IVES Technical Reviews
rebe & wein
https://doi.org/10.20870/IVES-TR.2024.8079

Eine detaillierte Beschreibung der phänologischen Reifungsstadien: Diskrepanzen, Nutzen und Anregungen

Pascal Marty
Unabhängiger Weinbauberater

Um das Beste aus der Ernte herauszuholen, ist es von entscheidender Bedeutung, den Zeitpunkt der Ernte zu optimieren. Eine genaue Überwachung der Traubenreifedynamik und ein Vergleich mit früheren Jahren sowie anderen Weinbergen/Regionen sind dafür erforderlich. Aufgrund der klimatischen Veränderungen, der hohen Variabilität von Jahrgang zu Jahrgang, und noch nie dagewesener Jahrgangsszenarien ist es riskant geworden, früher verwendeten Regeln zu folgen. Für die Branche ist die Bereitstellung einer standardisierten und detaillierten phänologischen Skala zur Überwachung/Aufzeichnung der Reifestadien von größter Bedeutung. Eine hohe Genauigkeit bei der Analyse der Daten ist erforderlich, um den Einfluss einzelner Faktoren auf die Traubensaftqualität zu evaluieren und daraufhin die nachhaltigsten Praktiken zu identifizieren.

Der im Weinbau am häufigsten verwendete Begriff für den Beginn der Beerenreifung ist Veraison. Im französischen Sprachwörterbuch von Littré aus dem Jahr 1874 ist es wie folgt definiert: *„Reifung einer Weintraube, die schwarz wird"*. Das Wort ist von einem alten Verb abgeleitet, „vérir", welches in einer Ausgabe aus dem 16. Jahrhundert erwähnt wird und so viel wie „reifen", „zu viel reifen" oder manchmal auch „schimmeln" bedeutet.

Unter Veraison versteht man heutzutage den Beginn der dritten und letzten Periode der Beerenentwicklung, wenn sich das Beerenvolumen hauptsächlich durch Zellverlängerung[1], nach einer (zweiten) Verzögerungsphase, noch einmal vergrößert. Zu diesem Zeitpunkt beginnt sich Zucker in der Beere anzureichern, ebenso wie andere Verbindungen wie Phenole, Kalium und Wasser. Darüber hinaus sinkt der Säuregehalt, hauptsächlich aufgrund einer verminderten Biosynthese und des Abbaus von Äpfelsäure über die Zellatmung (stark abhängig von der Umgebungstemperatur).

Unterschiede zwischen den Maßstäben für Reifestadien, und Widersprüche zur Physiologie der Rebe

Unterschiedliche Maßstäbe und Methoden sowie eine inkonsistente Literatur stellen für die Branche ein Problem dar und müssen daher standardisiert werden. In der aktuellen Ausgabe der OIV (2023) wird die Veraison mit dem OIV-Code 303 wie folgt beschrieben: *„Der Zeitpunkt des Beginns der Beerenreifung; Beobachtung, wann die Beeren anfangen weicher zu werden, und Untersuchung, wann etwa 50 % der Pflanzen dieses Stadium erreicht haben."* [2] Die nächste Stufe, 304, bezieht sich auf *„…die Zeit des physiologischen Stadiums der vollen Reife der Beere"* [2]. Dies entspricht gut den Baggiolini-Codes M und N von 1993, wobei die Stadien den Beginn und das Ende der Beerenreife markieren.

Weltweit verwenden viele Winzer noch immer das modifizierte E-L-System. Dies beschreibt genau die unterschiedlichen Beeren-Reifegrade mit Stadium 34: *die Beeren beginnen weich zu werden; Zucker beginnt sich anzureichern;* bis zu Stadium 39: *überreife Beeren*. Es beschreibt allerdings keine Methode zur Beurteilung der Beerenreife.

Der aktuelle BBCH (*Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Bundessortenamt und CHemische Industrie*) Referenzcode für die Reifung der Beeren ist Stadium 8, welches in neun Unterstadien (81 bis 89, Tabelle 1) unterteilt werden kann (Stadium 9 ist dann Seneszenz). Die einzelnen Schritte der Reife bis zur Ernte können somit sehr detailliert beschrieben werden. Die vier ersten Unterstadien wurden 1995 definiert, wobei 81 z. B. dem *Beginn der Reifung: die Farbe der Beeren beginnt sich aufzuhellen*, und 85 dem *Weichwerden der Beeren* entsprechen.

