



Nachwirkungen der Ertragsregulierung auf die Trauben des nächsten Jahres

Thibaut Verdenal¹, Ágnes Dienes-Nagy¹, Vivian Zufferey¹, Jean-Laurent Spring¹, Jorge E. Spangenberg², Olivier Viret³, Cornelis van Leeuwen⁴

¹ Agroscope, 1009 Pully, Switzerland

² Université de Lausanne, IDYST

³ Direction générale de l'agriculture, de la viticulture et des affaires vétérinaires, Vaud

⁴ EGFV, Univ, Bordeaux, Bordeaux Sciences Agro, INRAE, ISVV

Durch das Management der Stickstoffversorgung der Weinrebe kann die Zusammensetzung der Traubenbeeren bei der Ernte auf das Produktionsziel (Ertrag und Zusammensetzung) abgestimmt werden. In einem Versuch wurden die kombinierten Auswirkungen von Düngung und Ertragsregulierung (Ausdünnen, Grünlese) auf die Akkumulation von Kohlenstoff und Stickstoff in den Beeren untersucht. Wegen möglicher Nachwirkungen ist die Zusammensetzung der Beeren bei der Ernte über mindestens zwei aufeinanderfolgende Jahre im Auge zu behalten. Dies setzt eine sorgfältige und langfristige Planung voraus.



Ertragsregulierung durch Entfernen eines Teils der Trauben (Grünlese, Ausdünnen) im Stadium des Traubenschlusses (BBCH 75-77), Pully, Schweiz.

Vom Most zum Wein: die Rolle des Stickstoffs

Stickstoff ist ein wichtiges Element, das die Entwicklung der Weinrebe, ihren Ertrag sowie den Prozess der Weinbereitung und damit die Qualität des Weins beeinflusst. Der Gehalt an assimilierbarem Stickstoff im Most kann leicht direkt in der Weinkellerei korrigiert werden (z. B. durch Zugabe von Diammoniumphosphat). Dies unterstützt die Kinetik der Gärung und ermöglicht eine vollständige Umwandlung der Zucker in Alkohol. Allerdings lässt sich dadurch eine geringere Konzentration von Vorstufen aromatischer Verbindungen im Most nicht ausgleichen und bei einem solchen Mangelzustand des Mosts bleibt auch die die Bildung aromatischer Metaboliten während der Weinbereitung beeinträchtigt, was sich negativ auf das endgültige organoleptische Profil des Weins auswirkt¹. Letztendlich ist eine ausgewogene Stickstoffversorgung der Weinrebe eine Voraussetzung für die Produktion von Beeren mit einem natürlichen Aminosäuregleichgewicht, die ein hohes Potenzial für die Herstellung qualitativ hochwertiger Weine bieten.

Das physiologische Gleichgewicht finden

Eine ausgewogene Entwicklung der Rebe setzt ein Gleichgewicht zwischen dem vegetativen Wachstum und der Fruchtentwicklung voraus. Dadurch kann die Rebe voll ausreifende Trauben produzieren und gleichzeitig Nährstoffreserven für das nachfolgende Jahr anlegen. Andererseits kann ein übermässiger Behang die Reifung der Beeren in Bezug auf die Zuckerakkumulation beeinträchtigen². Bei einer zu grossen Blattfläche wiederum kann sich – bei konstanten Werten aller anderen Parameter – die Stickstoffakkumulation in den Beeren verändern, und insbesondere auch die Konzentration an assimilierbarem Stickstoff³. Es gibt zwei Möglichkeiten, das Blatt-Frucht-Verhältnis zu erhöhen: entweder durch ein grösseres Blätterdach oder durch Begrenzung des Fruchtbehangs. Diese beiden Massnahmen haben unterschiedliche Auswirkungen auf die Gesamtstickstoffmenge in der ganzen Pflanze und auf die Konzentration des assimilierbaren Stickstoffs in den Beeren^{4 5} (Abbildung 1). Für die Rebsorte Chasselas wird unter den klimatischen Bedingungen der Schweiz allgemein ein Blatt-Frucht-Verhältnis in der Grössenordnung von 1,0 bis 1,2 m² exponierte Blattfläche pro kg Frucht empfohlen^{6 7}.


 Blätter Früchte	Konzentration assimilierbarer Stickstoff in Trauben	Gesamtstickstoffgehalt in der Pflanze
↑ Rebschnitt-höhe	↓	=
↓ Fruchtbeladung	=	↓

ABBILDUNG 1. Veränderungen der Stickstoffkonzentration in den Beeren und der Gesamtstickstoffmenge in der ganzen Pflanze in Abhängigkeit des Blatt-Frucht-Verhältnisses. Um das Blatt-Frucht-Verhältnis zu erhöhen, kann entweder die Blattfläche vergrössert oder der Ertrag eingeschränkt werden (angepasst aus Verdenal *et al.*, 2022⁵).

