

Entwicklung einer dynamischen Mikrooxygenierung bei der Herstellung von Rotweinen

Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle I:	Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) Rheinpfalz, Neustadt Institut für Weinbau und Önologie Prof. Dr. Ulrich Fischer/Prof. Dr. Dominik Durner
Forschungsstelle II:	Technische Universität Braunschweig Institut für Lebensmittelchemie Prof. Dr. Peter Winterhalter
Industriegruppe:	Deutscher Weinbauverband e.V. (dww), Bonn
	Projektkoordinator: Bernhard Idler Württembergische Weingärtner Zentralgen. eG, Möglingen
Laufzeit:	2013 – 2016
Zuwendungssumme:	€ 434.850,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

Ausgangssituation:

Die sauerstoffinduzierten Reifeprozesse von Rotweinen können durch eine Mikrooxygenierung (MOX) bedarfsgerecht unterstützt werden. Momentan erfolgt der Einsatz der MOX allerdings nur empirisch, d.h. ihr Anwendungszeitpunkt, die Dauer der Anwendung und die applizierte Sauerstoffdosage werden ohne Zuhilfenahme objektiver Parameter festgelegt. Es fehlen Erkenntnisse über die molekularen Zusammenhänge zwischen den durch die Sauerstoffzufuhr hervorgerufenen Reaktionen und den sensorischen Veränderungen, die einen Parameter zur Ermittlung der richtigen Sauerstoffdosage bei der MOX ermöglichen.

Sauerstoffinduzierte Reaktionen im Rotwein umfassen in erster Instanz gekoppelte Oxidationsreaktionen, die zur Bildung von Acetaldehyd führen. Dieses initiiert die Entstehung von Flavanol-Anthocyan-Addukten, beispielsweise das methylmethin-verbrückte Catechin-Malvidin-3-glucosid-Dimer. Infolge der Bildung von oligomeren oder polymeren Phenolstrukturen nehmen die Konzentrationen von Flavanolen und Anthocyanen während der Lagerung von Weinen

unter Sauerstoffeinfluss ab. Durch viele Arbeiten konnte gezeigt werden, dass diese sauerstoffinduzierten Reaktionen im Rotwein neben den Farbveränderungen auch für die Veränderungen des adstringierenden Mundgefühls verantwortlich zeichnen. Die als Leitsubstanz für die durch den Sauerstoff hervorgerufenen Reaktionen identifizierten methylmethin-verbrückten Verbindungen konnten mit den Abnahmekinetiken der Precursoren und den sensorischen Veränderungen der Rotweinfarbe und des Mundgefühls in Verbindung gebracht werden. Aufgrund der fortschreitenden Extraktion und Polymerisation von Anthocyanen und Flavanolen während der Weinbereitung unterliegen die Konzentrationen und das Verhältnis dieser Precursoren ständigen Veränderungen, wodurch sich nach derzeitigem Kenntnisstand ein ständig ändernder Sauerstoffbedarf während der Rotweinbereitung ableitet.

Das Flavanol/Anthocyan-Verhältnis wurde als rebsorten- und jahrgangsübergreifender Eignungsindikator für die MOX etabliert, wonach eine Sauerstoffdosage nur in einem bestimmten Bereich des Flavanol/Anthocyan-Verhältnisses zur Farbvertiefung und einem weicheren Mundgefühl beiträgt. Die vor allem für anthocyanarme

Rebsorten wichtige, während der Maischegärung stattfindende MOX (vgl. IGF-Projekt AiF 14788 N) kann mit dem vorgeschlagenen Indikator nicht abgedeckt werden, da phenolische Traubeninhaltsstoffe vor dem Abpressen der Jungweine kontinuierlich extrahiert werden und das Flavanol/Anthocyan-Verhältnis ständigen Änderungen unterliegt. Die Einflüsse von oenologischen Verfahren und Methoden müssen berücksichtigt werden, da anzunehmen ist, dass sie zu deutlichen Veränderungen im Flavanol/Anthocyan-Verhältnis führen. Folglich erscheint eine regelmäßige Ermittlung des Flavanol/Anthocyan-Verhältnisses während des Prozesses der Rotweinherstellung sinnvoll. Während der Beitrag monomerer Verbindungen auf Bitterkeit und Adstringenz umfassend charakterisiert wurde, konnten die Einflüsse bestimmter struktureller Merkmale von polymeren Pigmenten, die einen maßgeblichen Anteil an den sensorischen Ausprägungen des Weines haben, aufgrund analytischer Herausforderungen bisher nur zum Teil erklärt werden. Es fehlen bislang Aussagen über die Zusammenhänge zwischen der Struktur, der Größe sowie der Zusammensetzung dieser Verbindungen und den sensorischen Eigenschaften von mikrooxygenierten Rotweinen.

Ziel des Forschungsvorhabens war es, diese Kenntnislücken zu schließen, um eine dynamische Anpassung der Sauerstoffdosage auf die kontinuierlichen Konzentrationsänderungen von Anthocyanen und Flavanolen während der Rotweinbereitung zu ermöglichen.

