

BADEN-
WÜRTTEMBERG



**XV. Kolloquium
Internationaler Arbeitskreis
Begrünung im Weinbau**

**14. - 17. September 2005
Weinsberg**

Tagungsbericht



Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt
für Wein- und Obstbau

XV. Kolloquium Internationaler Arbeitskreis Begrünung im Weinbau

**14. - 17. September 2005
Weinsberg**

Tagungsbericht

**Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt
für Wein- und Obstbau Weinsberg
Traubenplatz 5 • D-74189 Weinsberg
Tel.: +49 7134 504-0
Fax: +49 7134 504-106
E-Mail: 0HPoststelle@lvwo.bwl.de
Internet: <http://www.lvwo.bwl.de>**

Vorwort

zum XV. Kolloquium des Internationalen Arbeitskreises „Begrünung im Weinbau“ in Weinsberg, Deutschland

Der im Jahr 1976 gegründete Internationale Arbeitskreis „Begrünung im Weinbau“ hielt vom 14. - 17. September 2005 das Kolloquium in Weinsberg ab. An dieser gut besuchten Tagung nahmen wieder sowohl Wissenschaftler als auch Praktiker gemeinsam an den Vortragsveranstaltungen sowie den Exkursionen teil. Selbst bei teilweise ungünstiger Witterung bei den Besichtigungen von Versuchsanlagen fand stets eine lebhafte, fachliche Diskussion statt. Sehr deutlich wurde herausgestellt, dass neben der Lage auch die Jahreswitterung und die Philosophie des Winzers - Qualität oder/und Quantität - sowie ganz wesentlich ein gesunder Boden und eine sachgerechte Ernährung der Reben zur langfristigen Erzeugung hoher Qualitäten bei ausreichenden Mengenerträgen eine entscheidende Rolle spielen. Die Erhaltung und Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit bei gleichzeitiger Schonung der Umwelt ist das Ziel einer zeitgemäßen, ökologisch-ökonomischen Bodenbewirtschaftung. Diese Ziele und Aufgaben der biologischen Bodenpflege standen von Anfang an im Mittelpunkt der Kolloquien.

Breiten Raum nahm bei dieser Tagung in Weinsberg der Zusammenhang zwischen biologischer Bodenpflege und deren Einfluss auf die Weinqualität und die Möglichkeit der Stressminderung, z. B. durch eine sachgerechte Anwendung der Tropfbewässerung und eine optimale Humusversorgung, ein. Begrünung sowie Wasser- und Nährstoffstress führten gerade in den letzten Jahren in vielen Weinbauregionen zu negativen Auswirkungen auf den Wein. Solch aktuelle Probleme zu diskutieren und schließlich zukunftsweisende qualitätsfördernde Verfahren der Bodenpflege aufzuzeigen, ist Aufgabe des Arbeitskreises.

Die bisherigen Tagungen fanden in folgenden Weinbauländern statt:

Wädenswil (Schweiz)	1976
Veitshöchheim (Deutschland)	1978
Krems (Österreich)	1980
Kaltern (Südtirol/Italien)	1982
Kaysersberg (Elsass/Frankreich)	1984
Radenci/Maribor (Jugoslawien)	1986
Nyon (Genfer See/Schweiz)	1988
Keszthely (Ungarn)	1990
Bad Kreuznach (Deutschland)	1992
Krems (Österreich)	1994
Kaltern (Südtirol/Italien)	1996
Oberrotweil (Kaiserstuhl/Deutschland) und Sigolsheim (Elsass/Frankreich)	1998
Maribor/Radenci (Slowenien)	2000
Geisenheim (Deutschland)	2002
Weinsberg (Deutschland)	2005

Dank der ausgezeichneten Organisation durch die Herren Dipl. Ing. R. Fox und Dr. D. Rupp von der Staatlichen Lehr- und Versuchsanstalt Weinsberg sowie der vielen Helfer wurde die Tagung zu einem sehr eindrucksvollen fachlichen und kulturellen Ereignis. Angefangen bei der Eröffnungsfeier, den Vortrags- und Abendveranstaltungen sowie der hervorragenden kulinarischen Weinprobe mit herrlicher musikalischer Umrahmung bis hin zu den lehrreichen Exkursionen, wird uns allen diese Tagung in bester Erinnerung bleiben. Dafür bedanke ich mich im Namen aller Teilnehmer ganz herzlich.

Gleichzeitig teile ich mit, dass ich mich aus Altersgründen nicht mehr zur Wiederwahl zum Vorsitzenden gestellt habe. Seit 1992 war ich Vorsitzender. Diese Aufgabe habe ich sehr gerne wahrgenommen und sie hat mir viel Freude bereitet. Ich bedanke mich bei allen für die konstruktive Zusammenarbeit und wünsche dem Arbeitskreis alles Gute und dem neuen Vorsitzenden, Herrn Dr. Arnold Schwab, Veitshöchheim, eine glückliche Hand bei der Leitung. Selbstverständlich werde ich auch in Zukunft mitarbeiten, wenn es gewünscht ist und sofern es die Gesundheit erlaubt.

April 2006

Berthold Steinberg

Unsere Sponsoren:

BASF
Agrarzentrum
D-67114 Limburgerhof

Becker-Schoell AG
Im Kalten Brunnen 14
D-72666 Neckartailfingen
Tel.: 0 71 27 - 9 32 73
Fax: 0 71 27 - 93 27 50
E-Mail: becker-schoell@t-online.de
Internet: www.becker-schoell-ag.de

Compo GmbH & Co. KG
Postfach 21 07
D-48008 Münster
Tel.: 02 51 - 32 77-0
Fax: 02 51 - 32 62-25
E-Mail: info@compo.de
Internet: www.compo-profi.de

Feldsaaten Freudenberger
Magdeburger Straße 2
D-47800 Krefeld
Tel.: 0 21 51 - 44 17 - 0
Fax: 0 21 51 - 44 17 - 53
E-Mail: info@freudenberger.net
Internet: www.freudenberger.net

NETAFIM Deutschland GmbH
Innovative Bewässerung
Im Fuchsloch 7
D-60437 Frankfurt Nieder-Erlenbach
Tel.: 0 61 01 - 50 51 - 0
Fax: 0 61 01 - 50 51 - 10
E-Mail: info@netafim.de
Internet: www.netafim.de

Syngenta Agro GmbH
Am Technologiepark 1 - 5
D-63477 Maintal
Tel.: 0 61 81 - 90 81 - 0
Fax: 0 61 81 - 90 81 - 1 00
E-Mail: kontakt@syngenta.com
Internet: www.syngenta-agro.de

Inhaltsverzeichnis

I. Begrünungssysteme / Management / Bodenmikrobiologische Aspekte.....	1
1 Begrünungsmanagement im badischen Weinbau	1
2 Management der Bodenpflege in begrünerten Rebanlagen	4
3 Klimawandel - Herausforderungen an die Begrünungspflege	5
4 Konservierende Bodenbearbeitung: Bodenmikrobiologische Aspekte	8
II. Nährstoffversorgung, Humushaushalt, N-Dynamik, Blattdüngung	24
1 Biomasseproduktion und Mineralstoffgehalt von Begrünungspflanzen	24
2 Bodenpflege und Begrünung in Hinblick auf die Stickstoffmobilisierung und Nährstoffversorgung der Rebe auf einem Lößbodenstandort.....	33
3 Einfluss der Kompostanwendung auf die Nährstoffdynamik in begrünerten und offengehaltenen Rebanlagen	60
4 Einfluss verschiedener organischer Dünger auf Ertrag und Mostqualität der Rebsorte Silvaner	73
5 Effect of foliar urea spraying on the nitrogen supply to Chasselas vines in vineyards with grass swards between rows.....	78
6 Effet de pulvérisation d'urée foliaire sur l'alimentation azotée du Chasselas en vigne enherbée.....	84
7 Untersuchungen zur N-Blattdüngung im Weinbau	89
III. Sicherung der Weinqualität, Wasserhaushalt, Tropfbewässerung.....	98
1 Begrünung in Kombination mit Tropfbewässerung als Maßnahmenpaket zur Sicherung der Qualität und der nachhaltigen Nutzung von Steillagen.....	98
2 Einfluss von Begrünungsmaßnahmen auf die Bildung von Inhaltsstoffen	106
3 Rechtliche Grundlagen und Technik der Tropfbewässerung.....	107
4 Wasseraufnahme und Wasserverlagerung bei Weinbergsböden - natürlicher Niederschlag und Tropfbewässerung im Spiegel von <i>c-probe</i> TM - Messdaten..	113
5 Auswirkungen einer Tropfbewässerung bzw. Flüssigdüngung (Fertigation) auf einem leichten Sandboden auf die Trauben- und Weinqualität von Müller- Thurgau	121
6 Tropfbewässerung im Weinbau - erste Versuchsergebnisse aus dem Anbaugebiet Rheinhessen (Deutschland)	130
7 Physiologische Veränderungen im Wasserhaushalt der Rebe und Traube bei Trockenheit.....	138
IV. Ökosystem, Biodiversität, pflanzenschützerische Aspekte	148
1 Untersuchungen an Zeigerpflanzen in Weinbergen	148
2 Begleitpflanzen und Phytoplasmen in Württemberg	149

I. Begrünungssysteme / Management / Bodenmikrobiologische Aspekte

1 Begrünungsmanagement im badischen Weinbau

Dr. Monika RIEDEL

Staatliches Weinbauinstitut, Merzhauser Straße 119, D-79100 Freiburg

E-Mail: monika.riedel@wbi.bwl.de

Weinbau erfolgt in Baden, im Südwesten Deutschlands, unter unterschiedlichen Standortbedingungen. Über Winter sind die meisten Rebflächen ganzflächig begrünt. Eine Anpassung des Begrünungsmanagements an Standortverhältnisse ist vor allem im Sommer erkennbar.

Beispielsweise im Weinbaubereich Kaiserstuhl ist das Klima warm und relativ trocken. Auf tiefgründigen, humusarmen Terrassenlagen aus Löss wird oft in jeder 2. Gasse eine Dauerbegrünung nur gemulcht. Wer auf diesen kalkreichen, strukturschwachen Böden mit hohem Schluffgehalt die Bodenstruktur verbessern, das Chloroserisiko reduzieren und langfristig eine Humusanreicherung erreichen möchte, sät in den anderen Gassen beispielsweise eine Winterbegrünung, die auch Leguminosen enthält, wie Winterwicke-Roggen-Gemenge (mit ausreichendem Abstand zur Rebzeile, damit die Wicke nicht an den Rebstöcken hochrankt) oder eine Mischung aus einjährigen und mehrjährigen Pflanzen mit einem hohen Anteil an Leguminosen (wie die Wolff-Mischung, die auch Winterwicke und einige Kleearten enthält, und mit ihrem reichhaltigen Kräuter- und Blütenangebot Insekten gute Lebensbedingungen bietet). Eine massereiche Begrünung wird Anfang bis Mitte Mai zur Minderung der Spätfrostgefahr (vor den Eisheiligen) gewalzt oder bei höherem Anteil von Gräsern gemulcht. Gräserbetonte Begrünungen werden mehrfach gemulcht, um die Verdunstung und Stickstoffkonkurrenz zu reduzieren. Wenn extreme Trockenheit droht, wird flach umgebrochen. Nach dem Walzen oder Mulchen von Leguminosen liefern diese pflanzenverfügbaren Stickstoff - auch für die Rebe, die somit von Knöllchenbakterien profitiert, die Stickstoff aus der Luft in eine pflanzenverfügbare Form überführen können - in Symbiose mit Leguminosen. In einigen Flächen ist auf den relativ sommertrockenen, humusarmen Lössterrassen aber auch eine Bodenbearbeitung in jeder 2. Gasse (vereinzelt auch ganzflächig) üblich, je nach Witterung ca. 1- bis 3-mal.

Durch eine gelegentliche, flache Bodenbearbeitung werden auch selten gewordene Liliengewächse, wie Doldenmilchstern oder Traubenhyazinthe, die früher zur typischen „Weinbergs-Hackfruchtflora gehörten, gefördert. Flachgründige, steinige Steillagen mit lehmigen Tonböden, die sich am Kaiserstuhl aus magmatischen Gesteinen entwickelt haben, werden dagegen - trotz einer wesentlich geringeren nutzbaren Wasserkapazität - oft ganzflächig begrünt (Naturbegrünung oder Einsaat von Gräsern), weil dies die Befahrbarkeit und den Erosionsschutz verbessert. Jüngere Anlagen werden teilweise mit Stroh abgedeckt oder bei Trockenheit bewässert.

In der Ortenau, im Breisgau, im Markgräflerland und am Bodensee, wo es normalerweise im Sommer mehr regnet, werden die meisten älteren und auch einige jüngere Rebanlagen in Hanglagen und vor allem in Steillagen ganzflächig begrünt. In diesen Hang- und Steillagen lässt man oft eine Naturbegrünung wachsen, die in der Regel durch einen hohen Grasanteil, etwas Löwenzahn und Klee geprägt ist. In feuchteren Hanglagen werden auch Grasmischungen eingesät.

Der Bewuchs im Unterstockbereich wird in vielen Rebflächen durch Herbizide, in manchen Flächen auch durch Mulchen oder - vor allem in jüngeren Anlagen und im Öko-Weinbau - durch Bodenbearbeitung, beispielsweise mittels Flachschar, reguliert.

In der Regel managt der/die Betriebsleiter/in die Begrünung, das heißt, er/sie entscheidet, wo, wann und wie begrünt wird und wie eine Begrünung gesteuert wird. Die maschinelle und vor allem personelle Ausstattung des Weinbaubetriebes, Erfahrungen, Standortbedingungen, Witterung, das Alter der Rebanlagen, Kosten, Förderung und zunehmend auch Rechtsvorschriften beeinflussen das Begrünungsmanagement. Die staatliche Weinbauberatung, vereinzelt auch Qualitätsmanager von Winzergenossenschaften, bieten Entscheidungshilfen. Einzelne Vermarkter beschränken die Möglichkeiten zur Steuerung der Begrünung (beispielsweise Herbizidverbot auch für den Unterstockbereich).

Rechtliche Vorgaben, die dem Wasserschutz dienen sollen, wie die in Baden-Württemberg geltende Schutzgebiets- und Ausgleichs-Verordnung (SchALVO) schränken den Handlungsspielraum für Rebflächen in Nitratproblemgebieten und Nitratsanierungsgebieten ein. Diese Verordnung beschränkt unter anderem den Zeit-

raum für eine eventuelle Bodenbearbeitung und den zulässigen Leguminosenanteil. Nach einer Bodenbearbeitung, die auf vielen Rebflächen frühestens am 15. März und nur in jeder 2. Gasse erfolgen darf, muss bereits spätestens Mitte April eine ganzjährige Begrünung eingesät werden. Für „weinbauliche Problemstandorte“, wie beispielsweise Steillagen und Trockenstandorte sowie Junganlagen ohne Bewässerung, sind anstelle einer nahezu ganzjährigen Begrünung in allen Gassen auch genau definierte alternative Bodenpflegemaßnahmen möglich. Für die Beschränkungen und Vorgaben zur Bodenpflege und Begrünung, zum Rode- und Umbruchtermin sowie zur Stickstoffdüngung im Weinbau werden zwar Ausgleichsleistungen gewährt. Viele Winzer würden aber gerne auf die Ausgleichsleistungen verzichten und nicht derartige Vorgaben beachten müssen. Auch die EU-Wasserrahmenrichtlinie (Richtlinie 2000/60/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 23.10.2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik) wird in den Staaten der Europäischen Union, zumindest dort, wo größere Rebflächen in Bereichen liegen, die als „gefährdete Grundwasserkörper“ ausgewiesen sind, voraussichtlich das Begrünungsmanagement im Weinbau beeinflussen.

Die Qualitätsweinproduktion erfordert beim Begrünungsmanagement einen notwendigen Handlungsspielraum und Flexibilität (besonders für extreme Standort- und Witterungsbedingungen), auch und gerade wenn die Ziele Wasserschutz und Verbraucherschutz, Boden-, Arten- und Klimaschutz in einem immer stärker werdenden Ausmaß mit zu berücksichtigen sind.

(Folien zum Vortrag s. im Internet www.WBI-Freiburg.de)

2 Management der Bodenpflege in begrüntem Rebanlagen

Sebastian HÄUßER
Schellenmüllerweg 10, D-74357 Bönningheim
E-Mail: sebastian-haeusser@web.de

Die Begrünung als Maßnahme der Bodenpflege im Weinberg erfordert ein angepasstes Management hinsichtlich der Standort-Modalitäten sowie der angestrebten Weinqualität.

Der Begriff des Managements stammt aus der Unternehmensführung und beinhaltet die Elemente Planung, Organisation und Führung sowie die Überwachung von Prozessen. Diese allgemeine Form lässt sich nach Kauer (1994) hervorragend auf das Thema Begrünung im Weinbau übertragen.

Praxisnah wurden im Vortrag zunächst in allgemeiner Form wichtige Aspekte zur Auswahl einer Begrünung Schritt für Schritt erläutert.

In der Planung der Begrünung werden mögliche Ziele hinsichtlich Anbautechnik, Ökonomie und Ökologie erläutert. Das Element Organisation und Führung dient zur Steuerung der Begrünung. Hier wird einerseits die Saatgutwahl und andererseits die Saat- und Pflanztechnik näher beleuchtet.

Das Erreichen der in der Planungsphase festgelegten Ziele lässt sich im Bereich der Überwachung und Kontrolle vom fachmännischen Praktiker teilweise relativ einfach überprüfen.

In der zuvor allgemein beschriebenen Vorgehensweise wurden im letzten Teil des Vortrages beispielhaft durch den Vergleich von Bodenart und Klima letztendlich Begrünungsempfehlungen für zwei verschiedene deutsche Standorte, die nur hinsichtlich Inklination und Exposition vergleichbar sind, erarbeitet.

Für ein erfolgreiches Begrünungsmanagement muss zum einen die Einsaat für den jeweiligen Standort geeignet sein und zum anderen muss die Handhabung der Begrünung dynamisch erfolgen, um Nachteile durch selbige zu vermeiden und gleichzeitig die Vorteile nutzen zu können.

3 Klimawandel - Herausforderungen an die Begrü- nungspflege

Rudolf FOX

Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau Weinsberg, Traubenplatz 5, D-74189
Weinsberg

E-Mail: Rudolf.Fox@lvwo.bwl.de

Die Folgen des Klimawandels mit ausgeprägten Niederschlagsereignissen, aber auch Trockenperioden, lassen die Begrünung als Erosionsschutz einerseits besonders wertvoll werden, verstärken andererseits jedoch in Trockenperioden die Stresssituationen für die Rebe. Höhere Jahresdurchschnittstemperaturen sowie damit verbunden höhere Verdunstungsraten bei ungünstiger Niederschlagsverteilung (Zunahme der Winterniederschläge) verschärfen die Probleme mit Wasser- und Nährstoffstress während der Vegetationszeit der Rebe. Das höhere Energieangebot führt zu früherem Eintritt der verschiedenen phänologischen Rebstadien einschließlich des Reifebeginns. Folgen dem bei spätsommerlich hohen Temperaturen ausgeprägte Feuchteperioden - wie beispielsweise in den Jahren 2004 und 2005 - so kommt ein enormer Wasser- und Nährstoffschub mit gravierenden Folgen für die Traubengesundheit zustande. Daneben ist die maschinelle Ernte wegen schlechter Befahrbarkeit in Frage gestellt.

Eine angepasste Begrüpfungspflege (Dauer- wie Winterbegrünung) soll:
eine gute Befahrbarkeit einschließlich der Ernte sichern, die Bodenverdichtung begrenzen helfen, die Erosion minimieren, zu einer möglichst hohen Wasser- und Nährstoffspeicherfähigkeit/Pufferwirkung beitragen, die Nitratauswaschung mindern, eine bedarfsgerechte Nitratmobilisation sichern, harmonische Wuchsverhältnisse (angepasst an Sorten bzw. Weinarten) unterstützen, keine negativen Auswirkungen auf die Weinqualität haben sowie die Kosten für die Produktion (Arbeitsaufwand Maschinen und Energie) begrenzen helfen.

Angepasste Begrüpfungspflege bedeutet demnach hohe Flexibilität entsprechend den aktuellen Gegebenheiten wie Witterungsverlauf, Bodenwasservorräte, Rebwuchs, Rebsorte und dergleichen. Ganzflächige, permanente Dauerbegrünung ist hierbei genauso wenig geeignet wie zum Beispiel Winterbegrünung in jeder Gasse. Kombi-

nationen, angepasst an die regionalen Verhältnisse, erlauben dagegen ausreichende Flexibilität.

Wassersparendes Management bei Winterbegrünung

- Umbruch nach erfolgter Hauptmassebildung flach und grob ohne vorheriges Mulchen mit Fräse
- Erosionsschutz wird durch großenteils oben aufliegende organische Masse gesichert und N-Schub gemindert
- im Sommer extensiv sowie lediglich flach bearbeiten einschließlich der Neueinsaat im August
- Vermeidung zu großen Mineralisationsschubes, Befahrbarkeit bei der Ernte erhalten
- Ausbringung organischer Massen direkt nach Einsaat
- Einsaat besonders früh räumender Pflanzen in Trockengebieten

Wassersparendes Management bei Dauerbegrünung

- Zeitig, häufig und kurz mulchen
- gezielter, flacher Eingriff im zeitigen Frühjahr, um Wasserverbrauch zu mindern und N-Mineralisation zeitgerecht zu fördern, Steuerung der Rebvitalität
- besonders auf Trockenstandorten Humuszufuhr zur Minderung der unproduktiven Verdunstung sowie Erhöhung des Speichervermögens. Humusabbau durch „Eingriff“ kompensieren
- Bodenverdichtung minimieren (Erhaltung des Wasserspeichervermögens)
- Erosionsverluste durch Schlupf in den Fahrspuren möglichst vermeiden
- keine zu frühe N-Düngung, da Förderung von wasserzehrenden, massenwüchsigen Pflanzen
- gegebenenfalls im Sommer nochmals Eingriff mit Kreiselegge, 2 -3 cm tief (u. a. Förderung der Reservestoffeinlagerung in gestressten Beständen)

Es wird in Anbetracht noch größerer „Witterungsschwankungen“ künftig mehr denn je eine situationsangepasste Vorgehensweise der Begrünungspflege notwendig sein, um möglichst geringe negative Einflüsse auf die Weinqualität - sei es durch Trocken- und damit Nährstoffstress, aber auch zu üppiges Nährstoffangebot bei übermäßigen

Niederschlägen - zu erzielen. Die zunehmende Mechanisierung macht gute Befahrbarkeit auch zur Ernte erforderlich. Aus Umweltgründen - Nitrataustrag, Belastung der Vorfluter - bleibt die Minimierung des Nitrataustrages sowie der Erosionsschutz eine Daueraufgabe. Auch der Aufwand an Technik und Energie sollte auf das Nötigste begrenzt werden.

4 Konservierende Bodenbearbeitung: Bodenmikrobiologische Aspekte

Stephan REUTER

Rheinland-Pfalz AgroScience GmbH, Breitenweg 71, D-67435 Neustadt a.d. Weinstraße
stephan.reuter@agrosience.rlp.de

Zusammenfassung

Zur Erfassung der Auswirkungen einer reduzierten Bodenbearbeitung im Weinbau wurde die mehrjährige Anwendung von Nachauflauf-Herbiziden ohne zusätzliche Bodenbearbeitung in der Rebzeile mit mechanischen Verfahren sowie Dauerbegrünung und Offenhaltung in der Gasse verglichen. Als Indikatoren für die Bodenbiologie wurden die organische Substanz, die mikrobielle Biomasse und die Basalatmung untersucht. Die Ergebnisse zeigten, dass unter Dauerbegrünung die gewählten Indikatoren die höchsten Werte hatten. Im Vergleich zur mechanischen Bodenbearbeitung konnte kein negativer Einfluss der längerfristigen Anwendung von Nachauflauf-Herbiziden auf bodenmikrobiologische Parameter nachgewiesen werden. Beide Verfahren können adäquat und boden- bzw. umweltschonend im Sinne einer nachhaltigen Wirtschaftsweise eingesetzt werden.

Einleitung

Im Kontext der Nachhaltigkeit gewinnt die konservierende Bodenbearbeitung zunehmend an Bedeutung. Ein besonderes Augenmerk liegt hierbei in der Reduktion der mechanischen Eingriffe in den Boden. Im Weinbau ist die konservierende Bodenbearbeitung von Interesse, da sie dazu beitragen kann, negativen Effekten der Monokultur wie Bodenverdichtung oder Humusabbau entgegen zu wirken und in Hanglagen der Erosionsgefahr zu begegnen. Weiterhin fördert konservierende Bodenbearbeitung das Bodenleben, welches Einfluss auf viele Funktionen des Bodens nimmt: Struktur, Infiltration, Nährstoffumsatz, Humusbildung etc. Der Erhalt und die Förderung dieser Funktionen ist wichtig für den Schutz des Bodens und das Wachstum der Reben.

Die Fragestellung dieser Untersuchung war es, inwieweit sich der Einsatz von Nachauflauf-Herbiziden unter gleichzeitigem Verzicht jeglicher Bodenbearbeitung und der damit verbundene Verbleib des abgetöteten Beikrautwuchses auf die mikrobielle

Biomasse und die organische Substanz des Bodens auswirkt? Zu diesem Zweck wurden verschiedene Verfahren der Beikrautregulierung verglichen, u.a. da das starre Erziehungssystem im Weinbau unterschiedliche Bodenbearbeitungstechniken für Rebzeile und –gasse erfordert. Aufgrund der Schwierigkeit einer guten mechanischen Beikrautbekämpfung unter den Rebstöcken der Zeile bleibt der Einsatz der chemischen Bekämpfungen im Weinbau zumeist auf den ein- bis zweimaligen Einsatz von Nachauflauf-Herbiziden in der Rebzeile beschränkt (in Direktzuglagen). Die Kombination von Begrünungen in der Gasse und Nachauflauf-Herbizidanwendungen in der Zeile ist in Regionen mit ausreichend Niederschlag weit verbreitet. Bei mangelndem Niederschlag und an steilen Hängen mit flachgründigen und skelettreichen Böden werden Dauerbegrünungen aus Gründen der Konkurrenz zur Rebe oftmals vermieden.

Zur Durchführung der Untersuchungen wurden von mehreren Parzellen Bodenproben entnommen und physikalische und chemische Parameter und die mikrobielle Biomasse und Basalatmung bestimmt. Die Probenahme unterteilte sich nach Gasse und Rebzeile, wobei die Gassen eine offene Bodenbearbeitung oder Dauerbegrünung hatten und die Zeilen entweder ausschließlich mit Nachauflauf-Herbiziden behandelt oder ausschließlich - im Falle zweier ökologisch bewirtschafteter Parzellen - mechanisch bearbeitet wurden.

Diese Arbeit wurde durch die Erfahrungen und Ergebnissen des Projekts „Einfluss der Beikrautregulierung auf die Mikroflora des Bodens“ (Reuter, 2002) motiviert. Dort wurde in einem Zeitrahmen von zwei Jahren die Wirkung von chemischer Nachauflauf- und mechanischer Beikrautregulierung in der Rebzeile untersucht. Es zeigten sich keine Unterschiede in der Wirkung auf die mikrobielle Biomasse des Bodens. Vor Beginn dieser Versuchsserie wurden die Parzellen komplett mechanisch bearbeitet. Zur Durchführung der Vergleichsuntersuchungen wurden zwei der vier Parzellen in chemische und mechanische Varianten unterteilt (integrierter Weinbau) und zwei Parzellen wurden weiterhin mechanisch bearbeitet (ökologischer Weinbau).

Aber auch die chemischen Varianten wurden jeweils im Winterhalbjahr einmal mechanisch bearbeitet, so dass nur kurzfristige Effekte durch die Herbizidanwendung (Nachauflauf) im jeweiligen Sommerhalbjahr erfasst werden konnten. Deshalb war es das Ziel dieser Untersuchungen, langfristige Effekte der Herbizidanwendung auf die mikrobielle Biomasse und die Basalatmung von Weinbergsböden nach mehrjähriger

Anwendung von Nachauflaufherbiziden ohne mechanische Bodenbearbeitung zu erfassen.

Versuchsaufbau

Die Untersuchungen wurden an 5 verschiedenen Standorten (7 Parzellen) in Rheinland-Pfalz durchgeführt. Die Bodenbewirtschaftung gestaltete sich in ihren Grundzügen wie folgt: jede zweite Gasse hatte Dauerbegrünung im Wechsel mit offener Bodenbearbeitung einschließlich temporärer Winterbegrünung (spontan oder eingesät). In zwei Parzellen (KS und KW, s.u.), die ökologisch bewirtschaftet wurden, fand ausschließlich eine mechanische Beikrautregulierung in der Rebzeile statt. In den übrigen 5 Parzellen wurden in der Rebzeile zweimal jährlich Nachauflauf-Herbizide eingesetzt und keine mechanische Bodenbearbeitung durchgeführt. Nur in einer Parzelle (RW) wurden die Gassen nicht alternierend bewirtschaftet, sondern die Parzelle war in zwei Blocks für Dauerbegrünung bzw. offene Bodenbearbeitung aufgeteilt. Der Einsatz der Nachauflaufherbizide fand in allen Parzellen seit mindestens drei Jahren, in einem Fall seit 14 Jahren statt. Neben diesem grundsätzlichen Bewirtschaftungs-Design bestanden zum Zeitpunkt der Probenahme folgende Unterschiede in der Bodenbearbeitung und Begrünungsführung:

In den Parzellen KS und KW wurde die Gasse der Dauerbegrünung alle zwei Jahre gewechselt (ökologische Bewirtschaftung).

In der Parzelle RW wurde der Block mit offenem Boden zusätzlich komplett mit Vorauflauf-Herbiziden behandelt. Die Anwendung der Nachauflauf-Herbizide beschränkte sich auf die Rebzeilen des begrünten Blocks. Dauerbegrünung und Anwendung des Nachauflauf-Herbizides fanden unverändert seit 14 Jahren statt.

In der Parzelle RP wurde zwei Jahre vor Beginn der Untersuchungen Stallmist in die offenen Gassen ausgebracht. Die Einsaat der Dauerbegrünung und der Start der Anwendung von Nachauflauf-Herbiziden in den Rebzeilen erfolgt vor drei Jahren.

In den Parzellen PL, P9 und L fand kein Wechsel der dauerbegrünten Gassen statt. Die Anwendung von Nachauflauf-Herbiziden in den Rebzeilen erfolgt seit ca. 4 Jahren.

Alle Parzellen befanden sich in der betriebsüblichen Bewirtschaftung. Eine Abstimmung der Bodenbearbeitung erfolgte nicht.

Die beteiligten Weingüter waren: Kopf, Landau/Pfalz; Staatsweingut mit Johannitergut Mussbach/Pfalz; Lingenfelder, Großkarlbach/Pfalz; Reuter, Krettnach/Saar.

Die physikalischen und chemischen Bodeneigenschaften der Untersuchungsflächen sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1:

Physikalische und chemische Bodeneigenschaften der Untersuchungsflächen

Parzelle	KS	KW	RW	RP	PL	P9	L
Ton (%)	22	26	20	22	11	11	7
Schluff (%)	68	63	30	36	51	52	21
Sand (%)	10	11	50	42	38	37	72
pH (CaCl ₂)	7,1	7,4	5,8	6,4	7,5	6,6	7,0

Die Bodenproben wurden im April 2003 aus dem Oberboden von 0-15 cm Tiefe mit einem speziell angefertigten Bohrstock entnommen, der die Entnahme eines gleich bleibenden Probenvolumens aus einem einheitlichen Tiefenbereich gewährleistet. In jeder Parzelle wurden von jeder Bodenbearbeitungsvariante 16 Einzelproben entnommen und zu einer repräsentativen Probe vereinigt. Die Proben wurden auf 2 mm gesiebt und auf einen Wassergehalt von 60% der maximalen Wasserhaltekapazität eingestellt, anschließend bei Raumtemperatur während einer Woche equilibriert und bis zur weiteren Verwendung bei 4°C gelagert.

Die mikrobielle Biomasse wurde indirekt über die Bestimmung des DOC (löslicher organischer Kohlenstoff) nach Fumigation der Bodenprobe mit Chloroform und anschließender wässriger Extraktion nach der Methode von Joergensen (1995) erfasst. Der DOC-Gehalt wurde mit dem Analysegerät „high TOC II“ der Firma Elementar bestimmt und ist nach Abzug der zuvor bestimmten leicht extrahierbaren C-Fraktion des Bodens ein Maß für die aktive Zellmasse des Bodens. Der Gehalt an mikrobieller Biomasse des Bodens gibt Auskunft über die Besiedlungsdichte des Bodens mit Mikroorganismen.

