

UNTERSUCHUNGEN ZUM NÄHRSTOFFGEHALT IM SCHNITTHOLZ VON REBEN DER REBSORTEN 'BLAUER BURGUNDER', 'BLAUBURGER', 'BLAUFRÄNKISCH', 'ZWEIGELT' ('ROTBURGER'), 'GRÜNER VELTLINER', 'RIESLING' UND 'ROESLER'

MARTIN MEHOFER, KAREL HANAK, INGRID HOFSTETTER, BERNHARD SCHMUCKENSCHLAGER,
NORBERT VITOVEC, MEMISH BRAHA und FRANZ CHRISTINER

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

Zur sachgerechten Versorgung der Reben mit Nährstoffen ist es insbesondere bei Ausbringung des Schnittholzes in den Rebanlagen notwendig, den Nährstoffgehalt im Schnittholz zu kennen. Die Untersuchungen zeigten, dass in Abhängigkeit von der Rebsorte und vom Jahr das hochgerechnete Schnittholzwergewicht zwischen 1027 und 4044 kg pro Hektar lag und dessen Trockensubstanzgehalt 48 bis 59 % betrug. Die Trockenmasse lag hochgerechnet auf einen Hektar zwischen 543 und 2080 kg. Der Mittelwert der Trockenmasse über alle Jahre und alle Sorten lag bei 1250 kg/ha. Die Nährstoffgehalte in der Trockensubstanz des Rebschnittholzes differierten zwischen den Rebsorten und den Jahren. Bei den Hauptnährstoffen lagen die Werte in folgenden Bereichen: Stickstoff: 0,54 bis 0,87 %; Kalium: 0,66 bis 1,0 %; Magnesium: 0,08 bis 0,17 %; Calcium: 0,67 bis 0,98 %; Phosphor: 0,08 bis 0,16 %. Bei den Mikronährstoffen wurden folgende Gehalte ermittelt: Eisen: 23 bis 59 ppm; Kupfer: 10 bis 33 ppm; Zink: 47 bis 146 ppm; Mangan: 19 bis 88 ppm. Die Hochrechnung der Nährstoffmengen im Schnittholz auf einen Hektar ergab in Abhängigkeit von der Rebsorte und vom Jahr folgende Werte: Stickstoff: 4,01 bis 15,81 kg/ha; Kalium: 3,91 bis 15,81 kg/ha; Magnesium: 0,84 bis 2,91 kg/ha; Calcium: 4,67 bis 20,38 kg/ha; Phosphor: 0,70 bis 2,07 kg/ha; Eisen: 0,02 bis 0,12 kg/ha; Kupfer: 0,01 bis 0,06 kg/ha; Zink: 0,04 bis 0,18 kg/ha; Mangan: 0,01 bis 0,08 kg/ha.

Schlagwörter: Weinrebe, Makronährstoffe, Mikronährstoffe, Schnittholzwergewicht

Investigations into the nutrient contents of pruning wood of grapes of the grape varieties 'Pinot Noir', 'Blauburger', 'Blaufränkisch', 'Zweigelt' ('Rotburger'), 'Grüner Veltliner', 'Riesling' and 'Roesler'. In order to properly supply vines with nutrients, it is necessary to know the nutrient contents of the pruning wood, in particular when it remains in the vineyards for nutrient recovery. In our investigations, depending on the grape variety and the year, an extrapolated pruning wood weight of 1027 to 4044 kg per hectare and a dry matter content of the pruning wood of 48 to 59 % was determined. The extrapolated dry matter of the pruning wood was between 543 and 2080 kg/ha. The average value of all years and all varieties was 1250 kg/ha. The nutrient content in the dry matter of the pruning wood differed between the varieties and the years. The values of the macronutrients ranged as follows: nitrogen: 0.54 to 0.87 %; potassium: 0.66 to 1.0 %; magnesium: 0.08 to 0.17 %; calcium: 0.67 to 0.98 %; phosphorus: 0.08 to 0.16 %. The values of the micronutrients ranged as follows: iron: 23 to 59 ppm; copper: 10 to 33 ppm; zinc: 47 to 146 ppm; manganese: 19 to 88 ppm. The extrapolation of the nutrient content in the pruning wood to one hectare yielded, depending on the grape variety and the year, the following results: nitrogen: 4.01 to 15.81 kg/ha; potassium: 3.91 to 15.81 kg/ha; magnesium: 0.84 to 2.91 kg/ha; calcium: 4.67 to 20.38 kg/ha; phosphorus: 0.70 to 2.07 kg/ha; iron: 0.02 to 0.12 kg/ha; copper: 0.01 to 0.06 kg/ha; zinc: 0.04 to 0.18 kg/ha; manganese: 0.01 to 0.08 kg/ha.

Keywords: grapevine, macronutrients, micronutrients, pruning wood weight

Zur effizienten Nutzung der Ressourcen und zur sachgerechten Versorgung der Reben mit Nährstoffen ist es wichtig, deren Nährstoffaufnahmeverhalten und Nährstoffbedarf zu kennen. Nach FARDOSSI et al. (1996) ist die Einlagerung von Mineralstoffen in das einjährige Holz verschiedener Unterlagsrebsorten sorten- und jahrgangsabhängig. LÖHNERTZ (1988) erkennt einen Nährstoffbedarf der Reben erst mehrere Wochen nach dem Austrieb, und er wird, bei den einzelnen Elementen in unterschiedlichem Ausmaß, durch die Mobilisierung aus dem Holz gedeckt. RUCKENBAUER und AMANN (1984) ermitteln unterschiedliche Nährstoffentzugszahlen der einzelnen Sorten, die auf einen sortenspezifischen Bedarf an Nährstoffen hinweisen. Sie beziffern die durchschnittliche jährliche Nährstoffaufnahme der Triebe bei einem Ertrag von 3000 kg/ha Schnittholz mit circa 20 kg Stickstoff, 3 kg Phosphor, 21 kg Kalium, 3 kg Magnesium und 17 kg Calcium. SCHALLER und LÖHNERTZ (o. J.) nennen hingegen folgende geringere jährliche Nährstoffzüge durch das Holz: Stickstoff: 7 kg/ha, Phosphat: 2 kg/ha, Kalium: 10 kg/ha, Magnesium: 4 kg/ha und Calcium: 13 kg/ha. BETTNER et al. (1986) ermitteln zu einem früheren Zeitpunkt, nämlich 150 Tage nach dem Austrieb, folgende Nährstoffgehalte (% der Trockenmasse) in den Trieben der Rebsorten 'Optima' und 'Kerner': lösliche Stickstoffverbindungen: 0,24 %; Kalium: 0,89 bis 1,04 %; Magnesium: 0,07 %; Calcium: 0,55 bis 0,57 %; Phosphor: 0,11 bis 0,12 %. BETTNER et al. (1986) ermitteln außerdem die Gehalte ausgewählter Mikronährstoffe in den Trieben 150 Tage nach dem Austrieb. Demnach sind zu diesem Zeitpunkt folgende Gehalte vorhanden: Eisen: 34 bis 36 ppm; Kupfer: 9 ppm; Zink: 17 bis 25 ppm; Mangan: 22 bis 23 ppm. Zur Aktualisierung und Evaluierung der Düngungsempfehlungen im Weinbau (WUNDERER et al. (2003) ; MEHOFER et al. (2014) ; SCHALLER und LÖHNERTZ (o.J.)), deren Ziel eine sachgerechte und effiziente Versorgung der Reben mit Nährstoffen ist, werden in dieser Arbeit über einen Zeitraum von vier Jahren die jährlich anfallenden Rebschnittholzmengen ermittelt und die Gehalte an Stickstoff (N), Kalium (K), Magnesium (Mg), Calcium (Ca), Phosphor (P), Eisen (Fe), Kupfer (Cu), Zink (Zn) und Mangan (Mn) im einjährigen Rebschnittholz der Rebsorten 'Blauer Burgunder' (BB), 'Blauburger' (BL), 'Blaifränkisch' (BF), 'Zweigelt' (ZW), 'Grüner Veltliner' (GV), 'Riesling' (RR) und 'Roesler' (RL) bestimmt.

MATERIAL UND METHODEN

REBSORTEN, PFLANZWEITE UND PFLANZJAHR

In den Tabellen 1 und 2 sind die Pflanzweite, das Pflanzjahr, die Schnittart und die Schnittstärke der in den Untersuchungen verwendeten Rebsorten angeführt.

