmaßnahme wird die Abscheidung des überschüssigen Calciums mit D-Weinsäure empfohlen.

20.2.5.4 Verbessern

Ein Verbessern der Moste und Weine ist dann notwendig, wenn infolge der Ungunst der Witterung mancher Jahre derart viel Säure oder derart wenig Zucker in den erntereifen Trauben enthalten ist, daß der gewonnene Most nicht ohne weiteres trinkbaren, harmonischen Wein liefert. Der verbesserte Wein sollte nicht mehr Alkohol und nicht weniger Säure enthalten als Weine gleicher Art und Herkunft aus guten Jahrgängen. Übliche Verfahren sind insbesondere die Zuckerung, die Entsäuerung und das Verschneiden.
Die Zuckerung (*Anreicherung*), für die in den meisten Ländern gesetzliche Regelungen bestehen, kann vor und während der Gärung erfolgen. Zugesetzt werden Saccharose (Trockenzuckerung) und Traubenmostkonzentrate. Zur Hebung der Qualität kann die *Süßreserve* des Weines durch Zusatz von Traubenmost erhöht werden, dessen Gärung durch kaltsterile Einlagerung, Kurzzeiterhitzung (87 °C) oder Imprägnierung mit CO_2 (15 g/l, Drucktank) verhindert worden ist. Mangel an Blume und Bukett kann durch Zuckerung nicht behoben werden. Kleiner Wein bleibt klein.
Eine Entsäuerung erfolgt meist mit $CaCO_3$, wobei je nach den Bedingungen nur Calciumtartrat oder ein Gemisch aus Calciumtartrat und Calciummalat ausfällt. Bei ungeschwefelten Weinen mit noch zu hohem Säuregehalt kann ein biologischer Säureabbau (malolaktische Gärung) durchgeführt werden. Milchsäurebakterien (z.B. *Leuconostoc oenos*) überführen dabei L-Äpfelsäure (10 g) in Milchsäure (6,7 g):

$$\mathrm{HOOC{-}CHOH{-}CH_2{-}COOH} \longrightarrow \mathrm{HOOC{-}CHOH{-}CH_3} + \mathrm{CO_2} \quad (20.10)$$

Außerdem werden Restzucker, Aldehyde und Pyruvat abgebaut, so daß der SO_2-Bedarf bei einer nachfolgenden Schwefelung sinkt. Die Vermehrung der Milchsäurebakterien wird durch eine Erhöhung der Temperatur auf 20 °C und Aufrühren des Hefetrubs gefördert.
Das Verschneiden der Weine stellt eine geeignete Maßnahme dar, um Geschmacksfehler zu korrigieren, alte Weine aufzufrischen, die Farbe von Rotweinen zu vertiefen (Deckweine), zu geringes Bukett zu verstärken oder zu hohen bzw. zu niedrigen Säuregehalt auszugleichen und so Weine gleichmäßiger Qualität in den Verkehr zu bringen. Bei säurearmen Weinen aus südlichen Ländern kann Wein- oder Citronensäure zugesetzt werden. Das Gipsen oder Phosphatieren zur Verstärkung der Rotweinfarbe, das bei bestimmten Südweinen (z.B. Malaga, Marsala) durchgeführt wird, beruht auf der Erhöhung der Farbausbeute durch pH-Absenkung mit $CaSO_4$ oder $CaHPO_4$.

20.2.6 Zusammensetzung der Weine

Die chemische Zusammensetzung der Weine schwankt verständlicherweise innerhalb weiter Grenzen. Sie wird beeinflußt durch Klima und Witterungsbedingungen, Boden, Lage, Art und Behandlung von Trauben, Most und Wein.
Im Rahmen der Weinanalyse sind besonders wichtig Extrakt, Alkohol, Zucker, Säuren, Asche, Gerb- und Farbstoffe, Stickstoffverbindungen und Bukettstoffe. Wert und Güte des Weines werden insbesondere bestimmt durch den Gehalt an Ethanol, Extrakt, Zucker, Glycerin, Säuren und Bukettstoffen.
Bei der Vielzahl wertbestimmender Inhaltsstoffe ist die Beurteilung und Einordnung von Wein nur durch eine Kombination von chemischer Analyse und sensorischer Prüfung möglich.

20.2.6.1 Extrakt

Unter Extrakt faßt man alle genannten Komponenten, mit Ausnahme der destillierbaren Anteile, zusammen. Viele von ihnen sind auch im Most vorhanden und dort beschrieben worden, andere treten als typische Gärungs- und Abbauprodukte hinzu.
Der Extraktgehalt liegt bei etwa 85% aller deutschen Weißweine zwischen 20 und 30 g/l (Mittel etwa 22 g/l), der von Rotweinen ist meist etwas höher. Deutsche Ausleseweine enthalten etwa 60 g, ausländische Süßweine zwischen 30 und 40 g/l. Da der Zuckergehalt manipulierbar ist, hat für eine Qualitätsbeurteilung der „zuckerfreie Extrakt“ (Extrakt in g/l minus reduzierende Zucker in g/l plus 1 g/l für Arabinose, die bei der reduktometrischen Bestimmung mit erfaßt wird, aber nicht vergärbar ist) größere Bedeutung.

20.2.6.2 Kohlenhydrate

Als Kohlenhydrate (0,03–0,5%) treten bei vollständig vergorenen Weinen in geringen Mengen Glucose und Fructose auf. Weine mit unterbrochener Gärung enthalten beide Monosaccharide, und zwar wesentlich mehr an langsam vergärender Fructose als an Glucose. Im Durchschnitt liegt das Verhältnis Glucose/Fructose im Restzucker bei 0,58, schwankt aber in weiten Grenzen (0,48–0,90).
Pentosen kommen in vergorenen Weinen stets vor: Arabinose zu 0,05–0,13%, Rhamnose zu 0,02–0,04%, Xylose in sehr geringer Menge.

20.2.6.3 Ethanol

Die Ethanolkonzentration in Wein ist sehr wechselnd. Sie dient als Qualitätsmerkmal (cf. 20.2.3.3). Ein Alkoholgehalt über 144 g/l weist darauf hin, daß Ethanol zugesetzt wurde.
Inwieweit Ethanol bei der Gärung aus zugesetztem Zucker (Saccharose, Glucose, Fructose) stammt, kann durch eine NMR-spektroskopische Messung des Verhältnisses der Wasserstoffisotope ^1H und ^2H ermittelt werden. Die Methode beruht darauf, daß das pflanzenspezifische $^2H/^1H$-Verhältnis (R-Wert, cf. 18.4.3) des Zuckers auch im Ethanol erscheint: etwa 2,24 (Mais-Zucker), etwa 2,70 (Rübenzucker), etwa 2,45 (Wein). Die Nachweisgrenze liegt bei einem Wein unbekannter Herkunft bei 6–8 °Oe und sie sinkt auf 2–3 °Oe (entspricht etwa 0,5 Vol-% Ethanol), wenn Jahrgang, Herkunft und Rebsorte bekannt sind.