Die Atmung der Bodenorganismen (Basalatumung des Bodens) wurde nach der Methode von Heinemeyer et al. (Alef & Nannipieri, 1995) bestimmt, indem eine Bodenprobe mit CO₂-freier Luft durchströmt und die Anreicherung mit CO₂ gemessen wird. Hierzu wurde eine Apparatur der Firma Wösthoff verwendet. Als Basalatumung wird die Atmungsrate der Bodenorganismen ohne Zufuhr schnell verwertbarer C-Quellen bezeichnet. Sie beschreibt die Respiration der Mikroorganismen aus dem endogenen

Kohlenstoffpool des Bodens und ist abhängig von der Quantität und der Qualität der extrazellulären Kohlenstoffverbindungen und der Menge der intrazellulären Reservestoffe.

Ergebnisse und Diskussion

Die Verteilung der organischen Substanz der Bodenproben zeigt mit einer Ausnahme ein einheitliches Muster mit höheren Gehalten in den Gassen im Vergleich zur Zeile (Abbildung 1). Lediglich die Parzelle RW hat die geringsten Gehalte in der Gasse mit mechanischer Bearbeitung. Weiterhin sind in den Parzellen PL und P9 die Gehalte in der mechanisch bearbeiteten Gasse geringer als in der dauerbegrünten Gasse. Die Werte des Gesamtstickstoffs (Abbildung 2) sind weitestgehend vergleichbar.

Die mikrobielle Biomasse (Abbildung 3) der Parzellen KS, KW und PL liegt zwischen den jeweiligen Bodenbearbeitungsvarianten etwa auf gleichem Niveau. In der Parzelle RW hingegen ist der Gehalt in der Gasse mit mechanischer Bearbeitung deutlich niedriger. Des gleichen in Parzelle P9. Weiterhin zeigen diese Parzelle sowie die Parzellen RP und L auch niedrigere Werte für die Zeile. Die Anwendung von Nachauflauf-Herbiziden in der Zeile ließ in zwei Parzellen keinen Einfluss auf die mikrobielle Biomasse im Vergleich zur Dauerbegrünung erkennen (RW und PL). Hierbei ist hervorzuheben, dass in einer dieser beiden Parzellen (RW) die Nachauflauf-Herbizide ununterbrochen seit 14 Jahren eingesetzt wurden. In drei Parzellen (RP, P9 und L) waren die Gehalte niedriger. Diese Differenzen waren jedoch nicht größer als vergleichbare Effekte bei der mechanischen Variante (RW und P9). Die ökologisch bewirtschafteten Parzellen (KS und KW) wiesen eine gleichmäßige Verteilung der mikrobiellen Biomasse auf.

Die Werte der Basalatmung (Abbildung 4) sind weitestgehend vergleichbar. Das niedrigere Niveau bei den Parzellen RW und RP ist hingegen auffällig.

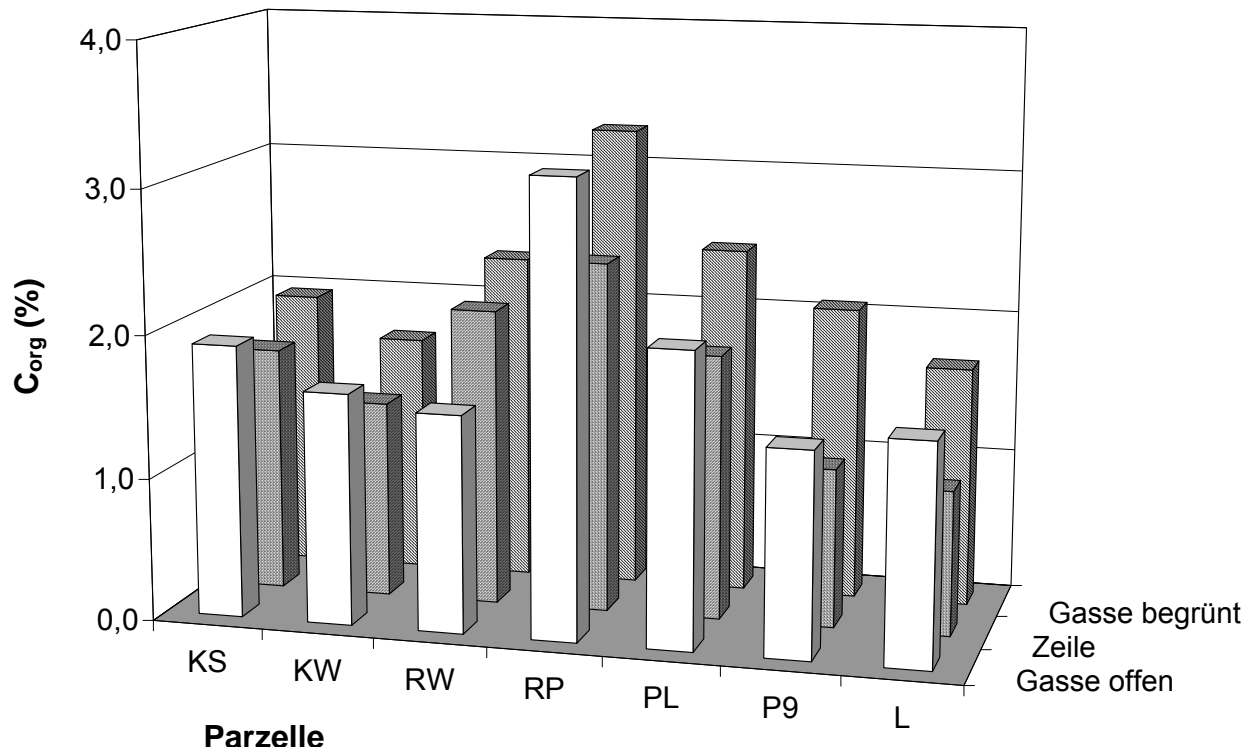


Abbildung 1: Organischer Kohlenstoff (C_{org}) der Bodenproben (0-15 cm Tiefe) aus Gasse und Zeile der Parzellen unterschiedlicher Standorte

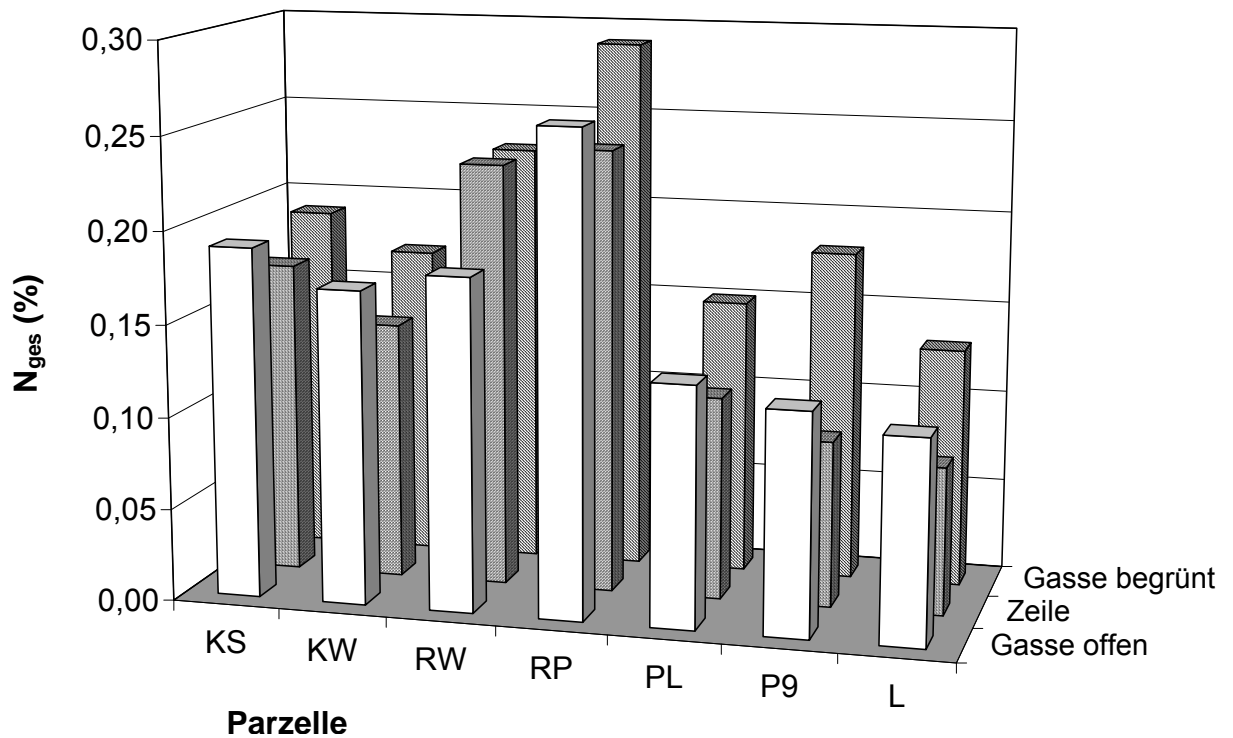


Abbildung 2: Gesamtstickstoff (N_{ges}) der Bodenproben (0-15 cm Tiefe) aus Gasse und Zeile der Parzellen unterschiedlicher Standorte

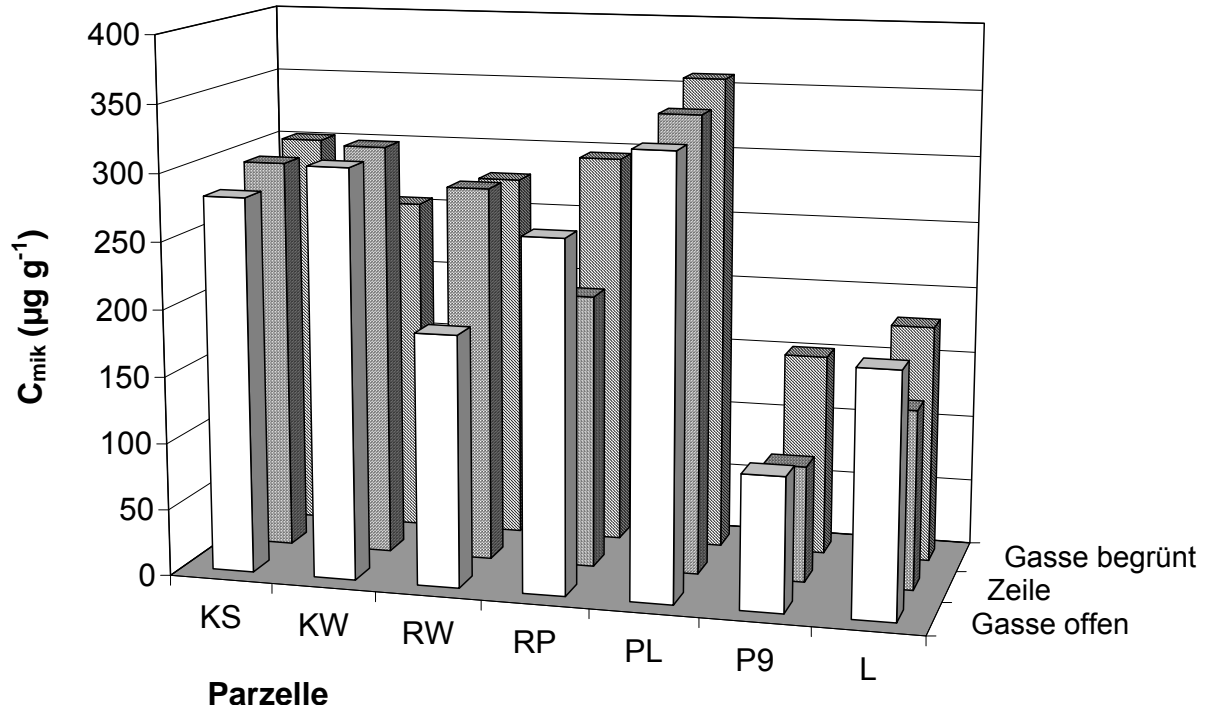


Abbildung 3: Mikrobielle Biomasse (C_{mik}) der Bodenproben (0-15 cm Tiefe) aus Gasse und Zeile der Parzellen unterschiedlicher Standorte

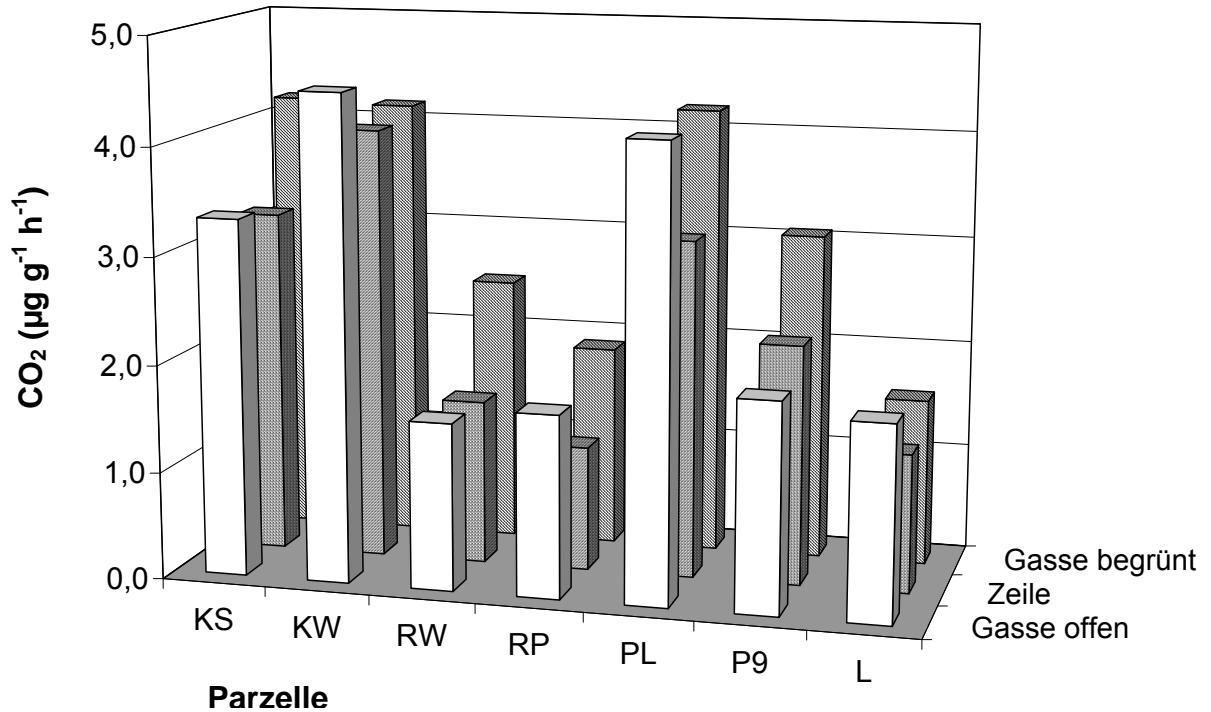


Abbildung 4: Basalatmung (CO_2) der Bodenproben (0-15 cm Tiefe) aus Gasse und Zeile der Parzellen unterschiedlicher Standorte

Organisches Material (z. B. Pflanzenreste, organischer Dünger) und die organische Substanz des Bodens sind wichtig für das Wachstum der Bodenmikroorganismen. In den ökologisch bewirtschafteten Parzellen (KS und KW) stellte der zweijährige Wechsel von dauerbegrünter und offener Gasse offensichtlich eine ausreichende Versorgung mit organischem Material dar, da die Varianten sich kaum in ihren Werten unterscheiden. Wurde der Boden hingegen dauerhaft von einem geschlossenen Aufwuchs freigehalten, führte dies zu einer Verarmung organischer Substanz und folglich mikrobieller Biomasse aufgrund Nahrungsmangels (Beck, 1988; Sommer, 1995). Zusätzlich fördert die mechanische Bodenbearbeitung durch eine gesteigerte Bodendurchlüftung den Abbau der organischen Substanz (Reicosky, 2001). Deshalb zeigte im Besonderen der langfristig mechanisch bearbeitete Boden in Parzelle RW (einschließlich Voraufbau-Herbiziden) deutlich niedrigere Gehalte an organischem Kohlenstoff und mikrobieller Biomasse. Die für die mikrobielle Biomasse förderlichen Effekte des Einsatzes von Nachaufbau-Herbiziden dürften hauptsächlich auf der Dichte des Beikrautbestandes vor der Herbizid-Anwendung beruhen, da die Überreste der behandelten Pflanzen (Blätter, Sprosse und Wurzeln) als leicht abbaubares organisches Material dienen. Vergleichbare Effekte sind auch durch das Ausbringen von Stallmist in der offen gehaltenen Gasse der Parzelle RP zu beobachten.

Aus den gemessenen Größen lassen sich weitere ökophysiologische Parameter zur Beurteilung der biologischen Qualität von Böden ableiten. Sie geben Auskunft über die Effizienz von Umsetzungsprozessen oder die Qualität von Substraten (z.B. organische Substanz) im Boden. Sie erlauben es, bodenbiologische Potentiale eines Standorts zu beurteilen, da sie oft weniger sensibel auf Einflüsse der Bodenbewirtschaftung reagieren als die ihnen zugrunde liegenden Einzelparameter.

Das Verhältnis mikrobielle Biomasse zu organischem Kohlenstoff ($C_{\text{mik}}/C_{\text{org}}$ -Verhältnis):

Das $C_{\text{mik}}/C_{\text{org}}$ -Verhältnis gibt an, wie hoch der Anteil des in der aktiven Biomasse festgelegten Kohlenstoffs am gesamten organischen Kohlenstoff des Bodens ist. Dieser Parameter gibt Hinweise auf die C-Dynamik eines Bodens und erlaubt Vergleiche zwischen verschiedenen Böden mit unterschiedlichen Gehalten organischen Kohlenstoffs und zeigt an, in welchem Maße die Mikroflora den verfügbaren Kohlenstoff zum Aufbau und zur Erhaltung ihres Zustandes nutzen kann (Anderson & Domsch, 1989).

Der metabolische Quotient (qCO_2):

Der metabolische Quotient ist ein indirektes Maß für die energetische Effizienz einer Mikroorganismengesellschaft. Je niedriger der metabolische Quotient ist, desto effizienter sind die mikrobiellen Umsatzleistungen. Der qCO_2 wird als Quotient aus der Basalatmung und der mikrobiellen Biomasse berechnet (Anderson & Domsch, 1986 b).

In Abbildung 5 und Abbildung 6 sind beide ökophysiologischen Parameter für die einzelnen Parzellen dargestellt. Neben einer Variation zwischen den Standorten zeigt sich sehr deutlich, dass sich die beiden Varianten der Gasse je Parzelle kaum unterscheiden und dass die Werte für die jeweilige Zeile ebenfalls gleich oder sogar höher bzw. gleich bis niedriger für das C_{mik}/C_{org} -Verhältnis und den metabolischen Quotienten liegen.

Unterschiedliche Niveaus der Parameter zwischen verschiedenen Parzellen verdeutlichen, dass jeder Standort spezifische Umweltbedingungen aufweist, die auf die Bildung der organischen Substanz sowie auf die Menge und Aktivität der Bodenmikroorganismen vor Ort Einfluss nehmen. Dass die Unterschiede zwischen den Bewirtschaftungsvarianten hierbei zumeist niedriger ausfallen als die Unterschiede zwischen den Parzellen bzw. Standorten, lässt diesen standortspezifischen Einfluss zusätzlich deutlich werden. Dies zeigte sich auch bei einem zweijährigen Vergleich je zweier Rebparzelle unterschiedlicher Bewirtschaftung an zwei ca. 3 km entfernt liegenden Standorten mit lehmig-schluffigem Sand bzw. sandigem Lehm als Bodenarten (Reuter, 2002).

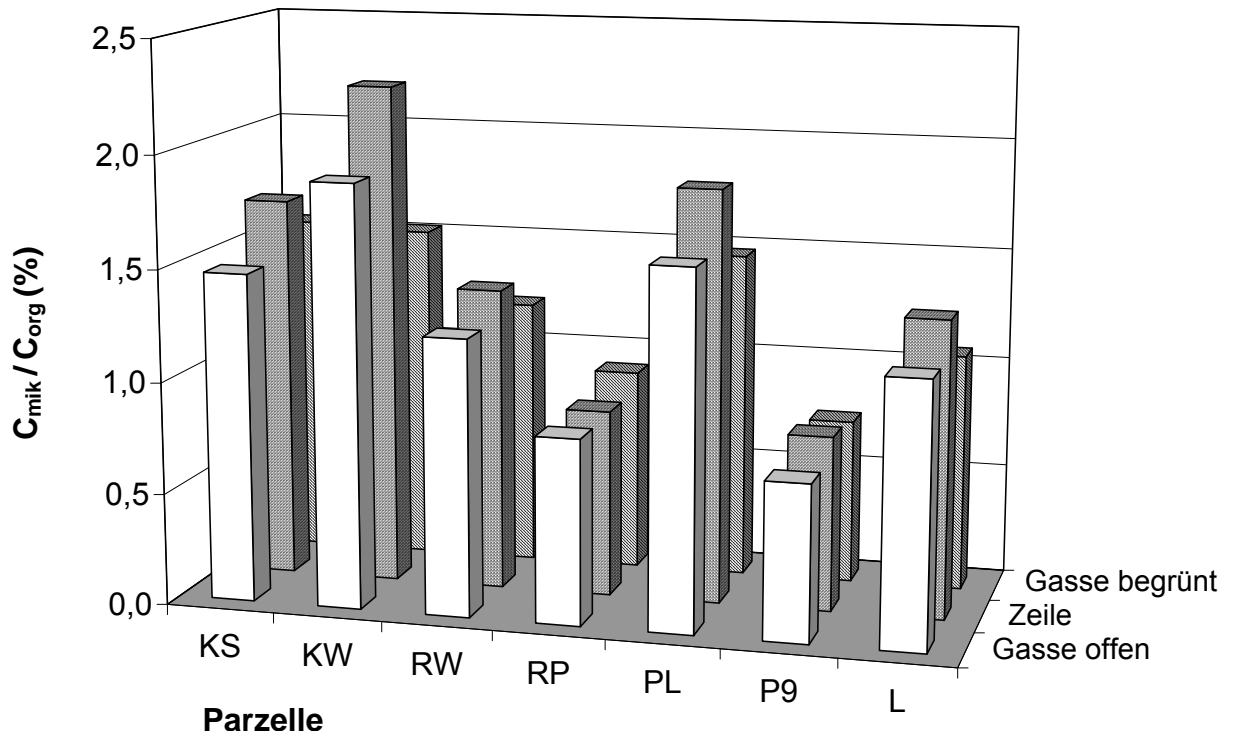


Abbildung 5: C_{mik}/C_{org} -Verhältnis der Bodenproben (0-15 cm Tiefe) aus Gasse und Zeile der Parzellen unterschiedlicher Standorte

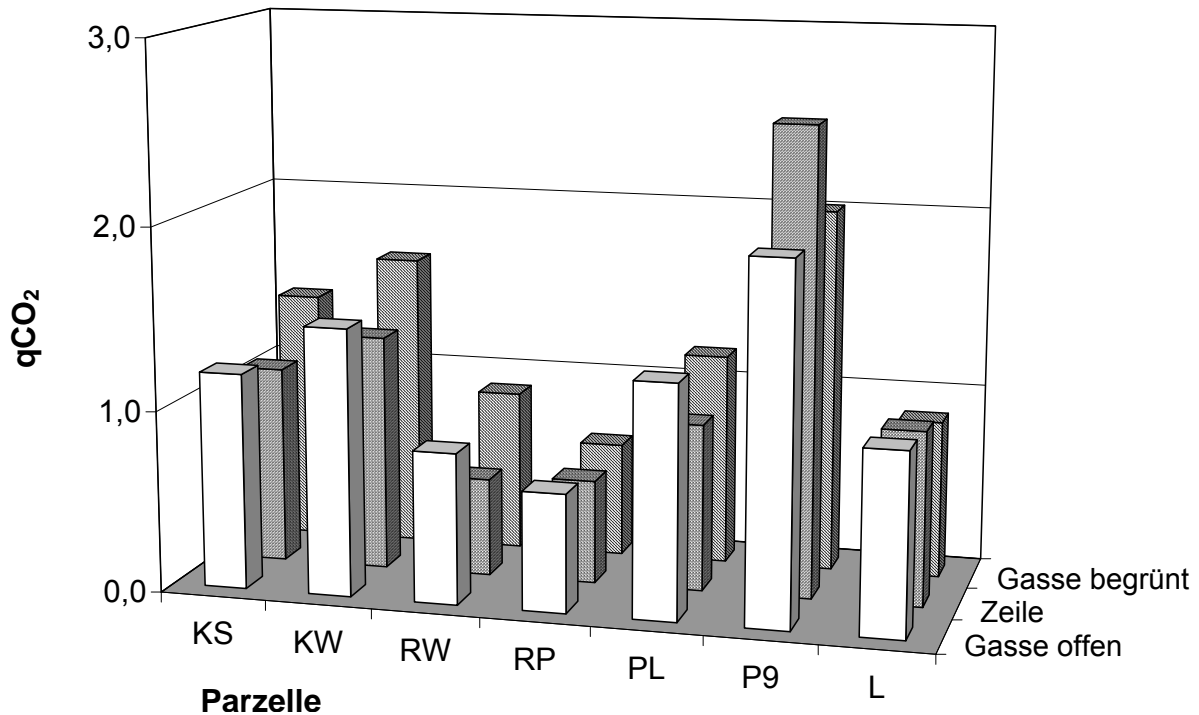


Abbildung 6: Metabolischer Quotient (qCO_2) der Bodenproben (0-15 cm Tiefe) aus Gasse und Zeile der Parzellen unterschiedlicher Standorte

Ein höheres C_{mik}/C_{org} -Verhältnis verdeutlicht eine effektivere Ausnutzung der organischen Substanz zum Aufbau mikrobieller Biomasse. Neben verschiedenen Eigenschaften der Mikroorganismen und den sie beeinflussenden Umweltbedingungen ist hierfür die Qualität der organischen Substanz wichtig (z.B. leicht oder schwer abbaubar, N-Gehalt). Die organische Substanz wurde nicht in ihrer speziellen Zusammensetzung untersucht, der tendenzielle Anstieg des C_{mik}/C_{org} -Verhältnisses in der Zeile (KS, KW, RW, PL, L) könnte aber in der periodischen Versorgung mit größeren Mengen leicht abbaubarer Pflanzenreste (Wurzel- und Sprossmasse) nach der Durchführung von Maßnahmen zur Beikrautkontrolle (mechanisch: KS, KW; chemisch: RW, RP, PL, P9, L) begründet sein. Eine leicht verfügbare Nahrungsquelle kann die Entwicklung der mikrobiellen Biomasse steigern, wohingegen die Zufuhr bereits humifizierten organischen Materials (z.B. gealterter Kompost oder Stallmist) eher den Humusgehalt des Bodens fördert und somit das C_{mik}/C_{org} -Verhältnis tendenziell erniedrigt (Reuter, 1999; Reuter & Kubiak, 2001).

Der metabolische Quotient als indirektes Maß für die energetische Effizienz einer Mikroorganismengesellschaft kann bei einer Erhöhung als Hinweis z.B. auf Stress-

wirkungen gesehen werden (Anderson & Domsch, 1986 b). Unter Stress wird ein höherer Anteil der umgesetzten Energie für lebenserhaltende Prozesse benötigt, so dass Wachstumsprozesse eine Reduzierung erleiden können. Die berechneten metabolischen Quotienten der Zeilen zeigen mit einer Ausnahme (P9) keine Erhöhung und tendieren zum Teil zu einer Absenkung. Auch diese Ergebnisse geben keine Hinweise auf eine negative Auswirkung bzw. eine Stresswirkung beider Verfahren der Beikrautkontrolle in der Zeile.

Die Wirkstoffe Glufosinat-ammonium und Glyphosat als häufig im Weinbau verwendete Nachauflauf-Herbizide wurden in vielfältiger Weise auf ihr Verhalten in der Umwelt untersucht. Im Boden z.B. ist Glyphosat praktisch unwirksam, da es Komplexbindungen mit vielen im Boden vorkommenden Schwermetallen eingeht, relativ stark an Tonminerale adsorbiert wird und auf Bodenmikroorganismen keine Nebenwirkungen hat (Hock et al., 1995; Zwerger & Ammon, 2002). Beide Wirkstoffe werden mit Halbwertszeiten von wenigen Tagen abgebaut. Somit sind keine Kurz- sowie Langzeiteffekte auf die Bodenökologie zu erwarten (Malkomes, 1988; Biederbeck et al., 1997; Wirén-Lehr et al., 1997; Wardle & Parkinson, 1990; Reuter, 1999; Haney et al., 2000; Köbrich & Kubiak, 2000; Busse et al., 2001).

Aus den dargestellten Ergebnissen kann gefolgert werden, dass der sachgerechte Einsatz von Nachauflauf-Herbiziden in der Regel nicht zu negativen Auswirkungen auf die Bodenmikroorganismen führt und sogar einen Beitrag zum Erhalt der organischen Substanz des Bodens leisten kann. Des Weiteren wird die Bodenstruktur, die durch Pflanzenwurzeln und Bodenorganismen aufgebaut und stabilisiert wurde, nicht durch mechanische Eingriffe beeinträchtigt. Eine gute Bodenstruktur erleichtert die Infiltration von Wasser und verbessert die Funktion des Bodens als Wurzelraum. Der Schutz der Bodenoberfläche durch eine Schicht abgestorbener Beikräuter wirkt der Erosionsgefahr zusätzlich entgegen.

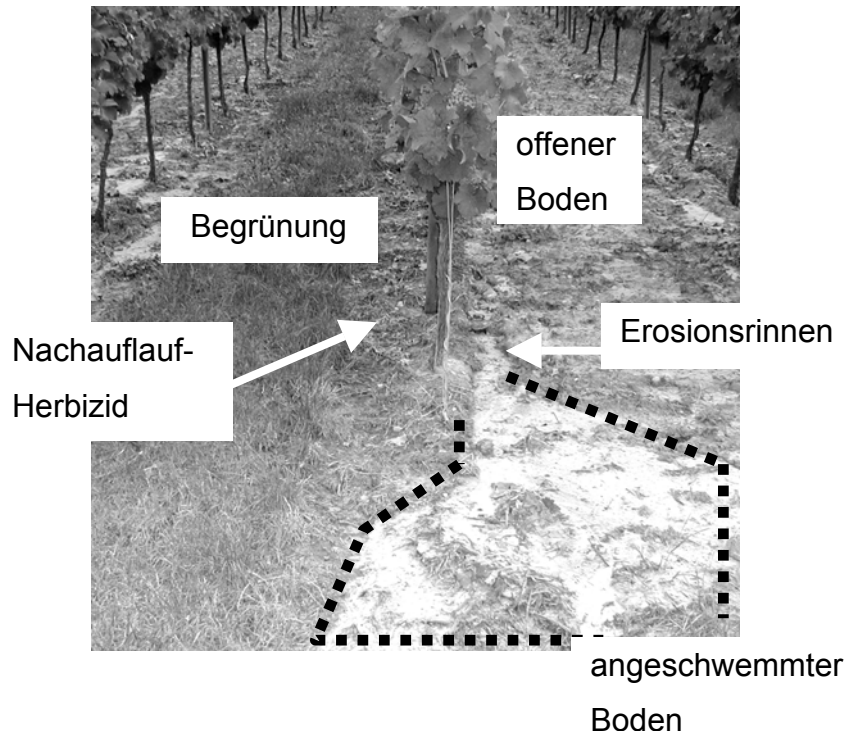


Abbildung 7: Erosionsanfälligkeit eines sandigen Bodens bei unterschiedlicher Bewirtschaftung (Foto: REUTERS S.)

Die hohe Resistenz gegen Erosion bei einer mit Nachauflauf-Herbiziden behandelten Bodenoberfläche zeigte sich sehr deutlich bei der Dokumentation von Erosionsereignissen in der Folge des starken Unwetters im August 2004 im Umfeld von Deidesheim in der Pfalz. In Abbildung 7 ist ein Weinbergsboden mit hohem Sandanteil in leichter Hanglage zu sehen. In der Gasse mit Dauerbegrünung fand kein sichtbarer Bodenabtrag statt. In der benachbarten Gasse mit offenem Boden sind deutliche Erosionsrinnen sowie angeschwemmtes Bodenmaterial am Ende der Gasse zu erkennen. Im Unterstockbereich (auf der Seite der Dauerbegrünung) wurden Nachauflauf-Herbizide eingesetzt. Hier zeigt sich ebenfalls eine hohe Stabilität der Bodenoberfläche gegenüber Erosion. Dass auch in diesem Bereich Oberflächenabfluss stattfand, war anhand verlagertes Pflanzenreste, die dem Boden auflagen, zu erkennen.