Carbonneau *et al.* (2020)[1] wiesen jedoch darauf hin, dass die Veraison – der Beginn der Beerenreife – durch ein plötzliches Erweichen der Beere gekennzeichnet ist, welches den Beginn der Zuckeranreicherung in den Beeren signalisiert. Danach beginnt die Schale der weißen Beeren durchscheinend zu werden und die roten Beeren beginnen mit dem Farbumschlag. Messungen der Farbe und der Festigkeit mit speziellen Werkzeugen ermöglichten es Abbal *et al.* (1992)[3], das Veraisonstadium objektiv und quantitativ zu beurteilen.

Das Agroscope Forschungszentrum Changins-Wädenswil definiert die Reife anhand der BBCH-Skala[4], jedoch nur von Stufe 81 bis 85. Stufe 89 wird als *„Ernte: volle Reife"* definiert, was nicht korrekt ist, da die Ernte nicht unbedingt mit der „vollen" Reife verbunden ist.

Im aktuellen PERPHECLIM-Programm definierten Forscher die Reifephase als Stadium 85: *„50 % der Beeren befinden sich in der Reifephase; dieses Stadium hat eine Beere erreicht, wenn sie weich ist."* Es werden wöchentliche Beobachtungen empfohlen und das Erntedatum wird schließlich durch Interpolation berechnet (bevor und nachdem sich 50 % der Beeren im Reifestadium befinden). Dieses Stadium wird häufig verwendet, aber oft fälschlicherweise als 50 %-Veraison oder sogar mittlere Veraison bezeichnet. Es ist zulässig, die Farbveränderung in ganz bestimmten Fällen als Indikator zu verwenden, beispielsweise wenn jährliche Vergleiche derselben Sorte am selben Standort durchgeführt werden. Bigard *et al.* (2019)[5] haben sogar festgestellt, dass es zwischen dem Erweichen der Beeren und dem Farbumschlag eine Verzögerung von mehreren Tagen gab.

Antalick *et al.* (2023)[6] haben schließlich die Beerenreifung in zwei Phasen untergliedert: vor und nach dem Zuckeranreicherungsplateau. Phase zwei wurde dabei in drei verschiedene Unterstadien eingeteilt: Frischfrucht, Zwischenfrucht und reife Frucht.

Die Notwendigkeit eines detaillierten Kodierungssystems mit klarer Referenzierung

Wie im ersten Teil beschrieben, umfassen historische Reifeindikatoren die Größe, Festigkeit und Farbe der Beeren sowie den Zucker- und Säuregehalt. Zu den weiteren Schlüsselkomponenten, die den Weinstil beeinflussen, gehören Stickstoff und Polyphenole. Zum Zeitpunkt der Veraison sind die Beeren sehr stickstoffreich, hauptsächlich in Form von

Dieses Werk steht unter der Lizenz Creative Commons Namensnennung 4.0 International.

NH_4^+, wobei die Menge an Aminosäuren bis zu einem bestimmten Punkt allmählich ansteigt. Laut Verdenal *et al.* (2021)[7] korreliert der Stickstoffgehalt bei der Veraison gut mit dem Stickstoffgehalt im Most bei der Ernte. Oliveira Lago *et al.* (2023)[8] stellten fest, dass die Menge an Anthozyanen nach Beginn der Veraison fünf bis sechs Wochen lang in der Beere zunimmt, sich danach stabilisiert, und nach etwa der neunten Woche wieder abnimmt.

