

Bodenpflege in Hinblick auf Stickstoffmobilisierung und Nährstoffversorgung der Rebe auf einem Lössbodenstandort

MARTIN MEHOFER¹ und HELMUT REDL²

¹Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau
A-3400 Klosterneuburg, Wiener Straße 74
E-mail: Martin.Mehofer@hblawo.bmlfuw.gv.at

²Universität für Bodenkultur, Department für Pflanzenwissenschaften
Institut für Pflanzenschutz
A-1180 Wien, Peter Jordan-Straße 82

Im Jahr 2000 wurden mit der Rebsorte 'Grüner Veltliner' in einer als Weitraumbhochkultur erzeugten Ertragsanlage im Weinbaugebiet Donauland (Niederösterreich, Gemeindegebiet Großriedenthal) Untersuchungen zum Thema Bodenbearbeitung und deren Auswirkungen auf die Weinqualität bei biologischer Bewirtschaftung durchgeführt. Der Gehalt an mineralisierbarem Stickstoff im Boden war bei ungestörter Begrünung deutlich geringer als bei einer mechanischen Störung der Begrünung in jeder zweiten Fahrgasse. Hinsichtlich des Stickstoffbedarfs der Rebe war der Gehalt an mineralisierbarem Stickstoff im Boden nach einer Unterbodenlockerung Ende April und anschließendem Umbruch Mitte Mai als am günstigsten anzusehen. Die Trieblängenentwicklung war bei ungestört begrüntem Boden gehemmt, und im Most zeigten sich ein etwas geringerer Gesamtsäuregehalt, ein reduzierter Gehalt an hefeverfügbarem Stickstoff und ein leicht erhöhtes Mostgewicht bei gleichzeitiger Ertragsreduktion. In weiterer Folge waren etwas erhöhte Kalium- und Aschegehalte im Wein erkennbar. Die Vergärung der Moste aus den verschiedenen Bodenbearbeitungsvarianten erbrachte keine Unterschiede. Die signifikanten Unterschiede bei der Verkostungsbewertung konnten nicht eindeutig mit der Bodenbearbeitungsweise in Zusammenhang gebracht werden.

Schlagwörter: Rebe, Bodenbearbeitung, Nährstoffe, Stickstoffversorgung, Weinhaltstoffe, Weinqualität

Soil management with respect to nitrogen mobilization and nutrient supply of grapevines on loess soil. In the year 2000 the effects of different methods of soil management on the nutrient supply and the wine quality of organically grown 'Grüner Veltliner' grapevines (wide-spaced high culture training system) were investigated in the winegrowing region Donauland of Lower Austria (municipality: Großriedenthal). Under permanent green cover the mineral nitrogen content in the soil was significantly lower than under green cover only in each second row. Regarding the nitrogen demand of the vine the best results of the mineral soil nitrogen content were found by loosening up the soil by the end of April and breaking it open two weeks later. Permanent green cover inhibited shoot length development and the total acidity of the must was lower. The content of yeast assimilable nitrogen and the yield were reduced, but must density as well as potassium and ash contents of the wine were slightly higher. There were no differences in the vinification of the grapes of different origins. Significant differences in the sensory evaluation could not be related to different methods of soil cultivation.

Key words: grapevine, soil management, nutrients, nitrogen supply, wine contents, wine quality

Entretien du sol en vue de la mobilisation de l'azote et de l'approvisionnement de la vigne en substances nutritives sur un sol de loess. En l'an 2000, des essais ont été effectués avec le cépage 'Grüner Veltliner' dans un vignoble productif, conduite sous forme de vigne haute et large dans la région viticole Donauland (Basse-Autriche, commune de Großriedenthal). Les essais ont porté sur le travail du sol et ses effets sur la qualité du vin dans le cadre d'une ex-

exploitation biologique. La teneur du sol en azote minéralisable a été sensiblement plus faible lorsque l'enherbement n'était pas perturbé, qu'avec une perturbation mécanique de l'enherbement dans un inter rang sur deux. En ce qui concerne le besoin en azote de la vigne, la teneur du sol en azote minéralisable a été la plus favorable après un sous-solage fin avril suivi par un retournement mi-mai. Lorsque le sol enherbé n'avait pas été perturbé, le développement de la longueur du rameau était inhibé, et le moût présentait une acidité totale un peu moindre, une teneur réduite en azote disponible pour la levure et une densité du moût légèrement accrue en même temps qu'une réduction du rendement. Par la suite, on a remarqué dans le vin des teneurs légèrement accrues en potasse et en cendres. Aucune différence n'a pu être constaté quant à la fermentation des moûts provenant de sols travaillés de manière différente. Il n'a pas été possible d'établir que les différences significatives constatées lors de l'évaluation sensorielle sont liées à la méthode du travail du sol.

Mots clés : vigne, travail du sol, substances nutritives, approvisionnement en azote, composants du vin, qualité du vin

Im Weinbau ist heute eine qualitätsorientierte Produktion unumgänglich, um qualitativ hochwertige Produkte anbieten und diese kostendeckend vermarkten zu können. Es treten jedoch immer wieder Probleme bei der Qualität des Traubenmaterials und später bei der Weinqualität auf, deren Ursachen unter anderem in der Weingartenbearbeitung zu suchen sind. Neben den wichtigen Kriterien zur Bestandsgründung, wie beispielsweise die Wahl von Edelreis und Unterlage sowie von Anlage- und Erziehungsform, ergeben sich für den Winzer jährlich während der Vegetationsperiode weitere Möglichkeiten der Einflussnahme auf Qualität und Ertrag.

Besonders im Rahmen des Bewirtschaftungssystems „Biologischer Weinbau“, aber auch bei anderen naturnahen Bewirtschaftungsweisen im Rebanbau, in denen die Fahrgassen begrünt sind, ist zur Produktion von hoher Weinqualität auf die optimale Nährstoffversorgung der Rebe - besonders im Hinblick auf Stickstoff - zu achten. Gerade im Trockengebiet sind die Faktoren Begrünung sowie Nährstoff- und Wasserversorgung besonders zu beachten.

In diesem Zusammenhang ist der zeitliche Verlauf der Stickstoffaufnahme der Rebe von großer Bedeutung. Nach LÖHNERTZ (1988) setzt eine nennenswerte Stickstoffaufnahme erst mit dem Austrieb der Reben ein. Die Hauptmenge an Stickstoff wird in der Zeit der Blüte der Reben bis zum Beginn der Reife aufgenommen. Während dieses Vegetationsabschnittes sind zwei deutliche Aufnahmemaxima vorhanden, und zwar in den beiden Wochen nach der Blüte und in den beiden Wochen nach Erreichen des Stadiums Reifebeginn.

Unter Beachtung dieses Stickstoffaufnahmeverhaltens ist die Stickstoffdynamik im Boden von entscheidender Bedeutung für die Versorgung der Rebe. Nach HEIGEL (1995) zeigt sich unter Dauerbegrünung eine wesentlich geringere N-Dynamik während der Vegetationszeit als

bei Teilzeitbegrünung - trotz ausreichender Mineralstoffgehalte im Boden. Die geringeren NO₃-Gehalte bei Dauerbegrünung gegenüber Teilzeitbegrünung sind assoziiert mit geringeren Bodenfeuchtegehalten, die Nährstoffverfügbarkeit ist dadurch stark verringert. Die bei Dauerbegrünung gegenüber Teilzeitbegrünung verringerten Nährstoffaufnahmen aus dem Boden spiegeln sich in den geringeren Stickstoffgehalten der Blätter, besonders jedoch im geringeren Mineralstoff- und Stärkegehalt des Rebholzes wider. HEIGEL (1995) meint weiter, dass sich durch die ganzflächige Dauerbegrünung der Traubenertrag gegenüber der Teilzeitbegrünung verringert, allerdings ohne positive Auswirkungen auf das Mostgewicht zu haben. Laut HEIGEL (1995) fallen die Extraktwerte mit zunehmendem Rückgang der vegetativen und generativen Leistung durch Dauerbegrünung massiv ab. Die Weine aus teilzeitbegrüntem Varianten wurden im Vergleich zu denen bei Dauerbegrünung in der Tendenz etwas besser bewertet.

Ähnliche Aussagen macht HINKEL (1992). Demnach sind bei Weinen aus offen gehaltenen Parzellen die Restextraktwerte in allen Jahren deutlich höher gelegen als bei Weinen aus dauerbegrüntem Parzellen. Bei den Jahrgängen 1987 und 1988 haben die Prüfer die Weine aus dauerbegrüntem Parzellen wegen ihrer von einer harmonisch eingebundenen Säure geprägten, frischeren, fruchtigeren Art jedoch besser bewertet als Weine aus offen gehaltenen Parzellen. Beim Jahrgang 1989 mit zeitweiligem Wasserstress sind mit großer Deutlichkeit die Weine aus offen gehaltenen Varianten den dünneren, ausdrucksärmeren Weinen aus dauerbegrüntem Varianten vorgezogen worden.

Auch MAIGRE et al. (1995) kelterten die Trauben aus den wichtigsten Begrünungsversuchsvarianten von 1989 bis 1993 separat. In einigen Fällen wurde die Weinqualität beeinträchtigt, wenn die Konkurrenz der Begrünung sehr stark war. Das Bouquet dieser Weine war maskiert

oder verändert, am Gaumen wurden stark bittere Noten und Adstringenz wahrgenommen. Die Moste von Versuchspartzen, die einem Stress durch Stickstoffmangel unterworfen gewesen waren (bedingt durch die Düngung und/oder die Begrünung), enthielten einen niedrigen Gehalt an stickstoffhaltigen Verbindungen. Die Gärdauer erwies sich als ziemlich eng korreliert mit dem Gehalt an Stickstoffverbindungen im Most und dem Stickstoffgehalt in den Blättern. Es wurden Gärstörungen beobachtet, wenn der Stickstoffgehalt in den Blättern unter 1,6% sank. Im analytischen Bereich ließen sich noch andere Beobachtungen machen, wenn die Reben gestresst waren: Zunahme des Phosphorgehalts in den Blättern, im Most und im Wein; Zunahme des Calciumgehalts in den Blättern und im Most und verminderter Äpfelsäuregehalt im Most.

