

LVWO Index goes live

LESEGUT Der LVWO-Index im Praxistest. Schnelle und einfache Fäulnisermittlung mit Nahinfrarotspektroskopie bei der Traubenannahme.

Manche Trauben wirken auf den ersten Blick gesund - doch es sind schon deutliche Schimmelspuren enthalten. Die Nahinfrarotspektroskopie ermittelt unabhängig von Oechsle oder Aussehen die Fäulnisparameter des Lesegutes

Text: Dr. Martin Pour Nikfardjam, Benita Geppert, Jana Gehlken, LVWO Weinsberg

Der Reifegrad und der Gesundheitszustand geernteter Trauben bilden die Grundlage für die Qualität des daraus erzeugten Weines. Um qualitativ hochwertige Weine herstellen zu können, bedarf es daher einwandfreien Traubenmaterials. Gerade die vergangenen zehn Lesejahre machen jedoch deutlich, wie negativ sich Klimawandel (Stichwort: Essigfäule) und Schädlinge (Stichwort: Kirschessigfliege) auf die Qualität des Lesegutes auswirken können. Im Gegensatz dazu werden Mostgewicht, pH-Wert und Säuregehalt in Kombination mit einer optischen Begutachtung des Lesegutes größtenteils immer noch als einzige Pa-

rameter bei der Qualitätskontrolle verwendet. Die genannten Parameter lassen jedoch keine valide Aussage über den Gesundheitszustand beziehungsweise den Fäulnisanteil und die daraus resultierende etwaige mikrobiologische Aktivität im abgelieferten Traubenmaterial zu. In vielen Kellereien werden die Traubenpartien zwar bereits analytisch mittels FTIR-Technik auf verschiedene Fäulnisindikatoren überprüft. Problematisch zeigen sich hierbei jedoch einschränkende Faktoren wie die Inhomogenität der Maische bei der Probenahme oder der zeitliche Aufwand einer Analyse. In der Regel vergehen nämlich bis zu 15 Minuten, bevor ein analytisches Ergebnis vorliegt. Dies ist aber in der

stressreichen Zeit der Traubenlese bei Ablieferung vieler Kleinpartien in großen Kellereien zu lange. Zudem ist die Gesamtpartie zwangsläufig schon egalisiert, so dass schlechte Teilpartien nicht mehr abgetrennt werden können.

Eine Lösung für die zuvor genannten Nachteile liegt in der Anwendung der Nahinfrarot-Spektroskopie (NIRS). Das NIR-Licht zeigt eine relativ hohe Eindringtiefe, Luftblasen und die Eigenfärbung dunkler Rebsorten stellen kein Hindernis dar, eine Aufarbeitung der Probe ist nicht nötig, und es kann direkt im Prozess zwanzigmal pro Sekunde gemessen werden. Der Einbau eines solchen Systems ist direkt in die Maischelei-

tung einer Kellerei möglich; die Partien können im Vorbeifließen sehr detailliert gemessen und entsprechend ihrer Qualität sofort sortiert werden.

ZUVERLÄSSIGER INDIKATOR

Als zuverlässiger Indikator für Fäulnis eignet sich der Stoff Ergosterin. Bei Ergosterin handelt es sich um eine Substanz, welche einen wichtigen Bestandteil der Zellwand von Schimmelpilzen darstellt. Über den Ergosteringehalt in einer Probe kann also der Fäulnisgrad abgeschätzt werden. In anderen Branchen wird dies schon lange genutzt, zum Beispiel in Getreidemöhlen und Lagerstätten für Cerealien, bei der Tomatensaftproduktion oder auch bei der Qualitätskontrolle von Haselnüssen, Feigen oder Äpfeln. Selbst zur Beurteilung der Bodenfruchtbarkeit werden die NIRS und der Ergosteringehalt mittlerweile herangezogen. Zusätzlich zu Ergosterin existieren bei Weintrauben noch weitere Verderbs- oder Fäulnismarker: Glycerin, Gluconsäure und Essigsäure. Sie alle entstammen dem Zuckermetabolismus und sind ein Zeichen für eine mikrobielle Aktivität auf und in der Weintraube.