Tab. 1: Rebsorten und deren Pflanzweite und Pflanzjahr am Standort Versuchsgut Agneshof

Rebsorte	Klon	Pflanzweite	Pflanzjahr
Blauer Burgunder	A 12-2	3,00 x 1,00 m	2002
Blauburger	St 26	3,00 x 1,00 m	2002
Blaifränkisch	148	3,00 x 1,00 m	2002
Zweigelt	A 2-3	3,00 x 1,00 m	2006
Grüner Veltliner	LA 7/44	3,00 x 1,20 m	1998
Riesling	239-12	3,00 x 1,20 m	1996
Roesler	KI 22-1	2,00 x 1,00 m	1997

Tab. 2: Schnittart und Schnittstärke bei den in den Untersuchungen verwendeten Rebsorten

Rebsorte	Schnittart	Schnittstärke (Augen/m ²)
Blauer Burgunder	2 Strecker mit 7 Augen 2 Zapfen mit 2 Augen	Schwach (6)
Blauburger	2 Strecker mit 7 Augen 2 Zapfen mit 2 Augen	Schwach (6)
Blaifränkisch	2 Strecker mit 8 Augen 2 Zapfen mit 2 Augen	Mittelstark (7)
Zweigelt	2 Strecker mit 6-7 Augen 2 Zapfen mit 2 Augen	Schwach (6)
Grüner Veltliner	2 Strecker mit 7 Augen 2 Zapfen mit 2 Augen	Schwach (5)
Riesling	1 Bogen mit 12-14 Augen 1 Zapfen mit 2 Augen	Schwach (4-5)
Roesler	1 Bogen mit 8 Augen 1 Zapfen mit 2 Augen	Schwach (5)

Die Bodenbearbeitungs-, Laubarbeit- und Pflanzenschutzmaßnahmen bei den in den Untersuchungen verwendeten Rebsorten wurden entsprechend der guten weinbaulichen Praxis unter Beachtung der Richtlinien für die Integrierte Produktion im Weinbau durchgeführt.

BODEN AN DEN STANDORTEN

Der Boden ist eine carbonathaltige Braunerde. Die Bodenentwicklung erfolgte auf vorverwittertem, verbrauntem Flyschmergel, der aufgrund der steilen Hanglage kolluvial umgelagert wurde. Folgende Bodenhorizonte sind erkennbar: A_p und AB_v: 0 bis 30 cm; B_v: 30 bis 88 cm; C_v: 88 bis 115 cm. Genauere Informationen zu den Bodeneigenschaften im jeweiligen Horizont sind Tabelle 3 zu entnehmen.

Tab. 3: Bodeneigenschaften

	Horizont		
	A _p und AB _v	B _v	C _v
pH-Wert (CaCl ₂)	7,4	7,8	8
CaCO ₃ (%)	17	20	25
Humus (%)	3,1	0,9	0,6
Bodenart	sL	sL	sL
Sand (%)	43	43	42
Schluff (%)	38	39	41
Ton (%)	19	18	17
KAK (mmol _c)	208	167	166

sL = sandiger Lehm

KAK = Kationenaustauschkapazität

Die Versorgung mit den Hauptnährstoffen Phosphor, Kalium und Magnesium und mit den Spurennährstoffen Eisen, Zink und Kupfer ist ausreichend bis hoch.

NIEDERSCHLAGSMENGEN IN DEN UNTERSUCHUNGSJAHREN

In Abbildung 1 sind die monatlichen Niederschlagsmengen in den Untersuchungsjahren 2010, 2011, 2012 und 2013 dargestellt. Die Jahresniederschlagsmengen betragen im Jahr 2010 1069 l/m², im Jahr 2011 613 l/m², im Jahr 2012 619 l/m² und im Jahr 2013 755 l/m².

SCHNITTHOLZGEWICHTSBESTIMMUNG

Das Schnittholzgewicht wurde nach dem Rebschnitt entsprechend dem Versuchsplan mit einer transportfähigen mechanischen Zugwaage (Spiral Reih & Co. KG, Wien) abgewogen. Die Schnittholzgewichtsbestimmung erfolgte jedes Jahr an denselben 15 Stöcken pro Rebsorte in Form von drei Wiederholungen, also an 5 Stöcken pro Wiederholung.

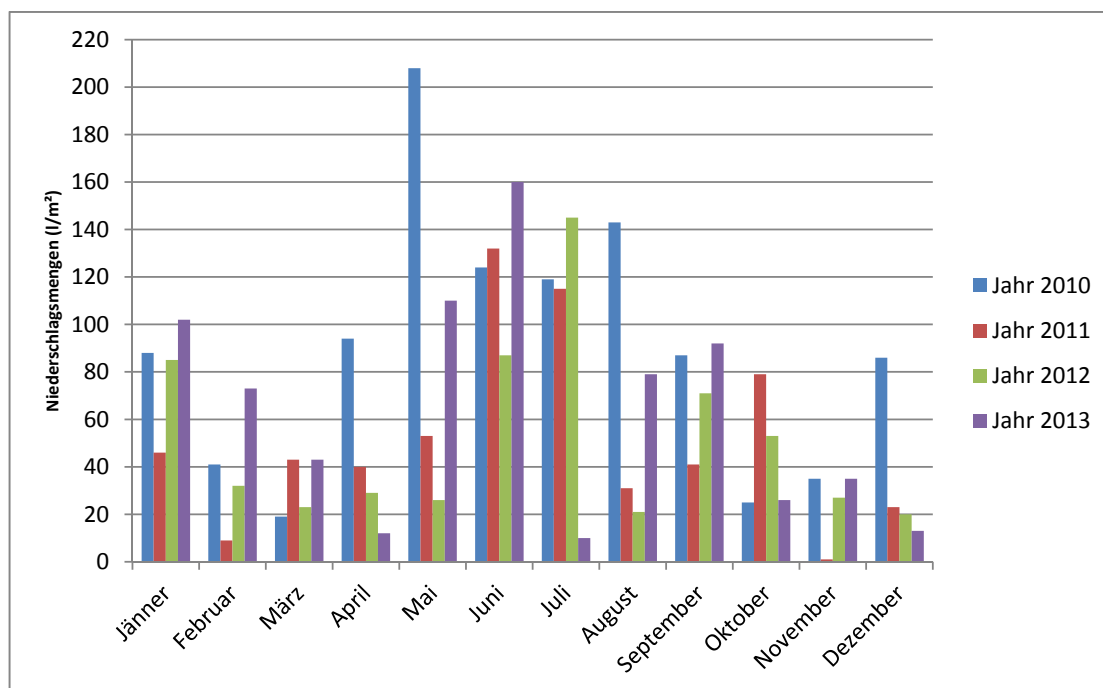


Abb. 1: Monatliche Niederschlagsmengen in den Untersuchungsjahren 2010, 2011, 2012 und 2013

BESTIMMUNG DER TROCKENSUBSTANZ

Die Bestimmung des Trockensubstanz des Rebschnittholzes erfolgte ebenfalls jedes Jahr an denselben 15 Stöcken pro Rebsorte und in Form von drei Wiederholungen. Dazu wurden pro Wiederholung 20 Internodienlängen mit Nodium aus dem unteren, 20 Internodienlängen mit Nodium aus dem mittleren, 20 Internodienlängen mit Nodium aus dem oberen Bereich der einjährigen Triebe und vier Internodienlängen mit Nodium aus den zweijährigen Trieben verwendet. Diese Triebteile wurden im Trockenschrank (Memmert GmbH & Co. KG, Schwabach, Deutschland) bei einer Temperatur von 105 °C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet, und anschließend wurde die Trockensubstanz, die die Basis für die Hochrechnung des Nährstoffgehalts auf ein Hektar bildete, mittels elektronischer Kompaktwage (Kern & Sohn GmbH, Balingen, Deutschland) bestimmt.

BESTIMMUNG DER NÄHRSTOFFGEHALTE

Das getrocknete und gemahlene Probenmaterial (300 mg) wurde mit einem Multiwave Aufschlussgerät (Anton Paar, Graz, Österreich) mittels 8 ml Salpetersäure

und 2 ml Wasserstoffperoxid aufgeschlossen und auf 100 ml verdünnt. Anschließend wurden mittels ICP (Thermo Scientific, Waltham, USA) Kalium, Magnesium, Calcium, Eisen, Kupfer, Zink und Mangan bestimmt. Phosphat wurde aus dem Aufschluss mit Hilfe der Molybdänblau-Methode am Photometer (Agilent, Santa Clara, USA) analysiert. Hierfür wurde der Probenaufschluss 1:10 verdünnt und mit 0,5 ml Ammoniummolybdatlösung (5 %) und 0,5 ml L-Ascorbinsäure-Zinnchloridlösung (250 mg L-Ascorbinsäure, 70 mg Zinnchlorid, 10 ml 20 %ige Salzsäure) versetzt und geschüttelt, um nach 22 Minuten am Photometer bei 720 nm gemessen zu werden. Die Rohdaten wurden mit den Faktoren 10 und 0,4364 multipliziert und anschließend durch die Einwaage (300 mg) dividiert (Umrechnung von $\text{g P}_2\text{O}_5/\text{l}$ auf % P). Die Stickstoffbestimmung erfolgte mittels Kjeldahl-Methode (Büchi, Schweiz). Dazu wurden die Proben im Büchi-Aufschlusskolben eingewogen und mit konzentrierter Schwefelsäure und Katalysator bis zur Farblosigkeit gekocht. Die Proben wurden anschließend in die Destillationseinheit eingesetzt, mit 30 %iger Natronlauge versetzt, für drei Minuten in 10 ml 2 %ige Borsäurevorlage destilliert und mit 0,05 N Salzsäure bis zum Farbumschlag des Mischindicators 5

