

# Untersuchungen zum Einfluss organischer Dünger auf den Stickstoffgehalt im Boden und im Most der Rebsorten 'Blauburger', 'Blauer Burgunder', 'Blaufränkisch' und 'Riesling'

MARTIN MEHOFER, BERNHARD SCHMUCKENSCHLAGER, KAREL HANAK, NORBERT VITOVEC und VERONIKA SCHOBER

Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau  
A-3400 Klosterneuburg, Wiener Straße 74  
E-Mail: Martin.Mehofer@weinobst.at

*Der Einfluss von Qualitätskompost A<sup>+</sup> und einem organischen Handelsdünger auf der Basis von Malzkeimen und Vinasse auf den Stickstoffgehalt im Boden und im Most, auf den Humusgehalt und auf Reife und Ertrag wurde bei vier Rebsorten in zwei Versuchsquartieren über einen Zeitraum von fünf Jahren ermittelt. Die Humusversorgung im Oberboden lag im Jahr 2008 vor Ausbringung der organischen Dünger zwischen 2,7 und 3,8 %. Im Jahr 2012 lagen diese Werte zwischen 2,3 und 3,9 %. Alle Werte entsprachen der Gehaltsstufe "mittel". In einem Versuchsquartier verringerte sich der Humusgehalt im Oberboden der Kontrollvariante und der Variante mit organischem Handelsdünger im Zeitraum 2008 bis 2012, während er in der Kompostvariante unverändert blieb. Im anderen Versuchsquartier war im Oberboden der Kompostvariante eine Zunahme des Humusgehalts im Zeitraum 2008 bis 2012 erkennbar. Der Gehalt an mineralischem Stickstoff im Boden (0 bis 60 cm) lag in Abhängigkeit vom Termin der Probennahme, von den Witterungsverhältnissen und von der Versuchsvariante (Kontrolle, Qualitätskompost A<sup>+</sup>, organischer Handelsdünger) im Verlauf der fünf Untersuchungsjahre in den beiden Versuchsquartieren hochgerechnet zwischen 9,5 und 122,5 kg/ha beziehungsweise 8 und 110 kg/ha. In einem Versuchsquartier war der Mittelwert (alle Probennahmetermine alle Jahre) des Gehalts an mineralischem Gesamtstickstoff pro ha in der Kontrollvariante mit 33,2 kg/ha statistisch signifikant geringer als in der Variante mit organischem Handelsdünger (51,2 kg/ha). Der Mittelwert des Gehalts an mineralischem Gesamtstickstoff der Kompostvariante aller Probennahmetermine alle Jahre betrug 37,7 kg/ha. Im Boden des anderen Versuchsquartiers konnte bei der Variante mit organischem Handelsdünger der höchste Mittelwert an mineralischem Gesamtstickstoff mit 44,3 kg/ha ermittelt werden. Bei der Kompostvariante betrug dieser Wert 30,3 kg/ha und bei der Kontrollvariante 33,1 kg/ha. Durch die Ausbringung der organischen Dünger konnten Einflüsse auf den Stickstoffgehalt im Most festgestellt werden. Im Jahr 2008 war im Most bei 'Blauer Burgunder' in der Kompostvariante ein erhöhter Stickstoffgehalt erkennbar. Im Jahr 2009 war in den Mosten beider Düngervarianten bei 'Blauer Burgunder', 'Blauburger' und 'Riesling' und im Jahr 2010 im Most aller vier Rebsorten und beider Düngervarianten eine Stickstoffgehaltserhöhung erkennbar. Im Jahr 2011 konnte eine Stickstoffgehaltserhöhung im Most von 'Blauburger' und 'Blaufränkisch' beider Düngervarianten und im Jahr 2012 im Most der drei Rotweinrebsorten und beider Düngervarianten ermittelt werden. Während der organische Handelsdünger primär einen Beitrag zur Stickstoffversorgung der Reben leistete, konnte die Ausbringung von Qualitätskompost A<sup>+</sup> nicht nur die Stickstoffversorgung der Reben positiv beeinflussen, sondern auch zur Humusstabilisierung oder sogar zur Steigerung des Humusgehalts beitragen.*

**Schlagwörter:** Bodenstickstoffgehalt, Humusgehalt, Moststickstoffgehalt, 'Blauburger', 'Blauer Burgunder', 'Blaufränkisch', 'Riesling'

*Investigations into the influence of organic fertilizer on the nitrogen content in the soil and the musts of grapes from the varieties 'Blauburger', 'Pinot noir', 'Blaufränkisch' and 'Riesling'. The influence of compost and of a commercial organic fertilizer based on malt sprouts and vinasse on the nitrogen content in the soil and must,*

on the humus content and on maturity and yield was determined with four grapevine varieties in two experimental plots over a period of five years. In the year 2008 before application of organic fertilizers humus content was between 2.7 % and 3.8 %. In 2012 the values were between 2.3 % and 3.9 %. All values corresponded to the content level "medium". In one experimental plot humus content in the topsoil of the control variant and the variant with the organic commercial fertilizer decreased over the period 2008 to 2012, whereas it remained unchanged in the compost variant. In the topsoil of the other experimental plot an increase of humus content in the compost variant was observed over the period 2008 to 2012. The content of mineral nitrogen in the soil (0 to 60 cm) was influenced by the sampling date, the weather conditions and the trial variant (control, compost, commercial organic fertilizer). During the five years of research the extrapolated content of nitrogen in the soil was between 9 and 122.5 kg/ha, resp., 8 and 110 kg/ha in the two plots. In one plot in the control variant the mean value of total mineral nitrogen content per hectare of all sampling dates of all years was 33.2 kg/ha which was statistically significantly lower than the value of the organic commercial fertilizer variant with 51.2 kg/ha. The mean value of the total mineral nitrogen content of the compost variant of all sampling dates of all years was 37.7 kg/ha. In the soil of the second plot the highest mean value of total mineral nitrogen was determined in the organic commercial fertilizer variant with 44.3 kg/ha. In the compost variant this value was 30.3 kg/ha and in the control variant 33.1 kg/ha. With the organic fertilizer variant, effects on the nitrogen content in must were observed. In 2008 in the compost variant an increase of nitrogen content was recognized in the must of the grape variety 'Pinot Noir'. In 2009 an increase of nitrogen content in the must of the grapes of the 'Pinot Noir', 'Riesling' and 'Blauburger' varieties with both fertilizer variants and in 2010 an increase of nitrogen content in the must of all four varieties and with both fertilizer variants was found. In 2011 an increase of nitrogen content in the must of 'Blauburger' and 'Blaufränkisch' with both fertilizer variants and in 2012 an increase of nitrogen content in the must of the three red wine varieties and with both fertilizer variants was found. Whereas the organic commercial fertilizer primarily contributed to the nitrogen supply to the vines, the compost did not only positively influence the nitrogen supply to the vines, but also contributed to the stabilization of humus or even led to an increase of the humus content.

**Keywords:** nitrogen content in soil, humus content, nitrogen content in must, 'Blauburger', 'Pinot Noir', 'Blaufränkisch', 'Riesling'

**Études relatives à l'influence d'engrais organiques sur la teneur en azote du sol et du moût des cépages 'Blauburger', 'Blauer Burgunder', 'Blaufränkisch' et 'Riesling'.** L'influence du compost de qualité A<sup>+</sup> et d'un engrais organique à base de germes de malt et de vinasse en vente dans le commerce sur la teneur en azote du sol et du moût, sur la teneur en humus ainsi que sur la maturation et le rendement a été déterminée pour quatre cépages dans deux plantations d'essai sur une période de cinq ans. En 2008, avant l'épandage des engrais organiques, l'approvisionnement en humus de la couche superficielle du sol se situait entre 2,7 et 3,8 %. En 2012, ces valeurs se situaient entre 2,3 et 3,9 %. Toutes les valeurs correspondent au niveau de teneur « moyen ». Dans l'une des plantations d'essai, la teneur en humus dans la couche superficielle du sol de la variante de contrôle et de la variante traitée à l'engrais organique commercial a diminué dans la période de 2008 à 2012, tandis qu'elle est restée inchangée dans la variante compost. Dans l'autre plantation d'essai, on a pu observer une augmentation de la teneur en humus de la couche superficielle du sol de la variante compost au cours de la période de 2008 à 2012. Au cours des cinq années de l'étude, la teneur du sol en azote minéral (0 à 60 cm) dans les deux plantations d'essai se situait, par extrapolation entre 9,5 et 122,5 kg/ha et entre 8 et 110 kg/ha respectivement, en fonction du jour de la prise d'échantillon, des conditions météorologiques et de la variante d'essai (contrôle, compost de qualité A<sup>+</sup>, engrais organique commercial). Dans l'une des plantations d'essai, la moyenne (de tous les jours de prise d'échantillon sur toutes les années) de la teneur en azote minéral total par ha s'élevait à 33,2 kg/ha, valeur significativement réduite, statistiquement parlant, par rapport à la variante traitée à l'engrais organique commercial (51,2 kg/ha). La moyenne de la teneur en azote minéral total de la variante compost, sur tous les jours de prise d'échantillon et sur toutes les années, s'élevait à 37,7 kg/ha. La moyenne la plus élevée de l'azote minéral total, à savoir 44,3 kg/ha, a pu être détectée dans le sol de l'autre plantation d'essai, pour la variante traitée à l'engrais organique commercial. Pour la variante compost, cette valeur s'élevait à 30,3 kg/ha et pour la variante de contrôle à 33,1 kg/ha. L'épandage des engrais organiques a permis de déterminer les influences sur la teneur en azote du moût. En 2008, une teneur en azote élevée a été constatée dans le moût du cépage 'Blauer Burgunder', variante compost. Une augmentation de la teneur en azote a été constatée pour les deux variantes d'engrais, en 2009 dans les moûts de 'Blauer Burgunder', 'Blauburger' et 'Riesling', et en 2010 dans les moûts des qua-