Forschungsergebnis:

Das Konzept der dynamischen Mikrooxygenierung (DynMOX) basiert auf der zu jedem Zeitpunkt in der Rotweinbereitung möglichen analytischen Bestimmung des Sauerstoffbedarfs via photometrischem Schnelltest sowie der stufenweisen Verringerung der kontinuierlichen Sauerstoffzufuhr während der laufenden Dosierung. Es konnte gezeigt werden, dass der Einsatz der DynMOX gewinnbringend für die langfristige Farbstabilität von Rotweinen ist und der SO₂-Bedarf dadurch nicht – wie bei der klassischen MOX – erhöht wird. Maßgeblich ist, dass die erste SO₂-Gabe frühestens vier Wochen nach dem Ende der Sauerstoffdosage erfolgt. Der Zusatz von oenologischen Tanninen fördert den farbstabilisierenden Effekt des Sauerstoffs nur dann, wenn ein Mangel an traubeneigenen Tanninen besteht (z. B. nach der Maischeerhitzung).

Druckluft anstelle von Sauerstoff sollte bei der DynMOX nicht eingesetzt werden.

Mittels deskriptiver sensorischer Analyse konnte gezeigt werden, dass keiner von 55 Weinen nach der DynMOX oxidative Noten aufwies. Auch andere Aromadeskriptoren blieben durch die DynMOX unbeeinflusst. Nach einer Flaschenlagerung von 12 Monaten zeigten die mikrooxygenierten Weine keine vorzeitigen Alterungserscheinungen. Die durch den Sauerstoffeinsatz erhöhte Farbintensität war auch nach einjähriger Lagerung nicht nivelliert, sondern zum Teil sogar noch stärker ausgeprägt.

Die Sauerstoff-induzierte Abnahme monomerer Anthocyane und Flavanole ist nicht – wie oftmals angenommen – durch die ständig fortschreitende Polymerisation zu erklären, sondern liegt vielmehr in der Zunahme kleiner polymerer Pigmente begründet. In den polymeren Pigmenten geringen Molekulargewichts nimmt der Anteil an Anthocyanen infolge der DynMOX zu. Mit steigendem Molekulargewicht der polyphenolischen Fraktionen wird der Einfluss der DynMOX zunehmend geringer, was die These der überwiegenden Neubildung kleiner polymerer Pigmente stützt. Die größeren Pigmente zeigen gegenüber SO₂-Bleichung und pH-Wert-Erhöhung eine zunehmend stabilere Farbe und fallen durch eine signifikant erhöhte „trockene Adstringenz“ auf. Folglich ist mit einem trockenen Mundgefühl zu rechnen, sobald der Gehalt an hochmolekularen Polyphenolfractionen, z.B. durch eine zu lange Sauerstoffexposition ansteigt.

Die Voraussetzung für die erfolgreiche DynMOX sind monomere Anthocyane und Proanthocyanidine im Rotwein. Es konnte gezeigt werden, dass das spektralphotometrisch und damit wesentlich kostengünstiger als mit der HPLC zu bestimmende Tannin-Anthocyan-Verhältnis (TAV) sehr gut mit dem Flavanol/Anthocyan-Verhältnis (FAV) korreliert und ebenso zur Bewertung des Sauerstoffbedarfs herangezogen werden kann. Eine Farbvertiefung tritt nur dann ein, wenn der Wert des TAV vor der DynMOX < 3 beträgt und dieser Wert während der DynMOX nicht überschritten wird. Der HARBERTSON-ADAMS-Assay, eine spektralphotometrische Methode mit dem das TAV bestimmt werden kann, erwies sich als zweckmäßige und kostengünstige Alternative zur HPLC. Neben Anthocyanen und Tanninen bietet der HARBERTSON-ADAMS-Assay die Möglichkeit, den Farbbeitrag der kleinen und großen polymeren Pigmente (SPP und LPP) zu bestimmen. Es wurde gezeigt, dass farbfördernde Reaktionen (sprich: zunehmende

SPP) nur dann stattfinden, solange die LPP < 1 sind und nicht ansteigen.

Während und nach der DynMOX werden die Veränderungen der Farbe erst mit einer Verzögerung von zwei bis vier Wochen für das Auge sichtbar. Bei der DynMOX und bei Sauerstoffanwendungen im Allgemeinen ist also erst verzögert mit sensorisch wahrnehmbaren Effekten zu rechnen. Aufgrund reaktionschemischer Gegebenheiten können kurzfristige Impulsbegasungen mit hohen Sauerstoffmengen nicht die langsame Zufuhr geringer Mengen an Sauerstoff ersetzen. Die DynMOX minimiert das Risiko oxidativer Weinfehler und senkt den SO₂-Bedarf, der nach der klassischen Mikrooxygenierung und durch Impulsbegasungen durch akkumuliertes Acetaldehyd resultiert.