Ähnliche Befunde erstellten auch MAIGRE und AERNY (2000b) und WAGENITZ (2000). Sie erkannten einen Einfluss der Art und Intensität der Bodenbewirtschaftung auf die Nährstoffversorgung der Rebe. Besonders stark reagierte die Stickstoffversorgung, dies zeigten die Ergebnisse der Messungen sowohl in den Rebblättern wie auch im Most. Die Aminosäurekonzentrationen hatten deutliche Unterschiede zwischen den Varianten aufgewiesen. Dies galt auch für die Gärintensität, die in den Mosten aus der dauerbegrünten Parzelle deutlich verlangsamt gewesen war, bis hin zum Steckenbleiben der Gärung.

Nach STEINBERG (2000) ist die Rebernahrung so auszurichten, dass der zeitliche und absolute Bedarf an Nährelementen gedeckt wird. Gerade der Stickstoffbedarf kann bei Begrünung der Rebanlage zu einer temporären Konkurrenzsituation führen, sowohl hinsichtlich der N-Aufnahme als auch der Wasserversorgung. Die N-Zufuhr muss also richtig terminiert sein, über dem Entzug von etwa 25 bis 30 kg/ha liegen und natürlich dem Bodenpflegesystem, dem Humusgehalt und der Witterung angepasst sein. Durch eine sachgerechte Handhabung der Faktoren Dauer- und Teilzeitbegrünung wird der Wasserhaushalt geschont, die Verfügbarkeit von Stickstoff zur rechten Zeit gemanagt, der Wuchs der Reben gesteuert, die Erträge nach Menge und Güte positiv beeinflusst und der Weinbau umweltschonend gestaltet.

Nach PERRET (1993), CORVERS (1994) und STOTZ (1994) kann das zeitliche Stickstoffangebot im Boden durch Bodenpflegemaßnahmen mit dem Aufnahmerhythmus der Rebe in Übereinstimmung gebracht werden. Während Zeiten geringen Nährstoffbedarfs lässt man die natürliche Begrünung des Bodens wachsen. Wichtig ist

vor allem, dass im Herbst möglichst lange eine wachsende Begrünung vorhanden ist, Auswaschungsverluste während des Winters können damit vermindert werden. Zum 5- bis 8-Blatt-Stadium im Frühjahr gilt es demgegenüber die Konkurrenz der Begrünung durch Mähen, Mulchen oder Hacken auszuschalten.

Auch FIDESSER (2001) beschreibt eine mögliche Steuerung der Stickstoffnachlieferung unter Begrünung durch den richtigen Einsatzzeitpunkt der Bodenbearbeitungsgeräte.

Laut FOX und RUPP (1990) kann im Zusammenspiel mit einem artenreichen Begrünungsbestand (Leguminosen) die mineralische Stickstoffdüngung auf ein Mindestmaß gesenkt, wenn nicht sogar überflüssig gemacht werden. Andererseits wird die Gefahr einer Nitratauswaschung durch eine Mineralisierung zur „Unzeit“ gemindert.

STOTZ (1994) meint, dass bei verschiedenen bodenklimatischen Standortbedingungen eine adäquate Nährstoffversorgung der Reben über alternative Stickstoffquellen (Leguminosengründung) ohne eine Vernachlässigung ökologischer und ökonomischer Belange längerfristig gewährleistet werden könnte.

HOFMANN (2000) stellt fest, dass die Begrünung ein wesentliches Kriterium ökologischer Bodenbewirtschaftung ist. Sie fördert die Bodenstruktur, verbessert die Wasserhaltekapazität, verhindert Erosion und stabilisiert die Nährstoffnachlieferung durch Stickstofffixierung und Aktivierung des Bodenlebens.

Die Begrünung bietet nach DELABAYS et al. (2000) für den Boden zwar viele Vorteile, sie kann aber auch eine Konkurrenz für die Kulturen bedeuten und negative Wirkungen auf Menge und Qualität der Ernte haben. Durch eine gute Wahl der verwendeten Begrünungsarten können diese Nachteile reduziert werden.

FARDOSSI et al. (1996) meinen, dass eine Bodenlockerung notwendig ist, um die N-Versorgung der Rebe zu verbessern und den Wasserverbrauch der Grasdecke zu vermindern.

Material und Methoden

Standort, Klima und Boden

Die Feldversuche zu dieser Arbeit wurden im Jahr 2000 in der KG Neudegg, Gemeinde Großriedenthal, im Bezirk Tulln (Niederösterreich) durchgeführt. Die Region ist dem Weinbaugebiet Donauland zugeordnet. Die Untersuchungen und Beobachtungen erfolgten in der Ried Wadenthal bei der Sorte 'Grüner Veltliner'.

Nach HARLFINGER und KNEES (1999) ist das Gebiet, in dem die Versuche durchgeführt wurden, dem pannonischen Klimaraum zuzuordnen. Dieser zeichnet sich durch auffallende Niederschlagsarmut, häufige Trockenperioden bzw. eine negative Wasserbilanz aus. Als relativ guter Anhaltspunkt für das Pannonikum kann der Bereich mit einer durchschnittlichen Jahresnieder-

Tab. 1: Monatliche Niederschlagshöhe in mm im Jahr 2000 an der Wetterstation des Rebschutzdienstes (RSD) und den Stationen der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) in Krems und Langenlois im Vergleich zum langjährigen Mittel

Monat	Messstation			Krems (ZAMG)*
	Krems (ZAMG)	Langenlois (ZAMG)	Neudegg (RSD)	
Jan.	24	18	-	20
Feb.	11	10	-	25
März	50	35	-	28
April	1	1	1	40
Mai	44	51	46	61
Juni	63	40	59	81
Juli	79	88	92	75
Aug.	140	126	123	62
Sept.	39	51	38	46
Okt.	33	40	-	26
Nov.	36	30	-	34
Dez.	41	35	-	24
Summe	561	525	-	522

*langjähriges Mittel 1961 - 1990

schlagsmenge von weniger als 600 mm herangezogen werden.

Bodenbeschreibung. Die Bodenbeschreibung des Versuchsstandortes (Tab. 2) erfolgte laut Österreichischer Bodenkartierung (ÖBK, 1974).

Bodenanalyse. Die Bodenproben wurden am 1. April 2000 entnommen und anschließend im Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft (nunmehr AGES) in Wien analysiert.

Wie in Tabelle 3 zu sehen ist, ergaben die Analysen, dass der Boden einen hohen Kalkgehalt hat. Die Versorgung mit den Nährelementen Phosphor, Kalium, Eisen, Mangan, Zink und Bor ist ausreichend bis hoch (Stufen C und D). In der Entnahmetiefe bis 20 cm liegt bei den Elementen Phosphor und Kalium sogar eine sehr hohe Versorgung vor (Stufe E). Der Gehalt des Nähr- bzw. Funktionselements Kupfer beträgt 40 mg pro 1000 g,

Tab. 2: Bodenbeschreibung Ried Wadenthal (ÖBK, 1974)

Parameter	Beschreibung
Landschaftsraum	Wagram, Höhere Terrassen und Hügelland
Bodentyp	Tschernosem aus Löß
Wasserverhältnisse	Mäßig trocken; mäßige Speicherkraft; mäßige Durchlässigkeit
Bodenart	A _{1p} , A ₂ : lehmiger Schluff C: lehmiger Schluff, Schluff oder sandiger Schluff
Humusverhältnisse	A _{1p} : mittelhumos A ₂ : mittel bis schwach humos
Kalkgehalt	Stark kalkhaltig; Karbonatgehalt im A _{1p} - und A ₂ -Horizont etwa 20%, im C-Horizont über 30%
Bodenreaktion	Alkalisch
Bearbeitbarkeit	Sehr gut zu bearbeiten
Natürlicher Bodenwert	Hochwertiges Ackerland, hochwertiger Weingartenboden, Gefahr der Wassererosion
Bodenschwere	Mittel – leicht / 50 cm
Gründigkeit	Tiefgründig (>70 cm)
Krumentiefe	Tiefkrumig (>40 cm)
Relief	Eben – leicht hängig: 0°-5°

Tab. 3: Bodenuntersuchungsergebnis der Rebanlage Grüner Veltliner, Ried Wadenthal (C,D, E - Versorgungsstufen)

Untersuchungsparameter	Entnahmetiefe (cm)	
	0 - 20	20 - 40
pH in CaCl ₂	7,8	7,7
Kalk-Test	5	5
Organ. Substanz (%)	1,8	C n.a.
P ₂ O ₅ in CAL/DL (mg/100g)	41	E 38 D
K ₂ O in CAL (mg/100g)	40	E 28 D
Eisen (mg/1000g)	64	C n.a.
Mangan (mg/1000g)	51	C n.a.
Kupfer (mg/1000g)	40	E n.a.
Zink (mg/1000g)	8	C n.a.
Bor (mg/1000g)	1,2	C n.a.

Tab. 4: Rebanlage im Versuch

Detaillierte Beschreibung der Versuchsanlage	
Riede	Wadenthal
Rebsorte	Grüner Veltliner
Unterlage	Kober 5BB
Pflanzverband	2,9 x 1,0 m
Stockanzahl pro ha	3448
Fläche je Stock	2,90 m ²
Erziehung	Hochkultur; Kordon mit 4 Zapfen à 4 Augen und 4 Ersatzzapfen à 1-2 Augen

was einer sehr hohen Versorgung mit diesem Element entspricht (Stufe E).

Versuchsordnung

Versuchsflächen. Für die Bodenbearbeitungsversuche wurde die Sorte 'Grüner Veltliner' ausgewählt, weil diese die Hauptsorte in der österreichischen Weinproduktion darstellt.

Bodenbearbeitungsvarianten. Die in der folgenden Tabelle 5 beschriebenen fünf Versuchsvarianten (A, B, C, D, E) wurden in Form von Langparzellen angelegt. Die Variante einer ganzjährig ungestört begrünter Fahrgasse sollte gegenüber Varianten, bei denen die Fahrgassen zu unterschiedlichen Zeitpunkten gelockert bzw. umgebrochen wurden, verglichen werden. Zwischen den variantenspezifisch gepflegten Fahrgassen lag jeweils eine ganzjährig begrünzte ungelockerte Fahrgasse, deren Begrünung kurz gehalten wurde. Der Unterstockbereich wurde überall ganzjährig offengehalten. Die Versuchsauswertung erfolgte immer in den beiden Reihen beiderseits einer variantenspezifischen Fahrgasse, also in zwei Reihen pro Variante mit je 113 Stöcken pro Reihe.