*tre cépages. En 2011, une augmentation de la teneur en azote a pu être observée dans le moût de 'Blauburger' et 'Blaufränkisch' pour les deux variantes d'engrais, et en 2012 dans le moût des trois cépages rouges et pour les deux variantes d'engrais. Tandis que l'engrais organique commercial a contribué en premier lieu à l'approvisionnement des vignes en azote, l'épandage du compost de qualité A+ n'a pas seulement exercé une influence positive sur l'approvisionnement des vignes en azote, mais a également contribué à la stabilisation de l'humus, voire à l'augmentation de la teneur en humus.*

**Mots clés :** Teneur en azote du sol, teneur en humus, teneur en azote du moût, 'Blauburger', 'Blauer Burgunder', 'Blaufränkisch', 'Riesling'

Organische Dünger liefern dem Boden organische Substanz als Nahrung für die Bodenlebewesen (Nährhumus) und sind Ausgangsstoffe für die Dauerhumusbildung. Mit den organischen Düngern werden dem Boden aber auch Nährstoffe zugeführt, sie sind daher ein wichtiger Beitrag zur Nährstoffversorgung der Reben. Laut SCHWAB und PETERNEL (2011) ist der Rebenanbau im Vergleich zum Ackerbau aufgrund seines geringen Bestandesabfalls ein leicht humusdefizitäres Anbausystem, das der zusätzlichen Nachfuhr von Humus bedarf. Die Humusnachfuhr ist besonders in leichteren, sandig-lehmigen Böden sowie in Böden mit höherem Gesteinsgehalt zur langfristigen Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit notwendig. Nach TULNIK (2010) ermöglicht die Zufuhr von Kompost, den Humusanteil der Weinbergparzellen zu erhöhen und folglich die biologische Aktivität der Böden zu stimulieren, die Wasserrückhaltekapazität zu verbessern und die strukturelle Stabilität des Bodens zu erhöhen. Laut WINKOVITSCH (2010) erreicht man durch regelmäßige und ausreichende Zufuhr an organischer Substanz eine höhere Strukturstabilität der Aggregate. Humus verbessert demnach die Wasserspeicherkapazität, macht schwere Böden leichter und leichte Böden bindiger und kann daher sowohl sehr leichte als auch sehr schwere Böden verbessern. MÜLLER (2009) beschreibt die positiven Wirkungen des Einsatzes von organischen Düngern beziehungsweise Humusdüngern auf die Struktur und die mikrobiologische Aktivität der Böden als groß und unstrittig. HENAUER und MÜLLER (2010) zufolge fördert gut hygienisierter, genügend ausgereifter und biologisch stabiler Kompost die Bodenstruktur. Die Wirkung organischer Handelsdünger auf den Boden unterscheidet sich jedoch von der Wirkung von Komposten. Nach MÜLLER (2009) dienen organische Dünger aus Rückständen der Futter- und Lebensmittelproduktion primär zur Sicherstellung der Nährstoffversorgung auf organischer Basis und zur biologischen Aktivierung der Böden. Sie sind aber kaum zur dauerhaften Anhebung der Humusgehalte geeignet. ZIEGLER und RIEDEL (2007) meinen, dass organische Handelsdünger, die zumeist Stick-

stoffgehalte zwischen 3 und 14 % aufweisen, für die Behebung von Humusdefiziten wenig geeignet sind. Ihr hoher Stickstoffgehalt und dessen schnelle Verfügbarkeit lassen die Ausbringung von Mengen, die einen nennenswerten Beitrag zur Verbesserung der Humusbilanz leisten können, nicht zu. SCHWAB und PETERNEL (2005) zufolge erhöhen nährstoffreiche organische Dünger, wie Bioabfallkompost, den hefeverfügbaren Aminostickstoff (FAN) im Vergleich zu nährstoffarmen, aber kohlenstoffreichen Düngern. ERHART und HARTL (2002) können die Anwendung von Frischkompost unter dem Gesichtspunkt der Nitrat- auswaschung nicht empfehlen, und laut RIEDEL et al. (2007) führt die überhöhte Ausbringung von Bioabfallkompost in einer Menge von 50 t Trockenmasse pro Hektar zu hohen Nitratgehalten im Boden. Nach RIEDEL und RUPP (2011) ist die Ermittlung des Humusgehaltes wichtig für die langfristige Abschätzung der Stickstoffversorgung. Der im Humus gebundene Stickstoff ist nicht direkt pflanzenverfügbar, aber pro Jahr werden circa 1 bis 3 % des Gesamtstickstoffs durch Mikroorganismen im Boden zu Ammonium und Nitrat mineralisiert, sodass mit Lieferungen von 20 bis 100 kg Stickstoff pro ha und Jahr gerechnet werden kann. Besonders hinsichtlich der zeitlichen Aufnahmespitzen von Stickstoff durch die Reben ist laut LÖHNERTZ (1988) das Vorhandensein von ausreichenden Mengen an mineralischem Stickstoff im Boden zwei bis drei Wochen nach dem Blühstadium und während der Beerenreife von Bedeutung. Laut PERRET et al. (1994) wird die mit dem Traubenmost entzogene Stickstoffmenge oft bereits mit den durch Niederschläge zugeführten Mengen überkompensiert, und außerdem führt die biologische Stickstofffixierung zu einer weiteren Zufuhr. Düngung und Bodenpfl egemaßnahmen müssen nach PERRET et al. (1994) deshalb so optimiert werden, dass ein zeitlich mit dem Bedarf der Rebe übereinstimmendes N-Angebot im Boden erreicht wird.

In unseren Untersuchungen sollten Qualitätskompost A+ als Produkt aus der kommunalen Abfallentsorgung (Kompostanlage Haschhof der Stadtgemeinde Klos-

terneuburg, Klosterneuburg, Österreich) und ein organischer Handelsdünger auf Basis von Malzkeimen (junge Keimwurzeln frisch gekeimten Getreides) und Vinasse (Nachprodukt der Zuckerrübenverarbeitung) (MALTaflor Düngergesellschaft mbH, Andernach, Deutschland) zur Humus- beziehungsweise Nährstoffversorgung des Bodens und der Reben beitragen. Zur Beurteilung der Wirkung der Ausbringung der beiden genannten Produkte wurden der Humus- und Stickstoffgehalt im Boden analysiert. Mittels Bestimmung von Ertrag, Mostgewicht, Gehalt an titrierbaren Säuren im Most und der Analyse des Gehalts an hefeverwertbarem Stickstoff im Most wurden mögliche Einflüsse auf den Ertrag und die Mostqualität bestimmt. Eine mögliche Beeinflussung der Wachstumsstärke der Reben wurde mittels Schnittholzgewichtsbestimmung evaluiert.

## Material und Methoden

### Rebanlagen

Tab. 1: Rebanlagen im Versuch

Quartier	Harer I			Steinriegel Q28
Pflanzjahr	2002	2002	2002	2000
Pflanzweite	3,00 x 1,00 m	3,00 x 1,00 m	3,00 x 1,00 m	3,00 x 1,00 m
Rebsorten	Blauer Burgunder	Blaufränkisch	Blauburger	Riesling
Klon	A 12-2	148	St 26	T 68
Unterlage	K 5BB	Fercal	SO4	K 5BB

### Bodentyp der Versuchsstandorte

Bei den beiden Standorten handelt es sich um Braunerdeböden, die durch einen braunen Verwitterungshorizont (B-Horizont) charakterisiert sind. Im Zuge der Verwitterung kam es zu einer Anreicherung von Eisenoxiden, die dem Boden seine gelbbraune bis braune Farbe verliehen. Das Ausgangsmaterial des Bodens war verwitterter Flyschmergel, ein marines Sedimentgestein aus Kalk und Ton. Das Quartier Steinriegel Q28 hatte einen höheren Skelettanteil als das Quartier Harer I.

### Bodenbearbeitungsmaßnahmen

Im Frühjahr wurde mittels Schlegelmulcher das in den Fahrgassen belassene Rebschnittholz zerkleinert. Unmittelbar vor der jährlichen Ausbringung der organischen Dünger erfolgte eine seichtgründige Bodenlockerung. Danach wurde mittels Kreiselegge/Saatkas-

tenkombination in den Fahrgassen eine Frühjahrs-/ Sommergründüngung (Sommerwicke: 20 kg/ha, Platterbse: 20 kg/ha, Phacelia: 1 kg/ha, Buchweizen: 15 kg/ha) angelegt. Der Gründüngungsbestand wurde mit einem Schlegelmulcher kurz gehalten. Im Unterstockbereich erfolgte zweimal pro Jahr eine Herbizidstreifenbehandlung. Im November 2011 und im November 2012 wurden Tiefenlockerungen mit dem Ratoonpflug durchgeführt.