Wirtschaftliche Bedeutung:

Die wirtschaftlichen Überlegungen zur Anwendung einer MOX liegen in der früheren Trinkreife und der erhöhten Farbstabilität der Weine begründet. Obgleich im Rahmen eines IGF-Vorläuferprojekts das Flavanol/Anthocyan-Verhältnis als jahrgangs- und rebsortenübergreifender Eignungsindikator für die MOX vorgeschlagen werden konnte, fehlte der Praxis bislang ein Parameter, anhand dessen eine auf die Zusammensetzung des Jungweines abgestimmte Ermittlung der exakten Sauerstoffdosage zu jedem Zeitpunkt während der Weinbereitung möglich ist. In Deutschland existieren rund 24.600 weinherstellende Betriebe, die einen jährlichen Gesamtumsatz von 3 Mrd. € erzielen.

Im Zuge der weltweit gestiegenen Nachfrage nach Rotwein hat in Deutschland die Rotweinerzeugung stark zugenommen, so dass inzwischen 40 % der Weinerzeugung auf Rotweine entfällt. Nicht nur Weingüter, sondern auch Genossenschaften und Weinkellereien sind ausnahmslos kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) und können eine eigenständige wissenschaftliche Forschungstätigkeit weder praktisch noch finanziell realisieren. Gleichzeitig stehen sie aufgrund des hohen Angebots an importierten Weinen, von denen über zwei Drittel Rotweine sind, in einem scharfen Wettbewerb mit einer steigenden Zahl ausländischer Unternehmen. Dieser findet unter Verwendung moderner oenologischer Verfahren, wie der partiellen Entalkoholisierung, dem Einsatz von Eichenholzchips und der MOX, insbesondere im Preissegment von 3 bis 8 € statt. Die Verbraucherpräferenzen in diesem Segment zielen auf fruchtige, weiche und

vollmundige, insbesondere aber weder bitter noch adstringierend schmeckende Rotweine ab. In dem IGF-Vorläuferprojekt AiF 14788 N konnte deutlich belegt werden, dass die MOX bei richtiger Sauerstoffdosage einen wertvollen Beitrag zum Erzielen dieses sensorischen Profils liefert und die Wettbewerbsfähigkeit der Weine erheblich steigert. Insbesondere eine Vertiefung der Farbe und Erhöhung der Farbstabilität über einen für die Verbraucher relevanten Zeithorizont von drei Jahren werden seitens der Weinwirtschaft dringend benötigt.

Durch die Ergebnisse des vorliegenden Forschungsantrags profitieren insbesondere die Weinproduzenten von der Risikominimierung des bisher rein empirischen Einsatzes der MOX. Mit der DynMOX können gezielt, ressourcenschonend und reproduzierbar farbstabilere und weichere Rotweine erzeugt werden.

Publikation (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht 2016.
2. Nickolaus, P. und Durner, D.: Wieviel Sauerstoff braucht der Wein? Dt. Weinbau 25-26, 47 - 53 (2016).
3. Durner, D.: Improvement and stabilization of wine colour. In: Handbook on Natural Pigments in Food and Beverages: Industrial Applications for Improving Food Color, 1st edition (eds.: Carle, R. und R. Schweiggert). Woodhead Publishing, Cambridge. ISBN 9780081003718, 237 - 264 (2016).
4. Durner, D., Nickolaus, P., Weber, F., Trieu, H.-L. und Fischer, U.: Evolution of Anthocyanin-Derived Compounds during Micro-Oxygenation of Red Wines with Different Anthocyanin-Flavanol Ratios. In: Advances in Wine Research, Am. Chem. Soc. Sym. Ser. Vol. 1203 (eds.: Ebeler, S., Sacks, G., Vidal, S. und Winterhalter, P.: Oxford Univ. Press, Washington DC. ISBN 9780841230101, 253 - 274 (2015).
5. Durner, D., Nickolaus, P. und Trieu, H.-L.: Micro-oxygenation and its impact on polyphenols and sensory characteristics of Pinot noir. Wine Viticult. J. 30 (3), 28-30 (2015).

Weiteres Informationsmaterial:

Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR)
Rheinpfalz
Institut für Weinbau und Önologie
Breitenweg 71, 67435 Neustadt
Tel.: +49 6321 671-294
Fax: +49 6321 671-375
E-Mail: ulrich.fischer@dlr.rlp.de

Technische Universität Braunschweig
Institut für Lebensmittelchemie
Schleinitzstr. 20, 38106 Braunschweig
Tel.: +49 531 391-7202
Fax: +49 531 391-7230
E-Mail: p.winterhalter@tu-bs.de

Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V.
(FEI)
Godesberger Allee 142-148, 53175 Bonn
Tel.: +49 228 3079699-0
Fax: +49 228 3079699-9
E-Mail: fei@fei-bonn.de

... ein Projekt der **Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)**

gefördert durch/via



Das o. g. IGF-Vorhaben der Forschungsvereinigung Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Godesberger Allee 142-148, 53175 Bonn, wird/wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.