Versuchsdurchführung

Bodenbearbeitung, Bodenprobenentnahme, mineralisierbarer Stickstoff. Die Bodenbearbeitung in den Fahrgassen wurde mittels Unterbodenlockerer, Pflug, Fräse bzw. Drillsämaschine durchgeführt. Angebaut waren diese Geräte an einem 46 kW- oder einem 60 kW-Allradschlepper. Jede zweite Fahrgasse war ganzjährig begrünt. Die Begrünung wurde mit einem am Traktor angebauten Schlegelmulchgerät kurz gehalten. Der Unterstockbereich wurde ganzjährig mit einem

seitlich am Traktor angebauten Zwischenachsgerät offen gehalten.

Die Bodenprobenentnahme erfolgte an fünf Terminen zwischen Mitte Mai und Mitte September. Die Entnahme wurde händisch mit Erdbohrer und Schlegel aus einer Tiefe von 0 bis 60 cm durchgeführt. Pro Bodenbearbeitungsvariante und Termin wurden an acht gleichmäßig verteilten Stellen Bodenproben entnommen. Die entnommenen Proben jeder Variante wurden anschließend gut durchmischt und in Kunststoffbeutel gefüllt. Unter Kühlung in Kühlboxen und im Kühlschrank wurden sie ins Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft (nunmehr AGES, Wien) gebracht und dort auf den Gehalt an mineralisierbarem Stickstoff analysiert.

Beerenreifeanalyse. Ab Anfang Juli bis hin zur Ernte wurde in Intervallen von ca. sieben Tagen bei allen Varianten die Beerenreife anhand von Mostgewicht, pH-Wert und Gehalt an titrierbaren Säuren bestimmt. Zu diesen Terminen erfolgte auch eine Bestimmung des 100-Beeren-Gewichts. Das Beerenmaterial wurde stets in Kühlboxen transportiert und noch am selben Tag aufgearbeitet und analysiert. Der Probenumfang betrug 100-Beeren je Variante und Wiederholung. Die Beeren wurden gleichmäßig verteilt von beiden Seiten der Laubwand, von der Vorder- und Rückseite der Trauben und immer vom oberen, mittleren und unteren Drittel der einzelnen Trauben entnommen. Im Labor wurde zuerst das 100-Beeren-Gewicht bestimmt. Anschließend wurden die Beeren in den Frischhaltesäckchen mittels Handballen gequetscht und der austretende Saft in Eproutetten aufgefangen. Nach der Sedimentation der Trubstoffe erfolgte die Bestimmung des Mostgewichts ($^{\circ}\text{Oe}$) mit einem Seitz T/C Handrefraktometer. Der pH-Wert wurde mit einem pH-Meter (Modell

Tabelle 5: Bodenbearbeitungsvarianten

Variante	Maßnahme	Datum	Gerät und Durchführung
A	Ganzjährig begrünzte Fahrgasse		
B	Einmalige Lockerung der Begrünung Ende April	29.4.00	Unterbodenlockerer: zweimal je Gasse
C	Umbruch der Begrünung Mitte Mai	20.5.00	Unterbodenlockerer und Bodenfräse: zweimal je Gasse
		4.7.00	Pflug und Bodenfräse: zweimal je Gasse
		11.8.00	Bodenfräse: zweimal je Gasse; Drillsämaschine
D	Lockerung und Umbruch der Begrünung Ende April und Mitte Mai	29.4.00	Unterbodenlockerer: zweimal je Gasse
		20.5.00	Unterbodenlockerer und Bodenfräse: zweimal je Gasse
		4.7.00	Pflug und Bodenfräse: zweimal je Gasse
		11.8.00	Bodenfräse: zweimal je Gasse; Drillsämaschine
E	Lockerung und später Umbruch der Begrünung Ende April und Anfang Juli	29.4.00	Unterbodenlockerer: zweimal je Gasse
		4.7.00	Pflug und Bodenfräse: zweimal je Gasse
		11.8.00	Bodenfräse: zweimal je Gasse; Drillsämaschine

CG 822) ermittelt. Die Bestimmung des Gehalts an titrierbaren Säuren (g/l) erfolgte mit n/10 KOH (Blaulauge) bis zum Umschlagspunkt (pH-Wert = 7).

Traubenernte und Ertragsbestimmung. Die Ernte der Trauben erfolgte am 11. September. Die Wiederholungen der einzelnen Varianten wurden dazu immer getrennt in 400 kg-Kunststoffboxen gelesen und die einzelnen Boxen auf der elektronischen Brückenwaage des Raiffeisen-Lagerhauses Großriedenthal abgewogen. Anschließend gelangten von jeder Variante ca. 20 kg Trauben zur Mikrovinfikation.

Weinbereitung und Gärtests. Das Traubenmaterial wurde zur Weinherstellung in das Versuchslabor im Keller des Instituts für Pflanzenschutz, Universität für Bodenkultur, gebracht, dort mit einer kleinen Traubemühle gequetscht und mit einer vertikalen hydrostatischen Schlauchpresse ausgepresst. Der Traubenmost wurde anschließend in 25 l-Ballons gefüllt und bei circa 18 °C zu Wein vergoren. Zur Beobachtung des Gärverlaufs wurde täglich der Zuckergehalt bestimmt. Die alkoholische Gärung erfolgte bewusst ohne Zusatz von Reinzuchthefer. Nach Ende der Gärung wurden die Weine in kleinere Ballons abgezogen, mit Kaliumpyrosulfit auf 70 mg/l SO₂ aufgeschwefelt und vollständig aufgefüllt. Mittels jodometrischer Titration erfolgte Mitte Dezember eine Kontrolle der freien Schwefeligen Säure und danach eine nochmalige Aufschwefelung auf 50 mg/l freies SO₂. Die Flaschenfüllung erfolgte schließlich am 16. Jänner 2001.

Analysen der Moste und Weine. Die über die üblichen Reifeparameter hinausgehende Analyse der Moste wurde am Bundesamt für Weinbau in Eisenstadt durchgeführt. Die Mostproben aus den Beerenreifeanalysen vom 1., 11., 22. und 31. August sowie vom 7. und 12. September wurden in Kunststofffläschchen gefüllt und anschließend sofort tiefgefroren. Im Dezember erfolgte die Ermittlung des pH-Wertes sowie der Gehalte an hefeferwertbarem Stickstoff, Zucker, Asche, titrierbaren Säuren, Weinsäure, Äpfelsäure, Citronensäure, Kalium, Calcium, Magnesium, Natrium, Kupfer und Phosphor (P₂O₅).

Die analytische Beurteilung der Weine wurde ebenfalls am Bundesamt für Weinbau in Eisenstadt durchgeführt.

Bestimmung des Blattstickstoffgehalts. Die Rebblätter zur Analyse des Blattstickstoffgehalts wurden am 7. Juni, am 21. Juli und am 19. September entnommen. Die Entnahme von 30 Blättern je Variante und Termin erfolgte folgendermaßen: Es wurde immer von 30 gleichmäßig über die jeweilige Langparzelle verteilten Stöcken ein Rebblatt entnommen. Dabei entnahm

man immer jenes Blatt, das sich genau gegenüber dem Geschein am stammnächsten Trieb befand. Die Blätter wurden in Frischhaltesäckchen ins Institut für Pflanzenschutz transportiert und dort luftgetrocknet. Nach erfolgter Trocknung wurden sie mit einer Kaffemühle zermahlen und in Papiersäckchen gefüllt. Die Analyse des Blattstickstoffgehalts und der Gehalte an Phosphor, Kalium, Calcium, Magnesium, Bor, Eisen, Mangan, Kupfer und Zink erfolgte schließlich im Jänner 2001 im Versuchszentrum Laimburg in Südtirol.

Weinverkostung. Die Weinverkostung erfolgte in mehreren Gruppen mit Vertretern aus der Winzerschaft und der Gastronomie sowie mit Laienkostern und mittels zweier verschiedener Methoden. Bei der ersten Methode mussten die Verkoster die Weine anhand einer unstrukturierten Skala (0 bis 100) beurteilen, wobei 100 der Optimalwert war. Bei der zweiten Methode wurde eine Rangreihung der Weine durchgeführt, wobei die Anzahl der Weine im jeweiligen Versuch gleichzeitig die Anzahl der zu vergebenden Ränge war. Die Reihung erfolgte aufsteigend, also Rang 1 war der beste Wert.

Statistische Auswertung. Die Versuchsergebnisse wurden mit dem Statistikpaket STATGRAPHICS 4.0 mit Hilfe der Varianzanalyse in Kombination mit dem F-Test durchgeführt. Mittels Multiple Range Test erfolgte die Ermittlung der Unterschiede zwischen den Mittelwertgruppen. Die Differenzen der Mittelwerte mit unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant voneinander. Signifikanzgrenzen wurden nach EHRENDORFER (1958) benutzt (Wahrscheinlichkeit: $P \leq 0,001$ = „sicher“ bzw. ***; $P \leq 0,01$ = „hoch signifikant“ bzw. **; $P \leq 0,05$ = „signifikant“ bzw. *; $P > 0,05$ = „nicht signifikant“ bzw. n.s.).