### Ausbringung der organischen Dünger

Tab. 2: Ausbringungsmengen (hochgerechnet in Tonnen pro ha) und Ausbringungstermine der organischen Dünger

Datum	Kompost	Org. Handelsdünger
24.4.2008	10	1,5
28.4.2009	15	1,5
27.4.2010	15	1,5
4.3. und 11.4.2011	15	1,5
20.3. und 21.3.2012	15	1,5

In Tabelle 2 sind die ausgebrachten Mengen an organischen Düngern und die Termine, an denen diese ausgebracht wurden, angeführt.

Die Versuchsanlage erfolgte in beiden Versuchsquartieren in Form von Kleinparzellen mit zwei Wiederholungen pro Variante. Die organischen Dünger wurden händisch unter Zuhilfenahme von Schubkarren und Weinberggraupe ausgebracht.

Abb. 1:  
Teilfläche des Quartiers Steinriegel Q28 nach der Kompostausbringung



Tab. 3: Zusammensetzung des Qualitätskompostes A<sup>+</sup>

Parameter	Einheit	Menge
Glühverlust	% TS	51,7
Abbaubare organische Substanz	% TS	25,2
Wassergehalt	% FS	41
Leitfähigkeit	mS/cm	0,92
pH-Wert in CaCl <sub>2</sub>		7,7
Feuchtdichte	g/l	930
Größtkorn	mm	13
Ballaststoffe	% TS	< 0,1
Kunststoffe < 2/20 mm	% TS	< 0,1 / < 0,01
Metall / Glas	% TS	< 0,2 / < 0,1
Organischer Kohlenstoff	% TS	14,6
Stickstoff gesamt	% TS	0,70
C/N-Verhältnis		21
Carbonat als CaCO <sub>3</sub>	% TS	2,8
Kalzium	% TS	5,9
Magnesium	% TS	1,4
Magnesiumoxid (1,66 Mg)	% TS	2,32
Kalium	% TS	0,9
Kaliumoxid (1,21 K)	% TS	1,09
Phosphat als P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (2,29 P)	% TS	0,27
Blei	mg/kg	41,8
Cadmium	mg/kg	0,25
Chrom	mg/kg	35
Kupfer	mg/kg	40
Nickel	mg/kg	23
Quecksilber	mg/kg	0,15
Zink	mg/kg	136

In Tab. 3 ist die Zusammensetzung des Qualitätskompostes A<sup>+</sup> laut Untersuchungsergebnis angeführt.

In Tab. 4 ist die Zusammensetzung des organischen Handelsdüngers laut Produktdatenblatt angeführt.

### Bodenproben 2008 und 2012 (pH-Wert, Kalium, Humus)

Am 25. Februar 2008 und am 3. Juli 2012 wurden je 12 Bodenproben (3 Varianten x 2 Wiederholungen x 2 Quartiere) mit 6 Einstichen pro Wiederholung aus den Bodentiefen 0 bis 30 und 30 bis 60 cm zur Analyse von pH-Wert (CaCl<sub>2</sub>), Kalium (CAL; = Calcium-Acetat-Lactat-Auszug) und Humusgehalt (organische Substanz) entnommen. Die Analysen erfolgten in der Österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH (AGES).

### Jährliche Bodenproben (mineralischer Stickstoff)

Die händische Entnahme einer Bodenprobe je Wiederholung mit 6 Einstichen pro Wiederholung jeweils aus den Tiefen 0 bis 30 cm und 30 bis 60 cm erfolgte zu folgenden Terminen: 27. Mai, 26. Juni und 13. August 2008, 30. Juni und 2. September 2009, 29.



Abb. 2: Teilfläche des Quartiers Steinriegel Q28 nach der Ausbringung des organischen Handelsdüngers

Tab. 4: Zusammensetzung des organischen Handelsdüngers auf Basis von Malzkeimen und Vinasse

Parameter	Menge (%)
Organische Substanz	80
Stickstoff (N)	4
Phosphat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1
Kaliumoxid (K <sub>2</sub> O)	5

Juni und 17. August 2010, 15. Juni und 10. August 2011, 3. Juli und 4. September 2012. Die Analyse des Gehalts an mineralischem Stickstoff (Nitrat und Ammonium) wurde in der Österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH (AGES) durchgeführt.

### Ertrags- und Reifeparameter

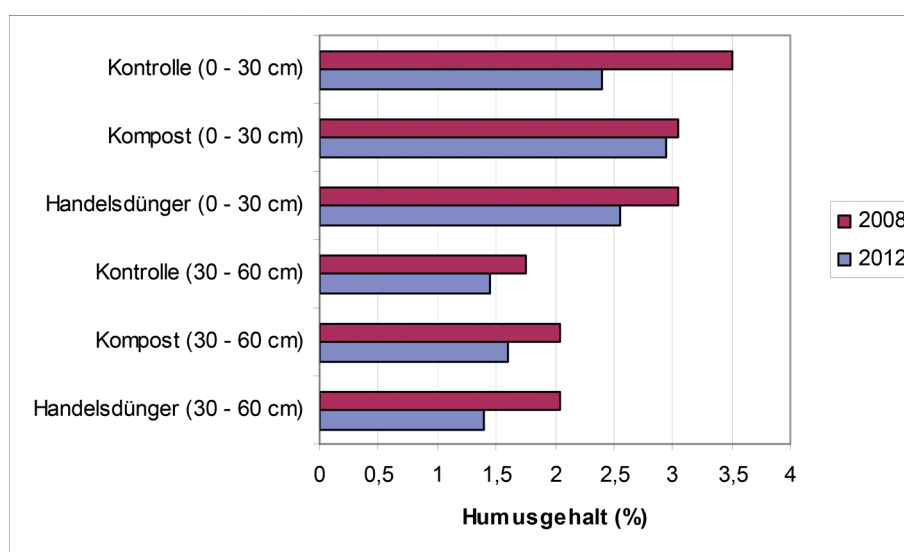
Die Bestimmung von Ertrag, Traubengewicht, Mostgewicht, Gehalt an titrierbaren Säuren, pH-Wert, Stickstoff (OPA/NAC) und Kalium im Most erfolgte laut Versuchsplan bei 'Blauer Burgunder' (BB), 'Blaufränkisch' (BF) und 'Blauburger' (BL) in Form von vier Wiederholungen je Variante und bei 'Riesling' (RR) in Form von acht Wiederholungen je Variante. Zur Bestimmung der Reifeparameter wurden unmittelbar vor der Lese Beerenproben entnommen. Der Ertrag wurde unmittelbar nach der Ernte in den Weingartenanlagen mit einer transportfähigen Waage bestimmt. Die Entsaftung erfolgte mittels Saftzentrifuge Santos Année 90 (SANTOS SAS, Vaulx en Velin, Frankreich) und die Filtration mit Hilfe von Faltenfiltern. Die Analyse der filtrierten Proben wurde aus technischen Gründen erst am folgenden Tag durchgeführt. Die Bestimmung des Zuckergehalts erfolgte mittels Handrefraktometer. Der Säuregehalt wurde durch Titration mit 2/15 normaler Blaulauge bis zum

Umschlagspunkt (pH = 7) bestimmt. Der Stickstoffgehalt im Most wurde photometrisch bestimmt: Die freien  $\alpha$ -Aminogruppen bildeten mit dem Reagenz o-Phthalaldehyd/N-Acetyl-Cystein (OPA/NAC) einen blauen Farbstoff, dessen Intensität im Photometer Konelab 20 (Thermo Fisher Scientific Oy Clinical Diagnostics, Vantaa, Finnland) bei 340 nm gemessen wurde. Der Kaliumgehalt wurde mittels Atomabsorptionsspektrometer (AAS) Unicam U 939 (UNICAM, Offenbach, Deutschland) bestimmt. Dazu wurden die verdünnten Mostproben mit dem Probengeber in die Zerstäuberkammer des AAS gesaugt. Das dort gebildete feine Aerosol wurde in einer Luft/Acetylenflamme atomisiert. Die Extinktion der K-Linie wurde bei 769,9 nm und bei einer Brennereinstellung von 90 °C gemessen.

### Schnittholzgewicht

Das Schnittholz wurde nach dem Rebschnitt entsprechend dem Versuchsplan mit einer transportfähigen mechanischen Zugwaage (Spiral Reihs & Co. KG, Wien) gewogen. Dabei wurde das ein- und zweijährige Holz, also der ein- und zweijährige Zuwachs, der im Zuge des Ertragsschnittes entfernt wurde, berücksichtigt. Das Schnittholz verblieb in der Anlage, wurde gehäckselt und somit als humusanreichernde Biomasse dem Boden rückgeführt.