Fazit

Ein auf Nachhaltigkeit ausgerichteter Weinbau sollte den Einfluss der Bodenbewirtschaftung auf bodenbiologische Funktionen beinhalten. Die Dauerbegrünung schützt diese Funktionen und somit den Boden. Scheidet die Dauerbegrünung aus bzw. sind

Eingriffe im Unterstockbereich notwendig, ist weder dem Einsatz von Nachauflauf-Herbiziden noch der mechanischen Bodenbearbeitung der Vorzug zu geben. Beide Methoden können adäquat und boden- bzw. umweltschonend im Sinne einer nachhaltigen Wirtschaftsweise eingesetzt werden. Dies zeigten die Ergebnisse vergleichender Untersuchungen zum Einsatz mechanischer und chemischer Verfahren sowie Dauerbegrünung an unterschiedlichen Weinbergstandorten deutlich:

Die organische Substanz, die Bodenatmung und die mikrobielle Biomasse des Bodens reagierten positiv auf konservierende Verfahren. Beobachtungen nach Starkregenereignissen verdeutlichten auch die höhere Resistenz von mit Nachauflauf-Herbiziden behandelten Bodenoberflächen verglichen mit benachbarten, offenen Böden. Daher sollte der gezielte, sachgerechte Einsatz von Nachauflauf-Herbiziden im Weinbau intensiver unter dem Aspekt der nachhaltigen Bodenbewirtschaftung betrachtet werden. Die Umweltwirkungen von Herbiziden im Vergleich zu mechanischen Verfahren generell als negativ zu betrachten, dürfte den Sachverhalten auf Dauer nur ungenügend gerecht werden. Weiterhin kann der Einsatz von Nachauflauf-Herbiziden auch dazu beitragen, Weinberge zu erhalten, die mit Maschinen oft schwierig oder nur kostspielig zu bewirtschaften sind (z.B. Steillagen und Terrassen) und somit traditionelle Landschaften zu fördern.

Literatur

- ALEF K., NANPIERI P. (1995): *Methods in applied soil microbiology and biochemistry*. Academic Press, 576.
- ANDERSON T.H., DOMSCH K.H. (1986 a): Carbon assimilation and microbial activity in soil. *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde*, 149, 457-468.
- ANDERSON T.H., DOMSCH K.H. (1986 b): Anwendung ökophysiologischer Parameter zur Charakterisierung mikrobieller Biomassen im Boden. In: Riewenherm S., Lieth, H. (Hrsg.). *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie*, 19/II, 324-329.
- ANDERSON T.H., DOMSCH K.H. (1989): Ratios of microbial biomass carbon to total organic carbon in arable soils. *Soil Biol. Biochem.*, 21, 471-479.
- ANDERSON T.H., GRAY T.R.G. (1991): The influence of soil organic carbon on microbial growth and survival. In: *Advances in Soil Organic Matter Research: The Impact On Agriculture & The Environment*. W.S. Wilson (ed.), Redwood Press, Melksham, 253-266.

- BECK T. (1988): Landbauliche Maßnahmen – ihre Auswirkungen auf Bodenleben und Bodenfruchtbarkeit. In: *Bodenleben Bodenfruchtbarkeit Bodenschutz*. Arbeiten der DLG, Band 191, DLG-Verlag, Frankfurt Main, 13-27.
- BIEDERBECK V.O., CAMPBELL C.A., HUNTER J.H. (1997): Tillage effects on soil microbial and biochemical characteristics in a fallow-wheat rotation in a Dark Brown soil. *Can. J. Soil. Sci.*, 77, 309-316.
- BUSSE M.D., RATCLIFF A.W., SHESTAK C.J., POWERS R.F. (2001): Glyphosate toxicity and the effects of long-term vegetation control on soil microbial communities. *Soil Biol Biochem*, 33, 1777-1789.
- HANEY R.L., SENSEMAN S.A., HONS F.M., ZUBERER D.A. (2000): Effect of glyphosate on soil microbial activity and biomass. *Weed Science*, 48, 89-93.
- HOCK B., FEDTKE C., SCHMIDT R.R. (1995): Herbizide: Entwicklung, Anwendung, Wirkungen, Nebenwirkungen. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York.
- JOERGENSEN R.G. (1995) The fumigation-extraction method to estimate soil microbial biomass: extraction with 0.01 M CaCl₂. *Agribiol. Res.*, 48, 319-324.
- KÖBRICH D., KUBIAK R. (2000): Ecological valuation of mechanical and chemical weed control in vineyards within the scope of an eco-balance. *J Plant Diseases Protection*, Special Issue, XVII, 745-752.
- MALKOMES H.-P. (1988): Einfluß von Glyphosinat-ammonium (Basta) und Glyphosat (Roundup) auf Bodenmikroorganismen und deren Aktivitäten. *Z. PflKrankh. PflSchutz, Sonderh.*, XI, 277-286.
- REICOSKY D.C. (2001): Conservation agriculture: Global environmental benefits of soil carbon management. In: *Conservation Agriculture, a Worldwide Challenge, vol. I*. Garcia-Torres, L., Benites, J. & Martinez-Vilela, A. (eds). XUL, Cordoba, 3-12.
- REUTER S. (1999): Relation entre les caractéristiques physiques et biologiques des sols viticoles et le devenir de deux herbicides, en fonction des changements de pratiques d'entretien des sols. Rapport final du stage post-doctorale, Université de Bourgogne, CST-Geo Sol, Dijon.
- REUTER S., KUBIAK R. (2001): Soil management systems to support soil microbial biomass in vineyards. In: *Conservation Agriculture, a Worldwide Challenge, vol. II*. Garcia-Torres L., Benites J., Martinez-Vilela A. (eds). XUL, Cordoba, 497-501.
- REUTER S. (2002): Einfluss der Beikrautregulierung auf die Mikroflora des Bodens. Abschlussbericht SLFA Neustadt/Wstr., 52.

- SOMMER C. (1995): Einführung. In: *Einführung von Verfahren der Konservierenden Bodenbearbeitung in die Praxis*. KTBL, Darmstadt, 7-20.
- WARDLE D.A., PARKINSON D. (1990): Influence of the herbicide glyphosate on soil microbial community structure. *Plant and Soil*, 122, 29-37.
- WIRÉN-LEHR S., KOMOŃA D., GLÄßGEN W.E., SANDERMANN H. JR., SCHEUNERT I. (1997): Mineralization of [¹⁴C]glyphosate and its plant-associated residues in arable soils originating from different farming systems. *Pestic. Sci.*, 51, 436-442.
- ZWERGER P., AMMON H.U. (2002): Unkraut - Ökologie und Bekämpfung. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

II. Nährstoffversorgung, Humushaushalt, N-Dynamik, Blattdüngung

1 Biomasseproduktion und Mineralstoffgehalt von Begrünungspflanzen

Dr. Adel FARDOSSI

Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau, Wiener Straße 74, A-3400 Klosterneuburg

E-Mail: adel.fardossi@hblawo.bmlfuw.gv.at

Aus ökologischen Gründen wurde die Begrünung im Weinbau seit langem empfohlen und in einer Fülle von Arbeiten publiziert. Heute wird die Begrünung für den konventionellen und den integrierten Weinbau in Abhängigkeit von Klima- und Standortverhältnissen als Dauer- und Teilzeitbegrünung angestrebt. Im pannonischen Weinbau sind die Niederschläge in der Vegetationszeit relativ gering und oft schlecht verteilt. Darüber hinaus sind viele Weingartenböden flachgründig, sandig, trocken und beinhalten einen hohen Grobanteil. In solchen Fällen ist nur eine Teilzeitbegrünung (Frühjahr- bzw. Herbstbegrünung) möglich. In Hinblick auf die ökologische Relevanz von Begrünungspflanzen und ihre Bedeutung für die Bodenfruchtbarkeit sollte jedoch das Problem der Wasser- und Nährstoffkonkurrenz nicht unterschätzt werden.

Material und Methoden:

Die vorliegenden Untersuchungen wurden im Rahmen einer Frühjahrsbegrünung mit 6 verschiedenen Pflanzenarten vorgenommen. Im zeitigen Frühjahr 1999 wurde auf einer brachliegenden Teilfläche der Ried „Rothäcker“ vor der geplanten Neuanlage Sonnenblume, Gelbsenf, Phacelia, Futterölrettich, Sommerfutterraps und Weißklee als Demonstrationsparzellen nebeneinander einzeln eingesät. Der Boden wird als Rigolboden bezeichnet, er ist mäßig trocken und weist hohe Nährstoffgehalte auf. Die Niederschläge von Mai bis Oktober liegen bei etwa 400 mm. Am 2.6.1999 wurden die verschiedenen Begrünungspflanzen auf Bestandsdichte und Wuchshöhe bonitiert. Zur Ermittlung der Biomassemenge wurden die oberirdischen Organe von einem m² der einzelnen Pflanzengruppen knapp oberhalb der Erdoberfläche (ca. 3 - 4 cm) abgeschnitten, ihr Frischgewicht und nach Trocknung bei 105°C das Trockengewicht festgestellt. Zur Ermittlung des Spross-/Wurzel-Verhältnisses wurde ein

Teil der Pflanzen mit den Wurzeln aus dem Boden gezogen. Nach Reinigung der Wurzeln unter Leitungswasser wurden die Pflanzen in Spross und Wurzeln getrennt und anschließend getrocknet und gewogen. Die Bestimmung der Nährstoffe erfolgte wie üblich nach Standardmethoden der Pflanzenanalyse. Mit Hilfe der Pflanzenanalyse sollte gezeigt werden, ob und in welchem Ausmaß sich die eingesäten Begrünerarten hinsichtlich ihrer Nährstoffgehalte unterscheiden lassen.

Ergebnisse:

In der Tabelle 1 sind Aussattermin, Saatmenge (kg/ha), Pflanzenanzahl (pro m²), Wuchshöhe (cm) und Entwicklungszustand der Pflanzen zusammengestellt.

Tabelle 1:

Ergebnisse der Bestandsaufnahme am 02.06.1999

Pflanzenart (Spross)	Aussaat 24.03.1999 (kg/ha)	Pflanzenanzahl (m ²)	Wuchshöhe (cm)	Entwicklungs- zustand
Sonnenblume	15	120	100 - 110	vor der Blüte
Gelbsenf	25	ca. 1100	100 - 120	Vollblüte
Phacelia	10	ca. 1400	70 - 80	Vollblüte
Futterörettich	25	ca. 500	90 - 100	vor der Blüte
S. Futterraps	10	ca. 1500	60 - 70	vor der Blüte
Weißklee	10	ca. 2500	15 - 20	keine Blüte

Aus der Pflanzenanzahl pro m² wird ersichtlich, dass es sich um eine Dichtpflanzung mit vollkommener Bodenbedeckung handelt. Zum Erntezeitpunkt standen Gelbsenf und Phacelia in der Vollblüte, die übrigen Varianten knapp davor.

Die Ergebnisse der Erntedaten sind aus der Tabelle 2 ersichtlich.

Tabelle 2:

Kenndaten der einzelnen Varianten nach der Ernte

	Frischgewicht (kg/m ²)	Trockengewicht (kg/ m ²)	Wassergehalt der Sprosse %	Spross-/ Wurzel- Verhältnis	Wassergehalt Oberboden (0 - 25 cm)
Sonnenblume	6,68	0,57	92	12	13
Gelbsenf	3,68	0,58	84	10	14
Phacelia	5,74	0,71	88	19	13
Futterölrettich	4,82	0,51	89	9	13
S.Futterraps	3,20	0,44	86	5	11
Weißklee	2,30	0,28	88	4	12

Das Frischgewicht (FG) der Sprösse von Sonnenblumenpflanzen liegt bei 6,68 kg/m², der Weißklee erreichte hingegen nur 2,3 kg/m². Die Phacelia weist mit 0,71 kg/m² Trockengewicht (TG) den Höchstwert auf. Interessant ist auch das Spross-/Wurzel-Verhältnis bei der Phacelia, mit 19:1 ist es sehr weit, hingegen beim Weißklee mit 4:1 sehr eng.

Die Sonnenblume zeigt relativ hohen Wassergehalt auf (92 %), während der Gelbsenf (84 %) deutlich niedriger liegt.

Im Oberboden schwankt der Wassergehalt zwischen 11 % unter Sommerfutterraps und 14 % unter Gelbsenf, die übrigen Varianten lagen dazwischen.

In der Tabelle 3 sind die kritischen Werte für Rebblätter wiedergegeben. Unterhalb dieser Werte sind Ernährungsstörungen bei der Rebe zu erwarten. Auffällig ist, dass die K- und P-Werte der untersuchten Pflanzen um 2- bis 4-mal höher liegen als die kritischen Werte bei der Rebe.

Tabelle 3:

Nährstoffgehalte in der TS von Begrünungspflanzen, Spross, Probenahme
02.06.1999

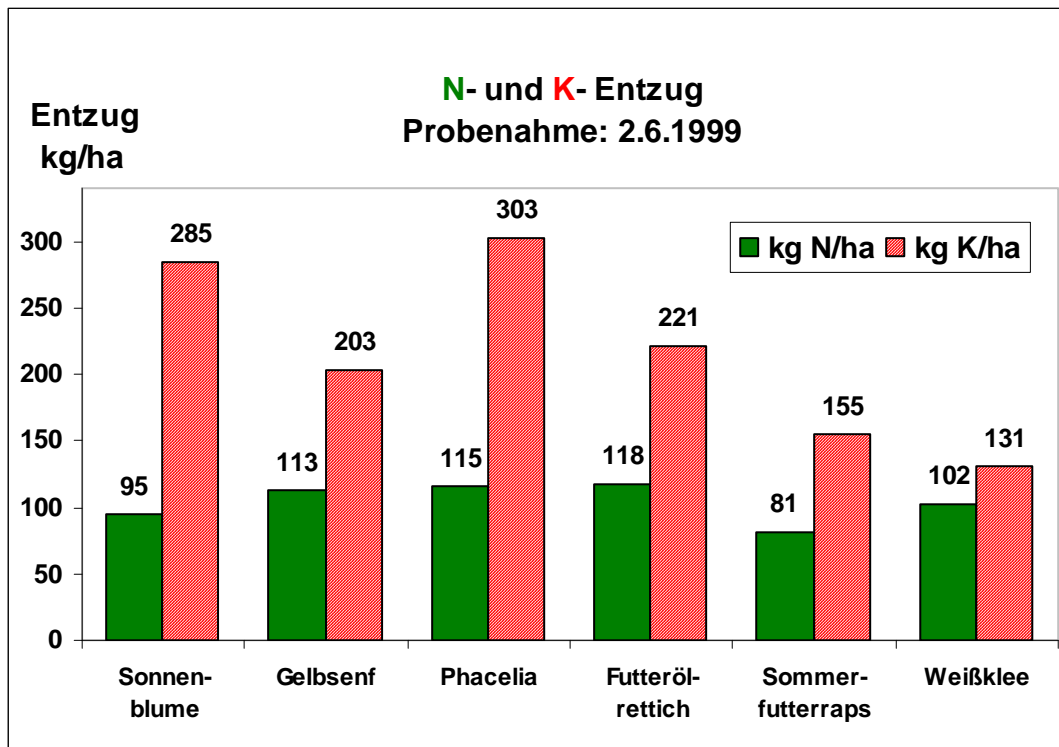
Variante	%					ppm			
	N	K	P	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn
Sonnenblume	1,67	4,99	0,36	1,06	0,19	81	14	27	22
Gelbsenf	1,95	3,51	0,38	0,77	0,16	71	14	30	19
Phacelia	1,63	4,27	0,47	2,17	0,19	113	12	20	22
Futterölrettich	2,31	4,33	0,46	0,78	0,20	59	11	23	45
S-Futterraps	1,85	3,52	0,41	0,55	0,16	44	11	23	26
Weißklee	3,65	4,67	0,38	1,29	0,29	136	14	28	61
Mittelwert	2,17	4,21	0,41	1,10	0,19	94	13	25	33
Krit. Wert für Rebblätter	2,25	1,20	0,19	2,50	0,25	60	6	25	30

Die Pflanzenanalyse zeigt, dass der Weißklee mit 3,65 % N den höchsten N-Gehalt in der Trockensubstanz aufweist, während die Variante Phacelia mit 1,63 % N den geringsten Wert verzeichnet. Die K-Gehalte liegen im Durchschnitt bei 4,2 %, der Höchstwert wird bei der Sonnenblume mit 4,99 % K und der niedrigste bei Gelbsenf mit 3,51 % K ermittelt. Die Gehalte an Phosphor lagen zwischen 0,47 % P bei Phacelia und 0,36 % P bei der Sonnenblume. Große Unterschiede sind bei den Ca-Gehalten ersichtlich. Sie schwanken zwischen 2,17 % Ca bei Phacelia und 0,55 % Ca bei Sommerfutterraps. Der Weißklee hatte auch den höchsten Gehalt an Magnesium (0,29 % Mg), während Gelbsenf und Sommerfutterraps die geringsten Wert aufweisen.

Bei den Spurenelementen Fe, Cu, Zn und Mn sind die Gehalte an Fe und Mn deutlich unterschiedlich.

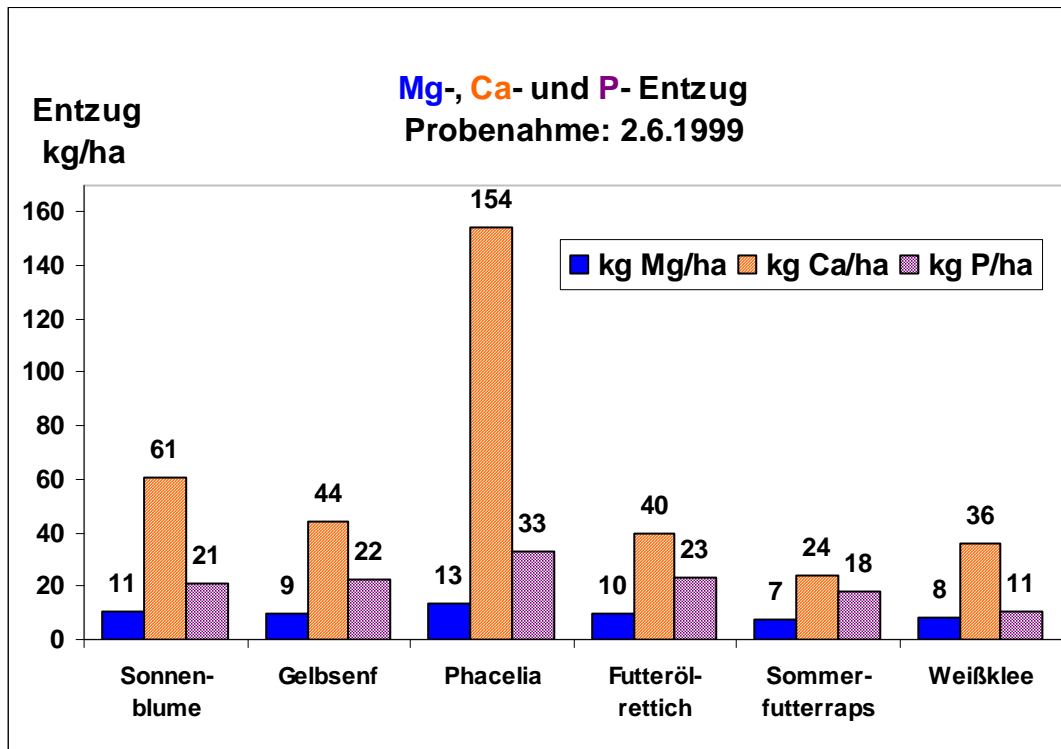
In der Abbildung 1 sind die Entzüge an N und K in kg/ha dargestellt. Der N-Entzug lag zwischen 81 kg/ha bei Sommerfutterraps und 118 kg/ha bei Futterölrettich. Wesentlich höher liegen die K-Entzüge mit 203 kg/ha bei Phacelia und 131 kg/ha bei Weißklee.

Abb. 1: Stickstoff- und Kaliumentzug durch die oberirdische Biomasse



In Abbildung 2 sind die Entzüge an Mg, Ca und P aufgezeichnet. Besonders auffällig ist der hohe Ca-Entzug bei der Phacelia. Sie weist auch den höchsten Entzug an Phosphor auf. Die Mg-Entzüge liegen im Vergleich zu Ca und P deutlich niedriger.

Abb. 2: Magnesium-, Calcium- und Phosphorentzug durch die oberirdische Biomasse



In den Abbildungen 3 und 4 sind die Entzüge an Fe, Zn, Cu und Mn dargestellt. Bemerkenswert ist die hohe Zn-Aufnahme bei Weißklee und Gelbsenf sowie die Mn-Aufnahme bei Futterölrettich und Weißklee.

Abb. 3: Eisen- und Zinkentzug durch die oberirdische Biomasse

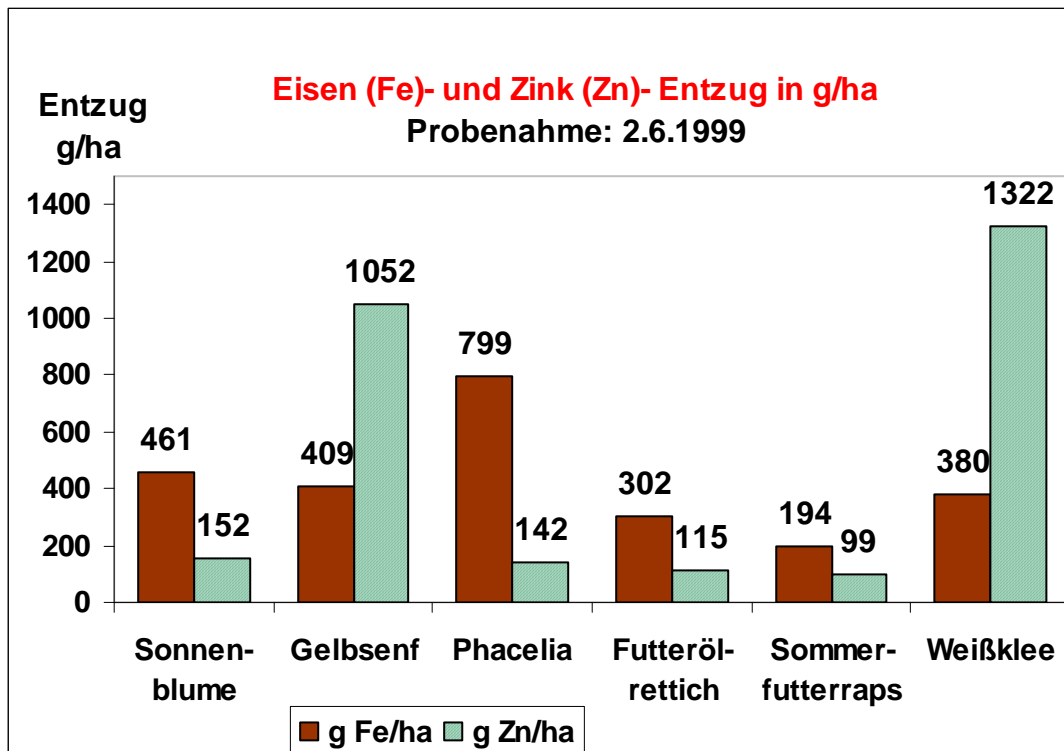
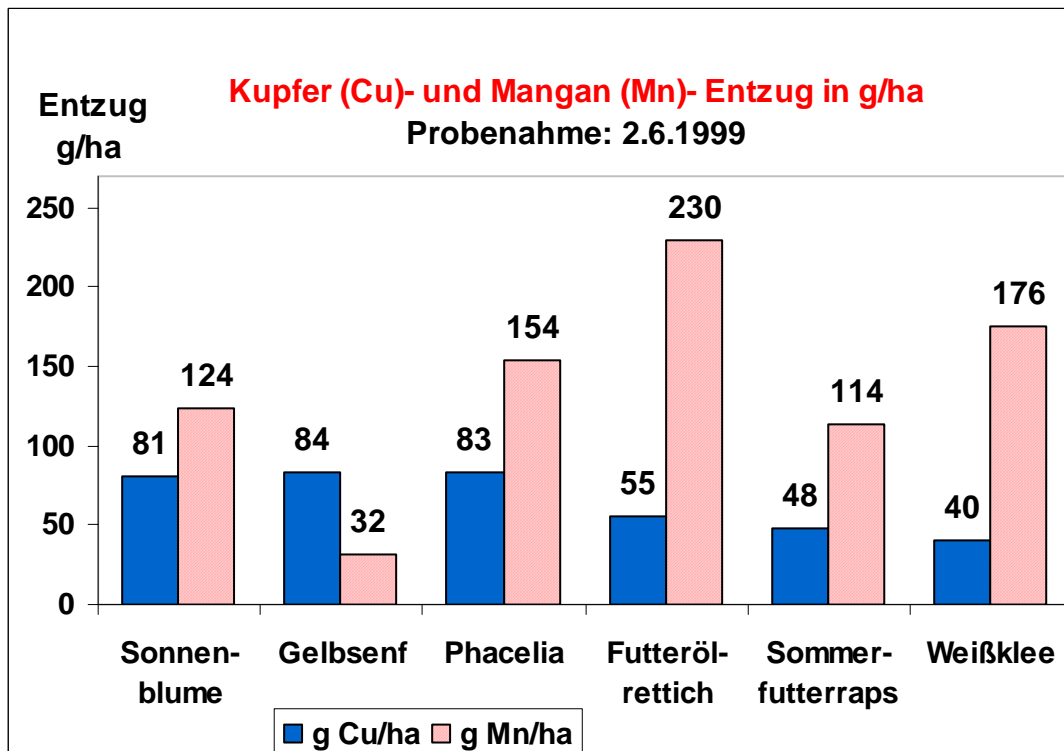


Abb. 4: Kupfer- und Manganentzug durch die oberirdische Biomasse



Schlussfolgerung:

Wichtige Beurteilungskriterien für die Leistung einer Frühjahrsbegrünung sind die gebildete Trockensubstanz (TS) und die darin gebundenen (aufgenommene) Nährstoffe.

Der Nährstoffentzug durch die Begrünungspflanzen ist ein Maß für den Nährstoff, der bis zum Zeitpunkt des Umbruchs bzw. Mulchens in der Pflanze gebunden wird. In bestehenden Rebanlagen könnte die Nährstoffkonkurrenz zur Rebe besonders groß werden, wenn die Nährstoffversorgung im Boden, vor allem im Unterboden nicht im Optimalbereich vorliegt. Dies trifft hauptsächlich für die Nährstoffe K und P zu, die im Unterboden wesentlich niedriger vorhanden sind, als es im Oberboden der Fall ist. In den Trockengebieten Österreichs ist diese Problematik in den letzten Jahren besonders aktuell geworden. Sowohl im Boden als auch in der Rebe hat sich die Wechselwirkung zwischen den Antagonisten K und Mg verschärft. K-Mangelerscheinungen in Rebanlagen wurden bei gleichzeitigem Überschuss an Mg im Boden und in der Rebe beobachtet. Eine verstärkte Nährstoffkonkurrenz zur Rebe kann durch Unkrautpflanzen kommen. Ein sehr hohes K-Aneignungsvermögen zeigen z. B. die Gänsefußgewächse (über 7 % K in Aufwuchs). Der kritische Wert der Rebblätter liegt bei etwa 1,2 % K. Im pannonischen Trockengebiet ist mit Anreicherung von Nährstoffen im Oberboden und mit Verarmung im Unterboden zu rechnen. Unter solchen Bedingungen ist die Verlagerung in den Hauptwurzelraum der Rebe (Unterboden) schwer möglich. Daher wird in Österreich empfohlen den Oberboden (0 - 25 cm) und den Unterboden (25 - 50 cm) zu analysieren.

Literatur:

Bauer, K., Fox, R. und Ziegler, B. Moderne Bodenpflege im Weinbau. Umer/Agrar Verlag: 2004.

Baumgarten, A. Bodenanalytik für den Weinbau in Österreich. Der Winzer 3 (2004): 6-9.

Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz beim Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Hrsg.): Richtlinien für die sachgerechte Düngung im Weinbau, 1. Auflage 2003.

Fardossi, A., Mayer, Ch., Schober, V. und Mayer, S. Bestandsaufnahme und Mineralstoffgehalte von Unkrautpflanzen in einer Rebanlage in Klosterneuburg. Mitt. Klosterneuburg 46 (1996): 41-51.

Fardossi, A., Wunderer, W., Mayer, Ch., Schober, V. und Mayer, S. Einfluss der Dauerbegrünung auf den Ernährungszustand verschiedener Rebsorten. Mitt. Klosterneuburg 46 (1996): 152-161.

2 Bodenpflege und Begrünung in Hinblick auf die Stickstoffmobilisierung und Nährstoffversorgung der Rebe auf einem Lößbodenstandort

Dipl. Ing. Martin MEHOFER

Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau, Wiener Straße 74, A-3400 Klosterneuburg

E-Mail: Martin.Mehofer@hblawo.bmlfuw.gv.at

Einleitung

Im Weinbau ist 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 in der Weingartenbearbeitung zu suchen sind. Besonders bei Bewirtschaftungsweisen im Rebbau, 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. Im Jahr 2000 wurden im Rahmen einer Diplomarbeit in einer Weitraumhochkultur-Ertragsanlage im Weinbaugebiet Donauland, Niederösterreich mit der Sorte Grüner Veltliner Untersuchungen zum Thema Bodenbearbeitung und Begrünung und deren Auswirkungen auf die Weinqualität bei biologischer Bewirtschaftung durchgeführt.

Material und Methoden

Standort

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.

Klima und Boden

Klima

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. einer negativen Wasserbilanz aus. Als relativ guter Anhaltspunkt für das Pannonikum kann der Bereich mit einer durchschnittlichen Jahresniederschlagsmenge von weniger als 600 mm herangezogen werden.

Tabelle 1:

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

Messstation Monat	Krems (ZAMG)	Langenlois (ZAMG)	Neudegg (Rebschutz- dienst)	Krems (ZAMG) (langjähriges Mittel 1961-1990)
Jänner	24	18		20
Februar	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
August	140	126	123	62
September	39	51	38	46
Oktober	33	40		26
November	36	30		34
Dezember	41	35		24
Jahressumme	561	525		522

Bodenbeschreibung

Tabelle 2:

Bodenbeschreibung Ried Wadenthal laut Österreichischer Bodenkartierung (Anonym 1974).

Landschaftsraum:	Wagram, Höhere Terrassen und Hügelland
Bodentyp und Ausgangsmaterial:	Tschernosem aus Löß
Wasserverhältnisse:	Mäßig trocken; mäßige Speicherkraft; mäßige Durchlässigkeit
Bodenart:	A1p, A2: lehmiger Schluff C: lehmiger Schluff, Schluff oder sandiger Schluff
Humusverhältnisse:	A1p: mittelhumos A2: mittel bis schwach humos
Kalkgehalt:	Stark kalkhaltig; Karbonatgehalt im A1p- und A2-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°

Bodenanalyse

Die Bodenproben wurden am 1. April 2000 entnommen und anschließend im Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft in Wien analysiert.

Tabelle 3:

Bodenuntersuchungsergebnis der Rebanlage Grüner Veltliner, Ried Wadenthal.

Entnahmetiefe (cm)	0 - 20	20 - 40
pH in CaCl ₂	7,8	7,7
Kalk-Test	5	5
Organ. Substanz (%)	1,8 C	
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	
Mangan mg/1000g	51 C	
Kupfer mg/1000g	40 E	
Zink mg/1000g	8 C	
Bor mg/1000g	1,2 C	

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 1000g, was einer sehr hohen Versorgung mit diesem Element entspricht (Stufe E).

Versuchsplanung

Versuchsfläche

Die Sorte Grüner Veltliner wurde ausgewählt, weil diese die Hauptsorte in der österreichischen Weinproduktion darstellt.

Tabelle 4:

Rebanlage im Versuch.

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

Bodenbearbeitungsvarianten

Die in der folgenden Tabelle 5 beschriebenen 5 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 beziehungsweise umgebrochen wurden, verglichen werden. Zwischen den variantenspezifisch gepflegten Fahrgassen lag jeweils eine ganzjährig begrünte ungelockerte Fahrgasse, deren Begrünung kurz gehalten wurde. Die Aussaatmenge der Begrünung betrug 25 kg/ha (85 % Kleeanteil: Rotklee, Perserklee, Luzerne, Weißklee, Alexandrinerklee und 15 % Grasanteil: Italienisches Raygras und Bastardraygras). Der Unterstockbereich wurde überall ganzjährig offengehalten. Die Versuchsauswertung erfolgte immer in den beiden Reihen beiderseits einer variantenspezifischen Fahrgasse, also in 2 Reihen pro Variante mit je 113 Stöcken pro Reihe.

