

# Praktikerhandbuch Oenologie

## A. Umrechnung Trauben – Maische – Most – Wein

|  |    |
|--|----|
| 1. Ertragsschätzung Trauben  | 11 |
| 1.1 Abschätzung der Erntemenge in Tonnen pro Hektar, berechnet nach der Stockzahl                            | 11 |
| 1.2 Überblick über durchschnittliche Traubengewichte in Gramm gesunder Trauben                               | 11 |
| 2. Maische- und Mostausbeute   | 11 |
| 2.1 Rebsorten und ihre Ausbeuten   | 11 |
| 2.2 Ausbeute bei vergorener Rotweinmaische   | 12 |
| 2.3 Ausbeute bei Maische und Most (Troost, 1980)   | 12 |
| 2.4 Ausbeuten bei verschiedenen Rebsorten  | 12 |
| 3. Umrechnungsschlüssel  | 13 |
| 3.1 Umrechnungsschlüssel (Koeffizienten) nach EG-VO Nr. 436/2009 Art. 15 und Weinüberwachungsverordnung § 28 | 13 |
| 3.2 Umrechnungsfaktoren von der Traube bis zum Fasswein in Abhängigkeit von Ausbaugrad und Ausbeute          | 13 |

## B. Kellerwirtschaft

|  |    |
|--|----|
| 1. Begriffe und Definitionen   | 15 |
| 1.1 Erzeugnisse  | 15 |
| 1.2 Weinarten  | 16 |
| 1.3 Alkoholgehalte   | 16 |
| 1.4 Bezeichnungsrecht  | 17 |
| 1.5 Herkunftsangaben   | 17 |
| 1.5.1 Übersicht zu den Herkunftsbezeichnungen und Erträgen in Rheinland-Pfalz                      | 18 |
| 1.5.2 Negativ-Rebsortenliste für „Deutschen Wein“  | 18 |
| 1.6 Modelle der Mengenbegrenzung für Qualitätswein in Deutschland nach Anbaugebieten               | 19 |
| 1.7 Federweißer  | 19 |
| 1.8 Weinbezeichnungen  | 20 |
| 1.9 Zuordnung der Erzeugnisse zu Qualitätsgruppen bei der Hektarertragsregelung in Rheinland-Pfalz | 21 |
| 2. Mindestmostgewichte und Anreicherung  | 22 |
| 2.1 Vergleichstabelle der vorgeschriebenen Mindestmostgewichte der deutschen Weinanbaugebiete      | 22 |
| 2.2 Mindestmostgewichte der einzelnen Anbaugebiete   | 23 |
| 2.2.1 Qualitätsstufen AHR  | 23 |
| 2.2.2 Qualitätsstufen BADEN  | 24 |
| 2.2.3 Qualitätsstufen BADEN (Bodensee und Tauberfranken)   | 25 |
| 2.2.4 Qualitätsstufen FRANKEN  | 26 |
| 2.2.5 Qualitätsstufen HESSISCHE BERGSTRASSE  | 27 |
| 2.2.6 Qualitätsstufen MITTELRHEIN  | 28 |
| 2.2.7 Qualitätsstufen MOSEL  | 29 |
| 2.2.8 Qualitätsstufen NAHE   | 30 |
| 2.2.9 Qualitätsstufen PFALZ  | 31 |
| 2.2.10 Qualitätsstufen RHEINGAU  | 32 |
| 2.2.11 Qualitätsstufen RHEINHESSEN   | 33 |
| 2.2.12 Qualitätsstufen SAALE-UNSTRUT (Sachsen)   | 34 |
| 2.2.13 Qualitätsstufen SAALE-UNSTRUT (Sachsen-Anhalt)  | 35 |
| 2.2.14 Qualitätsstufen SACHSEN   | 36 |
| 2.2.15 Qualitätsstufen WÜRTTEMBERG   | 37 |
| 2.3 Mindestanforderungen an Alkoholgehalte vor und nach der Anreicherung                           | 38 |
| 2.4 Mostgewicht und Zuckergehalt   | 39 |
| 2.4.1 Hinweise zur Zuckerbestimmung  | 39 |
| 2.4.2 Maßeinheiten   | 39 |
| 2.4.3 Messung mit dem Refraktometer  | 39 |
| 2.4.4 Messung mit der Mostwaage  | 39 |
| 2.4.5 Beziehung zwischen Brix-, Oechsle-, Baumé- und Klosterneuburger Graden (KMW)                 | 40 |
| 2.4.6 Formeln zur Umrechnung zwischen Brix-, Oechsle-, Baumé- und Klosterneuburger Graden          | 41 |
| 2.4.7 Eiswein – Mostgewichtsprognose   | 41 |
| 2.4.8 Vorschlag von Schwellenwerten für Fäulnisindikatoren bei Trauben                             | 41 |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>2.5 Anreicherung</b>   | <b>42</b> |
| 2.5.1 Allgemeines   | 42        |
| 2.5.2 Berechnung des potenziellen Alkoholgehaltes aus dem ermittelten Zuckergehalt                  | 43        |
| 2.5.3 Neustadter Tabelle zur Umrechnung von Mostgewicht in potentiellen Alkohol                     | 44        |
| 2.5.4 Ermittlung des natürlichen Alkoholgehaltes in % vol. und g/L                                  | 45        |
| 2.5.5 Auswahl des Zuckerungsfaktors – Anreichungstabelle  | 46        |
| 2.5.6 Alkoholgrenzen: nur für angereicherte Weine   | 46        |
| 2.5.7 Überlegungen zur Anreicherung   | 47        |