20.2.6.4 Andere Alkohole

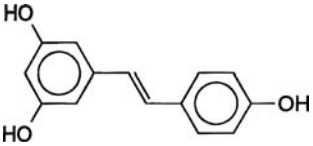
Methanol findet sich stets in sehr kleinen Mengen (38–200 mg/l) im Wein, reichlicher vor allem nach Vergärung auf Trestern als Spaltprodukt der Pektine. Tresterbranntweine enthalten oft 1–2% Methanol. Höhere Alkohole sind Propyl-, Butyl- und Amylalkohole (99% des Fuselöles) sowie kleine Mengen noch höherer Alkohole (Hexyl-, Heptyl-, Nonylalkohol u.a.) einschließlich 2-Phenylethanol (bis 150 mg/l). Butylenglykol (2,3-Butandiol) als zweiwertiger Alkohol kommt im Mittel zu 0,4–0,7 g/l vor, und zwar als Gärprodukt der Hefe aus Diacetyl. Glycerin entsteht aus dem Zucker, kommt zu 6–10 g/l vor und verleiht dem Wein Vollmundigkeit und abgerundeten Geschmack (Körper). Zugesetztes Glycerin kann durch eine Bestimmung des Glycerin-Faktors (GF) erkannt werden:

$$\mathrm{GF} = \frac{\text{Glyerin (g/l)} \times 100}{\text{Alkohol (g/l)}} \qquad (20.11)$$

Die natürliche Schwankungsbreite des GF bei Weinen, soweit sie nicht aus edelfaulem Material hergesellt wurden, liegt zwischen 8 und 10. Bei Werten über 12 handelt es sich um einen Zusatz. Geringe Zusätze können über den GF nicht sicher nachgewiesen werden. Geeignet ist die Untersuchung des Weins mit Hilfe GC-MS auf Nebenprodukte der technischen Glycerinsynthese, z.B. 3-Methoxypropandiol oder cyclische Diglycerole. Sorbit findet sich nur in sehr kleinen Mengen. Höhere Konzentrationen sind ein Indikator für einen Verschnitt mit Kern- oder Steinobstprodukten. D-Mannit ist in gesunden Weinen nicht, wohl aber in kranken, bakteriell infizierten Weinen bis zu 35 g/l enthalten.

20.2.6.5 Säuren

Der pH-Wert von Traubenweinen liegt zwischen 2,8 und 3,8. Titrierbare Säuren kommen in ausgebauten deutschen Weinen zwischen etwa 4 und 9 g/l (als Weinsäure berechnet) vor. Säureabbau und Weinsteinausscheidung mindern die Säure des reifen Weines. Rotweine enthalten meist weniger Säure als Weißweine. Säurearm sind vor allem Weine aus südlichen Ländern und oft auch hochgrädige Weine (Beeren-, Trockenbeerenauslesen).
An der Gesamtsäure sind Wein- Äpfel- und Citronensäure, außerdem als Gärungsprodukte und als Produkte des Säureabbaues Bernsteinsäure, Kohlensäure und Milchsäure sowie geringe Mengen flüchtiger Säuren beteiligt. Essigsäure, Propionsäure und anomale Mengen von Milchsäure kommen in kranken Weinen vor.



(20.12)

Botrytis cinerea kann bis zu 2 g/l Most an Gluconsäure bilden, die deshalb in entsprechenden Weinen anzutreffen ist.

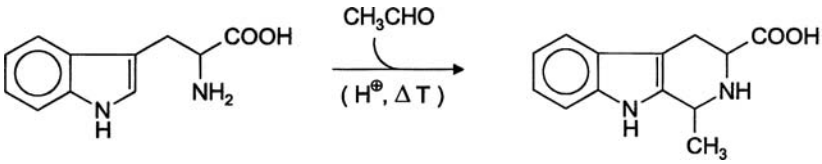
20.2.6.6 Phenolische Verbindungen

Rotweine enthalten Phenole in wesentlich höheren Konzentrationen als Weißweine (Tab. 20.15). Ausnahmen wurden für Gentisin- und Ferulasäure gefunden, wobei relativ hohe Konzentrationen der zuletzt genannten Verbindungen für die Sorte Riesling charakteristisch sind.

Tabelle 20.15. Phenole in Weiß- und Rotwein[a]

Verbindung	Weißwein	Rotwein
Gentisinsäure	0,15–1,07	0,44–0,46
Vanillinsäure	0,09–0,38	2,3 –3,7
Ferulasäure	0,05–4,40	0,05–2,9
p-Cumarsäure	1,57–3,20	2,6 –4,5
Kaffeesäure	1,50–5,20	3,15–13
Gallussäure	0,50–2,80	13–30
cis-Resveratrol	< 0,10	0,27–0,88
trans-Resveratrol[b]	< 0,25	0,71–2,5
cis-Polydatin[c]		0,02–0,68
trans-Polydatin[c]		0,02–0,98
(+)-Catechin	3,8–4,20	60–213
(−)-Epicatechin	1,7–3,8	25–82
Quercetin		0,5–2,6

[a] Konzentration in mg/l.
[b] trans-3,4′,5-Trihydroxystilben (cf. Formel 20.12).
[c] cis- bzw. trans-3,4′,5-Trihydroxystilben-3-β-D-glucosid.



(20.13)

Bei der Alterung von Rotwein polymerisieren die Gerbstoffe (Proanthocyanidine, cf. 18.1.2.5.2) auf zwei Wegen und werden unlöslich, so daß der adstringierende Geschmack abnimmt. Säurekatalysiert verläuft die Polymerisation über das in Formel 18.21 angegebene Carbokation. Außerdem werden Proanthocyanidine durch Acetaldehyd vernetzt, der aus einer bei der Lagerung von Rotwein stattfindenden geringfügigen Oxidation von Ethanol stammt.

20.2.6.7 Stickstoffverbindungen

Von den Stickstoffverbindungen des Mostes fällt ein Teil beim Einmaischen und Keltern gebunden an Gerbstoffe aus, ein großer Teil (70–80%) wird durch die wachsende Hefe assimiliert. Der Hauptteil des noch vorhandenen Stickstoffes (etwa 200–800 mg/l) besteht aus freien Aminosäuren, wobei Prolin dominiert.
Tryptophan, das im Most in Konzentrationen von 1–30 mg/l vorkommt, und Acetaldehyd, den die Hefe liefert, sind Vorläufer von 1-Methyl-1,2,3,4-tetrahydro-β-carbolin-3-carboxylsäure (MTCA). In Wein wurden 0–18 mg/l MTCA nachgewiesen. Ihre Bildung (cf. Formel 20.13) wird durch SO_2 gehemmt, das die Vorläufer abfängt. Bei der Destillation verbleibt MTCA offensichtlich im Rückstand, denn im Weinbrand oder Whisky treten, wenn überhaupt, nur Spuren auf. MTCA ist aber nicht auf fermentierte Produkte wie Wein, Bier, Sojasoße beschränkt, da die Vorläufer verbreitet vorkommen, z.B. in Milch, Käse, geräucherten Lebensmitteln.

