

Praktikerhandbuch Oenologie

Inhalt

A. Weinbereitung

1. Weinrecht	13
1.1 Das neue Weingesetz	13
1.2 Begriffe und Definitionen	14
1.2.1 Erzeugnisse	14
1.2.2 Weinarten	15
1.2.3 Begriffsdefinitionen Alkoholgehalt	15
1.3 Bezeichnungsrecht	16
1.3.1 Obligatorische, fakultative und sonstige Angaben	16
1.3.2 Herkunftsangaben	16
1.3.3 Rebsortenangaben – Negativ-Rebsortenliste für „Deutschen Wein“	17
1.3.4 Angaben zu Nährwert und Zutaten	18
1.3.5 Weinbezeichnungen	19
1.4 Mengenregulierung	20
1.4.1 Modelle der Mengenbegrenzung für Qualitätswein in Deutschland	20
1.4.2 Zuordnung der Erzeugnisse zu unterschiedlichen Qualitätsgruppen	21
1.5 Produktspezifikationen und weinrechtliche Eckdaten	21
1.6 Perl- und Schaumwein	24
1.6.1 Gesetzliche Bestimmungen Perlwein	24
1.6.2 Gesetzliche Bestimmungen Schaumwein	25
1.7 Traubensaft – Anforderungen und Regelungen	27
1.7.1 Definition	27
1.7.2 Ausgangsstoffe	27
1.7.3 Analytische Grenzwerte für Traubensaft	27
1.7.4 Erlaubte Behandlungsstoffe zur Herstellung von Traubensaft	27
1.7.5 Nicht erlaubte Stoffe zur Herstellung von Traubensaft	27
1.7.6 Verarbeitungsverbot – Buchführungspflicht	27
1.7.7 Bezeichnungsrechtliche Regelungen für Traubensaft	28
1.7.8 Nährwertangaben	28
1.7.9 Begleitdokumentenpflicht	28
1.8 Aromatisierte Getränke	29
1.8.1 Aromatisierter Wein	29
1.8.2 Aromatisiertes weinhaltiges Getränk	29
1.8.3 Aromatisierter weinhaltiger Cocktail	29
1.8.4 Geschmacksangaben bei aromatisierten weinhaltigen Getränken	29
1.9 Entalkoholisierte Weine	30
2. Reife, Lese und Verarbeitung von Trauben	31
2.1 Entwicklung der Traubenreife	31
2.2 Inhaltsstoffe der Beere und Traubenreife	32
2.2.1 Verteilung der Inhaltsstoffe in der Beere zum Zeitpunkt der Reife	32
2.2.2 Entwicklung der wichtigsten Inhaltsstoffe in der Beere während der Reife	33
2.3 Entwicklung des Beerenaromas während der Reife	36
2.3.1 Veränderung der Beerenzusammensetzung durch <i>Botrytis cinerea</i>	38
2.3.2 Vorschlag von Schwellenwerten für Fäulnisindikatoren bei Trauben	42
2.4 Bestimmung der Beerenreife	42
2.4.1 Beerenprobe zur Reifebestimmung	43
2.4.2 Beerensoristik	43
2.5 Faktoren zur Ertrags- und Ausbeuteberechnung	46
2.5.1 Abschätzung der Erntemenge	46
2.5.2 Überblick über Traubengewichte verschiedener Rebsorten in der Pfalz	46
2.5.3 Rebsorten und ihre Ausbeuten	46
2.5.4 Ausbeute bei Maische und Most	47

