

# Inhalt

**Vorwort** ..... 8

---

**1 Einführung und die Idee des Buches**

<b>1.1 Die Wertschöpfungskette und ihre Verästelungen</b> .....	14	<b>1.7 Nachhaltigkeit als betriebliche Zielgröße</b> .....	27
<b>1.2 Die Beschaffenheit von Wein als Ausdruck seiner Qualität</b> .....	15	<b>1.8 Betriebsgrößen und kellerwirtschaftliche Konsequenzen</b> .....	29
<b>1.3 Weinqualität aus Sicht des Verbrauchers</b> .....	17	<b>1.9 Technologie und Weinrecht</b> .....	32
<b>1.4 Einflussmöglichkeiten der Kellerwirtschaft auf die Beschaffenheit von Wein</b> .....	19	<b>1.10 Die Struktur des Buches</b> .....	33
<b>1.5 Die Beschreibung von Wein</b> .....	21		
<b>1.6 Weintechnologie als Managementaufgabe</b> .....	26		

---

**2 Die Traube: Anatomie des Rohstoffes**

<b>2.1 Einfluss von Rebsorte und Struktur der Traubenbeere auf den späteren Wein</b> .....	36	<b>2.2 Die Feinstruktur der Zellen und die enzymatisch-mechanische Gewebeerstörung im Verlauf der Beerenreife und der Verarbeitung</b> .....	41
<b>2.1.1 Die wesentlichen Gewebe der Traubenbeere</b> .....	38	<b>2.2.1 Die wesentlichen Zellbestandteile</b> ..	41
<b>2.1.1.1 Kutikula</b> .....	38	<b>2.2.1.1 Vakuolen</b> .....	41
<b>2.1.1.2 Exokarp</b> .....	38	<b>2.2.1.2 Zellwand</b> .....	42
<b>2.1.1.3 Mesokarp</b> .....	40	<b>2.2.1.3 Phenole (phenolische Verbindungen; Polyphenole)</b> .....	43
<b>2.1.1.4 Stielgerüst</b> .....	40	<b>2.2.2 Enzymatisch-mechanische Zerstörung der Zellen</b> .....	44
<b>2.1.1.5 Kerne</b> .....	40	<b>2.2.2.1 Exkurs: Nomenklatur und Funktion von Enzymen</b> .....	45
<b>2.1.1.6 Segmentierung von Inhaltsstoffen</b> .....	40	<b>2.2.2.2 Mechanische Gewebebeschädigungen</b> ..	49
		<b>2.2.3 Beerenreife und Pilzbefall</b> .....	50