20.2.6.8 Mineralstoffe

Der Mineralstoffgehalt ist niedriger als der des Mostes, da ein Teil vorwiegend durch Abscheidung weinsaurer Salze eliminiert wird. Weine enthalten im Mittel etwa 1,8 bis 2,5 g/l Asche, gegenüber Mosten mit 3 bis 5 g/l. Die durchschnittliche Zusammensetzung der Weinasche (%) beträgt K_2O : 40, MgO : 6, CaO : 4; Na_2O : 2; Al_2O_3 : 1; CO_2 : 18; P_2O_5 : 16; SO_3 : 10; Cl : 2; SiO_2 : 1.
Eisen findet sich zu 5,7–13,4 mg Fe_2O_3/l, kann jedoch durch unsachgemäße Verarbeitung der Trauben und des Mostes beträchtlich höhere Werte (20–30 mg Fe/l) erreichen.

20.2.6.9 Aromastoffe

Im Wein sind über 800 flüchtige Verbindungen mit einer Gesamtkonzentration von 0,8–1,2 g/l identifiziert worden. Für die Weinsorten Gewürztraminer und Scheurebe wurden ermittelt, daß die in Tab. 20.16 aufgeführten Verbindungen so geruchsaktiv sind, daß sie das jeweilige Aroma hervorrufen können. In einem Modellversuch konnte diese Aussage für den Gewürztraminer bekräftigt werden. Eine synthetische Mischung der Geruchs- und Geschmacksstoffe in den in den Tab. 20.16 und 20.17 angegebenen Konzentrationen reproduzierte das Aroma und den Geschmack des Gewürztraminers.
Als sortentypische Aromastoffe für Gewürztraminer und Scheurebe wurden die beiden cis-Rosenoxide und 4-Mercapto-4-methylpentan-2-on, dessen Geruchsschwelle außerordentlich niedrig ist (cf. 5.3.2.5), identifiziert. Außerdem zeigen Ethyloctanoat, Ethylhexanoat, 3-Methylbutylacetat, Ethylisobutanoat, Linalool, (E)-β-Damascenon und Weinlacton (cf. Struktur in 5.2.5) hohe aber unterschiedliche Aromawerte in den beiden Weinsorten. Weitere sortentypische Aromastoffe sind in Tab. 20.18 aufgeführt. Auch Ethanol gehört bei Wein zu den dominierenden Aromastoffen. Da die Geruchsschwellen vieler Aromastoffe bei seiner Anwesenheit zunehmen, z.B. die von Ethyl-2- und -3-methylbutanoat um den Faktor 100 (Tab. 20.19), beeinflußt es das Bukett des Weines. Entsprechend stieg die Intensität

Tabelle 20.16. Geruchsstoffe von Gewürztraminer und Scheurebe

Aromastoff	Konzentration (mg/l)	
	Gewürztraminer[a]	Scheurebe[b]
Acetaldehyd	1,86	1,97
3-Methylbutylacetat	2,9	1,45
Ethylhexanoat	0,49	0,28
(2S,4R)-Rosenoxid	0,015 }	0,003
(2R,4S)-Rosenoxid	0,006 }	
Ethyloctanoat	0,63	0,27
(E)-β-Damascenon	0,00083	0,00098
Geraniol	0,221	0,038
3-Hydroxy-4,5-dimethyl-2(5H)-furanon (HD2F)	0,0054	0,0033
(3S,3aS,7aR)-Tetrahydro-3,6-dimethyl-2(3)-benzofuranon (Weinlacton)	0,0001	0,0001
Ethanol	90 000	90 000
Ethylisobutanoat	0,150	0,480
Ethylbutanoat	0,210	0,184
Linalool	0,175	0,307
Ethylacetat	63,5	22,5
1,1-Diethoxyethan	0,375	n.a.
Diacetyl	0,150	0,180
Ethyl-2-methylbutanoat	0,0044	0,0045
Ethyl-3-methylbutanoat	0,0036	0,0027
2-Methylpropanol	52	108
3-Methylbutanol	128	109
Dimethyltrisulfid	0,00025	0,00009
4-Mercapto-4-methyl-pentan-2-on	< 0,00001	0,0004
(3-Methylthio)-1-propanol (Methionol)	1,415	1,040
Hexansäure	3,23	2,47
2-Phenylethanol	18	21,6
trans-Ethylcinnamat	0,002	0,023
Eugenol	0,0054	0,0005
(Z)-6-Dodecensäure-γ-lacton	0,00027	0,00014
Vanillin	0,045	n.a.
Schwefeldioxid	7,3	30

[a] Gewürztraminer, trocken, Jahrgang 1992.
[b] Scheurebe, Kabinett halbtrocken, Jahrgang 1993.
n.a., nicht analysiert.

der fruchtigen Note in einem Aromamodell für Gewürztraminer, wenn der Alkoholgehalt verringert wurde. Die Aromastoffe stammen zum Teil aus der Traube (Primäraroma), zum Teil werden sie bei der Gärung (Sekundäraroma) gebildet.

Tabelle 20.17. Geschmacksstoffe von Gewürztraminer und Scheurebe

Verbindung/Ion	Konzentration (mg/l)	
	Gewürztraminer[a]	Scheurebe[b]
Gruppe I: sauer, adstringierend		
Essigsäure	280	255
Weinsäure	1 575	1 260
Citronensäure	875	594
Äpfelsäure	377	4 790
Milchsäure	1 680	980
Bernsteinsäure	590	480
Oxalsäure	100	< 50
γ-Aminobuttersäure	21	23
Gruppe II: süß		
D-Glucose	870	13 040
D-Fructose	575	13 500
Prolin	760	320
Gruppe III: salzig		
Chlorid	20	135
Phosphat	270	245
Sulfit	35	120
Kalium	1 240	1 100
Calcium	32	231
Magnesium	55	81
Glutaminsäure	54	18
Gruppe IV: bitter		
Lysin	27	16

[a,b] vgl. Tabelle 20.16.

Ein großer Teil der verwendeten Trauben ist im Aroma neutral (z.B. Weißburgunder, Silvaner, Chardonnay). Es gibt aber auch aromareiche Trauben, wie z.B. Muskateller, Gewürztraminer, Morio-Muskat, Sauvignon.

Tabelle 20.20 orientiert über die Konzentrationsbreiten, in denen Ester bei der Untersuchung einer größeren Zahl von Weiß- und Rotweinen angetroffen wurden. Die große Variabilität der Esterfraktion wirkt sich auf die Intensität fruchtiger Noten im Aromaprofil aus.

Menge und Zusammensetzung der Esterfraktion wird durch die Gärungsbedingungen wesentlich beeinflußt. Höhere Temperaturen und niedrigere pH-Werte senken die Konzentration (Tab. 20.21).