Abb. 3: Humusgehalt im Quartier Harer I in Abhängigkeit von Versuchsvariante, Bodentiefe und Jahr



### Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der Ergebnisse erfolgte mit Hilfe des Programms SPSS 19 (Chicago, Illinois, USA). Die Analyse auf Unterschiede zwischen den Mittelwertgruppen der einzelnen Parameter wurde mittels einfaktorieller ANOVA und anschließender Post Hoc-Analyse (LSD-Test) durchgeführt. Zuvor wurde die Homogenität der Varianzen mit Hilfe der Levene-Statistik ermittelt. Um die Einflüsse der organischen Dünger ohne Einfluss von Rebsorte und Unterlage bewerten zu können, erfolgte die statistische Verrechnung der einzelnen Parameter für jede Sorte/Unterlagenkombination getrennt. Allfällig auftretende Unterschiede zwischen den einzelnen Sorten/Unterlagenkombinationen wurden nicht mittels statistischer Methoden ausgewertet.

### Ergebnisse

#### Humusgehalt, Kaliumgehalt und pH-Wert

In Abbildung 3 ist zu erkennen, dass sich der Humusgehalt im Oberboden der Kontrollvariante und der Variante mit organischem Handelsdünger im Zeitraum 2008 bis 2012 verringerte, während er in der Kompostvariante unverändert blieb. Im Unterboden war in diesem Zeitraum bei allen Varianten eine Verringerung des Humusgehalts erkennbar, wobei der stärkste Rückgang bei der Variante mit organischem

Handelsdünger auftrat. Die Analysenwerte im Oberboden lagen im Jahr 2008 zwischen 2,8 und 3,7 % und im Jahr 2012 zwischen 2,3 % und 3,0 %. Alle Werte entsprachen damit der Gehaltsstufe "mittel" (WUNDERER et al., 2003).

Die Bodenreaktion war in allen untersuchten Bodenproben schwach alkalisch. Die pH-Werte lagen im Quartier Harer I zwischen 7,3 und 7,5 im Oberboden (0 bis 30 cm) und zwischen 7,3 und 7,6 im Unterboden (30 bis 60 cm). Im Quartier Steinriegel Q 28

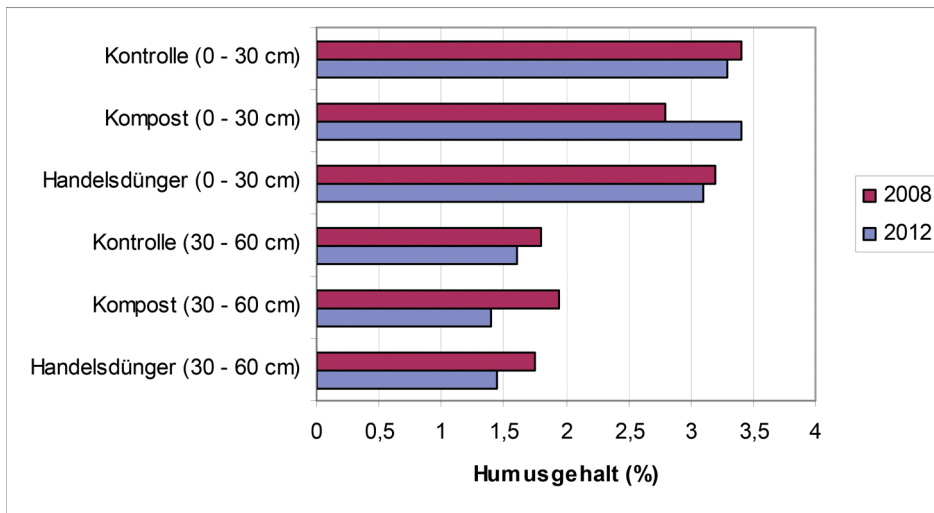


Abb. 4: Humusgehalt im Quartier Steinriegel Q28 in Abhängigkeit von Versuchsvariante, Bodentiefe und Jahr

In Abbildung 4 ist im Oberboden der Kompostvariante eine Zunahme des Humusgehalts im Zeitraum 2008 bis 2012 erkennbar. Im Unterboden war bei allen Varianten eine leichte Verringerung des Humusgehalts feststellbar. Die Analysenwerte im Oberboden lagen im Jahr 2008 zwischen 2,7 und 3,8 % und im Jahr 2012 zwischen 2,7 und 3,9 %. Alle Werte entsprachen damit der Gehaltsstufe "mittel".

Bei den in Tabelle 5 angeführten Kaliumgehalten waren keine signifikanten Veränderungen nach fünf Jahren feststellbar. Die Einstufung in Gehaltsklassen erfolgte gemäß den Richtlinien für die sachgerechte Düngung im Weinbau (WUNDERER et al., 2003).

lagen die pH-Werte zwischen 7,3 und 7,4 im Oberboden und zwischen 7,4 und 7,6 im Unterboden.

### Gehalte an mineralischem Stickstoff im Boden

Abbildung 5 zeigt den Verlauf des Gehalts an mineralischem Stickstoff im Boden (0 bis 60 cm) des Quartiers Harer I während der fünf Untersuchungsjahre in Abhängigkeit von der Versuchsvariante. Die mineralischen Stickstoffgehalte lagen hochgerechnet zwischen 9,5 und 83 kg/ha in der Kontrollvariante, zwischen 13 und 88,5 kg/ha in der Kompostvariante und zwischen

Tab. 5: Kaliumgehalt (CAL, mg/kg) und Kaliumgehaltsstufen (C = ausreichend, D = hoch und E = sehr hoch) im Ober- und Unterboden der beiden Versuchsquartiere am 7. 3. 2008 und 4. 7. 2012

Varianten	Harer I		Steinriegel Q 28	
	2008	2012	2008	2012
Kontrolle (0 bis 30 cm)	395 (E)	263 (D)	376 (E)	400 (E)
Kompost (0 bis 30 cm)	403 (E)	429 (E)	343 (D)	508 (E)
Handelsdünger (0 bis 30 cm)	420 (E)	403 (E)	433 (E)	440 (E)
Kontrolle (30 bis 60 cm)	195 (C)	202 (C)	199 (C)	176 (C)
Kompost (30 bis 60 cm)	267 (D)	274 (D)	251 (D)	151 (C)
Handelsdünger (30 bis 60 cm)	287 (D)	233 (C)	223 (C)	176 (C)

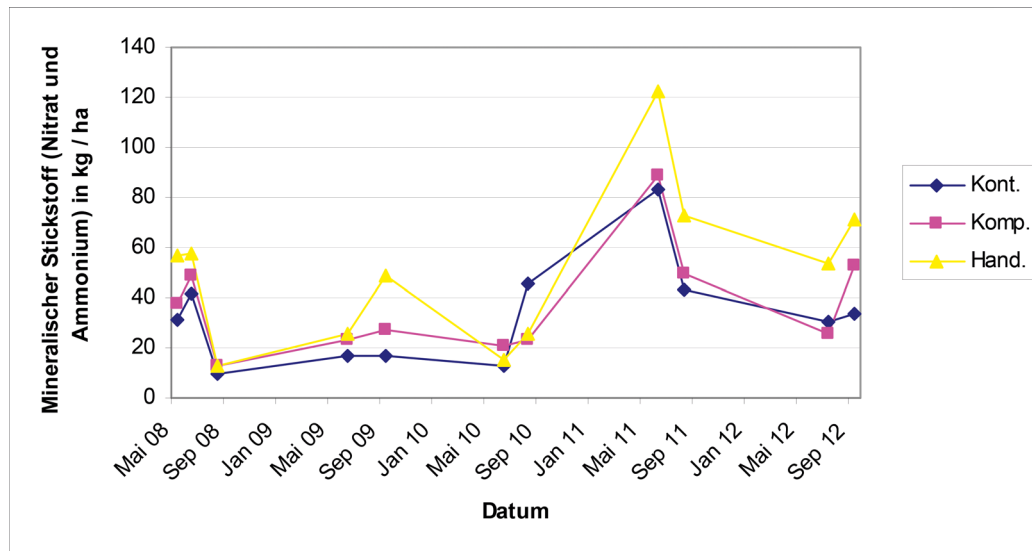


Abb. 5: Mineralischer Stickstoff (Nitrat und Ammonium, hochgerechnet in kg/ha) im Boden (0 bis 60 cm) des Quartiers Harer I in Abhängigkeit von der Versuchsvariante (Kont. = Kontrolle, Komp. = Qualitätskompost A\*, Hand. = Organischer Handelsdünger) im Verlauf der Jahre 2008 bis 2012

13 und 122,5 kg/ha in der Variante mit organischem Handelsdünger. Die Gehalte an mineralischem Stickstoff aller Probenahmeterminale aller Jahre wurden statistisch verrechnet und für jede Versuchsvariante ein Mittelwert gebildet. Dabei konnten signifikante Unterschiede im Gehalt an mineralischem Stickstoff zwischen der Kontrolle und der Variante mit organischem Handelsdünger ermittelt werden. Der Gehalt an mineralischem Stickstoff war in der Kontrollvariante sowohl im Oberboden (0 bis 30 cm) mit einem Mittelwert über alle Jahre von 19,4 kg/ha als auch im Unterboden (30 bis 60 cm) mit einem Mittelwert von 13,8 kg/ha über alle Jahre signifikant geringer als im Ober- und Unterboden der Variante mit organischem Handelsdünger mit Mittelwerten von 29,5 kg/ha und 21,7 kg/ha. Auch bei den Mittelwerten des Gesamtstickstoffgehaltes pro ha aller Probenahmeterminale aller Jahre waren die Unterschiede statistisch signifikant: 33,2 kg/ha in der Kontrollvariante und 51,2 kg/ha in der Variante mit organischem Handelsdünger. Der Mittelwert der Kompostvariante aller Probenahmeterminale aller Untersuchungsjahre betrug im Oberboden 21,2 kg/ha, im Unterboden 16,1 kg/ha und über beide Horizonte (= Gesamtstickstoff) 37,7 kg/ha. Diese Werte lagen damit zwischen jenen der Kontrollvariante und der Variante mit organischem Handelsdünger, wobei die Unterschiede zu den beiden anderen Varianten nicht statistisch signifikant

waren.