### 3 Saftgewinnung aus Traube oder Maische

<b>3.1 Die Ernte der Trauben</b>	56	<b>3.4 Saftgewinnung aus Traube und Maische</b>	84
3.1.1 Die mechanische Traubenlese	56	3.4.1 Prinzip der Phasentrennung mit Pressen	84
3.1.2 Die Erntemaschine als verfahrenstechnisches Aggregat	59	3.4.2 Einflussgrößen auf die Saftzusammensetzung	86
3.1.2.1 Mengenreduzierung durch Ausdünnung	59	3.4.2.1 Mechanische Belastung beim Füllen einer Presse	86
3.1.2.2 Abbeeren der Trauben auf der Erntemaschine	60	3.4.2.2 Einfluss des Füllgrades der Presse	87
3.1.2.3 Die Direktentsaftung der Maische mithilfe eines integrierten Dekaners	61	3.4.2.3 Einfluss des Presssystems	88
3.1.2.4 Dosage von Behandlungsmitteln auf der Erntemaschine	61	3.4.2.4 Einfluss des Pressprogramms	88
<b>3.2 Einfluss der Förderung bzw. Stapelung im Kelterhaus</b>	62	3.4.2.5 Beschaffenheit unterschiedlicher Saftfraktionen	90
3.2.1 Verfahrens- und maschinentechnische Möglichkeiten auf dem Weg in die Presse	62	<b>3.5 Der Gesamtprozess von der Traube zum Saft</b>	91
3.2.2 Einfluss der Trauben- und Maischebehandlung auf Most und Wein	63	3.5.1 Maschinen- und Verfahrenstechnik bei diskontinuierlicher Saftgewinnung	92
3.2.2.1 Einfluss der Rebsorte und des Zustandes der Beeren	64	3.5.1.1 Pneumatische Membranpressen	92
3.2.2.2 Einfluss von Temperatur/Klimaveränderung	65	3.5.1.2 Spindelpressen	96
3.2.2.3 Der Einfluss von Scherkräften auf Beeren und Maische	66	3.5.1.3 Schlauchpressen	96
3.2.2.4 Einfluss einer Maischestandzeit in Stapelbehältern	72	3.5.1.4 Hydraulische Kolbenpressen	96
3.2.2.5 Einfluss der Verarbeitungsgeschwindigkeit	73	<b>3.5.2 Verfahrenstechnik bei der diskontinuierlichen Saftgewinnung</b>	97
<b>3.3 Behandlungsmaßnahmen im Trauben- und Maischestadium</b>	73	3.5.2.1 Kelterhaus eines Betriebes mittlerer Größe	98
3.3.1 Oxidationsschutz im Trauben- und Maischestadium	78	3.5.2.2 Traubenverarbeitung in einem Großbetrieb	99
3.3.1.1 Kohlenstoffdioxidgas und Trockeneis	80	<b>3.5.3 Maschinen- und Verfahrenstechnik bei kontinuierlicher Saftgewinnung</b>	100
3.3.1.2 Schwefeldioxid	80	3.5.3.1 Schnecken- und Impulsschneckenpressen	100
3.3.1.3 Ascorbinsäure	80	3.5.3.2 Bandpressen	101
3.3.2 Oxidation als Maischebehandlungsmaßnahme	81	3.5.3.3 Horizontal-Schneckenzenrifuge (Dekanter)	102
3.3.3 Zusatz von Handelsenzymen	81	<b>3.5.4 Verfahrenstechnik der kontinuierlichen Saftgewinnung</b>	104
3.3.4 Zugabe von Behandlungsmitteln	82	<b>3.6 Pressen als verfahrenstechnische Aggregate</b>	105
3.3.4.1 Aktivkohle	82		
3.3.4.2 Gelatine	84		

## 4 Technologie des Rotweines

<b>4.1 Phenole (phenolische Verbindungen; Polyphenole) . . . . .</b>	<b>108</b>	<b>4.2.4 Techniken der Maischegärung . . . . .</b>	<b>134</b>
4.1.1 Anthocyane . . . . .	111	4.2.4.1 Offene Maischegärung (Büttengärung) . . . . .	135
4.1.1.1 Diffusion in den Saft . . . . .	111	4.2.4.2 Drucklose Maischegärung in geschlossenen Behältern . . . . .	135
4.1.1.2 Farbigkeit der Anthocyane . . . . .	112	4.2.4.3 Gärung im Druckbehälter (Druck-Wechsel-Verfahren) . . . . .	139
4.1.1.3 Farbestimmung . . . . .	113	4.2.4.4 Die intrazelluläre Gärung (Maceration carbonique) . . . . .	141
4.1.2 Tannine (Gerbstoffe) . . . . .	114	4.2.5 Kontinuierliche Rotweinverfahren . . . . .	143
4.1.3 Gesamtphenole . . . . .	115	4.2.5.1 Maischekurzzeithocherhitzung in Kombination mit einem Dekanter . . . . .	143
<b>4.2 Methoden der Rotweinbereitung . . . . .</b>	<b>116</b>	4.2.5.2 Flash Detente oder Thermo Flash-Verfahren . . . . .	143
4.2.1 Erzeugung von Weißherbst oder Blanc de Noirs . . . . .	118	4.2.6 Technologien für unterschiedliche Rotweinstile . . . . .	145
4.2.2 Die Maischeerhitzung . . . . .	119	4.2.7 Vergleiche unterschiedlicher Rotweinverfahren . . . . .	146
4.2.2.1 Die Maischeerwärmung (Langzeiterwärmung) . . . . .	120	4.2.7.1 Maischegärung oder Erhitzung? . . . . .	148
4.2.2.2 Kurzzeithocherhitzung der Maische (KHE) . . . . .	121	4.2.7.2 Vergleiche unterschiedlicher Maischegärtanks . . . . .	149
4.2.2.3 Einflussgrößen auf das Ergebnis einer Maischeerhitzung . . . . .	124	4.2.8 Rotweinverfahren im Zusammenhang . . . . .	150
4.2.2.4 Einsatz von Enzymen nach einer Erhitzung . . . . .	126		
4.2.3 Einflussgrößen für die Maischegärung . . . . .	128		