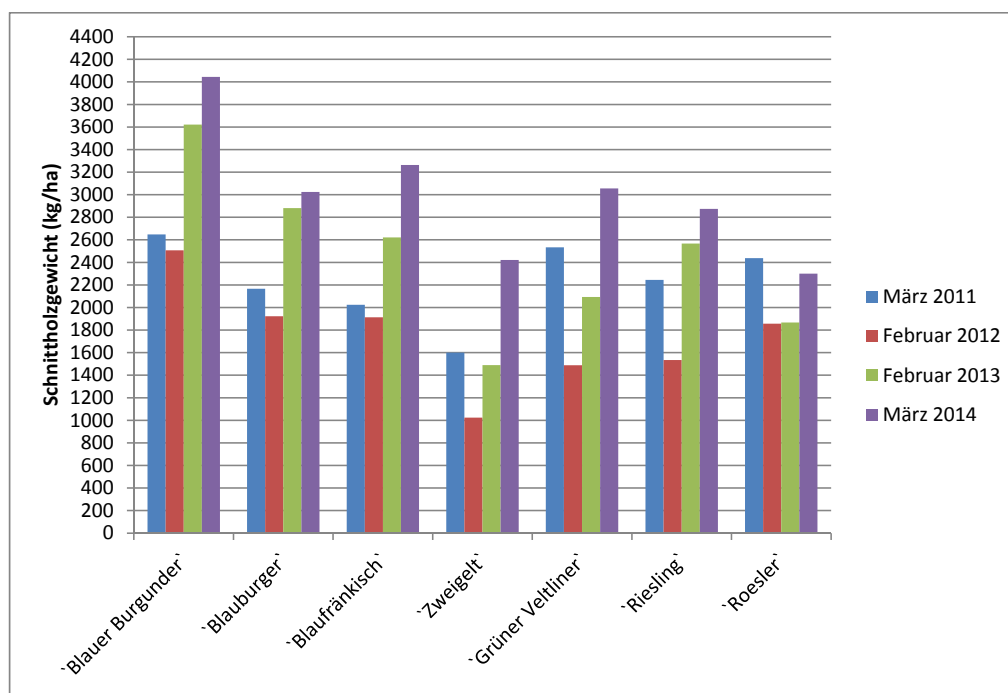


Abb. 2: Schnittholzgewicht (kg/ha) in Abhängigkeit von der Rebsorte in den Vegetationsjahren 2010 (gewogen im März 2011), 2011 (gewogen im Februar 2012), 2012 (gewogen im Februar 2013) und 2013 (gewogen im März 2014)

titriert. Um den Prozentgehalt an Stickstoff zu berechnen, wurde der Verbrauch an Salzsäure durch 2 dividiert, mit 0,14007 (dieser Faktor beinhaltet die Molarität der Salzsäure und die Umrechnung von molarem Stickstoff auf % N) multipliziert und anschließend durch die Einwaage dividiert.

STATISTISCHE AUSWERTUNG

Die jährliche statistische Auswertung der in dreifacher Wiederholung je Rebsorte vorliegenden Ergebnisse erfolgte mit Hilfe des Programms SPSS 19 (Chicago, Illinois, USA). Die Analyse auf Unterschiede zwischen den Mittelwertgruppen der einzelnen Parameter wurde mittels einfaktorierter ANOVA und anschließender Post Hoc-Analyse (LSD-Test) durchgeführt. Signifikanzgrenzen: $P \leq 0,001$: sicher = ***; $P \leq 0,01$ = hoch signifikant = **; $P \leq 0,05$: signifikant = *; $P > 0,05$: nicht signifikant = n.s. Zuvor wurde die Homogenität der Varianzen mit Hilfe der Levene-Statistik ermittelt.

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

SCHNITTHOLZGEWICHT

In Abbildung 2 ist zu erkennen, dass das Gewicht des einjährigen Rebschnittholzes in Abhängigkeit von der Rebsorte im Vegetationsjahr 2010 hochgerechnet zwischen 1600 und 2648 kg pro Hektar, im Vegetationsjahr 2011 hochgerechnet zwischen 1027 und 2507 kg pro Hektar, im Vegetationsjahr 2012 hochgerechnet zwischen 1489 und 3622 kg pro Hektar und im Vegetationsjahr 2013 hochgerechnet zwischen 2300 und 4044 kg pro Hektar betragen hat. Außerdem waren deutliche Unterschiede zwischen den Rebsorten erkennbar. Die bei allen Rebsorten im Vergleich zu den anderen Jahren geringeren Schnittholzgewichte im Februar 2012 waren auf die hohen Traubenerträge im Jahr 2011, die in Abbildung 3 erkennbar sind, zurückzuführen. Die Rebsorte 'Blauer Burgunder' hatte in allen Jahren die höchsten Schnittholzgewichtswerte und gleichzeitig, wie in Abbildung 3 abzulesen ist, die geringsten Erträge. Im Vergleich dazu

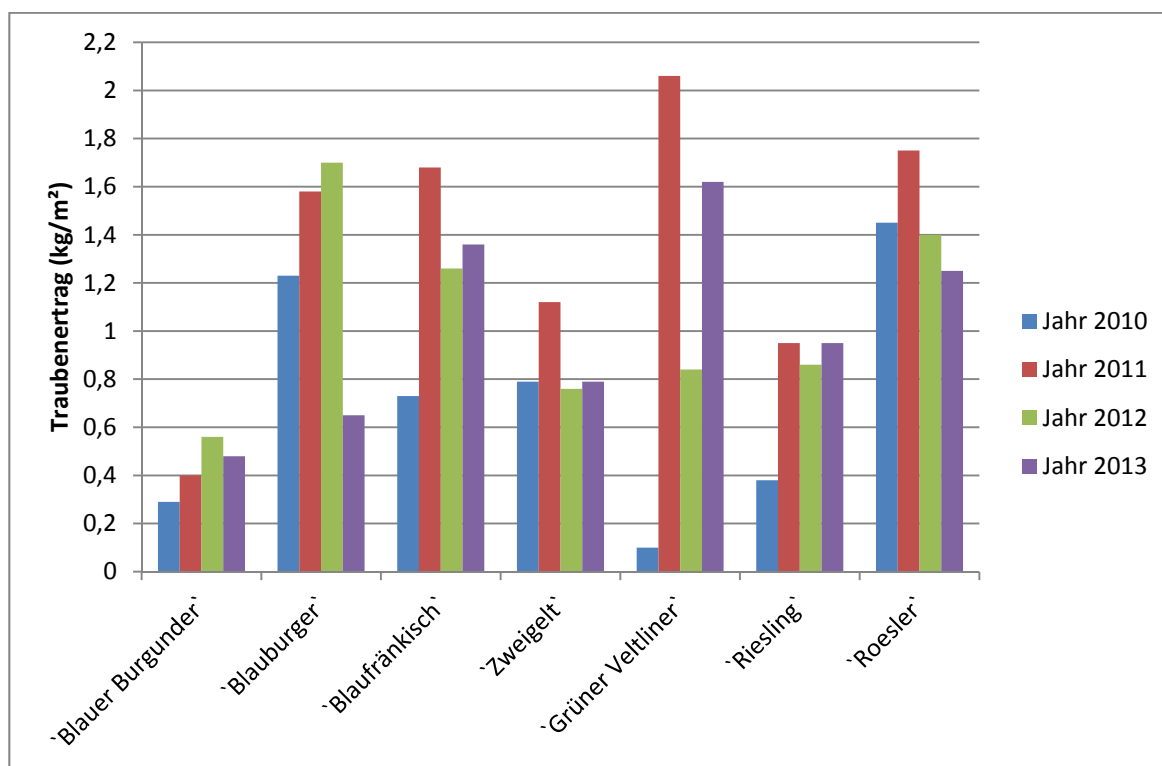


Abb. 3: Traubenertrag (kg/m²) in Abhängigkeit von der Rebsorte und vom Jahr

ermittelten RUCKENBAUER und AMANN (1984) im Jahr 1983 in einer vierzehnjährigen Rebanlage, die mit 15 verschiedenen Rebsorten im Pflanzabstand von 3,50 m x 1,20 m bepflanzt war, Schnittholzgewichtswerte zwischen 2451 kg und 4427 kg pro Hektar.

In Abbildung 3 ist zu erkennen, dass die Traubenerträge stark von der Rebsorte und vom Jahr abhängig waren. Im Jahr 2010 waren aufgrund des witterungsbedingten starken Auftretens von Botrytis und teilweise Peronospora die Erträge insbesondere bei den auf diese Pilzkrankheiten empfindlichen Rebsorten sehr gering. Im Jahr 2011 konnte bei allen Rebsorten ein mehr oder weniger deutlicher Ertragsanstieg beobachtet werden, der sich reduzierend auf das Schnittholzgewicht auswirkte, wie in Abbildung 2 erkennbar ist. Die Ursache für den in allen Jahren auffällig geringen Ertrag bei der Rebsorte 'Blauer Burgunder' war deren klonbedingte Verrieselungsanfälligkeit und die daraus resultierende extreme Lockerbeerigkeit. Der geringe Ertrag bei 'Blauer Burgunder' wirkte sich auch auf das Schnittholzgewicht aus. Bei dieser Rebsorte konnte in allen Jahren das höchste Schnittholzgewicht im Vergleich zu den anderen Rebsorten ermittelt werden, wie in Abbildung 2 abzulesen ist.

