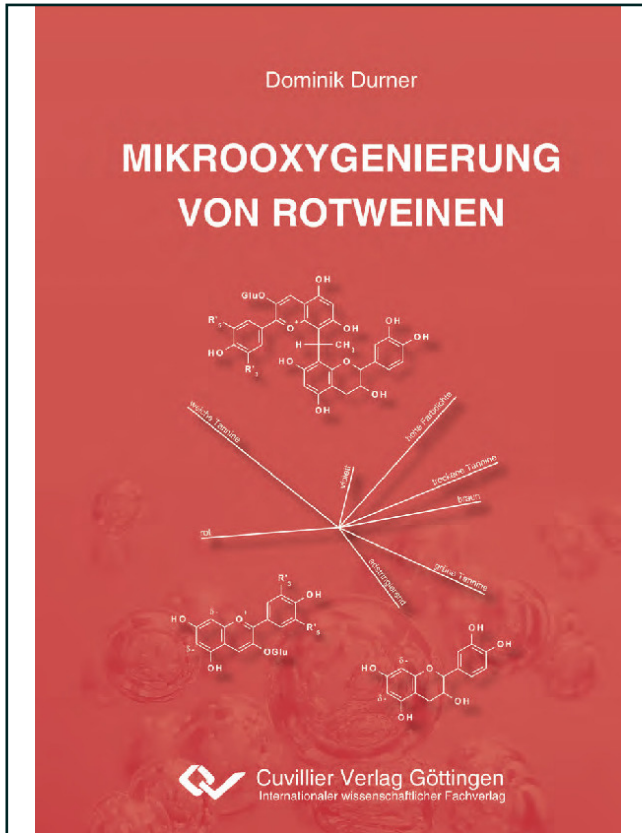




Dominik Durner (Autor)
Mikrooxygenierung von Rotweinen



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/373>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|------------------|---|-----------|
| Teil Eins | Einleitung und Zielsetzung..... | 1 |
| 1.1 | Einleitung..... | 2 |
| 1.2 | Zielsetzung..... | 4 |
| Teil Zwei | Literaturübersicht und oenologischer Kontext..... | 5 |
| 2.1 | Phenolische Verbindungen in Trauben und Wein..... | 6 |
| 2.1.1 | Definition, Nomenklatur und Klassifikation..... | 6 |
| 2.1.2 | Biosynthese..... | 7 |
| 2.1.3 | Nicht-flavonoide Phenole..... | 9 |
| 2.1.4 | Flavonoide..... | 14 |
| 2.1.4.1 | Anthocyane..... | 16 |
| 2.1.4.2 | Flavan-3-ole, Proanthocyanidine und Tannine..... | 23 |
| 2.1.4.3 | Flavanonole und Flavonole..... | 26 |
| 2.2 | Die Rolle des Sauerstoffs in der Weinbereitung..... | 27 |
| 2.2.1 | Sauerstoffaufnahme und -verbrauch bei oenologischen Prozessen..... | 27 |
| 2.2.1.1 | Mostverarbeitung..... | 28 |
| 2.2.1.2 | Alkoholische Gärung..... | 30 |
| 2.2.1.3 | Weißweinbereitung..... | 30 |
| 2.2.1.4 | Rotweinbereitung..... | 32 |
| 2.2.1.5 | Barriquelagerung und Reifetanks..... | 35 |
| 2.2.2 | Chemie des Sauerstoffs..... | 36 |
| 2.2.2.1 | Lösungsverhalten..... | 36 |
| 2.2.2.2 | Radikalbildung..... | 37 |
| 2.2.2.3 | Fenton-Reaktion..... | 39 |
| 2.2.3 | Wirkungsmechanismen von Antioxidantien..... | 40 |
| 2.2.3.1 | Ascorbinsäure..... | 41 |
| 2.2.3.2 | Schwefeldioxid..... | 42 |
| 2.3 | Reaktionen phenolischer Verbindungen während der Rotweinbereitung und -lagerung..... | 48 |
| 2.3.1 | Extraktionsprozess..... | 49 |
| 2.3.1.1 | Maischegärung..... | 50 |
| 2.3.1.2 | Maischeerhitzung..... | 53 |