## 5 Vom Saft zum Wein

<b>5.1 Trubmanagement beim Weinausbau . . . . .</b>	<b>153</b>	5.1.2.3 Filter zur Mostklärung . . . . .	172
5.1.1 Chemie und Physik des Trubs in Most und Wein . . . . .	154	5.1.2.4 Kieselgurfiltration mit Kerzen- oder Scheibenfiltern . . . . .	175
5.1.1.1 Stabilisierung von Kolloiden . . . . .	156	5.1.2.5 Druckentspannungsflotation . . . . .	176
5.1.1.2 Entstabilisierung von Kolloiden mit Enzymen oder Flockungsmitteln . . . . .	158	5.1.3 Vergleich der Verfahren zur Mostklärung . . . . .	180
5.1.1.3 Die Messung von Trub bzw. Trübung in Most und Wein . . . . .	158	<b>5.2 Mostpasteurisation . . . . .</b>	<b>183</b>
5.1.1.4 Mechanische Trennverfahren . . . . .	161	5.2.1 Verfahrenstechnik der Mostpasteurisation . . . . .	184
5.1.2 Mostklärung – die Einstellung des Trubgehaltes vor der Gärung . . . . .	162	5.2.2 Grundlagen der Pasteurisation . . . . .	187
5.1.2.1 Klärung durch Sedimentation (Entschleimung) . . . . .	164	5.2.3 Auswirkungen einer Mostpasteurisation . . . . .	190
5.1.2.2 Mostvorklärung mit Zentrifugen . . . . .	167		