Tabelle 20.18. Sortenspezifische Aromastoffe von Wein

Verbindung	Sorte
Zimtsäureethylester	Muskateller Weine
β-Ionon	
Linalool	
Geraniol	
Nerol	
cis-Rosenoxid	Gewürztraminer
4-Mercapto-4-methyl-pentan-2-on	Scheurebe
β-Damascenon	Riesling, Chardonnay
2-Isobutyl-3-methoxypyrazin	Sauvignon
2-*sec*-Butyl-3-methoxypyrazin	

Tabelle 20.19. Geruchsschwellen von Geruchsstoffen des Weines in Wasser (I) und in 10% (w/w) Ethanol (II)

Verbindung	Schwellenwert (μg/l)	
	I	II
Acetaldehyd	10	500
Ethylacetat	7 500	7 500
Ethyl-2-methylbutanoat	0,06	1
Ethyl-3-methylbutanoat	0,03	3
3-Methylbutylacetat	3	30
Ethylhexanoat	0,5	5
Ethyloctanoat	0,1	2
Essigsäure	22 000	200 000
cis-Rosenoxid	0,1	0,2
4-Mercapto-4-methyl-pentan-2-on	0,0001	0,0006
Weinlacton	0,008	0,01
(E)-β-Damascenon	0,001	0,05
Linalool	1,5	15
Geraniol	7,5	30

Am Aroma von Muskateller-Weinen und in geringerem Umfang auch am Aroma anderer Weine sind vorwiegend Terpene beteiligt, die aber im Most noch überwiegend als geruchlose Glykoside, Di- und Polyole vorliegen (cf. 5.3.2.4). Am Beispiel Gewürztraminer zeigt Tab. 20.22, daß die Terpene aber auch die Ester und Alkohole bei der Gärung stark zunehmen; die Monoterpene noch zusätzlich bei der Reifung des Weines im Edelstahltank. Zum einen werden Terpenglycoside durch mosteigene Glycosidasen hydrolysiert, zum anderen wird die nichtenzymatische Hydrolyse dieser Vorläufer durch eine

Tabelle 20.20. Sensorisch relevante Ester in Wein

Verbindung	Weißwein (mg/l)	Rotwein (mg/l)
Ethylacetat	0,15–150	9–257
Ethylpropionat	0–0,9	0–20
Ethylpentanoat	1,3	5–10
Ethylhexanoat	0,03–1,3	0–3,4
Ethyloctanoat	0,05–2,3	0,2–3,8
Ethyldecanoat	0–2,1	0–0,3
Hexylacetat	0–3,6	0–4,8
2-Phenylethylacetat	0–18,5	0,02–8
3-Methylbutylacetat	0,03–0,5	0–23
Ethyllactat	0,17–378	12–382

Tabelle 20.21. Einfluß der Gärungsbedingungen auf die Bildung höherer Alkohole und Ester

Temperatur (°C)	pH	Höhere Alkohole insgesamt (mg/l)	Fettsäureester insgesamt (mg/l)
20	3,4	201	10,8
20	2,9	180	9,9
30	3,4	188	7,8
30	2,9	148	5,4

Tabelle 20.22. Konzentrationsänderung von Aromastoffen bei der Herstellung von Gewürztraminer[a]

Aromastoff	Konzentration (mg/l)		
	I	II	III
Ethyl-2-methylbutanoat	< 0,0001	0,0023	0,0026
Ethylhexanoat	0,0035	0,465	0,345
cis-Rosenoxid	0,0011	0,0053	0,011
Linalool	0,0026	0,029	0,043
Geraniol	0,0087	0,035	0,045
3-Methylbutanol	0,440	64,0	61,0
(E)-β-Damascenon	0,00003	0,0063	0,0017

[a] I, Preßsaft; II, nach malolaktischer Gärung (cf. 20.2.5.4); III, nach Reifung im Edelstahltank.

Tabelle 20.23. Reifung von Gewürztraminer im Edelstahltank (I) und im Eichenholzfaß (II) – Veränderungen in den Konzentrationen wichtiger Aromastoffe[a]

Geruchsstoff	Konzentration (mg/l)	
	I	II
Acetaldehyd	1,86	4,32
3-Methylbutanal	<0,001	0,051
3-Methylbutylacetat	2,9	0,450
Methional	<0,0005	0,0099
(E)-β-Damascenon	0,00084	0,0028
Guajacol	0,0036	0,056
Vanillin	0,045	0,335
Quercus-Lacton	n.a.	0,134

[a] Lagerung 14 Monate; n.a., nicht analysiert.

Hitzebehandlung des Mostes und den niedrigen pH gefördert. Außerdem wird die Cyclisierung und Dehydratisierung von Monoterpendi- und -polyolen unter Bildung von Aromastoffen (z.B. Neroloxid, Linalooloxide, Hotrienol) gefördert (cf. 5.3.2.4), z.B. können die cis-Rosenoxide durch Cyclisierung von 3,7-Dimethylocta-6-en-1,5-diol entstehen. Bei einer Lagerung im Eichenholzfaß extrahiert der Wein das Quercus-Lacton (Struktur cf. 5.3.2.3). Ein Unterschied im Aroma zur Reifung im Stahltank resultiert aber auch von oxidativen Prozessen, die im Eichenholzfaß einen Anstieg der Aldehyde zur Folge haben, wie das Beispiel Gewürztraminer in Tab. 20.23 zeigt. Es erhöhen sich auch β-Damascenon und Vanillin.

Zu den Aromastoffen, die bei Flaschenlagerung gebildet werden, gehört das 1,1,6-Trimethyl-1,2-dihydronaphthalin (TDN). Nach längerer Lagerung überschreitet es die Aromaschwelle (ca. 20 μg/l Wasser) und trägt mit einer kerosinartigen Aromanote zum Aromaprofil alter Weine bei. In Rieslingweinen aus südlichen Ländern kann dieser Aromastoff bei der Alterung so zunehmen, daß sie schon nach kurzer Lagerung sehr unangenehm schmecken (Kerosin-/Petrolnote, Tab. 20.24). Durch die intensive Sonneneinstrahlung und hohe Temperatur entstehen in dieser Rebsorte die Vorläufer-Carotinoide in relativ