TROCKENSUBSTANZGEHALT

Tab. 4: Trockensubstanzgehalt im Schnittholz in Abhängigkeit von der Rebsorte und vom Jahr in Prozent

Rebsorte	Trockensubstanzgehalt (%)			
	März 2011	Februar 2012	Februar 2013	März 2014
Blauburger	55	53	51	49
Blauer Burgunder	59	55	52	51
Blaufränkisch	54	53	50	51
Zweigelt	56	53	52	48
Grüner Veltliner	59	57	51	51
Riesling	59	56	54	51
Roesler	59	53	51	50

In Tabelle 4 ist zu erkennen, dass der Trockensubstanzgehalt des einjährigen Rebschnittholzes in Abhängigkeit von der Rebsorte im März 2011 zwischen 54 und 59 %, im Februar 2012 zwischen 53 und 57 %, im Februar 2013 zwischen 50 und 54 % und im März 2014 zwischen

48 % und 51 % lag. Der höchste Wert wurde im einjährigen Holz der Rebsorten 'Blauer Burgunder', 'Grüner Veltliner', 'Riesling' und 'Roesler' im März 2011 und der niedrigste Wert im Schnittholz der Rebsorte 'Zweigelt' im März 2014 ermittelt. RUCKENBAUER und AMANN (1984) ermittelten hingegen deutlich höhere Werte. Die Trockensubstanzgehalte des Rebschnittholzes lagen in deren Fall zwischen 75 und 80 %.

Tab. 5: Trockensubstanz im Schnittholz hochgerechnet auf ein Hektar in Abhängigkeit von der Rebsorte und vom Jahr

Rebsorte	Trockensubstanz (kg/ha)			
	März 2011	Februar 2012	Februar 2013	März 2014
Blauburger	1185	1010	1462	1496
Blauer Burgunder	1560	1379	1880	2080
Blaufränkisch	1083	1020	1319	1649
Zweigelt	888	543	780	1165
Grüner Veltliner	1498	844	1061	1548
Riesling	1325	862	1377	1468
Roesler	1429	984	959	1143

Bei der in Tabelle 5 angeführten Trockensubstanz des einjährigen Rebschnittholzes hochgerechnet in Kilogramm pro Hektar sind deutliche Unterschiede zwischen den Rebsorten und den Jahren zu erkennen. Die Werte lagen in Abhängigkeit von der Rebsorte im März 2011 zwischen 888 und 1560 kg pro Hektar, im Februar 2012 zwischen 543 und 1379 kg pro Hektar, im Februar 2013 zwischen 780 und 1880 kg pro Hektar und im März 2014 zwischen 1143 und 2080 kg pro Hektar. Berechnet man die Jahresmittelwerte aus allen Sorten, sind Unterschiede zwischen den Vegetationsjahren zu erkennen: 1281 kg/ha im Vegetationsjahr 2010, 949 kg/ha im Vegetationsjahr 2011, 1263 kg/ha im Vegetationsjahr 2012 und 1507 kg/ha im Vegetationsjahr 2013. Der Mittelwert über alle Jahre und alle Sorten betrug 1250 kg/ha. Im Vergleich dazu ermittelten RUCKENBAUER und AMANN (1984) im Jahr 1983 eine deutlich höhere hektarbezogene Trockensubstanz von 2472 kg/ha im Mittel über alle Rebsorten. In Abhängigkeit von der Rebsorte lag die Trockensubstanz bei RUCKENBAUER und AMANN (1984) zwischen 1916 kg/ha bei der Rebsorte 'Müller Thurgau' und 3452 kg/ha bei der Rebsorte 'Blauer Burgunder'.

Tab. 6: Prozentanteil der Nährstoffe Stickstoff (N), Kalium (K), Magnesium (Mg), Calcium (Ca) und Phosphor (P) an der Trockenmasse und Gehalt an Eisen (Fe), Kupfer (Cu), Zink (Zn) und Mangan (Mn) in ppm im einjährigen Rebschnittholz in Abhängigkeit von der Rebsorte im März 2011

Rebsorte	N	K	Mg	Ca	P	Fe	Cu	Zn	Mn
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
Blauburger	0,68	0,80	0,08	0,79	0,09	31	20	80	22
Blauer Burgunder	0,70	0,69	0,11	0,86	0,09	36	24	67	29
Blaufränkisch	0,63	0,73	0,11	0,84	0,09	36	22	57	25
Zweigelt	0,70	0,80	0,13	0,82	0,09	35	24	81	19
Grüner Veltliner	0,59	0,68	0,10	0,67	0,09	23	20	49	21
Riesling	0,62	0,72	0,10	0,73	0,10	27	19	53	20
Roesler	0,63	0,94	0,10	0,67	0,10	28	20	80	19
Signifikanz	**	***	***	**	n.s.	**	*	*	**

Die in Tabelle 6 bei jeder Rebsorte angegebenen Anteile der einzelnen Nährstoffe an der Trockenmasse des Schnittholzes im März 2011 sind Mittelwerte aus drei Wiederholungen. An den Signifikanzen ist zu erkennen, dass die Nährstoffgehalte des einjährigen Rebschnittholzes von der Rebsorte abhängig waren. Nur beim Nährstoff Phosphor war dies nicht der Fall. Der Gehalt an Stickstoff lag zwischen 0,59 % der Trockenmasse bei 'Grüner Veltliner' und 0,70 % der Trockenmasse bei 'Blauer Burgunder' und 'Zweigelt'. Dabei hatten die Rebsorten 'Blaufränkisch', 'Grüner Veltliner', 'Riesling' und 'Roesler' die geringsten Stickstoffgehalte. Der Kaliumgehalt lag zwischen 0,68 % bei 'Grüner Veltliner' und dem höchsten Wert von 0,94 % bei der Rebsorte 'Roesler'. Der Gehalt an Magnesium lag zwischen 0,08 % bei 'Blauburger' und 0,13 % bei 'Zweigelt'. Der Calciumanteil lag zwischen 0,67 % bei 'Grüner Veltliner' und 'Roesler' und 0,86 % bei 'Blauer Burgunder'. Der Gehalt an Phosphor

war sehr gering und lag bei 0,09 und 0,10 % der Trockensubstanz. Der Eisengehalt betrug 23 ppm als geringster Wert bei 'Grüner Veltliner' und 36 ppm als höchster Wert bei 'Blauer Burgunder' und 'Blaufränkisch' gefolgt von 'Zweigelt' mit 35 ppm. Im Kupfergehalt waren geringe, aber ebenfalls signifikante Unterschiede mit Werten zwischen 19 ppm bei 'Riesling' und 24 ppm bei 'Blauer Burgunder' und 'Zweigelt' vorhanden. Den niedrigsten Zinkwert hatte 'Grüner Veltliner' mit 49 ppm und den höchsten hatte 'Zweigelt' mit 81 ppm. Die Manganwerte lagen zwischen 19 ppm bei 'Zweigelt' und 'Roesler' und dem höchsten Wert von 29 ppm bei 'Blauer Burgunder'.

Die in Tabelle 7 bei jeder Rebsorte angegebenen Anteile der einzelnen Nährstoffe an der Trockenmasse des Schnittholzes im Februar 2012 sind Mittelwerte aus drei Wiederholungen. An den Signifikanzen ist zu erkennen, dass auch im Vegetationsjahr 2011 die Nährstoffgehalte des einjährigen Rebschnittholzes von der Rebsorte be-

Tab. 7: Prozentanteil der Nährstoffe Stickstoff (N), Kalium (K), Magnesium (Mg), Calcium (Ca) und Phosphor (P) an der Trockenmasse (TM) und Gehalt an Eisen (Fe), Kupfer (Cu), Zink (Zn) und Mangan (Mn) in ppm im einjährigen Rebschnittholz in Abhängigkeit von der Rebsorte im Februar 2012

Rebsorte	N	K	Mg	Ca	P	Fe	Cu	Zn	Mn
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
Blauburger	0,69	0,74	0,10	0,81	0,14	38	30	57	26
Blauer Burgunder	0,69	0,66	0,13	0,97	0,15	33	29	72	39
Blaufränkisch	0,66	0,66	0,12	0,93	0,15	37	28	66	30
Zweigelt	0,74	0,72	0,16	0,86	0,16	49	30	73	23
Grüner Veltliner	0,54	0,66	0,10	0,91	0,16	37	33	73	88
Riesling	0,61	0,66	0,10	0,75	0,15	28	26	64	21
Roesler	0,62	0,93	0,12	0,75	0,15	33	27	63	23
Signifikanz	***	*	***	***	n.s.	***	n.s.	n.s.	*

einflusst wurden. Nur bei den Nährstoffen Phosphor, Kupfer und Zink waren keine signifikanten Einflüsse feststellbar. Der Gehalt an Stickstoff war bei 'Grüner Veltliner' mit 0,54 % der Trockenmasse am geringsten und bei 'Zweigelt' mit 0,74 % der Trockenmasse am höchsten. Der Kaliumgehalt lag zwischen 0,66 % bei den Rebsorten 'Blauer Burgunder', 'Blaufränkisch', 'Grüner Veltliner' und 'Riesling' und 0,93 % bei 'Roesler'. Der Gehalt an Magnesium lag zwischen 0,10 % bei 'Blauburger', 'Grüner Veltliner' und 'Riesling' und dem höchsten Wert von 0,16 % bei 'Zweigelt'. Der Calciumanteil lag zwischen 0,75 % bei 'Riesling' und 'Roesler' und 0,97 % bei 'Blauer Burgunder'. Der Gehalt an Phosphor war sehr gering und lag zwischen 0,14 und 0,16 % der Trockensubstanz. Der Eisengehalt betrug 28 ppm als geringster Wert bei 'Riesling' und 49 ppm als höchster Wert bei 'Zweigelt'. Beim Kupfergehalt, der zwischen 26 und 33 ppm lag, konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Rebsorten ermittelt werden. Den niedrigsten Zinkwert hatte 'Blauburger' mit 57 ppm und den höchsten hatten 'Zweigelt' und 'Grüner Veltliner' mit 73 ppm, ohne dass diese Unterschiede signifikant waren. Die Manganwerte lagen zwischen 21 ppm bei 'Riesling' und dem höchsten Wert von 88 ppm bei 'Grüner Veltliner'.

