

## Optimierung des Sauerstoffeintrags bei der Mikrooxygenierung von Rotweinen

<b>Koordinierung:</b>	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
<b>Forschungsstelle I:</b>	Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum DLR - Rheinpfalz, Neustadt Abt. Weinbau und Önologie Dr. H.-P. Lorenz/Prof. Dr. U. Fischer
<b>Forschungsstelle II:</b>	Technische Universität Braunschweig Institut für Lebensmittelchemie Prof. Dr. P. Winterhalter/Dr. M. Schwarz
<b>Industriegruppe:</b>	Deutscher Weinbauverband e.V., Bonn
	Projektkoordinator: Dipl.-Ing. E. Diesler Württembergische Weingärtner-Zentralgesellschaft, Möglingen
<b>Laufzeit:</b>	2006 – 2008
<b>Zuwendungssumme:</b>	€ 418.800,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

### Ausgangssituation:

Die sensorische Charakteristik von Rotweinen wird maßgeblich durch die aus den Beerenhäuten extrahierten farbgebenden Anthocyane und die aus den Traubenkernen und Beerenhäuten stammenden monomeren Flavan-3-ole und oligomeren Tannine bestimmt. Während des traditionellen Reifungsprozesses von Rotweinen in Holzfässern diffundiert Sauerstoff in den Wein, der über eine gekoppelte Oxidation vicinaler Diphenole zunächst Wasserstoffperoxid generiert. Dieses oxidiert das im Wein im Überschuss vorhandene Ethanol zu Acetaldehyd, welches im weiteren Reaktionsverlauf die Bildung methylmethinverbrückter Anthocyan-Flavan-3-ol-Polymere initiiert. Dabei ist der Sauerstoffbedarf maßgeblich vom Flavan-3-ol-Anthocyan-Verhältnis abhängig, das zum einen durch Rebsorte selbst und zum anderen durch die Rotweintechnologie bestimmt wird.

Grundsätzlich unterscheidet man zwischen der Makrooxygenierung während der Gärung und vor dem biologischen Säureabbau (BSA) mit hohen Sauerstoffgaben und der Mikrooxygenierung nach dem BSA mit deutlich niedrigeren, aber über längere Zeiträume applizierten Dosagen. Bislang erfolgte der Einsatz der Mikro-

oxygenierung rein empirisch. Es fehlte in der Praxis an Markersubstanzen und häufig auch an analytischen Kontrollmöglichkeiten, um über die Zielparameter Rotfärbung und Adstringenz Menge, Zeitpunkt und Dauer der O<sub>2</sub>-Gabe festzulegen.

Ziel des Forschungsvorhabens war es, die Grundlagen für die Optimierung des Sauerstoffeintrags bei der Makro- und Mikrooxygenierung von Rotweinen mit unterschiedlichen Flavan-3-ol-Anthocyan-Verhältnissen zu erarbeiten, um einerseits definierte Rotweinstile aus unterschiedlichem Ausgangsmaterial reproduzierbar herstellen zu können und andererseits fehlerbehaftete Weine durch zu starke Oxygenierung zu vermeiden.

### Forschungsergebnis:

Durch die Variation der Sauerstoffgaben gelang es, für die Rebsorten Spätburgunder und Cabernet Sauvignon sowohl zu geringe als auch zu hohe Dosagen zu realisieren, so dass Aussagen über das Optimum getroffen werden konnten. Demgegenüber zeigten selbst hohe Gaben von bis zu 300 mg/L/Monat Sauerstoff während der Makrooxygenierung und 20 mg/L/Monat Sauer-

stoff in der Mikrooxygenierung bei der Rebsorte Dornfelder keine negativen Auswirkungen.