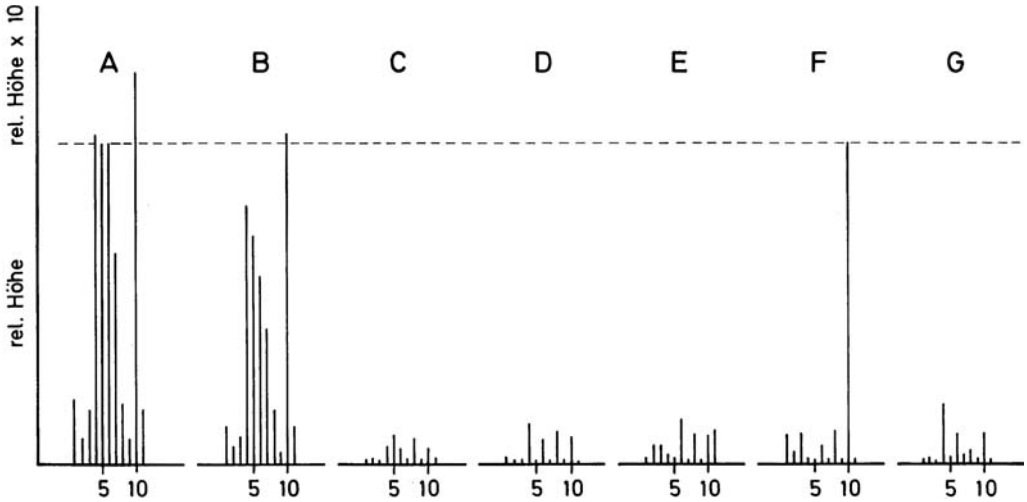


Abb. 20.7. Monoterpene in Weinen der Rebsorte „Weißer Riesling“ und in Weinen anderer Rebsorten, die als „Riesling“ in den Handel gebracht werden (nach *Rapp* et al., 1985).
A: Weißer Riesling (Rheinpfalz), *B*: Weißer Riesling (Frankreich), *C*: Welschriesling (Österreich), *D*: Welschriesling (Italien), *E*: Laski Rizling (Jugoslawien), *F*: Hunter-Valley Riesling (Australien), *G*: Emerald Riesling (USA).
Monoterpene: **1** trans-Furanlinalooloxid, **2** cis-Furanlinalooloxid, **3** Neroloxid, **4** Linalool, **5** Hotrienol, **6** α-Terpineol, **7** nicht identifiziert, **8** trans-Pyranlinalooloxid, **9** cis-Pyranlinalooloxid, **10** 3,7-Dimethylocta-1,5-trans-dien-3,7-diol, **11** 3,7-Dimethyl-1-octen-3,7-diol

Tabelle 20.24. Aromafehler beim Wein

Aromafehler	Schlüsselaromastoffe	Ursache
Mäuselton	2-Ethyl-3,4,5,6-tetrahydropyridin, 2-Acetyl-3,4,5,6-tetrahydropyridin, 2-Acetyl-1,2,5,6-tetrahydropyridin	Milchsäurebakterien in Verbindung mit Hefen der Gattung *Brettanomyces*
Erdbeerton	4-Hydroxy-2,5-dimethyl-3(2H) -furanon (HD3F): > 150 μg/l	Eigenschaft der Rebsorte
Medizinton	4-Vinylphenol + 4-Vinylguajacol: > 800 μg/l	Klima, mikrobiologische Prozesse Klima, mikrobiologische Prozesse
Medizinisch, holzig, rauchig, Pferdeschweiß	4-Ethylphenol + 4-Ethylguajacol: > 400 μg/l	Klima, mikrobiologische Prozesse
Kerosin-/Petrolnote	1,1,6-Trimethyl-1,2-dihydronaphthalin (TDN): > 300 μg/l	Südliches Klima, zu hohe Carotinoid-konzentration im Rieslingwein
Böckser	Schwefelwasserstoff	Fermentation
Korkgeschmack/Muffton	2,4,6-Trichloranisol, Geosmin, 2-Methylisoborneol, 1-Octen-3-on, 4,5-Dichlorguajacol, Chlorvanillin	Kontamination bei der Weinlagerung
Untypische Alterungsnote (Naphthalinton, Foxton, Hybridton)	2-Aminoacetophenon: > 0,5 μg/l	Streßreaktion der Rebe

hohen Konzentrationen und werden dann zum TDN abgebaut.

Das Monoterpenmuster ist zur Sortendifferenzierung geeignet. Ein Beispiel ist die Unterscheidung von Weinen der Rebsorte „Weißer Riesling“ von Weinen anderer Rebsorten, die auch unter der Bezeichnung „Riesling“ in den Handel gebracht werden. Wie aus Abb. 20.7 hervorgeht, sind die Konzentrationen der Monoterpene (insbesondere Linalool, Hotrienol, α-Terpineol, 3,7-Dimethylocta-1,5-trans-dien-3,7-diol) im „Weißen Riesling“ wesentlich höher als in den anderen „Riesling“-Weinen.

Methoxypyrazine (Tab. 20.18) in Konzentrationen von 10–20 ng/l sind charakteristisch für Weine der Sorte Sauvignon. Sie sind außerordentlich geruchsaktiv (cf. 5.3.1.7) und verursachen eine Paprikanote im Aromaprofil.

20.2.7 Fehler des Weins

Wie bei Bier beeinträchtigen Mängel und Fehler Aussehen, Geruch und Geschmack des Weines und können, wenn sie nicht rechtzeitig bekämpft werden, ein völliges Verderben herbeiführen. Beide Möglichkeiten sind außerordentlich vielgestaltig und können hier nur in groben Zügen Erwähnung finden.

Fehler sind zunächst das Braunwerden (Rahn- oder Fuchsigwerden, brauner Bruch), das auf der Oxidation phenolischer Verbindungen beruht und bei Rotweinen bis zur völligen Ausflockung des Farbstoffes führen kann. Die hier ablaufenden Oxidationsprozesse sind sowohl chemischer wie enzymatischer (Polyphenoloxidasen) Art. Als vorzügliches Mittel zur Verhütung des braunen Bruches hat sich die schweflige Säure bewährt; braungewordene Weine können mit Aktivkohle aufgehellt werden. Mit dieser Behandlung können auch Geschmacksfehler (Maischegeschmack, Geschmack nach faulen Trauben) beseitigt werden.

Die Eisentrübung (weißer oder grauer Bruch) tritt in Form weißer, grauweißer oder grauer Schleier bzw. Trübungen auf, die im wesentlichen aus unlöslichem Eisen(III)-phosphat ($FePO_4$) bestehen und durch Einwirkung von Luftsauerstoff aus den im Wein enthaltenen Eisen(II)-verbindungen gebildet werden. Eiweiß, Gerbstoffe oder Pektine können an solchen Trübungen beteiligt sein und z.B. zum schwarzen Bruch führen. Die sogenannte Kupfertrübung beruht auf der Bildung

von Cu_2S und anderen Verbindungen, die einwertiges Kupfer enthalten. Sie entstehen, wenn die vorhandenen $Cu^{2\oplus}$-Ionen durch einen zu großen Überschuß an SO_2 reduziert werden.
Weitere Geschmacksfehler, die in Tab. 20.24 zusammengefaßt sind, können unterteilt werden in solche,

- die von der Rebsorte hervorgerufen werden (z.B. Erdbeerton, Foxton);
- die bei der Gärung durch weitere mikrobielle Prozesse entstehen (z.B. Böcksер, Mäuselton, Medizinton);
- die während der Weinlagerung und der Alterung in Holzfassern gebildet werden oder durch Kontamination in den Wein gelangen (z.B. Korkton, Muffton, Kerosinnote, untypische Alterungsnote).