2.5.5 Ausbeuten bei verschiedenen Rebsorten	47
2.5.6 Ausbeute bei vergorener Rotweinmaische	47
2.6 Umrechnungsschlüssel (Koeffizienten)	47
2.7 Zupfkraft beim Abbeeren ausgewählter Rebsorten	48
2.8 Umrechnungsfaktoren von der Traube bis zum Fasswein in Abhängigkeit von Ausbaugrad und Ausbeute	48
2.9 Pressen von Trauben und Maische	49
2.9.1 Qualität und Beschaffenheit des Lesegutes	49
2.9.2 Presstechnik	49
2.9.3 Grundsätzliches zum Pressen von Maische	49
2.9.4 Veränderung wichtiger Inhaltsstoffe im Zuge der Pressung	52
2.9.5 Probleme beim Pressen	54
3. Most	55
3.1 Mindestanforderungen an Alkoholgehalte vor und nach der Anreicherung	55
3.2 Mostgewicht und Zuckergehalt	55
3.2.1 Hinweise zur Zuckerbestimmung	55
3.2.2 Maßeinheiten für Zuckergehalte im Most	56
3.2.3 Messung mit dem Refraktometer	56
3.2.4 Messung mit der Mostwaage	56
3.2.5 Beziehung zwischen Brix-, Oechsle-, Baumé- und Klosterneuburger Graden (KMW)	57
3.2.6 Formeln zur näherungsweisen Umrechnung zwischen Brix-, Oechsle-, Baumé- und Klosterneuburger Graden	58
3.2.7 Eiswein – Mostgewichtsprognose	58
3.3 Anreicherung von Mosten	58
3.3.1 Allgemeines	58
3.3.2 Zuckergerechnung	59
3.3.3 Maischegärung – Anreicherung nach Saftentzug	59
3.3.4 Berechnung des Potenziellen Alkoholgehaltes aus dem ermittelten Zuckergehalt	60
3.3.5 Neue Tabelle zur Umrechnung des Mostgewichts in Potenziellen Alkohol	61
3.3.6 Alte Tabelle zur Umrechnung des Mostgewichts in Potenziellen Alkohol (g/l) für Rotweine	62
3.3.7 Auswahl des Zuckergerechnungsfaktors – Anreicherungstabelle	63
3.3.8 Alkoholgrenzen für angereicherte Weine der Weinbauzone A	63
3.4 Mostkonzentrierung	64
3.5 Anreicherung mit rektifiziertem Traubenmostkonzentrat (RTK)	70
3.6 Restzuckerberechnung nach der Dichte mit Mostwaage oder Biegeschwinger	72
3.6.1 Allgemeines	72
3.6.2 Korrekturfaktoren zur Restzuckerberechnung nach Anreicherung in der Gärung nach Ausgangsmostgewichten und Säurewerten	73
3.7 Rückrechnung von Gesamtalkohol in ursprüngliches Mostgewicht	74
4. Säuerung und Entsäuerung von Most und Wein	77
4.1 Orientierungswerte für die Gehalte an Flüchtiger Säure bei Most und Wein bei gesundem Lesegut und normaler Verarbeitung	77
4.2 Faktoren zur Umrechnung der Säuren im Wein	77
4.3 Säuerung von Wein	78
4.3.1 Regeln und Vorprobe	78
4.3.2 Überblick zur Säuerung gültig ab 2022	78
4.3.3 Tabelle zur Säuerung von Wein innerhalb der derzeit gültigen Höchstgrenzen	79
4.4 Entsäuerung	79
4.4.1 Vergleich von Most –und Weinentsäuerung	79
4.4.2 Berechnung der Kalkmenge bei der Normalentsäuerung	80
4.4.3 Doppelsalzensäuerung	80
4.4.4 Berechnung der Doppelsalzensäuerung	82
4.4.5 Vergleich der Entsäuerungsmethoden	83
4.4.6 Behandlungsmittel und Reaktionen	84
4.4.7 Entsäuerung – chemisch betrachtet	86
4.4.8 Pufferung von Wein durch Kaliumhydrogencarbonat	87
4.5 Weinsteinstabilisierung	87
4.5.1 Weinstein	87
4.5.2 Schutzkolloide	88