| 2.5.8 Zuckerungsberechnung  | 47        |
| 2.5.9 Maischegärung – Anreicherung nach Saftentzug  | 47        |
| <b>2.6 Mostkonzentrierung</b>   | <b>48</b> |
| <b>2.7 Anreicherung mit RTK</b>   | <b>54</b> |
| <b>2.8 Restzuckerberechnung nach der Dichte mit Mostwaage oder Biegeschwinger</b>                   | <b>56</b> |
| 2.8.1 Allgemeines   | 56        |
| 2.8.2 Korrekturfaktoren zur Restzuckerberechnung nach Anreicherung in der Gärung                    | 57        |
| <b>2.9 Restzuckerberechnung nach dem Brechungsindex mit einem digitalen Refraktometer</b>           | <b>58</b> |
| <b>2.10 Rückrechnung von Gesamtalkohol (GA) in ursprüngliches Mostgewicht</b>                       | <b>60</b> |
| <b>3. Weinbehandlung</b>  | <b>63</b> |
| <b>3.1 Behandlungsstoffe mit Grenzwerten</b>  | <b>63</b> |
| <b>3.2 Böckserbehandlung</b>  | <b>65</b> |
| 3.2.1 Geruchsschwellenwerte, Konzentrationen und sensorischer Eindruck einiger S-Substanzen in Wein | 65        |
| 3.2.2 Böckserbehandlung mit Kupfersulfat, Kupfercitrat oder Silberchlorid                           | 65        |
| 3.2.3 Folgen erhöhter Konzentrationen an Kupfer in Wein sowie typische Grenzkonzentrationen         | 67        |
| <b>4. Säuren in Most und Wein</b>   | <b>68</b> |
| <b>4.1 Orientierungswerte für die Gehalte an flüchtiger Säure bei Most und Wein</b>                 | <b>68</b> |
| <b>4.2 Faktoren zur Umrechnung der Säuren im Wein</b>   | <b>68</b> |
| <b>4.3 Säuerung von Wein</b>  | <b>69</b> |
| 4.3.1 Regeln und Vorprobe   | 69        |
| 4.3.2 Eigenschaften der zur Säuerung zugelassenen Säuren  | 69        |
| <b>4.4 Entsauerung</b>  | <b>71</b> |
| 4.4.1 Vergleich der einfachen Entsauerungsverfahren   | 71        |
| 4.4.2 Berechnung der Kalkmenge bei der Normalentsäuerung  | 71        |
| 4.4.3 Doppelsalzensäuerung  | 71        |
| 4.4.4 Berechnung der Doppelsalzensäuerung   | 74        |
| <b>4.5 Vergleich der Entsauerungsmethoden</b>   | <b>75</b> |
| <b>4.6 Weinstabilitätsstabilisierung</b>  | <b>78</b> |
| <b>5. Süßung und Verschnitte</b>  | <b>79</b> |
| <b>5.1 Geschmacksangaben für Wein in g/L Invertzucker</b>   | <b>79</b> |
| <b>5.2 Verschnitte</b>  | <b>80</b> |
| 5.2.1 Cramersche Regel und Verschnittskreuze  | 80        |
| 5.2.2 Einfache Zuverschnitte in Prozentanteilen   | 81        |
| <b>5.3 Verschnitt Fremdwein und Süßreserve – Beispiele</b>  | <b>82</b> |
| 5.3.1 Trockener Wein mit Fremdweinanteil, aber ohne Zusatz von Süßreserve                           | 82        |
| 5.3.2 Gesüßter Wein ohne Fremdweinanteil, aber mit Fremdsüßreserve                                  | 82        |
| 5.3.3 Gesüßter Wein mit Fremdweinanteil und Fremdsüßreserve   | 82        |
| 5.3.4 Gesüßter Wein mit Fremdweinanteil und Fremdsüßreserve   | 82        |
| 5.3.5 Gesetzlich zulässige Weinverschnitte in Beispielen  | 83        |
| <b>5.4 Überschlägige Berechnung des Gesamtalkoholgehaltes der Süßreserve</b>                        | <b>84</b> |
| 5.4.1 Berechnung aus einer Angabe für Süßreserve und Grundwein                                      | 84        |
| 5.4.2 Berechnung aus %-Anteil der Süßreserve  | 84        |
| 5.4.3 Erklärung für überhöhte Werte bei der Süßreserveüberprüfung                                   | 84        |
| 5.4.4 Erklärung für zu niedrige Werte   | 84        |
| 5.4.5 Rot-Weiß-Verschnitt   | 84        |
| <b>5.5 Richtwerte für Mengenverluste während der Weinbereitung</b>                                  | <b>85</b> |
| <b>5.6 Schweflige Säure</b>   | <b>86</b> |
| 5.6.1 Chemie für Anfänger: vom Schwefel zu SO <sub>2</sub>  | 86        |
| 5.6.2 Gesetzliche Höchstwerte an gesamter schwefliger Säure   | 86        |
| 5.6.3 Gesetzliche Höchstwerte an gesamter schwefliger Säure bei Ökowein                             | 87        |
| 5.6.4 Bindungspartner der SO <sub>2</sub> im Wein   | 87        |