Ergebnisse

Mineralisierbarer Stickstoff

Tab. 6: Mineralisierbarer Stickstoff (NO₃⁻ und NH₄⁺) im Boden (0 - 60 cm) in Abhängigkeit von Bodenbearbeitung und Zeitpunkt der Probenahme im Jahr 2000

Variante	Datum				
	17.5.	7.6.	19.7.	21.8.	18.9.
A	25	33	23	32	32
B	52	60	27	27	37
C	n.a.	65	54	54	64
D	n.a.	71	50	59	68
E	n.a.	n.a.	36	59	68

n.a. = nicht analysiert

Aus den Ergebnissen in Tabelle 6 ist ersichtlich, dass eine Unterbodenlockerung Ende April (Variante B) mit Werten von 52 kg N/ha am 17. Mai und 60 kg N/ha am 7. Juni bereits eine beachtliche Mobilisierung von Stickstoff zur Folge hatte. Da aber eine weitere Bodenbearbeitung während der übrigen Vegetationsperiode in dieser Variante nicht mehr durchgeführt wurde, glichen sich die Stickstoffgehalte jenen der Variante A (ganzjährig begrünte Fahrgasse) mit Werten von 23 bis 33 kg N/ha an. Der Bodenumbruch in den Varianten C und D am 20. Mai bewirkte eine Stickstoffmobilisierung, wie aus den erhöhten Analysewerten Anfang Juni mit 65 kg N/ha und 71 kg N/ha ersichtlich ist. Dabei ist zu beachten, dass in der Variante D auch schon Ende April der Unterboden gelockert wurde. Die Bodenlockerung am 4. Juli brachte in den Varianten C und D offensichtlich keinen zusätzlichen Stickstoffmineralisierungseffekt mehr. Der Stickstoffgehalt blieb allerdings im Vergleich zu den Varianten A und B auf konstant hohem Niveau, und zwar im Bereich zwischen 50 und 59 kg N/ha im Juli und August. Dass der Bodenumbruch am 4. Juli aber ebenfalls eine Stickstoffmineralisierung bewirkte, ist aus den erhöhten Analysewerten der Variante E am 21. August und am 18. September mit 59 und 68 kg N/ha ersichtlich. Bei dieser Variante wurde zuvor nur Ende April der Boden sehr seicht gelockert. Am letzten Probenahmetermin im September ist bei allen Varianten außer bei Variante A ein leichter Anstieg des Stickstoffgehalts gegenüber den beiden Terminen im Juli und August erkennbar. Außerdem liegen die Werte der umgebrochenen Varianten C, D und E mit 64 und 68 kg N/ha deutlich über jenen der begrünten Varianten mit 32 und 37 kg N/ha. Die sehr hohen Niederschlagsmengen im August (Tab. 1) dürften dabei einen Einfluss gehabt haben.

Vegetative Leistung

Triebblängenentwicklung in den Monaten Juli und August. Aus Tabelle 7 ist zu erkennen, dass die Trieb-

Tab. 7: Triebblängenentwicklung (cm) in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung

Variante	Datum	
	12.7.2000	28. 8.2000
A	57 b	62
B	68,5 ab	78
C	81 a	81,5
D	72 ab	74
E		74
F-Wert	3,76 *	1,0 n.s.

längen in den fünf Bodenbearbeitungsvarianten nur im Juli statistisch signifikante Unterschiede aufwiesen. Dabei zeigte vor allem die unbearbeitete Variante mit einer durchschnittlichen Trieblänge von nur 57 cm am ersten Beobachtungstermin einen schwächeren Wuchs als alle anderen Varianten, bei denen die durchschnittliche Trieblänge zwischen 68,5 cm und 81 cm lag. Die erkennbaren Unterschiede im August sind nicht statistisch abgesichert. Bei der Interpretation dieses Ergebnisses ist allerdings zu beachten, dass bei allen Varianten die aus der Laubwand weit in die Rebasse ragenden Triebe zwischen erstem und zweitem Messtermin bearbeitungsbedingt maschinell eingekürzt werden mussten.

Nährstoffgehalte der Rebblätter. Wie aus den Abbildungen 1 bis 5 ersichtlich ist, lassen die geringen Unterschiede bei den analysierten Hauptnährelementen in den Rebblättern der Sorte 'Grüner Veltliner' außer bei den Elementen Kalium und Magnesium keinen sehr deutlichen Einfluss der Bodenbearbeitung erkennen. In Abbildung 3 ist zu sehen, dass die Kaliumgehalte bei den umgebrochenen beziehungsweise gelockerten Varianten B, C, D und E niedriger sind als bei der unbearbeiteten Variante A, die an allen drei Probenahmeterminen den höchsten relativen Anteil Kalium an der Trockenmasse aufweist. Zum dritten Probenahmetermin am 19. September liegt der relative Kaliumanteil der drei umgebrochenen Varianten C, D und E bei durchschnittlich 0,88%, während er bei der unbearbeiteten

Abb. 1: Stickstoffgehalt im Rebblatt

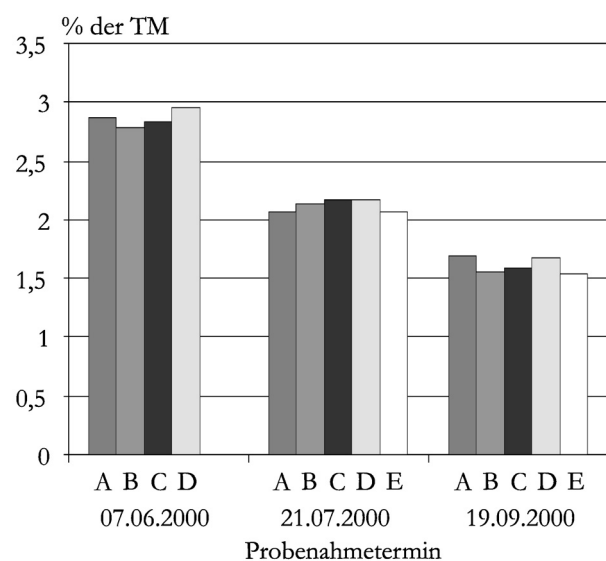


Abb. 2: Phosphorgehalt im Rebblatt

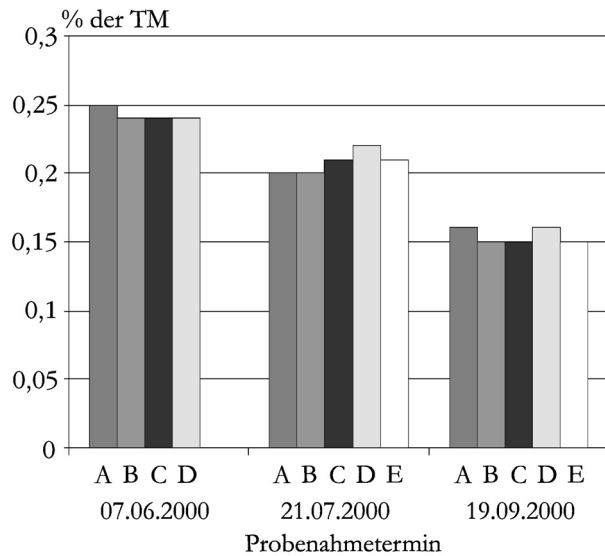
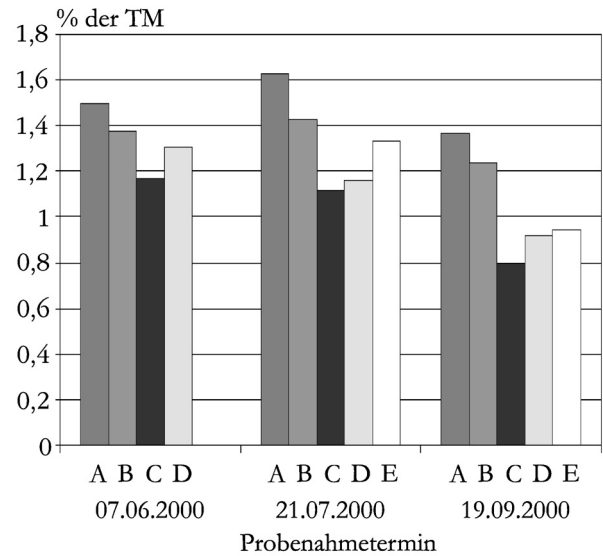


Abbildung 3: Kaliumgehalt im Rebblatt



Variante A 1,37% beträgt. Der relative Kaliumgehalt der nur einmal im April mit dem Unterbodenlockerer bearbeiteten Variante B liegt bei 1,24%.

In Abbildung 5 sind Unterschiede im Magnesiumgehalt zwischen den Varianten zu sehen. Die unbearbeitete Variante A weist an allen drei Probenahmeterminen den jeweils geringsten Magnesiumgehalt auf. Im Durchschnitt der drei Termine errechnet sich ein Anteil von 0,56% an der Trockenmasse. Hingegen sind bei den

umgebrochenen Varianten C und D höhere Werte zu erkennen. Der Durchschnittswert aus den drei Terminen beträgt bei Variante C 0,70% und bei Variante D 0,66% Magnesiumanteil an der Trockenmasse.

Weiters ist aus den Abbildungen 1 bis 5 Folgendes erkennbar: Der prozentuelle Anteil des Stickstoffgehalts an der Trockenmasse der Blätter nimmt bei allen Varianten im Jahresverlauf ab. Der Anteil sinkt von durchschnittlich 2,86% im Juni auf durchschnittlich

Abbildung 4: Calciumgehalt im Rebblatt

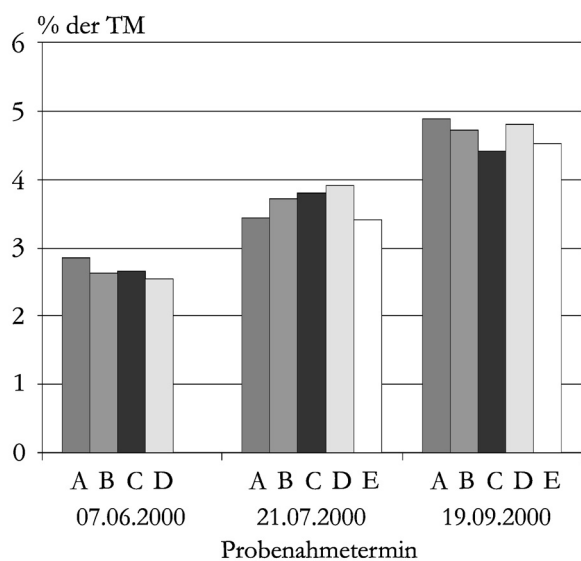
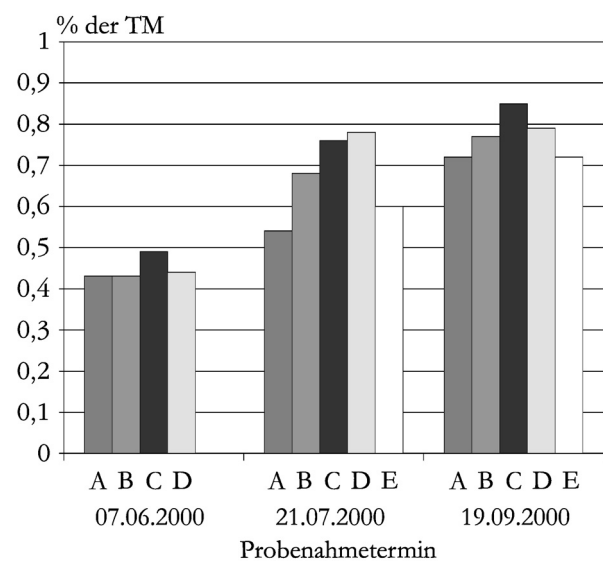