5. Hefen für die alkoholische Gärung	91
5.1 Allgemeines.....	91
5.1.1 Einfluss auf den Wein	91
5.1.2 Spontangärung	91
5.1.3 Temperaturlösung bei der alkoholischen Gärung	91
5.1.4 Reinzuchtheften allgemein.....	91
5.1.5 Reinzuchtheften – Herstellung und Zellzahlen.....	92
5.1.6 Bedingungen und Maßnahmen für eine erfolgreiche alkoholische Gärung.....	94
5.1.7 Überblick über die Trübungswerte bei der alkoholischen Gärung.....	96
5.2 Hefeverwertbare Stickstoffverbindungen.....	96
5.2.1 Analyse von Stickstoffverbindungen.....	97
5.3 Nährstoffversorgung der Hefen.....	98
5.3.1 Zusatzzeitpunkte von Hefenährstoffen.....	99
5.3.2 Präparate für die Hefeernährung.....	100
5.3.3 Thiamin.....	100
5.4 Übersicht Reinzuchtheften – Handelspräparate in Deutschland	102
5.4.1 Hefen überwiegend für Weißweine	102
5.4.2 Hefen überwiegend für die Rotweinbereitung	113
5.4.3 Hefen überwiegend für die Roséweinbereitung	119
5.4.4 Hefen mit starkem Durchgärvermögen (auch Neustart der Gärung)	121
5.4.5 Hefen für die Sekt- und Champagnerbereitung	122
5.5.6 Mischpräparate mit selektionierten Nichtsaccharomyceten und reine Nichtsaccharomycetenstämme	123
5.5 Milchsäurebakterien	126
5.5.1 Übersicht der im Handel erhältlichen Milchsäurebakterienstämme	128
5.5.2 Bewertung von Einflussfaktoren auf den BSA	129
5.5.3 Unterschiede simultane (Co-Inokulation) – sequenzielle Beimpfung	129
5.6 Kellerhilfsbuch und Aufzeichnungsblatt zur Gärkontrolle	130
6. Most- und Weinbehandlung	132
6.1 Behandlungsstoffe und Grenzwerte	132
6.1.1 Schönung und Schönungsmittel	134
6.1.2 Deklarationspflichtige Most- und Weinbehandlungsmittel seit 30.6.2012	136
6.1.3 Schönungsmittel auf pflanzlicher Basis	136
6.1.4 Bentonit als Schönungsmittel	137
6.1.5 Reihenfolge der Zugabe von Behandlungsmitteln	138
6.1.6 Behandlungsstoffe zur Entfernung von Gerbstoffen und kleineren Fehltönen – Feintuning vor der Flaschenfüllung	139
6.2 Böckserbehandlung	141
6.2.1 Geruchsschwellenwerte	141
6.2.2 Böckserbehandlung mit Kupfersulfat, Kupfercitrat oder Silberchlorid	141
6.2.3 Folgen erhöhter Konzentrationen an Kupfer in Wein sowie typische Grenzkonzentrationen	143
6.3 Schweflige Säure	144
6.3.1 Chemie für Anfänger: vom Schwefel zu SO ₂	144
6.3.2 Bindungspartner der SO ₂ im Wein	144
6.3.3 Gesetzliche Höchstwerte an gesamter Schwefliger Säure	145
6.3.4 Einstellung der freien SO ₂ bei geringen Gehalten an Schwefliger Säure	146
6.3.5 Relative Abhängigkeit der molekularen SO ₂ vom pH-Wert	146
6.3.6 Molekulare SO ₂	147
6.3.7 Maßnahmen zur Reduzierung der SO ₂ -Werte	148
6.3.8 Möglichkeiten der Zugabe von SO ₂	149
6.3.9 Zugabe von Ammoniumbisulfit und Kaliumbisulfit	150
6.4 Ascorbinsäure	151
6.5 Enzyme – Bestandteile und Funktion	153
6.5.1 Coenzyme und Cofaktoren bestimmen Bau- und Wirkungsweise von Enzymen	153
6.5.2 Eigenschaften von Enzymen	153
6.5.3 Enzyme in oenologischen Prozessen	154