|  |     |
|--|-----|
| 5.6.5 Einstellung der freien SO <sub>2</sub> bei geringen Gehalten an schwefliger Säure              | 88  |
| 5.6.6 Relative Abhängigkeit der wirksamen SO <sub>2</sub> vom pH-Wert                                | 88  |
| 5.6.7 Molekulare SO <sub>2</sub>   | 89  |
| 5.6.8 Möglichkeiten der Zugabe von SO <sub>2</sub>   | 91  |
| 5.7 Ascorbinsäure  | 93  |
| 5.8 Diabetikerweine  | 94  |
| <b>6. Mikroorganismen</b>  | 95  |
| 6.1 Hefen  | 95  |
| 6.1.1 Einfluss auf den Wein  | 95  |
| 6.1.2 Spontangärung  | 95  |
| 6.1.3 Reinzuchthefen allgemein   | 95  |
| 6.1.4 Anzucht von Reinzuchthefen   | 96  |
| 6.2 Übersicht Reinzuchthefen – Handelspräparate in Deutschland                                       | 97  |
| 6.2.1 Hefen überwiegend für Weißweine  | 97  |
| 6.2.2 Hefen überwiegend für die Rotweinbereitung   | 111 |
| 6.2.3 Hefen mit starkem Durchgärvermögen (auch Neustart der Gärung)                                  | 118 |
| 6.2.4 Hefen für die Sekt- und Champagnerbereitung  | 120 |
| 6.2.5 Mischpräparate mit Nichtsaccharomyceten und reine Nichtsaccharomycetenstämme                   | 122 |
| 6.2.6 Hefen für die Destillation   | 124 |
| 6.3 Milchsäurebakterien  | 125 |
| 6.3.1 Übersicht der im Handel erhältlichen Milchsäurebakterienstämme                                 | 127 |
| 6.3.2 Bewertung von Einflussfaktoren auf den BSA   | 128 |
| 6.4 Stickstoffverbindungen im Most – Versorgung der Hefen mit Stickstoff und Thiamin                 | 129 |
| 6.4.1 Stickstoffbedarf der Hefen   | 130 |
| 6.4.2 Thiamin  | 131 |
| 6.5 Präparate für die Hefeernährung  | 131 |
| 6.6 Zusatzzeitpunkte von Hefenährstoffen   | 133 |
| <b>7. Behandlung von Most und Wein</b>   | 134 |
| 7.1 Enzyme   | 134 |
| 7.2 Schönung und Schönungsmittel   | 137 |
| 7.3 Deklarationspflichtige Most- und Weinbehandlungsmittel   | 139 |
| 7.4 Schönungsmittel auf pflanzlicher Basis   | 139 |
| 7.5 Bentonit als Schönungsmittel   | 140 |
| 7.6 Reihenfolge der Zugabe von Behandlungsmitteln  | 141 |
| 7.7 Behandlungsstoffe zur Entfernung von Gerbstoffen und kleineren Fehltönen vor der Flaschenfüllung | 142 |
| <b>8. Rotweinbereitung</b>   | 144 |
| 8.1 Vergärung  | 144 |
| 8.1.1 Durchschnittliche Gerbstoff- und Anthocyangehalte in den Beeren verschiedener Rebsorten        | 144 |
| 8.1.2 Gärführung verschiedener Rotweinsorten   | 144 |
| 8.1.3 Tauch- und Überschwall-Intervalle bei der Maischegärung  | 144 |
| 8.1.4 Alkoholverluste bei der Rotweinbereitung   | 145 |
| 8.2 Tannine  | 145 |
| 8.3 Mikrooxygenierung von Rotweinen  | 146 |
| 8.3.1 Empfehlungen zur Mikrooxygenierung   | 146 |
| 8.3.2 Klassifizierung von Rotweinen anhand der sensorischen Tanninreife und -intensität              | 146 |
| 8.3.3 Werte für Sauerstoffaufnahme(n) während der Lagerung von Weinen                                | 147 |
