

Molekular-sensorische Charakterisierung und technologische Vermeidung des bitteren Fehlgeschmacks in Weißwein

Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle I:	Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum DLR – Rheinpfalz, Neustadt Abt. Weinbau und Oenologie Prof. Dr. Ulrich Fischer
Forschungsstelle II:	Technische Universität München Wissenschaftszentrum Weihenstephan WZW Lehrstuhl für Lebensmittelchemie und Molekulare Sensorik Prof. Dr. Thomas Hofmann
Industriegruppe:	Deutscher Weinbauverband e.V., Bonn
	Projektkoordinator: Dipl.-Ing. Edmund Diesler Württembergische Weingärtner- Zentralgenossenschaft, Möglingen
Laufzeit:	2009 - 2011
Zuwendungssumme:	€ 416.700,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

Ausgangssituation:

Neben dem attraktiven Aroma wird die sensorische Qualität von Weinen insbesondere durch nichtflüchtige, geschmacksaktive Komponenten bestimmt. Während die hedonistische Bewertung des Zusammenspiels von Säure und Süße je nach Weintyp eine Optimumskurve beschreibt, werden bittere Geschmacksnoten als unangenehm und insbesondere für die Qualität von Weißwein als abträglich eingestuft. Trotz der weltweit großen wirtschaftlichen Bedeutung von Wein gibt es über die Gründe für den immer häufiger und ausgeprägter auftretenden bitteren Geschmack von Weißweinen und die dafür verantwortlichen Verbindungen nur wenige systematische Untersuchungen, die auch die Ursachen der Bitterkeit bislang nicht aufdecken konnten.

Ziel der Forschungsvorhabens war es, die Bitterstoffe in Weißweinen nach aktivitätsorientierter Fraktionierung zu identifizieren, in ihrer Struktur aufzuklären und quantitative Messmethoden zu entwickeln, die eine sichere Bewertung der Bitterkeit von Weißweinen anhand der Gehaltsbestimmung von Schlüsselbitterstoffen ermöglichen sollten. In systematischen Studien sollte

des Weiteren anhand experimenteller Weine durch Variation technologischer und mikrobiologischer Faktoren der Einfluss oenologischer Maßnahmen auf die Gehalte und die sensorische Wahrnehmung der Bitterstoffe in Weinen sichtbar gemacht werden.

Forschungsergebnis:

Mit kommerziellen, internationalen Weißweinen wurden mit der deskriptiven Analyse (DA) und den beiden zeitbezogenen Techniken Time-Intensity (TI) und Temporal Dominance of Sensations (TDS) drei verschiedene sensorische Techniken bezüglich der Möglichkeiten zur Bewertung der Bitterkeit von Weißweinen verglichen. Es konnte hierbei gezeigt werden, dass die erst kürzlich etablierte multidimensionale Methode der TDS zur Untersuchung der Dominanz des bitteren Geschmackseindrucks im Verhältnis zu anderen Attributen geeignet ist. Die Etablierung einer Methode zur Extraktion von Parametern aus der TDS-Kurve wie der Dauer, für die der bittere Geschmack als dominierend wahrgenommen wurde oder der maximalen Anzahl an Prüfern, die die Bittere gleichzeitig als dominie-

rend wahrnahmen, erlaubte darüber hinaus den statistischen Vergleich der Weinproben untereinander sowie die Korrelation mit Inhaltsstoffen. Auch konnten unterschiedliche Aspekte der Bitterbewertung beleuchtet werden, unter anderem, dass die Bewertung in der häufig angewandten deskriptiven Analyse stärker mit der Dominanz des bitteren Geschmackseindruck zusammenhängt als mit dem tatsächlichen gesamten Geschmack, dargestellt in der TI. Während die Bewertungen der deskriptiven Analyse vor allem durch den Ethanol- und Fructosegehalt der Weine bestimmt wurden, zeigte nur der Ethanol signifikanten Einfluss auf die zeitbezogene Untersuchung der Intensität und Dauer des bitteren Geschmacks mit der TI. Dagegen wurde die mittels TDS untersuchte Dominanz der Bittere durch höhere Fructosegehalte verringert.