Abbildung 6 zeigt den Verlauf des Gehalts an mineralischem Stickstoff im Boden (0 bis 60 cm) des Quartiers Steinriegel Q28 während der fünf Untersuchungsjahre in Abhängigkeit von der Versuchsvariante. Die mineralischen Stickstoffgehalte lagen hochgerechnet zwischen 8,5 und 74,5 kg/ha in der Kontrollvariante, zwischen 13,5 und 68 kg/ha in der Variante mit organischem Handelsdünger. Die Gehalte an mineralischem Stickstoff aller Probenahmeterminale aller Jahre wurden statistisch verrechnet. Dabei konnte ein signifikant höherer Wert beim Gehalt an mineralischem Stickstoff im Unterboden (30 bis 60 cm) der Variante mit organischem Handelsdünger im Vergleich zur Kontrolle und zur Kompostvariante ermittelt werden. Der Mittelwert betrug bei der Variante mit organischem Handelsdünger 15,1 kg/ha, bei der Kontrolle 10,5 kg/ha und bei Kompost 8,8 kg/ha. Auch im Oberboden und insgesamt konnten bei der Variante mit organischem Handelsdünger mit 29,2 kg/ha und 44,3 kg/ha die höchsten mineralischen Stickstoffmittelwerte errechnet werden. Diese unterschieden sich jedoch nicht signifikant von den im Folgenden angeführten Werten der anderen beiden Varianten: Kontrolle – Oberboden 22,5 kg/ha, Kontrolle – Gesamt 33,1 kg/ha, Kompost – Oberboden 21,5 kg/ha und Kompost – Gesamt 30,3 kg/ha.



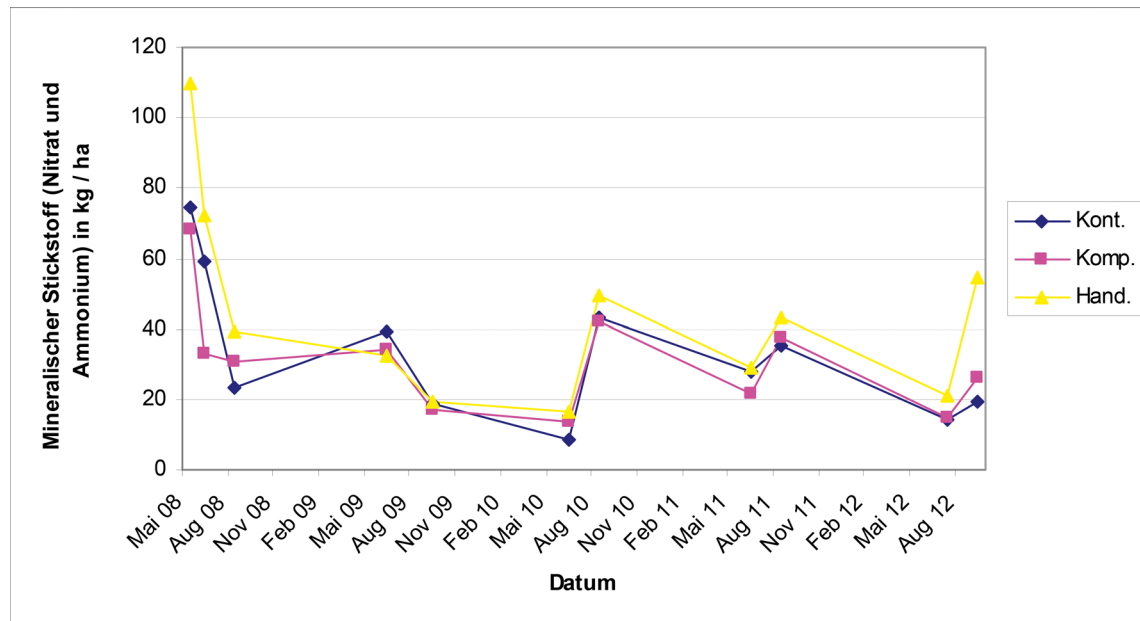


Abb. 6: Mineralischer Stickstoff (Nitrat und Ammonium, hochgerechnet in kg/ha) im Boden (0 bis 60 cm) des Quartiers Steinriegel Q 28 in Abhängigkeit von der Versuchsvariante (Kont. = Kontrolle, Komp. = Qualitätskompost A\*, Hand. = Organischer Handelsdünger) im Verlauf der Jahre 2008 bis 2012

## Ertrags- und Reifeparameter

### Jahr 2008

Bei den in Tabelle 6 angeführten Parametern konnte

nur bei 'Blaufränkisch' bei der Variante mit organischem Handelsdünger mit 16,0 °KMW ein signifikant verringertes Mostgewicht im Vergleich zu den beiden anderen Varianten dieser Sorte ermittelt werden. Darüber hinaus wurden keine signifikanten Einflüsse der Düngervarianten auf die untersuchten Ertrags- und Reifeparameter ermittelt.

Tab. 6: Ertrags- und Reifeparameter (Mittelwerte) von 'Blauer Burgunder' (BB) am 6. 10. 2008, 'Blaufränkisch' (BF) am 28. 10. 2008, 'Blauburger' (BL) am 14. 10. 2008 und 'Riesling' (RR) am 13. 10. 2008

Variante	Ertrag (kg/Stock)	Traubengewicht (g)	Mostgewicht (°KMW)	Titrierbare Säuren (g/l)	pH-Wert
Quartier Harer I					
BB / K5BB / Kontrolle	2,3	122	20,3	9,6	3,1
BB / K5BB / Kompost	2,4	121	20,5	11,2	3,1
BB / K5BB / Handelsdünger	2,4	121	20,4	9,8	3,1
BF / Fercal / Kontrolle	4,5	296	16,9	8,3	2,9
BF / Fercal / Kompost	5,2	303	16,9	7,9	2,9
BF / Fercal / Handelsdünger	5,0	298	16,0	8,4	2,8
BL / SO4 / Kontrolle	5,1	274	17,9	6,8	3,2
BL / SO4 / Kompost	5,3	266	18,4	6,9	3,3
BL / SO4 / Handelsdünger	5,9	306	17,5	6,8	3,2
Quartier Steinriegel Q 28					
RR / K5BB / Kontrolle	4,8	190	15,8	11,7	3,1
RR / K5BB / Kompost	4,4	202	15,3	11,6	3,1
RR / K5BB / Handelsdünger	4,3	195	15,6	11,5	3,1

**Jahr 2009**

Tab. 7: Ertrags- und Reifeparameter (Mittelwerte) von 'Blauer Burgunder' (BB) und 'Blauburger' (BL) am 30. 9. 2009, 'Blaufränkisch' (BF) am 8. 10. 2009 und 'Riesling' (RR) am 14. 10. 2009

Varianten	Ertrag (kg/Stock)	Traubengewicht (g)	Mostgewicht (°KMW)	Titrierbare Säuren (g/l)	pH- Wert
Harer I					
BB / K5BB / Kontrolle	0,76	43	20,3	7,1	3,2
BB / K5BB / Kompost	0,67	37	19,8	7,8	3,2
BB / K5BB / Handelsdünger	0,63	40	20,0	7,7	3,2
BF / Fercal / Kontrolle	3,40	195	20,0	6,1	3,3
BF / Fercal / Kompost	3,80	205	19,0	6,5	3,3
BF / Fercal / Handelsdünger	3,29	184	19,7	6,3	3,3
BL / SO4 / Kontrolle	3,15	215	18,7	6,9	3,2
BL / SO4 / Kompost	3,59	212	18,1	6,8	3,2
BL / SO4 / Handelsdünger	3,30	201	18,1	6,6	3,3
Quartier Steinriegel Q 28					
RR / K5BB / Kontrolle	0,80	140	18,8	6,4	3,2
RR / K5BB / Kompost	1,01	155	18,9	6,6	3,2
RR / K5BB / Handelsdünger	0,76	121	18,7	6,5	3,2

Bei den in Tabelle 7 angeführten Parametern konnte nur bei 'Riesling' bei der Variante mit organischem Handelsdünger mit 121 g ein signifikant verringertes Traubengewicht im Vergleich zu den beiden anderen Varianten dieser Sorte ermittelt werden. Bei den anderen Parametern der Sorte 'Riesling' und bei den Ertrags- und Reifeparametern der anderen Rebsorten konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Düngervarianten ermittelt werden.