7. Süßung und Verschnitte	160
7.1 Geschmacksangaben für Wein	160
7.2 Verschnitte	161
7.2.1 Cramersche Regel und Verschnittskreuze	161
7.2.2 Einfache Zuverschnitte in Prozentanteilen	162
7.2.3 Verschnitt Fremdwein und Süßreserve	163
7.2.4 Gesetzlich zulässige Weinverschnitte in Beispielen im Hinblick auf den Gesamtalkoholgehalt bei Weinen mit g.g.A. (Landwein) in Weinbauzone A	164
7.3 Überschlägige Berechnung des Gesamtalkoholgehaltes der Süßreserve	165
7.3.1 Berechnung aus einer Angabe für Süßreserve und Grundwein	165
7.3.2 Berechnung aus Prozent-Anteil der Süßreserve	165
7.3.3 Erklärung für überhöhte Werte bei der Süßreserveüberprüfung	165
7.3.4 Erklärung für zu niedrige Werte	165
7.3.5 Rot-Weiß-Verschnitt	165
7.3.6 Brennwertberechnung	165
7.4 Richtwerte für Mengenverluste während der Weinbereitung	166
8. Rotweinbereitung	168
8.1 Vergärung	168
8.1.1 Durchschnittliche Gerbstoff- und Anthocyangehalte in den Beeren verschiedener Rebsorten	168
8.1.2 Gärführung verschiedener Rotweinsorten	168
8.1.3 Tauch- und Überschwall-Intervalle bei der Maischegärung	168
8.1.4 Alkoholverluste bei der Rotweinbereitung	168
8.2 Oenologische Tannine – Tannin ist nicht gleich Tannin	169
8.2.1 Tanningabe in verschiedenen Stadien der Verarbeitung	170
8.2.2 Tannine und Botrytis belastetes Lesegut	170
8.2.3 Tanninzusatz bei der Verarbeitung weißer Trauben	171
8.2.4 Tanninzusatz bei der Maischegärung von Rotweinen	171
8.2.5 Tanninzusatz bei der Maischeerhitzung	171
8.3 Mikrooxygenierung von Rotweinen	171
8.3.1 Empfehlungen zur Mikrooxygenierung auf Basis des Zusammenhangs zwischen dem Tannin- und dem Anthocyangehalt von Rotweinen	171
8.3.2 Klassifizierung von Rotweinen anhand der sensorischen Tanninreife und -intensität	171
8.3.3 Empfehlungen zur Sauerstoffdosage und zur Anwendungsdauer bei der Mikrooxygenierung	172
8.3.4 Werte für Sauerstoffaufnahme(n) während der Lagerung von Weinen	172
8.3.5 In ausgewählten Applikationsstudien untersuchte Mikrooxygenierungsverfahren	172
8.3.6 Farbeinfluss der Mikrooxygenierung in Abhängigkeit vom Tannin-Anthocyan-Verhältnis	173
8.3.7 Vorschläge zur fachgerechten Durchführung der Mikrooxygenierung	173
8.3.8 Propagierte Ziele und Risiken der Mikrooxygenierung im Überblick	174
8.4 Verschnitte von Rotweinen	175
8.5 Tests und Kennzahlen zur Beurteilung der Tannine in Rotweinen	177
8.6 Barrique	179
8.6.1 Prägende Verbindungen aus dem Holz	179
8.6.2 Einteilung der Hölzer nach der Breite der Jahresringe	180
8.6.3 Grundsätzliche Unterschiede zwischen den wichtigsten Toastgraden	180
8.6.4 Sensorische Einflüsse auf den Wein durch das Ausbrennen der Barriquefässer	180
8.6.5 Wichtige Verbindungen aus dem Holz und ihr Einfluss auf den Wein	181
8.6.6 Barriques und Weinausbau	182
8.7 Holzalternativprodukte	183
8.7.1 Arten und Anwendung	183
8.7.2 Empfehlungen zum Einsatz von Eichenholzchips	184
8.7.3 Dosage und Wirkung von Chips	185
8.7.4 Bezeichnung der Weine bei Holzfass- sowie Barriqueausbau und Chipseinsatz	185
8.7.5 Übersicht Holzalternativprodukte	186
9. Lagerung von Wein	188
9.1 Optimale Lagerbedingungen für Wein	188
9.1.1 Fasskeller/ Edelstahlbehälter	188
9.1.2 Holzfasskeller/ Barriques	188
9.1.3 Flaschenlager	189