| | | |
|------------------|---|------------|
| 2.3.2 | Oxidation phenolischer Verbindungen | 54 |
| 2.3.2.1 | Substrate der Phenoloxidation | 55 |
| 2.3.2.2 | Phenoloxidation in Abwesenheit von Schwefeldioxid | 56 |
| 2.3.2.3 | Phenoloxidation in Anwesenheit von Schwefeldioxid | 59 |
| 2.3.3 | Phenolische Polymerisationsreaktionen | 61 |
| 2.3.3.1 | Direkte Polyphenolpolymerisation | 62 |
| 2.3.3.2 | Indirekte Polyphenolpolymerisation..... | 66 |
| 2.3.3.3 | Einflussfaktoren bei der Bildung von Polyphenolpolymeren..... | 69 |
| 2.3.4 | Pyranoanthocyane..... | 71 |
| 2.4 | Sensorische Bedeutung phenolischer Weininhaltsstoffe | 75 |
| 2.4.1 | Farbe | 76 |
| 2.4.2 | Adstringenz..... | 81 |
| 2.5 | Mikrooxygenierung | 87 |
| 2.5.1 | Geschichte der kontinuierlichen Sauerstoffzufuhr | 88 |
| 2.5.2 | Equipment zur Mikrooxygenierung..... | 89 |
| 2.5.3 | Rechtliches..... | 90 |
| 2.5.4 | Begriff und Definition | 91 |
| 2.5.5 | Technische Herausforderungen | 92 |
| 2.5.6 | Propagierte Ziele und Risiken | 93 |
| 2.5.7 | Empfehlungen zur Anwendung der Mikrooxygenierung | 94 |
| 2.5.7.1 | Empfehlungen seitens der Gerätehersteller | 94 |
| 2.5.7.2 | Empfehlungen von Oenologen | 97 |
| 2.5.8 | Mikrooxygenierung in wissenschaftlichen Studien..... | 99 |
| 2.5.8.1 | Verteilung des Sauerstoffs im Tank | 99 |
| 2.5.8.2 | Sauerstoffverbrauch durch den Wein | 100 |
| 2.5.8.3 | Variationen im Versuchsdesign | 101 |
| 2.5.8.4 | Untersuchte analytische Parameter..... | 106 |
| 2.5.8.5 | Einfluss oenologischer Parameter..... | 109 |
| 2.5.8.6 | Propagierte analytische Kontrollparameter | 110 |
| Teil Drei | Material und Methoden: Technologie..... | 111 |
| 3.1 | Traubenmaterial | 112 |
| 3.2 | Weinbereitung und Ausbau | 113 |
| 3.2.1 | Maischebehandlung vor der alkoholischen Gärung | 114 |
| 3.2.1.1 | Maßnahmen vor der Maischegärung | 114 |

| | | |
|------------------|---|------------|
| 3.2.1.2 | Maischeerhitzung | 115 |
| 3.2.2 | Alkoholische Gärung | 115 |
| 3.2.2.1 | Maischegärung | 116 |
| 3.2.2.2 | Mostgärung..... | 116 |
| 3.2.3 | Biologischer Säureabbau..... | 117 |
| 3.2.4 | Ausbau der Jungweine | 117 |
| 3.2.4.1 | Edelstahltanks..... | 117 |
| 3.2.4.2 | Lagerung in Barriquefässern und HDPE-Reifetanks..... | 118 |
| 3.2.5 | Abfüllung | 118 |
| 3.3 | Technik der Sauerstoffzufuhr | 119 |
| 3.4 | Protokoll der kontinuierlichen Sauerstoffzufuhr..... | 120 |
| 3.4.1 | Makrooxygenierung | 122 |
| 3.4.2 | Mikrooxygenierung..... | 122 |
| 3.4.3 | Mikrooxygenierung geschwefelter Weine | 123 |
| 3.5 | Probenentnahme | 124 |
| 3.5.1 | Technische Umsetzung | 124 |
| 3.5.2 | Protokoll der Probenentnahme | 126 |
| 3.6 | Sauerstoffmessung..... | 126 |
| 3.6.1 | Messprinzip | 126 |
| 3.6.2 | Technische Umsetzung der Sauerstoffmessung..... | 127 |
| 3.6.3 | Protokoll der Sauerstoffmessung und Prozessierung der Messwerte | 129 |
| 3.6.4 | Wiederholbarkeit der Sauerstoffmessung | 130 |
| Teil Vier | Material und Methoden: Analytik..... | 131 |
| 4.1 | Chemikalien | 132 |
| 4.2 | Analysenprotokoll und Probenvorbereitung..... | 133 |
| 4.3 | Routineanalytik | 135 |
| 4.3.1 | Fourier Transformation Infrarot Spektroskopie (FTIR)..... | 135 |
| 4.3.2 | Lebendzellzahlbestimmung der Hefen..... | 135 |
| 4.4 | Phänotypische Analytik | 136 |
| 4.4.1 | Phenolische Reife und Extrahierbarkeit der Anthocyane | 136 |
| 4.4.2 | Adstringenz-Index | 137 |
| 4.4.3 | Gesamtfarbe und Phenolindex nach Glories | 140 |
| 4.4.4 | Farbmetrik (CIELab)..... | 141 |