**Jahr 2010**

Bei den in Tabelle 8 angeführten Parametern konnten bei 'Blauburger' bei der Kompostvariante und der Variante mit organischem Handelsdünger mit 2,13 kg/Stock und 1,96 kg/Stock signifikant verringerte Erträge im Vergleich zur Kontrollvariante mit 3,55 kg/ha ermittelt werden. Außerdem konnten bei 'Blauburger' bei der Kompostvariante und der Variante mit organischem Handelsdünger mit 17,5 °KMW und 17,0 °KMW signifikant erhöhte Mostgewichte im Vergleich zur Kontrolle mit 16,2 °KMW ermittelt werden. Die Ursache für die Ertragsreduktion und die

Tab. 8: Ertrags- und Reifeparameter (Mittelwerte) von 'Blauer Burgunder' (BB) am 7. 10. 2010, 'Blauburger' (BL) am 30. 9. 2010, 'Blaufränkisch' (BF) am 3. 11. 2010 und 'Riesling' (RR) am 21. 10. 2010

Varianten	Ertrag (kg/Stock)	Traubengewicht (g)	Mostgewicht (°KMW)	Titrierbare Säuren (g/l)	pH- Wert
Quartier Harer I					
BB / K5BB / Kontrolle	0,86	59	18,2	10,8	3,2
BB / K5BB / Kompost	0,86	59	18,3	11,5	3,2
BB / K5BB / Handelsdünger	0,73	52	18,3	11,5	3,2
BF / Fercal / Kontrolle	3,55	142	16,2	10,4	3,1
BF / Fercal / Kompost	2,13 <sup>1</sup>	108	17,5	9,4	3,3
BF / Fercal / Handelsdünger	1,96 <sup>1</sup>	113	17,0	10,0	3,3
BL / SO4 / Kontrolle	1,78	124	16,1	10,1	3,0
BL / SO4 / Kompost	1,49	148	16,3	10,0	3,0
BL / SO4 / Handelsdünger	2,06	131	15,9	10,5	3,0
Quartier Steinriegel Q 28					
RR / K5BB / Kontrolle	0,88	119	16,8	13,0	2,9
RR / K5BB / Kompost	1,12	135	16,7	13,1	2,9
RR / K5BB / Handelsdünger	0,73	122	16,9	13,0	3,0

<sup>1</sup> starker Wildverbiss

Mostgewichtssteigerung bei 'Blauburger' war ein starker Wildverbiss in einem Teil der Projektanlage. Bei 'Riesling' war bei der Kompostvariante mit 1,12 kg ein signifikant höherer Pro Stock-Ertrag im Vergleich zur Kontrollvariante und zur Variante mit organischem Handelsdünger feststellbar.

## Jahr 2011

Tab. 9: Ertrags- und Reifeparameter (Mittelwerte) von 'Blauer Burgunder' (BB) am 3. 10. 2011, 'Blauburger' (BL) am 13. 09. 2011 und 'Blaufränkisch' (BF) und 'Riesling' am 17. 10. 2011

Varianten	Ertrag (kg/Stock)	Traubengewicht (g)	Mostgewicht (°KMW)	Titrierbare Säuren (g/l)	pH-Wert
Quartier Harer I					
BB / K5BB / Kontrolle	1,1	81	22,4	7,1	3,5
BB / K5BB / Kompost	1,0	74	22,6	6,6	3,6
BB / K5BB / Handelsdünger	1,1	69	22,8	6,8	3,6
BF / Fercal / Kontrolle	4,79	205	17,5	6,8	3,4
BF / Fercal / Kompost	5,23	253	17,4	6,4	3,4
BF / Fercal / Handelsdünger	5,26	260	17,9	6,6	3,4
BL / SO4 / Kontrolle	3,98	261	18,5	6,5	3,2
BL / SO4 / Kompost	3,76	269	18,4	6,4	3,3
BL / SO4 / Handelsdünger	3,99	290	17,9	6,8	3,2
Quartier Steinriegel Q 28					
RR / K5BB / Kontrolle	2,76	193	18,5	6,8	3,2
RR / K5BB / Kompost	2,80	183	18,1	6,9	3,2
RR / K5BB / Handelsdünger	3,25	184	17,9	7,0	3,2

Bei den in Tabelle 9 angeführten Parametern konnte bei 'Blauburger' bei der Kontrollvariante mit 205 g ein signifikant geringeres Traubengewicht als bei den anderen beiden Varianten dieser Rebsorte ermittelt werden.

## Jahr 2012

Tab. 10: Ertrags- und Reifeparameter (Mittelwerte) von 'Blauer Burgunder' (BB) am 27. 9. 2012, 'Blauburger' (BL) am 25. 9. 2012, 'Blaufränkisch' (BF) am 12. 11. 2012 und 'Riesling' am 17. 10. 2012

Varianten	Ertrag (kg/Stock)	Traubengewicht (g)	Mostgewicht (°KMW)	Titrierbare Säuren (g/l)	pH-Wert
Quartier Harer I					
BB / K5BB / Kontrolle	1,58	88	20,6	7,0	3,4
BB / K5BB / Kompost	1,53	87	20,5	7,2	3,5
BB / K5BB / Handelsdünger	1,31	77	20,4	7,0	3,4
BF / Fercal / Kontrolle	4,89	213	18,5	5,9	3,5
BF / Fercal / Kompost	3,84	216	18,8	6,2	3,6
BF / Fercal / Handelsdünger	4,83	212	18,5	6,8	3,5
BL / SO4 / Kontrolle	3,90	224	18,9	5,9	3,3
BL / SO4 / Kompost	4,53	231	18,4	6,0	3,4
BL / SO4 / Handelsdünger	3,32	221	18,5	6,0	3,3
Quartier Steinriegel Q 28					
RR / K5BB / Kontrolle	1,68	146	18,7	7,0	3,2
RR / K5BB / Kompost	1,81	145	18,6	7,0	3,2
RR / K5BB / Handelsdünger	1,69	134	18,4	7,2	3,2

Bei den in Tabelle 10 angeführten Parametern konnte bei 'Blauburger' bei der Kompostvariante mit 3,84 kg ein signifikant geringerer Pro Stock-Ertrag als bei den anderen beiden Varianten ermittelt werden. Außerdem war bei 'Blauburger' der Säuregehalt im Most der Variante mit organischem Handelsdünger mit 6,8 g/l signifikant höher als in den anderen beiden Varianten dieser Rebsorte.

## Stickstoffgehalt im Most

In Tabelle 11 sind beim Stickstoffgehalt im Most Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten erkennbar.

Im Jahr 2008 war bei 'Blauer Burgunder' der Stickstoffgehalt im Most der Kompostvariante mit einem

Wert von 350 mg/l signifikant höher als im Most der beiden anderen Varianten.

Im Jahr 2009 war bei den folgenden drei Rebsorten der signifikant geringste Stickstoffgehalt im Most der Kontrollvariante feststellbar: 'Blauer Burgunder' (166 mg/l), 'Blauburger' (176 mg/l) und 'Riesling' (121 mg/l).

Im Jahr 2010 konnte bei allen vier Rebsorten ein signifikant geringerer Stickstoffgehalt im Most der Kontrollvariante im Vergleich zu den anderen beiden Varianten ermittelt werden. Die Werte der Kontrollvariante betragen 327 mg/l bei 'Blauer Burgunder', 221 mg/l bei 'Blauburger', 285 mg/l bei 'Blaufränkisch' und 286 mg/l bei 'Riesling'.

Im Jahr 2011 war bei 'Blauburger' und 'Blaufränkisch' im Most der Kontrollvariante mit Werten von 125 mg/l und 87 mg/l ein geringerer Stickstoffgehalt als im Most der anderen Varianten dieser beiden Rebsorten vorhanden.

Im Jahr 2012 war bei den drei Rotweinrebsorten in der Kontrollvariante der geringste Stickstoffgehalt vorhanden. Die Werte betragen bei 'Blauer Burgunder' 195 mg/l, bei 'Blauburger' 149 mg/l und bei 'Blaufränkisch' 136 mg/l.

## Kaliumgehalt im Most

In den Jahren 2008 und 2009 erfolgte keine Analyse des Kaliumgehalts. In den anderen Untersuchungsjahren konnten keine statistisch signifikanten Unterschiede beim Kaliumgehalt im Most zwischen den Versuchsvarianten ermittelt werden. Im Jahr 2010 betragen die Mittelwerte 1765 mg/l bei 'Blauer Burgunder', 1713 mg/l bei 'Blauburger', 1259 mg/l bei 'Blaufränkisch' und 992 mg/l bei 'Riesling'. Im Jahr 2011 wurde nur der Kaliumgehalt im Most 'Blauer Burgunder' analysiert. Der Mittelwert betrug 994 mg/l. Im Jahr 2012 wurden folgende Mittelwerte ermittelt: 1060 mg/l bei 'Blauer Burgunder', 995 mg/l bei 'Blauburger', 542 mg/l bei 'Blaufränkisch' und 753 mg/l bei 'Riesling'.