Material und Methoden

Das vollständige Protokoll wird im Originalartikel beschrieben.

1. Versuchsstandort und Pflanzenmaterial

Die Studie wurde von Agroscope in Pully in der Schweiz in einem gemässigten Klima über zwei aufeinanderfolgende Weinbausaisons (2017-2018) durchgeführt. Die Wetterbedingungen im Jahr 2018 waren wärmer und trockener als im Jahr 2017. Die Chasselas-Rebstöcke (weisse Rebsorte *Vitis vinifera*, Klon RAC4) auf der Unterlage 3309C wurden in 90-l-Töpfen kultiviert. Um Wasserstress zu vermeiden, wurde eine minimale Bewässerung angewendet. Die Rebstöcke wurden nach dem einfachen Guyot-System erzogen.

2. Experimentelle Behandlungen

Es wurden zwei Faktoren untersucht.

➔ Düngung in drei Stufen: keine Düngung (CT), Düngung nur 2017 (F17) und Düngung 2017 + 2018 (F17+18) durch Harnstoff-Blattdüngung zum Zeitpunkt der Reife mit 20 kg N/ha/Jahr (2,4 g N pro Rebstock; Verdünnung 3,44 % w/v).



► Ertrags: Durch eine Ertragsregulierung im Stadium „Traubenschluss“ wurde ein Fruchtlastgradient geschaffen, der Bedingungen für geringere oder höhere Erträge bietet.

3. Messungen und Analysen

Stichproben der Rebstöcke wurden zu vier Zeitpunkten untersucht: jeweils bei der Reife und bei der Ernte in den Jahren 2017 und 2018. Es wurden die Fruchtbarkeit der Reben, die Blattfläche und der Ertrag gemessen. Die Analysen des Mosts umfassten den Kohlenstoff, Gesamtstickstoff, hefeverwertbaren Stickstoff, organische Säuren, pH-Wert, Kalium sowie einzelne Aminosäuren. Die Ergebnisse wurden statistisch analysiert (ANOVA, PCA), um die Auswirkungen der Düngung, des Ertrags und der Interaktion von Düngung und Ertrag auf die gemessenen Parameter zu bewerten.

Ausdünnen erhöht die Stickstoffkonzentration in den Beeren nicht

Die Blattdüngung mit Harnstoff zum Zeitpunkt der Reife erhöhte die Stickstoffmenge in den Beeren bei der Ernte im selben Jahr, hatte aber keine Auswirkungen auf die Reife der Trauben (Zucker, titrierbare Säure) und keine Nachwirkungen im Jahr $n+1$. Die Ertragsregulierung durch Ausdünnen wiederum förderte die Reifung der Trauben im selben Jahr (+7 % Zucker und -12 % titrierbare Säure), indem sie den Bedarf an Stickstoff und Kohlenstoff reduzierte, ohne die Stickstoffkonzentration zu beeinflussen. Die Entfernung eines Teils der Trauben förderte auch die Bildung von Reservestoffen in den Wurzeln. Schliesslich war die Interaktion zwischen Ertragsregulierung und Düngung vernachlässigbar.

Nachwirkungen ab dem Stadium «Reife» des Jahres $n+1$ sichtbar

Im darauffolgenden Jahr zeigten sich bereits im Stadium der Reife Unterschiede: Bei niedrigen Erträgen war der Zuckergehalt höher (+25 %) und die titrierbare Säure niedriger (-18 %) (Abbildung 2). Dagegen blieb die Konzentration an assimilierbarem Stickstoff in den Beeren gleich, unabhängig vom Fruchtbehang der Reben. Einzig die Zusammensetzung der Moste nach Aminosäuren variierte, mit unterschiedlichen Anteilen ab der Reife je nach Behang (Abbildung 3).