Abbildung 5: Magnesiumgehalt im Rebblatt



1,61% im September. Die prozentuellen Anteile von Phosphor und Kalium an der Trockenmasse nehmen im Jahresverlauf ebenfalls leicht ab. Im Durchschnitt aller Varianten sinkt der Gehalt an Phosphor von 0,24% auf 0,15% und der Gehalt an Kalium von 1,34% auf 1,05%. Anders verhalten sich die Nährstoffe Calcium und Magnesium, deren relative Anteile an der Trockenmasse von Juni bis September ansteigen. Die Durchschnittswerte von Calcium liegen zwischen 2,66% im Juni und 4,67% im September, jene von Magnesium zwischen 0,45% im Juni und 0,77% im September.

Generative Leistung

Säuregehalt des Mostes. Wie aus Tabelle 8 ersichtlich ist, nahm der Gesamtsäuregehalt im Zuge des Reifungsprozesses von Juli bis September deutlich ab. Der Durchschnitt über alle Varianten betrug am 3. Juli 41,5 g/l und sank bis zum 12. September auf 7,1 g/l. An drei von acht Analyseterminen waren statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Varianten vorhanden.

Ab Ende August war ein zahlenmäßig eindeutig geringerer Säuregehalt in der ungelockerten Variante A im Vergleich zu den anderen Varianten zu beobachten. Der Wert betrug am 12. September 6,4 g/l bei Variante A und 7,2 g/l im Durchschnitt der anderen Varianten.

pH-Wert des Mostes. In Tabelle 9 ist zu erkennen, dass der pH-Wert im Zuge des Reifungsprozesses von Juli bis September deutlich zunahm, und zwar von durchschnittlich 2,27 am 3. Juli auf durchschnittlich 3,18 am 12. September. Die statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten bei den pH-Werten im Juli waren zu den späteren Analyseterminen nicht mehr vorhanden. Allerdings konnte man bei der ungelockerten Variante A tendenziell höhere pH-Werte erkennen.

Mostgewicht. Das Mostgewicht (Tab. 10) stieg im Jahresverlauf im Zuge des Reifungsprozesses deutlich an, und zwar von durchschnittlich 19,5 °Oe am 3. Juli auf durchschnittlich 92,5 °Oe am 12. September. Zwischen den verschiedenen Varianten waren allerdings

Tab. 8: Gehalt an titrierbarer Säure (g/l) im Traubenmost im Jahresverlauf

Variante	Datum							
	3.7.2000	14.7.2000	30.7.2000	11.8.2000	21.8.2000	31.8.2000	6.9.2000	12.9.2000
A	42,4a	41,4b	30,1	17,5	10,3	7,0	6,0	6,4c
B	42,4a	40,4b	30,1	17,6	11,0	7,4	6,9	7,2ab
C	41,9a	41,2b	32,6	18,6	10,5	7,6	6,6	7,6a
D	40,8ab	41,7b	33,4	17,9	10,4	7,4	6,7	7,4a
E	39,9b	43,3a	33,3	17,9	9,9	7,2	6,6	6,7bc
F-Wert	3,62*	5,95**	2,69n.s.	0,26n.s.	2,24n.s.	0,63n.s.	4,59n.s.	12,85**

Tab. 9: pH-Werte im Traubenmost im Jahresverlauf

Variante	Datum							
	3.7.2000	14.7.2000	30.7.2000	11.8.2000	21.8.2000	31.8.2000	6.9.2000	12.9.2000
A	2,30a	2,37a	2,39	2,57	2,87	3,21	3,32	3,28
B	2,27b	2,37ab	2,35	2,57	2,84	3,19	3,22	3,22
C	2,25b	2,36abc	2,34	2,55	2,85	3,19	3,24	3,09
D	2,26b	2,35bc	2,32	2,56	2,83	3,18	3,21	3,12
E	2,27b	2,34c	2,34	2,57	2,87	3,21	3,25	3,20
F-Wert	5,84**	4,70*	7,01**	0,28n.s.	1,03n.s.	0,37n.s.	4,57n.s.	3,61n.s.

Tab. 10: Zuckergehalt des Traubenmostes im Jahresverlauf. (°Oechsle)

Variante	Datum							
	3.7.2000	14.7.2000	30.7.2000	11.8.2000	21.8.2000	31.8.2000	6.9.2000	12.9.2000
A	20,5	20,5	40,0	55,0	78,0	86,5	90,5	95,0
B	19,5	19,5	36,5	55,5	75,0	87,0	88,5	92,0
C	19,0	19,5	35,5	54,5	74,5	84,5	88,5	93,0
D	19,5	20,0	35,0	53,0	70,5	84,0	90,0	90,0
E	19,5	20,5	35,0	53,0	76,0	86,0	89,0	92,0
F-Wert	2,13 n.s.	2,36 n.s.	2,63 n.s.	0,37 n.s.	1,33 n.s.	0,51 n.s.	0,30 n.s.	1,10 n.s.

Tab. 11: 100-Beerengewicht (g) im Jahresverlauf

Variante	Datum						
	3.7.2000	14.7.2000	30.7.2000	11.8.2000	21.8.2000	31.8.2000	6.9.2000
A	38,7c	61,5bc	92,0	132,3	155,8	160,6	162,6
B	41,7bc	65,4abc	94,5	141,3	164,3	172,3	177,4
C	44,9ab	68,7a	95,9	140,2	166,4	172,8	174,6
D	48,4a	67,0ab	94,1	147,3	174,6	177,4	180,1
E	45,7a	59,6c	85,1	129,2	158,9	165,4	169,2
F-Wert	8,94***	3,45*	1,53n.s.	1,77n.s.	2,33n.s.	2,03n.s.	1,57n.s.

keine statistisch signifikanten Unterschiede vorhanden. Zahlenmäßig konnte man bei der unbearbeiteten Variante A allerdings an sechs von acht Beobachtungsterminen die höchsten Werte feststellen.

100-Beeren-Gewicht. Das 100-Beeren-Gewicht (Tab. 11) stieg im Jahresverlauf von durchschnittlich 43,9 g am 3. Juli auf durchschnittlich 172,8 g am 6. September. Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den verschiedenen Varianten waren nur an zwei von sieben Probenahmeterminen vorhanden. Auch bei dieser Variablen war wieder eine zahlenmäßige Abweichung der ungelockerten Variante über fast alle Probenahmeterminen erkennbar. Das 100-Beeren-Gewicht dieser Variante lag beispielsweise am 6. September mit 162,6 g unter jenem der anderen Varianten, deren Gewicht zwischen 169,2 g und 180,1 g lag.

K, Ca, Mg, Na und P im Most. Der Kaliumgehalt des Mostes stieg im Zuge des Reifeprozesses von durchschnittlich 448 mg/l am 1. August auf durchschnittlich 666 mg/l am 12. September an. Variantenspezifische Tendenzen, wie beim relativen Kaliumanteil in der Trockenmasse der Blätter, konnten hier nicht festgestellt werden.

Der Calciumgehalt des Traubenmostes betrug am 1. August durchschnittlich 141 mg/l. Der Gehalt sank dann am 11. August sehr stark, und zwar auf 54 mg/l im Durchschnitt aller Varianten. Die Durchschnittswerte an den weiteren vier Beobachtungsterminen waren relativ konstant. Sie betragen 62 mg/l, 57 mg/l, 62 mg/l und 72 mg/l. Bodenbearbeitungsbedingte Besonderheiten waren auch hier nicht zu erkennen.

Der durchschnittliche Magnesiumgehalt des Traubenmostes betrug am 1. August 84 mg/l. An den weiteren fünf Beobachtungsterminen lagen die Werte zwischen 45 mg/l und 69 mg/l im Durchschnitt aller Varianten. Dabei waren weder im zeitlichen Vergleich noch im Vergleich der Bodenbearbeitungsvarianten Tendenzen in eine Richtung erkennbar.

Die in Tabelle 12 angeführten Natriumgehalte der Moste lagen im Durchschnitt der Varianten zum jeweiligen

Tab. 12: Natriumgehalt im Most (mg/l) im Verlauf des Jahres 2000

Variante	1.8.	11.8.	22.8.	31.8.	7.9.	12.9.
A	8	6	8	n.a.	4	3
B	10	6	8	8	4	14
C	10	14	18	12	15	12
D	6	12	7	8	20	6
E	10	6	9	14	12	7

n.a. = nicht analysiert

Tab. 13: Hefeverwertbarer Stickstoff im Most (mg/l) im Jahresverlauf

Variante	11.8.	22.8.	31.8.	7.9.	12.9.
A	167	283	n.a.	249	262
B	193	286	260	275	308
C	266	334	274	293	334
D	257	304	272	275	289
E	272	287	300	286	308

n.a. = nicht analysiert

Termin zwischen 8,4 mg/l und 11,0 mg/l. Auffallend war hier, dass die Natriumgehalte der Variante A immer im unteren Bereich lagen. Auch der eindeutig geringste Wert mit 3 mg/l am 12. September wurde bei der Variante A festgestellt. Tendenzen im zeitlichen Verlauf konnten in den Monaten August und September keine festgestellt werden.