Durch sequentielle Extraktion mit Lösungsmitteln unterschiedlicher Polarität, gefolgt von SPE-Trennungen, wurde eine Fraktionierung von Weißweinen erreicht. Es gelang jedoch nicht, in einer der Fraktionen eine intensive Bitterkeit zu detektieren. Daher wurden verschiedene in der Literatur bereits diskutierte Bitterstoffe mittels HPLC/UV, HPIC und LC-MSⁿ im Wein quantifiziert. Eine vielversprechende Methode, eine große Zahl von Weinen hinsichtlich ihrer Inhaltsstoffe zu analysieren und anschließend mit ihren Geschmacksprofilen zu korrelieren, ist die hochauflösende Massenspektrometrie (ESI/TOF-MS). Mit diesem an Forschungsstelle 2 verfolgten holistischen Ansatz wurden erfolgreich metabolische Studien an auffällig bitteren Weinen durchgeführt.

Um den Geschmacksbeitrag der analysierten Bitterstoffe zu bewerten, wurden Weißwein-Rekombinate aus etwa 30 quantifizierten Inhaltsstoffen hergestellt. Hinsichtlich ihrer Bitterkeit zeigten die Modellweine bei geschlossener Nase eine hervorragende Übereinstimmung mit den entsprechenden nativen Weißweinen. Hieraus wurde geschlossen, dass die Bitterkeit der Weißweine mit den bislang analysierten Verbindungen quantitativ erklärt werden kann.

In anschließenden Omissionsstudien wurde der Beitrag einzelner Substanzklassen zur Weinbitterkeit untersucht. Interessanter Weise scheint insbesondere Kalium zum Bittergeschmack der untersuchten Weine beizutragen. Exemplarisch

wurde daher ein kaliumarmer Wein und ein Weißwein mit hohem Kaliumgehalt (Chardonnay) untersucht. Das Fehlen des bittereren Kations in den entsprechenden Modellweinen bewirkte beim Chardonnay eine signifikante Abnahme der Bitterintensität. Der Einfluss des Kaliums allein war bei Studien an einer größeren Population an Weinen jedoch statistisch nicht signifikant. Einen möglichen Erklärungsansatz bietet der hohe Bitterschwellenwert von Kalium in der Weinmatrix. Entgegen vorigen Annahmen erwies sich auch allein der Einfluss des pH-Werts auf die Bitterkeit als statistisch nicht signifikant.

Mit Hilfe der Regressionsanalyse konnte ein mathematisches Modell aufgestellt werden, das die Bitterkeit von Weißweinen anhand der Alkohol- und Zuckergehalte beschreibt. Das validierte Modell kann zukünftig zur Prognose der Wein-Bitterkeit bei gegebenen Ethanol- und Fructosegehalten herangezogen werden.

Zur Untersuchung technologischer Einflüsse auf den bitteren Geschmack von Weißwein wurden in den Jahrgängen 2009 und 2010 Versuchsweine im Technikumsmaßstab hergestellt, bei denen gezielt Maßnahmen während der Vinifikation variiert wurden, die in der Praxis mit dem bitteren Geschmack in Verbindung gebracht werden. Untersucht wurde hierbei die Auswahl des Hefestammes, die Auswirkungen eines verlängerten Hefelagers, der Trubgehalt der Moste sowie die Dauer der Maischekontaktzeit. Bei der sensorischen Beurteilung dieser Weine konnten die zuvor mit den kommerziellen Weinen etablierten sensorischen Methoden angewandt werden, um die Weine detailliert in Bezug auf die Bittere zu charakterisieren. Hierbei zeigte sich bei den Weinen des Jahrgangs 2010, dass eine verlängerte Maischekontaktzeit zu einer Erhöhung des bitteren Geschmacks führte, während für den Jahrgang 2009 die Weine mit einem verlängerten achtmonatigen Hefelager als bitterer bewertet wurden. Schönungen mit branchenüblichen Präparaten verringern den bitteren Geschmack nur bei einer starken Reduktion des Gesamtphenolgehaltes um mehr als 20 %, die nur bei den extremen Ausgangsgehalten einer Maischegärung erreicht werden konnte. Für die Versuchsweine des Jahrgangs 2009 konnte gezeigt werden, dass sich die Bitter-Intensität (DA) signifikant vom Gesamtphenolgehalt beeinflusst wurde, während sich der Ethanolgehalt als sign-