Die umfangreichen sensorischen Untersuchungen mittels der deskriptiven sensorischen Analyse zeigten für die makrooxygenierten Weine in der Tendenz eine Abnahme von an grüne Pflanzen erinnernde Aromen, was durch die Oxidation und das Austreiben von sehr geruchsaktiven und flüchtigen Schwefelverbindungen erklärt werden kann. Gleichzeitig nahmen die Fruchtnoten tendenziell zu, was u.a. mit der nicht mehr vorhandenen Maskierung der Schwefelkomponenten begründet werden kann. Insbesondere bei Weinen mit einem hohen Flavan-3-ol-Anthocyan-Verhältnis konnte infolge der Mikrooxygenierung eine Abnahme harter und grüner Tannine sowie der Adstringenz beobachtet werden. Gleichzeitig konnte es bei diesen Weinen auch zu einem Farbverlust und der Zunahme der Braunfärbung kommen, während in Weinen mit einem etwas niedrigeren Flavan-3-ol-Anthocyan-Verhältnis die Farbe intensiviert und stärker in das violette Spektrum verschoben wurde. Somit hat sich das postulierte Flavan-3-ol-Anthocyan-Verhältnis als ein wichtiger Kennwert für die Sauerstoffbestimmung bewährt.

Aufgrund der Etablierung einer sehr empfindlichen und gegenüber der enzymatischen Bestimmung nur den freien Acetaldehyd messenden Headspace-GC-FID-Analyse konnte sehr exakt der Ab- und Aufbau des Acetaldehyds im Verlauf des Sauerstoffeintrags verfolgt werden. Die infolge einer Makrooxygenierung erhöhten Acetaldehydgehalte wurden über einen Zeitraum von rund 100 Tagen durch Polymerisierung vollständig abgebaut. Insbesondere bei Spätburgundern konnte dadurch gegenüber der Kontrolle eine Zunahme der polymeren Pigmente um 200 % gegenüber der Kontrolle erzielt werden. Obwohl mit der deutlich geringeren, aber auch sehr viel länger applizierten Sauerstoffgabe während der Mikrooxygenierung der Anteil der polymeren Pigmente sogar um 300 % erhöht werden konnte, stieg hier der Acetaldehyd auf über 15 mg/L an, was zu einer sensorischen Beeinträchtigung führte.

Durch die Variation der Temperaturen zwischen 10 und 20 °C konnte der beschleunigte Abbau monomerer und der Aufbau polymerer Anthocyan-Tannin-Verbindungen belegt werden. Da die Löslichkeit des Sauerstoffs mit abnehmender Temperatur zunimmt, besteht bei der Mikrooxygenierung kalter Rotweine im Winter die Gefahr, dass der eingebrachte Sauerstoff nur partiell reagiert. Die mögliche Überdosierung

kann nicht anhand des Zwischenproduktes Acetaldehyd festgestellt werden, so dass die Sauerstoffgabe nicht reduziert wird. Wenn die Weine später bei der Abfüllung erwärmt werden, kommt es zu einer raschen Reaktion des gelösten Sauerstoffs mit negativen sensorischen Folgen.

Auf Anregung der im Projektbegleitenden Ausschuss vertretenen Winzergenossenschaften, wurden im Jahrgang 2007 auch maischeerhitzte Rotmoste eines württembergischen Lembergers und eines badischen Spätburgunders untersucht. In beiden Fällen erwies sich die Mikrooxygenierung mit 5 mg/L/Monat Sauerstoffgabe vorteilhafter im Vergleich zur Kontrolle oder der Makrooxygenierung mit 20 mg/L/Monat. So nahm im Spätburgunder die Intensität von Cassis, Süßkirsche und Schokoladennoten zu, ebenso wie die Farbintensität und die Rotfärbung. Im Lemberger nahmen ebenfalls Süßkirsche und Schokoladennoten zu bei einem leichten Anstieg des Körpers. Durch den Vergleich unterschiedlicher Gaben von Sauerstoff mit dem Eintrag durch die Lagerung in mehrfach belegten Barriquefässern wurde auch deutlich, dass die Mikrooxygenierung über drei Monate ähnliche Effekte wie die Reifung im Barriquefass erzielte.

Bei der Untersuchung des Einflusses einer Schwefelung auf die Mikrooxygenierung kommt es maßgeblich auf die Vorbehandlung des Weines an. Erfolgt die Mikrooxygenierung nach einer kräftigen Makrooxygenierung während der Gärung, tritt kein Unterschied zwischen der geschwefelten oder ungeschwefelten Variante sensorisch auf. Wird hingegen die Mikrooxygenierung in einem unbehandelten Wein durchgeführt, dann verlangsamt die Schwefelung deutlich die sensorische Entwicklung.