| 8.3.4 In ausgewählten Applikationsstudien untersuchte Mikrooxygenierungsverfahren                    | 147 |
| 8.4 Verschnitte von Rotweinen  | 150 |
| 8.5 Tests und Kennzahlen zur Beurteilung der Tannine in Rotweinen                                    | 152 |
| 8.6 Barrique   | 154 |
| 8.6.1 Prägende Verbindungen aus dem Holz   | 154 |
| 8.6.2 Einteilung der Hölzer nach der Breite der Jahresringe  | 155 |
| 8.6.3 Grundsätzliche Unterschiede zwischen den wichtigsten Toastgraden                               | 155 |
| 8.6.4 Sensorische Einflüsse auf den Wein durch das Ausbrennen der Barriquefässer                     | 155 |
| 8.6.5 Wichtige Verbindungen aus dem Holz und ihr Einfluss auf den Wein                               | 156 |
| 8.7 Holzalternativprodukte   | 157 |
| 8.7.1 Arten und Anwendung  | 157 |
| 8.7.2 Empfehlungen zum Einsatz von Eichenholzchips   | 158 |
| 8.7.3 Übersicht Holzalternativprodukte   | 160 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>9. Qualitätsschaumweine und Qualitätsschaumweine b.A.</b>                          | 162 |
| 9.1 Sektgrundweine  | 162 |
| 9.2 Mindestherstelldauer im Herstellungsbetrieb ab Beginn der Gärung                  | 162 |
| 9.3 Mindestlagerdauer auf der Hefe einschließlich Gärung                              | 162 |
| 9.4 Unterschiede zwischen verschiedenen Schaumweinen                                  | 163 |
| 9.5 Geschmacksbezeichnungen und zugeordnete Restzuckergehalte bei Schaumweinen        | 163 |
| 9.6 Gesetzliche Grenzwerte bei Schaumweinen   | 164 |
| 9.7 Traditionelle Namen von Schaumweinflaschen in Abhängigkeit von der Nennfüllmenge  | 166 |
| 9.8 Berechnung des Dosagelikörs bei der Versektion                                    | 166 |
| <b>10. Perlwein</b>   | 167 |
| <b>11. Traubensaft – Anforderungen und Regelungen</b>                                 | 169 |
| 11.1 Definition   | 169 |
| 11.2 Ausgangsstoffe   | 169 |
| 11.3 Analytische Grenzwerte für Traubensaft   | 169 |
| 11.4 Erlaubte Behandlungsstoffe zur Herstellung von Traubensaft                       | 169 |
| 11.5 Nicht erlaubte Stoffe zur Herstellung von Traubensaft                            | 169 |
| 11.6 Verarbeitungsverbot  | 170 |
| 11.7 Bezeichnungsrechtliche Regelungen für Traubensaft                                | 170 |
| 11.8 Begleitdokumentenpflicht   | 170 |
| <b>12. Aromatisierte Getränke</b>   | 171 |
| 12.1 Aromatisierter Wein  | 171 |
| 12.2 Aromatisiertes weinhaltiges Getränk  | 171 |
| 12.3 Aromatisierter weinhaltiger Cocktail   | 171 |
| 12.4 Geschmacksangaben bei aromatisierten weinhaltigen Getränken (freiwillige Angabe) | 171 |
| <b>13. Kellerhilfsbuch und Aufzeichnungsblatt zur Gärkontrolle</b>                    | 172 |