fikant für die Bitter-Persistenz erwies. Die mit den 2009er Weinen erstellten Modelle zur Vorhersage beider Parameter zeigten befriedigende Ergebnisse bei der Validierung mit den Daten der Weine aus 2010. Dagegen konnte ein erstelltes Modell zur Vorhersage der Bitterdominanz diese für die Versuchsweine aus 2010 nicht prognostizieren.

Schönungen mit brachenüblichen Präparaten zeigten sich nur bei einer starken Verringerung des Gesamtphenolgehaltes als wirksames Mittel zur Verringerung des bitteren Geschmacks.

Wirtschaftliche Bedeutung:

Die Bitterkeit von Weinen ist stets mit einer niedrigeren Präferenzbewertung durch Verbraucher verbunden, wie u.a. die Ergebnisse des EU-Projektes Typic (www.typic.org) aufzeigen konnte. Prognosen der Klimaforschung zum Anstieg der Zahl trockener und heißer Sommer und die belegten steigenden Alkoholgehalte in Weißweinen lassen erwarten, dass sowohl die Bildung von Bitterstoffen und ihren Vorläufern in der Traube als auch ihre bittere Wahrnehmung im Wein weiter zunehmen werden. Die gezielte Verminderung der Bitternote in Weißweinen würde Produkte höherer Akzeptanz bei Verbrauchern sowie eine erhöhte Wettbewerbsfähigkeit der ausschließlich KMU umfassenden deutschen Weinwirtschaft zur Folge haben. Basierend auf den Kenntnissen über die Schlüsselbitterstoffe und ihrer sensorischen Wahrnehmung in Abhängigkeit verschiedener Weinmatrices können den Herstellern praxisnahe Präventivstrategien zum Auftreten von Bitternoten der Weinwirtschaft an die Hand gegeben werden. Die umfassenden Untersuchungen auf molekularer Basis konnten anhand der Rekombinationsexperimente aufzeigen, dass es keiner bisher unbekanntenen neuen Verbindungen bedarf, um in einem rekombinierten Modellwein den Bittergeschmack zu erzeugen. Analog zu einigen Geruchsattributen im Wein, etwa der Note roter Früchte in Rotwein, bedarf es auch beim Bittergeschmack einer bestimmten Kombination von Weininhaltsstoffen, um ihn hervorzurufen. Ausgehend von dem sensorisch identischen Rekombinat wurden eine lineare und eine multivariate Regressionsanalyse aufgestellt, mit Hilfe derer die Weinproduzenten den Bittergeschmack des Weines vorhersagen können. Insbesondere die gewichtigsten Faktoren Etha-

nolgehalt und Restsüße, hier vorrangig die Fructose, sind bei der Weinherstellung steuerbare Größen, etwa im Rahmen des Alkoholmanagements oder dem Abstoppen der Weine mit Restsüße bzw. Einsatz von Süßreserve zur Erhöhung des Zuckergehaltes der Weine.

Der erbrachte Beleg, dass die immer wieder in Generalverdacht genommenen phenolischen Inhaltsstoffe nur in sehr hohen Mengen, etwa nach Anwendung der in der Praxis unüblichen Maischegärung weißer Trauben, eine Rolle spielen, wurde von ausgewiesenen Experten auf dem Gebiet der Polyphenolanalytik als sehr hilfreich bewertet. Dieser konnte auch durch Schönungsversuche unterstützt werden, bei denen die Entfernung von Polyphenolen zu keiner Abnahme des bitteren Geschmacks führte. Demzufolge kann nun auf breiter Ebene der Weinwirtschaft die Empfehlung gegeben werden, dass diese seit Jahrzehnten geübte Schönungspraxis aufgegeben werden kann, da einerseits die Ursachen der Bitternoten nicht behoben werden und andererseits andere wertgebende Inhaltsstoffe mit der Schönung entfernt werden.