9.2 Wasserdampf und Kondensation in Lagerräumen	189
9.3 Gefrierpunkt von Alkohol-/Wasser-Lösungen	189
9.4 Taupunkttabelle	189
9.5 Optimale Trinktemperaturen für Wein	190
9.6 Zustand gelagerter älterer Flaschenweine	191
9.6.1 Zustandsbeschreibung der Füllhöhe	191
9.6.2 Abstand des Füllspiegels vom Kork und Einschätzung der Qualität und Reife bei Burgunderflaschen	191
9.6.3 Zustandsbeschreibung der Etiketten älterer Weine	192
10. Sensorik	194
10.1 Trübungen im Wein	194
10.2 Weinfehler	195
10.3 Leitfaden zur Weinbeurteilung	197
10.4 Einfache sensorische Tests in der Praxis	199
10.4.1 Triangeltest	199
10.4.2 Rangordnungsprüfung	200
10.5 Quantitative Deskriptive Analyse (QDA)/Beschreibende Sensorik	202

11. Schaumweine	206
11.1 Grundregeln für die Herstellung von Sektgrundweinen	206
11.2 Optimale Analysewerte für Sektgrundweine	206
11.3 Traditionelle Namen von Schaumweinflaschen	206
11.4 Berechnung des Dosagelikörs bei der Versektion	207
11.5 Einfaches Rüttelschema	208

B. Technische Ausstattung

1. Produktionsstätte – Gebäude und Räumlichkeiten	210
1.1 Grundlegender Flächenbedarf bei der Planung von Weinbaubetrieben	210
1.2 Übersicht über Daten und Anforderungen für Wirtschaftsgebäude (Weinbau)	211
2. Behälter	212
2.1 Edelstahlbehälter	212
2.1.1 Material und Zusammensetzung	212
2.1.2 Maximale Mantelhöhe von Edelstahlbehältern	214
2.2 Holzfässer	215
2.2.1 Bezeichnung von Holzfässern und Volumina	215
2.2.2 Berechnung des Volumens von runden Holzfässern	215
2.2.3 Konservierung von Holzfässern	215
3. Pressen	217
3.1 Berechnung der Pressengröße und Aufschüttmengen	217
3.2 Berechnung der Presskapazität einer pneumatischen Presse	217
3.3 Berechnung der betrieblich sinnvollen Pressengröße	217
3.4 Berechnung der Mostausbeute	217
3.5 Berechnung Tresterfeuchte	217
3.6 Schleudertrubgehalt	217
3.7 Kalkulation: Anzahl der notwendigen Pressen	218
4. Förderung von Flüssigkeiten	219
4.1 Berechnung von Rohrleitungen	219
4.2 Rohrinnendurchmesser üblicher Rohrnennenweiten	220
4.3 Empfohlene Durchflussmengen für das Pumpen von Wein	220
4.4 Durchschnittliche Maße verschiedener Weingewinde	220
4.5 Einsatz von Pumpen	221
4.5.1 Eignung verschiedener Pumpen für die Kellerwirtschaft	221
4.5.2 Eigenschaften verschiedener Pumpen	221

