



Die Messung des Stickstoffstatus der Rebe: die Korrelation zwischen den Chlorophyllindizes von N-Tester- et SPAD-Messgeräten

Thibaut Verdenal, Vivian Zufferey, Jean-Sébastien Reynard, Jean-Laurent Spring

Agroscope, 1009 Pully, Switzerland

Im Rahmen einer nachhaltigen Bewirtschaftung ist die Kenntnis des Stickstoffstatus der Rebe für die Produktion von Qualitätstrauben unerlässlich. Die Messung des Chlorophyllindex ist eine schnelle, sanfte und kostengünstige Methode, um den Grad der Stickstoffversorgung der Rebe während der Wachstumsperiode relativ genau zu bestimmen. Auf dem Markt sind verschiedene Chlorophyllmessgeräte erhältlich, welche oft unterschiedliche Maßeinheiten verwenden. Um die Verwendung von Chlorophyllmessgeräten zu erleichtern, wurden die Grenzwerte des SPAD-Indexes zum Zeitpunkt der Veraison aus der Korrelation mit dem N-Tester-Index ermittelt. Für letzteren waren die Grenzwerte bereits bekannt.

Die Bestimmung der Stickstoffversorgung der Rebe

Die ersten Anzeichen von Stickstoffmangel sind eine schwache vegetative Entwicklung der Rebe und, aufgrund eines geringeren Chlorophyllgehalts, eine gelblich grüne Verfärbung der Blätter (Abbildung 1). Je nachdem wie hoch das Stickstoffdefizit ist, kann es in der Folge auch zu einer starken Reduzierung der Knospenfruchtbarkeit und des Ernteertrags kommen. Hinsichtlich der Traubenqualität kann sich eine zu geringe Konzentration an assimilierbarem Stickstoff (<140 mg/ l) im Most negativ auf den Verlauf der alkoholischen Gärung und auf die Entwicklung von Weinaromen auswirken. Weiß- und Roséweine reagieren dabei besonders empfindlich auf Stickstoffmangel. Es ist daher wichtig, für die Produktion von Qualitätstrauben und -weinen, den Stickstoffstatus der Rebe zu kennen, um deren Versorgung im Rahmen einer nachhaltigen Bewirtschaftung zu gewährleisten¹.

Die Messung des Gesamtstickstoffgehalts des Bodens ist kein verlässlicher Indikator für die Stickstoffverfügbarkeit, da sie nicht die Dynamik der Mineralisierung im Laufe der Zeit widerspiegelt, welche in Abhängigkeit von den jeweiligen Umweltbedingungen äußerst

variabel sein kann. Ein Boden kann somit reich an organischem Stickstoff sein, ohne dass dieser von der Rebe aufgenommen wird. Die folgenden Methoden stehen derzeit für eine zuverlässige Bestimmung des Stickstoffzustands der Reben zur Verfügung:

1/ Die visuelle Beurteilung von Mangelerscheinungen bleibt die am einfachsten umzusetzende Methode. Hohe Wuchskraft, dichtes Blattwerk und ein hoher Ertrag sind im Allgemeinen gute Indikatoren einer hohen Stickstoffversorgung.

2/ Eine Analyse des Blattstiels und/oder der Blattfläche ist relativ teuer und kann schwierig zu interpretieren sein². Diese Methode wird daher oft nur zur Bestätigung einer visuellen Beurteilung verwendet.

3/ Die Konzentration des assimilierbaren Stickstoffs im Traubenmost bei der Ernte ist die aussagekräftigste Methode. Sie ermöglicht die Anpassung des Stickstoffmanagements der Reben im Folgejahr. Sie variiert jedoch stark je nach Umweltbedingungen und Anbaumethode³.

4/ Eine große Anzahl an Messsystemen wurden entwickelt, mit denen der Stickstoffstatus einer Pflanze mehr oder weniger direkt erfasst werden kann⁴. Die Bestimmung der Chlorophyllkonzentration in den Blättern basiert in der Regel auf indirekten Messungen und ermöglicht eine zuverlässige, schnelle und kostengünstige Messung des Stickstoffzustands der Rebe während der Wachstumsperiode.