Ein Medizinton wird wahrnehmbar, wenn die in Tab. 20.24 aufgeführten Phenole beim Abbau von Ferula- und p-Cumarsäure in zu hohen Konzentrationen entstehen. Der Aromafehler wurde insbesondere bei der Sorte „Kerner" beobachtet, wenn die Trauben intensivem Sonnenlicht ausgesetzt waren.
Auch die „untypische Alterungsnote" (Tab. 20.24) wird bei der Reife der Beeren durch Streß hervorgerufen. Trockenheit, geringe Stickstoffaufnahme bei hohem Ertrag können zur Folge haben, daß der unerwünschte Aromastoff 2-Aminoacetophenon bei der Gärung entsteht.
Böcksер tritt als Schwefelwasserstoffgeruch bei jungen Weinen auf. Der viel unangenehmere Faul- und Hefeböcksер (Mercaptan-Böcksер) wird durch das übelriechende und fest haftende Ethylthiol verursacht, kann aber durch Behandlung mit Aktivkohle beseitigt werden. Die flüchtigen Schwefelverbindungen entstehen, indem Sulfit von den Hefen bis zum H_2S reduziert wird, das dann mit Ethanol zu Ethylthiol reagiert.
Weitere Geschmacksfehler sind z.B. der Firn- und Altgeschmack sowie der Korkgeschmack, der wahrscheinlich auf Stoffwechselprodukte von Mikroorganismen zurückgeht. Der Korkgeschmack beruht auf 2,4,6-Trichloranisol in Konzentrationen oberhalb von 15–20 ng/l sowie auf die anderen in Tab. 20.24 angegebenen Geruchsstoffe. Weitere Fehler sind das durch Milchsäurebakterien verursachte „Zähwerden" oder „Öligwerden", das auf der Bildung von viskositätserhöhenden Polysacchariden beruht, und der durch Essigsäure- oder Milchsäurebakterien bedingte Essig- oder Milchsäurestich (*pigure* oder *acescence*), oft verbunden mit der Mannitgärung, bei der zuweilen beträchtliche Mengen an Mannit entstehen.
Sorbinsäure kann durch heterofermentative Milchsäurebakterien zu 2-Ethoxy-3,5-hexadien umgesetzt werden, das in Konzentrationen von 0,1 mg/l einen „Geranienton" bedingt.
Das häufig bei Obst- und Beerenweinen, seltener bei Traubenweinen, anzutreffende Mäuseln ist mit einem an Mäuseharn erinnernden Geruch verbunden. Es wird angenommen, daß dieser Aromafehler von den in Tab. 20.24 angegebenen Tetrahydropyridinen, die aus dem Stoffwechsel von Mikroorganismen hervorgehen sollen, verursacht werden. Im Brot entsteht es auf nichtenzymatischem Weg und trägt zum angenehmen Röstaroma bei (cf. 15.4.3.3).
Rotweine zeigen das gleichfalls mikrobiell verursachte Umschlagen (*la tourne*), vor allem bei farbstoffarmen Weinen, wobei gleichzeitig der Gehalt an flüchtigen Säuren beträchtlich erhöht wird und Weinsäure sowie Glycerin abgebaut werden.
Das Bitterwerden von Rotweinen wird durch Bakterien, Schimmelpilze und Hefen verursacht. Der Bittergeschmack ist in erster Linie dem aus Glycerin gebildeten Divinylglykol zuzuschreiben.
Trübungen der Weine können als Hefe- und Bakterientrübungen auftreten und auch rein physikalisch bedingt sein, wie die Weinsteintrübung, bei der – häufig erst auf der Flasche – aus übersättigten Lösungen saures Kaliumtartrat (Weinstein) oder Calciumtartrat ausfällt, oder die Eiweiß-Gerbstoff-Trübungen, bei denen gelblichgraue, feine Schleier sich am Boden absetzen. Auch Trübungen, bedingt durch Salze der Schleimsäure sind bekanntgeworden.

20.2.8 Likörweine

Im Unterschied zum Wein werden Likörweine (ältere Bezeichnung „Dessertweine") nicht ausschließlich aus frischen oder eingemaischten Trauben oder Traubenmost hergestellt. Der Alkoholgehalt beträgt mindestens 15 Vol-% und

Tabelle 20.25. Zusammensetzung von Likörweinen

	Extrakt (g/l)	Alkohol (g/l)	Zucker (g/l)	Glycerin (g/l)	titrierbare Säure[a] (g/l)
Malaga	159,2	143,4	135,8	5,0	5,3
Portwein	67,6	166,5	47,0	2,8	4,5
Madeira	129,0	149,5	107,5		
Marsala	81,0	150,4	52,2	6,2	5,9
Samos	119,0	152,0	82,0	7,5	6,8
Tokayer Essenz	257,5	84,4	225,3	4,1	6,5
Rheingauer Trockenbeerenauslese	140,6	107,7	99,4	14,3	10,2
Pfälzer Trockenbeerenauslese	171,6	86,7	121,3	10,5	11,6
Sauternes Trockenbeerenauslese	127,8	101,2	82,7		0,3

[a] Als Weinsäure.

höchstens 22 Vol-%. Die Produktion erfolgt nach zwei verschiedenen, teilweise auch kombinierten Verfahren:

- *Konzentrierte Likörweine* werden hergestellt durch Vergärung von konzentrierten, sehr zuckerreichen Traubensäften (z.B. aus Trockenbeeren) oder durch Zusatz von konzentriertem Traubensaft zu Wein;
- *Gespritete Likörweine* (z.B. Shery/Malaga, Portwein/Madeira, Samos, Marsala) werden hergestellt aus teilweise vergorenem Most unter Zusatz von Alkohol oder gespritetem eingedicktem Most. Der Alkohol-Zusatz stoppt die Gärung.

Extrakt-, Alkohol- und Zuckergehalt derartiger Weine gehen aus Tab. 20.25 hervor.
Der Ausbau dieser Weine erfordert zumeist 2–5 Jahre. Zum Teil, z.B. bei Sherry, erfolgt die Lagerung in nur teilweise gefüllten Fässern unter Luftzutritt. Auf der Oberfläche bildet sich eine geschlossene Hefedecke (Sherryhefe). Der typische Geschmack geht auf die aeroben Bedingungen der Reifung zurück, bei denen unter Verbrauch von Alkohol und flüchtigen Säuren andere Verbindungen zunehmen, vor allem Ethanal, Acetale, Ester, Sotolon (cf. 5.3.1.3) und Butylenglykol. Bei Portwein wird vor der Beendigung der Gärung abgestochen und in Fässer mit Weindestillat gefüllt. Durch mehrmalige Wiederholung dieser Prozedur wird schließlich der gewünschte Endalkoholgehalt erreicht. Sotolon ist der Schlüsselaromastoff von Portwein. Seine Geruchsschwelle beträgt darin 19 μg/l. Während der Lagerung steigt seine Konzentration linear an. Eine ein Jahr gelagerte und eine 60jährige Probe enthielten 5 bzw. 958 μg/l Sotolon.

20.2.9 Schaumwein

Ausgehend von der Erfahrung, daß Kohlensäure die Weine, z.B. auch die bereits erwähnten Jungweine (Federweißer, Sauser), frisch, spritzig und lebendig macht, hat sich eine verfeinerte Form der Herstellung kohlensäurereicher Weinarten, der Schaumweine, entwickelt, die zu Beginn des 18. Jahrhunderts zuerst in der Champagne durchgeführt wurde (Champagner).