Tabelle 5:

Bodenbearbeitungsvarianten.

Variante	Maßnahme	Datum	Gerät und Durchführung
A	Ganzjährig begrünte Fahrgasse		
B	Einmalige Lockerung der Begrünung – Ende April		
		29.04.00	Unterbodenlockerer: zweimal je Gasse
C	Umbruch der Begrünung - Mitte Mai		
		20.05.00	Unterbodenlockerer und Bodenfräse: zweimal je Gasse
		04.07.00	Pflug und Bodenfräse: zweimal je Gasse
	Gründungs- ansaat	11.08.00	Bodenfräse: zweimal je Gasse; Drillsämaschine
D	Lockerung und Umbruch der Begrünung – Ende April und Mitte Mai		
		29.04.00	Unterbodenlockerer: zweimal je Gasse
		20.05.00	Unterbodenlockerer und Bodenfräse: zweimal je Gasse
		04.07.00	Pflug und Bodenfräse: zweimal je Gasse
	Gründungs- ansaat	11.08.00	Bodenfräse: zweimal je Gasse; Drillsämaschine
E	Lockerung und später Umbruch der Begrünung – Ende April und Anfang Juli		
		29.04.00	Unterbodenlockerer: zweimal je Gasse
		04.07.00	Pflug und Bodenfräse: zweimal je Gasse
	Gründungs- ansaat	11.08.00	Bodenfräse: zweimal je Gasse; Drillsämaschine

Methoden

Die Bodenbearbeitung wurde mittels Unterbodenlockerer, Pflug, Fräse beziehungsweise einer 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 offengehalten. Die Bodenprobenentnahme erfolgte an 5 Terminen zwischen Mitte Mai und Mitte September. Die Entnahme wurde händisch mit Erdbohrer und Schlegel aus einer Tiefe von 0 – 60 cm durchgeführt. Pro Bodenbearbeitungsvariante und Termin wurden an 8 gleichmäßig verteilten Stellen Bodenproben entnommen. Die entnommenen Proben jeder Variante wurden anschließend gut durchmischt und in Kunststoffbeutel gefüllt. Unter Kühllhaltung in Kühlboxen und im Kühlschrank wurden sie ins Bundesamt- und Forschungszentrum für Landwirtschaft gebracht und dort auf den Gehalt an mineralisierbaren Stickstoff analysiert.

Ab Anfang Juli bis hin zur Ernte wurde in Intervallen von cirka sieben Tagen bei allen Varianten die Beerenreife anhand von Mostgewicht, pH-Wert und Gehalt an titrierbarer Säure bestimmt. Zu diesen Terminen erfolgte auch eine Bestimmung des 100-Beerengewichts. 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-Beerengewicht bestimmt. Anschließend wurden die Beeren in den Frischhaltesäckchen mittels Handballen gequetscht und der austretende Saft in Eprouvetten 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 CG 822) ermittelt. Die Bestimmung des Gehaltes an titrierbarer Säure (g/l) erfolgte mit 1/10 normaler Kalilauge (Blaulauge) bis zum Umschlagspunkt (pH = 7).

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 Wiederholung cirka 20 kg Traubenmenge zur Mikrovinifikation. Das Traubenmaterial wurde zur Weinherstellung in das Versuchslabor im Keller des Instituts für Pflanzenschutz der Universität für Bodenkultur gebracht, dort mit einer kleinen Traubenmühle gequetscht und mit einer vertikalen hydrostatischen Schlauchpresse ausgepresst. Der Traubenmost wurde anschließend in 25-Liter-Ballons gefüllt und bei cirka 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 Farbtitration erfolgte Mitte Dezember eine Kontrolle der freien schwefeligen Säure und eine nochmalige Aufschwefelung auf 50 mg/l freie SO₂. Die Flaschenfüllung erfolgte schließlich am 16. Jänner 2001.

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 hefeverwertbarem Stickstoff, Zucker, Asche, titrierbarer Säure, 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.

Die Rebblätter zur Analyse des Blattstickstoffgehalts wurden am 7. Juni, 21. Juli und 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 Kaffeemühle 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 am Versuchszentrum Laimburg in Südtirol.

Die Weinverkostung erfolgte in mehreren Gruppen und mittels zweier verschiedener Methoden. Bei der ersten Methode mussten die Verkoster die Weine anhand einer unstrukturierten Skala (0 – 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.

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.

Ergebnisse

Mineralisierbarer Stickstoff

Tabelle 6:

Mineralisierbarer Stickstoff (NO₃- und NH₄⁺) im Boden (0 – 60 cm) in Abhängigkeit von Bodenbearbeitung und Zeitpunkt der Probenahme.

Variante Datum	17.5.2000	7.6.2000	19.7.2000	21.8.2000	18.9.2000
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 Bodenumbbruch 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 Probenentnahmeterrin 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 begrünteten Varianten mit 32 und 37 kg N/ha. Die sehr hohen Niederschlagsmengen im August (Tabelle 1) sollten dabei ebenfalls beachtet werden.

Triebhöhen (cm) in den Monaten Juli und August

Die Triebhöhen der Sorte Grüner Veltliner in den fünf Bodenbearbeitungsvarianten wiesen nur im Juli statistisch signifikante Unterschiede auf. Dabei zeigte vor allem die unbearbeitete Variante mit einer durchschnittlichen Triebhöhe von nur 57 cm am ersten Beobachtungstermin einen schwächeren Wuchs als alle anderen Varianten, bei denen die durchschnittliche Triebhöhe zwischen 68,5 cm und 81 cm lag. Die erkennbaren Unterschiede im August sind nicht statistisch abgesichert.

Nährstoffgehalte der Rebblätter

Abbildung 1: Kaliumgehalt im Rebblatt.

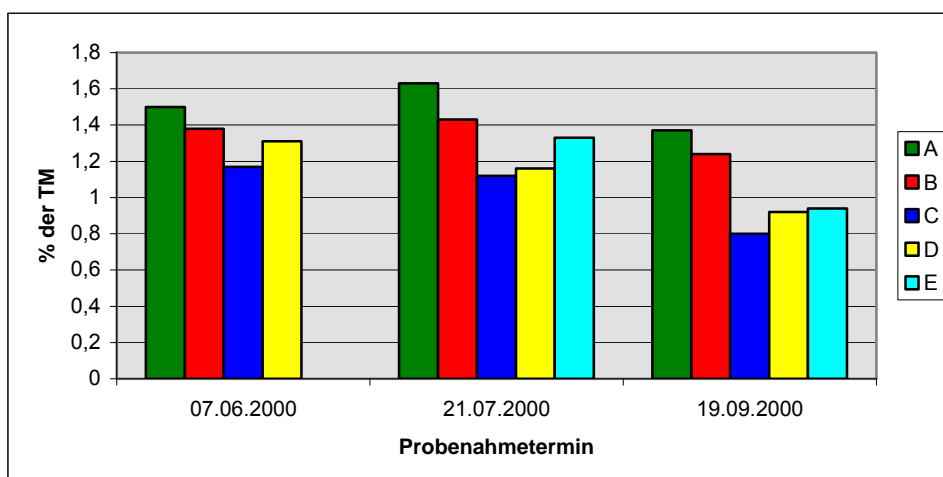
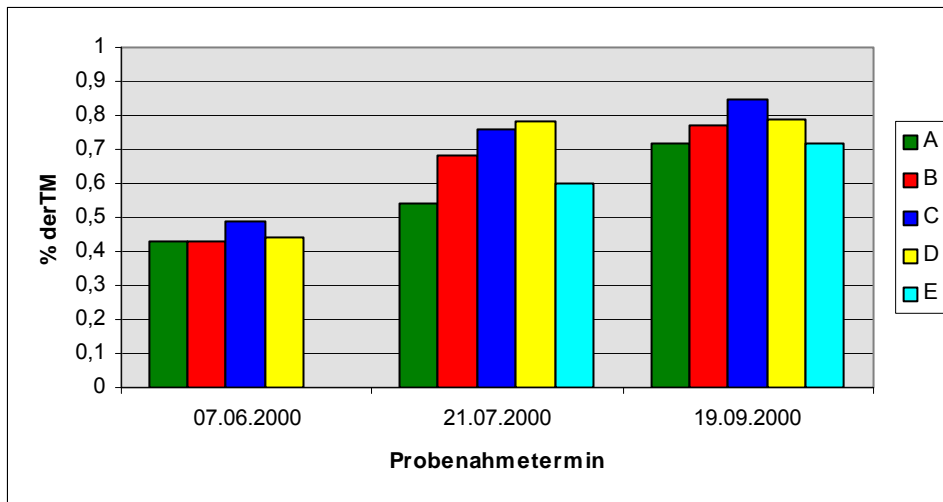


Abbildung 2: Magnesiumgehalt im Rebblatt.



Die geringen Unterschiede bei den analysierten Hauptnährelementen in den Rebblättern der Sorte Grüner Veltliner lassen außer bei den Elementen Kalium und Magnesium keinen sehr deutlichen Einfluss der Bodenbearbeitung erkennen.

In Abbildung 1 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. Am 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 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 2 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 konnte mittels Blattanalysen folgendes festgestellt werden: 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 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.

Säuregehalt und pH-Wert des Mostes, Mostgewicht und 100-Beerengewicht

Der Gesamtsäuregehalt nahm 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.

Der pH-Wert nahm im Zuge des Reifungsprozesses von Juli bis September deutlich zu, 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.

Das Mostgewicht stieg im Jahresverlauf von durchschnittlich 19,5 °Oechsle am 3. Juli auf durchschnittlich 92,5 °Oechsle am 12. September an. Zwischen den verschiedenen Varianten waren allerdings keine statistisch signifikanten Unterschiede vorhanden. Zahlenmäßig konnte man bei der unbearbeiteten Variante "A" allerdings an sechs von acht Beobachtungsterminen die höchsten Werte feststellen.

Das 100-Beerengewicht 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–Beerengewicht 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.

Kalium, Calcium, Magnesium, Natrium und Phosphor 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. Varietätspezifische 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 62,4 mg/l, 57,5 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 44,8 mg/l und 68,8 mg/l im Durchschnitt aller Varianten. Dabei waren weder im zeitlichen Vergleich noch im Vergleich der Bodenbearbeitungsvarianten Tendenzen in eine Richtung erkennbar.

Die Natriumwerte der Moste lagen im Durchschnitt der Varianten zum jeweiligen 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

Tabelle 7:

Hefeverwertbarer Stickstoff (mg N/l) im Jahresverlauf.

Variante	11.08.00	22.08.00	31.08.00	07.09.00	12.09.00
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

Wie in Tabelle 7 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.

Ertrag und Blatt-/Frucht–Verhältnis

Tabelle 8:

Traubenertrag (kg) 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	3,8	13.050
E	3,53	12.150
F-Wert	1,85 n.s.	1,85 n.s.

Der Tabelle 8 ist Folgendes zu entnehmen: Obwohl die Unterschiede nicht als statistisch signifikant ausgewiesen wurden, konnte, wie schon beim Beerengewicht bei der ungelockerten Variante “A” ein zahlenmäßig geringerer Ertrag festgestellt werden. Der hochgerechnete Hektarertrag betrug bei der ungestörten dauerbegrüntem Varian-

te „A“ 8.800 kg, während bei den anderen Bodenbearbeitungsvarianten der hochgerechnete Ertrag zwischen 11.100 kg/ha und 13.050 kg/ha lag.

Tabelle 9:

Blatt-/Frucht-Verhältnis in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung.

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

In Tabelle 9 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.

Gärverhalten

Die Moste aus den fünf Bodenbearbeitungsvarianten wurden in je einem 25-Liter Glasballon vergoren. Der Gärverlauf der Moste war sehr ähnlich. Bei keiner Variante gab es eine Gärstockung. Beim Most aus Variante „C“ begann 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.

Weinanalyse und Sensorische Beurteilung

Aus der Analyse der 5 Versuchsweine waren folgende zahlenmäßige Tendenzen erkennbar: Der Aschegehalt war bei der unbearbeiteten Variante A mit 1,79 g/l im Vergleich zu den anderen Varianten eindeutig am höchsten. Auffallend war, wie schon bei den Rebblattanalysen, der erhöhte Kaliumwert im Wein der unbearbeiteten Variante A mit 744 mg/l gefolgt vom Wein der Variante E mit 660 mg/l und B mit 625 mg/l. 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.

Bei der gedeckten Verkostung ergaben sich signifikante Unterschiede im t-Test. Der Wein der Bodenbearbeitungsvariante „C“ wurde bei beiden Bewertungsmethoden 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

Hinsichtlich Nährstoffversorgung der Rebe sind in der Praxis, vor allem im Trockengebiet, Probleme bei Rebassen, die über einen längeren Zeitraum ungestört und begrünt sind, bekannt. 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 N–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 an Stickstoff ($\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$). 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

Nmin-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 Winterverluste 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 Rebgassen 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 werden, 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 Verbote und Gebote festgelegt. Demnach musste nach Anonym (1998), Anonym (1999) und Anonym (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 Anonym (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 et al. (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 (2000) und Wagenitz (2000) geringere N-Gehalte in den Rebblättern bei Dauerbegrünung fest. Weiters beschrieben Maigre et al. (1995) eine Zunahme des Ca-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 Gegensatz dazu war der Magnesiumanteil an der Trockenmasse der Reb-

blätter 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 HVS–Gehalte der Moste 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 Versuchspartzellen, in denen die Reben einem Stress durch N-Mangel bedingt durch die Düngung oder Begrünung unterworfen gewesen waren, niedrigere Gehalte an stickstoffhaltigen Verbindungen fest. Diese Unterschiede bezüglich Stickstoffversorgung zeigten auch die Ergebnisse der Messungen von Schwab et al. (1997), Fox (1999), Maigre et al. (2000) und Wagenitz (2000). Maigre et al. (1995) stellten weiters Zunahmen des P- und Ca-Gehalts und eine Verminderung des Äpfelsäuregehalts im Most bei gestressten Reben fest.

Hinsichtlich 100–Beerengewicht (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/ha und 13.050 kg/ha 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 et al. (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 et al. (2000) und 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 dauerbegrünten Bodenbearbeitungsvarianten gegenüber Weinen aus bearbeiteten Versuchsvarianten fest. Fox (1999) stellte fest, dass die Weine aus mehrjähriger Dauerbegrünung trotz geringen Erträgen sensorisch eindeutig schlechter beurteilt wurden. Wohlfarth (1996) meinte zu dieser Thematik, dass das Auftreten von Fehltonen (UTA-Noten) bei Weinen aus Rebanlagen mit Dauerbegrünung stark von der Jahreswitterung abhängig ist. Aufgrund ausreichender Niederschläge im Frühjahr und optimaler Temperaturverhältnisse wurde nach Wohlfarth (1996) das Zustandekommen der UTA-Note offensichtlich nicht "induziert". Ähnliche Aussagen machten auch Schwab et al. (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.

Zusammenfassung

Im Jahr 2000 wurden in einer Weitraumhochkultur – Ertragsanlage im Weinbaugebiet Donauland (Niederösterreich, Gemeindegebiet Großriedenthal) mit der Sorte Grüner

Veltliner Untersuchungen zum Thema Bodenbearbeitung und Begrünung und deren Auswirkungen auf die Weinqualität bei biologischer Bewirtschaftung durchgeführt. Die im Rahmen einer Diplomarbeit unter Praxisbedingungen durchgeführten einjährigen Versuche konnten deutlich machen, dass sich durch eine entsprechend terminierte Bodenbearbeitung in den begrüneten Rebmassen ein positiv zu beurteilender Mineralisierungseffekt bei Stickstoff erreichen lässt. Der Gehalt an mineralisierbarem Stickstoff im Boden zeigte sich bei ungestörter Dauerbegrünung deutlich geringer als bei einer mechanischen Störung der Begrünung in jeder zweiten Fahrgasse. In Hinblick auf den Stickstoffbedarf der Rebe war der mineralisierbare Stickstoffgehalt im Boden nach einer Unterbodenlockerung Ende April und anschließendem Umbruch Mitte Mai am günstigsten zu beurteilen. Dauerbegrünte Boden bewirkte eine reduzierte Längenentwicklung der grünen Triebe, niedrigere Traubenertragsmengen, einen geringeren Gehalt an titrierbarer Säure und hefeverwertbarem Stickstoff (HVS) im Most, andererseits eine leichte Erhöhung des Mostgewichts sowie der Gehalte an Kalium und Asche im Wein. Der Gärverlauf der Moste zeigte sich unbeeinflusst. Die sensorische Bewertung der Weine konnte nicht eindeutig mit der Art der Bodenbearbeitung in Zusammenhang gebracht werden.

Literaturverzeichnis

ANONYM 1974:

Österreichische Bodenkartierung, Erläuterungen zur Bodenkarte 1:25.000, Kartierungsbereich Kirchberg am Wagram, Niederösterreich.

ANONYM 1998:

Empfehlungen für den "Kontrollierten Integrierten Weinbau" 1998.
Bundesverband der Weinbautreibenden Österreichs, Wien.

ANONYM 1999:

Empfehlungen für den "Kontrollierten Integrierten Weinbau" 1999.
Österreichischer Weinbauverband, Wien.

ANONYM 2000:

Empfehlungen für den "Kontrollierten Integrierten" Weinbau 2000.
Österreichischer Weinbauverband, Wien.

ANONYM 2001:

"Empfehlungen für die Weinbaumaßnahmen ÖPUL 2000".
Österreichischer Weinbauverband, Wien.

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.

DELABAYS, N., SPRING, J.-L., ANCAY, A., MOSIMANN, E. und SCHMID, A. 2000:

Selektion von Begrünungsarten für Spezialkulturen.
Revue Suisse Vitic., Arboric., Hortic. 32, 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.
Die Wein-Wissenschaft 46, 108-114.

DÜTSCH, H., RÜCKERT, F.-E. und STEINBERG, B. 1997:

Die Eignung verschiedener Winterteilzeitbegrünungen im umweltschonenden Weinbau.
Mitteilungen Klosterneuburg 47, 61-73.

FARDOSSI, A., WUNDERER, W., MAYER, C., SCHOBER, V. und MAYER, S. 1996:
Einfluss der Dauerbegrünung auf den Ernährungszustand verschiedener Rebsorten.
Mitteilungen Klosterneuburg 46, 152-161.

FIDESSER, W. 2001:

Bodenpflegeversuch – Verlauf der Stickstoffnachlieferung durch die Bodenbearbeitung mit Schichtgrubber.

Der Winzer 57 (3), 20-22.

FOX, R. und RUPP, D. 1990:

Ökologisch ausgerichtete Bodenpflege im Weinbau, 5. Teil.

Der Winzer 46 (8), 5-8.

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?

Das Deutsche Weinmagazin (8), 14-20.

HARLFINGER, O. und KNEES, G.; 1999:

Klimahandbuch der Österreichischen Bodenschätzung – Klimatographie Teil 1

Universitätsverlag Wagner, Innsbruck.

HEIGEL, K.-P. 1995:

Auswirkungen von unterschiedlichem Anschnitt, Teilentfruchtung und Bodenpflege auf die Leistungen der Rebe und die Wirtschaftlichkeit.

Diss. Univ. Gießen.

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.

HOFMANN, U. 2000:

Internationaler Ökologischer Weinbaukongress, Teil I; Chance und Herausforderung. Das Deutsche Weinmagazin (22), 18-21.

HOFMANN, U., HAMPL, U. und WALG, O. 2001:

Bodenumstellung im ökologischen Weinbau.

Deutsches Weinbau – Jahrbuch 52, 39-48.

KALTZIN, W. 1994:

Auswirkungen der Bodenpflege auf den Stickstoffgehalt des Bodens und der Rebe im Jahr 1994 im burgenländischen Weinbau.

Diplomarbeit Universität für Bodenkultur, Wien.

LIPA, W.; 2001:

Persönliche Auskunft.

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien.

LÖHNERTZ, O. 1988:

Untersuchungen zum zeitlichen Verlauf der Nährstoffaufnahme bei *Vitis Vinifera* c.v. Riesling.

Geisenheimer Berichte, Band 1.

MAIGRE, D. und AERNY, J. 2000a:

Begrünungs- und Stickstoffdüngungsversuch mit der Rebsorte Gamay im Genferseegebiet.

Agronomische Resultate.

Revue Suisse Vitic., Arboric., Hortic. 32, 145-151.

MAIGRE, D. und AERNY, J. 2000b:

Begrünungs- und Stickstoffdüngungsversuch mit der Rebsorte Gamay im Genferseegebiet.

Analytische und sensorische Resultate.

Revue Suisse Vitic., Arboric., Hortic. 32 , 279-285.

MAIGRE, D., AERNY, J. und MURISIER, F. 1995:

Bodenpflege im Weinbau und Weinqualität bei Gutedel: Einfluss der Dauerbegrünung und der Stickstoffdüngung.

Revue Suisse Vitic., Arboric., Hortic. 27 , 237-251.

PERRET, P. 1993:

Begrünung im Weinbau: Optimierung des zeitlichen Stickstoffangebotes durch Bodenpflegemaßnahmen.

Deutsches Weinbau – Jahrbuch, 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.

Die Wein-Wissenschaft 48, 124-126.

REDL, H., RUCKENBAUER, W. und TRAXLER, H. 1996:

Weinbau heute – Handbuch für Beratung, Schulung und Praxis.

Stocker Verlag, Graz.

REDL, H. 1999:

Gärungsprobleme und Beeinträchtigungen der Weinqualität durch Weingartenbegrünung?

Der Winzer 55 (6), 6-11.

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.

Die Wein-Wissenschaft 52, 20-26.

SPRING, J.-L. und MAYOR, J.-PH. 1996:

The management of vineyard soils.

Revue Suisse Vitic., Arboric., Hortic. 28 , 83-86.

STEINBERG, B. 2000:

Begrünung – Nutzen und Bedeutung.

Das Deutsche Weinmagazin (26), 16-23.

STOTZ, J.; 1994:

Die Stickstoffversorgung der Rebe durch Begrünung mit Leguminosen in drei Weinbaubereichen Badens.

Diss. Univ. Hohenheim.

WAGENITZ, J. 2000:

Ökologische Bodenpflege und Weinqualität.

Der Deutsche Weinbau (7), 24-27.

WALG, O. 1998:

Bodenlockerung – Auch bei Dauerbegrünung ?

Das Deutsche 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.

Das Deutsche Weinmagazin (9), 60-64.

3 Einfluss der Kompostanwendung auf die Nährstoffdynamik in begrünten und offengehaltenen Rebanlagen

Jürgen WAGENITZ
 SLVA Oppenheim, Wormser Straße 111, D-55276 Oppenheim
 E-Mail: juergen.wagenitz@dlr.rlp.de

Einleitung

Um zu untersuchen, inwieweit eine Zufuhr von organischem Handelsdünger bzw. Kompost längerfristig einen Einfluss auf die Wachstumsleistung der Reben, die Weinhaltstoffe und den Weingeschmack haben, werden in dem Versuchsprogramm folgende Parameter untersucht: Trauben- und Holzertrag, analytische Merkmale von Most- und Wein, Einfluss auf die Gärung und organoleptische Parameter. Darüber hinaus werden wichtige Bodenkennwerte, wie Nährstoffgehalt, Schwermetallgehalt und Nmin-Gehalte über die Vegetationsperiode untersucht.

Kompost hilft das Bodengefüge zu stabilisieren, hebt den Humusgehalt, erhöht die Wasserspeicherkapazität und liefert alle wichtigen Nährstoffe. Neben einer ungedüngten Kontrolle werden zum Vergleich sowohl eine mit organischem Handelsdünger (Versuchsjahre 1999-2001 Maltaflor 5-1-5 / 2002-2004 Marathon-N 14-5-8+2 MgO) sowie auch eine mit reinem Mineralstickstoff (Kalkammonsalpeter 27 % N) mit einbezogen.

Versuchsaufbau

Tabelle 2: Versuchsanlage

Versuchsfläche	0,69 ha (37 Zeilen a` 85 Stock pro Zeile)
Lage:	Niersteiner Kranzberg
Rebsorte:	Riesling Klon Weiß 21
Unterlage:	Binova
Pflanzjahr:	1987
Pflanzweite:	1,1 m x 2,0 m Standraum: 2,2 m ²

Unterteilung der Versuchsfläche in 5 Varianten mit je 4 Wiederholungen:

1. Kompostausbringung im 3-jährigen Turnus 30 t TS/ha und 50 t TS/ha
2. organische Handelsdünger ca. 40 kg N/ha und Jahr
3. Mineralsstickstoffdüngung – Kalkammonsalpeter ca. 40 kg N/ha und Jahr
4. ohne Düngung - Kontrolle

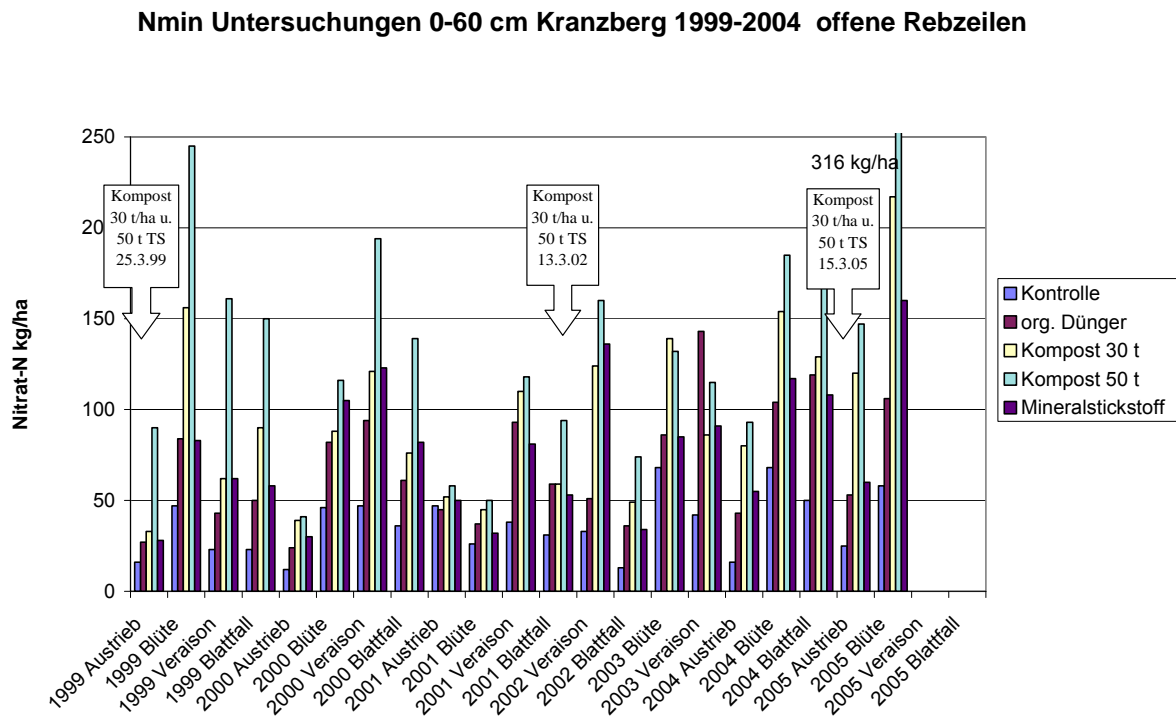
Bodenpflege: Alternierende Begrünung in jeder zweiten Zeile. Lockerung jeder 2. Gasse (April bis Juli). Je nach Witterungsbedingungen Einsaat einer Winterbegrünung bzw. Aufkeimen einer natürliche Winterbegrünung.

Vorbewirtschaftung und zusätzliche Untersuchungen

Auf der Versuchsfläche wurde bereits seit 1995 ein Kompostversuch durchgeführt. In den Jahren 1995 und 1998 wurden auf den Kompostflächen jeweils 40 t TS ausgebracht. Die Varianten organischer Stickstoffdünger und Kalkammonsalpeter erhielten in den Jahren 1995 bis 1998 jährlich 50 kg N/ha in Form des organischen Handelsdüngers Maltaflor. Die Kontrollvariante ist seit 1995 ungedüngt. In jeweils einer Wiederholung der Varianten Kontrolle, org. Dünger und Kompost 30 t/ha, wurden Lysimeter installiert, die seit 1999 regelmäßig auf Sickerwasser kontrolliert werden.

Nmin-Verlauf

Grafik 1: Nmin-Gehalt 0-60 cm offener Boden

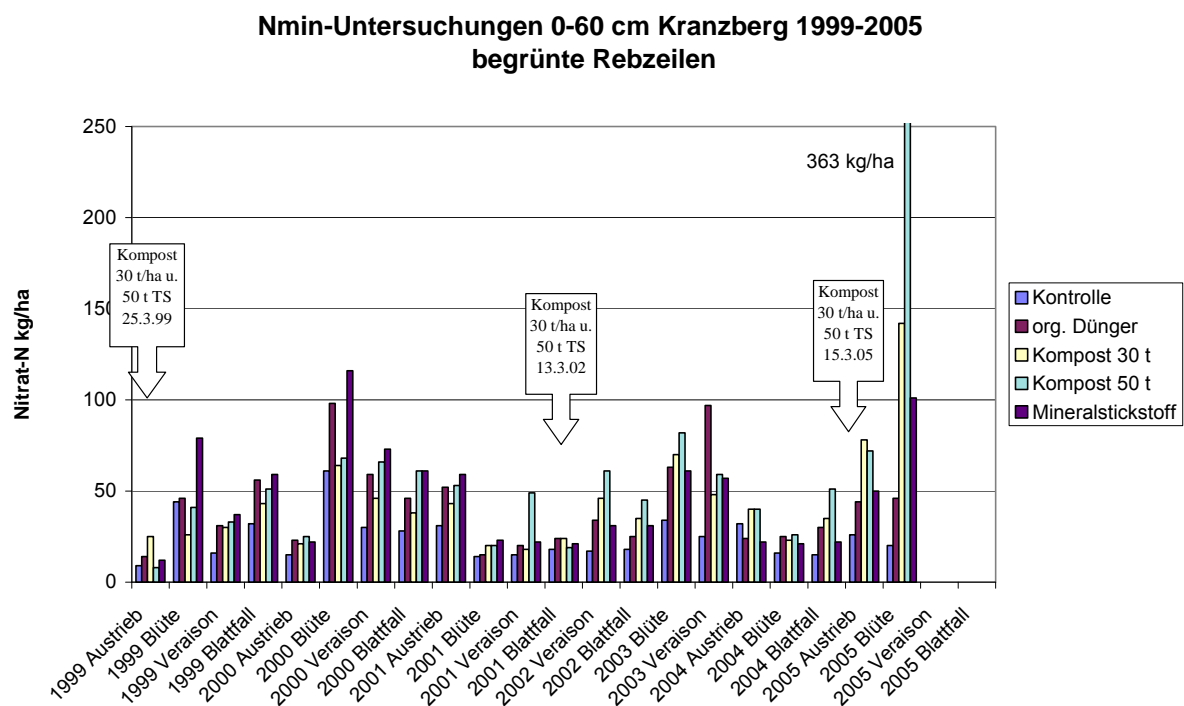


Die Kontrolle des Nmin-Gehaltes der Böden von 0-60 cm Tiefe erfolgte über die Vegetationsperiode zu vier Terminen. Grafik 1 zeigt den Verlauf: Nach niedrigen Anfangswerten zum Austrieb in allen Varianten bis auf der mit hohen Kompostmengen gedüngten Variante erhöht sich der Nmin-Gehalt in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung. Da neben der Kompostausbringung 1999 bereits 1998 auf der entsprechenden Parzelle Kompost eingesetzt wurde, ergeben die Nmin-Werte relativ hohe Gehalte. Zudem muss festgestellt werden, dass die Kompostausbringung im Jahr 1999 nur in die offenen Gassen erfolgte

Entsprechend der N-Mobilisierung bei offener Bodenpflege finden wir in den bearbeiteten Rebassen immer eine deutlich höhere Nitratkonzentration. Die beiden Kompostvarianten zeigen im Jahr der Ausbringung die deutlich höchsten Werte. Im zweiten Jahr ist die Freisetzung schon deutlich abgeschwächt, hier erreicht die mit 50 t/ha Trockensubstanz gedüngte Variante zwar noch die höchsten Werte, die mit 30 t/TS liegt auf dem Niveau der mit organischem Stickstoff bzw. Kalkammonsalpeter gedüngten. Im dritten Jahr nach der Ausbringung schwächt sich die N-Freisetzung weiter ab, liegt aber immer noch auf dem Niveau der übrigen gedüngten Varianten. Im Frühjahr 2002 erfolgte eine erneute Kompostausbringung, dementsprechend stiegen

die der Nmin-Werte wieder deutlich an. Die dritte Kompostgabe erfolgte im Frühjahr 2005. Die Nitratmessungen zur Blüte ergaben hier in der mit 50 t/ha Kompost gedüngten Variante Spitzenwerte von 316 kg/ha. Es lässt sich also eine deutliche Akkumulation über die Jahre feststellen. Der Nmin-Gehalt unter den begrünten Rebzeilen zeigt das gewohnte Bild eines deutlich geringeren Mineralisationsgrades, die allerdings 2005 stark in die Höhe schnellen.