Die in Tabelle 8 bei jeder Rebsorte angegebenen Anteile der einzelnen Nährstoffe an der Trockenmasse des Schnittholzes im Februar 2013 sind Mittelwerte aus drei Wiederholungen. An den Signifikanzen ist zu erkennen, dass im Vegetationsjahr 2012 die Gehalte der Nährstoffe Stickstoff, Magnesium, Calcium, Kupfer und Zink im

einjährigen Rebschnittholz von der Rebsorte abhängig waren. Der Gehalt an Stickstoff war bei 'Grüner Veltliner' mit 0,56 %, und bei 'Roesler' mit 0,59 % der Trockenmasse am geringsten, während bei 'Zweigelt' dieser Wert mit 0,75 % der Trockenmasse unmittelbar gefolgt von 'Blauer Burgunder' mit 0,72 % und 'Blauburger' mit 0,71 % der Trockenmasse am höchsten war. Beim Kaliumgehalt zeigten sich keine signifikanten Unterschiede. Die Werte lagen zwischen 0,68 % bei den Rebsorten 'Blauer Burgunder' und 'Blaufränkisch' und 0,79 % bei 'Roesler'. Der Gehalt an Magnesium lag zwischen 0,10 % bei 'Blauburger' und dem höchsten Wert von 0,16 % bei 'Zweigelt'. Der Calciumanteil lag zwischen 0,75 % bei 'Zweigelt' und dem höchsten Wert von 0,96 % bei 'Blauer Burgunder'. Die Phosphorgehalte unterschieden sich nicht signifikant voneinander. Sie lagen bei 0,09 beziehungsweise 0,10 % der Trockensubstanz. Auch die Eisengehalte unterschieden sich nicht signifikant voneinander und lagen zwischen 35 ppm bei den Rebsorten 'Blauburger', 'Grüner Veltliner' und 'Roesler' und 55 ppm bei 'Blauer Burgunder'. Den geringsten Kupfergehalt hatte das Schnittholz der Rebsorte 'Roesler' mit 10 ppm und den höchsten Wert jenes der Rebsorte 'Zweigelt' mit 33 ppm. Den niedrigsten Zinkwert hatte 'Blauburger' mit 71 ppm und den höchsten 'Roesler' mit 146 ppm gefolgt von 'Zweigelt' mit 137 ppm. Die Manganwerte lagen zwischen 22 ppm bei 'Blauburger' und 'Zweigelt' und 34 ppm bei 'Blaufränkisch', ohne dass diese Unterschiede statistisch signifikant waren.

Tab. 8: Prozentanteil der Nährstoffe Stickstoff (N), Kalium (K), Magnesium (Mg), Calcium (Ca) und Phosphor (P) an der Trockenmasse (TM) und Gehalt an Eisen (Fe), Kupfer (Cu), Zink (Zn) und Mangan (Mn) in ppm im einjährigen Rebschnittholz in Abhängigkeit von der Rebsorte im Februar 2013

Rebsorte	N (%)	K (%)	Mg (%)	Ca (%)	P (%)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)
Blauburger	0,71	0,73	0,10	0,79	0,09	35	28	71	22
Blauer Burgunder	0,72	0,68	0,13	0,96	0,09	55	28	97	33
Blaufränkisch	0,66	0,68	0,12	0,85	0,10	42	24	78	34
Zweigelt	0,75	0,72	0,16	0,75	0,09	54	33	137	22
Grüner Veltliner	0,56	0,71	0,12	0,92	0,09	35	29	85	24
Riesling	0,63	0,70	0,13	0,80	0,09	36	24	85	24
Roesler	0,59	0,79	0,13	0,79	0,10	35	10	146	26
Signifikanz	***	n.s.	*	***	n.s.	n.s.	***	*	n.s.

Tab. 9: Prozentanteil der Nährstoffe Stickstoff (N), Kalium (K), Magnesium (Mg), Calcium (Ca) und Phosphor (P) an der Trockenmasse (TM) und Gehalt an Eisen (Fe), Kupfer (Cu), Zink (Zn) und Mangan (Mn) in ppm im einjährigen Rebschnittholz in Abhängigkeit von der Rebsorte im März 2014

Rebsorte	N (%)	K (%)	Mg (%)	Ca (%)	P (%)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)
Blauburger	0,74	0,71	0,13	0,82	0,11	54	27	107	48
Blauer Burgunder	0,76	0,76	0,14	0,98	0,08	59	27	85	39
Blaufränkisch	0,77	0,88	0,11	0,81	0,10	53	21	89	30
Zweigelt	0,87	0,76	0,17	0,83	0,09	44	23	77	27
Grüner Veltliner	0,61	0,72	0,11	0,90	0,09	34	21	79	36
Riesling	0,74	0,76	0,13	0,84	0,10	29	23	47	23
Roesler	0,56	1,00	0,13	0,79	0,11	30	17	78	30
Signifikanz	***	***	n.s.	***	n.s.	*	*	**	**

Die in Tabelle 9 für jeder Rebsorte angegebenen Anteile der einzelnen Nährstoffe an der Trockenmasse des Schnittholzes im März 2014 sind Mittelwerte aus drei Wiederholungen. An den Signifikanzen ist zu erkennen, dass auch im Vegetationsjahr 2013 die Nährstoffgehalte des einjährigen Rebschnittholzes von der Rebsorte beeinflusst wurden. Bei den Nährstoffen Magnesium und Phosphor konnten allerdings keine signifikanten Unterschiede zwischen den Rebsorten ermittelt werden. Der Gehalt an Stickstoff war bei 'Roesler' mit 0,56 %, und bei 'Grüner Veltliner' mit 0,67 % der Trockenmasse am geringsten, während bei 'Zweigelt' dieser Wert mit 0,87 % der Trockenmasse am höchsten war. Auch beim Kaliumgehalt zeigten sich signifikante Unterschiede. Die Werte lagen zwischen 0,71 % bei 'Blauburger' beziehungsweise 0,72 % bei 'Grüner Veltliner' und 1,00 % bei 'Roesler' gefolgt von der Rebsorte 'Blaufränkisch' mit 0,88 %. Der Gehalt an Magnesium lag zwischen 0,11 % bei 'Blaufränkisch' und 'Grüner Veltliner' und 0,17 % bei 'Zweigelt', ohne dass die Unterschiede signifikant waren. Den höchsten Calciumanteil an der Trockenmasse hatte die Rebsorte 'Blauer Burgunder' mit 0,98 % und den geringsten Anteil die Rebsorte 'Roesler' mit 0,79 %. Die Phosphorgehalte lagen zwischen 0,08 und 0,11 % der Trockensubstanz. Beim Eisengehalt gab es signifikante Unterschiede zwischen den Rebsorten. Die geringsten Werte hatten 'Riesling' mit 29 ppm und 'Roesler' mit 30 ppm, während der höchste Gehalt bei der Rebsorte 'Blauer Burgunder' mit 59 ppm vorhanden war. Den geringsten Kupfergehalt hatte das Schnittholz der Reb-

sorte 'Roesler' mit 17 ppm und den höchsten Wert jenes der Rebsorten 'Blauburger' und 'Blauer Burgunder' mit 27 ppm. Den geringsten Zinkwert hatte 'Riesling' mit 47 ppm und den höchsten 'Blauburger' mit 107 ppm. Die Mangangehalte lagen zwischen 23 ppm bei 'Riesling' und 49 ppm bei 'Blauburger'.

Bei Zusammenfassung der Daten aller vier Untersuchungsjahre lagen die Nährstoffgehalte in folgenden Bereichen: Stickstoff: 0,54 bis 0,87 %; Kalium: 0,66 bis 1,0 %; Magnesium: 0,08 bis 0,17 %; Calcium: 0,67 bis 0,98 %; Phosphor: 0,08 bis 0,16 %. Im Vergleich dazu ermittelten FARDOSSI et al. (1996) in vierjährigen Untersuchungen ähnliche Nährstoffgehalte in der Trockenmasse des einjährigen Schnittholzes verschiedener Unterlagsrebsorten. Die Kaliumwerte lagen dabei im Bereich zwischen 0,52 und 1,03 %, die Magnesiumgehalte betragen zwischen 0,06 und 0,17 %, der Calciumanteil lag zwischen 0,27 und 1,02 %, und die Gehalte an Phosphor lagen zwischen 0,08 und 0,15 %. Der Stickstoffgehalt und die Gehalte der Mikronährstoffe wurden von FARDOSSI et al. (1996) nicht ermittelt. Die Gehalte an Mikronährstoffen lagen in unserem Fall bei Zusammenfassung der Daten aller vier Untersuchungsjahre in folgenden Bereichen: Der Eisengehalt betrug 23 bis 59 ppm. Der Kupfergehalt lag zwischen 10 und 33 ppm. Der Zinkwert betrug 47 bis 146 ppm, und der Mangan-gehalt lag zwischen 19 und 88 ppm.