## C. Technik in der Weinbereitung

|   |     |
|---|-----|
| <b>1. Bauen im Weinbaubetrieb</b>   | 175 |
| 1.1 Grundlegender Flächenbedarf bei der Planung von Weinbaubetrieben                              | 175 |
| 1.2 Übersicht über Daten und Anforderungen für Wirtschaftsgebäude (Weinbau)                       | 176 |
| <b>2. Förderung von Flüssigkeiten</b>   | 177 |
| 2.1 Berechnung von Rohrleitungen  | 177 |
| 2.2 Rohrinnendurchmesser üblicher Rohnennweiten   | 178 |
| 2.3 Empfohlene Durchflussmengen für das Pumpen von Wein   | 178 |
| 2.4 Durchschnittliche Maße verschiedener Weingewinde  | 178 |
| 2.5 Einsatz von Pumpen  | 179 |
| 2.5.1 Eignung verschiedener Pumpen für die Kellerwirtschaft                                       | 179 |
| 2.5.2 Eigenschaften verschiedener Pumpen  | 179 |
| <b>3. Traubenverarbeitung</b>   | 180 |
| 3.1 Abbeeren  | 180 |
| 3.2 Pressen   | 180 |
| 3.2.1 Berechnung der Pressengröße und Aufschüttmengen   | 180 |
| 3.2.2 Berechnung der Presskapazität einer pneumatischen Presse in Tonnen pro Stunde               | 180 |
| 3.2.3 Berechnung der betrieblich sinnvollen Pressengröße  | 180 |
| 3.3 Kalkulation: Anzahl der notwendigen Pressen in Abhängigkeit von Betriebsfläche und Erntetagen | 181 |
| 3.4 Berechnung der Mostausbeute   | 182 |
| 3.5 Berechnung Tresterfeuchte   | 182 |
| 3.6 Schleudertrubgehalt   | 182 |
| <b>4. Behälter</b>  | 183 |
| 4.1 Edelstahlbehälter   | 183 |
| 4.1.1 Werkstoff-Kürzel für Edelstahl  | 183 |
| 4.1.2 Maximale Mantelhöhe von Edelstahlbehältern  | 184 |
| 4.2 Holzfässer  | 185 |
| 4.2.1 Bezeichnung von Holzfässern und Volumina  | 185 |
| 4.2.2 Berechnung des Volumens von runden Holzfässern  | 185 |
| 4.2.3 Konservierung von Holzfässern   | 185 |
| <b>5. Wärme- und Kältebedarf</b>  | 187 |
| 5.1 Überschlägiger Dampfbedarf verschiedener Verbraucher in Weinkellereien                        | 187 |