Im Rahmen des EIP-Projektes »Nahinfrastrukturspektroskopie (NIRS) als innovative Messmethode zur Beurteilung der Traubenqualität in Zeiten des Klimawandels« (Akronym: EIP-Agri NIRS) wurden in den Jahren 2017 bis 2019 weit über tausend Traubenmaische-Proben unterschiedlicher Rebsorten und Provenienz mittels NIRS gemessen und zudem auch noch mittels Referenzanalytik auf die genannten vier Substanzen untersucht. Die Ergebnisse wurden anschließend zur Kalibrierung eines NIR-Spektrometers verwendet, mittels dessen der Gesundheitszustand der Traubenmaische im Prozess gemessen werden kann.

Gleichzeitig wurde ein Gesundheitsindex (»LVWO-Index«) entwickelt, anhand dessen die Qualität einer abgelieferten Traubenpartie schnell, zuverlässig und objektiv bewertet werden kann. Dieser Index leitet sich aus den Einzelwerten der vier Fäulnisindikatoren ab, die in unterschiedlicher Gewichtung – je nach ihrer Wichtigkeit und Häufigkeit des Auftretens in einer Probe – miteinander zu einem Summenparameter, dem Index, verrechnet werden. Der Index wird zusätzlich zu den anderen vier Parametern am NIRS angezeigt und wird in vier Kategorien unterteilt:

- » 1. perfekt (LVWO-Index: 0 - 2,5),
- » 2. gesund (LVWO-Index: 2,6 - 4,5),
- » 3. verdächtig (LVWO-Index: 4,6 - 7,5),
- » 4. faul (LVWO-Index > 7,5).

Siehe hierzu auch unsere Veröffentlichungen in dieser Zeitschrift: ddw 11/2019 und ddw 16-17/2020. Es stellte sich nun die Frage, wie die NIRS im laufenden Betrieb einer großen Genossenschaft die Traubenpartien nach LVWO-Index einordnet und ob die automatische Einordnung in die oben genannten vier Qualitätskategorien die Lesevorgaben der Genossenschaft entsprechend widerspiegelt. Oder anders formuliert: Hat das System bestehend aus NIRS und LVWO-Index seine Marktreife erreicht?

VERSUCHSAUFBAU

Die Trauben entstammten der regulären Anlieferung einer großen Genossenschaftskellerei im Anbaugebiet Württemberg während der Leseperiode 2020. Insgesamt wurden 8.684 einzelne Traubenpartien (6.440 rot, 2.244 weiß) mittels NIRS gemessen. Von 55 Partien wurden Proben für die Referenzanalytik gezogen, um die Validität der NIRS-Zuordnung in die verschiedenen LVWO-Index-Kategorien zu überprüfen. Gegenmikrobielle Veränderungen wurden diese Proben sofort mit 250 mg/kg Natriumazid versetzt und bis zur Analyse bei -20°C gelagert.

ZUVERLÄSSIGE AUSSAGEN ÜBER DEN FÄULNISGRAD

Die Einordnung der Proben über das NIRS-System in die entsprechenden LVWO-Index-Kategorien ist zuverlässig. Insgesamt wurden 83 Prozent der Proben hinsichtlich ihrer Qualität tendenziell richtig eingeordnet. Aufgrund der teilweise sehr großen Ausschläge nach oben erscheint es sinnvoll, Werte oberhalb von 10 nicht mehr als absolute Zahl darzustellen, sondern ab dieser Grenze die Ausgabe dezidierter Werte zu kappen, da die Proben ohnehin sicher als faul identifiziert wurden, wie in Versuchen zum Vergleich von Referenzanalytik und NIR-Vorhersage bestätigt wurde.