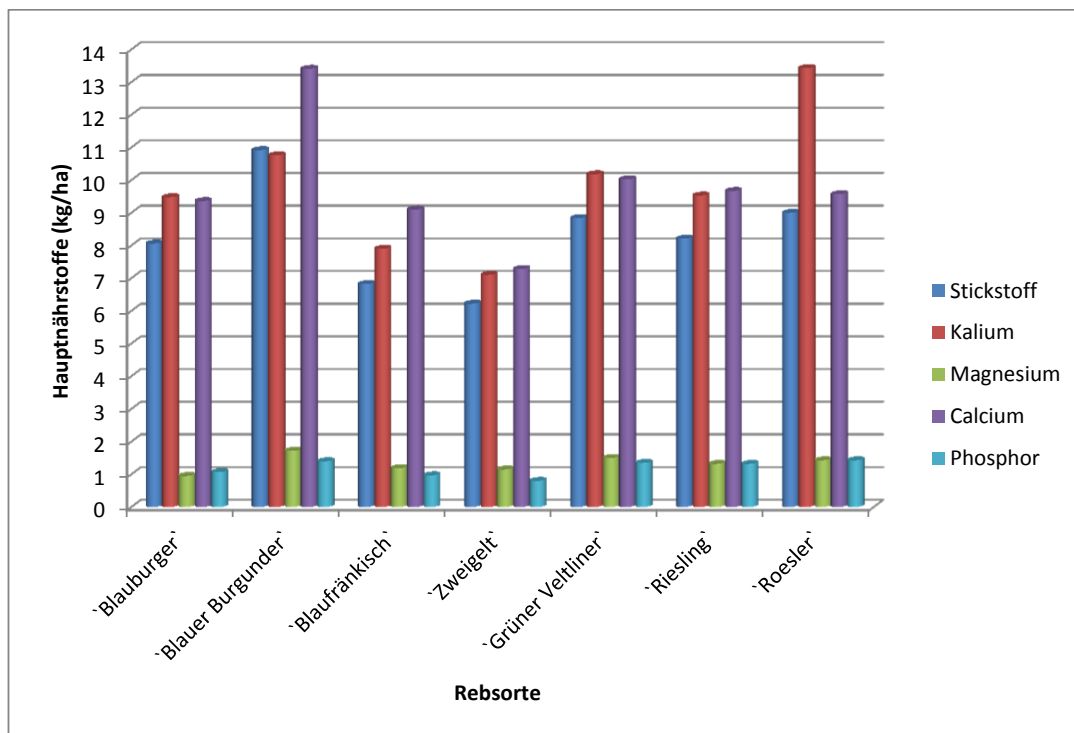


Abb. 4: Nährstoffmengen von Stickstoff, Kalium, Magnesium, Calcium und Phosphor hochgerechnet in kg pro ha im einjährigen Rebschnittholz im März 2011

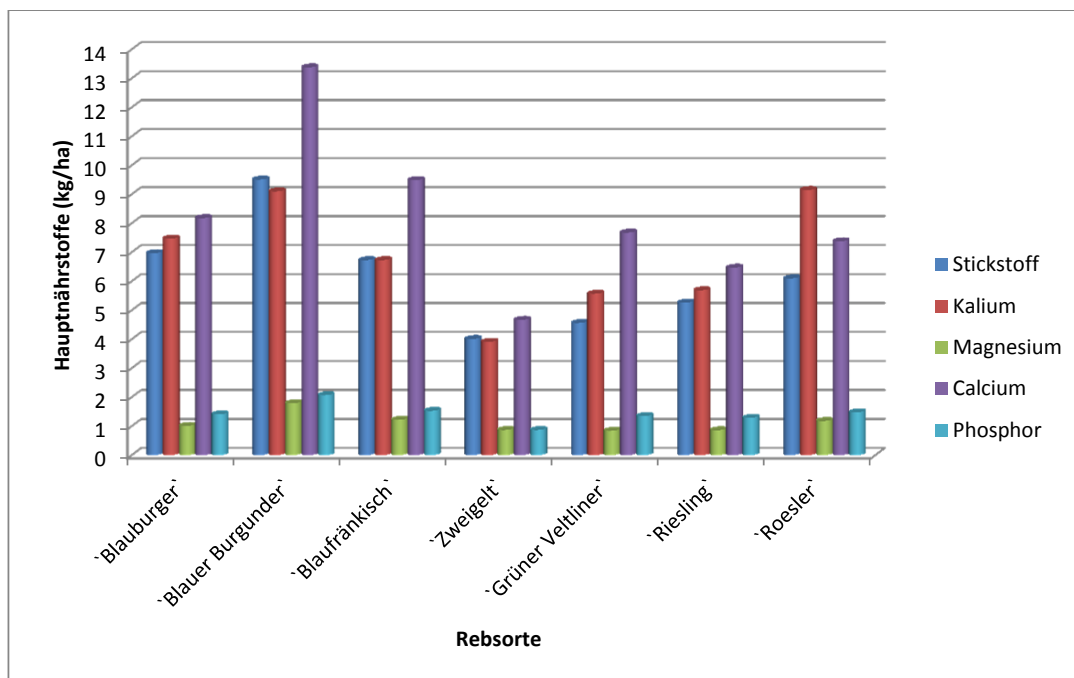


Abb. 5: Nährstoffmengen von Stickstoff, Kalium, Magnesium, Calcium und Phosphor hochgerechnet in kg pro ha im einjährigen Rebschnittholz im Februar 2012

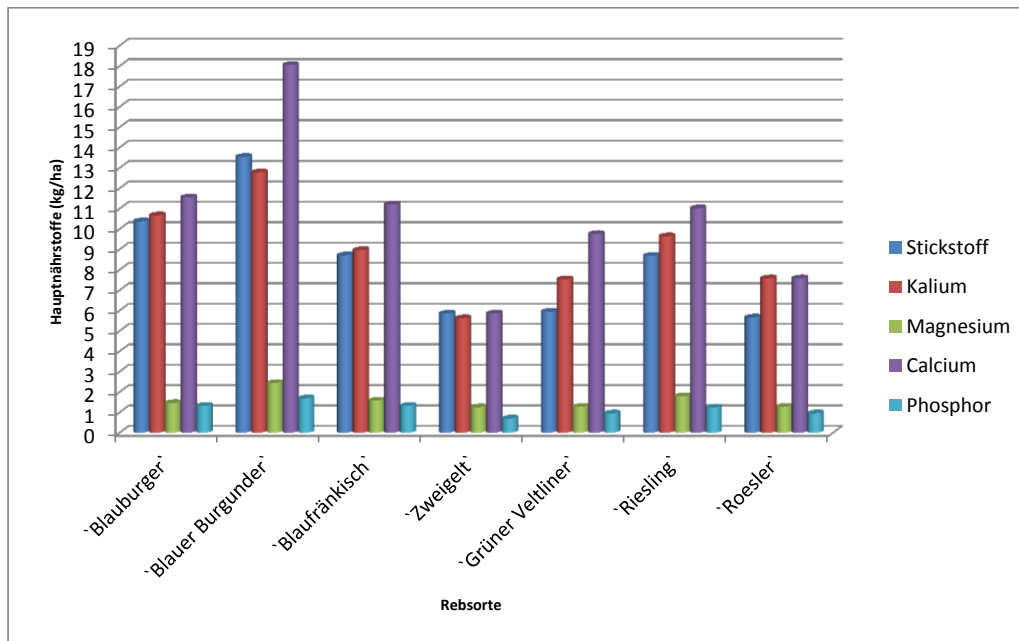


Abb. 6: Nährstoffmengen von Stickstoff, Kalium, Magnesium, Calcium und Phosphor hochgerechnet in kg pro ha im einjährigen Rebschnittholz im Februar 2013

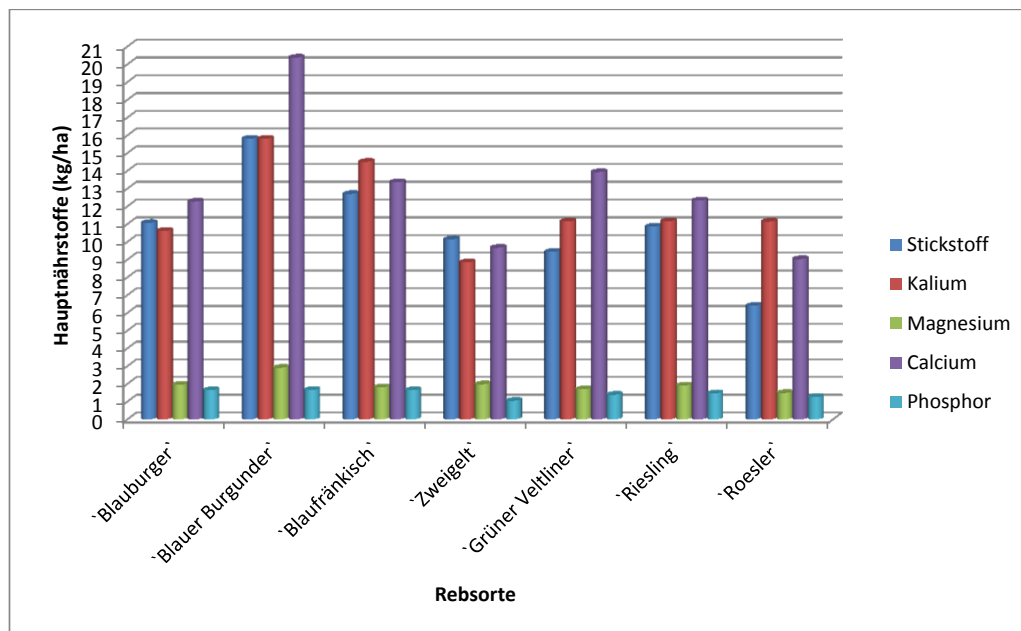


Abb. 7: Nährstoffmengen von Stickstoff, Kalium, Magnesium, Calcium und Phosphor hochgerechnet in kg pro ha im einjährigen Rebschnittholz im März 2014