|   |     |
|---|-----|
| 5.2 Kühlung in der Weinbereitung  | 187 |
| 5.2.1 Anlagenbemessung  | 187 |
| 5.2.2 Übersicht über Kältemittel  | 188 |
| 5.2.3 Berechnung der notwendigen Kühlfläche für einen Edelstahlbehälter                               | 188 |
| 5.2.4 Benötigte Kühlleistung zur Kühlung maischeerhitzter Moste                                       | 188 |
| <b>6. Technische Gase in der Kellerwirtschaft</b>   | 189 |
| 6.1 Eigenschaften von Gasen   | 189 |
| 6.2 Einsatz von Tropkeneis  | 192 |
| <b>7. Filtration</b>  | 193 |
| 7.1 Übersichtstabelle Filterschichten   | 193 |
| 7.2 Zuordnung verschiedener Markenkieselguren aufgrund der Filtereigenschaft                          | 193 |
| 7.3 Anleitung zur Filtrationsdurchführung bei der Anschwemfiltration                                  | 194 |
| 7.4 Ungefähr Filterfläche und Trubaufnahmekapazität von Hefefiltern und Kieselgurfiltern              | 194 |
| 7.5 Anströmgeschwindigkeiten bei unterschiedlichen Schlauchdurchmessern in Bezug zur Filterfläche     | 195 |
| 7.6 Schichtenfiltration: maximale Anströmgeschwindigkeit und Druckdifferenz                           | 195 |
| <b>8. Flaschenfüllung</b>   | 196 |
| 8.1 Füllmengen von Fertigpackungen  | 196 |
| 8.2 Zulässige Nennfüllmengen und Füllmengenbereiche von Fertigpackungen (in Litern)                   | 196 |
| 8.3 Volumenausdehnung (ml) eines trockenen Weines mit 12 % vol. Alkohol                               | 196 |
| 8.4 Durchschnittliche Gewichte und Maße verschiedener Weinflaschen                                    | 197 |
| 8.5 Flaschenzahlen verschiedener Weinflaschen pro Palette   | 197 |
| 8.6 Normen und Abfüllbedingungen von Weinflaschen   | 198 |
| 8.7 Füllvolumen   | 198 |
| 8.8 Einsatz verschiedener Leimtypen bei unterschiedlichen Betriebsbedingungen                         | 200 |
| <b>9. Lagerung von Wein</b>   | 201 |
| 9.1 Optimale Lagerbedingungen für Wein  | 201 |
| 9.1.1 Fasskeller/ Edelstahlbehälter   | 201 |
| 9.1.2 Holzfasskeller/ Barriques   | 201 |
| 9.1.3 Flaschenlager   | 202 |
| 9.2 Wasserdampf und Kondensation in Lagerräumen   | 202 |
| 9.3 Gefrierpunkt von Alkohol-/Wasser-Lösungen   | 202 |
| 9.4 Taupunkttabelle   | 202 |
| 9.5 Optimale Trinktemperaturen für Wein   | 203 |
| 9.6 Zustand gelagerter älterer Flaschenweine  | 204 |
| 9.6.1 Zustandsbeschreibung der Füllhöhe   | 204 |
| 9.6.2 Abstand des Füllspiegels vom Kork und Einschätzung der Qualität und Reife bei Burgunderflaschen | 204 |
| 9.6.3 Zustandsbeschreibung der Etiketten älterer Weine  | 205 |
| <b>10. Sensorik</b>   | 207 |
| 10.1 Trübungen im Wein  | 207 |
| 10.2 Weinfehler   | 208 |
| 10.3 Leitfaden zur Weinbeurteilung  | 210 |
| 10.4 Einfache sensorische Tests in der Praxis   | 212 |
| 10.4.1 Triangeltest   | 212 |
| 10.4.2 Rangordnungsprüfung  | 213 |