Der P₂O₅-Gehalt stieg von 0,13 g/l im Durchschnitt aller Varianten am 1. August auf durchschnittlich 0,24 g/l am 12. September an. Einflüsse der unterschiedlichen Bodenbearbeitungsvarianten waren nicht zu erkennen.

Hefeverwertbarer Stickstoff (HVS) im Most. Wie in Tabelle 13 zu sehen ist, lagen die HVS-Gehalte der Moste allgemein auf hohem Niveau. Vergleicht man jedoch die HVS-Gehalte der verschiedenen Bodenbearbeitungsvarianten zu den jeweiligen Terminen untereinander, dann fällt auf, dass an allen Probenahmeterminen die HVS-Gehalte in den Mosten der Variante A im Vergleich zu den anderen Varianten am niedrigsten waren. Die Werte sind allerdings nicht statistisch abgesichert.

Tab. 14: Traubenertrag in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung

Variante	kg/Stock	kg/ha
A	2,56	8.800
B	3,21	11.100
C	3,21	11.100
D	3,80	13.050
E	3,53	12.150
F-Wert	1,85 n.s.	1,85 n.s.

Ertrag. Obwohl in Tabelle 14 keine statistisch signifikanten Unterschiede ausgewiesen sind, konnte, wie schon beim Beerengewicht, bei der ungelockerten Variante A ein zahlenmäßig geringerer Ertrag festgestellt werden. Der hochgerechnete Hektarertrag betrug bei der ungestörten dauerbegrünten Variante A 8.800 kg, während bei den anderen Bodenbearbeitungsvarianten der hochgerechnete Ertrag zwischen 11.100 kg/ha und 13.050 kg/ha lag.

Blatt/Frucht-Verhältnis. Aus Tabelle 15 sind Unterschiede in der Blattfläche ersichtlich, die in der ersten Spalte bezogen auf die Einheit ha auch statistisch signifikant sind. Die ungelockerte Variante A wies mit 7.702 m² pro ha eine geringere Blattfläche auf als alle anderen Varianten, bei denen die Werte zwischen 9.525 m² und 12.999 m² pro ha lagen. Der sehr niedrige Wert in der

Tab. 15: Blatt/Frucht-Verhältnis in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung

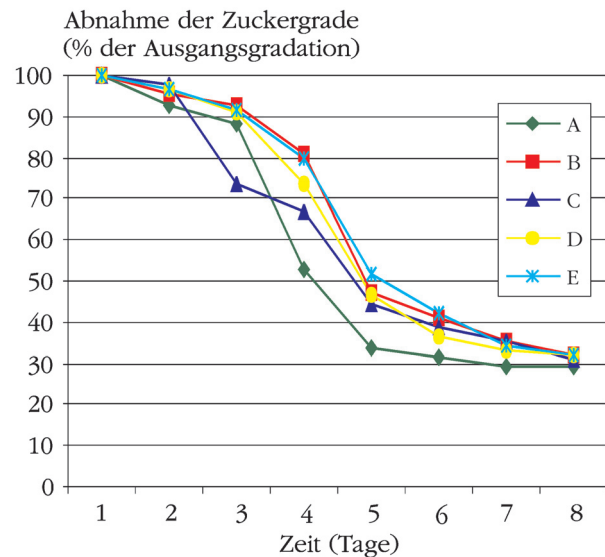
Variante	Blattfläche pro ha (m ²)	Blattfläche pro kg Trauben (m ²)
A	7702c	0,87
B	11733a	1,06
C	12999a	1,19
D	9525bc	0,73
E	11301ab	0,95
F-Wert	16,10 **	2,93 n.s.

Variante D erklärt sich durch einen Fehler bei der Versuchsdurchführung, da die Teilentblätterung der Traubenzone in dieser Rebanlage nicht gewollt von einer anderen Person durchgeführt wurde.

Weinbereitung und -analysen

Gärverhalten Die Moste aus den fünf Bodenbearbeitungsvarianten wurden in je einem 25 l-Glasballon vergoren. Wie in Abbildung 6 zu erkennen ist, war der Gärverlauf der Moste sehr ähnlich. Bei keiner Variante gab es eine Gärstockung. Beim Most aus Variante C be-

Abb. 6: Gärverlauf der Moste



gann die Gärung am schnellsten. Der Most aus Variante A war aber als Erster durchgegoren.

Ein eindeutiger Einfluss der Bodenpflege auf den Gärverlauf war somit nicht belegbar.

Chemische Analysen. Die in Tabelle 16 angeführten fünf Versuchsweine der Sorte 'Grüner Veltliner' lassen bei folgenden Parametern zahlenmäßige Tendenzen erkennen:

Der Aschegehalt war bei der unbearbeiteten Variante A mit 1,79 g/l im Vergleich zu den anderen Varianten eindeutig am höchsten. Dies steht im Zusammenhang mit dem erhöhten Kaliumwert im Wein der unbearbeiteten Variante A (744 mg/l) gegenüber dem Wein der Variante E mit 660 mg/l und der Variante B mit 625 mg/l. Ähnliches wurde auch bei den Reblattanalysen (Abb. 3) festgestellt.

Erwähnenswert ist, dass die Weine aus den Bodenbearbeitungsvarianten D und E erhöhte L-Milchsäurewerte und verringerte L-Äpfelsäurewerte im Vergleich zu den anderen Varianten aufwiesen, was auf einen unbeabsichtigten bakteriellen Säureabbau hinweist. Der Gehalt an flüchtigen Säuren ist in den Versuchsweinen unterschiedlich, der höchste Wert wurde im Wein der Variante C mit 1,0 g/l festgestellt, während im Wein der Variante A der Gehalt nur 0,4 g/l betrug.

Sensorische Beurteilung. Aus Tabelle 17 ist zu erkennen, dass sich bei der gedeckten Verkostung signifikante Unterschiede im t-Test ergaben. Trotz des hohen Gehalts an flüchtigen Säuren wurde der Wein der Bodenbearbeitungsvariante C bei beiden Bewertungsme-

Tab. 16: Analysenergebnisse der Weine aus den Bodenbearbeitungsvarianten.

Parameter	Variante				
	A	B	C	D	E
Dichte	0,9904	0,9911	0,9916	0,9912	0,9909
Alkohol (%vol)	13,7	13,3	12,9	13,0	13,4
Trockenextrakt (g/l)	21,1	21,6	22,2	21,4	21,6
Restzucker (g/l)	1,0	1,1	1,6	0,9	0,9
Extrakt zuckerfrei (g/l)	20,1	20,5	20,6	20,5	20,7
Extraktrest (g/l)	15,0	15,2	14,7	15,1	15,9
Asche (g/l)	1,79	1,57	1,53	1,48	1,62
Titrierbare Säuren (g/l)	5,1	5,3	5,9	5,4	4,8
Flüchtige Säuren (g/l)	0,4	0,7	1,0	0,7	0,6
Weinsäure (g/l)	1,9	2,2	2,5	2,6	2,2
P ₂ O ₅ (g/l)	0,14	0,11	0,11	0,14	0,15
Freie-SO ₂ (mg/l)	40	27	28	28	22
Gesamt-SO ₂ (mg/l)	87	97	82	110	103
L-Äpfelsäure (g/l)	2,0	1,8	1,9	0,2	0,4
D-Milchsäure (g/l)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
L-Milchsäure (g/l)	0,1	0,1	0,1	1,7	1,4
Glycerin (mg/l)	9,3	10,6	9,4	10,0	10,5
Kalium (mg/l)	744	625	588	568	660
Calcium (mg/l)	50	52	58	50	44
Magnesium (mg/l)	94	88	92	92	92
Natrium (mg/l)	8	10	8	10	8
Kupfer (mg/l)	0,2	0,2	0,2	0,3	0,1

Tab. 17: Verkostungsbewertung der Weine aus den Bodenbearbeitungsvarianten

Bewertung Variante	Unstrukturierte Skala n = 28	Rangreihung n = 28
A	37,2 c	3,71 a
B	48,4 b	2,71 b
C	60,1 a	1,67 c
D	37,9 c	3,00 b
E	30,3 c	3,89 a

thoden am besten bewertet, während die Weine aus den Varianten A und E beide Male am schlechtesten abschnitten. Die Weine aus den Varianten B und D lagen im Mittelfeld der Bewertungen.

Diskussion

Die im Rahmen dieser Arbeit unter Praxisbedingungen durchgeführten einjährigen Versuche konnten deutlich machen, dass sich durch eine entsprechend terminisierte Bodenbearbeitung in den begrünten Rebassen ein positiv zu beurteilender Mineralisierungseffekt bei Stickstoff erreichen lässt. Es zeigte sich, dass unter dem unbearbeiteten Boden die Stickstoff-Dynamik wesentlich geringer war als in gelockerten Flächen, wie bereits von PERRET et al. (1993), KALTZIN (1994), HEIGEL (1995), RUPP et al. (1995), WALG (1998) und HOFMANN

et al. (2001) beschrieben wurde. Auch FOX (2000) erkannte einen bodenpflegebedingten Einfluss auf die Verfügbarkeit von Stickstoff (NO₃⁻ und NH₄⁺). Durch teilweisen Umbruch der Begrünung wurden nach FOX (2000) Mineralstoffe und Nitrat freigesetzt, wogegen bei Dauerbegrünung während der Hauptbedarfsphase der Rebe ab Ende Juni bis Ende Juli sowie zum Zeitraum Reifebeginn und später keine ausreichende Verfügbarkeit an Stickstoff vorlag. FOX (2000) stellte bei permanenter Dauerbegrünung im Verlauf der Jahre 1993 bis 1999 eine sinkende Nitratverfügbarkeit fest. Im Rahmen dieser Arbeit konnte durch eine entsprechende Terminisierung der Bodenbearbeitung die Stickstoffmineralisierung zeitlich beeinflusst werden. Die Bearbeitung sollte so gesetzt werden, dass die Mineralisierung entsprechend dem Bedarfsrhythmus der Rebe, wie er von LÖHNERTZ (1988) beschrieben wurde, erfolgte. Bei einer Unterbodenlockerung Ende April in Verbindung mit einem Umbruch der Begrünung Mitte Mai lagen die Werte an mineralisierbarem Stickstoff im Boden zwischen 50 und 71 kg N/ha im Jahresverlauf. Beim ungestört begrüntem Boden fanden sich hingegen nur Werte zwischen 23 und 33 kg N/ha. Nach REDL et al. (1996) sollten N_{min}-Gehalte von 60 bis 70 kg N/ha zum Austrieb vorhanden sein. PERRET (1993) konnte das zeitliche Stickstoffangebot im Boden durch Bodenpflegemaßnahmen mit dem Aufnahmerhythmus der