5. Energie und Gase	223
5.1 Überschlägiger Dampfbedarf verschiedener Verbraucher in Weinkellereien	223
5.2 Kühlung in der Weinbereitung	223
5.2.1 Anlagenbemessung	223
5.2.2 Übersicht über Kältemittel	224
5.2.3 Berechnung der notwendigen Kühlfläche für einen Edelstahlbehälter	224
5.2.4 Benötigte Kühlleistung zur Kühlung maischeerhitzter Moste	224
5.3. Technische Gase in der Kellerwirtschaft	225
5.3.1 Eigenschaften von Gasen	225
5.5.2 Auswirkungen der Gasgesetze in der kellerwirtschaftlichen Praxis	226
5.5.3 Umrechnungstabelle für unterschiedliche Maßeinheiten von Druck	228
5.3.4 Einsatz von Tropkeneis	229
5.3.5 Die Wirkung von CO ₂ (Kohlendioxid) auf den Menschen	230
6. Filtration	230
6.1 Übersichtstabelle Filterschichten	230
6.2 Zuordnung verschiedener Markenkieselguren aufgrund der Filtereigenschaft	230
6.3 Anleitung zur Filtrationsdurchführung bei der Anschwemmfiltration	231
6.4 Ungefähr Filterfläche und Trubaufnahmekapazität von Hefe- und Kieselgurfiltern	231
6.5 Anströmgeschwindigkeiten bei unterschiedlichen Schlauchdurchmessern in Bezug zur Filterfläche	232
6.6 Schichtenfiltration: maximale Anströmgeschwindigkeit und Druckdifferenz	232
7. Flaschenfüllung	233
7.1 Füllmengen von Fertigpackungen	233
7.2 Zulässige Nennfüllmengen und Füllmengenbereiche von Fertigpackungen (in Litern)	233
7.3 Einfluss der Temperatur und des Alkoholgehaltes auf die Volumenausdehnung trockener Weine	233
7.4 Durchschnittliche Gewichte und Maße verschiedener Weinflaschen	234
7.5 Flaschenzahlen verschiedener Weinflaschen pro Palette	234
7.6 Normen und Abfüllbedingungen von Weinflaschen	234
7.7 Füllvolumen	235
7.8 Angaben auf der Flasche und Ermittlung der richtigen Füllhöhe	236
7.9 Naturkorken – Annahme, Lagerung und Verwendung	237
7.9.1 Lagerung der Korken allgemein	237
7.9.2 Lagerung / Verwendung der Korken vor der Abfüllung	237
7.9.3 Flaschen	237
7.9.4 Korkschloss	237
7.9.5 Korkmaschine	238
7.9.6 Füllhöhe	238
7.9.7 Innendruck	238
7.9.8 Legen und Kopfstellen der Flaschen	238
7.9.9 Lagerung und Transport der Flaschenweine	238
7.10 Einsatz verschiedener Leimtypen bei unterschiedlichen Betriebsbedingungen	239
C. Weinchemie und Mikrobiologie	
1. Aromastoffe in der Traube und im Wein	240
1.1 Traubenaromen	241
1.1.1 Monoterpenoide	241
1.1.2 C13-Norisoprenoide	244
1.1.3 Polyfunktionale Thiole	246
1.1.4 Methoxypyrazine	247
1.1.5 Rotundon	248
1.2 Aromen aus der Traubenverarbeitung und der alkoholischen Gärung	249
1.2.1 Höhere Alkohole	249
1.2.2 C6-Alkohole	250
1.2.3 Ester und Acetate	250
1.2.4 Lactone	251
1.2.5 Aromatische Aldehyde (Phenolaldehyde)	252
1.2.6 Flüchtige Phenole	253
1.2.7 Flavan-3-ole (Catechine und Epicatechine)	255