| | | |
|------------------|--|------------|
| 4.4.5 | Modifizierter Somers-Boulton Assay | 142 |
| 4.4.6 | Modifizierter Harbertson-Adams Assay | 143 |
| 4.5 | Zielkomponentenanalytik | 145 |
| 4.5.1 | Bestimmung des freien Acetaldehyds mittels HS-GC-FID | 145 |
| 4.5.2 | Enzymatische Bestimmung des Gesamtacetaldehyds | 148 |
| 4.5.3 | Gesamtphenolgehalt mittels Folin-Ciocalteu | 150 |
| 4.5.4 | Methylcellulose Tannin Assay | 152 |
| 4.5.5 | Bestimmung der Anthocyane und Flavan-3-ole mittels HPLC-DAD | 154 |
| 4.5.6 | Bestimmung von Polyphenoladdukten mittels LC-ESI-ToFMS | 160 |
| 4.6 | Sensorische Analytik | 164 |
| 4.6.1 | Prüferkollektiv | 164 |
| 4.6.2 | Deskriptive Profilanalyse..... | 164 |
| 4.6.2.1 | Auswahl von Attributen und Entwicklung von Geruchs- und Geschmacksstandards | 165 |
| 4.6.2.2 | Training der Prüfer | 165 |
| 4.6.2.3 | Evaluierung der Versuchsweine | 167 |
| 4.6.2.4 | Auswertung und Aufbereitung der Daten..... | 168 |
| 4.6.2.5 | Prüfereffizienz | 169 |
| 4.6.2.6 | Attributsuffizienz..... | 169 |
| 4.6.3 | Zeitintensitätsanalyse..... | 170 |
| 4.6.3.1 | Training der Prüfer | 172 |
| 4.6.3.2 | Evaluierung der Versuchsweine | 173 |
| 4.6.3.3 | Auswertung und Aufbereitung der Daten..... | 174 |
| 4.7 | Statistische Methoden..... | 175 |
| 4.7.1 | Deskriptive statistische Kennzahlen | 175 |
| 4.7.2 | Test auf Normalverteilung..... | 176 |
| 4.7.3 | Korrelationskoeffizienten | 176 |
| 4.7.4 | Regressionsanalyse | 177 |
| 4.7.5 | Varianzanalyse..... | 179 |
| 4.7.6 | Hauptkomponentenanalyse..... | 181 |
| Teil Fünf | Ergebnisse und Diskussion..... | 183 |
| 5.1 | Technologische Machbarkeitsstudie | 184 |
| 5.1.1 | Lösung des applizierten Sauerstoffs | 184 |
| 5.1.2 | Verteilung des Sauerstoffs in den Tanks | 189 |