Rebe in Übereinstimmung bringen. Demnach sollte im Herbst möglichst lange eine wachsende Begrünung vorhanden sein, um Auslaugungsverluste während des Winters zu vermindern. Im 5- bis 8-Blatt-Stadium konnte dann die Konkurrenz der Begrünung durch Mähen, Mulchen oder Hacken ausgeschaltet werden. STOTZ (1994) erzielte durch eine extensive Walz- und Mulchwirtschaft bei Leguminosengründung eine termingerechte Anlieferung von Stickstoff. Auch CORVERS (1994) erreichte durch Begrünungslockerung, zeitweisen Umbruch oder organische Düngemittel eine bedarfs- und termingerechte Stickstoffversorgung. Für FOX et al. (1990) und FOX (1996) dürfte ein Stören der Begrünung Anfang/Mitte Mai richtig sein, wobei auf Trockenstandorten der Termin noch etwas vorgezogen werden sollte. So zeigte sich laut RUPP et al. (1995) ein früherer Eingriffstermin im April gegenüber dem Termin im Mai als überlegen, weil sich dadurch die Frühjahrsniederschläge mit höherer Wahrscheinlichkeit positiv auswirken. Somit könnte im gewünschten Zeitraum (nach der Blüte bis zum Weichwerden) genügend Stickstoff angeboten werden. DÜTSCH et al. (1997) rieten für die weinbauliche Praxis, bei ausreichender Winterfeuchte und ausreichendem Wasserspeichervermögen des Bodens eine Winterbegrünung im Mai einzuarbeiten, damit die Rebe den Stickstoff bedarfsgerecht, besonders zwischen Blüte und Reifebeginn, zur Verfügung gestellt bekommt. Auch ZIEGLER (1998) empfahl den Bewuchs in den Rebassen spätestens Anfang bis Mitte Mai einzuarbeiten, um den in den Pflanzen gebundenen Stickstoff der Rebe zugänglich zu machen. REDL (1999) beurteilte die Begrünung bei richtigem Management ökologisch und ökonomisch positiv. Die Begrünung sollte nach REDL (1999) auf Trockenstandorten vor Beginn der kritischen Hauptbedarfszeit der Rebe (Mitte/Ende Mai) umgebrochen und durch eine mechanische Bodenbearbeitung eine Nährstoffmobilisierung herbeigeführt werden. STEINBERG (2000) meinte zu dieser Thematik, dass durch eine sachgerechte Handhabung der Faktoren Dauer- und Teilzeitbegrünung die Verfügbarkeit von Stickstoff zur rechten Zeit gemanagt, der Wasserhaushalt geschont und der Wuchs der Reben gesteuert wird. Ebenso beschrieb FIDESSER (2001) eine mögliche Steuerung der Stickstoffnachlieferung unter Begrünung durch den richtigen Einsatzzeitpunkt der Bodenbearbeitungsgeräte. In Zusammenhang mit dieser Thematik wurden in der Richtlinie für die „Kontrollierte Integrierte Produktion im Weinbau“ im Rahmen des Österreichischen Programms für eine umweltgerechte Landwirtschaft Ver-

bote und Gebote festgelegt. Demnach musste nach ÖWV (1998, 1999, 2000) der Weingarten in jeder Fahrgasse in der Zeit von 1. November bis 31. Mai begrünt oder bedeckt sein. Der Boden durfte in der Zeit von 15. April bis 31. Mai nur grobschollig gestört werden, damit der Schutz gegen Erosion in jeder Fahrgasse erhalten blieb. Diese Pflicht zur Begrünung beziehungsweise Bedeckung der Fahrgassen wurde in weiterer Folge nach ÖWV (2001) auf die Zeit von 1. November bis 30. April verkürzt.

Hinsichtlich Rebenwuchs konnte eine leichte Beeinflussung durch die Bodenbearbeitung festgestellt werden. Die unbearbeitete Variante hatte im Durchschnitt kürzere Triebe als die bearbeiteten Varianten. Dies wirkte sich auch auf die Blattfläche aus, die bei der unbearbeiteten Variante signifikant geringer war als bei den anderen Varianten. Gleiches galt für das Blatt/Frucht-Verhältnis. Auch nach KALTZIN (1994) war das Triebwachstum mit zunehmender Konkurrenz der Rebe durch die Grünpflanzen eingeschränkt. HEIGEL (1995) beschrieb bezüglich dieser Thematik einen massiven Rückgang der vegetativen und generativen Leistung durch Dauerbegrünung. SCHWAB und PETERNEL (1997) stellten signifikant geringere Gipfellaub- und Rebholzerträge bei langjähriger Dauerbegrünung fest. Auch HOFMANN et al. (2001) erkannten eine allmähliche Reduzierung des vegetativen Wuchses bei Grasdauerbegrünung. Nach CORINO et al. (1996) war die Bodenbegrünung ausschlaggebend für die Begrenzung des vegetativen Wachstums, und nach DORIGONI et al. (1991) wird in offenen Bodenpflegesystemen die vegetative Leistung mehr begünstigt als in begrünenden Systemen. Bezüglich Nährstoffgehalt der Rebblätter konnten bei den Elementen Stickstoff, Phosphor, Calcium, Bor, Eisen, Mangan, Kupfer und Zink im einjährigen Versuch keine Unterschiede in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung festgestellt werden. Im Gegensatz dazu stellten HEIGEL (1995), MAIGRE et al. (1995), MAIGRE und AERNY (2000b) und WAGENITZ (2000) geringere Stickstoff-Gehalte in den Rebblättern bei Dauerbegrünung fest. Weiters beschrieben MAIGRE et al. (1995) eine Zunahme des Calcium-Gehalts in den Blättern bei gestressten Reben. Aus den Ergebnissen dieser Arbeit war ein möglicher Einfluss der Bodenbearbeitungsweise auf die Gehalte an Kalium und Magnesium erkennbar. Die unbearbeitete Variante wies an allen drei Terminen den relativ höchsten Anteil Kalium an der Trockenmasse der Rebblätter auf. Der zweithöchste Wert trat bei jener Variante auf, bei welcher der Unterboden nur einmal im April gelockert wurde. Im Gegen-

satz dazu war der Magnesiumanteil an der Trockenmasse der Rebblätter bei der ungestört begrünnten Variante im Vergleich zu den anderen Bodenbearbeitungsvarianten geringer.

Hinsichtlich Mostanalyse waren bei Nichtbearbeitung des Bodens Tendenzen zu einem geringeren Gesamtsäuregehalt festzustellen. DORIGONI et al. (1991) stellten im sehr trockenen Jahr 1988 ebenfalls niedrigere Säurewerte bei Begrünung fest, während in anderen Jahren keine Unterschiede gefunden wurden. Eine zahlenmäßig leichte Erhöhung konnte bei der unbearbeiteten Variante auch beim Mostgewicht beobachtet werden. Die Gehalte an hefeverfügbarem Stickstoff (HVS) in den Mosten lagen mit Werten zwischen 262 und 334 mg N/l zum Erntezeitpunkt generell auf hohem Niveau. Beim Vergleich der Bodenbearbeitungsvarianten bezüglich HVS-Gehalt der Moste fiel allerdings auf, dass die Moste aus der unbearbeiteten Variante an allen Probenahmeterminen im Jahresverlauf zahlenmäßig geringere HVS-Werte (167 bis 283 mg N/l) aufwiesen als die Moste aus den anderen Varianten (193 bis 334 mg N/l). Auch MAIGRE et al. (1995) kamen zu ähnlichen Ergebnissen. Sie stellten bei Mosten aus Versuchspartzen, in denen die Reben einem Stress durch N-Mangel bedingt durch Düngung oder Begrünung unterworfen gewesen waren, niedrigere Gehalte an stickstoffhaltigen Verbindungen fest. Diese Unterschiede bezüglich Stickstoffversorgung zeigten auch die Ergebnisse der Messungen von SCHWAB und PETERNEL (1997), FOX (1999), MAIGRE und AERNY (2000b) und WAGENITZ (2000). MAIGRE et al. (1995) stellten weiters Zunahmen des Phosphor- und Calcium-Gehalts und eine Verminderung des Äpfelsäuregehalts im Most bei gestressten Reben fest.

Hinsichtlich 100-Beeren-Gewicht (g) und Traubenertrag (kg/ha) konnten ebenfalls zahlenmäßige Minderungen der Variante ohne Bearbeitung des Fahrgassenbodens festgestellt werden. Der hochgerechnete Hektarertrag betrug bei der ungestört dauerbegrünnten Variante 8800 kg, während bei den anderen Bodenbearbeitungsvarianten der hochgerechnete Ertrag zwischen 11.100 kg und 13.050 kg lag. Eine konkurrenzierende Wirkung der Begrünung und ein möglicher negativer Einfluss der Begrünungsart auf den Ertrag wurden auch von DORIGONI et al. (1991), CORINO et al. (1996), STEINBERG (2000) und DELABAYS et al. (2000) beschrieben. FOX (1999) erkannte ebenfalls einen Ertragsabfall der Reben bei Dauerbegrünung, und SCHWAB und PETERNEL (1997) stellten einen signifikant geringeren Traubenertrag bei langjähriger Dauerbegrünung fest.

In den Gärverläufen der Moste konnten im Gegensatz

zu HEIGEL (1995), MAIGRE et al. (1995), MAIGRE und AERNY (2000a) sowie WAGENITZ (2000) keine Unterschiede in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung erkannt werden.