20.2.9.1 Flaschengärung (méthode champenoise)

Zur Herstellung von Schaumwein (Sekt) dient Jungwein geeigneter Weinbaugebiete, der aus Traubensäften besonderen Buketts (cuvé) durch Vergärung in Fässern gewonnen wird. Durch Verschnitt (*coupage*) von Weinen verschiedener Lagen, häufig unter Zusatz alter Weine, strebt man eine einheitliche Qualität des Endproduktes an.
Um den geklärten und ausgebauten stillen Wein in ein moussierendes Getränk umzuwandeln, wird er einer zweiten Gärung unterworfen, indem man die für den gewünschten Endalkoholgehalt (85–108 g/l) und den Kohlendioxiddruck (etwa 4,5 bar bei 20 °C) notwendige Zuckermenge (etwa

20–25 g/l) zusammen mit Reinzuchthefe zugibt. Gewählt werden Spezialhefen, die gärkräftig und wenig kohlensäureempfindlich sind und sich nach beendeter Gärung als fester körniger Trub (Depot) abscheiden.
Die Flaschen werden bis auf einen geringen Luftrest (Klammer) gefüllt (*tirage*) und mit Korken (auch mit Kunststoff-Stopfen und in großem Umfang mit Kronkorken) verschlossen und der Verschluß durch einen Stahlbügel (Agraffe) gesichert. Die Verwendung der Kulturgärhefen erlaubt es heute, die Flaschen sofort in Kellerräume von normaler Temperatur (9–12 °C) zu bringen. Die Gärung dauert mehrere Monate, der Ausbau des Sektes kann sich über 3–5 Jahre hinziehen. Dabei steigt der Kohlendioxiddruck stark an und je nach dem Druck unterscheidet man in Frankreich Schaumweine hohen Druckes (4,5–5 bar) als „grand mousseux“, solche mittleren Druckes (4–4,5 bar) als „mousseux“ und solche geringen Druckes (unter 4 bar) als „cremant“. Der in diesem Stadium „auf Stoß“ gestapelte Sekt wird nun zur Entfernung der Hefe (*Degorgieren*) in Rüttelpulten mit dem Hals nach unten mehrmals geschüttelt, bis der Hefetrub sich als Propf auf dem Korken ansammelt. Nach 6–8 Wochen wird die Flasche nach oben gedreht und der Kork mit Hilfe einer Degorgierzange entfernt. Dabei wird gleichzeitig der angesammelte Hefesatz aus der Flasche geschleudert. Um diesen schwierigsten Arbeitsgang der Schaumweinfabrikation zu erleichtern, friert man oft den obersten Teil des Flaschenhalses ein, so daß beim Degorgieren die Hefe im gebildeten Eispfropf abgetrennt werden kann.
Der von der Hefe befreite Schaumwein (*vin brut*) wird je nach gewünschter Geschmacksrichtung dosiert, indem „Likör“ (dosage; heute meist eine Lösung von Kandiszucker in Wein) zugegeben und die Flasche dann bis zur „Kammer“ (etwa 15 ml) aufgefüllt und wieder verschlossen wird. Zum weiteren harmonischen Ausbau lagert der Fertigsekt noch 3–6 Monate.
Um die zeitraubende und kostspielige Prozedur des Degorgierens zu vermeiden, ist man vielfach zur Filtrationsenthefung (*Transvasierverfahren*) übergegangen: Der in der Flasche vergorene Rohsekt wird zunächst in einen Tank gegeben, dort dosiert und dann in die Versandflasche gefiltert.

20.2.9.2 Großraumgärverfahren (produit en cuve close)

Um das teure und zeitraubende klassische Verfahren der Schaumweinherstellung zu vereinfachen, wird kohlensäurehaltiger Wein nicht in Flaschen, sondern in druckfesten Stahltanks vergoren und dosiert und nach entsprechender Klärung und Filtration stark unterkühlt auf Flaschen abgefüllt. Die Gärung dauert hier bei einem Druck von etwa 7 bar 3–4 Wochen.

20.2.9.3 Imprägnierverfahren

Beim Imprägnierverfahren (vin mousseux gacéifié) wird die Kohlensäure des Fertigproduktes nicht durch Gärung, sondern durch künstliche Imprägnierung des Weines – ähnlich wie bei künstlichem Mineralwasser – zugeführt. Zweite Gärung, Zuckerzusatz und Degorgieren entfallen hier, doch wird derartiger Schaumwein gleich anderen Sorten mit Likör gesüßt, verkorkt und verdrahtet. Auch Perlwein ist ein Wein mit künstlich zugeführter Kohlensäure, deren Druck zur Unterscheidung von Sekt auf 2,5 bar begrenzt ist.

20.2.9.4 Verschiedene Schaumweintypen

Champagner ist ein nach dem klassischen Flaschengärverfahren aus Weinen des französischen Weinbaugebietes der Champagne und nur dort hergestellter Schaumwein.
Nach dem Restzuckergehalt (g/l) werden die Sekte als extra brut (0–6), brut (0–15), extra dry (12–20), trocken (17–35), halbtrocken (35–50) oder mild (> 50) bezeichnet. Diabetikerschaumwein wird mit Sorbit gesüßt.
Fruchtschaumweine werden aus Obst- und Beerenweinen (Äpfel, Birnen, weiße und rote Johannisbeeren, Heidelbeeren) hergestellt. Das Verfahren der Wahl ist hier fast ausschließlich die oben beschriebene Imprägnierung.

20.2.10 Weinähnliche Getränke

Über die Zusammensetzung einiger typischer Produkte orientiert Tab. 20.26.

Tabelle 20.26. Zusammensetzung einiger weinähnlicher Getränke[a]

Getränk	Alkohol	Extrakt	Säure[b]	Zucker	Mineralstoffe
Tafelapfel	58,4	23,4	3,8+	1,7	2,8
Cidre	51,0	29,7	2,8+	10,4	2,6
Mostbirne	49,3	53,7	6,5+	9,0	4,1
Rote Johannisbeere	62,1	39,8	18,6*	1,8	4,0
Stachelbeere	96,3	78,6	7,5*	55,8	1,8
Sauerkirsche	101,4	62,7	11,7*	3,8	3,61
Malzwein	70,6	24,5	4,6+	4,9	1,36
Malton-Sherry	123,0	115,2	8,1+	55,9	2,3
Met	51,4	242,4	3,9+	208,0	1,34
Sake	121,2	28,6	5,7+	5,5	1,0

[a] Werte in g/l.
[b] Säure berechnet als Äpfelsäure+, als Citronensäure*.