| | | |
|------------|---|------------|
| 5.1.3 | Sauerstoffaufnahme während der Makro- und Mikrooxygenierung..... | 191 |
| 5.1.4 | Sauerstoffverbrauch während der Makro- und Mikrooxygenierung..... | 195 |
| 5.2 | Sensorische Analytik..... | 197 |
| 5.2.1 | Veränderungen infolge der Makrooxygenierung | 197 |
| 5.2.1.1 | Dornfelder im Jahrgangvergleich | 197 |
| 5.2.1.2 | Spätburgunder im Jahrgangvergleich | 200 |
| 5.2.1.3 | Cabernet Sauvignon im Jahrgangvergleich | 203 |
| 5.2.1.4 | Fazit..... | 206 |
| 5.2.2 | Veränderungen infolge der Mikrooxygenierung..... | 208 |
| 5.2.2.1 | Dornfelder im Jahrgangvergleich | 208 |
| 5.2.2.2 | Spätburgunder im Jahrgangvergleich | 211 |
| 5.2.2.3 | Cabernet Sauvignon im Jahrgangvergleich | 214 |
| 5.2.2.4 | Rebsortenvergleich..... | 218 |
| 5.2.2.5 | Fazit..... | 225 |
| 5.2.3 | Makro- und Mikrooxygenierung im Vergleich..... | 227 |
| 5.2.3.1 | Jahrgang 2006 (am Beispiel der Zeitintensitätsanalyse) | 227 |
| 5.2.3.2 | Jahrgang 2007..... | 230 |
| 5.2.3.3 | Jahrgangvergleich makro- und mikrooxygenerter Spätburgunder..... | 233 |
| 5.2.3.4 | Fazit..... | 236 |
| 5.2.4 | Einfluss der Mikrooxygenierung bei maischeerhitzten Weinen | 239 |
| 5.2.4.1 | Spätburgunder | 239 |
| 5.2.4.2 | Lemberger | 241 |
| 5.2.4.3 | Maischeerhitzte und maischevergorene Spätburgunder im Vergleich..... | 243 |
| 5.2.4.4 | Fazit..... | 245 |
| 5.2.5 | Vergleich zwischen Mikrooxygenierung, Barriquefasslagerung und Ausbau im HDPE-Reifetank..... | 246 |
| 5.2.5.1 | Spätburgunder im Barriquefass | 247 |
| 5.2.5.2 | Lemberger im Barriquefass | 248 |
| 5.2.5.3 | Spätburgunder im HDPE-Reifetank..... | 250 |
| 5.2.5.4 | Fazit..... | 251 |
| 5.2.6 | Einfluss des SO ₂ -Gehaltes bei der Mikrooxygenierung von Spätburgundern | 253 |
| 5.3 | Chemische Analytik | 255 |
| 5.3.1 | Prozessanalytik während der Makrooxygenierung | 255 |
| 5.3.1.1 | Dornfelder | 255 |
| 5.3.1.2 | Spätburgunder | 259 |

| | | |
|--------------------|---|------------|
| 5.3.1.3 | Cabernet Sauvignon..... | 263 |
| 5.3.2 | Prozessanalytik während der Mikrooxygenierung | 266 |
| 5.3.2.1 | Dornfelder..... | 266 |
| 5.3.2.2 | Spätburgunder..... | 269 |
| 5.3.2.3 | Cabernet Sauvignon..... | 272 |
| 5.3.3 | Reife- und Oxidationsindikatoren bei makro- und mikrooxygenierten Weinen..... | 275 |
| 5.3.3.1 | Entwicklung des Anthocyane bei 2006er Spätburgundern..... | 275 |
| 5.3.3.2 | Entwicklung des Acetaldehyds bei 2007er Spätburgundern | 278 |
| 5.3.3.3 | Einfluss der Mikrooxygenierung auf den Acetaldehyd | 282 |
| 5.3.4 | Sauerstoff-induzierte Veränderungen des Farb- und Phenolprofils | 285 |
| 5.3.4.1 | Einfluss der Mikrooxygenierung auf monomere Anthocyane und Flavan-3- ole | 285 |
| 5.3.4.2 | Rebsortenübergreifender Einfluss auf das Farb- und Phenolprofil..... | 290 |
| 5.3.4.3 | Jahrgangsübergreifender Einfluss auf das Farb- und Phenolprofil von Spätburgundern..... | 294 |
| 5.3.5 | Prognose der Mikrooxygenierungseffekte anhand des Flavan-3-ol- Anthocyan-Verhältnisses (FAV) | 298 |
| Teil Sechs | Zusammenfassung und Ausblick..... | 307 |
| 6.1 | Zusammenfassung | 308 |
| 6.2 | Ausblick | 311 |
| Teil Sieben | Literaturverzeichnis..... | 313 |