1.2.8 Flüchtige schwefelhaltige Aromakomponenten	256
1.2.9 Ethylalkohol	257
1.3 Aromabildung im Laufe der Reifung	259
1.4 Weinaroma	263
1.4.1 Weinaroma von Rotweinen	263
1.5 Mineralität	263
1.6 Aromapuffer und Beeinflussung des Weinaromas durch verschiedene Aromafamilien	265
2. Übersicht der wichtigsten Weininhaltsstoffe	268
3. Mikroorganismen	274
3.1 Einteilung der Hefen	274
3.1.1 Systematik der Hefen	274
3.1.2 Telemorph und anamorphe Formen von Nicht-Saccharomyceten und ihre Synonyme	275
3.1.3 Spontangärung	276
3.1.4 Spontangärung – praktische Umsetzung	278
3.1.5 Aufbau der Hefezellwand	280
3.2 Brettanomyces bruxellensis als Weinschädling	281
3.3 Alkoholische Gärung	286
3.3.1 Saccharomyceten und der Crabtree-Effekt	286
3.3.2 Glykolyse und Verwertung unterschiedlicher Zucker	286
3.3.3 Substratkettenphosphorylierung	288
3.4 Phasen der Hefeentwicklung	290
3.4.1 Einflussnahme auf die Populationsdynamik und Gärung	292
3.4.2 Wachstumsfaktoren	292
3.4.3 Überlebensfaktoren	293
3.4.4 Störfaktoren für die Hefeentwicklung	295
3.4.5 Energiebilanz der alkoholischen Gärung	296
3.5 Verbindung zwischen Glykolyse, Citratzyklus und der Atmungskette	296
3.5.1 Glykolyse	296
3.5.2 Citratzyklus (Tricarbonsäurezyklus)	296
3.5.3 Atmungskette oder respiratorischer Elektronentransport	299
3.6 Hefeverwertbare Stickstoffverbindungen, Vitamine und Mineralstoffe: Angebot, Bedarf und Umsetzung	300
3.6.1 Hefeverwertbare Stickstoffverbindungen	300
3.6.2 Aminosäuren-Biosynthese und Umsetzung von Ammonium	302
3.6.3 Ammonium – Bedarf und Wirkung	304
3.6.4 Aminosäureabbau (Aminosäuregärung/Ehrlich-Pathway)	304
3.6.5 Herkunft der Kohlenstoffgerüste von Aminosäuren	305
3.7 Übersicht Zuckerstoffwechsel	306
3.8 Übersicht der Bildung wichtiger Weininhaltsstoffe in der Hefe	307
3.9 Kohlenhydrat-Stoffwechsel: Gluconeogenese	308
3.10 Milchsäurebakterien und Malolaktische Fermentation (MLF)	309
3.10.1 Verlauf der malolaktischen Gärung	310
3.10.2 Citrat-Abbau und Diacetylbildung im Rahmen des MLF	316
3.10.3 Verdorbene Weine – Bildungswege	317
3.11 Redoxreaktionen im Zuge des Weinausbau	318
3.11.1 Redoxreaktionen und Standardpotenzial	318
3.11.2 Die Rolle des Redoxpotenzials im Hefemetabolismus	320
3.11.3 Reduktion und flüchtige Schwefelverbindungen	321
3.12 Oxidationsvorgänge im Wein und involvierte Inhibitoren	322
3.13 Glutathion in der Weinbereitung	326
3.13.1 Eigenschaften des Glutathions in Most und Wein	326
3.13.2 Zugabe von glutathionhaltigen Hefepräparaten auf Weiß- und Roséweinmoste	328
3.13.3 Sensorik	329

4. Rotwein: Phenolische Verbindungen in Trauben und Wein	331
4.1 Definition, Nomenklatur und Klassifikation.....	331
4.2 Biosynthese.....	333
4.3 Nicht-flavonoide Phenole.....	333
4.4 Flavonoide Phenole.....	336
4.4.1 Anthocyanidine.....	337
4.4.2 Flavan-3-ole.....	340
4.5 Reaktionsprodukte von Anthocyanen.....	340
4.5.1 Direkte Weiterreaktion von Anthocyanen untereinander.....	340
4.5.2 Anthocyan-Tannin-Polymer (A-T-Addukte).....	341
4.5.3 Tannin-Anthocyan-Polymer (T-A-Addukte).....	342
4.5.4 Bildung von H_2O_2	343
4.5.5 Fenton-Reaktion: Bildung von Acetaldehyd.....	343
4.5.6 Bildung Methylmethin-verbrückter Polymer.....	344
4.6 Polymer der Flavan-3-ole.....	345
4.7 Pyranoanthocyan.....	347
4.8 Entwicklung phenolischer Verbindungen im Lauf der Reifung von Rotweinen.....	349

D. Anhang

Maßeinheiten und Umrechnung	350
Fristen und Stichtage für Weinbaubetriebe in Rheinland-Pfalz	352

Index