Grafik 2:

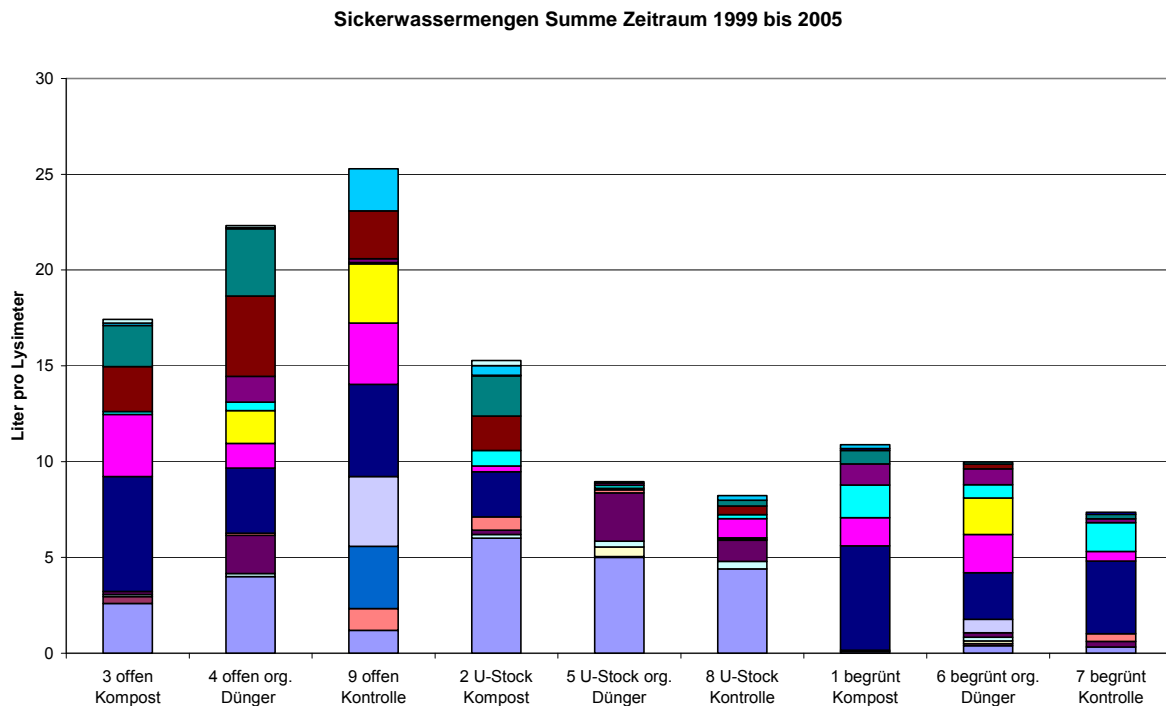


Sickerwasser – Lysimetermessungen

Im Jahr 1998 wurde in der Versuchsanlage eine Lysimeteranlage installiert. Die drei Varianten Kontrolle, organischer Dünger und Kompost 30 t Frischmasse wurden jeweils mit drei Lysimetern versehen. Je ein Lysimeter in der offenen Gasse, eines in der begrünter Gasse und eines im Unterstockbereich. Je 9 Lysimeter wurden in 60 cm und 120 cm Tiefe installiert. Da in den Lysimetern in 120 cm Tiefe nur im Anfangsjahr 1999 in einzelnen Lysimetern Sickerwasser auftraten, wird hier auf die Darstellung verzichtet.

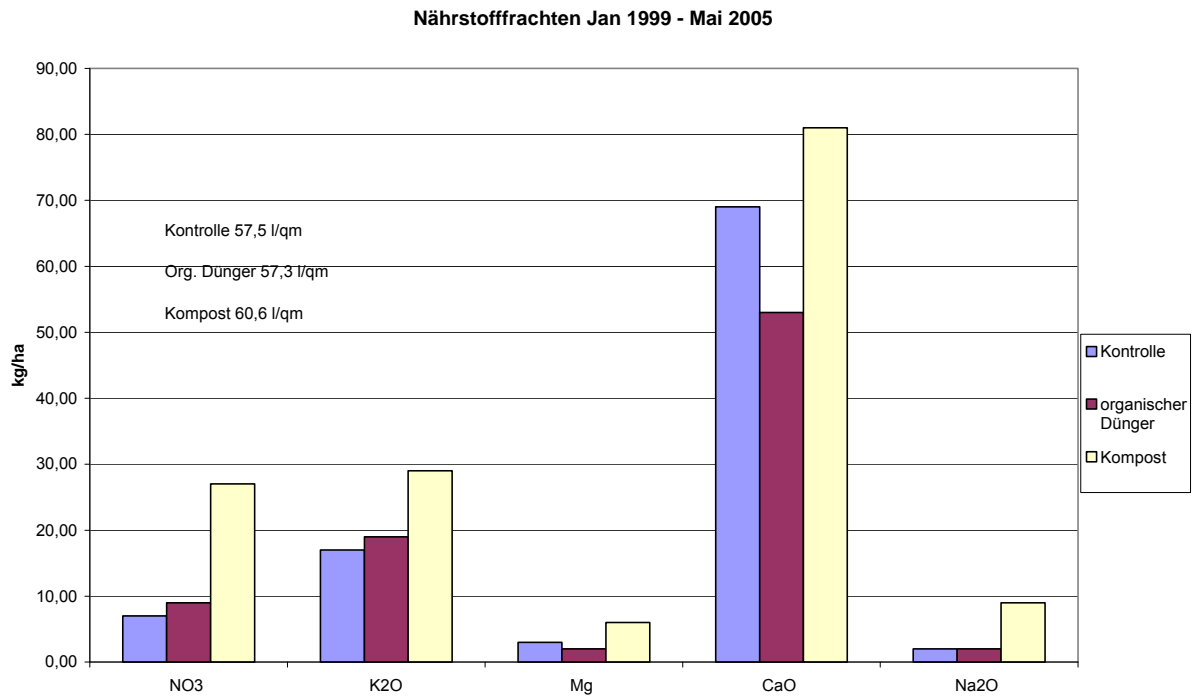
Grafik 3 zeigt die Wassermengen je Lysimeter in 60 cm Bodentiefe. Die Größe der Lysimeter beträgt ca. 0,25 m². Die Lysimeter unter den offenen Rebassen weisen die höchsten Sickerwassermengen auf. In den dauerbegrünten Rebassen und im Unterstockbereich sind die Sickerwassermengen geringer.

Grafik 3:

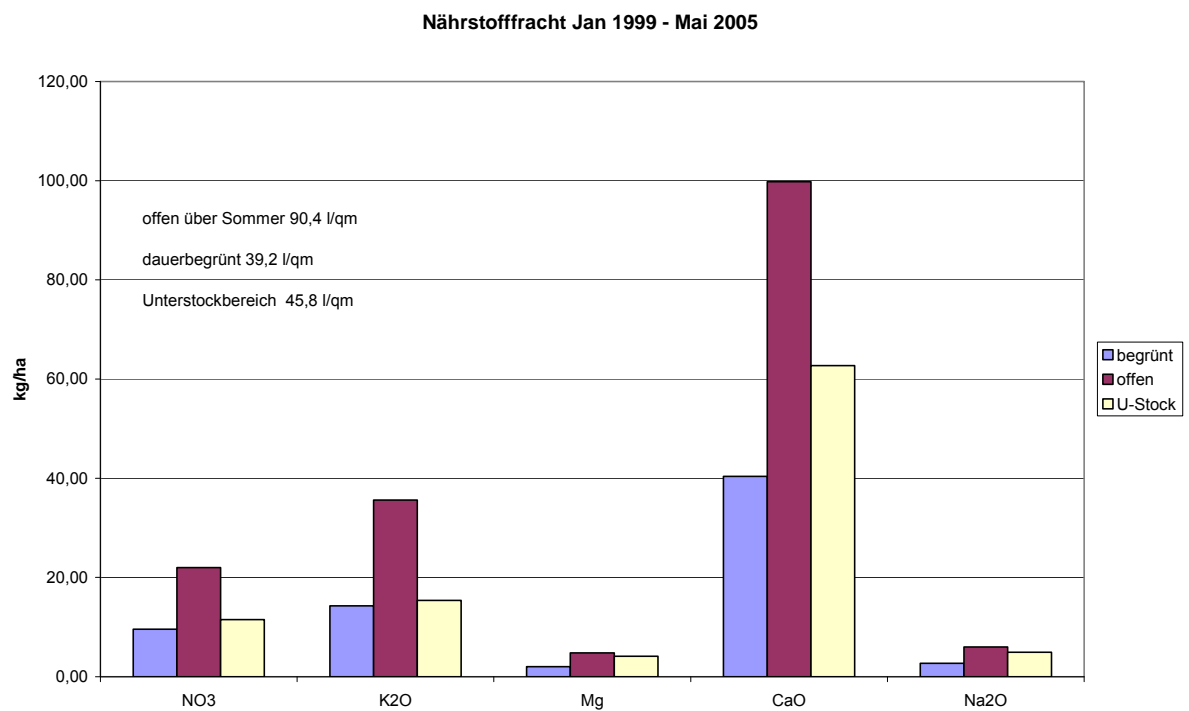


Grafik 4 zeigt die Nährstofffrachten der drei Düngevarianten. Kalium, Stickstoff und Salzfracht (Natrium) sind in den mit Kompost gedüngten Varianten bei allgemein niedrigem Niveau am höchsten. Beim Kalium und Stickstoff werden in dem Untersuchungszeitraum 1999 bis 2005 insgesamt nur Mengen unter 30 kg/ha erreicht.

Grafik 4



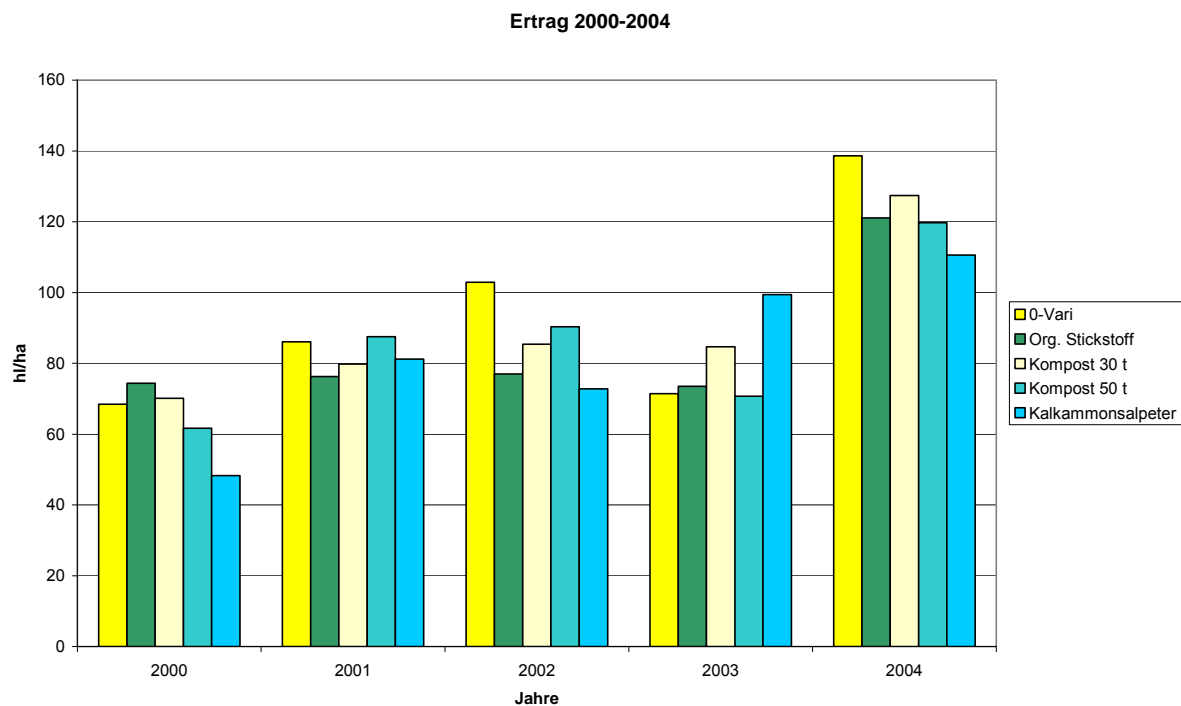
Grafik 5



Betrachtet man die Nährstofffrachten in Abhängigkeit von der Bodenbewirtschaftung so weisen die offengehaltenen Rebassen mit den höchsten Sickerwassermengen von 90 l/qm über den Gesamtzeitraum auch die höchsten Kalium und Nitratgehalte auf.

Traubenertrag

Die Erträge zeigen die typischen Jahresschwankungen, auch ohne Düngung kommt es nicht zum Ertragsabfall, eher lässt sich in Jahren mit stärkerem Botrytisbefall ein Ertragsrückgang bei den gedüngten Varianten durch höheren Botrytisbefall feststellen. In den Jahren 1999 und 2001 lassen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten erkennen. Im Jahr 2000 fällt die mit Kalkammonsalpeter gedüngte Variante im Ertrag gesichert gegenüber der mit organischem Dünger ab. Im Jahr 2002 und 2004 weisen die ungedüngten Kontrollen die höchsten Erträge auf.



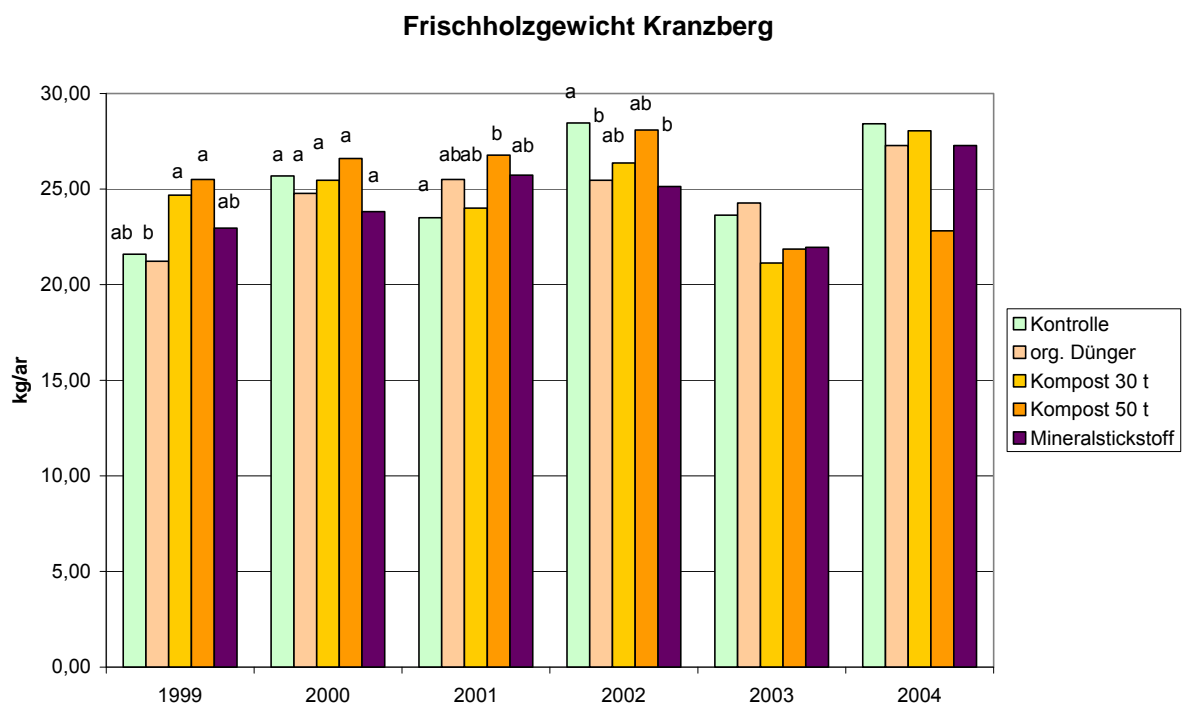
Grafik 6:

Holzertrag

Der Holzertrag schwankt zwischen den Varianten, die Unterschiede lassen sich jedoch nur teilweise sichern. Im Jahr 1999 weisen die mit Kompost gedüngten Flächen

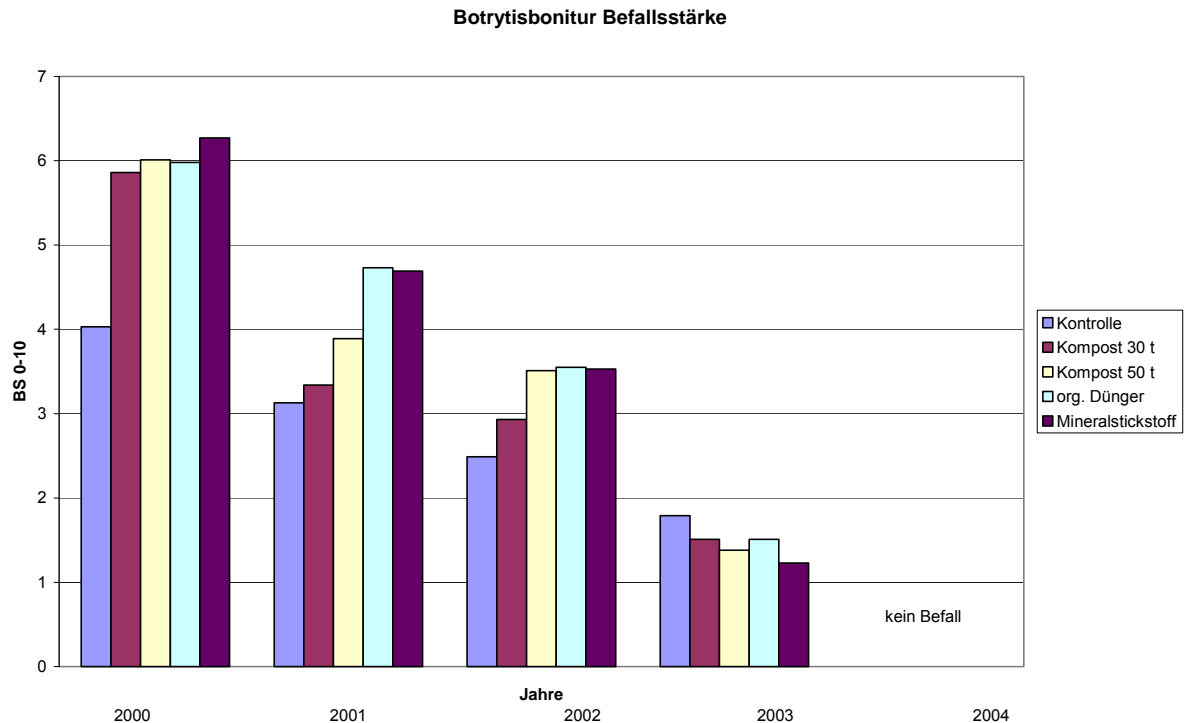
die höchsten Frischholzgewichte auf. Im Jahr 2000 ergeben sich keine Unterschiede. Die Frischholzgewichte aus dem Vegetationsjahr 2001 ergaben einen gesicherten Unterschied zwischen der Variante Kompost 50 t/ha und der Kontrolle. Im Jahr 2002 zeigt sich das paradoxe Bild, das die ungedüngte Kontrolle, obwohl seit 1995 nicht mehr gedüngt, gegenüber den mit Kalkammonsalpeter und der mit organischem Dünger versorgten Variante den gesichert höchsten Holzertrag aufweist. Zudem liegen in Jahren 2002 und 2004 die ungedüngte Variante auch absolut an erster Stelle.

Grafik : 7



Botrytisbefall

Grafik 8

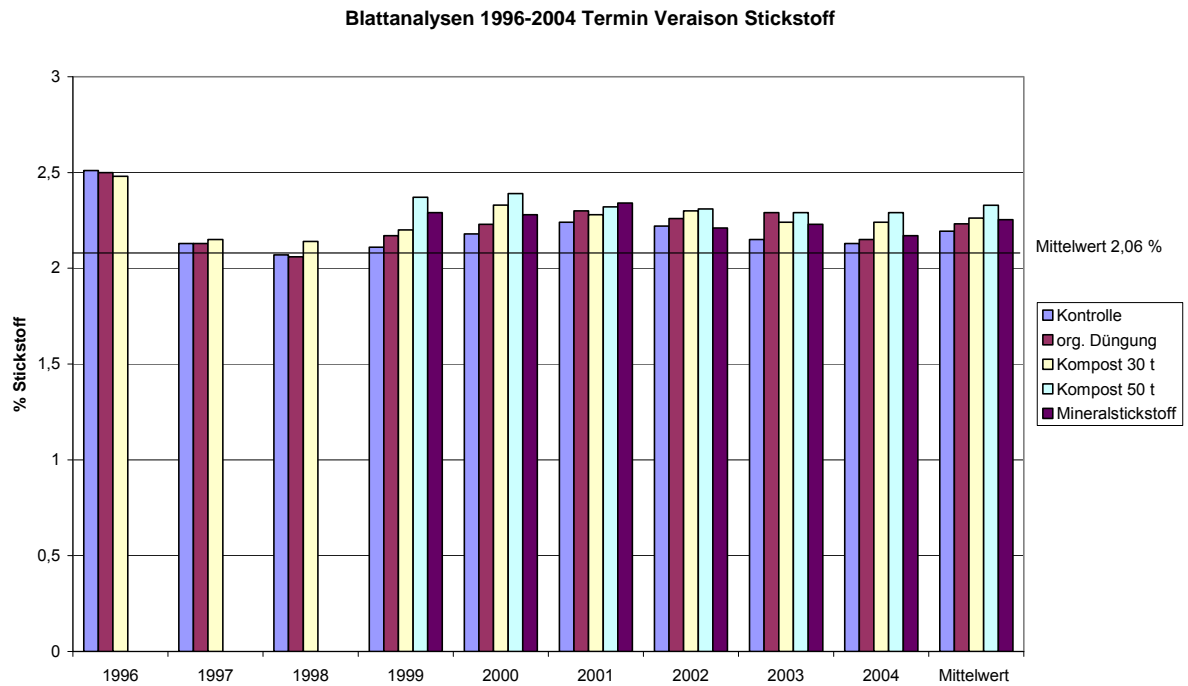


Bei der Bonitur des Botrytisbefalls an den Trauben zeigen sich bei der Befallsstärke in den Jahren 2000-2001 signifikante Unterschiede. Im Jahr 2000 weist die Kontrolle den geringsten Befall auf. 2001 haben die Varianten Kontrolle und Kompost 30 t den geringsten Befall, die beiden mit organischem Stickstoffdünger und Kalkammonsalpeter gedüngten Varianten den stärksten Befall. Im Folgejahr zeigt wiederum die Kontrolle gegenüber den mit organischem Dünger und Kalkammonsalpeter gedüngten und der Kompostvariante 50 t den gesichert geringsten Befall. 2003 und 2004 sind bei allgemein geringem Befallsdruck keine Unterschiede zwischen den Varianten feststellbar.

Nährstoffgehalte in den Blättern

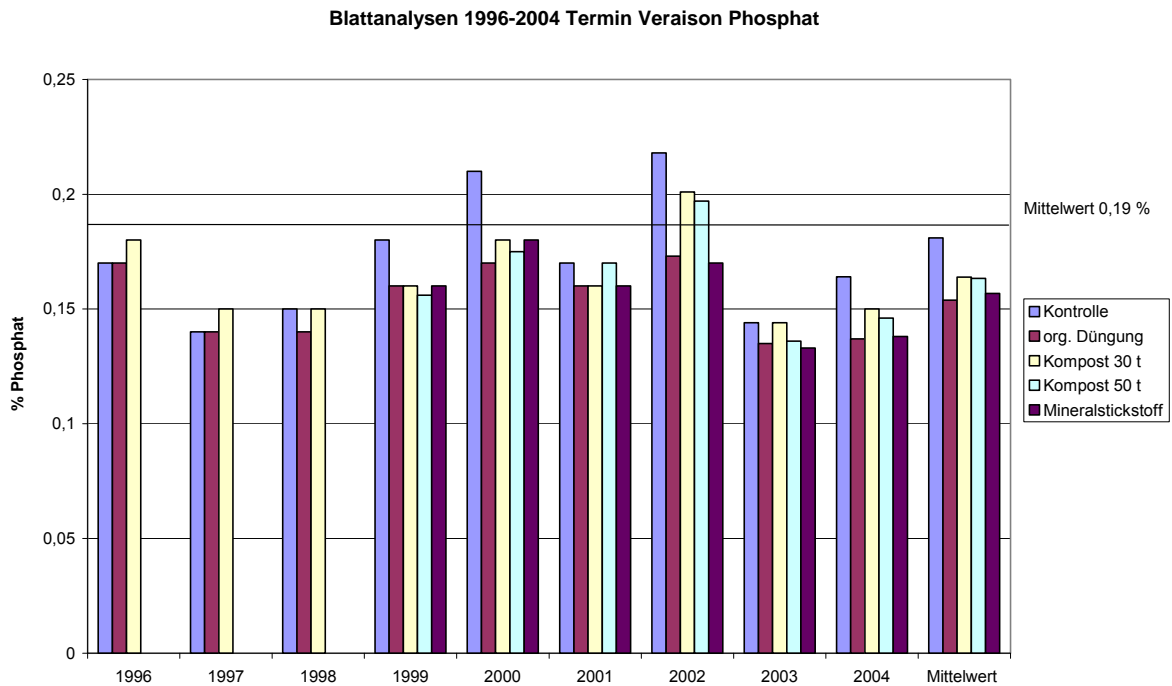
Die Nährstoffanalyse in den Blättern stellt eine wichtige Basis zur Ermittlung des Versorgungszustandes dar. Jeweils zum Weichwerden der Beeren wurden die Blattproben entnommen. Grafik 9 zeigt die Stickstoffwerte. Diese liegen in fast allen Jahren über dem Mittelwert eine deutliche Unterscheidung zwischen den Versuchsvarianten ist nicht möglich.

Grafik 9

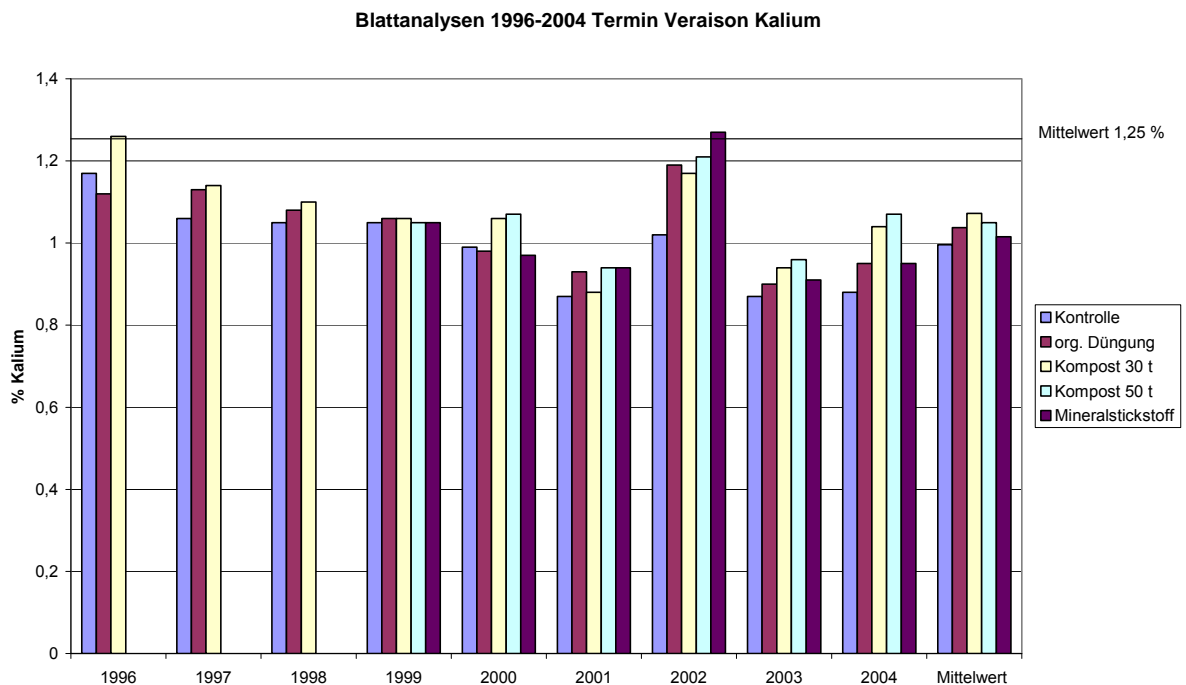


Die Phosphatgehalte liegen meist deutlich unter den Mittelwerten, die Versorgung der Böden liegt dagegen in der Gehaltsstufe E. Die ungedüngten Kontrollvarianten weisen meist die höchsten Phosphatgehalte auf.

Grafik 10

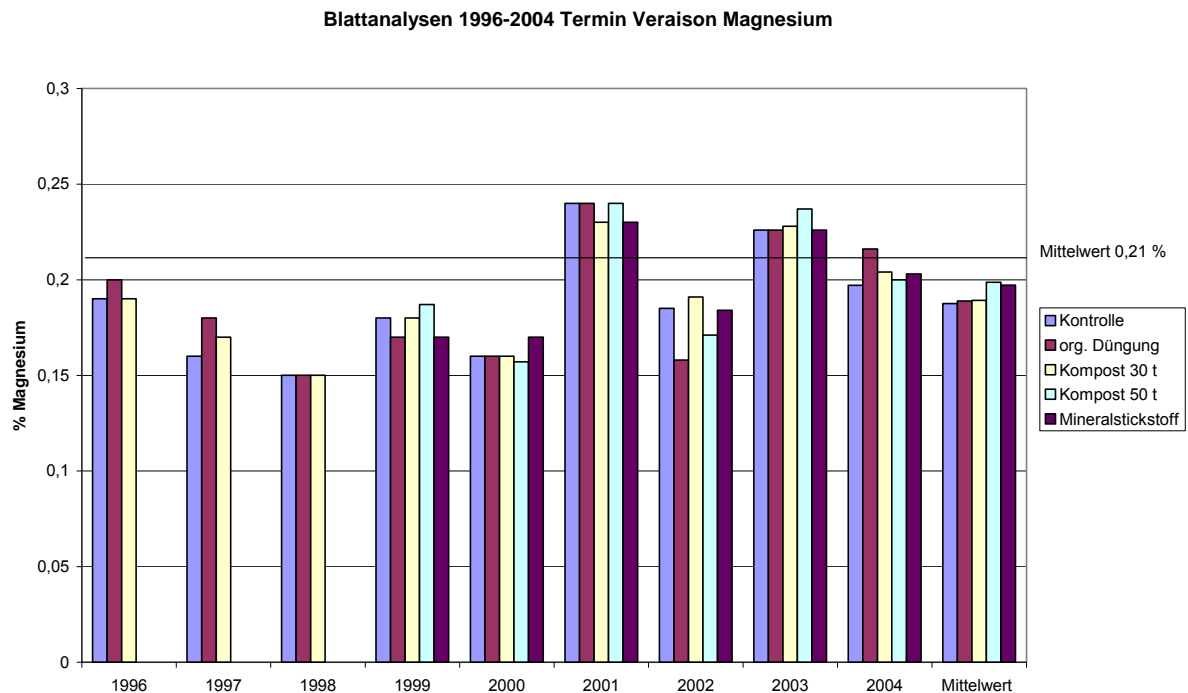


Grafik 11



Die Kaliumgehalte liegen trotz hoher Kaliumgaben in den Kompostvarianten deutlich unter dem Mittelwert. Tendenziell weist die Kontrolle die geringsten Kaliumgehalte auf. Die Kompostvarianten zeigen die höchsten Gehalte.

Grafik 12



Die Magnesiumgehalte weisen seit dem Jahr 2001 Gehalte auf, die um den langjährigen Mittelwert schwanken. Zwischen den Varianten zeigen sich keine eindeutigen Unterschiede.