In den Abbildung 4, 5, 6 und 7 sind die aus den entsprechenden Werten der Tabelle 5 und den entsprechenden Werten der Tabellen 6, 7, 8 und 9 hochgerechneten Mengen an Makronährstoffen in kg pro ha im einjährigen Rebschnittholz dargestellt. Die Hochrechnung auf ein Hektar ergab in Abhängigkeit von der Rebsorte und vom Jahr folgende Werte: Stickstoff: 4,01 bis 15,81 kg/ha; Kalium: 3,91 bis 15,81 kg/ha; Magnesium: 0,84 bis 2,91 kg/ha; Calcium: 4,67 bis 20,38 kg/ha; Phosphor: 0,70 bis 2,07 kg/ha. Im Mittel aller Sorten und aller Jahre errechneten sich folgende Mengen an Hauptnährstoffen: Stickstoff: 8,4 kg/ha; Kalium: 9,4 kg/ha; Magnesium: 1,5 kg/ha; Calcium: 10,4 kg/ha; Phosphor: 1,3 kg/ha. RUCKENBAUER und AMANN (1984) ermittelten hingegen aufgrund der von ihnen beschriebenen höheren Trockensubstanzgehalte des Rebschnittholzes einen höheren Nährstoffentzug durch das Schnittholz. Demnach betrug der Makronährstoffentzug im Durchschnitt der Rebsorten 20 kg/ha Stickstoff; 3 kg/ha Phosphor; 21 kg/ha Kalium; 17 kg/ha Calcium und 3 kg/ha Magnesium. SCHALLER und LÖHNERTZ (o. J.) nannten

im Vergleich dazu folgende jährliche Nährstoffentzüge durch das Holz: Stickstoff: 7 kg/ha, Phosphat: 2 kg/ha, Kalium: 10 kg/ha, Magnesium: 4 kg/ha und Calcium: 13 kg/ha.

LÖHNERTZ (1988) und BETTNER (1988) ermittelten die Nährstoffgehalte in den Rebtrieben zu deutlich früheren Zeitpunkten. Nach LÖHNERTZ (1988) waren bei der Rebsorte 'Riesling' bei einem Beerenzuckergehalt von 50 °Oechsle (= 10 °KMW) folgende Nährstoffgehalte in den Rebtrieben vorhanden: Stickstoff: 5,1 kg/ha; Phosphor: 1,0 kg/ha; Kalium: 9,7 kg/ha; Calcium: 9,8 kg/ha; Magnesium: 1,1 kg/ha. BETTNER (1988) bestimmte die Nährstoffgehalte in den Triebachsen der Rebsorte 'Riesling' 150 Tage nach dem Austrieb und ermittelte in Abhängigkeit von der Wüchsigkeit der Reben folgende Nährstoffgehalte: Stickstoff: 6,9 bis 14,6 kg/ha; Kalium: 12,3 bis 26,3 kg/ha; Phosphor: 1,2 bis 2,5 kg/ha; Calcium: 17,2 bis 35,6 kg/ha.

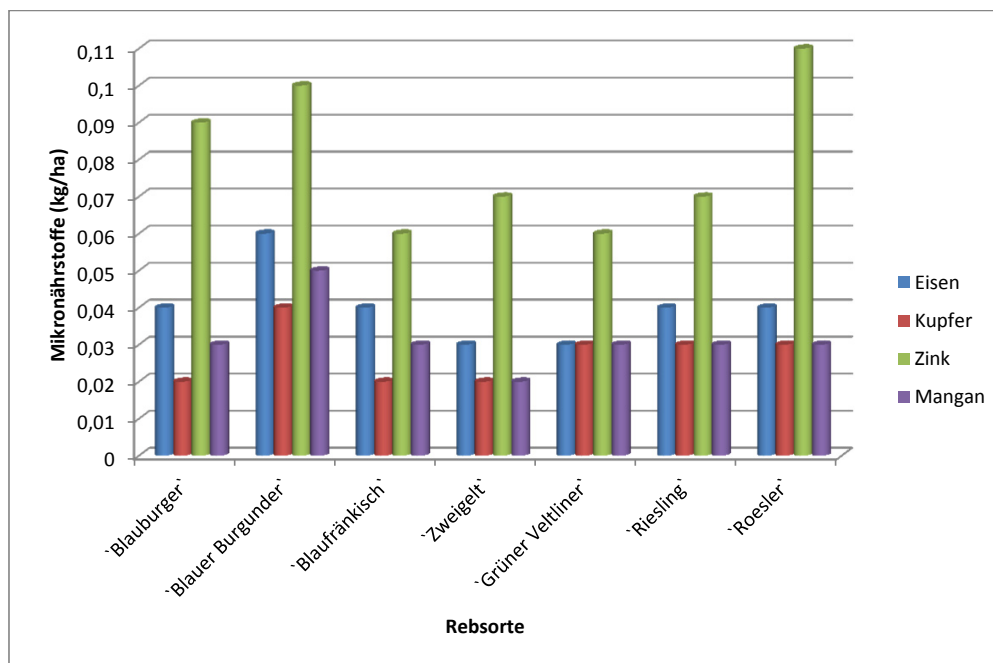


Abb. 8: Nährstoffmengen von Eisen, Kupfer, Zink und Mangan hochgerechnet in kg pro ha im einjährigen Rebschnittholz im März 2011

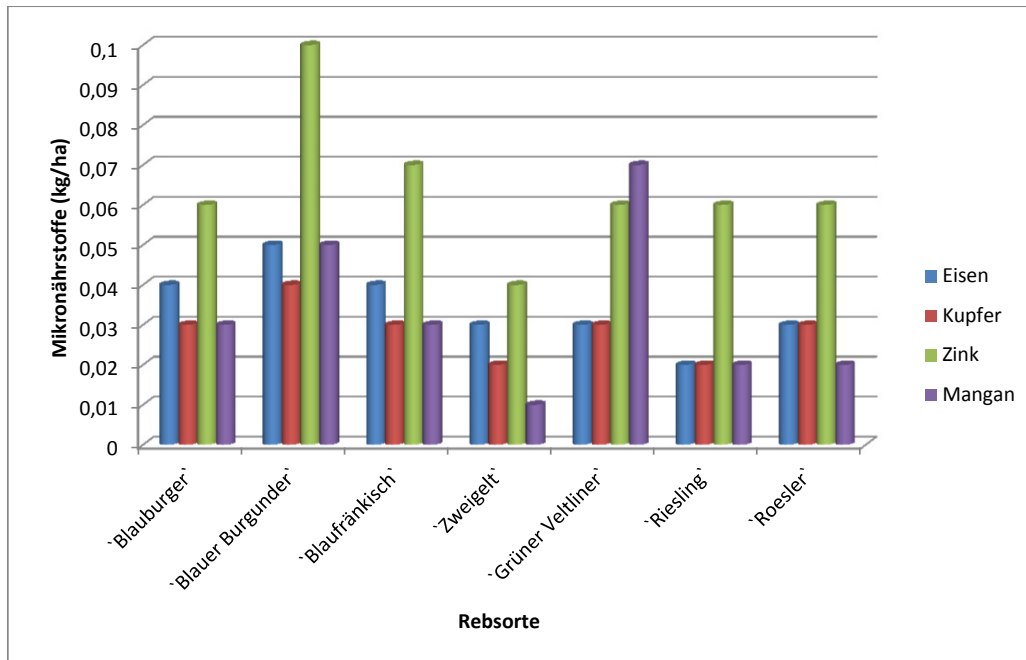


Abb. 9: Nährstoffmengen von Eisen, Kupfer, Zink und Mangan hochgerechnet in kg pro ha im einjährigen Rebschnittholz im Februar 2012

