

## Schnellverfahren zur Qualitätsbewertung von Traubenmaischen bei der Traubenannahme

<b>Koordinierung:</b>	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
<b>Forschungsstelle I:</b>	Universität Hohenheim Institut für Lebensmittelwissenschaft und Biotechnologie FG Lebensmittel pflanzlicher Herkunft Prof. Dr. Dr. Reinhold Carle
<b>Forschungsstelle II:</b>	Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau Weinsberg Referat Weinanalytik Dr. Martin Pour Nikfardjam
<b>Industriegruppe:</b>	Deutscher Weinbauverband e.V., Bonn
	Projektkoordinator: Edmund Diesler Württembergische Weingärtner- Zentralgenossenschaft eG, Möglingen
<b>Laufzeit:</b>	2010 – 2013
<b>Zuwendungssumme:</b>	€ 233.400,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

### Ausgangssituation:

Die Weinproduktion in Genossenschaften und Weinkellereien erfolgt arbeitsteilig in Traubenerzeugerbetrieben sowie Verarbeitungs- und Weinausbaubetrieben. Die Produzenten werden von den Verarbeitern für ihre Erzeugungsleistung entlohnt. Das traditionelle Qualitätsbewertungsverfahren für Trauben nach dem Oechsle-Grad ist in vielen Fällen unsachgerecht und entspricht nicht den Anforderungen an eine umfassende Qualitätsanalyse und -sicherung. So kann Traubenfäulnis mit diesem Verfahren nicht detektiert werden, obwohl sie die Genussqualität der Weine erheblich beeinträchtigt. Zudem stellt Fäulnis ein Risiko für die Kontamination mit Mycotoxinen dar. Die Verarbeitung faulender Trauben ist somit mit einer potentiellen Gefährdung der Lebensmittelsicherheit verbunden und im Sinne des Verbraucherschutzes kritisch zu bewerten.

Bisher mangelt es an Verfahren für eine umfassende Qualitätsanalyse von Mostinhaltsstoffen, die die Anforderungen der

Weinwirtschaft an Routineverfahren erfüllen. Bestehende Analysenverfahren sind kosten-, personal- und zeitintensiv und somit wenig praxistauglich. Die Entwicklung spektroskopischer Methoden im Bereich des Mittleren Infrarots (MIR) ermöglichte in den letzten Jahren weitreichende Verbesserungen für die Inhaltsstoffanalyse in Wein und Most. So wurde eine FT-MIR-Kalibrierung erstellt, welche es ermöglicht, 14 Weininhaltsstoffe innerhalb kürzester Zeit zu quantifizieren. Auch für den Bereich der Mostanalyse wurde eine FT-MIR-Kalibrierung erstellt, welche die Bestimmung von 15 qualitätsrelevanten Parametern ermöglicht. Für die weinwirtschaftliche Praxis bleibt jedoch das Problem bestehen, dass MIR-Verfahren nicht in einen automatisierten In-line-Prozess integriert werden können, sondern manuell durchgeführt werden müssen. Hierfür muss eine Maischeprobe entnommen und mittels Filtration oder Zentrifugation geklärt werden. Diese Probenvorbereitung benötigt unter optimalen betrieblichen Bedingungen zwei Minuten, die anschließende FT-MIR-Analytik eine weitere

Minute. Die Annahme einer Traubenlieferung dauert in der Mehrzahl der Betriebe jedoch lediglich etwa eine Minute. Dieses enge Zeitfenster erlaubt während der Erntekampagne keine Durchführung von MIR-Analysen.

Durch Einsatz eines Analyseverfahrens mittels Nahinfrarot-Spektroskopie (NIRS) ist eine automatisierte In-line-Messung im Verarbeitungsprozess bei der Traubenkelterung dagegen grundsätzlich möglich. Hiermit sollten Inhaltsstoffe noch vor der Pressung direkt aus dem Maischestrom quantifiziert werden und Aufschluss über Reifegrad und Gesundheitszustand der Trauben geben. Ziel des Forschungsvorhabens war es, für Keltertrauben eine umfassende Qualitätsbewertung auf Basis eines in-line-tauglichen, nahinfrarot-spektroskopischen Analyseverfahrens zu erarbeiten. Damit sollten die komplexen Veränderungen während der Traubenreife und des Traubenverderbs anhand relevanter Stoffwechselprodukte automatisiert bei der Traubenannahme aus der Maische erfasst werden.