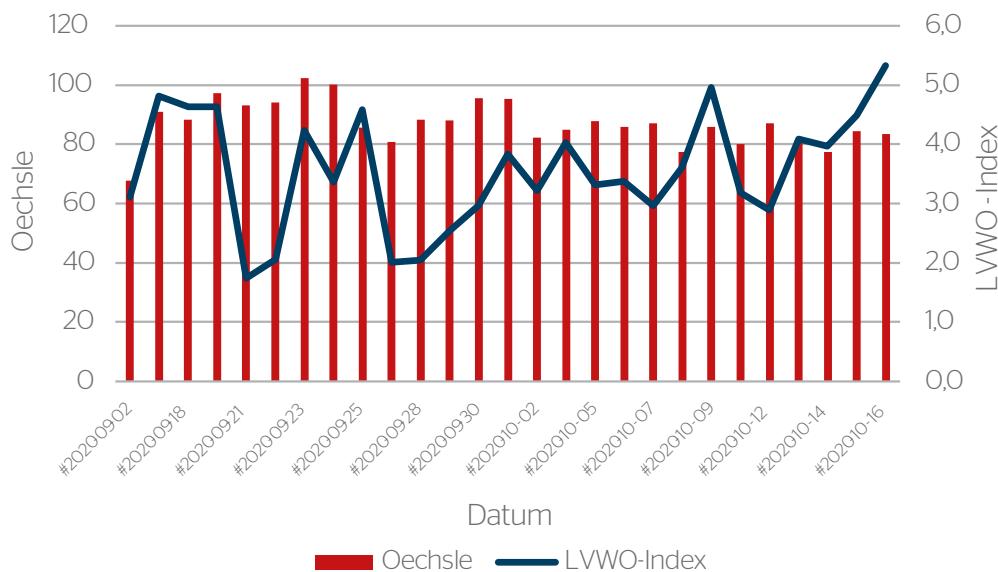
Auch erscheint eine rein farbliche Darstellung des Ergebnisses in Ampelfarben, eventuell noch um ein Plus oder Minus erweitert, um Tendenzen innerhalb eines Qualitätsbereiches besser verdeutlichen zu können, insgesamt leichter verständlich als das rein zahlenbasierte System.

Der bestehende Versatz zwischen mit NIRS vorhergesagtem und analytisch ermitteltem Wert kann im Nachgang durch das Einpflegen der Referenzdaten des aktuellen Jahrgangs in die bestehende Kalibrierung ausgeglichen werden. Die Werte werden so an die spezifischen Gegebenheiten des aktuellen Jahrgangs angepasst. Als Empfehlung gilt, dass im Optimalfall zwischen 0,1 und 1 Pro-

Tabelle 1: ANOVA des Einflusses des Lesemerkmals auf die vorhergesagten Qualitätsparameter der roten Rebsorten (n=6.440), Werte innerhalb der gleichen Spalte mit unterschiedlichen Buchstaben sind statistisch signifikant verschieden (p<0,05)

Lesemerkmal	Ergosterin	Essigsäure	Glycerin	Gluconsäure	LVWO-Index	Oechsle
späte Lese, Frost, Vollernter	2,0 e	0,27 c	0,3 e	0,8 f	6,1 e	82,8 a
Vorlese	1,5 d	0,26 c	0,2 c	0,5 e	4,7 d	95,5 e
Vollernter	1,4 cd	0,23 b	0,2 c	0,5 d	4,2 cd	88,9 c
späte Lese, Frost	1,3 bcd	0,20 ab	0,2 d	0,6 e	4,3 cd	84,5 ab
Normallese	1,2 bc	0,21 ab	0,2 bc	0,4 c	3,7 bc	85,1 b
Premium A	1,1 b	0,19 a	0,1 b	0,4 b	3,3 ab	93,7 d
Premium B	0,7 a	0,18 a	0,1 a	0,3 a	2,8 a	85,2 b
Pr > F(Modell)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Signifikant	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

1 Entwicklung von Oechsle und LVWO-Index aller mittels NIRS gemessenen Traubenmaischen (n=8.684) über den Verlauf der Lesetage



zent der gesamten Partien referenzanalytisch zu überprüfen sind. Eine Anzahl von 25 Proben des jeweiligen Jahrgangs sollte dabei allerdings nicht unterschritten werden, um eine hinreichend große Grundgesamtheit für die statistische Auswertung zu erhalten. Dabei bilden die Proben nach Möglichkeit den kompletten Bereich der üblicherweise abgelieferten Qualitätsstufen ab, um ein möglichst repräsentatives Bild des jeweiligen Jahrgangs zu erhalten. Hinzu kommen noch die bereits rein optisch oder sensorisch auffälligen Proben.

VERÄNDERUNGEN ÜBER DEN LESEVERLAUF

Während des Leseverlaufs kann der LVWO-Index dazu dienen, die abgelieferte Qualität an den einzelnen Lesetagen besser abschätzen und beurteilen zu können (Abb. 1). Zu Beginn der Lese zeigen sich aufgrund der Vorlese deutlich erhöhte LVWO-Indices. Hiernach kommt es zu einem Abfall der Werte in einen guten Qualitätsbereich. Allerdings steigen die LVWO-Indices immer wieder an, wobei sich aber keinerlei Korrelation zu den Oechslegraden zeigt ($R^2 = 0,034$). Der LVWO-Index verändert sich also nicht mit dem in Oechsle ausgedrückten Reifegrad, sondern ist davon vollständig unabhängig. Insbeson-

dere gegen Ende der Leseperiode steigen die LVWO-Indices nochmals deutlich an. Es werden folglich deutlich schlechtere Qualitäten aus dem Weinberg geholt. Hier handelte es sich nach Aussagen der Genossenschaftskellerei um Anlagen, welche starke Spätfrostschäden aufwiesen. Sowohl die Reife als auch der Gesundheitszustand waren nicht besonders gut, und in normalen Jahren hätte man diese Trauben eher nicht geerntet. Allerdings hat man sich aufgrund des quantitativ geringen Gesamtjahresertrages entschieden, diese Trauben dennoch zu ernten.