Bei der praktischen Durchführung der Makro- und Mikrooxygenierung konnten technische Probleme in der Gestaltung der Diffusoren und der unvorteilhaften stoßweisen statt kontinuierlichen Dosage des Sauerstoffs festgestellt und sowohl den Anwendern als auch den Herstellern kommuniziert werden.

#### Wirtschaftliche Bedeutung:

Im Zuge der weltweit gestiegenen Nachfrage nach Rotwein hat auch in Deutschland die Rotweinerzeugung stark zugenommen. In vielen der insgesamt 34.400 in Deutschland ansässigen Weinbaubetriebe und 263 Winzergenossenschaften, bei denen es sich ausschließlich um

kleine und mittelständische Unternehmen handelt, trägt sie maßgeblich zum positiven Betriebsergebnis bei. Eine eigenständige wissenschaftliche Forschungstätigkeit ist in den Einzelbetrieben weder praktisch noch finanziell realisierbar. Die deutschen Betriebe stehen im direkten Wettbewerb zu international operierenden Firmen. Der deutschen Rotweinerzeugung von 3,7 Mio. hL steht ein Import von 6,6 Mio. hL für ca. 1 Mrd. € gegenüber. Importierte Rotweine werden im Durchschnitt günstiger angeboten als deutsche Rotweine, was einen hohen Preisdruck ausübt.

#### Publikationen (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht 2009.
2. Schmarr, H.-G., Bernhardt, J., Fischer, U., Stephan, A., Müller, P. und Durner, D.: Two-dimensional gaschromatographic profiling as a tool for a rapid screening of the changes in volatile composition occurring due to microoxygenation of red wines. *Anal. Chem. Acta* 1-2, 114-123 (2010).
3. Fischer, U. und Durner, D.: Moderne Rotweinbereitung durch Optimierung des Sauerstoffeintrags: Chemische Aspekte und technologische Umsetzung. Tagungsband 68. FEI-Jahrestagung 2010, 25-44 (2010).
4. Durner, D. und Fischer, U.: Mikrooxygenierung von Rotweinen I: Sauerstoff in der Weinbereitung – Fluch oder Segen? *Das Deutsche Weinmagazin* 9, 18-22 (2009).
5. Durner, D. und Fischer, U.: Mikrooxygenierung von Rotweinen II: Makro- oder Mikrooxygenierung – Welches Verfahren bringt Potential? *Das Deutsche Weinmagazin* 10, 45-45 (2009).
6. Durner, D. und Fischer, U.: Mikrooxygenierung von Rotweinen III: Welche Rebsorten eignen sich? *Das Deutsche Weinmagazin* 11, 28-31 (2009).
7. Durner, D., Weber, F. und Fischer, U.: Mikrooxygenierung von Rotweinen IV: Mikrooxygenierung bei der Maischeerhitzung? *Das Deutsche Weinmagazin* 13, 10-14 (2009).
8. Durner, D. und Fischer, U.: Mikrooxygenierung von Rotweinen V: Holzfass, Reifetank und Mikrooxygenierung – ein Vergleich. *Das Deutsche Weinmagazin* 18, 23-25 (2009).

#### Weiteres Informationsmaterial:

Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum DLR - Rheinpfalz  
Abt. Weinbau und Önologie  
Breitenweg 71, 67435 Neustadt  
Tel.: 06321/671-294, Fax: 06321/671-222  
E-Mail: hans-peter.lorenz@dlr.rlp.de

Technische Universität Braunschweig  
Institut für Lebensmittelchemie  
Schleinitzstr. 20, 38106 Braunschweig  
Tel.: 0531/391-7202, Fax: 0531/391-4577  
E-Mail: p.winterhalter@tu-bs.de

Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI)  
Godesberger Allee 142-148, 53175 Bonn  
Tel.: 0228/372031, Fax: 0228/376150  
E-Mail: fei@fei-bonn.de

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

gefördert durch/via:

