

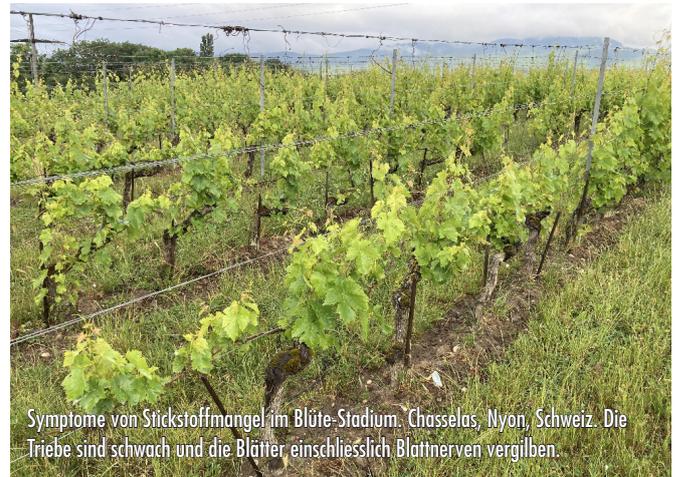


Richtiges Stickstoffmanagement im Weinbau: von der Beobachtung bis zur Mostanalyse

Thibaut Verdental¹, Ágnes Dienes-Nagy¹, Sandrine Belcher¹, Jean-Sébastien Reynard¹, Vivian Zufferey¹

Agroscope, 1009 Pully, Switzerland

Die Stickstoffversorgung der Weinrebe zu verstehen und zu steuern ist für die Herstellung von Qualitätsweinen entscheidend. Der erste Schritt ist die visuelle Beobachtung. Ergänzend lassen sich dann Instrumente wie der Chlorophyllindex und die Blattanalyse einsetzen. Der Gesamtstickstoff im Boden ist kein guter Indikator, da dieser Stickstoff nicht direkt assimiliert werden kann. Dagegen gibt die Analyse des assimilierbaren Stickstoffs im Most bei der Weinernte gute Anhaltspunkte für die Anpassung der Düngung.



Symptome von Stickstoffmangel im Blüte-Stadium, Chasselas, Nyon, Schweiz. Die Triebe sind schwach und die Blätter einschliesslich Blattnerven vergilben.

Die Rebe beobachten

Vor jeder Düngung müssen die Reben beobachtet und der Stickstoffstatus beurteilt werden. Zu den visuellen Anzeichen eines Stickstoffmangels gehören mangelnde Vitalität, vergilbendes Laub und geringe Fruchtbarkeit. Diese Diagnose lässt sich durch weitere Methoden verfeinern:

- ➔ Visuelle Beobachtung – einfach und kostenlos.
- ➔ Blattanalysen – teuer, bestätigen Mangelerscheinungen oder Überschüsse, erfordern aber je nach Rebsorte und Wachstumsstadium eine fachkundige Interpretation¹.
- ➔ Chlorophyllindex – schnell und schonend, erfordert Messgeräte wie das SPAD 502 (Konica Minolta, Nieuwegein, Niederlande) oder den N-Tester (Yara, Oslo, Norwegen), mit denen der Stickstoffgehalt über die Blattfarbe eingeschätzt wird².

Anmerkung: Der Gesamtstickstoff im Boden (mineralischer und organischer Stickstoff) ist kein guter Indikator für die Stickstoffversorgung der Reben. Organische Stoffe müssen mineralisiert werden, bevor sie von den Reben aufgenommen werden können. Mit einer Bodenanalyse können dagegen Faktoren wie organische Substanz, C/N-Verhältnis, pH-Wert und Kalkgehalt bestimmt werden, die die Stickstoffmineralisierung beeinflussen. Organische Substanz verbessert die Bodenstruktur und die Wasserreserven im Boden.

Der genaueste Indikator: Mostanalyse bei der Weinernte

Der hefeverwertbare Stickstoff, der bei der Ernte in den Beeren vorhanden ist, ist für den Weinbau und die Önologie zentral. Er widerspiegelt die Stickstoffversorgung der Weinrebe, beeinflusst die alkoholische Gärung und ist an der Bildung der Weinaromen beteiligt. Hefeferwertbarer Stickstoff besteht hauptsächlich aus Ammonium und Aminosäuren (ausser Prolin und Hydroxyprolin). Seine Konzentration hängt von den Umweltbedingungen und den landwirtschaftlichen Praktiken ab. Trotz seiner Bedeutung ist die Analyse aber nicht etabliert wie die Bestimmung der Zucker oder Säuren.

Bei der Weinbereitung ist die Konzentration des hefeferwertbaren Stickstoffs im Most oft suboptimal, was die Entwicklung der Hefen und die Geschwindigkeit der alkoholischen Gärung sowie die Entwicklung von Aromen einschränkt. Bei geklärtem Most mit mittlerer Zuckerkonzentration korreliert unterhalb von 200 mg assimilierbarem Stickstoff pro Liter die Gärungsdauer negativ mit der Konzentration an assimilierbarem Stickstoff. Unter 140 mg assimilierbarem Stickstoff pro Liter besteht ein erhebliches Risiko, dass die alkoholische Gärung

TABELLE 1. Schwellenwert für das Risiko eines Gärungsstopps in Abhängigkeit von der Konzentration an assimilierbarem Stickstoff im Most bei der Weinernte für die Weissweibereitung. Es wird davon ausgegangen, dass die Schwellenwerte für die Rotweibereitung niedriger sind.

Assimilierbarer Stickstoff im Most (mg/l)	Risiko eines Gärungsstopps im geklärten Most
>200	kein Risiko
140<...< 200	mittleres Risiko
<140	hohes Risiko

zum Stillstand kommt³ (Tabelle 1). Bei der Vinifikation von Rotwein ist dieser Schwellenwert niedriger, da die Extraktion von Stickstoff aus den Beeren aufgrund des längeren Kontakts mit dem Trester höher ist. Das Australian Wine Research Institute schlägt einen Mindestwert von 100 mg/l assimilierbarem Stickstoff für die Rotweibereitung vor.

Die wichtigsten Methoden der Stickstoffdüngung

Im Weinbau sind zwei Methoden der Stickstoffdüngung möglich. Diese Methoden ergänzen sich und dienen unterschiedlichen Zielen:

- ➔ Die Bodendüngung zielt darauf ab, die Vitalität der Reben und die Knospenfruchtbarkeit zu erhalten und dadurch die Produktionsziele langfristig sicherzustellen. Sie wird je nach verwendeter Düngerform (organisch oder mineralisch) in der Regel im Winter oder im Frühling durchgeführt, damit der Stickstoff zum Zeitpunkt des maximalen vegetativen Wachstums der Reben verfügbar ist.
- ➔ Die Blattdüngung hingegen hat ein kurzfristiges Ziel. Damit soll die Stickstoffanreicherung in den Beeren angeregt und so bei der Weinlese im selben Jahr eine höhere Konzentration an hefeferwertbarem Stickstoff im Most erreicht werden. Sie erfolgt zu Beginn des Reifeprozesses der Beeren und hat in der Regel keine Auswirkungen auf die Versorgung der Reben im Folgejahr. Bei nachgewiesenem Stickstoffmangel kann eine Blattdüngung mit Harnstoff (10 bis 20 kg N/ha), die zur Förderung der Assimilation mehrmals vorgenommen wird, je nach Umweltbedingungen und Rebsorte sehr wirksam sein⁴. Zur Bestimmung des Bedarfs einer Blattdüngung ist es hilfreich, bereits bei Beginn der Reife die Konzentration an assimilierbarem Stickstoff im Most bei der kommenden Weinlese zu schätzen.



Mostanalyse bei Beginn der Reife – ein Mittel zur Prognose der Bedingungen bei der Weinlese

Durch die frühzeitige Bestimmung des Stickstoffgehalts im Most zu Beginn der Reife kann der voraussichtliche Stickstoffgehalt des Mosts bei der Weinlese eingeschätzt werden. Damit wird in Erfahrung gebracht, ob eine Blattdüngung zu Beginn der Traubenreife erfolgen sollte, die den Gehalt an assimilierbarem Stickstoff im Most bei der Weinlese korrigiert. Zu Beginn der Reife sind die Beeren bereits reich an Stickstoff, hauptsächlich in Form von NH_4^+ . Die Konzentration an assimilierbarem Stickstoff sinkt in der Regel während der Reifung der Beeren aufgrund der Abnahme von NH_4^+ , während die Konzentration an Aminosäuren relativ stabil bleibt⁵. Agroscope hat zur Reifung während eines 24-jährigen Zeitraums (1997-2020) in drei Referenzrebbbergen in der Schweiz (Nyon, Pully und Leytron) umfangreiche Daten gesammelt. Diese Daten bestätigen die Korrelation zwischen den Stickstoffkonzentrationen in den Beeren zu Beginn der Reife und zum Zeitpunkt der Weinlese für die Rebsorten Chasselas, Gamay und Pinot Noir (Abbildung 1). Die Umweltbedingungen (Klima und Boden) hatten einen prägenden Einfluss, wobei auch ein starker Einfluss der Rebsorte zu beobachten war. Im Durchschnitt der 24 Jahre wiesen Moste von Pinot Noir und Gamay zwischen dem Beginn der Reife und der Ernte im Allgemeinen vergleichbare

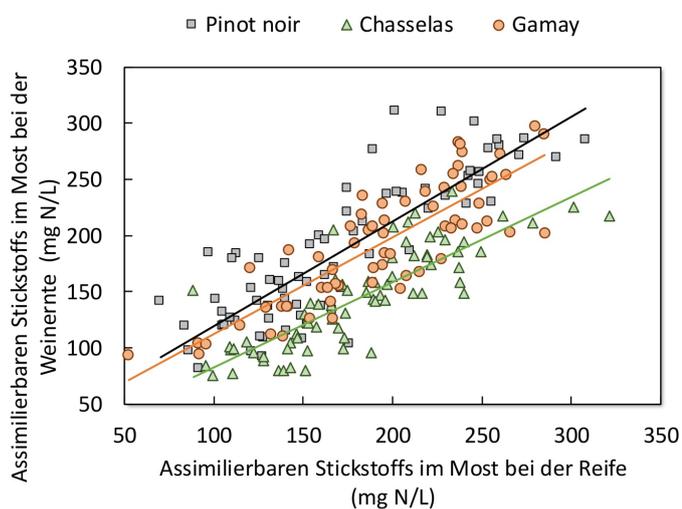


ABBILDUNG 1. Korrelation zwischen den Konzentrationen an assimilierbarem Stickstoff in Beeren von drei Rebsorten, die zu Beginn der Reife und bei der Weinlese entnommen wurden (1997-2020). Chasselas ($n = 72$; $r = 0,82$; $p < 0,0001$), Gamay ($n = 66$; $r = 0,84$; $p < 0,0001$) und Pinot Noir ($n = 72$; $r = 0,84$; $p < 0,0001$).

TABELLE 2. Gehalt an assimilierbarem Stickstoff in Most von Chasselas, Pinot- und Gamay-Beeren zu Beginn der Reife und bei der Weinlese. Mittelwerte über 24 Jahre (1997-2020). *** p -Wert $< 0,001$; ns, nicht signifikant.

Rebberg	Rebsorte	Assimilierbarer Stickstoff (mg/l)		Veränderung zwischen den beiden Daten	p-Wert
		Reife	Weinlese		
Nyon	Chasselas	149	107	-28%	***
	Pinot Noir	146	151	4%	ns
	Gamay	168	159	-5%	ns
Pully	Chasselas	189	161	-15%	***
	Pinot Noir	163	190	17%	***
	Gamay	177	186	5%	ns
Leytron	Chasselas	207	165	-20%	***
	Pinot Noir	204	215	5%	ns
	Gamay	239	235	-2%	ns
Mittelwert drei Rebberge	Chasselas	181	144	-20%	***
	Pinot Noir	171	186	9%	ns
	Gamay	195	194	-1%	ns

Stickstoffkonzentrationen auf (p -Wert 0,142 bzw. 0,894), wobei die Stickstoffkonzentration bei Pinot Noir im Rebberg Pully sogar anstieg ($p < 0,001$) (Tabelle 2). Die Moste von Chasselas hatten in mehr als neun von zehn Fällen eine niedrigere Stickstoffkonzentration bei der Weinlese. Ein in 13 Fällen bereits zu Beginn der Reife festgestellter starker Mangel an assimilierbarem Stickstoff (< 140 mg N/L), hauptsächlich im Rebberg Nyon, wurde in über 90% der Fälle bei der Weinlese bestätigt. Unter Berücksichtigung der Rebsorte ist die frühzeitige Bestimmung der Stickstoffkonzentration im Most von Beeren, die zu Beginn der Reife entnommen werden, demnach ein guter Indikator für die zukünftige Konzentration bei der Weinlese.

Auf dem Weg zu einer nachhaltigen Stickstoffversorgung von Weinreben

Die zuvor beschriebenen Beobachtungen und Massnahmen zeigen Vor- und Nachteile. Sie ergänzen sich gegenseitig und ermöglichen ein besseres Verständnis des dynamischen Stickstoffhaushalts und der Versorgung von Weinreben. Wenn ein Stickstoffmangel festgestellt wird, ist eine Düngung aber nicht immer unbedingt notwendig. Der Stickstoffversorgungszustand der Weinrebe wird weitgehend von den Umweltbedingungen der Parzelle bestimmt, aber auch von den Anbaumethoden beeinflusst⁶. Bevor eine Düngung in Erwägung gezogen wird, müssen die folgenden Voraussetzungen berücksichtigt werden:

- ➔ Pflanzenmaterial (Sorte und Unterlage)
- ➔ Bodenpflege
- ➔ Blatt-Frucht-Gleichgewicht
- ➔ Wasserversorgung

Es ist auf eine langfristige Stickstoffversorgung der Weinreben zu achten. Dabei sind die Auswirkungen des Vorjahres und Prognosen zum Folgejahr zu berücksichtigen. Beispielsweise kann eine Begrünung je nach Umweltbedingungen für die Reben zu einer starken Konkurrenz um Stickstoff und Wasser führen. So kann es in zwei bis fünf Jahren zu einer Stickstoffunterversorgung kommen, die sich auf den Ertrag und die Qualität der Weine auswirkt. Auch die Wiederherstellung einer ausgewogenen Versorgung kann mehrere Jahre in Anspruch nehmen. ■

Basiert auf dem wissenschaftlichen Artikel "Nutrition azotée de la vigne: mesures et interprétations" (Recherche Agronomique Suisse, 2023). <https://doi.org/10.34776/afs14-167>

1 Spring, J. L., & Verdenal, T. (2017). Fertilisation en viticulture : Principes de fertilisation des cultures agricoles en Suisse (PRIF). *Recherche Agronomique Suisse*, 8, chapter 12. <https://www.agrarforschungschweiz.ch/fr/2017/06/12-fertilisation-en-viticulture-prif-2017/>

2 Verdenal, T., Zufferey, V., Reynard, J. S., & Spring, J. L. (2023). Nitrogen nutrition status of the vine: correlation between N-tester and SPAD chlorophyll indices. *IVES Technical Reviews*. <https://doi.org/10.20870/IVES-TR.2023.7649>

3 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>

4 Verdenal, T., Dienes-Nagy, Á., Belcher S., Reynard J.-S., & Zufferey V. (2025). Fertilisation foliaire en viticulture: comparaison de deux engrais minéraux. *Recherche Agronomique Suisse*, 16, 90-95. <https://doi.org/10.34776/afs16-90>

5 Nisbet, M. A., Martinson, T. E., & Mansfield, A. K. (2014). Accumulation and Prediction of Yeast Assimilable Nitrogen in New York Winegrape Cultivars. *American Journal of Enology and Viticulture*, 65, 325-332. <https://doi.org/10.5344/ajev.2014.13130>

6 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>