<b>5.3 Alkoholmanagement durch Alkoholerhöhung bzw. -reduzierung</b>	192	<b>5.5 Die Herstellung von Süßreserve</b>	222
5.3.1 Vom Mostgewicht zum Alkohol im Wein	193	5.5.1 Mostvorbereitung	223
5.3.2 Die Technik der Alkoholerhöhung	196	5.5.2 Stummschwefeln mit Entschwefelung	225
5.3.2.1 Anreicherung mit Saccharose	196	5.5.3 Seitz-Böhi-Verfahren	227
5.3.2.2 Verwendung von Rektifiziertem Traubenmostkonzentrat (RTK)	198	5.5.4 Kaltsterile Süßreserveeinlagerung	229
5.3.2.3 Verwendung von Traubenmostkonzentrat	199	5.5.5 Kaltsterile Einlagerung nach einer Kurzzeithocherhitzung (KZE)	230
5.3.2.4 Mostkonzentrierung durch Wasserentzug	199	5.5.6 Heißeinlagerung von Süßreserve	230
5.3.2.5 Methodenvergleich	200	5.5.7 Einlagerung mit Sorbinsäure (E 200–203)	232
5.3.3 Alkoholreduzierung durch Senkung des Zuckergehalts im Most	202	5.5.8 Herstellung von Farbsüßreserve	232
<b>5.4 Behandlungsmittel des Mostes</b>	203	5.5.9 Verfahrensvergleich	232
5.4.1 Maßnahmen zur Unterstützung der Mostklärung	204	5.5.10 Süßreservezugabe	233
5.4.1.1 Entstabilisierung von Kolloiden durch Flockungsmittel	204	<b>5.6 Die alkoholische Gärung</b>	233
5.4.1.2 Bestimmung des Flockungsmittelbedarfs	205	5.6.1 Reinzuchthefegärung oder Spontangärung	235
5.4.1.3 Gelatine als Schönungsmittel	205	5.6.1.1 Die Spontangärung	236
5.4.1.4 Kieselöl als Kombinations-Schönungsmittel	206	5.6.1.2 Die Reinzuchthefegärung	238
5.4.1.5 Hausenblase	207	5.6.2 Kriterien für die Auswahl eines Hefestammes	241
5.4.1.6 Pflanzliche Proteine aus Erbsen oder Weizen	208	5.6.3 Zusatz von Gärhilfsmitteln	243
5.4.1.7 Klärerden: Kaolin und Bentonit	209	5.6.4 Technik der alkoholischen Gärung	244
5.4.1.8 Mostbehandlung mit Tannin	213	5.6.4.1 Temperaturmanagement bei der Gärung	245
5.4.1.9 Zugabe von technischen Enzymen zum Most	213	5.6.4.2 Jungweinelagerung auf der Hefe/Sur lies-Effekt	250
5.4.1.10 Ergebnisse kombinierter Klärmaßnahmen	217	5.6.4.3 Gärstörungen	251
5.4.2 Maßnahmen zur Geruchs- und Geschmacksharmonisierung	218	5.6.4.4 Die Gärparameter im Zusammenhang	252
5.4.2.1 Aktivkohle	219	<b>5.7 Verarbeitung von Süß- und Hefetrub</b>	253
5.4.2.2 PVPP (Polyvinylpyrrolidon)	220	5.7.1 Techniken zur Trubverarbeitung	255
5.4.2.3 Kasein	221	5.7.1.1 Destillation	256
5.4.3 Stabilisierende Maßnahmen	222	5.7.1.2 Thermische Trocknung	256
		5.7.1.3 Landbauliche Verwertung, evtl. zusammen mit dem Trester	256
		5.7.2 Mechanische Trocknung	257
		5.7.2.1 Hydropresse	257
		5.7.2.2 Cross-Flow-Mikrofilter	257
		5.7.2.3 Kammerfilterpresse (Hefefilter)	258
		5.7.2.4 Verfahrensvergleiche	260