Auch innerhalb einer Sorte können über den Leseverlauf die Veränderungen in der Qualität betrachtet werden. Am Beispiel Samtrot sei dies verdeutlicht (Abb. 2). Zu Beginn der Lese wurden vermehrt Trauben mit höheren LVWO-Indices abgeliefert, während es im weiteren Verlauf zu einer beständigen Abnahme des LVWO-Index kam. Gerade zu Beginn (Vorlese) wurde folglich vermehrt Lesegut abgeliefert, dessen Qualität auf Basis der LVWO-Indices nicht immer als einwandfrei bezeichnet werden kann. Da sich das Lesefenster über einen Zeitraum von vier Wochen erstreckte, können in Zusammenhang mit Wetterdaten oder anderen Beobachtungen Rückschlüsse auf die abgelieferten Qualitäten gezogen werden. So wurden bei-

spielsweise am 15. und 16. Oktober lediglich Trauben aus frostgeschädigten Anlagen angeliefert. Der ansteigende LVWO-Index zeigt dies sehr deutlich.

Insgesamt lagen die LVWO-Indices in dieser Rebsorte relativ hoch. Gerade die Werte für Essigsäure und Gluconsäure, aber auch Ergosterin waren speziell am Beginn der Lese erhöht. Diese Vorlese dient dazu, frühreife Anlagen oder Sorten zu lesen, unter anderem auch vollständig oder anbrüchige Trauben, um die verbleibenden gesunden Trauben weiter reifen zu lassen. Hierbei wird ein gewisser Anteil an Fäulnis bewusst akzeptiert. Die Trauben der Vorlese werden entweder für Traubensaft oder für Süßreserve verwendet. In diesem Falle bestätigt die NIR-Messung somit den bewusst in Kauf genommenen erhöhten Fäulnisanteil.

Es muss in diesem Zusammenhang aber betont werden, dass selbst optisch intakt und gesund wirkende Traubenpartien durchaus schon mit deutlicher Fäulnis befallen sein können. An anderen Früchten, wie zum Beispiel Citrusfrüchten, hat man dies schon zeigen können. Als plakatives Beispiel aus der häuslichen Küchenpraxis kann verschimmelte Marmelade zur Verdeutlichung dienen. Wenn der Schimmel auf der Oberfläche sichtbar wird, ist es längst zu spät. Die NIRs kann also gerade in diesem Bereich ihren großen Vorteil ausspielen, Fäulnis zu erkennen, bevor sie für den Menschen optisch oder sensorisch überhaupt bemerkbar wird.

EINFLUSS DER LESEART

Der Vollernter zeigt in der Regel höhere LVWO-Indices als die Handlese. Tabelle 1 zeigt beispielhaft die Situation für die abgelieferten roten Traubenproben. Die höheren LVWO-Indices bei Vollernterlesegut sind ein gutes Indiz dafür, dass die manuelle Vorlese vor der Durchfahrt mit dem Vollernter offenbar noch nicht alle Schwachstellen identifizieren und ausmerzen konnte. Auch witterungsbedingte, qualitätsbeeinflussende Ereignisse wie Frost und eine erst danach erfolgte späte Lese finden ihren Niederschlag im LVWO-Index. Positiv fallen erwartungsgemäß die niedrigen LVWO-Indices der Premiumqualitäten auf. Diese Ergebnisse können somit für die eigene Qualitätskontrolle und die Weiterentwicklung des internen Qualitätsmanagements genutzt werden.