## D. Weinchemie und Mikrobiologie

|  |     |
|--|-----|
| <b>1. Aromastoffe in der Traube und im Wein</b>  | 215 |
| 1.1 Primäraromen aus der Traube  | 215 |
| 1.2 Sekundäraromen (Gärungsaromen)   | 217 |
| 1.3 Tertiäraromen (Lagerbukett)  | 218 |
| 1.4 Entstehung von Böcksern  | 219 |
| <b>2. Übersicht der wichtigsten Weininhaltsstoffe</b>  | 220 |
| <b>3. Entsäuerung – chemisch betrachtet</b>  | 226 |
| <b>4. Stoffwechsel</b>   | 227 |
| 4.1 Kohlenhydrat-Stoffwechsel: Glykolyse   | 227 |
| 4.2 Kohlenhydrat-Stoffwechsel: Reduktion von Pyruvat zu Gärungsprodukten                             | 228 |
| 4.3 Energiestoffwechsel: Citrat-Zyklus   | 229 |
| 4.4 Energie-Stoffwechsel: Citrat-Zyklus – Zusammenhänge mit anderen Stoffwechselwegen und -produkten | 230 |
| 4.5 Herkunft der Kohlenstoffgerüste von Aminosäuren  | 231 |

|   |     |
|---|-----|
| 4.6 Übersicht Zuckerstoffwechsel                                  | 232 |
| 4.7 Übersicht der Bildung wichtiger Weininhaltsstoffe in der Hefe | 233 |
| 4.8 Kohlenhydrat-Stoffwechsel: Gluconeogenese                     | 234 |
| 4.9 Citrat-Abbau und Diacetylbildung im Rahmen des MLF            | 235 |
| 4.10 Verdorbene Weine   | 236 |
| 4.11 Entstehung flüchtiger Phenole aus Hydroxyzimtsäuren          | 237 |
| 4.12 Angriffspunkte verschiedener Pektinasen am Pektinmolekül     | 238 |
| <b>5. Rotwein: Schwerpunkt phenolische Verbindungen der Beere</b> | 239 |
| 5.1 Anthocyanidine  | 240 |
| 5.2 Flavan-3-ole  | 243 |
| 5.3 Direkte Weiterreaktion von Anthocyannen untereinander         | 244 |
| 5.4 Anthocyan-Tannin-Polymer (A-T-Addukte)                        | 245 |
| 5.5 Tannin-Anthocyan-Polymer (T-A-Addukte)                        | 246 |
| 5.6 Bildung von $H_2O_2$  | 246 |
| 5.7 Fenton-Reaktion: Bildung von Acetaldehyd                      | 247 |
| 5.8 Bildung Methylmethin-verbrückter Polymer                      | 247 |
| 5.9 Polymer der Flavan-3-ole                                      | 249 |
| 5.10 Pyranoanthocyan  | 253 |

## **Anhang**

|   |     |
|---|-----|
| <b>Maßeinheiten und Umrechnung</b>                                  | 256 |
| <b>Fristen und Stichtage für Weinbaubetriebe in Rheinland-Pfalz</b> | 258 |
| <b>Stichwortverzeichnis</b>   | 259 |