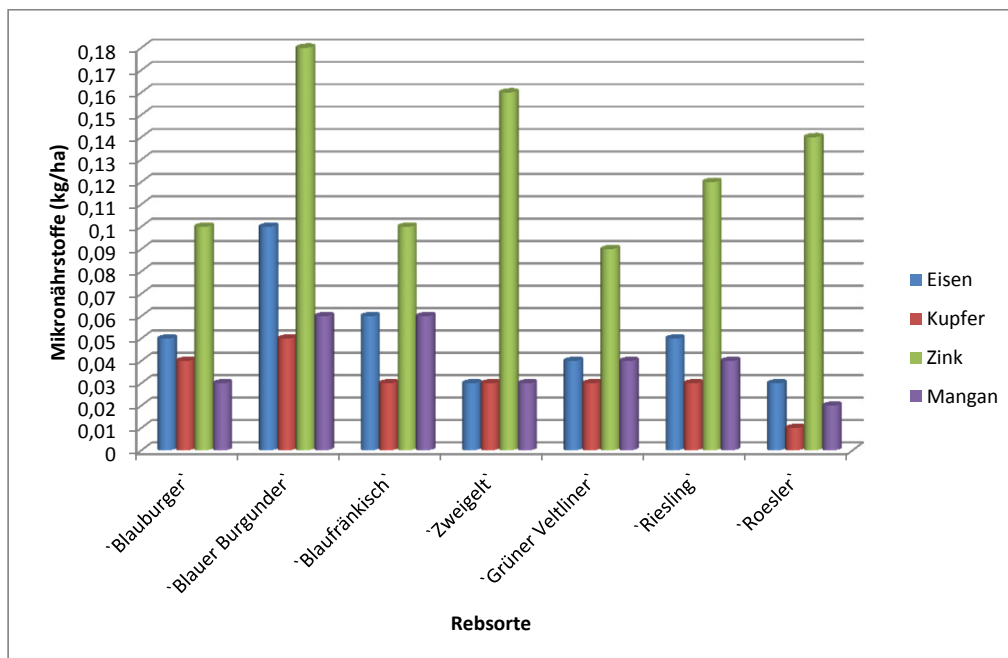


Abb. 10: Nährstoffmengen von Eisen, Kupfer, Zink und Mangan hochgerechnet in kg pro ha im einjährigen Rebschnittholz im Februar 2013

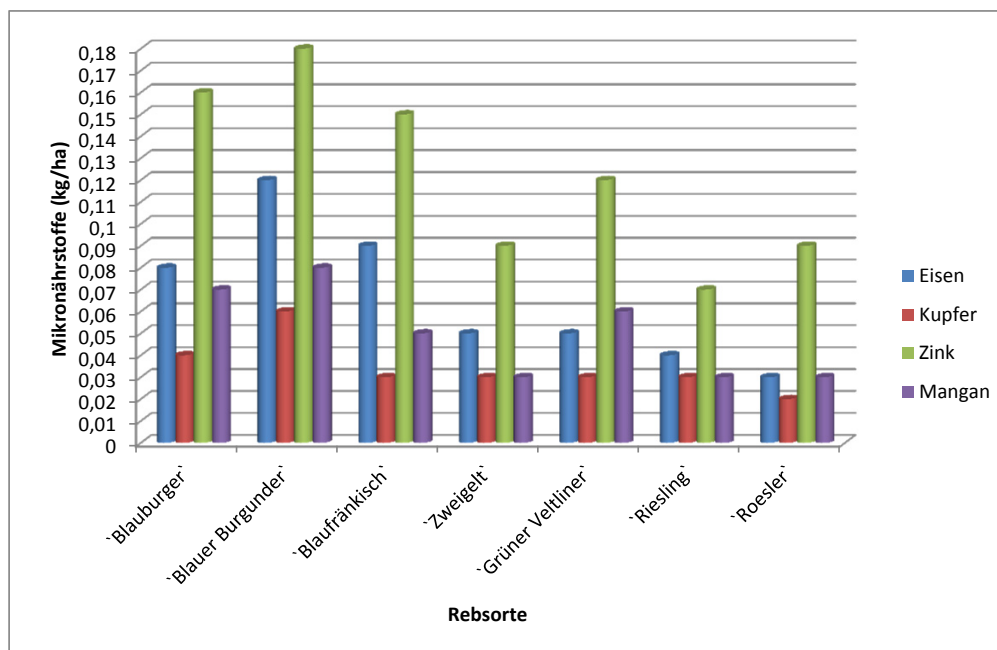


Abb.11: Nährstoffmengen von Eisen, Kupfer, Zink und Mangan hochgerechnet in kg pro ha im einjährigen Rebschnittholz im März 2014

In den Abbildungen 8, 9, 10 und 11 sind die aus den entsprechenden Werten der Tabelle 5 und den entsprechenden Werten der Tabellen 6, 7, 8 und 9 hochgerechneten Mengen an Mikronährstoffen in kg pro ha im einjährigen Rebschnittholz dargestellt. Die Gehalte an Mikronährstoffen lagen naturgemäß auf einem deutlich geringeren Niveau als jene der Hauptnährstoffe. Folgende Gehalte waren vorhanden: Eisen: 0,02 bis 0,12 kg/ha; Kupfer: 0,01 bis 0,06 kg/ha; Zink: 0,04 bis 0,18 kg/ha; Mangan: 0,01 bis 0,08 kg/ha. Im Mittel aller Sorten und aller Jahre errechneten sich folgende Mengen an Mikronährstoffen: Eisen: 0,05 kg/ha; Kupfer: 0,03 kg/ha; Zink: 0,10 kg/ha; Mangan: 0,04 kg/ha. Im Vergleich dazu bezifferten RUCKENBAUER und AMANN (1984) den Mikronährstoffentzug mit 441 g/ha Eisen, 28 g/ha Kupfer, 164 g/ha Zink und 63 g/ha Mangan.

SCHLUSSFOLGERUNG

Die unterschiedlichen klimatischen Bedingungen und Niederschlagsmengen in den einzelnen Jahren und die Eigenschaften der Rebsorten beeinflussten die Erträge, die Wuchsstärke und somit das Schnittholzgewicht der Reben und die Gehalte an Makro- und Mikronähr-

stoffen im Schnittholz. Dies führte zu großen Streuungen bei den einzelnen analysierten Nährstoffgehalten im Schnittholz. Die von RUCKENBAUER und AMANN (1984) ermittelten durchschnittlichen jährlichen hektarbezogenen Hauptnährstoffaufnahmen der Triebe mit zirka 20 kg Stickstoff, 21 kg Kalium, 3 kg Magnesium, 3 kg Phosphor und 17 kg Calcium erscheinen im Vergleich zu unseren Ergebnissen mit 4,01 bis 15,81 kg/ha Stickstoff bei einem Mittelwert von 8,4 kg/ha; 3,91 bis 15,81 kg/ha Kalium bei einem Mittelwert von 9,4 kg/ha; 0,84 bis 2,91 kg/ha Magnesium bei einem Mittelwert von 1,5 kg/ha; 0,70 bis 2,07 kg/ha Phosphor bei einem Mittelwert von 1,3 kg/ha und 4,67 bis 20,38 kg/ha Calcium bei einem Mittelwert von 10,4 kg/ha sehr hoch. Die Angaben von SCHALLER und LÖHNERTZ (o. J.) zu den jährlichen Nährstoffentzügen durch das Holz von 7 kg/ha Stickstoff, 2 kg/ha Phosphat, 10 kg/ha Kalium, 4 kg/ha Magnesium und 13 kg/ha Calcium entsprechen hingegen eher unseren Ergebnissen. Bei den Aufnahmen von Mikronährstoffen, die in unserem Fall im Mittel bei 50 g/ha Eisen, 30 g/ha Kupfer, 100 g/ha Zink und 40 g/ha Mangan lagen, zeigten sich im Vergleich zu RUCKENBAUER und AMANN (1984) bei Eisen mit 441 g/ha und Zink mit 164 g/ha deutliche Unterschiede, während bei

Kupfer mit 28 g/ha und Mangan mit 63 g/ha kaum Unterschiede vorhanden waren. Empfehlungen zur Düngung im Weinbau wie bei WUNDERER et al. (2003), MEHOFER et al. (2014) oder SCHALLER und LÖHNERTZ (o. J.) angegeben, sind als Richtwerte zu sehen und an die

vorhandenen Klima- und Standortbedingungen, an das Wuchsverhalten der Reben, an die Anforderungen der Rebsorten und an die Ertrags- und Qualitätserwartungen anzupassen.

LITERATUR

- BETTNER, W., MÜLLER, U. UND SCHALL, B. 1986: Untersuchungen zum Wachstumsrhythmus und zum Gehalt an Nährstoffen im einjährigen Rebtrieb bei den Sorten Optima und Kerner. Wein-Wiss. 41: 147-169
- BETTNER, W. 1988: Nährstoffgehalte in den Organen des grünen Rebtriebs und deren Nährstoffentzüge. Mitt. Klosterneuburg 38: 130-137
- FARDOSSI, A., MAYER, C., SCHÖBER, V. UND MAYER, S. 1996: Über die Einlagerung von Mineralstoffen im einjährigen Holz verschiedener Unterlagsreben. Mitt. Klosterneuburg 46: 97-104
- LÖHNERTZ, O. 1988: Nährstoffelementaufnahme von Reben im Verlauf eines Vegetationszyklus. Mitt. Klosterneuburg 38: 124-129
- MEHOFER, M., BAUMGARTEN, A., BAUER, K., FARDOSSI, A., KNEISL, G., KÜHRER, E., PALZ, M., REGNER, F., WINKOVITSCH, C. UND WUNDERER, W. 2014: Sachgerechte Düngung im Weinbau. – Wien: BM für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 2014
- RUCKENBAUER, W. UND AMANN, H. 1984: Untersuchungen über die Nährstoffaufnahme durch Reben unter den pannonischen Klimabedingungen Österreichs. Mitt. Klosterneuburg 34: 194-202
- SCHALLER, K. UND LÖHNERTZ, O. (o.J.): Düngung im Weinbau. Beratungsbroschüre der Firma Compo®.
- WUNDERER, W., FARDOSSI, A., BAUMGARTEN, A. UND BAUER, K. 2003: Richtlinien für die sachgerechte Düngung im Weinbau – Wien: BM für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 2003

Eingelangt am 23. Oktober 2015