## Schnittholzgewicht

Abbildung 7 stellt das im Vegetationsjahr 2012 angefallene Rebschnittholzgewicht dar. Das Schnittholzgewicht von 'Blauburger' auf der Unterlage 'SO4' war in diesem Jahr in der Kontrollvariante mit 0,59 kg/Stock signifikant geringer als in den anderen beiden Düngervarianten. Weitere statistisch signifikante Unter-

Tab. 11: Stickstoffgehalt im Most (OPA/NAC in mg/l - Mittelwerte) der vier Rebsorten/Unterlagenkombinationen in Abhängigkeit von den organischen Düngern in den Jahren 2008 bis 2012 - Wenn statistisch signifikante Unterschiede an einem Termin und bei einer Sorte vorhanden waren, sind diese mit unterschiedlichen Buchstaben gekennzeichnet. Werte mit demselben Buchstaben gehören zu einer Gruppe und unterscheiden sich nicht signifikant voneinander. Ergaben sich an einem Termin bei einer Sorte keine signifikanten Unterschiede, wurden keine Gruppen erstellt und auch keine Buchstaben vergeben.

	2008	2009	2010	2011	2012
Blauer Burgunder / K 5BB / Quartier Harer I					
Kontrolle	226 b	166 b	327 b	296	195 b
Kompost	350 a	242 a	422 a	265	281 a
Handelsdünger	249 b	256 a	342 b	307	246 a
Blauburger / SO4 / Quartier Harer I					
Kontrolle	165	176 b	221 c	125 b	149 b
Kompost	197	207 a	327 a	181 a	239 a
Handelsdünger	175	213 a	262 b	166 a	202 a
Blaufränkisch / Fercal / Quartier Harer I					
Kontrolle	193	141	285 b	87 b	136 b
Kompost	229	135	306 a	115 a	160 a
Handelsdünger	209	156	347 a	120 a	174 a
Riesling / K5BB / Quartier Steinriegel Q28					
Kontrolle	129	121 b	286 b	231	79
Kompost	106	141 a	323 a	227	88
Handelsdünger	121	138 a	329 a	221	93

schiede zwischen den Düngervarianten konnten bei keiner anderen Rebsorten/Unterlagenkombination und in keinem der anderen Versuchsjahre (2008, 2009, 2010 und 2011) ermittelt werden. Der in Abbildung 5 dargestellte signifikant geringere Gehalt an mineralischem Stickstoff im Boden der Kontrollvariante wirkte sich somit nur bei einer Rebsorten/Unterlagenkombination und nur im Jahr 2012 reduzierend auf das Schnittholzgewicht aus.

2,4 % beziehungsweise von 3,1 auf 2,5 % verringert, während er in der Kompostvariante unverändert blieb. In der Kontrollvariante konnte eine Verringerung des Kaliumgehalts von Versorgungsstufe E im Jahr 2008 auf Versorgungsstufe D im Jahr 2012 beobachtet werden. Im Quartier Steinriegel Q28 konnte im Oberboden der Kompostvariante eine Zunahme des Humusgehalts im Zeitraum 2008 bis 2012 von 2,8 auf 3,4 % festgestellt werden, während der Humusgehalt im

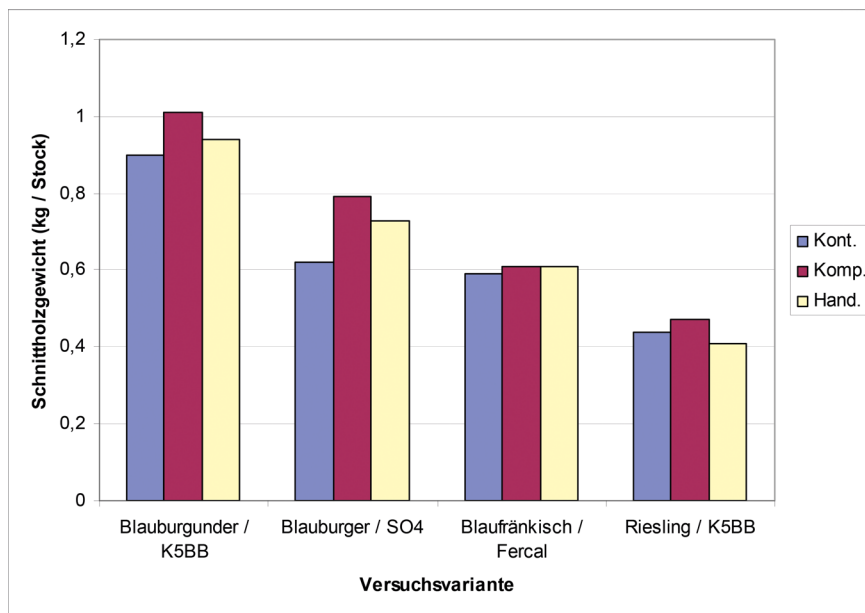


Abb. 7: Einfluss der Düngung (Kont. = Kontrolle, Komp. = Qualitätskompost A<sup>+</sup>, Hand. = organischer Handelsdünger) auf das Schnittholzgewicht (Mittelwerte, kg/Stock), aufgeschlüsselt nach Rebsorten/Unterlagenkombination 2012

## Diskussion

Die Humusversorgung im Oberboden lag laut Bodenuntersuchungsergebnis aus dem Jahr 2008 vor Ausbringung der organischen Dünger im Quartier Harer I zwischen 2,8 und 3,7 % und im Quartier Steinriegel Q28 zwischen 2,7 und 3,8 % ohne Steingehaltskorrektur. Im Jahr 2012 lag die Humusversorgung im Oberboden laut Bodenuntersuchungsergebnis im Quartier Harer I zwischen 2,3 und 3,0 % und im Quartier Steinriegel Q28 zwischen 2,7 und 3,9 % ohne Steingehaltskorrektur. Alle Werte im Oberboden entsprachen der Gehaltsstufe "mittel". Im Quartier Harer I hatte sich der Humusgehalt im Oberboden der Kontroll- und der Variante mit organischem Handelsdünger im Zeitraum 2008 bis 2012 von 3,5 auf

Oberboden der anderen beiden Varianten annähernd konstant blieb. Die raschere Konzentration der organischen Substanz in der Kompostvariante dieses Quartiers war auf den hohen Steingehalt an diesem Standort zurückzuführen. Unsere Beobachtungen bestätigten die Aussage von ZIEGLER und RIEDEL (2007), wonach organische Handelsdünger für die Behebung von Humusdefiziten wenig geeignet waren. Die Entwicklung des Humusgehalts verlief in unseren beiden Versuchsquartieren unterschiedlich. Ursachen dafür waren die stärkere Hangneigung und der deutlich höhere Steinanteil (Grobanteil) im Quartier Steinriegel Q28. SCHWAB und PETERNEL (2011) beobachteten im Vergleich dazu auf einem flachgründigen und steinigen Muschelkalkboden bei dreimaliger Ausbringung von jeweils 30 t/ha Biokomposttrockenmasse in einem

zehnjährigen Zeitraum einen Anstieg des Humusgehalts von 2,5 auf 3,6 %.

Der Gehalt an mineralischem Stickstoff im Boden (0 bis 60 cm) lag in Abhängigkeit vom Probennahmeterrain und der Versuchsvariante (Kontrolle, Qualitätskompost A+, organischer Handelsdünger) im Verlauf der fünf Untersuchungsjahre im Quartier Harer I hochgerechnet zwischen 9,5 und 122,5 kg/ha und im Quartier Steinriegel Q28 hochgerechnet zwischen 8 und 110 kg/ha. Die großen Unterschiede beziehungsweise die großen Schwankungsbereiche waren in erster Linie durch den Zeitpunkt der Probenahme bedingt und von der Bodentemperatur und Bodenfeuchtigkeit abhängig. Auch bei SCHWAB und PETERNEL (2011) zeigten sich jahresspezifische Stickstoffmineralisationskurven in starker Abhängigkeit von den klimatischen Bedingungen (Bodentemperatur und Bodenfeuchte). RIEDEL et al. (2007) ermittelten nach der Ausbringung von Bioabfallkompost, und zwar in einer Menge von 30 t Trockenmasse pro ha Nitratstickstoffgehalte zwischen 60 und 180 kg/ha im Jahr der Ausbringung und zwischen 20 und 75 kg/ha im Jahr nach der Ausbringung. Im Unterschied dazu wurde der Qualitätskompost A+ in unserem Versuch jährlich und in geringeren Mengen (15 t/ha) ausgebracht. Vom organischen Handelsdünger wurden jährlich 1,5 t/ha ausgebracht. Im Verlauf der fünf Untersuchungsjahre lagen in unseren Untersuchungen die mineralischen Stickstoffgehalte (0 bis 60 cm) der Kompostvariante zwischen 13 und 88,5 kg/ha im Quartier Harer I und zwischen 13,5 und 68 kg/ha im Quartier Steinriegel Q28. Die Werte in der Variante mit organischem Handelsdünger lagen zwischen 13 und 122,5 kg/ha im Quartier Harer I und zwischen 16,5 und 110 kg/ha im Quartier Steinriegel Q28. Ähnliche Gehalte ermittelten ERHART und HARTL (2002) nach Ausbringung von Reifkompost-Grobfraktion (980 m<sup>3</sup>/ha) und Frischkompost (600 m<sup>3</sup>/ha), und zwar beobachteten sie Nitratgehalte zwischen 11 und 60 kg/ha im Oberboden. Bei SCHWAB und PETERNEL (2005) wurden besonders im Jahr der Ausbringung von Bioabfallkompost hohe Werte an mineralischem Stickstoff im Oberboden erreicht.