Chlorophyllgehalt und Chlorophyllindex

Die grüne Farbe der Blätter kann gut zur Bestimmung des Chlorophyllgehalts verwendet werden, und sie korreliert gut mit Stickstoffmangelerscheinungen, die durch eine gelbliche Entfärbung der Blätter charakterisiert sind⁴. Zwischen den verschiedenen *Vitis*-Arten variiert das Verhältnis von Blattchlorophyll zu Stickstoffgehalt stark, es ist jedoch innerhalb derselben Art (z. B. *Vitis vinifera*) stabil⁵. Chlorophyllmessgeräte werden häufig zu diagnostischen Zwecken verwendet, um das Stickstoffmanagement verschiedener Kulturpflanzen zu steuern. Die Messungen können schnell durchgeführt werden, ohne die Blätter zu beschädigen. Es gibt verschiedene tragbare Modelle, wie den N-Tester (Yara, Oslo, Norwegen), das SPAD 502 (Konica Minolta, Nieuwegein, Niederlande) oder das Dualex (Force A, Orsay, Frankreich). Die Messung des Chlorophyllindex während der Saison spiegelt die Variation des Blattstickstoffgehalts je nach Rebsorte und phänologischem Stadium perfekt wider (Abbildung 2).

Die Art der Probenahme ist für eine zuverlässige Anwendung im Weinberg wichtig. Die Bestimmung des Stickstoffzustandes der Rebe durch die Messung des Chlorophyllindex erfolgt in der Regel zum Zeitpunkt der Veraison, wenn der Stickstoffgehalt am höchsten ist. Dafür werden ausgewachsene, gesunde Blätter aus dem Traubenbereich genutzt. Bei Messungen zu anderen Zeitpunkten besteht das Risiko größerer Datenschwankungen: bei zu früher Probenahme sind die Blätter zu jung und möglicherweise von



ABBILDUNG 1. Symptome von Stickstoffmangel bei Reben: geringes Wachstum der Triebe und eine gelblich grüne Verfärbung der Blätter. Phänologisches Stadium: Blüte, Chasselas, 2022.

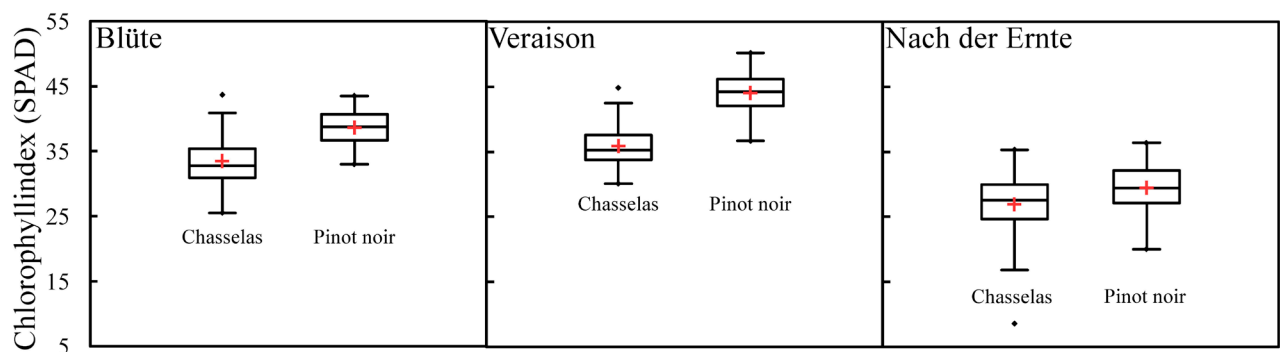


ABBILDUNG 2. Variabilität des Chlorophyllindex (SPAD) nach phänologischem Stadium und Rebsorte. (n = 500; Quelle: Agroscope, Schweiz).

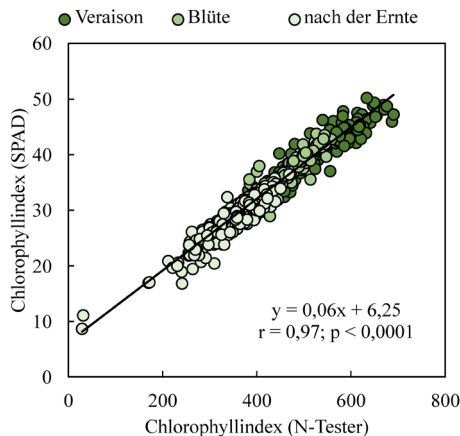


ABBILDUNG 3. Korrelation zwischen N-Tester- und SPAD-Chlorophyllindizes. Die Messungen wurden in drei phänologischen Stadien an den Rebsorten Chasselas und Pinot Noir durchgeführt (n = 500; Quelle: Agroscope, Schweiz).