Zusammenfassung

In dem vorgestellten Versuch wird der Einfluss der Ausbringung von Kompost auf den Nährstofffluss untersucht. Es handelt sich um eine 18 Jahre alte Rieslinganlage in der Lage Niersteiner Kranzberg. Die Reben stehen auf einem tiefgründigen Lößboden mit hohem Schluffanteil. Die Kompostausbringung erfolgte in den Jahren 1995 und 1998 mit jeweils 30 t Trockenmasse/ha. Im Jahr 1999 wurde dieser Versuch in den FDW-Kompostringversuch eingegliedert. Weitere Kompostausbringungen erfolgten 1999, 2002 und 2005 in zwei Stufen mit 30 t Trockenmasse/ha und 50 t Trockenmasse/ha.

Zum Vergleich wurden eine ungedüngte Kontrolle, eine mit Mineralstickstoff gedüngte und eine mit organischem Handelsdünger gedüngte Variante eingerichtet. Gemessen wurden der Ertrag und Holzertrag, zudem erfolgte ein Versuchswinausbau. Zur Nitratbestimmung wurden pro Jahr zu vier Terminen Nmin-Beprobungen durchgeführt. Die Nährstoffgehalte in der Rebe wurden mittels Blattanalyse ermittelt. In

Lysimetern wurde regelmäßig die Menge des anfallenden Sickerwassers gemessen und die darin enthaltenen Nährstoffgehalte bestimmt. Neben Nitrat wurden die Nährstoffe Kalium, Kalzium, Magnesium und Natrium gemessen.

Ergebnisse: Die Kompostgaben zeigen einen sehr deutlichen Einfluss auf die Nmin-Dynamik, die Nmin-Werte zeigen über die Jahre in den Kompostvarianten einen sehr deutlichen Anstieg. Dabei kommt es über die Jahre zu einer deutlichen Steigerung der Nitratmengen. Auch in den Sickerwässern wurden erhöhte Nitratmengen in den Kompostvarianten gemessen. Dagegen zeigen weder Holzertrag, Ertrag noch die Blattanalysen eindeutige Unterschiede zwischen den Varianten. Die Stickstoffgehalte in den Mosten aus den gedüngten Varianten waren in der Regel leicht erhöht und die Gärung verlief zügiger. Bei der Sensorik konnten keine eindeutigen Unterschiede zwischen den Varianten festgestellt werden.

Fazit: Auf gut versorgten Lößböden, die einem beträchtlichen Flächenanteil von Rheinhessen entsprechen, scheint aus weinbaulicher Sicht der Einsatz von Kompost nicht unbedingt sinnvoll zu sein. Da hier eine geringe Erhaltungsdüngung offenbar völlig ausreicht die Qualitäts- und Ertragsituation sicherzustellen. In dem vorliegenden Versuch konnte selbst in der seit 8 Jahren ungedüngten Kontrolle kein eindeutiger Unterschied bei der Weinqualität festgestellt werden.

4 Einfluss verschiedener organischer Dünger auf Ertrag und Mostqualität der Rebsorte Silvaner

Dr. Arnold SCHWAB

Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, Herrnstraße 8, D-97209 Veitshöchheim

E-Mail: arnold.schwab@lwg.bayern.de

Die periodische Versorgung des Bodens mit organischem Material ist besonders in humusdefizitären Anbausystemen wie dem Weinbau zur Aufrechterhaltung der Bodenfruchtbarkeit unerlässlich (Schaller 2004). Eine Verbesserung der Bodenstruktur, der Durchwurzelbarkeit sowie der Nährstoffversorgung und der Wasserspeicherfähigkeit sind nur einige Wirkungen einer gezielten Humusversorgung.

Um die Einflüsse bestimmter nährstoffreicher bzw. kohlenstoffreicher organischer Materialien auf Ertrag und Traubenqualität zu erfassen, wurden auf einem flachgründigen Muschelkalkstandort mit der Rebsorte Silvaner, Klon WÜ 92, auf der Unterlage SO4 mit einem Standraum von 2,0 x 1,30 m 10 Versuchsvarianten angelegt und 7 davon im Abstand von 3 Jahren mit der gesetzlich zulässigen Menge an organischem Material versorgt (siehe Tabelle 1). Zum Vergleich wurde eine Variante höher versorgt (50 t TM/ha Bioabfallkompost) und 2 Varianten wurden wechselzeilig dauerbegrünt bzw. flächig mit einer Herbst-Winterbegrünung versehen.

Versuchsvariante	Ertrag kg/ar	Grad Oechsle	FAN mg/l	Prolin mg/l	Botrytis- befalls- stärke
Rindenmulch (300 m ³ /ha)	92,6 a	85,7 ab	422 b	125 b	43,7
Grünguthäcksel (300 m ³ /ha)	93,6 a	84,9 b	420 b	119 b	43,1
Strohabdeckung (70 dt/ha)	88,9 a	86,8 ab	433 b	126 b	49,6
Bioabfallkompost (30 t TM/ha)	95,7 a	87,2 a	490 ab	147 ab	47,0
Bioabfallkompost (50 t TM/ha)	92,1 a	87,1 a	528 ab	158 a	48,2
Pferdemist (200 dt/ha)	90,6 a	85,9 ab	510 ab	146 ab	42,5
Torf (100 m ³ /ha)	99,7 a	87,2 a	585 a	153 a	41,4
Strohdüngung (40 dt/ha)	89,3 a	86,5 ab	470 ab	141 ab	46,7
j. 2te Gasse dauerbegrünt	87,0 a	86,8 ab	452 b	130 b	48,8
Bod.Bearb. + HW-Begrünung	85,6 a	85,6 ab	457 b	154 a	46,4

FAN = hefeverfügbarer Aminostickstoff;
unterschiedlichen Buchstaben vorhanden

a,b, (p=0,05) statistisch signifikante Unterschiede bei

Tabelle 1:

Ertrags- und Qualitätswerte von 10 verschiedenen Varianten der Humusversorgung im Mittel von 4 Jahren (2001-2004) bei Silvaner/SO4; Marktheidenfelder Kreuzberg, stL, der Ausgangshumusgehalt in 0-60 cm lag bei 2,1 %

Eine 2-malige Ausbringung von organischem Material ergibt in dem 5-jährigen Untersuchungszeitraum bereits eine deutliche Differenzierung von Ertrag und Traubenqualität. Nährstoffreiche Materialien wie z.B. Bioabfallkompost erzielten bei Ertrag, Mostgewicht, hefeverfügbarem Stickstoff im Traubenmost (FAN) und beim Reifeindikator Prolingehalt höhere Werte als kohlenstoffreiches Material wie z. B. Rindenmulch. Der Befall mit Botrytis lag jedoch in den Parzellen mit nährstoffreichem Material am höchsten (% befallene Trauben mit einer Befallsstärke von über 25 % Fäulnisanteil). Die Torfvariante mit 100 m³ Torf pro ha alle 3 Jahre schnitt sowohl bei Ertrag, Mostgewicht und hefeverfügbarem Moststickstoff am besten ab und war deutlich weniger mit Botrytis befallen. Kohlenstoffreiche Materialien wie Rindenmulch, Grünguthäcksel und Stroh zeigen zum Teil signifikant geringere Werte bei Mostgewicht, Moststickstoff (FAN) und Prolin als die Herbst-Winterbegrünung. Im Vergleich zum Bioabfallkompost weist Grünguthäcksel ein signifikant niedrigeres Mostgewicht als auch einen signifikant niedrigeren Reifewert (Prolingehalt) auf. Strohabdeckung führt zu einem deutlich höheren Fäulnisanteil. Die wechselzeitige Begrünung zeigt nur beim Reifeindikator „Prolingehalt“ die bekannte Reifeverzögerung. Eine erste Verkostung der Weine in 2004 ergab keine deutliche Präferenz für eine Versuchsvariante. Abbildung 1 zeigt die Modulation des Nitratstickstoffs im Boden im Laufe der Vegetationsperiode. Durch eine 4-malige Ziehung von Bodenproben im Jahresverlauf mit Bestimmung des Nitratgehaltes konnte der Nitratgang im Boden nachgezeichnet werden. Bioabfallkompost und Stallmist erreichen besonders im Jahr der Ausbringung hohe N-min Werte im Oberboden (0-60 cm), während C-reiche Materialien oder die wechselzeitige Begrünung deutlich niedrigere Nitratwerte aufweisen.

Abbildung 2:

Schnittholztrockengewicht der 10 untersuchten Humusdüngungsvarianten im Mittel von 5 Untersuchungsjahren am Standort Marktheidenfeld bei Silvaner auf der Unterlage SO4

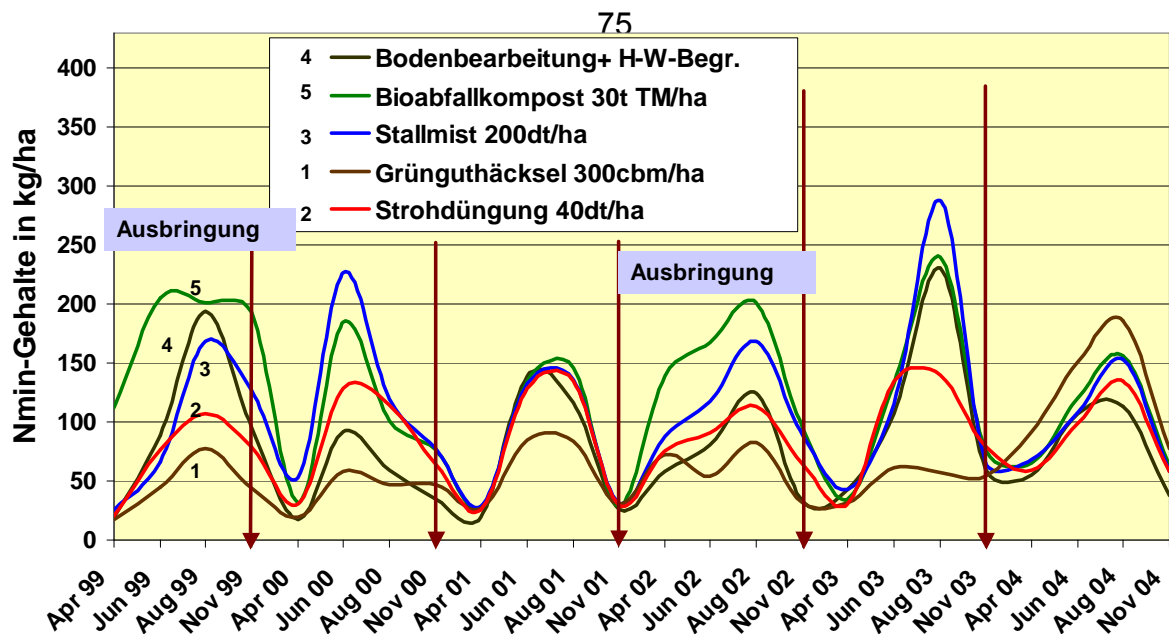


Abbildung 1:

Nitratverlauf im Oberboden (0-60 cm) im Verlauf der Jahre von Erstausbringung bis November 2004 bei 5 verschiedenen Humusversorgungsvarianten am Standort Marktheidenfeld bei der Rebsorte Silvaner/SO₄, stL-Boden

Im Schnittholzaufwuchs (siehe Abbildung 2) kommt der stickstoffzehrende Charakter der Dauerbegrünung jeder zweiten Gasse zum Ausdruck. Die höchsten Schnittholzgewichte erreichten jedoch nicht die Parzellen mit den nährstoffreichen Humusmaterialien, sondern die Parzellen mit den C-reichen Humusvarianten Torf und Strohdüngung. Daraus lässt sich ableiten, dass die verbesserte Wasserspeicherfähigkeit einen höheren Einfluss auf das Rebenwachstum ausübt, als der Nährstoffgehalt der aufgebrauchten Humusersatzstoffe. Rindenmulch führte neben der Variante Dauerbegrünung jeder 2. Gasse zu einem geringeren Schnittholzertrag und zeigt die N-zehrende Wirkung des C-reichen Humusmaterials. Hier ist eine Stickstoffausgleichsdüngung angebracht, um diesen Depressionseffekt zu verhindern und das Rebenwachstum nicht zu schwächen. Langjährige Erfahrungen mit der Rindenmulchabdeckung im Steilhang zeigen jedoch, dass nach einigen Ausbringungszyklen die Holzertragsdepression wieder durch die besseren Wasserspeicherverhältnisse ausgeglichen wird (Schwab, 1996).

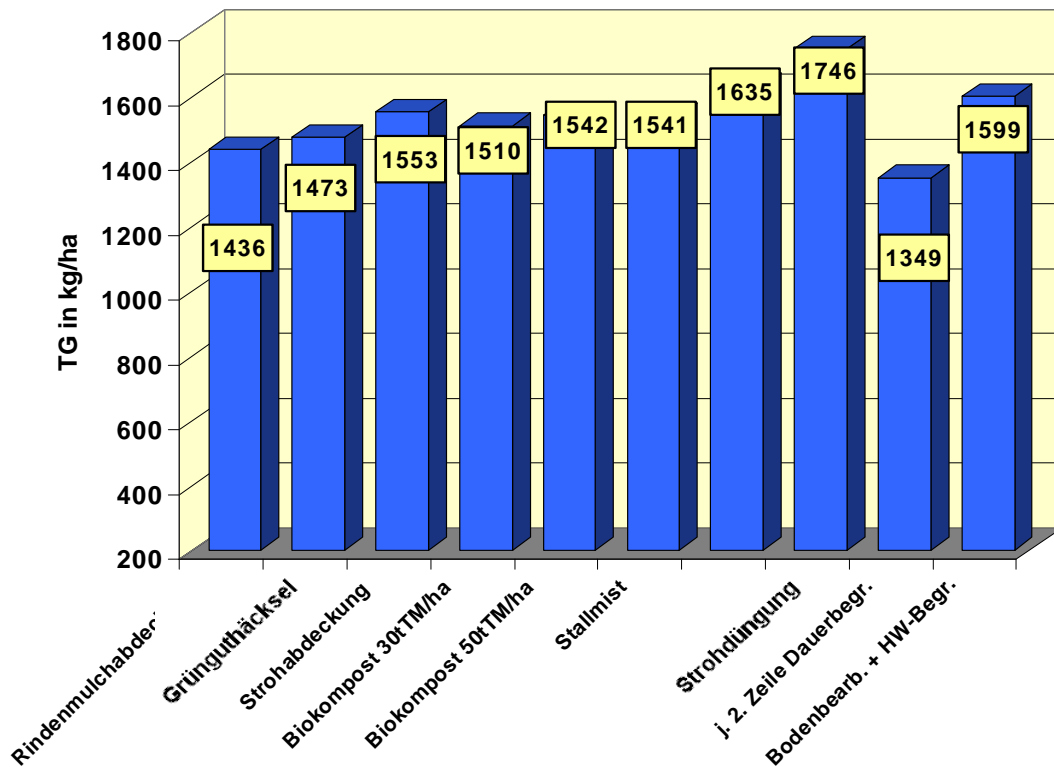


Abbildung 2:

Schnittholztrockengewicht der 10 untersuchten Humusdüngungsvarianten im Mittel von 5 Untersuchungsjahren am Standort Marktheidenfeld bei Silvaner auf der Unterlage SO4

Zusammenfassung

Wie die Versuchsergebnisse zeigen, erhöhen nährstoffreiche organische Dünger wie Bioabfallkompost und Stallmist den hefeverfügbaren Aminostickstoff (FAN) im Vergleich zu den nährstoffarmen, aber kohlenstoffreichen Düngern. Grünguthäcksel und Rindenmulch in einer Aufwandmenge von 300 m³/ha alle 3 Jahre aufgebracht, reduzieren aufgrund ihrer Stickstofffixierung im Boden den FAN-Gehalt und verzögern die Traubenreife, was niedrigere Prolingehalte im Most belegen.

Eine Torfdüngung von 100 m³/ha alle 3 Jahre verbessert den Wasserhaushalt des Bodens und erhöht Mostgewicht, Moststickstoff und den reifekorrelierten Prolingehalt. Auf einen bereits gut mit Humus versorgten Boden wird durch Biokompost und Stallmist nur der FAN-Gehalt nicht jedoch der Reifeindikator Prolin erhöht. Der vege-

tative Aufwuchs, sichtbar am Holzgewicht und an der Gipfelmasse, war bei den Varianten „jede 2. Gasse begrünt“ und „Rindenmulch“ am geringsten. Weiterhin zeigte sich, dass der Botrytisbefall in den Varianten mit nährstoffarmen Düngern am niedrigsten lag. Durch die periodischen Bodenanalysen konnten wir feststellen, dass der Nitratgehalt im Boden besonders bei nährstoffreichen organischen Düngern im Ausbringungsjahr stark ansteigt und deshalb in den darauffolgenden Wintermonaten mit einem höheren Nitrataustrag zu rechnen ist. Der Botrytisbefall des Traubengutes war in den Ausbringungsjahren am höchsten.

Im Gegensatz zur Ertragsregulierung wirken sich die Maßnahmen der Humusversorgung nicht so stark auf die qualitativ wichtigen Inhaltsstoffe der Trauben aus, können jedoch, bei unsachgemäßer Handhabung, durch die Förderung der Traubenfäule eine stark negative Wirkung auf die sensorische Ausprägung der Weine ausüben. Die Untersuchungen werden in den nächsten Jahren fortgesetzt.

Literatur:

Schaller, K. (2004): Humuseffekte - im Weinbau verkannt. Auswirkungen organischer Substanz im Boden. Geisenheimer Berichte, Bd. 53, S. 169-203

Schwab, A. (1996): Rindenmulch als Erosionsschutz und Humuslieferant für Steillagen, Rebe und Wein Nr. 3, S. 83-86

5 Effect of foliar urea spraying on the nitrogen supply to Chasselas vines in vineyards with grass swards between rows

Jean-Laurent SPRING¹, Fabrice LORENZINI^{2,3}, Agroscope RAC Changins

¹ Centre viticole du Caudoz, 21, Avenue de Rochettaz, CH-1009 Pully

² CH-1260 Nyon

³ with the collaboration of the whole viticultural and oenological section of the Agroscope RAC Changins

E-Mail: jean-laurent.spring@rac.admin.ch

Introduction

Under certain soil and climatic conditions, permanent grassy swards between vine rows may over-exert the water-nitrogen competition in plants and lead to an impoverishment in wine quality (Maigre et al., 1995). Corrective trials by supplying nitrogen to the soil in spring have shown that when all inter-vine rows are grassed over, nitrogen is better utilised when spread over the bare soil at the foot of the vines than by applications made over the whole surface (Spring, 2003).

Since 2001, within a framework of experimental trials on Chasselas vines in the Lake Geneva region, studies on the possibility of carrying out corrections at a later date by a foliar supply of urea low in biuret (Folur®) have been made. In the present article, the first observations resulting from these experiments are summarised.

Experimental set-up

The trial was set up on a plot of Chasselas/3309 which was planted in 1984 and trained using a single Guyot system (200 x 85 cm). Four experimental variants, each with four repetitions in random blocks, were studied, as follows :

- A = control test with no addition of nitrogen
- B = application of 50 kg N/ha (ammonitrates) to soil, localised on the bare soil at vine roots, in mid-May
- C = foliar application of 20 kg N/ha (4 applications of 5 N/ha units per week) as a form of urea (Folur®) around the time of grape ripening (beginning to end of August)
- D = foliar application of 50 kg N/ha (10 applications of 5 N/ha units N/ha per week) from the time of flowering to grape-ripening as a form of urea (Folur®); this variant was introduced in 2002.

Results

Nitrogen supply in the vine

Foliar nitrogen

Table 1 assembles the mean values from 2002-2004 for samples made up of 30 whole leaves per repetition taken at the time of the beginning of fruit-ripening, opposite the first fruit cluster. The results illustrate that significant differences appeared only between the control without nitrogen manure (test A) and the variant which received 50 kg N/ha in the form of foliar urea (test D). Between test B (50 kg N/ha nitrogen applied to the soil) and test C (20 kg N/ha applied in the form of foliar urea around the time of fruit-ripening), the values were very close.

Table 1. Trial of nitrogen manure on Chasselas. Foliar N diagnostic at fruit-ripening. Pully, mean values 2002-2004.

Variant	Leaf nitrogen (% dry matter)	
A	1.96	B
B	2.08	AB
C	2.15	AB
D	2.21	A

Note: there was no significant difference between the results followed by the same letter ($p=0.05$)

Nitrogen in musts

This parameter was measured by determining the formol index of musts at harvesting (Aerny, 1996). Figure 1 summarises the observations made between 2001 and 2004 and the mean values for the period 2002-2004. Lorenzini (1996) determined formol index thresholds for Chasselas as follows:

- < 10 : marked nitrogen deficiency
- 10-14 : moderate nitrogen deficiency
- > 14 : non-limiting nitrogen supply

In 2003 and 2004 (dry years), the values observed were particularly low. In the control test (variant A) with no nitrogen manure, values were in general significantly lower. The effect produced by supplying 50 kg N/ha to soils (variant B) appears to be very similar to that produced by foliar spraying of 20 kg N/ha around the time of fruit-ripening (variant C). The effect of the same dose of nitrogen (50 kg N/ha) appeared to be greater when supplied in the form of foliar urea (variant D) than applied to the soil (variant B).

Plant growth

The vigour of the vine plants was monitored by weighing the wood clippings at pruning (Table 2). No significant differences were noted concerning this parameter.

Yield criteria

Table 3 summarises observations concerning criteria of yield (bud fertility, weight of fruit clusters), in addition to the effective yield. The different treatments had no influence on bud fertility. The heaviest bunches of fruit came from variant B (in which nitrogen was applied to the soil) and variant D (in which 50 units of N/ha were supplied in a foliar form). The control test (variant A) produced the lightest bunches of

Figure 1. Trial of nitrogen manure on Chasselas. Nitrogen in musts (formal index). Pully, mean values 2002 - 2004.

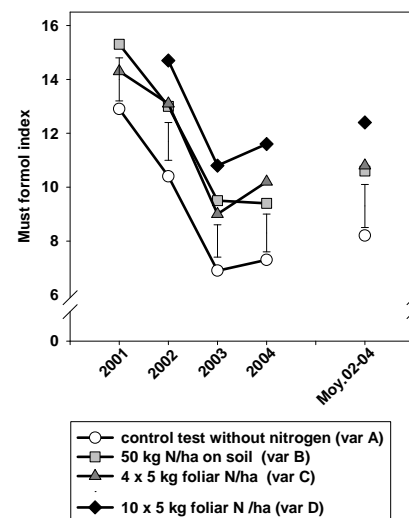


Table 2. Trial of nitrogen manure on Chasselas. Weight of pruned wood. Pully, mean values 2002-2004.

Variante	Weight of clippings (g/plant)	
A	568	A
B	592	A
C	592	A
D	577	A

Note : there was no significant difference between the results followed by the same letter ($p=0.05$)

fruit. Yield was limited each year to 5 fruit clusters per plant. Comments concerning overall yield results are the same as for fruit cluster weight.

Table 3. Trial of nitrogen manure on Chasselas. Yield criteria. Pully, mean values 2002 - 2004.

Variant	Bud fertility (number of fruit clusters/vine)		Weight of fruit clusters (g/)		Yield (kg/m ²)	
A	2.1	A	369	B	0.94	B
B	2.0	A	438	A	1.11	A
C	2.1	A	390	AB	0.98	AB
D	2.0	A	437	A	1.12	A

Note: there was no significant difference between the results followed by the same letter ($p=0.05$)

Must quality

Measurements of sugar content, total acidity and pH of the musts are given in Table 4. The sugar content measured in the variant with manure applied to the soil (variant B) was significantly lower than in the control test. The total acidity content of the musts showed no differences; however, the pH was found to be slightly higher in variants sprayed with foliar urea.

Table 4. Trial of nitrogen manure on Chasselas. Sugar content, total acidity and pH of the musts. Pully, mean values 2002-2004.

Variant	Refractometry (° Oe)		Total acidity ¹⁾ (g/l)		pH	
A	76.8	A	5.7	A	3.36	B
B	74.2	B	5.9	A	3.36	B
C	76.2	AB	5.7	A	3.40	A
D	76.4	AB	5.8	A	3.42	A

¹⁾ expressed as tartaric acid

Note: there was no significant difference between the results followed by the same letter ($p=0.05$)

Vinification and wine-tasting

In 2003 and 2004, the wine-making procedure from musts followed a standard protocol. A few weeks after bottling the wines were tasted by a wine-tasting college from the Agroscope RAC Changins. Table 5 summarises the mean values from 2003 - 2004 of several wine-tasting criteria which were noted on a scale of 1 (= low, poor) to 7 (= high, excellent).

Table 5. Trial of nitrogen fertilisers on Chasselas. Organoleptic characteristics of the wines. Noted from 1 (= low, poor) to 7 (= high, excellent). Pully, mean values 2003 - 2004.

Variant	Quality of bouquet	Structure	Stress	Bitterness	Overall impression
A	3.5	4.0	3.0	2.7	3.4
B	3.5	3.9	2.9	2.7	3.5
C	3.8	4.1	2.5	2.5	3.7
D	3.9	4.0	2.4	2.4	3.9

Generally speaking, nitrogen supplements applied in the form of foliar urea resulted in a reduction in the characteristics of stress and bitterness of wines associated with water-nitrogen stress. Furthermore, the quality of the bouquet and the overall impression of these wines were more appreciated.

Conclusions

- Within experimental studies carried out in Pully (Vaud, Switzerland) on a grassy vineyard subject to relatively high nitrogen competition, nitrogen supplements in the form of foliar urea with a low biuret content (Folur®) were better utilised by the plant than nitrogen supplements to the soil.
- A reduced quantity of nitrogen (20 kg N/ha) applied at a later stage (around the time of fruit-ripening) in a foliar form brought about the same correction of nitrogen levels in musts (formol index) as greater quantities (50 kg N/ha) did when applied to the soil in spring.
- The different application methods of nitrogen supplements had very little influence on the vigour and productive potential of vine plants.

- As far as the wines were concerned, the corrections in nitrogen levels brought about by foliar urea applications led to a reduction in negative criteria linked to water-nitrogen stress in plants.

Bibliography

Aerny J., 1996. Composés azotés des moûts et des vins. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **28** (3), 161-165.

Maigre D., Aerny J., 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**, 237-251.

Lorenzini F., 1996. Teneur en azote et fermentescibilité des moûts. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **27**, 237-251.

Spring J.-L., 2003. Localisation de la fumure azotée sur l'intercep dans les vignes enherbées. Résultats d'un essai sur Chasselas dans le bassin lémanique. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **35** (2), 113-119.

6 Effet de pulvérisation d'urée foliaire sur l'alimentation azotée du Chasselas en vigne enherbée

Jean-Laurent SPRING¹, Fabrice LORENZINI^{2,3}, Agroscope RAC Changins

¹ Centre viticole du Caudoz, 21, Avenue de Rochettaz, CH-1009 Pully

² CH-1260 Nyon

³ with the collaboration of the whole viticultural and oenological section of the Agroscope RAC Changins

E-Mail: jean-laurent.spring@rac.admin.ch

Introduction

L'enherbement permanent de l'interligne peut, dans certaines conditions de sol et de climat, exercer une concurrence hydro-azotée excessive pour la vigne et entraîner une dénaturation de la qualité des vins (Maigre *et al.*, 1995). Des essais de correction par apport d'azote au sol au printemps ont montré que la vigne enherbée dans tous les interlignes valorisait mieux l'azote épandu sur le cavaillon désherbé par rapport à des applications effectuées sur toute la surface (Spring, 2003).

La possibilité d'effectuer des corrections plus tardives par apport foliaire d'urée pauvre en biuret (Folur[®]) est étudiée depuis 2001 dans le cadre d'essais conduits sur Chasselas dans le bassin lémanique. Cet article résume les premières observations issues de cette expérimentation.

Dispositif expérimental

L'essai a été mis en place sur une parcelle de Chasselas/3309 conduite en Guyot simple (200 x 85 cm) et plantée en 1984. L'essai conduit avec quatre répétitions en blocs randomisés comporte quatre variantes :

A = témoin sans fumure azotée

B = application au sol de 50 kg N/ha (ammonitrates) localisée sur le cavaillon désherbé à mi-mai

C = application foliaire de 20 kg N/ha (4 applications de 5 unités N/ha hebdomadaires) sous forme d'urée (Folur[®]) autour de la véraison (début à fin août)

D = application foliaire de 50 kg N/ha (10 applications de 5 unités N/ha hebdomadaires) de la floraison à la véraison sous forme d'urée (Folur[®]); cette variante n'a été introduite qu'en 2002.

Résultats

Nutrition azotée de la vigne

Azote foliaire

Le tableau 1 réunit les moyennes 2002-2004 pour des échantillons constitués de 30 feuilles entières par répétition prélevées à la véraison en face de la première grappe. Les résultats montrent que des différences significatives n'apparaissent qu'entre le témoin sans fumure azotée (variante A) et la variante ayant reçu 50 kg N/ha sous forme d'urée foliaire (variante D). Les valeurs sont très proches pour l'apport de 50 kg N/ha d'azote au sol (variante B) et l'apport de 20 kg N/ha sous forme d'urée foliaire autour de la véraison (variante C).

Azote dans les moûts

Ce paramètre a été contrôlé par la détermination de l'indice de formol des moûts à la vendange (Aerny, 1996). La figure 1 résume les observations effectuées de 2001 à 2004 et les moyennes pour la période 2002-2004. Les seuils de l'indice de formol déterminés par Lorenzini (1996) pour le Chasselas sont les suivants :

- < 10 : carence azotée marquée
- 10-14 : carence azotée modérée
- > 14 : alimentation azotée non limitante

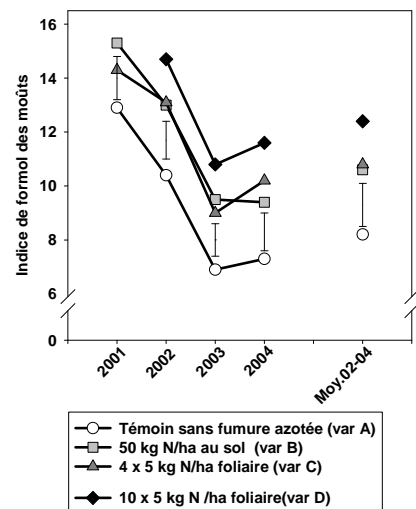
Les valeurs constatées en 2003 et 2004 (années sèches) ont été particulièrement basses. Le témoin (variante A) sans fumure azotée a généralement présenté des valeurs significativement plus faibles. L'effet de l'apport de 50 kg N/ha au sol (variante B) semble très proche de celui de 20 kg N/ha en pulvérisation foliaire autour de la véraison (variante C). L'effet de la même dose d'azote (50 kg N/ha) apportée sous forme d'urée foliaire (variante D) semble meilleur que l'apport effectué au sol (variante B).

Tableau 1. Essai de fumure azotée sur Chasselas. Diagnostic foliaire N à la véraison. Pully, moyennes 2002-2004.

Variante	Azote foliaire (% de matière sèche)	
A	1,96	B
B	2,08	AB
C	2,15	AB
D	2,21	A

Remarque : les résultats munis d'une lettre commune ne se distinguent pas significativement ($p=0,05$)

Tableau 1. Essai de fumure azotée sur Chasselas. Azote dans les moûts (indice de formol). Pully, moyennes 2002-2005.



Expression végétative

La vigueur de la vigne a été contrôlée par le pesage des bois éliminés à la taille (tabl. 2). Aucune différence significative n'a pu être notée sur ce critère.

Tableau 2. Essai de fumure azotée sur Chasselas. Poids des bois de taille. Pully, moyennes 2002-2004.

Variante	Poids des bois de taille (g/cep)	
A	568	A
B	592	A
C	592	A
D	577	A

Remarque : les résultats munis d'une lettre commune ne se distinguent pas significativement ($p=0,05$)

Composantes du rendement

Le tableau 3 résume les observations concernant les composantes du rendement (fertilité des bourgeons, poids des grappes), ainsi que le rendement effectif. Les différentes modalités n'ont pas influencé la fertilité des bourgeons. Les grappes les plus lourdes ont été constatées avec l'apport d'azote au sol (variante B) et l'apport de 50 unités N/ha sous forme foliaire (variante D). Le témoin (variante A) a produit les grappes les plus légères. Le rendement a été limité chaque année à cinq grappes par cep. Les résultats amènent les mêmes commentaires que ceux concernant le poids des grappes.

Tableau 3. Essai de fumure azotée sur Chasselas. Composantes du rendement. Pully, moyennes 2002-2004.