Eine sehr hohe Variabilität zwischen den Beeren stellt das Hauptproblem bei der Festlegung der Parameter und Methoden zur Bestimmung eines jeden Stadiums dar. Die Entwicklung der einzelnen Beeren in den Trauben beginnt nach der Blüte und dem Fruchtansatz jedoch nicht gleichzeitig, und diese Entwicklungslücken werden später nie geschlossen. Bei der Ernte liegt daher ein Gemisch an Beeren unterschiedlichen Reifegrades vor[1]. Zusätzlich zu dieser Asynchronität kann auch die Anzahl der Samen innerhalb einer Beere zwischen einem und vier variieren, und zu einem weiteren Grad an Heterogenität führen. Hinzu kommen andere Faktoren wie die Position der Trauben an den Reben (Mikroklima, Sonneneinstrahlung) und der Standort einer Pflanze innerhalb eines Blocks (Zonenunterschied, Pflanzenvariabilität).

Es ist daher hilfreich, vor der Probennahme zunächst möglichst gleichmäßige Blockeinheiten zu definieren. Angesichts der hohen Beerenheterogenität ist es wichtig, eine Probe von beispielsweise 300 Beeren in drei Teilproben von 100 Beeren aufzuteilen, zur Ermittlung des Mittelwertes und der Variabilität (Standardabweichung zwischen den drei Teilproben). Um die Analyse robuster zu machen, sollte die Reifedynamik wöchentlich von der Veraison bis zur Ernte zu überwacht werden[9].

Ein Vorschlag zur Verwendung der neun BBCH-Unterstadien

Es ist wichtig, die Veraison – den Beginn der Beerenreifung – genau zu datieren, da diese zur Berechnung der Dauer der Reifephase herangezogen wird. Durch die Analyse der Äpfelsäurekonzentration im Most bei der Veraison kann der Spitzenwert zwischen den Jahrgängen verglichen und der Abbau überwacht werden. Die Messung des Beerenstickstoffs (YAN, *Yeast Assimilable Nitrogen*) zeigt die Effizienz von Düngungen und ermöglicht gegebenenfalls Anpassungen, wie z. B. durch die Verwendung von Blattdünger.

Die Überwachung der Beerenfarbe im Frühstadium ist weit verbreitet, da die Beerenfarbe leicht zu bestimmen ist und die Situation auf dem Feld sehr gut widerspiegelt. Wie von Deloire *et al.* (2023)[9] vorgeschlagen, ist es wichtig, bereits in einem frühen Stadium mit der Analyse des Mosts zu beginnen und die Zuckerkonzentration mit frischer Beerenmasse ins Verhältnis zu setzen. Diese sehr praktische Annäherung an den Zuckergehalt der Beere ermöglicht die Anwendung des Zuckeranreicherungskonzepts.

Für die Festlegung eines bestimmten Weinstils scheint es unmöglich zu sein, die Ernte als Stadium zu definieren. Dies liegt daran, dass eine Reihe unterschiedlicher Faktoren zur Bestimmung herangezogen werden. Dazu zählen der Zuckergehalt, das Säure-Zucker-Verhältnis, der Geschmack, Krankheitsdruck, Wettervorhersagen oder logistische Einschränkungen. Forscher sprechen von der technologischen Reife (eine bestimmte Konzentration an Zucker und/oder organischer Säuren), der aromatischen Reife (ein optimales Maß an Sortenaromen), und der polyphenolischen Reife (maximale Menge an qualitativen Polyphenolen in Schale und Samen). Winzer streben dahingegen eine ausgewogene Reife an, d. h. eine Kombination aus all den oben genannten Indikatoren. Bei der Entscheidung über den optimalen Erntetermin probieren die Winzer die Beeren und beurteilen die Samenentwicklung zunächst anhand ihrer Farbe und dann anhand von Textur und Aromen. Die Beerenqualität nimmt bis zu einem bestimmen Punkt zu, wonach die Schale jegliche Plastizität verliert und die fruchtigen Aromen deutlich abnehmen. Das Ende der Beerenreifung entspricht dem Stadium 89.

Basierend auf wöchentlichen Beobachtungen konnten die verschiedenen Etappen der Beerenreifung wie folgt beschrieben werden.

TABELLE 1. Die verschiedenen Etappen der Beerenreifung, welche auf wöchentlichen Beobachtungen beruhen.