Eisenchlorose betroffen; bei zu später Probenahme können die Blätter Mineralstoffmangelerkrankungen (z. B. Magnesium und Kalium), sowie Symptome von Pilzkrankheiten (Austrocknen der Blattspreiten) oder von starkem Wasserstress (Gelbfärbung der Blätter an der Basis der Triebe) aufweisen. Grenzwerte zur Interpretation der Stickstoffversorgung der Rebe mithilfe des Chlorophyllindex sind für bestimmte Messgeräte derzeit unzureichend oder gar nicht verfügbar. Idealerweise sollten sie allerdings für jede Rebsorte und jedes phänologische Stadium definiert werden.

Die Korrelation von N-Tester/SPAD-Messdaten

Die auf dem Markt erhältlichen Chlorophyllmessgeräte verwenden unterschiedliche Indizes. Interpretationsschwellenwerte bestehen für Messungen während der Reifung der Rebsorten Chasselas, Pinot Noir und Gamay, die mit dem N-Tester durchgeführt wurden⁶ (Tabelle 1). Um die Verwendung von Chlorophyllmessgeräten zu vereinfachen, wurden von Agroscope in der Schweiz Messungen durchgeführt, um eine Korrelation zwischen den Indizes von N-Tester und SPAD-Messgeräten zu erstellen (Abbildung 3). In der Saison 2022

wurden je 500 Messungen mit jedem Gerät durchgeführt. Daten wurden in drei phänologischen Stadien an im Guyot-Schnitt geführten Chasselas und Pinot Noir Reben erhoben. Dazu wurden die Hauptblätter der mittleren Laubzone genutzt. Es zeigte sich, dass die Interpretationsschwellenwerte beider Geräte hervorragend korrelierten ($r = 0,97$; $p < 0,0001$) und dass durch eine lineare Regressionsfunktion die Werte einfach umgerechnet werden können (Tabelle 1). ■

Danksagung: Besonderer Dank gilt dem technischen Team von Agroscope für die Bewirtschaftung des Versuchsweinbergs, sowie unseren Praktikanten Nicolas Berud, Mathilde Donaty und Mathilde Le Graët für ihre tatkräftige Unterstützung bei den Messungen.

- 1 Bell, S.-J., & Henschke, P. A. (2005). Implications of nitrogen nutrition for grapes, fermentation and wine. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 11, 242-295. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2005.tb00028.x>
- 2 Delas, J. (2010). La fertilisation de la vigne : contribution à une viticulture durable. 2e édition. *Eds Feret*, 165 pp
- 3 Spring, J. L., Verdenal, T., Zufferey, V., & Viret, O. (2012). Nitrogen dilution in excessive canopies of Chasselas and Pinot noir cvs. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 46(3), 233-240. <https://doi.org/10.20870/oenone.2012.46.3.1520>
- 4 Friedel, M., Hendgen, M., Stoll, M., & Löhnertz, O. (2020). Performance of reflectance indices and of a handheld device for estimating in-field the nitrogen status of grapevine leaves. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 26(2), 110-120. <https://doi.org/10.1111/ajgw.12424>
- 5 Xiong, D., Chen, J., Yu, T., Gao, W., Ling, X., Li, Y., Peng, S., & Huang, J. (2015). SPAD-based leaf nitrogen estimation is impacted by environmental factors and crop leaf characteristics. *Scientific Reports*, 5(1), 13389. <https://doi.org/10.1038/srep13389>
- 6 Spring, J. L. & Jelmini, G. (2002). Nutrition azotée de la vigne : intérêt de la détermination de l'indice chlorophyllien pour les cépages chasselas, pinot noir et gamay. *Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 34, 27-29.

TABELLE 1. Grenzwerte für die Interpretation des Chlorophyllindex (N-Tester und SPAD) von Blättern dreier Rebsorten während der Veraison (adulte Blätter der Traubenzone).

Beurteilung der Stickstoffversorgung	N-Tester			SPAD*		
	Chasselas	Pinot Noir	Gamay	Chasselas	Pinot Noir	Gamay
sehr gering	< 420	< 460	< 380	< 31	< 34	< 29
gering	420–460	460–500	380–430	31–34	34–36	29–32
normal	460–540	500–580	430–530	34–38	36–41	32–38
erhöht	540–570	580–620	530–580	38–40	41–43	38–41
sehr erhöht	> 570	> 620	> 580	> 40	> 43	> 41

* Die Grenzwerte für das SPAD-Messgerät wurden unter Verwendung der von Spring und Jelmini (2002) publizierten Grenzwerte des N-Testers berechnet.