#### Forschungsergebnis:

NIR-Spektrometer wurden in den Verarbeitungsprozess von zwei Kellereien integriert. Zu den aufgenommenen Spektren wurden Referenzproben gezogen und analysiert. Dabei wurden Dichte, Glucose, Fructose, Gesamtsäure, Weinsäure, Äpfelsäure, pH-Wert, Ethanol, flüchtige Säuren, Gluconsäure und Glycerin quantifiziert. Die Referenzwerte wurden zur Erstellung eines Kalibrierungsmodells zur nahinfrarot-spektroskopischen Vorhersage dieser Parameter bei unbekanntem Proben als Schnellverfahren zur Qualitätsbewertung von Traubenmaischen bei der Traubenannahme herangezogen. Zur Überprüfung des Modells wurden Validierungen durchgeführt. Es wurde überprüft, ob sich die Parameter universell für alle untersuchten Proben kalibrieren lassen oder ob eine Einschränkung des Anwendungsbereiches notwendig ist, um eine brauchbare Kalibrierung zu erhalten. Die Kalibrierungsmodelle verschiedener Parameter erwiesen sich als unterschiedlich zuverlässig. Die Majorsaccharide Glucose und Fructose und die davon maßgeblich beeinflusste relative Dichte ließen sich deutlich besser kalibrieren als die Hauptsäurekomponenten Äpfelsäure und Weinsäure und die damit assoziierte titrierbare Gesamt-

säure und der pH-Wert. Versuche zur Einschränkung des Datensatzes bzw. des zur Kalibrierung herangezogenen Probenmaterials lieferten keine eindeutigen Ergebnisse. Bei der Betrachtung des Gesamtdatensatzes und der Aufteilung desselben in rote und weiße Rebsorten stieg der Vorhersagefehler der Kalibrierung für die weißen Sorten häufig an. Für die roten Sorten hingegen nahmen die Fehler zumeist ab. Bei weiteren Versuchen zur Einschränkung des Datensatzes (Ort, Jahrgang, Rebsorte) ergaben sich häufig geringere Vorhersagefehler als bei dem Universalmodell. Aufgrund der relativ ähnlichen Vorhersagefehler der Kalibrierung und Validierung erwiesen sich die Modelle als robust.

Aus den gewonnenen Referenzdaten wurde außerdem ein Qualitätsraster entwickelt, mit dem die Qualität der Trauben einfach und schnell bestimmt werden kann. Die Qualität von Trauben setzt sich aus den beiden Dimensionen Reife und Gesundheitszustand zusammen. Als Reifeparameter wurde das Weinsäure/Äpfelsäure-Verhältnis herangezogen, als Gesundheitsparameter wurde ein Verderbsmarker neu eingeführt. Der Verderbsmarker stellt die Summenkonzentration von Essigsäure, Gluconsäure und Glycerin dar. Die Qualitätsdimensionen werden gegeneinander aufgetragen und durch jeweils zwei Schwellenwerte in 9 Qualitätsklassen unterteilt. Die Aussagekraft des Qualitätsrasters wurde überprüft, indem die Auswirkungen seiner Anwendung auf die Referenzproben genauer untersucht wurden. Es war möglich, tatsächlich beobachtete Qualitätsunterschiede zwischen Rebsorten, Jahrgängen und einzelnen Trauben mit dem Qualitätsraster zu erkennen.

Die Bestimmung der Laccase-Aktivität als zusätzlichen Fäulnisindikator erwies sich als nur eingeschränkt tauglich. Es konnte jedoch eine Methode zur Quantifizierung des Ergosterin-Gehaltes in Traubenmaischeproben erfolgreich etabliert werden. Ergosterin wurde eindeutig in für die Traubenfäulnis relevanten Schimmelpilzreinstämmen, in mit diesen Erregern infizierten Trauben sowie in spontan infizierten Trauben nachgewiesen und stellt somit einen spezifischen und zuverlässigen Indikator für Traubenfäulnis durch Schimmelpilze dar. Erste Versuche zur Erstellung einer NIRS-Kalibrierung für diesen Parameter verliefen vielversprechend.