## 6 Vom Jungwein zum füllfertigen Wein

<b>6.1 Säuremanagement</b> .....	263	<b>6.4 Die Stabilisierung des Weines</b> .....	320
6.1.1 Die Säuren des Weines .....	264	6.4.1 Säurestabilisierung (KHT, CaT) .....	320
6.1.2 Säureerhöhung .....	265	6.4.1.1 Überprüfung der Weinsteinstabilität ...	323
6.1.3 Säurereduzierung .....	266	6.4.1.2 Beschleunigung der Kristallisation .....	324
6.1.3.1 Die malolaktische Gärung (Bakterieller Säureabbau, BSA) .....	266	6.4.1.3 Stabilisierung durch Schutzkolloide ...	326
6.1.3.2 Die chemische Entsäuerung .....	273	6.4.1.4 Elektrodialyse zur Entfernung von überschüssigen Ionen .....	330
<b>6.2 Die Zugabe von SO<sub>2</sub> („Schwefelung“)</b> 278		6.4.1.5 Weitere Methoden zur Entfernung überschüssiger Ionen .....	332
6.2.1 Lösung und Dissoziation von SO <sub>2</sub> in Wein .....	279	<b>6.4.2 Metallstabilisierung</b> .....	332
6.2.2 Freie und gebundene schweflige Säure .....	280	6.4.2.1 Die Blauschönung mit Kalium- hexacyanoferrat-II .....	333
6.2.3 Die Wirkung der schwefligen Säure in Wein .....	280	6.4.2.2 Zugabe von Phytat .....	334
6.2.4 Technik der SO <sub>2</sub> -Zugabe .....	284	6.4.2.3 Maskierung von Schwermetallen durch Komplexbildner .....	335
6.2.5 Die Diskussion um die Weinbehand- lung mit SO <sub>2</sub> .....	287	6.4.2.4 Absorberharze zur Metallstabilisierung .	335
6.2.6 Weine ohne Schwefelzusatz .....	288	<b>6.4.3 Eiweißstabilisierung</b> .....	335
<b>6.3 Abstich und Weinklärung</b> .....	289	6.4.4 Kolloidstabilisierung .....	337
6.3.1 Die Umlagerung des Jungweines ...	289	6.4.4.1 Eiweißschönungen .....	337
6.3.2 Die Weinklärung .....	290	6.4.4.2 Chitinderivate: Chitosan und Chitin- Glucane .....	339
6.3.3 Grundlagen der Filtration .....	291	6.4.4.3 Mikrobiologische Stabilisierung .....	340
6.3.4 Kuchenfiltration mit wachsender Schicht (Kieselgurfiltration) .....	295	<b>6.5 Harmonisierung von Weininhaltsstoffen</b> .....	340
6.3.5 Tiefenfiltration mit vorgefertigten Filterschichten .....	299	6.5.1 Korrektur von Weinfehlern oder geschmacklichen Unsauberkeiten ..	340
6.3.5.1 Schichtenfiltration .....	300	6.5.1.1 Weinfehler durch schwefelhaltige Verbindungen und ihre Beseitigung ...	341
6.3.5.2 Filterkerzen .....	303	<b>6.5.2 Alkoholmanagement/Alkohol- reduzierung</b> .....	343
6.3.5.3 Filtrationsverlauf bei Tiefenfiltern .....	304	6.5.2.1 Destillation .....	344
6.3.6 Statische Membranfiltration (Dead End-Filtration) .....	305	6.5.2.2 Membranverfahren zur Alkohol- reduzierung .....	346
6.3.7 Dynamische Membranfiltration (Cross-Flow-Filtration) .....	307	6.5.2.3 Membranverfahren zur Abtrennung von flüchtigen Säuren .....	350
6.3.7.1 Membrane .....	311	6.5.2.4 Membranverfahren in der Keller- wirtschaft: heute und morgen? .....	350
6.3.7.2 Module (Membranen in Gehäusen) ...	314	<b>6.5.3 Holz als Stilmittel</b> .....	352
6.3.7.3 Membranfilteranlagen .....	314	6.5.3.1 Struktur und chemische Zusammen- setzung von Fassholz .....	352
6.3.7.4 Deckschichtbildung bei der Cross-Flow- Filtration (Membrane fouling) .....	316	6.5.3.2 Das Toasten .....	354
6.3.8 Die Weinklärung im Zusammen- hang .....	318	6.5.3.3 Vorgänge bei der Weinlagerung in Holzfässern .....	355
		6.5.3.4 Barrique-Lagerung .....	356

---

6.5.3.5	Verweilzeit im Barrique .....	357	6.5.4.4	Oxidativer oder reduktiver Ausbau .....	363
6.5.3.6	Alternativstoffe für die Barrique- Lagerung: Staves, Chips, Tannin .....	358	6.5.4.5	Gasaustausch in Wein .....	364
6.5.4	Sauerstoffaufnahme und Gas- management .....	359	6.5.5	Weinzusammenstellung .....	367
6.5.4.1	Makrooxigenierung .....	360	6.5.5.1	Verschnitt und Süßreservezugabe .....	367
6.5.4.2	Mikrooxigenierung .....	360	6.5.5.2	Übergabe zur Füllung .....	368
6.5.4.3	Das Redoxsystem Wein .....	361	6.6	Bioweine/Ökoweine .....	368

---

## 7 Nebenprodukte der Weinbereitung

7.1	Traubenverwertung .....	370	7.5	Schaumwein, Sekt, Crémant .....	376
7.2	Softverwertung .....	371	7.5.1	Versenkung durch Flaschengärung ..	378
7.3	Tresterverwertung .....	372	7.5.2	Tankgärverfahren .....	378
7.4	Weinveredlung .....	374	7.6	Aromatisierte Getränke .....	379