Die Weinanalyse ergab beim Wein aus der unbearbeiteten Variante einen leicht erhöhten Aschegehalt im Vergleich mit den Weinen der anderen vier Bodenbearbeitungsvarianten. Ebenso zeigte sich im Wein wie schon in der Trockensubstanz der Rebblätter der unbearbeiteten Variante ein zahlenmäßig höherer Kaliumwert. Die Extraktwerte in diesem einjährigen Versuch waren hingegen bei allen Weinen auf konstantem Niveau, wogegen HEIGEL (1995), HINKEL (1992) und FOX (1999) einen Abfall der Extraktwerte der Weine bei mehrjähriger Dauerbegrünung erkannten. Auch SPRING et al. (1996) beschrieben eine mögliche Beeinträchtigung der Weinqualität bei der Sorte 'Chasselas' durch Wasser- und Stickstoffkonkurrenz der Begrünung mit Gras.

Die Verkostungsbewertung der Weine ergab zwar statistisch signifikante Unterschiede, ein Zusammenhang mit der Bodenbearbeitungsweise war allerdings nicht eindeutig ableitbar. Im Gegensatz dazu stellten HEIGEL (1995), HINKEL (1992) und MAIGRE et al. (1995) mit einer Ausnahme eine negativere Bewertung der Weine aus dauerbegrünnten Bodenbearbeitungsvarianten gegenüber Weinen aus bearbeiteten Versuchsvarianten fest. FOX (1999) stellte fest, dass die Weine aus mehrjähriger Dauerbegrünung trotz geringer Erträge sensorisch eindeutig schlechter beurteilt wurden. WOHLFARTH (1996) meinte zu dieser Thematik, dass das Auftreten von Fehlnoten (UTA-Noten) bei Weinen aus Rebanlagen mit Dauerbegrünung stark von der Jahreswitterung abhängig ist. Offensichtlich tritt nach ausreichenden Niederschlägen im Frühjahr und optimalen Temperaturverhältnissen die UTA-Note nicht auf. Ähnliche Aussagen machten auch SCHWAB und PETERNEL (1997). Demnach wurden die Weine aus Dauerbegrünungsvarianten in Trockenjahren sensorisch schlechter bewertet als Weine aus Varianten mit offener Bodenbewirtschaftung. Hingegen wurden in feuchten Jahren die Weine aus den Dauerbegrünungsvarianten als frischer und ansprechender beurteilt.

Literatur

- CORINO, L., GAMBINO, E., DI STEFANO, R. und PIGELLA, P. 1996: Bodenpflege im Piemonteser Weinbau. *Obstbau Weinbau* 33: 207-208
- CORVERS, M. (1994): Auswirkungen von verschiedenen Systemen der Bewirtschaftung auf die Rebe und den Wein in

- Versuchen auf dem Standort Mariannenaue. - Diss. Univ. Gießen, 1994
- DELABAYS, N., SPRING, J.-L., ANCAI, A., MOSIMANN, E. et SCHMID, A. 2000: Sélection d'espèces pour l'enherbement des cultures spéciales. *Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 32(2): 95-104
- DORIGONI, A., SICHER, L. und MONETTI, A. 1991: Einfluss verschiedener Bodenpflegesysteme auf die vegetative und generative Leistung der Rebe : Ein Vergleich zwischen kontrollierter Begrünung, Bodenbearbeitung und chemischer Unkrautbekämpfung. *Wein-Wiss.* 46: 108-114
- DÜTSCH, H., RÜCKERT, F.-E. und STEINBERG, B. 1997: Die Eignung verschiedener Winterteilzeitbegrünungen im umweltschonenden Weinbau. *Mitt. Klosterneuburg* 47: 61-73
- EHRENDORFER, K. (1958): Grundbegriffe des Versuchswesens : Der Feldversuch. - Wien: Gerold, 1958
- FARDOSSI, A., WUNDERER, W., MAYER, C., SCHOBER, V. und MAYER, S. 1996: Einfluss der Dauerbegrünung auf den Ernährungszustand verschiedener Rebsorten. *Mitt. Klosterneuburg* 46: 152-161
- FIDESSER, W. 2001: Bodenpflegeversuch - Verlauf der Stickstoffnachlieferung durch die Bodenbearbeitung mit Schichtgrubber. *Winzer* 57(3): 20-22
- FOX, R. 1996: Internationales Kolloquium für Begrünung im Weinbau (Teil 2). *Rebe & Wein* 49: 353-354
- FOX, R. 1999: Einfluss von Bodenpflege und N-Düngung auf analytische Daten. *Rebe & Wein* 52: 90-91
- FOX, R. 2000: Bodenpflege und Stickstoff (N)-Düngung zur Sicherung der Weinqualität - Unwiderstehlich? *Dt. Weinmagazin* (8): 14-20
- FOX, R. und RUPP, D. 1990: Ökologisch ausgerichtete Bodenpflege im Weinbau, 5. Teil. *Winzer* 46(8): 5-8
- HARLFINGER, O. und KNEES, G. (1999): Klimahandbuch der Österreichischen Bodenschätzung - Klimatographie Teil 1. - Innsbruck: Wagner, 1999
- HEIGEL, K.-P. (1995): Auswirkungen von unterschiedlichem Anschnitt, Teilentfruchtung und Bodenpflege auf die Leistungen der Rebe und die Wirtschaftlichkeit. - Diss. Univ. Gießen, 1995
- HINKEL, R.-F. (1992): Die Wirkungen von Anschnitt, Begrünung und Stickstoff auf die Leistungen der Rebe sowie den Boden - Ergebnisse von zwei Feldversuchen mit den Sorten Müller-Thurgau und Riesling im Anbaugebiet Rheinhessen. - Diss. Univ. Gießen, 1992
- HOFMANN, U. 2000: Internationaler Ökologischer Weinbaukongress, Teil I: Chance und Herausforderung. *Dt. Weinmagazin* (22): 18-21
- HOFMANN, U., HAMPL, U. und WALG, O. 2001: Bodenumstellung im ökologischen Weinbau. *Dt. Weinbau-Jahrb.* 52: 39-48
- KALTZIN, W. (1994): Auswirkungen der Bodenpflege auf den Stickstoffgehalt des Bodens und der Rebe im Jahr 1994 im burgenländischen Weinbau. - Diplomarbeit Univ. Bodenkultur, Wien
- LÖHNERTZ, O. (1988): Untersuchungen zum zeitlichen Verlauf der Nährstoffaufnahme bei *Vitis Vinifera* c.v. Riesling. - Diss. Univ. Gießen, 1988 (Geisenheimer Berichte; Band 1)
- MAIGRE, D. et AERNY, J. 2000a: Essai d'enherbement et de fumure azotée sur Gamay dans le bassin lémanique, 1. Résultats agronomiques. *Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 32: 145-151
- MAIGRE, D. et AERNY, J. 2000b: Essai d'enherbement et de fumure azotée sur Gamay dans le bassin lémanique, 2. Résultats analytiques et organoleptiques. *Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 32: 279-285
- MAIGRE, D., AERNY, J. et MURISIER, F. 1995: Entretien des sols viticoles et qualité des vins de Chasselas : influence de l'enherbement permanent et de la fumure azotée. *Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 27(4): 237-251
- ÖBK (1974): Österreichische Bodenkartierung, Erläuterungen zur Bodenkarte 1:25.000, Kartierungsbereich Kirchberg am Wagram, Niederösterreich. Wien: BM Land- und Forstwirtschaft (Hrsg.), 1974
- ÖWV (1998): Empfehlungen für den „Kontrollierten Integrierten Weinbau“ 1998. - Wien: Ö. Weinbauverband, 1998
- ÖWV (1999): Empfehlungen für den „Kontrollierten Integrierten Weinbau“ 1999. - Wien: Ö. Weinbauverband, 1999
- ÖWV (2000): Empfehlungen für den „Kontrollierten Integrierten“ Weinbau 2000. - Wien: Ö. Weinbauverband, 2000
- ÖWV (2001): „Empfehlungen für die Weinbaumaßnahmen ÖPUL 2000. - Wien: Ö. Weinbauverband, 2001
- PERRET, P. 1993: Begrünung im Weinbau : Optimierung des zeitlichen Stickstoffangebotes durch Bodenpflegemaßnahmen. *Dt. Weinbau-Jahrb.* 44: 81-88
- PERRET, P., WEISSENBACH, P., SCHWAGER, H., HELLER, W.E. und KOBLET, W. 1993: "Angepasstes Stickstoff-Management" - eine Möglichkeit zur Optimierung der N-Düngung in Weinbergen. *Wein-Wiss.* 48: 124-126
- REDL, H. 1999: Gärungsprobleme und Beeinträchtigungen der Weinqualität durch Weingartenbegrünung? *Winzer* 55(6): 6-11
- REDL, H., RUCKENBAUER, W. und TRAXLER, H. (1996): Weinbau heute - Handbuch für Beratung, Schulung und Praxis. - Graz: Stocker, 1996
- RUPP, D., FOX, R. und TRÄNKLE, L. 1995: Die Sicherung der Stickstoffversorgung von Reben durch Eingriffe in die Dauerbegrünung. *Rebe & Wein* 48: 119-124
- SCHWAB, A.L. und PETERNEL, M. 1997: Untersuchung der Auswirkungen einer langjährigen Dauerbegrünung auf die Most- und Weinqualität unter fränkischen Boden- und Klimaverhältnissen. *Wein-Wiss.* 52: 20-26
- SPRING, J.-L. et MAYOR, J.-P. 1996: L'entretien des sols viticoles. *Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 28: 83-86
- STEINBERG, B. 2000: Begrünung - Nutzen und Bedeutung. *Dt. Weinmagazin* (26): 16-23
- STOTZ, J. (1994): Die Stickstoffversorgung der Rebe durch Begrünung mit Leguminosen in drei Weinbaubereichen Badens. - Diss. Univ. Hohenheim, 1994
- WAGENITZ, J. 2000: Ökologische Bodenpflege und Weinqualität. *Dt. Weinbau* (7): 24-27
- WALG, O. 1998: Bodenlockerung - Auch bei Dauerbegrünung? *Dt. Weinmagazin* (20): 20-24
- WOHLFARTH, P. 1996: Einfluss der Bodenpflege auf die Weinqualität. *Obstbau Weinbau* 33: 211-212
- ZIEGLER, B. 1998: Standortgemäße Bodenpflege - Flexibilität ist gefragt. *Dt. Weinmagazin* (9): 60-64

Manuskript eingelangt am 13. April 2005