Variante	Fertilité des bourgeons (nombre grappe/bois)		Poids des grappes (g/grappe)		Rendement (kg/m ²)	
A	2,1	A	369	B	0,94	B
B	2,0	A	438	A	1,11	A
C	2,1	A	390	AB	0,98	AB
D	2,0	A	437	A	1,12	A

Remarque : les résultats munis d'une lettre commune ne se distinguent pas significativement ($p=0,05$)

Qualité des moûts

Le tableau 4 réunit les observations effectuées sur la teneur en sucre, l'acidité totale et le pH des moûts. Une teneur en sucre significativement plus basse que le témoin a été enregistrée pour la variante avec fumure au sol (variante B). La teneur en acidité totale des moûts n'a pas présenté de différence alors que le pH des variantes avec pulvérisation d'urée foliaire s'est révélé un peu plus élevé.

Tableau 4. Essai de fumure azotée sur Chasselas. Teneur en sucre, acidité totale et pH des moûts. Pully, moyennes 2002-2004.

Variante	Réfractométrie (° Oe)		Acidité totale ¹⁾ (g/l)		pH	
A	76,8	A	5,7	A	3,36	B
B	74,2	B	5,9	A	3,36	B
C	76,2	AB	5,7	A	3,40	A
D	76,4	AB	5,8	A	3,42	A

¹⁾ exprimée en acide tartrique

Remarque : les résultats munis d'une lettre commune ne se distinguent pas significativement ($p=0,05$)

Vinification et dégustation

En 2003 et 2004, les moûts ont été vinifiés selon un protocole standard. Les vins ont été dégustés quelques semaines après la mise en bouteilles par un collège de dégustation d'Agroscope RAC Changins. Le tableau 5 réunit les moyennes 2003-2004 de quelques critères de dégustation notés selon une échelle de 1 (= faible, mauvais) à 7 (= élevé, excellent).

Tableau 5. Essai de fumure azotée sur Chasselas. Caractéristiques organoleptiques des vins. Note de 1 (= faible, mauvais) à 7 (= élevé, excellent). Pully, moyennes 2003-2004.

Variante	Qualité du bouquet	Structure	Stress	Amertume	Impression générale
A	3,5	4,0	3,0	2,7	3,4
B	3,5	3,9	2,9	2,7	3,5
C	3,8	4,1	2,5	2,5	3,7
D	3,9	4,0	2,4	2,4	3,9

Les apports d'azote sous forme d'urée foliaire ont généralement permis de réduire les caractères de stress et d'amertume des vins liés à la concurrence hydro-azotée. Ces vins ont été également préférés au niveau de la qualité du bouquet et de l'impression générale.

Conclusions

- Dans le cadre d'un essai conduit à Pully (VD) sur une vigne enherbée soumise à une concurrence azotée assez importante, l'apport d'azote sous forme d'urée foliaire à faible teneur en biuret (Folur[®]) a été mieux valorisé par la plante que des apports d'azote au sol.
- L'apport de quantité réduite d'azote (20 kg N/ha) appliqué tardivement (autour de la véraison) sous forme foliaire a entraîné la même correction des taux d'azote dans les

moûts (indice de formol) que des quantités plus importantes (50 kg N/ha) appliquées au sol au printemps.

- La vigueur et le potentiel productif de la vigne n'ont été que peu influencés par les différentes modalités d'apport d'azote.
- Les corrections azotées effectuées par apport d'urée foliaire se sont traduites, au niveau des vins, par une diminution des caractères négatifs liés au stress hydro-azoté.

Bibliographie

Aerny J., 1996. Composés azotés des moûts et des vins. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **28** (3), 161-165.

Maigre D., Aerny J., 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**, 237-251.

Lorenzini F., 1996. Teneur en azote et fermentescibilité des moûts. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **27**, 237-251.

Spring J.-L., 2003. Localisation de la fumure azotée sur l'intercep dans les vignes enherbées. Résultats d'un essai sur Chasselas dans le bassin lémanique. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **35** (2), 113-119.

7 Untersuchungen zur N-Blattdüngung im Weinbau

Dipl. Ing. Bernd ZIEGLER

Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum-Rheinpfalz, Breitenweg 71, D-67435 Neustadt/Weinstraße

E-Mail: bernd.ziegler@dlr.rlp.de

Verringerte Stickstoffgaben und intensivierete Weinbergsbegrünungen führen in Trockenperioden häufiger zu einem defizitären Stickstoffangebot für die Reben. Diesen Mangel versucht der Winzer durch eine Blattdüngung auszugleichen. Hierzu werden hauptsächlich verschiedene Formen von Harnstoff (Carbamid = Urea) eingesetzt. Die einfachste Harnstoff-Düngerform enthält 46 % N und darf in der EU max. 1,2 % Biuret enthalten. Mit einem Rein-N-Preis von 0,50 bis 0,70 €/kg N ist dieser der preiswerteste Stickstoffdünger und wird darum auch von der Praxis bevorzugt verwendet. Im Zeitraum zwischen 1998 und 2004 wurden auf vier verschiedenen Standorten im Raum Neustadt/W. verschiedene Versuche mit stickstoffhaltigen Blattdüngern durchgeführt. Der einfache Düngeharnstoff stand dabei im Vordergrund.

Versuchsstandorte

Die Böden der Versuchsanlagen variierten zwischen Sand und lehmigem Schluff und waren in jeder 2. Gasse begrünt. Die Rebsorten waren Riesling, Spätburgunder und Dornfelder. Je nach Versuchsstandort wurden 40 bzw. 0 kg N/ha über den Boden mineralisch gedüngt.

Übersicht 1: Versuchsanlagen

Versuchsstandort		Sorte Unterl.	Pflanz -jahr	Boden- art	N-Gabe kg N/ha	Ver- suchs- zeitraum	Anzahl Wdh.
Abk.	Lage						
Ri-FOS	Forster Straße	Riesling 5C	1987	Sl – S	40	1999 - 2004	3
Do-HOH	Mußbacher Hoheweg	Dornfeld. 5BB	2000	Ls – Sl	40	2002 - 2004	5
Sp-HUM	Mußbacher Hundertmor.	Spätburg. SO4	1987	Usl	40	2000 - 2004	3
Ri-MEC	Meckenh. Straße	Riesling 5C	1981	Lsu	0	1998 - 2001	4

Die Anlagen waren in jeder 2. Gasse mit Gräsern und Standortkräutern dauerbe-grünt. Die dazwischen liegenden Gassen wurden zwischen Mai und Juli mechanisch offen gehalten. Der Unterzeilenbereich wurde mit einer Kombination von mechani-scher Offenhaltung und Herbizideinsätzen behandelt.

Untersuchungen

Die Versuchsergebnisse wurden wie folgt gewonnen:

Blattstiel-NO₃: Ermittlung der Nitratkonzentration in den Stielen der Haupttriebblät-ter, entnommen ca. 30 bis 40 cm unterhalb der Triebspitze bzw. der Laubschnittzone; Saftgewinnung durch Probennahme-Handzange bzw. Knoblauchpresse; Messung der Nitratkonzentration mit Reflek-toquant Nitrat-Test-Stäbchen im Merck RQflex, bzw. bei Konzentra-tionen > 230 mg/L durch Schätzungen mit Merkoquant Nitrat-Test-Stäbchen.

Chlorophyll: Messung des Blattgrüns mit Hydro-N-Tester an jeweils > 30 Haupt-triebblättern im Bereich der Traubenzone.

Botrytis (BH): Bonitur des Botrytisbefalls an Trauben kurz vor der Traubenlese; Berechnung der Befallshäufigkeit.

Mostgewicht, Mostsäure, NOPA, NH₄: Entnahme von ca. 25 Traubenteilen je Ver-suchsglied; Entsaftung mit Haushaltskartoffelpresse, Analyse nach der FT-MIR-Methode.

Ertrag: Ermittlung des Traubenertrages mittels Handlese.

Zuckerwert: Berechnung des relativen Zuckerertrages aus Ertrag (kg/Ar) x Most-gewicht (°Oe); unbehandelte Kontrolle jeweils 100 %.

Versuche mit Harnstoff bei Standardkonzentration

Zwischen 1998 und 2004 wurde Düngeharnstoff mit einer mittleren Anwendungskon-zentration von 0,5 % (0,4 bis 0,65 %) in 3 bis 4 Applikationen eingesetzt. Bei einem Brüheaufwand von 650 bis 800 L/ha wurden damit jährlich 5 bis 8 kg N/ha ausge-bracht. Die Applikationen erfolgten Versuchs bedingt ohne Zumischung von Pflan-zenschutzmitteln mit einer handbetriebenen Spritze, auf die gesamte Laubwand ver-teilt. Die Anwendungen erfolgten vorwiegend zwischen Nachblüte und Trauben-schluss.

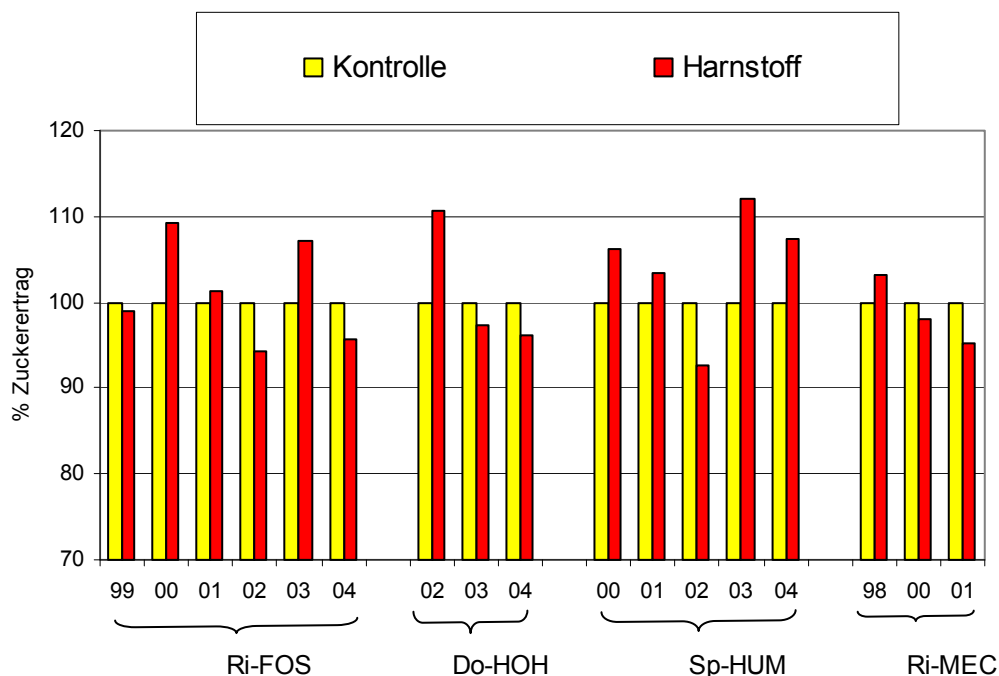
Varianten:

Kontrolle: unbehandelt

Harnstoff: 3 – 4 x 0,5 % Harnstoff mit 650 bis 800 L/ha Brühe

Ergebnisse:

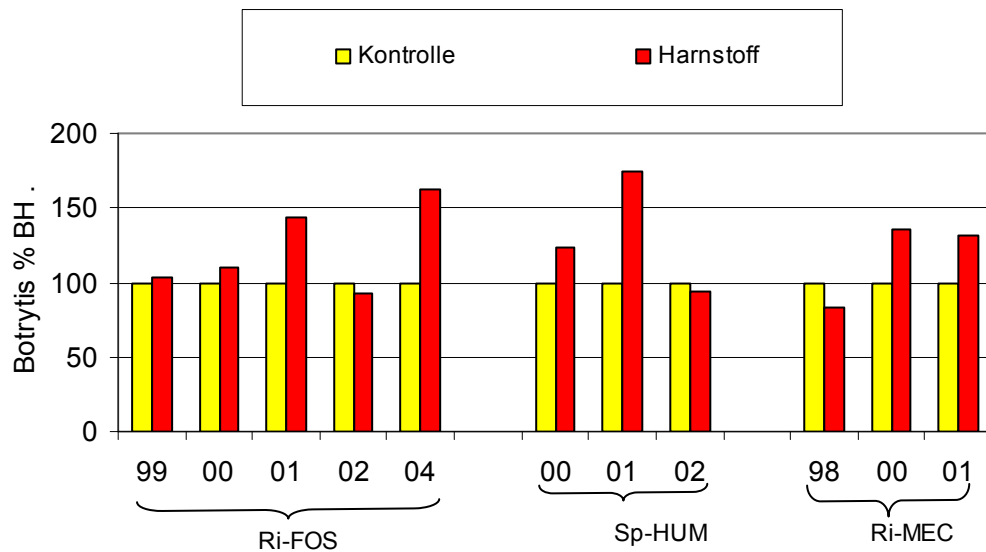
In Darstellung 1 sind die Zuckererträge der Harnstoffvarianten der Kontrolle gegenübergestellt. Sowohl bei Riesling (Ri-FOS, Ri-MEC) als auch bei Dornfelder (Do-HOH) ist kein signifikanter Einfluss über die einzelnen Jahre zu verzeichnen. Nur der Spätburgunder (Sp-HUM) scheint in 4 von 5 Jahren durch die N-Zufuhr über das Blatt profitiert zu haben.



Darstellung 1: Vergleich der Zuckererträge von Harnstoffvarianten mit der unbehandelten Kontrolle verschiedener Blattdüngungsversuche von 1998 bis 2004

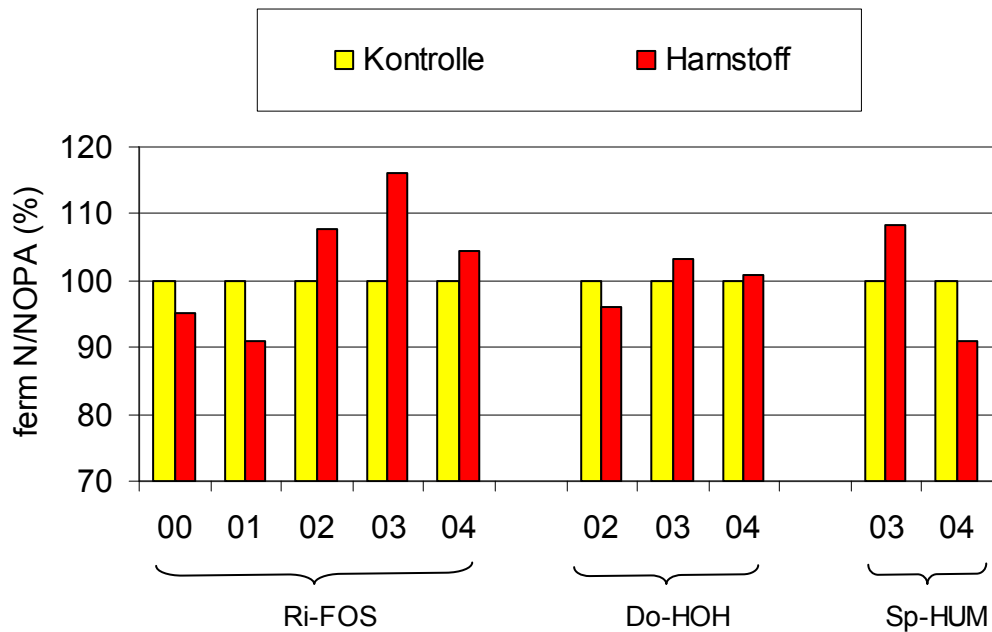
Dass der Stickstoff der Blattdüngung in den Pflanzen angekommen ist, zeigte die gelegentlich durchgeführte Bestimmung der Nitratkonzentration in den Blattstielen. Entsprechend dieser Nitratgehalte war in den N-gedüngten Varianten häufig ein erhöhter Botrytisbefall an den Trauben zu finden. Wenn zwar auch nur geringfügig, so war bei Riesling und Spätburgunder in mehreren Jahren eine höhere Befallshäufig-

keit festzustellen. In den nicht aufgeführten Jahren war kein oder ein nur sehr geringer Botrytisbefall festzustellen, hier wurden die Bonituren nicht durchgeführt.



Darstellung 2: Botrytisbefall (Befallshäufigkeit) in Harnstoffvarianten und unbehandelter Kontrolle verschiedener Blattdüngungsversuche von 1998 bis 2004

Auch die Untersuchung der hefeverwertbaren Aminosäuren (NOPA) zeigten sehr unterschiedliche Gehalte. Allerdings ist festzustellen, dass die Harnstoff-Blattdüngung im Trockenjahr 2003 bei den drei Sorten einen positiven Einfluss auf den Aminosäuregehalt hatte.



Darstellung 3: Hefeverwertbare Aminosäuren im Most verschiedener Blattdüngungsversuche in den Jahren 2000 bis 2004

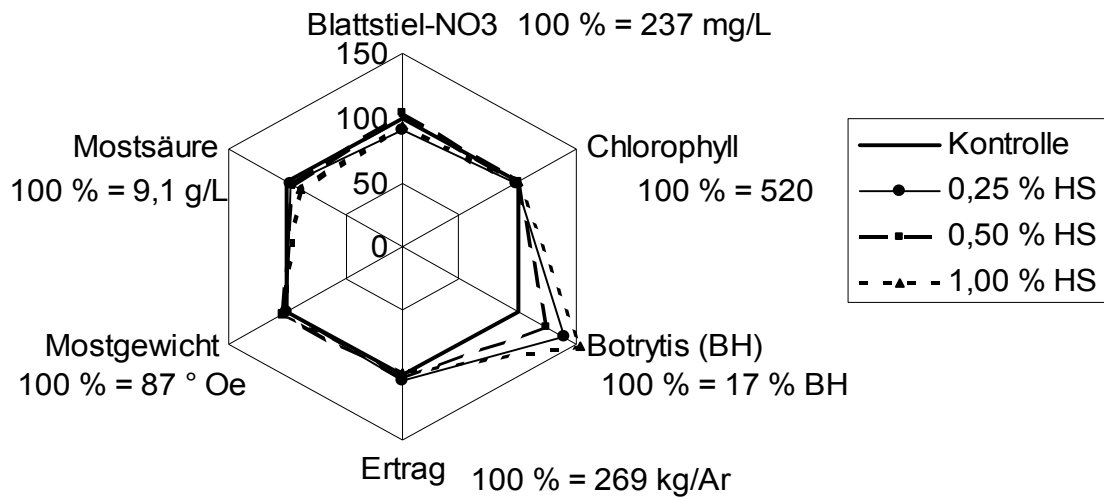
Versuche mit verschiedenen Harnstoffkonzentrationen

In der Lage Mußbacher Hundertmorgen (siehe Übersicht 1 – HUM) wurden in den Jahren 2000 und 2001 Anwendungskonzentrationen von 0,25 bis 1,0 % erprobt. Der Brüheaufwand betrug bei jeder Applikation 800 L/ha. Damit wurden N-Frachten von 2,8 bis 11 kg/ha im Weinberg ausgebracht. Die Anwendungen erfolgten in beiden Jahren jeweils in der 23., 25. und 27. Woche (Juni/Anfang Juli).

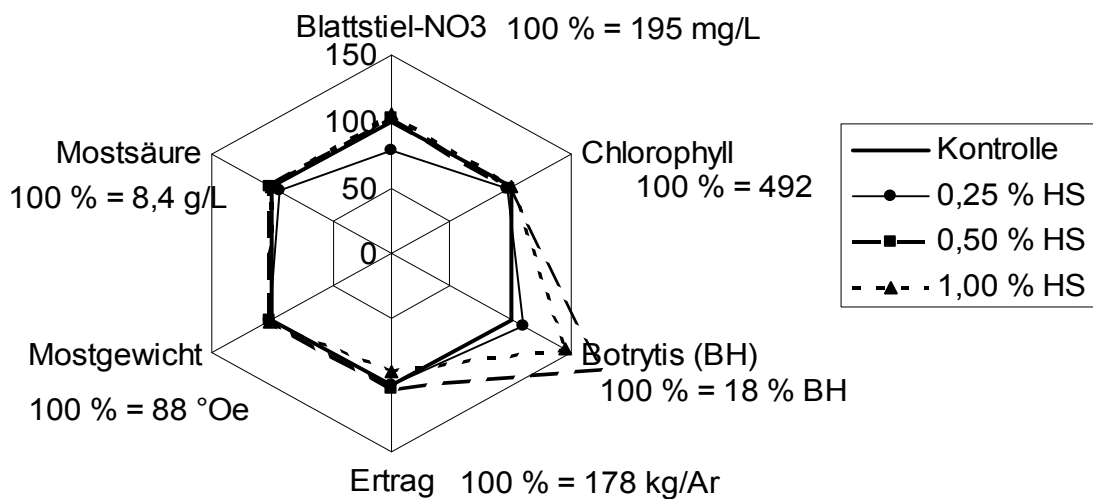
Varianten:

Kontrolle:	unbehandelt
0,25 %:	3 x 0,25 % Harnstoff (800 L/ha) = 2,8 kg N/ha
0,50 %:	3 x 0,50 % Harnstoff (800 L/ha) = 5,5 kg N/ha
1,00 %:	3 x 1,00 % Harnstoff (800 L/ha) = 11,0 kg N/ha

In beiden Jahren reagierten die Reben verhältnismäßig wenig. Lediglich der erhöhte Botrytisbefall an den Trauben zeigte einen Einfluss durch die N-Blattdüngung.



Darstellung 4: Harnstoff-Blattdüngung mit verschiedenen Konzentrationen im Jahr 2000 (Mb. Hundertmorgen – Spätburgunder)



Darstellung 5: Harnstoff-Blattdüngung mit verschiedenen Konzentrationen im Jahr 2001 (Mb. Hundertmorgen – Spätburgunder)

Versuche mit verschiedenen Applikationsterminen in den Jahren 2002 und 2003

In den Jahren 2002 und 2003 wurden frühe (Juni) und späte (August) Anwendungen gegenüber gestellt. Dabei wurden jeweils mit 2 bzw. 3 Applikationen 4 bzw. 4,5 kg N/ha ausgebracht. Im Jahr 2002 waren abgesehen von etwas erhöhten Nitratkonzentrationen in den Blattstielen der später behandelten Varianten keine Unterschiede festzustellen. Im Trockenjahr 2003 zeigte die spät behandelte Variante eine höhere Zuckerleistung und leicht erhöhte NOPA-Werte.

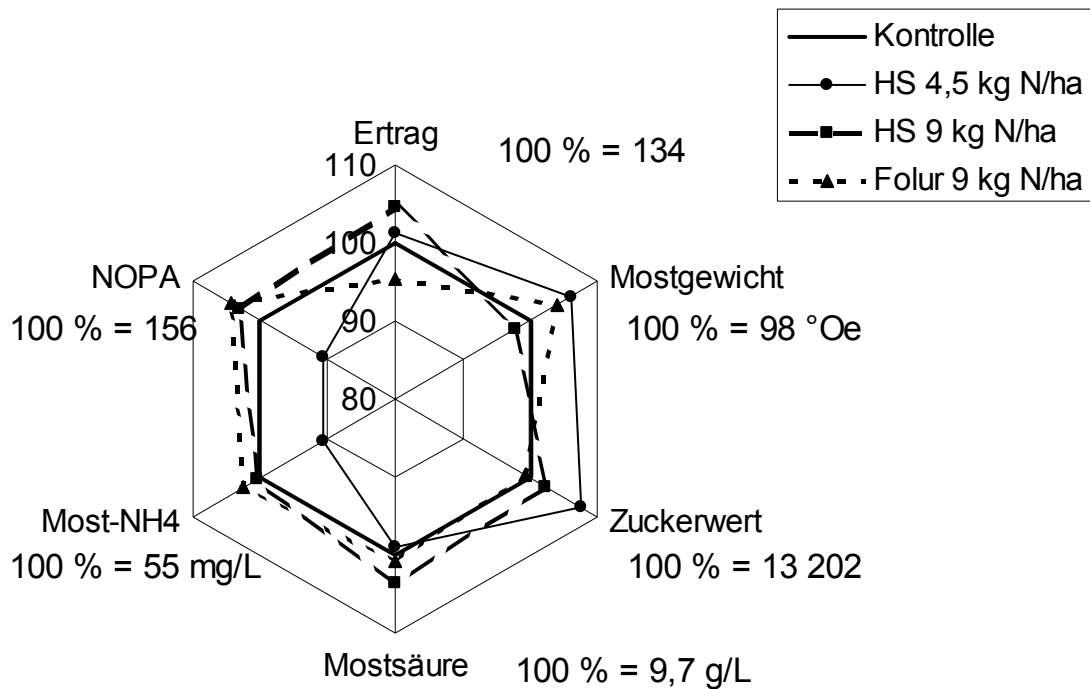
Versuch mit zwei Harnstoffdüngern im Jahr 2004

In 2004 wurde der normale Düngeharnstoff dem biuretärmeren Blattdünger „FOLUR“ gegenübergestellt. Dabei wurden in 3 Applikationen jeweils 620 L/ha Brühe in der 27. + 31. Woche 2004 ausgebracht. Der Düngeharnstoff wurde mit 0,53 % (= 4,5 kg N/ha*a) und 1,07 % (= 9,0 kg N/ha*a) appliziert. Letztere Stickstoffmenge wurde auch mit FOLUR (2,2 %) ausgebracht.

Varianten

Kontrolle:	unbehandelt
HS 4,5 kg N/ha:	3 x 0,53 % Harnstoff = 3 x 1,5 = 4,5 kg N/ha
HS 9 kg N/ha:	3 x 1,07 % Harnstoff = 3 x 3,0 = 9,0 kg N/ha
Folur 9 kg N/ha:	3 x 2,2 % Folur = 3 x 3,0 = 9 kg N/ha

Eine 5 Tage nach der letzten Applikation durchgeführte Bestimmung der Nitratkonzentration in Blattstielen zeigte gegenüber FOLUR höhere Werte in der entsprechenden Düngeharnstoff-Variante (HS 9 kg N/ha). Analog verhielt sich der Zuckerwert (Ertrag * Mostgewicht) dieser Variante. Beide 9 kg N/ha-Varianten wiesen gegenüber der Kontrolle und der 4,5 kg N/ha-Variante (HS) höhere Gehalte an hefeverwertbarem Stickstoff (NOPA + NH₄) auf.



Darstellung 8: Blattdüngungsversuch mit verschiedenen Harnstoffdüngern im Jahr 2004 (Mb. Hundertmorgen – Spätburgunder)

Diskussion und Zusammenfassung

Nach den vorliegenden Ergebnissen verspricht die Anwendung von N-haltigen Blattdüngern nicht jedes Jahr einen Erfolg. Obwohl durch die Bestimmung der Nitratkonzentration häufig nachgewiesen werden konnte, dass der applizierte Stickstoff von der Rebe aufgekommen worden ist, fielen diese Varianten bei den Ertragsleistungen und dem Gehalt an hefeverwertbaren Stickstoffverbindungen seltener auf. So zeigten gegenüber der unbehandelten Kontrolle lediglich ein Drittel der Harnstoff-Behandlungen eine Wirkung durch eine höhere Zuckerleistung. Die Sorte Spätburgunder reagierte hierbei am stärksten. Die hefeverwertbaren Aminosäuren im Most (Ferm-N / NOPA) überstiegen bei der Variante Harnstoff in der Hälfte der Versuchsserien die Kontrolle. Im Trockenjahr 2003 wurde jedoch bei allen drei Sorten höhere NOPA-Werte gemessen. Über die Hälfte der behandelten Varianten wiesen mehr Botrytis auf.

Einzelversuche mit Harnstoff ergaben, dass die optimale Harnstoffkonzentration bei 0,5 % (= 0,23 % N) liegt. Eine zweijährige Versuchsreihe mit unterschiedlichen Applikationsterminen zeigte als optimalen Termin für Harnstoffspritzungen die Zeitspanne nach der Reblüte bis zum Traubenschluss.

Eine Wirkung von N-Blattdüngern ist nicht in jedem Jahr zu erwarten. Vermutlich kann eine witterungsbedingte, günstige Versorgungslage im Boden die Blattdüngerwirkung überlagern. Die Wirkung in gelegentlichen Mangelsituationen und der günstige Preis von normalem Harnstoff spricht zwar für eine prophylaktische Anwendung, jedoch muss aus Sicht der Traubengesundheit vor überhöhter und zu später Ausbringung gewarnt werden.

III. Sicherung der Weinqualität, Wasserhaushalt, Tropfbewässerung

1 Begrünung in Kombination mit Tropfbewässerung als Maßnahmenpaket zur Sicherung der Qualität und der nachhaltigen Nutzung von Steillagen

Dipl.-Oen. Bernd GRUBER, Prof. Dr. Bertold STEINBERG und
Prof. Dr. Hans R. SCHULTZ
Forschungsanstalt Geisenheim, Fachgebiet Weinbau, Postfach 11 54, D-65358 Geisenheim
E-Mail: Bernd.R.Gruber@fa-gm.de

Zusammenfassung

Trotz der zahlreichen bekannten Vorteile (u.a. Erosionsschutz, Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit, Befahrbarkeit) kann eine Begrünung nicht ohne weiteres in Weinbergen eingesetzt werden, da die Gefahr einer zu starken Konkurrenz für die Reben besteht. Im vorliegenden Vortrag wird der Wasserhaushalt von begrüneten Steillagen mit sehr unterschiedlichen Wasserspeicherkapazitäten untersucht. In Lagen mit durchschnittlicher bis hoher Wasserspeicherkapazität (WSK) wurde die Begrünung mit Rindenmulchabdeckung (RMA) verglichen. Eine nennenswerte Schonung der Bodenwasserreserven mittels RMA war erreichbar, doch der Jahresverlauf der Wasserverfügbarkeit für die Reben war dennoch häufig unvorteilhaft. Ohne den sehr früh einsetzenden Wasserverbrauch einer Begrünung stand v.a. leichter verfügbares Wasser in den für das Wachstum und die Ertragsbildung entscheidenden Phasen zur Verfügung. Die isolierende Wirkung der früher ausgetrockneten oberen Bodenschichten in den begrüneten Varianten führte dazu, dass die Evapotranspiration im weiteren Verlauf häufig nicht über bzw. sogar unter dem Niveau der Abdeckungsvariante lag. Im für die Inhaltsstoffbildung entscheidenden Reifeverlauf war eine bessere Versorgung der Reben infolge der Abdeckung nicht gewährleistet.

Der Einsatz einer Tröpfchenbewässerung auf einem Standort geringer WSK mit dem frühmorgendlichen Wasserpotential als Steuerungsparameter führte zu sehr interessanten Ergebnissen. Als Schwellenwert für den Einsatz der Bewässerung wurden $-0,3$ MPa gewählt, da auf diesem Niveau moderaten Stresses das Wachstum bereits stark reduziert ist, ohne dass die Assimilation zu stark gehemmt wird. Im Gegensatz zu früheren Erfahrungen ohne einen geeigneten Steuerungsparameter war das Risi-

ko einer Überversorgung vernachlässigbar. Gleichzeitig jedoch war mit relativ geringen Wassermengen von 5 l/m^2 auch in Situationen hohen Bedarfs eine ausreichende vorübergehende Erholung der Reben bei ganzflächiger Begrünung gegeben. Insbesondere unter den instabilen Wetterbedingungen Mitteleuropas stellt die im Vergleich zu Bodenbearbeitungsmaßnahmen sehr kurzfristige Eingriffsmöglichkeit somit einen wesentlichen Vorteil der Zusatzbewässerung dar. Die von Situationen starker Konkurrenz um Nährstoffe und Wasser berichteten negativen Folgen einer Begrünung ließen sich durch den gezielten Einsatz von Tröpfchenbewässerung vermeiden, so dass der bisher teilweise gegebene Zielkonflikt zwischen dem Wasserhaushalt der Reben und einer nachhaltigen Nutzung des Weinbergs aufgehoben ist.

Material und Methoden

Die Untersuchungen über die Eignung von Begrünung in Steillagen wurden in drei kommerziell bewirtschafteten Steillagen des Rheingaus nahe Geisenheim durchgeführt, die sich hinsichtlich ihrer Bodeneigenschaften, insbesondere in der Wasserspeicherkapazität (WSK), stark unterschieden. Im Johannisberger Schlossberg (JOH; WSK: 380 l/m^2) und im Rauenthaler Gehr (RAU; WSK: 260 l/m^2) wurde die ganzflächig begrünte (in RAU) bzw. alternierend begrünte (in JOH) Variante jeweils mit einer Variante verglichen, in der durch eine Rindenmulchabdeckung (RMA) sowohl die Konkurrenz mit Begrünungspflanzen als auch die Evaporation der Bodenoberfläche unterbunden bzw. verringert wurde. Im Rüdesheimer Schlossberg (RÜD; WSK: 100 l/m^2) wurde die Eignung der Tröpfchenbewässerung zur Stabilisierung des Wasserhaushaltes einer ganzflächig begrünten Rebanlage untersucht.