---

## 8 Die Abfüllung als Qualitätsparameter für Wein

8.1	Die Abfüllfiltration .....	382	8.3.3	Gleichdruckfüller im Normaldruck- bereich (Normaldruckfüller) .....	388
8.2	Behältnisse .....	383	8.3.4	Gasmanagement bei der Abfüllung ..	389
8.2.1	Glasflaschen als Füllbehältnis für Wein .....	383	8.4	Flaschenverschlüsse .....	390
8.2.2	Reinigung und Sterilisation von Glasflaschen .....	384	8.4.1	Naturkorken als Flaschenverschluss	390
8.2.3	PET-Flaschen (Polyethylentereph- thalat-Flaschen) .....	386	8.4.2	Press- und Kunststoffkorken .....	392
8.2.4	Bag-in-Box .....	386	8.4.3	Schraubverschlüsse (Anrollver- schlüsse) .....	393
8.3	Fülltechnik .....	386	8.4.4	Glasverschluss, Abreißverschluss und Kronkorken .....	394
8.3.1	Gleichdruckfüller im Unterdruck- bereich (Vakuumfüller) .....	387	8.4.5	Vergleich der Verschlusssysteme im Dauertest .....	394
8.3.2	Gleichdruckfüller im Überdruck- bereich (Druckfüller) .....	388			

---

## 9 Pumpen, Behälter, Sensor-Messtechnik und Managementsysteme

<b>9.1 Pumpen in der Kellerwirtschaft ...</b>	<b>397</b>	<b>9.3 Sensor-Messtechnik: Erfassung und Verarbeitung von Messdaten .....</b>	<b>417</b>
9.1.1 Anforderungen an Pumpen in der Kellerwirtschaft .....	397	9.3.1 Qualitätserfassung während des Weinausbaus .....	419
9.1.2 Aufbau und Funktion von Pumpen in der Kellerwirtschaft .....	398	9.3.2 Qualitätserfassung bei der Annahme	419
9.1.2.1 Hubkolbenpumpe .....	398	9.3.3 Temperaturregelung bei der Gärung	420
9.1.2.2 Exzenterschneckenpumpe (Mohno- pumpe) .....	399	9.3.4 Messtechnik bei der Abfüllung ....	420
9.1.2.3 Impellerpumpe .....	400	<b>9.4 Managementsysteme .....</b>	<b>421</b>
9.1.2.4 Membranpumpe .....	400	9.4.1 Gesetzliche Rahmenbedingungen der Weinerzeugung .....	422
9.1.2.5 Kreiselpumpen .....	400	9.4.2 Das HACCP-Konzept .....	423
9.1.2.6 Schlauchpumpen .....	402	9.4.3 Normen und privatwirtschaftliche Regelungen .....	426
9.1.2.7 Pumpen im Vergleich .....	402	9.4.4 Betriebshygiene .....	428
9.1.3 Kennlinien und Pumpenauslegung	403	9.4.5 Reinigung und Desinfektion .....	429
<b>9.2 Behälter in der Kellerwirtschaft ...</b>	<b>405</b>	9.4.6 Die Technik der chemischen Reini- gung .....	433
9.2.1 Betontanks .....	406	9.4.6.1 Reinigung von Rohrleitungen und Schläuchen .....	434
9.2.2 Kunststoffbehälter .....	407	9.4.6.2 Tankreinigung .....	435
9.2.3 Stahlbehälter mit Innenauskleidung	408	9.4.6.3 Reinigung von Spezialmaschinen ....	435
9.2.4 Edelstahltanks .....	409	9.4.6.4 Technische Voraussetzungen für die Reinigung .....	436
9.2.4.1 Die wichtigsten Edelstähle in Kellereien	409		
9.2.4.2 Oberflächenbehandlung von Edelstählen	410		
9.2.4.3 Korrosion .....	410		
9.2.4.4 Tankausstattungen und Tankbatterien ..	413		

## 10 Schlussbetrachtung

### Service

Abkürzungsverzeichnis .....	444
Literaturverzeichnis .....	446
Bildquellen .....	464
Stichwortverzeichnis .....	465