Im Rahmen der sensorischen Analyse von experimentellen Weinen wurde mit der Methode zur dynamischen Erfassung der jeweils vorherrschenden Wahrnehmungsmodalität (Temporal Dominance of Sensation) ein viel versprechendes neues Verfahren angewandt. Es erlaubt in kürzerer Zeit zeitbezogene Aussagen über Weine zu ermitteln, die offensichtlich auch stärker die Wahrnehmung von Verbrauchern beim Weingenuss abbilden, als die bisherigen Methoden der deskriptiven Analyse und der Time-Intensity-Analysen. So gelang es, die Rolle des Bittergeschmacks nicht isoliert zu betrachten, sondern im Zusammenspiel mit anderen Geschmackseindrücken, wie sauer, süß oder alkoholisch.

Von den Ergebnissen des Projektes profitieren Weinerzeuger im In- und Ausland, da die erstellten Regressionsgleichungen bzw. Regressionsmodelle anhand von Weinen aus aller Welt ermittelt wurden. Allein in Deutschland gibt es 34.400 mittelständische Winzerbetriebe und 263 Genossenschaften mit einer jährlichen Produktionskapazität von 10 Mio. hl Wein, die einen Jahresumsatz von 2 Mrd. € erwirtschaften.

Publikationen (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht 2011.
2. Fischer, U.: *Attacke, Nachhaltigkeit und langer Abgang: Zeitlicher Verlauf des Geschmacks am Beispiel Wein in Käsebrot und Marmelade – Geschmack ist mehr als schmecken.* Dr. Rainer Wild-Stiftung (Hrg.). Web-Site-Verlag. 121-134 (2013).
3. Fischer, U.: *Vokabular des Weingenusses. Kulturgut Rebe und Wein*, König, H. und Decker, H. (eds.). Springer-Verlag Berlin/Heidelberg, 163-172 (2012).
4. Sokolowsky, M. und Fischer, U.: *Der Verlauf des Geschmacks.* Dt. Weinmag. 30-33 (2012).
5. Sokolowsky, M. und Fischer, U.: *Chemical and oenological factors explaining bitterness in white wines applying time related sensory methods.* Proc. 9^e Symp. Intern. d'Oenol. Bordeaux, France, 1080-1084 (2012).
6. Sokolowsky, M. und Fischer, U.: *Evaluierung of bitterness in white wine applying descriptive analysis, time-intensity analysis and temporal dominance of sensations analysis.* Anal. Chim. Acta 732, 46-52 (2012).
7. Fischer, U. und Sokolowsky, M.: *Ursachen des Bittergeschmacks in Weißwein.* Proc. 16th Intern. Enol. Symp., Meininger Verlag GmbH, 79-84 (2011).
8. Sokolowsky, M. und Fischer, U.: *Bitterer Geschmack in Weißwein.* Dt. Weinmag. 6, 10-14 (2011).
9. Sokolowsky, M. und Fischer, U.: *Dem Bittergeschmack in Weißwein auf der Spur.* Tagungsband 64. Pfälzer Weinbautage, 41-43 (2011).

Weiteres Informationsmaterial:

Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum DLR – Rheinpfalz, Abt. Weinbau und Oenologie
Breitenweg 71, 67435 Neustadt/Weinstraße
Tel.: +49 6321 671-294
Fax: +49 6321 671-375
E-Mail: ulrich.fischer@dlr.rlp.de

Technische Universität München
Wissenschaftszentrum Weihenstephan WZW
Lehrstuhl für Lebensmittelchemie und Molekulare Sensorik
Lise-Meitner-Str. 34,
85354 Freising-Weihenstephan
Tel.: +49 8161 71-2901
Fax: +49 8161 71-2949
E-Mail: thomas.hofmann@wzw.tum.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.