Die abgelieferten Partien lassen sich zudem nach Ablieferer und LVWO-Index sor-

2 Entwicklung von Oechsle und LVWO-Index von Samtrot-Traubenmaischen (n=166) über den Verlauf der Lesetage



tieren, so dass schnell ermittelt werden kann, welche Ablieferer über die Leseperiode hinweg überwiegend schlechte oder insgesamt sehr gute Qualitäten abliefern. So können Problemfälle direkt identifiziert und angesprochen werden. Vorbildliche Ablieferer hingegen können als Musterbeispiel für alle Mitglieder einer Genossenschaft herausgehoben werden, zum Beispiel in Form einer Auszeichnung als »Ablieferer des Jahres«.

Dass sich der LVWO-Index unmittelbar auch in der Qualität der daraus hergestellten Weine niederschlägt, darüber berichteten wir bereits in früheren Arbeiten in dieser Zeitschrift (ddw 16-17 2020). So konnten wir aufzeigen, dass die Weinherstellung aus Trauben mit hohen LVWO-Indices insbesondere bei weißem Traubengut zu deutlich schlechterer Weinqualität führt. Bei roten Trauben besteht durch die Maischeerhitzen zumindest eine verfahrenstechnische Möglichkeit, leichte Qualitätsmängel durch die thermische Behandlung der Maische etwas auszugleichen und mit den bei der Erhitzen gebildeten fruchtigen, marmeladeartigen Aromen zu überlagern.

FAZIT

Es zeigt sich, dass die NIRS-Online-Technologie in Kombination mit dem LVWO-Index

eine effiziente und zukunftsweisende Methode zur Bewertung der Traubenqualität darstellt. Schon während der Traubenannahme kann verlässlich und ohne zeitaufwendige Maßnahmen der Gesundheitszustand der Trauben ermittelt werden. Der LVWO-Index kann folglich ein wichtiges Hilfsmittel darstellen, um etwaige Produktionsziele und Verarbeitungsstrategien anzupassen oder die Einhaltung bestimmter Lesemerkmale zu überprüfen. Außerdem kann durch das frühzeitige Identifizieren fäulnisbelasteter Traubenpartien die Gefahr von Kreuzkontaminationen bei gesundem Lesegut reduziert werden. Eine jährliche Anpassung der gerätespezifischen Kalibrierung mit einigen Proben ist allerdings dringend anzuraten, um jahrgangstypische Eigenheiten überprüfen und in der Kalibrierung entsprechend abbilden zu können. Gleichzeitig kann damit auch die ordnungsgemäße Funktionsfähigkeit des Gerätes kontrolliert werden.

Nach hinreichender Testung an über 8.600 Einzelpartien unter branchentypischen Bedingungen während der Leseperiode 2020 kann somit geschlussfolgert werden, dass das System aus NIRS und LVWO-Index nach dreijähriger Projektlaufzeit seine Marktreife erlangt hat. Der LVWO-Index kann damit »live« gehen und die Traubenqualität in den

Betrieben schnell und zuverlässig beurteilen. Als kommende Weiterentwicklung steht nun noch die Kopplung des LVWO-Index an ein Auszahlungsmodell an. Dies ist bereits in Planung; die Ergebnisse werden der Branche zu gegebener Zeit zur Verfügung gestellt.

DANKSAGUNG

Die Autoren bedanken sich bei Frau Maria Ilieva-Dachkova für die tatkräftige Mithilfe bei der Analyse der Traubenproben, bei Frau Ute Bader, den Herren Dr. Hermann Morast und Tobias Moll vom Baden-Württembergischen Genossenschaftsverband Stuttgart für die Projektleitung, Herrn Dr. Christian Krapf von der Firma NIR-Online (Walldorf) - ein Unternehmen der BÜCHI Labortechnik AG (Flawil, Schweiz) - für die Mithilfe bei der Erstellung der Kalibrierung sowie beim Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz in Stuttgart für die Finanzierung des Projektes. Die Literaturquellen können beim Autor erfragt werden. ◀

SEMINAR

Geplant ist ein 1-stündiges Webinar am 02.09.2021 zum Thema »Bewertung der Traubenqualität durch Nahinfrarotspektroskopie«

Moderator: BUCHI Labortechnik GmbH, Essen

Gastredner: Dr. Martin Pour Nikfardjam, Analytik, LVWO Weinsberg

Weitere Informationen zum kostenfreien Webinar können interessierte Teilnehmer per eMail über seminar@buchi.com erhalten.



Das Projekt »Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) als innovative Messmethode zur Beurteilung der Traubenqualität in Zeiten des Klimawandels« ist ein Vorhaben des Maßnahmen- und Entwicklungsplans Ländlicher Raum Baden-Württemberg 2014 bis 2020 (MEPL III).