20.2.10.1 Fruchtweine

Zur Herstellung verwendet man insbesondere Obstpreßsäfte (Obstmost) von Äpfeln, Birnen, Kirschen, Zwetschgen, Pfirsichen, Johannis-, Stachel- und Heidelbeeren, Preisel- und Himbeeren, von Hagebutten und Rhabarber. Die Verarbeitung entspricht im allgemeinen den bei Wein besprochenen Gesichtspunkten. Äpfel- und Birnenmaische wird zuerst abgekeltert und dann wird der abgepreßte Most vergoren. Beerenfruchtmaische wird dagegen zur Extraktion der Farbstoffe meist direkt zur Vergärung gebracht. Zur Unterdrückung von Fremdgärungen ist der Zusatz von Reinzuchthefen (Kaltgärhefen) üblich; die Gärkraft in den stickstoffarmen Beerenmosten kann durch geringe Mengen an Ammoniumsalzen (Gärsalze) gesteigert werden. Bei säurearmen Mosten, vor allem solchen aus Birnen, wird Milchsäure bis zu 3 g/l zugesetzt. Um reintönige Gärungen zu erzielen und den oft sauren Charakter zu mildern, ist bei Beeren- und Steinobstwein ein Zusatz von Zuckerwasser üblich. Kernobstsäfte werden durch Anrühren der Trester mit 10% Wasser und durch Zuckerzusatz bis zur Erhöhung des Mostgewichtes auf 55° Oechsle verbessert.
Kellereitechnische Maßnahmen, insbesondere Klärung und Stabilisierung erfolgen bei Fruchtweinen wie bei Wein.
Fruchtweine werden in vielen Ländern in größtem Umfang großtechnisch wie im Kleinstbetrieb aus den verschiedensten Obstarten gewonnen, z.B. der Apfelwein (Cidre) und der Birnenwein (Poiré) in Frankreich. In Deutschland sind Fruchtweine, z.B. an der Mosel, um Frankfurt, in Baden-Württemberg, ein Volksgetränk und werden meist als Most schlechthin bezeichnet.

20.2.10.2 Malzweine, Met

Malzweine werden durch Vergärung von Malzauszügen (Heißwasserextrakte aus geschrotetem Malz) hergestellt. Maltonweine werden gleichfalls aus Malz gewonnen, dem man zur Steigerung des Zucker- und Alkoholgehaltes bis zur 1,8fachen Menge des Malzes Zucker zusetzt. Die Würze wird mit Milchsäurebakterien gesäuert (0,6–0,8% Milchsäure), die Säurebildung durch Erhitzen auf 78 °C sistiert und anschließend wird mit Reinzuchthefe auf einen Alkoholgehalt von 10–13,5% vergoren. Es entstehen Getränke vom Charakter der Dessertweine, die aber durch ihren hohen Gehalt an Milchsäure und den Geschmack nach Malzextrakt sich von echten Dessertweinen unterscheiden.
Kwaß wird aus Gerstenmalz, Roggenmalz und Roggenmehl, gegebenenfalls unter Zuckerzusatz hergestellt.
Met wird durch Vergärung einer Honig-Wasser-Mischung (höchstens 2l Wasser auf 1 kg Honig) hergestellt. Er war bereits in frühgeschichtlicher Zeit ein weitverbreitetes Getränk in Europa und wird auch heute noch, vor allem in Ost- und Nordeuropa genossen.

20.2.10.3 Sonstige Erzeugnisse

Weitere weinähnliche Erzeugnisse sind Palm- und Agavenweine (Pulque), Ahorn- und Tamarindenweine sowie der Reiswein (Sake), ein sherryartiges Getränk, das warm genossen wird.

20.2.11 Weinhaltige Getränke

Weinhaltige Getränke sind unter Verwendung von Wein, Likörwein und/oder Schaumwein hergestellte alkoholische Getränke.

20.2.11.1 Wermutwein

Wermutwein wurde zuerst im letzten Drittel des 18. Jahrhunderts in Italien (Vermouth di Torino, Vino Vermouth), später auch in Ungarn, Frankreich, Slowenien und Deutschland erzeugt. Zur Herstellung wird entweder Wermutkraut (*Artemisia absynthium*) mit gärendem Most oder mit Wein extrahiert, oder es wird ein Extrakt aus der Pflanze zugegeben. Zusätze anderer würzender Pflanzenteile (Thymian, Enzian, Calmus u.a.) sind üblich.

20.2.11.2 Kräuterweine (aromatische Weine)

Kräuterweine sind Getränke, die aus Wein unter Verwendung würzender Kräuter hergestellt werden, z.B. Bitterweine von der Art des Ingwerweines.

20.3 Spirituosen

20.3.1 Einführung

Spirituosen sind alkoholische Getränke, deren Alkohol aus der Destillation (Brennen) vergorener zuckerhaltiger Flüssigkeiten stammt. Man unterscheidet Branntweine, Liköre, Punschextrakte und alkoholhaltige Mischgetränke. Tab. 20.27 vergleicht für ausgewählte Länder den Alkoholkonsum beim Genuß von Spirituosen, Wein und Bier.

Tabelle 20.27. Alkoholkonsum 2003 nach Getränkearten in l pro Einwohner

Land	Spirituosen	Wein	Bier	Summe
Luxemburg	1,6	6,7	4,3	12,6
Ungarn	3,5	3,9	4,0	11,4
Tschechien	3,8	1,0	6,2	11,0
Irland	2,0	2,7	6,1	10,8
Deutschland[a]	1,0	2,6	5,6	10,1
Spanien	2,4	3,2	4,4	10,0
UK	1,8	2,2	5,6	9,6
Dänemark	1,1	3,5	4,9	9,5
Frankreich	2,4	4,9	2,0	9,3
Österreich	1,4	3,2	4,7	9,3
Schweiz	1,6	4,1	3,3	9,0
Slowakei	3,5	1,2	3,8	8,5
Lettland	6,1	0,5	1,5	8,1
Griechenland	1,6	3,4	2,7	7,7
Schweden	0,9	1,7	2,3	4,9

[a] Im Jahr 2004.

20.3.2 Branntweine und Alkohol für Lebensmittel

Branntweine sind extraktfreie oder extraktarme Spirituosen mit oder ohne Geschmackszutaten.

20.3.2.1 Herstellung von Branntweinen

Die Herstellung läuft darauf hinaus, aus alkoholhaltigen Flüssigkeiten den Alkohol durch Destillation abzutreiben. Flüssigkeiten, die solchen Bedingungen genügen, können entweder bereits Alkohol enthalten oder aber über die alkoholische Vergärung von zuckerhaltigen Maischen gewonnen werden, wobei gärfähige Zucker (D-Glucose, D-Fructose, D-Mannose und D-Galactose) entweder bereits vorliegen, oder aber durch Hydrolyse von Di- und Oligosacchariden (Saccharose, Lactose, Raffinose, Gentianose, Melecitose u.a.) bzw. von Polysacchariden erst gebildet werden.
Rohstoffe sind vor allem:

- alkoholische Flüssigkeiten (Wein, Bier, Obstweine, vergorene Milch);
- zuckerhaltige Stoffe (Zuckerrohr, Zuckerrübe und deren Melassen, Obstarten und Obsterzeugnisse, Obsttrester, Molke, Palmensaft und tropische zuckerreiche Pflanzenteile);