Bei den in unseren Untersuchungen für jede Versuchsvariante über alle Versuchsjahre gebildeten Mittelwerten des Gehalts an mineralischem Gesamtstickstoff konnten wir signifikante Unterschiede zwischen den Düngervarianten erkennen. Im Quartier Harer I war der Gehalt an mineralischem Stickstoff in der Kont-

rollvariante sowohl im Oberboden (0 bis 30 cm) als auch im Unterboden (30 bis 60 cm) signifikant geringer als im Ober- und Unterboden der Variante mit organischem Handelsdünger, und auch bei den Mittelwerten des Gesamtstickstoffgehaltes pro ha aller Probennahmetermine aller Jahre waren diese Unterschiede statistisch signifikant. Der Mittelwert der Kompostvariante lag zwischen jenen der Kontrollvariante und der Variante mit organischem Handelsdünger. Im Quartier Steinriegel Q28 konnten wir ebenfalls bei der Variante mit organischem Handelsdünger die höchsten mineralischen Stickstoffmittelwerte errechnen. Laut KELDERER et al. (2008) setzen organische Dünger im Allgemeinen mineralischen Stickstoff wesentlich langsamer frei als Mineraldünger. Einige organische Dünger kamen in ihrer Mineralisierungsrate jenen der chemisch-synthetischen Dünger allerdings relativ nahe. In Übereinstimmung mit unseren Erfahrungen ergab sich nach MÜLLER (2009) bei organischen Düngern in Verbindung mit den hohen Nährstoffgehalten eine schnelle Nährstofffreisetzung und eine starke Anregung der biologischen Aktivität. Die enthaltenen organischen Substanzen hatten also überwiegend Nährhumuscharakter.

Beim Schnittholzgewicht konnten nur bei der Rebsorte 'Blauburger' und nur im Jahr 2012 statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten ermittelt werden. Im Jahr 2012 war bei keiner anderen Rebsorte als 'Blauburger' und in den Jahren 2008, 2009, 2010 und 2011 waren bei gar keiner Rebsorte Unterschiede feststellbar. Ein vergleichbares Ergebnis erzielten ERHART und HARTL (2002). Sie konnten in einem dreijährigen Versuch nach Ausbringung von Strauchschnitt, Reifkompost-Grobfraktion und Frischkompost im Unterstockbereich keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Versuchsvarianten bei Ertrag und Wachstum der Weinstöcke feststellen. SCHWAB und PETERNEL (2005) machten ähnliche Erfahrungen mit Biokompost. Sie ermittelten in einem zehnjährigen Versuch die höchsten Schnittholzgewichte nicht in jenen Parzellen, in denen Biokompost ausgebracht wurde, sondern in Parzellen, in denen mit Stroh und Torf gedüngt wurde.

Durch die Ausbringung der organischen Dünger konnten wir Einflüsse auf den Stickstoffgehalt im Most feststellen. Im Jahr 2008 war im Most von 'Blauer Burgunder' in der Kompostvariante ein erhöhter Stickstoffgehalt erkennbar. Im Jahr 2009 war im Most von 'Blauer Burgunder', 'Blauburger' und 'Ries-

ling' beider organischen Düngervarianten und im Jahr 2010 im Most aller vier Rebsorten und beider Düngervarianten eine Stickstoffgehaltserhöhung erkennbar. Im Jahr 2011 konnten wir eine Stickstoffgehaltserhöhung im Most von 'Blauburger' und 'Blaufränkisch' beider Düngervarianten und im Jahr 2012 im Most der drei Rotweinrebsorten und beider Düngervarianten ermitteln. Ähnliche Erfahrungen machten SCHWAB und PETERNEL (2005). Sie ermittelten nach Ausbringung von Bioabfallkompost eine Erhöhung an hefeverfügbarem Aminostickstoff (FAN) im Most im Vergleich zu nährstoffarmen, aber kohlenstoffreichen Düngern.

## Schlussfolgerung

Durch den Einsatz von Qualitätskompost A+ und die Ausbringung eines organischen Handelsdüngers auf Basis von Malzkeimen und Vinasse konnte eine Erhöhung des hefeverfügbaren Stickstoffgehalts im Most ermittelt werden. Diese den Stickstoffgehalt steigernden Effekte waren jedoch nicht bei jeder Rebsorte und in jedem Untersuchungsjahr eindeutig erkennbar. Ursachen dafür waren die Jahreswitterungsverhältnisse und die unterschiedlichen Eigenschaften der Rebsorten. Die Humusversorgung lag bereits vor Versuchsbeginn in beiden Quartieren auf einem relativ hohen Niveau, was auf die gute bisherige Bewirtschaftung der Quartiere zurückzuführen ist. Dennoch konnte ein erhöhender, aber stark vom Termin der Probenahme und den Witterungsverhältnissen abhängiger Effekt auf den mineralischen Stickstoffgehalt im Boden beobachtet werden. Weiters konnten trotz des für derartige Untersuchungen relativ kurzen Beobachtungszeitraumes in einem Quartier Humus reduzierende Effekte in der Kontroll- und der Variante mit organischem Handelsdünger und im anderen Quartier eine Zunahme des Humusgehalts in der Kompostvariante beobachtet werden. Ursachen für die Unterschiede zwischen den Quartieren waren in der stärkeren Hangneigung und dem deutlich höheren Steinanteil (Grobanteil) im Quartier Steinriegel Q28 zu finden.

Während der organische Handelsdünger primär einen Beitrag zur Stickstoffversorgung der Reben leistete, konnte die Ausbringung von Qualitätskompost A+ nicht nur die Stickstoffversorgung der Reben positiv

beeinflussen, sondern auch zur Humusstabilisierung oder sogar zur Steigerung des Humusgehalts beitragen.

## Literatur

- ERHART, E. und HARTL, W. 2002: Unkrautunterdrückung im Weinbau durch Mulch mit gehäckseltem Strauchschnitt, Reifkompost-Grobfraktion und Frischkompost. Mitt. Klosterneuburg 52: 89-96
- HENAUER, U. und MÜLLER, U. 2010: Bodenaktivierung mit organischem Material. Schweiz. Z. Obst- und 146(20): 10-13
- KELDERER, M., GRAMM, D., TOPP, A. und ANDREAS, O. 2008: Die Stickstoffmineralisierung von organischen Düngemitteln. Öko-Obstbau (3): 28-32
- LÖHNERTZ, O. 1988: Untersuchungen zum zeitlichen Verlauf der Nährstoffaufnahme bei *Vitis vinifera* cv. 'Riesling' unter besonderer Berücksichtigung der Makroelemente und des Bewirtschaftungssystems. Geisenheimer Berichte, Band 1: 228 pp.
- MÜLLER, E. 2009: Einsatz von Humusdüngern. Dt. Weinmagazin (25/26): 8-11
- PERRET, P., KOBLET, W., WEISSENBACH, P. und SCHWAGER, H. 1994: Der Einfluss des zeitlichen Stickstoffangebotes auf Ertrag und Qualität sowie Botrytis- und Stielähmebefall der Weinrebe. Mitt. Klosterneuburg 44: 127-135
- RIEDEL, M., FRÖHLIN, J. und SCHIES, W. 2007: Nitratdynamik in Rebböden beachten – Stickstoffversorgung optimieren. Dt. Weinmagazin (9): 26-28
- RIEDEL, M. und RUPP, D. 2011: Düngung nach guter fachlicher Praxis. Sie nützt nur dort, wo Nährstoffe fehlen. Rebe & Wein (3): 17-20
- SCHWAB, A. und PETERNEL, M. 2005: Ertrag und Mostqualität: Humuswirtschaft und die Folgen. Der Winzer 61(12): 16-18
- SCHWAB, A. und PETERNEL, M. 2011: Einflüsse auf Boden- und Nährstoffhaushalt. Was Humus bewirkt. Rebe & Wein (2): 21-24
- TULNIK, R. 2010: Das Multifunktionsprodukt für den Weinbau: Kompost macht guten Wein. Der Winzer 66(2): 16-18
- WINKOVITSCH, C. 2010: Bodenfruchtbarkeit kontra Mechanisierung? Nachhaltige Bodenbewirtschaftung. Der Winzer 66(2): 12-15
- WUNDERER, W., FARDOSI, A., BAUMGARTEN, A. und BAUER, K. (2003): Richtlinien für die sachgerechte Düngung im Weinbau. Anleitung zur Interpretation von Boden- und Blattuntersuchungsergebnissen im Weinbau. – Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 2003
- ZIEGLER, B. und RIEDEL, M. 2007: Rebendüngung 2007. Gut gedüngt .... Dt. Weinmagazin (5): 22-25

Eingelangt am 29. Mai 2013