

## Inhalt

### A. Weinbereitung

<b>1. Weinrecht</b>	<b>13</b>
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
<b>2. Reife, Lese und Verarbeitung von Trauben</b>	<b>31</b>
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 Botrytis cinerea	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 Beerenensorik	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
<b>3. Most</b>	<b>55</b>
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 Zuckerberechnung	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 Zuckerkorrekturfaktors – 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
<b>4. Säuerung und Entsäuerung von Most und Wein</b>	<b>77</b>
4.1 Orientierungswerte für die Gehalte an Flüchtigter 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 Doppelsalzentsäuerung	80
4.4.4 Berechnung der Doppelsalzentsäuerung	82
4.4.5 Vergleich der Entsäuerungsmethoden	83
4.4.6 Behandlungsstoffe 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

<b>5. Hefen für die alkoholische Gärung</b>	<b>91</b>
5.1 Allgemeines	91
5.1.1 Einfluss auf den Wein	91
5.1.2 Spontangärung	91
5.1.3 Temperaturführung bei der alkoholischen Gärung	91
5.1.4 Reinzuchthefen allgemein	91
5.1.5 Reinzuchthefen – 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 Reinzuchthefen – 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
5.4.6 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
<b>6. Most- und Weinbehandlung</b>	<b>132</b>
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 Fehltonen – Feintuning vor der Flaschenfüllung	139
6.2 Bockserbehandlung	141
6.2.1 Geruchsschwellenwerte	141
6.2.2 Bockserbehandlung 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 <sub>2</sub>	144
6.3.2 Bindungspartner der SO <sub>2</sub> im Wein	144
6.3.3 Gesetzliche Höchstwerte an gesamter Schwefliger Säure	145
6.3.4 Einstellung der freien SO <sub>2</sub> bei geringen Gehalten an Schwefliger Säure	146
6.3.5 Relative Abhängigkeit der molekularen SO <sub>2</sub> vom pH-Wert	146
6.3.6 Molekulare SO <sub>2</sub>	147
6.3.7 Maßnahmen zur Reduzierung der SO <sub>2</sub> -Werte	148
6.3.8 Möglichkeiten der Zugabe von SO <sub>2</sub>	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

<b>7. Süßung und Verschnitte</b>	<b>160</b>
7.1 Geschmacksangaben für Wein	160
7.2 Verschnitte	161
7.2.1 Cramersche Regel und Verschnittkreuze	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
<b>8. Rotweinbereitung</b>	<b>168</b>
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 Überswall-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
<b>9. Lagerung von Wein</b>	<b>188</b>
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 Taupunkttafel	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 Versektung	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 Rohrinne Durchmesser üblicher Rohrnennweiten	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

<b>5. Energie und Gase</b>	<b>223</b>
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
5.3.2 Auswirkungen der Gasgesetze in der kellerwirtschaftlichen Praxis	226
5.3.3 Umrechnungstabelle für unterschiedliche Maßeinheiten von Druck	228
5.3.4 Einsatz von Trockeneis	229
5.3.5 Die Wirkung von CO <sub>2</sub> (Kohlendioxid) auf den Menschen	230
<b>6. Filtration</b>	<b>230</b>
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 Ungefähre 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
<b>7. Flaschenfüllung</b>	<b>233</b>
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

<b>1. Aromastoffe in der Traube und im Wein</b>	<b>240</b>
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
<b>2. Übersicht der wichtigsten Weininhaltsstoffe .....</b>	<b>268</b>
<b>3. Mikroorganismen .....</b>	<b>274</b>
3.1 Einteilung der Hefen .....	274
3.1.1 Systematik der Hefen .....	274
3.1.2 Telemorphe 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 Weinausbaus .....	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

<b>4. Rotwein: Phenolische Verbindungen in Trauben und Wein</b>	<b>331</b>
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-Polymere (A-T-Addukte)	341
4.5.3 Tannin-Anthocyan-Polymere (T-A-Addukte)	342
4.5.4 Bildung von H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	343
4.5.5 Fenton-Reaktion: Bildung von Acetaldehyd	343
4.5.6 Bildung Methylmethin-verbrückter Polymere	344
4.6 Polymere der Flavan-3-ole	345
4.7 Pyranoanthocyane	347
4.8 Entwicklung phenolischer Verbindungen im Lauf der Reifung von Rotweinen	349

**D. Anhang**

<b>Maßeinheiten und Umrechnung</b>	<b>350</b>
<b>Fristen und Stichtage für Weinbaubetriebe in Rheinland-Pfalz</b>	<b>352</b>

**Index**