BBCH	Beobachtung	Empfohlene Analyse (Most)
81	Veraison: die Beeren beginnen weich zu werden	Zucker, Äpfelsäure, YAN
82	25% der Beeren sind gefärbt	Beerenfrischmasse, Zucker, Äpfelsäure
83	50% der Beeren sind gefärbt	
84	Aktive Zuckerbeladung (> +10% in mg/Beere/Tag)	
85	Zuckeranreicherungsplateau (erste Abschwächung, unter +5% mg/Beere/Tag)	
86	Geschmack: frische Früchte und grüne Noten	°Brix, Gesamtsäure, pH, Anthozyane
87	Reife Samen (braun), Frucht mit rebsortentypischem Charakter	
88	Extrareifer Charakter, Beeren schrumpfen	
89	Überreifer Charakter, unerwünscht	

Aufgrund der Sortenspezifität kann es schwierig sein, bestimmte Stadien genau zu erfassen. Es ist beispielsweise schwierig, den Grad der Beerenfärbung für einen Sauvignon Blanc in einem vegetativen Blätterdach zu definieren. Andere Stadien lassen sich nur statistisch aus der Häufigkeit der Beobachtungen ermitteln. Es ist jedoch sehr wichtig, sich auf die am besten geeigneten Stadien für jeden Block zu konzentrieren, sowie die Ernte anhand der Skala für technische, wissenschaftliche und Modellierungszwecke zu bestimmen und einzustufen. ■

Danksagung: *Der Autor dankt Alain Carbonneau, Philippe Abbal und Damian Martin für ihre hilfreichen Kommentare zu diesem Artikel.*

1 Carbonneau, A., Torregrosa, L., Deloire, A., Pellegrino, A., Pantin, F., Romieu, C., Ojeda, H., Jaillard, B., Metay, A., & Abbal, P. (2020). *Traité de la vigne - 3e édition. Physiologie, terroir, culture*. Collection : Pratiques Vitivinicoles, Dunod. 712 p.

2 OIV (2023). *Resolution OIV-VITI 702-2023. Publication of the 3rd edition of the OIV descriptor list for grape vine varieties and Vitis species.* https://www.oiv.int/node/3028.

3 Abbal, P., Boulet, J.-C., & Moutounet, M. (1992). Utilisation de paramètres physiques pour la caractérisation de la véraison des baies de raisin. *OENO One, 26*(4), 231–237. https://doi.org/10.20870/oeno-one.1992.26.4.1185

4 Bloesch, B., & Viret, O. (2008). Stades phénologiques repères de la vigne. *Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic., 40* (6): I-IV. https://api.agrometeo.ch/storage/uploads/Poster_stade-pheno_Vigne_F_Ecran.pdf.

5 Bigard, A., Romieu, C., Sire, Y., Veyret, M., Ojeda, H., & Torregrosa, L. (2019). The kinetics of grape ripening revisited through berry density sorting. *OENO One 2019, 4*, 709-724. https://doi.org/10.20870/oeno-one.2019.53.4.2224

6 Antalick, G., Šuklje, K., Blackman, J., Schmidtke, L., & Deloire, A. (2023). Plasticity of red wine sensory profiles: improved understanding through grape berry sugar loading profiles. *IVES Technical Reviews*. https://doi.org/10.20870/IVES-TR.2023.7797

7 Verdenal, T., Dienes-Nagy, Á., Spangenberg, J.E., Zufferey, V., Spring, J.-L., Viret, O., Marin-Carbonne, J., & van Leeuwen, C. (2021). Understanding and managing nitrogen nutrition in grapevine: a review. *OENO One 55*, 1–43. https://doi.org/10.20870/oeno-one.2021.55.1.3866

8 Oliveira Lago, L., Swit, P., Moura da Silvac, M., Telles Biasoto Marques, A., Welke, J., Montero, L., & Herrero, M. (2023). Evolution of anthocyanin content during grape ripening and characterization of the phenolic profile of the resulting wine by comprehensive two-dimensional liquid chromatography. *J. Chromatogr. A 1704*, 464131. https://doi.org/10.1016/j.chroma.2023.464131

9 Deloire, A., Pellegrino, A., Antalick, G., & Suklje, K. (2023). *Proposal for a protocol for measuring berries sugar loading and the evolution of berry fresh mass.*