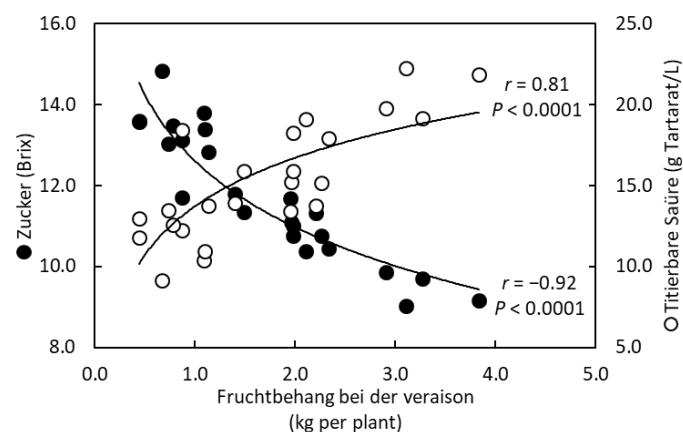


ABBILDUNG 2. Veränderung des Gesamtgehalts an löslichen Zuckern und der titrierbaren Säure im Most zum Zeitpunkt der Reife (Jahr $n+1$) in Abhängigkeit des Fruchtbehangs. Daten im Stadium «Reife» von 2018, Chasselas, Schweiz. Die Ertragsregulierung erfolgte 2017 und 2018 im Stadium «Traubenschluss».

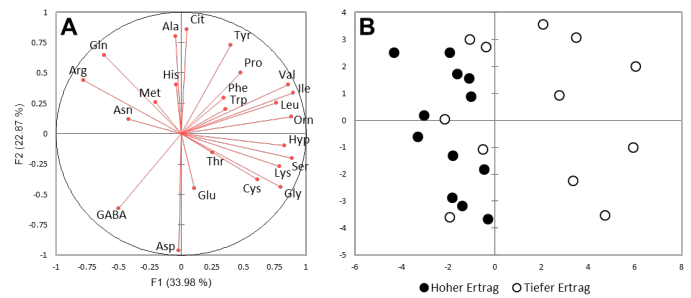


ABBILDUNG 3. Unterschiedliche Aminosäureprofile im Most zum Zeitpunkt der Reife (Jahr $n+1$) je nach Traubenbehang. Hauptkomponentenanalyse, Chasselas, Schweiz. (A) Variablen: Korrelationen zwischen den Konzentrationen der verschiedenen Aminosäuren. (B) Beobachtungen: Kürzere Distanzen deuten auf ähnlichere Aminosäureprofile hin.

Schlussfolgerungen

- Die Ertragsregulierung hat einen starken Einfluss auf den Stickstoffhaushalt in der Rebe in Bezug auf die Assimilation, die Verteilung in den Trauben und die Speicherung in den Wurzeln.
- Durch Ertragsregulierung erhöht sich die Stickstoffkonzentration im Most nicht. Es wird aber die Reifung der Trauben und die Einlagerung von Stickstoff in den mehrjährigen Pflanzenteilen gefördert.
- Die Ertragsregulierung verändert die Anteile der verschiedenen Aminosäuren im Most über mindestens zwei Jahre. Das macht diese Massnahme zu einem potenziellen Instrument für die Modulation des organoleptischen Profils des Weins.
- Für eine optimale Trauben- und Weinqualität im Rahmen der integrierten Landwirtschaft müssen für das Stickstoffmanagement im Weinberg die Auswirkungen über einen Horizont von mehreren Jahren berücksichtigt werden. ■

Basiert auf dem wissenschaftlichen Artikel “Carryover effects of crop thinning and foliar N fertilisation on grape amino N composition” (OENO One, 2022).

- 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 Howell, G. S. (2001). Sustainable grape productivity and the growth-yield relationship: a review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 52(3), 165-174. <http://www.ajevonline.org/content/ajev/52/3/165.full.pdf>
- 3 Kliewer, W. M., & Dokoozlian, N. K. (2005). Leaf Area/Crop Weight Ratios of Grapevines: Influence on Fruit Composition and Wine Quality. *American Journal of Enology and Viticulture*, 56(2), 170-181. <https://doi.org/10.5344/ajev.2005.56.2.170>
- 4 Spring, J. L., Verdenal, T., Zufferey, V., & Viret, O. (2012). Nitrogen dilution in excessive canopies of Chasselas and Pinot noir cvs. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 46(3), 233-240. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2012.46.3.1520>
- 5 Verdenal, T., Spangenberg, J. E., Dienes-Nagy, Á., Zufferey, V., Spring, J.-L., Viret, O., & van Leeuwen, C. (2022). Nitrogen dynamics and fertilisation use efficiency: carry-over effect of crop limitation. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 28(3), 358-373. <https://doi.org/10.1111/ajgw.12532>
- 6 Murisier, F., & Zufferey, V. (1997). Rapport feuille-fruit de la vigne et qualité du raisin. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hort.*, 29(6), 355-362.
- 7 Verdenal, T., Spangenberg, J. E., Zufferey, V., Lorenzini, F., Dienes-Nagy, A., Gindro, K., Spring, J. L., & Viret, O. (2016). Leaf-to-fruit ratio affects the impact of foliar-applied nitrogen on N accumulation in the grape must. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 50(1), 23-33. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2016.50.1.55>