### Wirtschaftliche Bedeutung:

Die deutsche Weinwirtschaft steht seit Jahren unter zunehmendem Wettbewerbsdruck. Ursächlich hierfür sind Handelsliberalisierungen, wachsender Wettbewerb durch Überseeregionen, Erzeugerüberschüsse innerhalb der EU, stagnierender Verbrauch und Wettbewerbsnachteile auf Grund der vorherrschenden kleinbetrieblichen Strukturen in Deutschland. Der Weinimport von Drittländern (Nicht-EU-Länder) nach Deutschland stieg zwischen den Weinwirtschaftsjahren 2001/2002 und 2010/2011 von 2,3 auf 2,9 Mio. Hektoliter. Der gesamte Weinimport nach Deutschland ist zwischen den Weinwirtschaftsjahren 2000/2001 und 2010/2011 von 11,6 auf 15,4 Mio. Hektoliter gestiegen. Im gleichen Zeitraum ist die deutsche Weinerzeugung von 10,0 auf 7,0 Mio. Hektoliter gesunken. Dies verdeutlicht den wachsenden Druck ausländischer Produzenten auf den deutschen Weinmarkt. Die Folge sind sinkende Erlöse bei stetig steigenden Kosten und damit ein Rückgang der Erzeugerpreise. Einen Ausweg aus der Kostenfalle stellt eine verstärkt qualitätsorientierte Produktion dar. Eine Differenzierung der Traubenqualität auf der Grundlage aussagekräftiger Parameter ist daher für die Unternehmen der deutschen Weinwirtschaft von höchstem Interesse. Die Qualitätsbestimmung mittels NIR-Spektroskopie kann hierzu einen erheblichen Beitrag leisten.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurde eine Methode mittels Nahinfrarot-Spektroskopie entwickelt, mit der es erstmals möglich ist, die Qualität von Traubenmaische in-line, also im Maischestrom zu messen. Noch vor der weiteren Verarbeitung können damit Maßnahmen zur Verbesserung und Steuerung der Produktqualität ergriffen werden. Darüber hinaus macht das Verfahren eine qualitätsgerechte Bezahlung der Erzeuger bis hin zur Annahmeverweigerung bei der Definition von Ausschlusskriterien von angeliefertem Lesegut möglich. Durch eine bessere Detektion der physiologischen Reife, in Form des Weinsäure/Äpfelsäure-Verhältnisses und der Traubengesundheit, wird sich die Aufmerksamkeit der Winzer noch stärker auf diese Eigenschaften richten. Dies wird zu einer weiteren Erhöhung der Qualität führen, was eine Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Weinwirtschaft am Markt zur Folge haben wird.

### Publikationen (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht 2013.
2. Pour Nikfardjam, M., Mrugala, S., Porep, J. U. und Carle, R.: Objektive Erkennung von Traubenfäule - Hoffnungsträger Ergosterin. Dt. Weinbau, 12-15 (2015).
3. Porep, J. U., Mrugala, S., Pour Nikfardjam, M. S. und Carle, R.: On-line determination of ergosterol in naturally contaminated grape mashes under industrial conditions at wineries, Food Bioproc. Technol., 1455-1464 (2015).
4. Porep, J. U., Mattes, A., Pour Nikfardjam, M. S., Kammerer, D. R. und Carle, R.: Implementation of an on-line near infrared/visible (NIR/VIS) spectrometer for the rapid quality assessment of grapes upon reception at wineries. Aust. J. Grape Wine Res. 21 (1), 69-79 (2015).
5. Mrugala, S., Mattes, A., Pour Nikfardjam, M., Porep, J. und Carle, R.: Ergosterin als Indikator für den Fäulnisgrad von Keltertrauben. Kurzref. 43. Dt. Lebensmittelchemikertag, Gießen, 85 (2014).
6. Porep, J. U., Erdmann, M. E., Korzendörfer, A., Kammerer, D. R. und Carle, R.: Rapid determination of ergosterol in grape mashes for grape rot indication and further quality assessment by means of an industrial near infrared/ visible (NIR/VIS) spectrometer - a feasibility study. Food Contr 43, 142-149 (2014).
7. Porep, J. U., Walter, R., Kortekamp, A., Carle, R.: Ergosterol as an objective indicator for grape rot and fungal biomass in grapes. Food Contr 37, 77-84 (2014).
8. Mattes, A., Mayer, J., Porep, J., Pour Nikfardjam, M. und Carle, R.: Schnellverfahren zur Qualitätsbewertung von Traubenmaische bei der Traubenannahme. Abstr. Mikrobiol. & Anal., 61. Dt. Weinbaukongr. Stuttgart, 3-4 (2013).

### Weiteres Informationsmaterial:

Universität Hohenheim  
Institut für Lebensmittelwissenschaft und Biotechnologie  
FG Lebensmittel pflanzlicher Herkunft  
Garbenstraße 25, 70599 Stuttgart  
Tel.: +49 711 459-22314  
Fax: +49 711 459-24110  
E-Mail: carle@uni-hohenheim.de

Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für  
Wein- und Obstbau Weinsberg  
Referat Weinanalytik  
Traubenplatz 5, 74189 Weinsberg  
Tel.: +49 7134 504-170  
Fax: +49 7134 504-174  
E-Mail: [Martin.PourN@lvwo.bwl.de](mailto:Martin.PourN@lvwo.bwl.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](mailto: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.