Alle Weinberge waren bei einer Pflanzdichte von 4000 – 5000 Reben/ha im Spaliersystem erzogen. Die Varianten waren bei einer Größe von jeweils ca. 0,2 ha in vierfacher Feldwiederholung angelegt. Rebsorte war einheitlich „Weißer Riesling“ auf 5 C (in JOH und RAU) bzw. Börner (RÜD).

Für die Messungen des frühmorgendlichen Wasserpotentials (\square_{fm}) wurden je Messpunkt vor Sonnenaufgang 8 ausgewachsene Blätter pro Variante herangezogen, die kurz vor dem Abtrennen in PVC-Tüten gesteckt wurden. Die Messungen selbst erfolgten mit einer tragbaren Scholander-Druckkammer (Soil-Moisture Corporation, Santa Barbara, CA, USA). Das Ziel dieser Messungen war die Bestimmung des Wasserstatus der Reben bzw. der Verfügbarkeit des Bodenwassers. Dahinter steht die Überlegung, dass sich ohne nennenswerte Transpiration über Nacht ein Wasser-

potential-Gleichgewicht sowohl innerhalb der Pflanze als auch zwischen der Pflanze und dem wurzelnahen Bodenraum einstellen kann. Als Optimalbereich für die Wasserversorgung der Rebe wurde ein moderater Stress von $-0,2$ bis $-0,3$ MPa angenommen, um eine starke Reduzierung der Wüchsigkeit bei noch hoher Assimilationsleistung zu erreichen (Schultz 1996). Schwellenwert für die Nutzung der Zusatzbewässerung war demnach der untere Rand dieses Bereichs ($\psi_{fm} \leq -0,3$ MPa).

Die Bodenfeuchte wurde getrennt nach Feldwiederholungen mittels einer kapazitativen Mess-Sonde (Sentek, Australien) in 10-cm-Schritten bis zu einer maximalen Messtiefe von 1,60 m ermittelt.

Ergebnisse und Diskussion

Die Evapotranspiration der Steillagen, berechnet über die Erfassung der Bodenfeuchte bis maximal 1,6 m Tiefe und der Niederschläge, erreichte Werte bis über 4 mm/Tag als Mittelwert ca. einwöchiger Intervalle (Abb. 1 A – C). Diese auf der tiefgründigen Erfassung der Bodenfeuchtedynamik beruhenden Werte lagen somit über den bisher berichteten Daten für vergleichbare Anlagen (Griebel 1995). Die höchsten Werte für ET wurden bei hoher Bodenfeuchte in den oberen Schichten in den begrünter Varianten gemessen, wobei die größten Unterschiede zu den Rindenmulchvarianten bereits vor der Blüte gemessen wurden, da die Begrünpflanzen typischerweise deutlich vor dem Austrieb der Reben aktiv werden. Interessanterweise begrenzte die frühe Ausnutzung des Bodenwassers der oberen Schichten in den begrünter Varianten ET so stark, dass nach der Blüte meist vergleichbare Werte im Vergleich zur Abdeckungsvariante zu beobachten waren (Abb. 1 A – C).

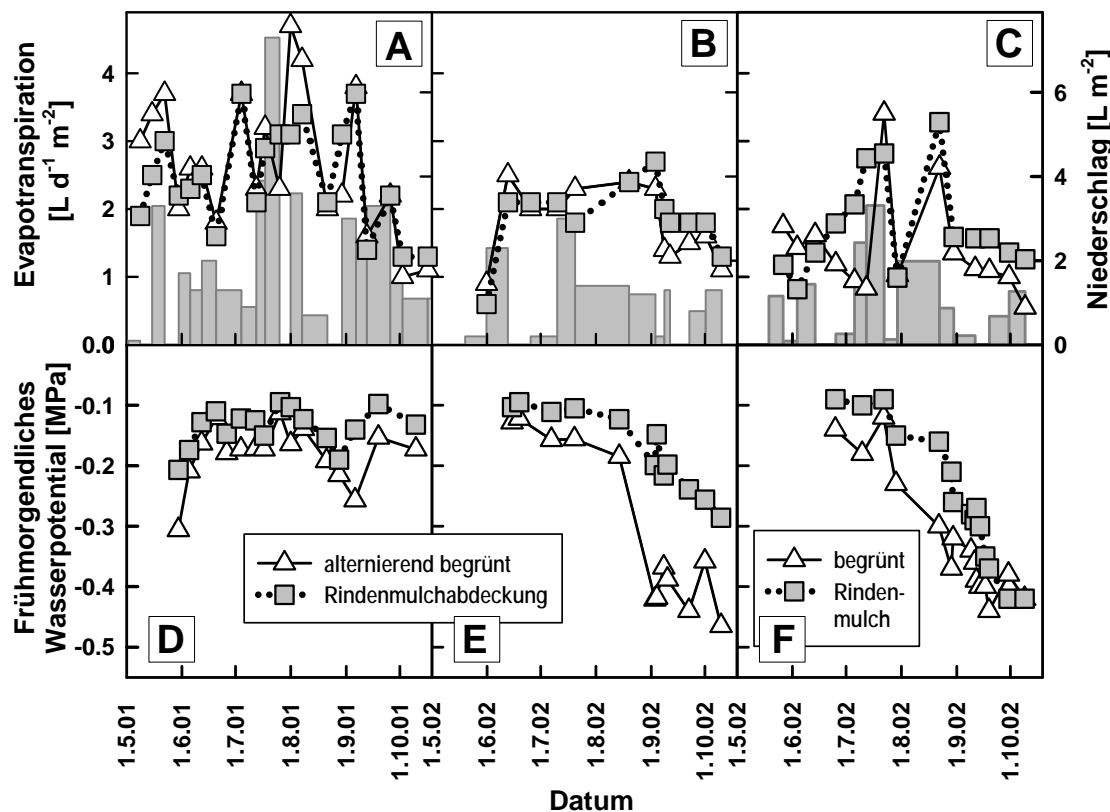


Abbildung 1: Entwicklung der Evapotranspiration (ET, A bis C) und des Frühmorgendlichen Wasserpotentials (Ψ_{fm} , D bis F) während der Vegetationsperiode in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung. Die senkrechten grauen Balken in A bis C zeigen die durchschnittlichen täglichen Niederschläge während der dargestellten Intervalle.

A + D: JOH (hohe WSK) 2001; B + E: JOH 2002; C + F: RAU (medium WSK) 2002.

Der Wasserverbrauch der Reben zeigte nur eine schwache Korrelation mit der gesamten ET. Während ET in JOH 2002 nur 81 % bzw. in RAU 2002 sogar nur 56 % des Wertes von JOH 2001 erreichte, lag die von den Reben verbrauchte Menge für die Phase Ende Mai bis Anfang Oktober auch in RAU 2002 noch bei ca. 90 % des Wertes von JOH 2001 (nicht dargestellt). Das frühmorgendliche Wasserpotential (Ψ_{fm}) lag in RMA meist weniger negativ als in den begrünter Varianten (Abbildung 1 D bis F). Das bedeutet, dass sich die Wasserverfügbarkeit für die Reben durch diese Art der Bodenpflege, zumindest phasenweise, deutlich verbessern ließ. So lag z.B. die alternierende Begrünung in JOH 2002 trotz der hohen WSK mit Ψ_{fm} -Werten

negativer als $-0,4$ MPa während der Reife-phase auf einem Stressniveau, das für die Weißweinerzeugung bereits als suboptimal bezeichnet werden muss, während die RMA-Variante durchgehend oberhalb des angenommenen Schwellenwerts von $-0,3$ MPa verweilte (Abb. 1 E). Die Schonung der Bodenwasserreserven kann sich allerdings in feuchten Jahren auch als Nachteil erweisen. So sind die kontinuierlich im Bereich um $-0,1$ MPa liegenden Werte von RMA in 2001 als Überversorgung anzusprechen, die u.a. eine zu dichte Laubwand mit ausgeprägten Botrytisproblemen nach sich zog. Ein weiterer Nachteil der Strategie, die Wasserverfügbarkeit durch Minimierung von ET z. B. mittels RMA zu verbessern, ist die in der Regel (zu) leichte Wasserverfügbarkeit für die Reben in der Zeit nach der Blüte, denn die Nachblütephase ist für die Ertragsbildung von großer Bedeutung, so dass unerwünscht hohe Erträge verursacht werden können. Auch eine Anregung bzw. Aufrechterhaltung starken vegetativen Wuchses nach der Blüte ist nicht erstrebenswert. Ein Beispiel für die häufig ungünstige zeitliche Verteilung der Wasserverfügbarkeit ist RAU 2002. Die in RMA im Frühjahr ohne die Konkurrenz der Begrünung und durch die Verminderung der Evaporation zunächst geschonten Bodenwasserreserven wurden im Juni rasch erschöpft (Abb. 2) und in eine deutlich stärkere Wachstumsrate im Vergleich zur ganzflächigen Begrünung umgesetzt (nicht dargestellt). Später, während der Reifephase, standen aber für die höhere Blattfläche und den starken Ertragsansatz keine höheren Bodenwasserreserven mehr zur Verfügung, so dass die Reben in RMA letztlich sogar in eine schwierigere Situation gerieten als bei ganzflächiger Begrünung. Insgesamt sind sowohl Begrünung als auch RMA langfristige Bodenbearbeitungskonzepte, die kaum eine rasche Reaktion erlauben, und sie sind als solche kaum geeignet, um wechselnden Bedingungen regelmäßig gerecht werden zu können. Angesichts der für die mitteleuropäischen Weinbauggebiete typischen, aber nicht vorhersehbaren Jahrgangsschwankungen sind da-

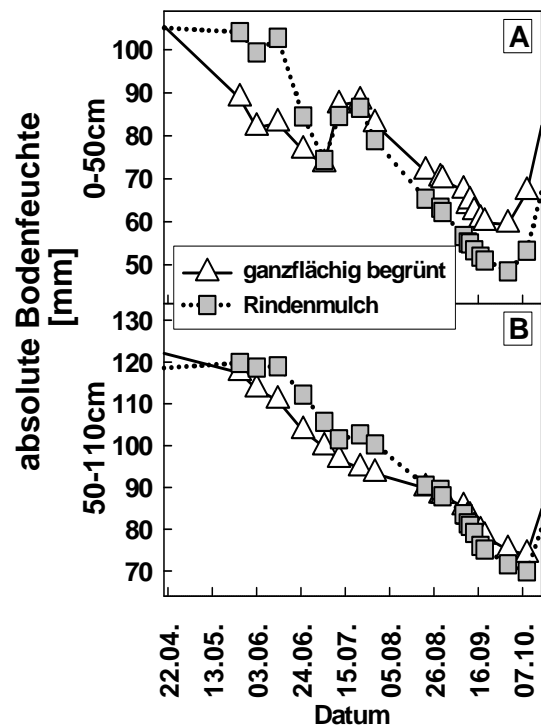


Abbildung 2: Jahresverlauf der absoluten Bodenfeuchte in verschiedenen Tiefen in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung in RAU 2002.

her flexiblere Eingriffsmöglichkeiten von großem Vorteil, denn je nach Jahresverlauf können auch Flächen hoher WSK in Trockenstress geraten bzw. es kann Überversorgung auf durchschnittlichen Standorten entstehen.

Eine sehr interessante Möglichkeit zur Anpassung der Wasserversorgung an schwankende Rahmenbedingungen bietet die Zusatzbewässerung mittels Tropfberegnungsanlagen, sofern ein hinreichend sensibles Steuerungskonzept verwendet wird. In Lagen mit sehr geringer WSK wie in RÜD, aber auch auf vielen sandigen Böden, kann bereits eine Woche ohne Regen zu einem Absinken des \square_{fm} um mehr als 0,2 MPa unter den gewählten Schwellenwert von $-0,3$ MPa führen (Abbildung 3). Da in solchen Lagen kaum Bodenwasservorräte vorhanden sind, die über die Bodenbearbeitung beeinflusst werden könnten, wurde in RÜD auf eine RMA-Variante verzichtet.

Die Anpassungsmechanismen der Reben an derart extreme Bedingungen und die dabei entstehenden Verteilungen der Wurzelspitzen sind dafür verantwortlich, dass die Bodenfeuchte nur sehr bedingt als Steuerungsparameter für eine Bewässerung verwendet werden kann. Auch Parameter des Pflanzenwasserstatus, die durch die aktuelle Transpiration und somit durch die aktuellen Wetterbedingungen (Strahlungsintensität, Wasserdampfdrucksättigungsdefizit, Temperatur) beeinflusst werden, wie mittägliches Blatt- oder Stammwasserpotential, erwiesen sich als zu schwierig zu interpretieren, um für eine zuverlässige Steuerung herangezogen werden zu können (Gruber und Schultz 2005).

Die Verwendung von \square_{fm} als Steuerungsparameter führte in einem durchschnittlich feuchten Jahr wie 2002 zu 6 Bewässerungsterminen mit insgesamt 26 l/m^2 . Geringe Wassergaben von 5 l/m^2 waren wegen der hohen Effizienz der Tröpfchenbewässerung ausreichend, um eine vorübergehende Erholung der Reben dieses ganzflächig begrünten Standortes auch unter Bedingungen hohen Bedarfs zu erreichen. Die Wirksamkeit der eingesetzten Wassermenge lag somit um ein Vielfaches über dem Effekt, den die gleiche Wassermenge als Niederschlag nach sich ziehen würde. Andererseits waren die Wasserpotentialverläufe der bewässerten und der unbewässerten Variante nicht unterschiedlich, falls Regenfälle kurz nach der Bewässerung zu verzeichnen waren (Abbildung 3). Das Risiko einer bewässerungsbedingten Überversorgung kann daher mit diesem Steuerungskonzept als vernachlässigbar bezeichnet werden.

Da mit der Möglichkeit einer Zusatzbewässerung keine Risikovorsorge für eventuelle Trockenperioden mehr getroffen werden muss, können bei der Wahl der Bodenbearbeitung die Vorteile einer Begrünung in vollem Umfang genutzt werden. Dies bedeutet, dass eine Bewässerungsanlage indirekt auch in Jahren ohne Bewässerungsbedarf Nutzen stiften kann, denn neben den bekannten Vorteilen einer Dauerbegrünung ist in den Jahren ohne Bewässerungsbedarf sogar der meist negativ beurteilte Wasserverbrauch der Begrünungspflanzen als Vorteil zu werten, da er eventuelle Phasen natürlicher Überversorgung verkürzen kann.

Direkte Effekte des Trockenstresses wie die reduzierte Wüchsigkeit in Verbindung mit indirekten Effekten wie dem veränderten Mikroklima in der Traubenzone veränderten die chemische Zusammensetzung der Trauben in den gezeigten Fällen (Gruber et al. 2004). Dies gilt für kurze Stressphasen bei vollentwickelter Laubwand (z.B. 2002) ebenso wie für sich kontinuierlich aufbauenden Trockenstress wie 2003, wobei sich für die Weine aus der Variante Begrünung mit Tropfbewässerung bisher ein deutlich besseres Alterungspotential abzeichnet als für die Weine aus den unbewässerten Kontrollen (Gruber und Schultz 2005). Die bisher mitunter betonten negativen Folgen einer Begrünung in Situationen starker Konkurrenz um Nährstoffe und Wasser, wie Ertrags- und Wuchsdepressionen, Gefährdung der Weinqualität und des Alterungspotentials (z.B. Schwab und Peternel 1997), scheinen sich somit durch den Einsatz einer gezielt gesteuerten Tröpfchenbewässerungsanlage vermeiden zu lassen. Insbesondere in Steillagen, in denen v.a. auch dem Erosionsschutz eine zentrale Bedeutung zukommt, ist somit der bisher teilweise gegebene Zielkonflikt zwischen der ausreichenden Wasserversorgung der Reben und einer Verbesserung der nachhaltigen Nutzbarkeit des Weinbergs durch den Einsatz von Begrünung aufgehoben.

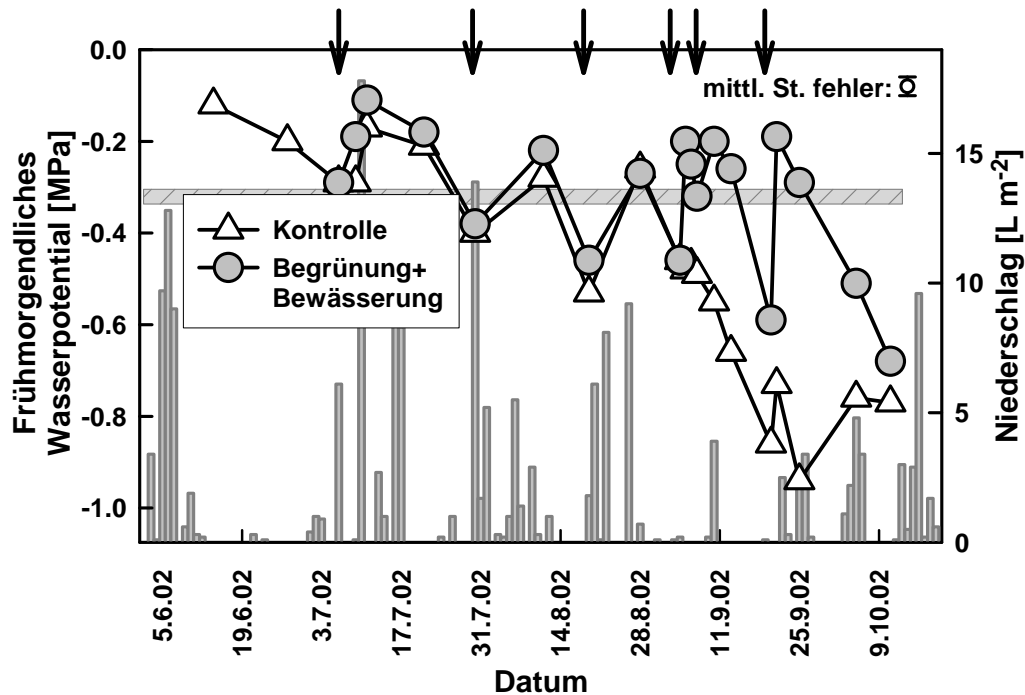


Abbildung 3: Jahresverlauf des Frühmorgendlichen Wasserpotentials \square_{fm} während der Vegetationsperiode 2002 in RÜD. Die schwarzen Pfeile am oberen Rand markieren die Bewässerungstermine (jeweils 5 l/m^2).

Literatur

GRIEBEL T. 1996. Untersuchungen über die Anteile der Transpiration der Rebe und der Evaporation in begrüneten Rebeständen an der Gesamtverdunstung. Doktorarbeit, Universität Giessen, Geisenheimer Berichte Bd. 28.

GRUBER B.R., CASTELLARIN S., LAFONTAINE M., PETERLUNGER E., STEINBERG B., SCHULTZ H.R. 2004. Einfluss einer bedarfsgerechten Zusatzbewässerung auf die Inhaltsstoffbildung bei *Vitis vinifera* L. cv. Riesling. Quality management in horticulture and viticulture, Internationales ATW-Symposium, Stuttgart 2004, *KTBL-Schrift* 421.

GRUBER B.R., SCHULTZ H.R. 2005. Coupling of plant to soil water status at different vineyard sites. *Acta Hort.* 689: 381-389.

GRUBER B.R., SCHULTZ H.R. 2005. Water relations of grapevines in steep slope viticulture. Proceedings GESCO 2005 (XIV. International GESCO Meeting): 88-95.

SCHULTZ H.R. 1996. Water relations and photosynthetic responses of two grapevine cultivars of different geographical origin during water deficit. *Acta Hort.* 427:251-266.

SCHWAB A., PETERNEL M. 1997. Untersuchung der Auswirkungen einer langjährigen Dauerbegrünung auf die Most- und Weinqualität unter fränkischen Boden- und Klimaverhältnissen. *Wein-Wissenschaft*, 52 (1): 20-26.

2 Einfluss von Begrünungsmaßnahmen auf die Bildung von Inhaltsstoffen

Prof. Dr. Otmar LÖHNERTZ

Forschungsanstalt Geisenheim, Fachgebiet Bodenkunde, Postfach 11 54, D-65358 Geisenheim

E-Mail: Otmar.Loehnertz@fa-gm.de

Die Bodenpflege hat neben der Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und der Gewährleistung einer nachhaltigen Weinproduktion das Ziel, die Erzeugung hoher Weinqualitäten zu unterstützen. Wenn die Erhöhung der durch eine Begrünung erzielten Bodenfruchtbarkeit mit einer Stresssituation für die Rebe verbunden ist, kann dies auch zu negativen Erscheinungen führen. Die Bodenpflege und damit der Einsatz von Begrünungsmaßnahmen sollen möglichst umfangreiche und optimale Bildung positiv bewerteter, wertgebender Inhaltsstoffe unterstützen. Daneben soll die Bildung von negativen Stoffen, so genannten „Off-Flavour“-Verbindungen verhindert oder minimiert werden.

Die Begrünung der Weinberge verringert zwar die Evaporation des Bodens, jedoch entsteht neben der Transpiration der Rebe ein zusätzlicher Wasserverbrauch auf dem Standort durch die Begrünungspflanzen.

Durch die Wasser- und Nährstoffkonkurrenz der Begrünungspflanzen kann es zu einer mangelnden Nährstoffversorgung der Rebe und daraus resultierende verminderte Bildung von Inhaltsstoffen kommen.

Der Primärstoffwechsel der Rebe, insbesondere die Produktion von Zucker, wird erst bei verstärkten Mangelsituationen dramatisch reduziert. In den letzten Jahren konnte in diesem Zusammenhang eine verringerte Einlagerung von Aminosäuren in die Trauben beobachtet werden. Diese Reduzierung, insbesondere die verminderte Einlagerung von Arginin kann in Verbindung mit weiteren Faktoren zu Gär- und Qualitätsproblemen führen.

In diesem Kontext muss auch die Abnahme der Gehalte an zuckerfreien Extrakt als Folge von Wasser- und Nährstoffmangel gesehen werden. Neben erheblichen Qualitätsmängeln stellt man ein geringeres Alterungspotentials der Weine und eine vermehrte Bildung von 2-Aminoacetophenon, der für die Ausprägung der untypischen Alterung verantwortlichen Substanz, fest. Dieser Zusammenhang gilt bei Weißweinen; bei Rotweinen kann durch eine angespannte Wasser- und Nährstoffversorgung tendenziell eine Verbesserung der Weinqualität beobachtet werden. Bei diesen negativen Erscheinungen handelt es sich jedoch nur indirekt um den Einfluss der Begrünung über das Wasser- und Nährstoffmanagement. Bei einer standortangepassten Begrünung, die nicht zu Stresssituationen führt, besteht dieser Zusammenhang nicht.

Durch Bewässerungsmaßnahmen, dem Einsatz von Blattdüngern und einer dem Standort angepassten Bodenpflege und Begrünung ist es möglich diese Effekte zu vermeiden.

3 **Rechtliche Grundlagen und Technik der Tropfbewässerung**

Helge REUTHER

Netafim Deutschland GmbH, Waldstraße 37, D-67157 Wachenheim

E-Mail: helge.reuther@netafim.de

Rechtliche Grundlagen

Bis zum Sommer 2002 durften in Deutschland nur Steillagen mit mehr als 30% Hangneigung bewässert werden. Seit dieser Zeit und glücklicherweise vor dem „Jahrhundertsommer“ 2003 ist es nun auch in Flachlagen erlaubt, Weinberge zu bewässern. Die rechtliche Grundlage liefert hierzu die EG-Verordnung Nr. 1493/99. In Artikel 55 (Anhang VI, Anbaumethoden) heißt es unter 2.: *In einer Weinbauzone darf nur mit Zustimmung des betreffenden Mitgliedsstaates bewässert werden. Diese Zustimmung kann nur erteilt werden, wenn die Umweltbedingungen dies rechtfertigen.*

Im Frühjahr 2002 bildete sich in der Pfalz, mit Schwerpunkt im Raum Bad Dürkheim, eine Interessensgemeinschaft „Tröpfchenbewässerung“, die sich für die Freigabe der Bewässerung einsetzte. Die zuständigen politischen Vertreter nahmen dies auf und in einer parteiübergreifenden Initiative wurden aus dem bisherigen Text der Bundesverordnung die „30%“ kurzerhand heraus gestrichen. Weiter sorgten sie dafür, dass dieser neue Gesetzestext in relativ kurzer Zeit von der Landwirtschaftministerin Künast unterzeichnet wurde, so dass im Sommer 2002 der Weg für die Bewässerung aller Weinberge prinzipiell frei war.

Die dann folgenden Landesverordnungen nahmen die Vorgabe aus Brüssel mit auf und so heißt es z.B. in der entsprechenden Verordnung von Rheinland-Pfalz zur Durchführung des Weinrechtes in §10, Abschnitt 2: *Im Ertrag stehende Rebflächen können zur Steigerung der Qualität bis zum Eintritt der Traubenreife beregnet werden, wenn die Umweltbedingungen dies rechtfertigen. Die Umweltbedingungen rechtfertigen die Beregnung, wenn der Entwicklungsstillstand der Reben durch Trockenheit droht.*

Die Weinbergsbewässerung darf also, rechtlich gesehen, nur in der Ausnahmesituation „wenn Entwicklungsstillstand durch Trockenheit droht“ eingesetzt werden. Dieser Vorgabe folgt der weitaus überwiegende Teil der Winzer, die ihre Weinberge bewässern. Allerdings nicht, weil sie sich dieser rechtlichen Vorgabe bewusst sind, sondern weil ihnen klar ist, dass dies der einzig richtige Weg ist diese Maßnahme sinnvoll einzusetzen.

Technik der Tropfbewässerung

Die Tropfbewässerung ist aus folgenden Gründen die sinnvollste Methode Weinberge mit Wasser zu versorgen:

- Geringer Wasserverbrauch, da die so gegebene Wassermenge effizient von den Rebwurzeln aufgenommen werden kann.
- Bei anhaltender Trockenheit kann der Wurzelhorizont durch weitere Gaben wieder leicht aufgefüllt werden.
- Durch die geringen Wassermengen, die pro Tropfer und Gabe gegeben werden, bleiben evtl. nachfolgende Starkniederschläge ohne negative Folgen, wie z.B. die der Traubenfäulnis.
- Gleichmäßige Wasserverteilung unter den Rebstöcken.
- Minimale Verdunstungsverluste.
- Keine phytosanitären Probleme, da weder Trauben noch Blätter befeuchtet werden, ebenso wird die Luftfeuchtigkeit im Bestand nicht erhöht.
- Sehr gute Kosten-Nutzen-Relation

Aufbau eines Tropfers

„Ein Tropfer ist mehr als ein Loch im Schlauch!“ (Abb.1) Wäre ein Tropfschlauch nur ein Schlauch mit Löchern, so käme bei dessen Einsatz im Hang bei den unteren Löchern mehr Wasser heraus als oben. Aus diesem Grund wurden die druckkompensierenden Tropfer entwickelt. In einem bestimmten Druckbereich kommt an jedem Tropfer die gleiche definierte Wassermenge heraus. Bei den Standardprodukten von NETAFIM, dem RAM- und dem UNIRAM-Tropfer, liegt dieser Druckbereich z.B. zwischen 0,5 und 4 bar. Verantwortlich für die Regelung dieses Druckausgleiches ist die Membran innerhalb des Tropfers.

Wichtig für die Langlebigkeit eines Tropfers ist seine Verstopfungssicherheit. Bei NETAFIM wird dieser Problematik große Aufmerksamkeit gewidmet. Durch mehrere konstruktive Maßnahmen wird der Gefahr vorgebeugt:

- Die Wasseraufnahme in den Tropfer erfolgt aus dem turbulenten Wasserstrom im Inneren des Tropfrohrs und nicht an dessen Wandungen, wo sich unten im Schlauch schon Ablagerungen gebildet haben könnten.
- Ein großer Filterbereich auf dem „Tropferrücken“ sorgt dafür, dass nur Teilchen in den Tropfer gelangen können, die von der Größe her auch wieder aus dem Tropferausgang heraus passen können.
- Das Labyrinth sorgt innerhalb des Tropfers für einen turbulenten Wasserstrom, damit sich keine Schmutzteilchen festsetzen können.
- Am Tropferausgang werden die mittransportierten Schmutzteilchen ausgespült.

Aufbau einer Tropfbewässerungsanlage

Prinzipiell ist der Aufbau immer gleich (Abb. 2):

- Es gibt eine Wasserquelle (1), das kann sein ein Wassertank, ein Brunnen, ein Oberflächengewässer oder der Anschluss an eine Trinkwasserleitung.
- Eine Hauptversorgungsleitung (2) die zum Weinberg führt.
- Eine Kopfstation bestehend mindestens aus einem Filter entsprechend der Durchflussmenge und der Wasserqualität (3). Eine Filtrierung ist immer erforderlich, selbst bei Einspeisung von Trinkwasser. Der Endfiltrierungsgrad beträgt immer 120 Mesh/130 Micron. Oft ist eine Pumpe notwendig, vor allem wenn die Wasserquelle tiefer liegt als der Weinberg. Der Eingangsdruck von 0,5 bar an den Tropfern muss gewährleistet sein.
- Eine Versorgungsleitung für den Weinberg (4) selbst. Diese kann eingegraben oder oberirdisch verlegt werden.
- Anschlussstücke an den Weinberg (5), z.B. eine Anbohrschelle bei einem unterirdisch verlegten PE-Rohr oder eine sogen. GeKa-Kupplung bei einem Flachschauch. Diese Anschlussstücke werden an einen sogenannten „Blindschlauch“ angeschlossen. Das ist ein Schlauch ohne Tropfer, der die Verbindung zu den eigentlichen Tropfschläuchen in den Weinbergsreihen herstellt.
Verbunden werden sollten diese beiden Schläuche idealer Weise mit einem Ventil, das einen Absperrhahn besitzt. So besteht die Möglichkeit diese Rebzeilen „abzuschließen“. Dies kann wichtig sein, wenn z.B. in einem Weinberg verschiedene Rebsorten stehen und rote Sorten im Gegensatz zu weißen Sorten nicht mehr bewässert werden sollen.
- Der Tropfschlauch im Weinberg selbst (6) mit einem Endverschlussring oder einem „Spülhahn“ am Zeilenende. Der Verschluss am Zeilenende muss auf jeden Fall zu öffnen sein, damit notwendige Spülvorgänge des Tropfschlauches durchgeführt werden können.

Gibt es einen Universal-Tropfschlauch für alle Anwendungen?

Nein! Zum Beispiel *DEN* RAM-Schlauch, dem Standardprodukt für Dauerkulturen, gibt es nicht!

Welche Unterscheidungsmerkmale gibt es?

- Außendurchmesser
Es gibt Schläuche mit 16, 17 und 20 mm Durchmesser. Dies ist für die Länge der Rebzeilen wichtig. Auf ebenem Grund gilt, je länger diese sind, desto größer muss der Durchmesser des Schlauches sein. Mit dem RAM 20 lassen sich Verlegelängen

von mehr als 300 m realisieren. Sind die Rebzeilen in Flachlagen nur max. 200 m lang, kann hier der (preisgünstigere) RAM 16 zum Einsatz kommen.

- Tropferabstand

Die bewässerungswürdigen Weinberge haben meistens leichte bis maximal mittelschwere Böden. Um ein geschlossenes Bewässerungsband unter der Rebzeile zu realisieren, sollten die Tropferabstände eng gewählt werden. Im Weinbau haben sich Tropferabstände von 50 - 60 cm durchgesetzt.

Die Tropfer bilden Widerstände innerhalb des Tropfrohrs. Diese relativ hohe Tropferanzahl reduziert damit wiederum die maximale Verlegelänge.

- Tropferleistung (Liter pro Stunde)

Damit das Bewässerungswasser im Wurzelhorizont gehalten werden kann, sollten bei den leichten Böden Tropfer mit einer geringen Wasserabgabe gewählt werden. Im Weinbau haben sich Tropfer mit 1,6 l/Std. durchgesetzt. Bei schwereren Böden können auch Tropfer mit 2,3 l/Std. zum Einsatz kommen.

Im Weinbau kommt meistens folgende Kombination zum Einsatz: RAM 17, 50 cm Tropfabstand, 1,6-Liter-Tropfer.

Wie wird die benötigte Wassermenge berechnet?

Beispiel:

Es sollen 10 Liter Wasser pro Rebstock gegeben werden. Der Stockabstand beträgt 1 m. Es werden 5000 Stock pro Hektar angenommen.

Der Weinberg ist mit folgendem Tropfrohr ausgestattet:

RAM 17, 50 cm Tropfabstand, 1,6-Liter-Tropfer.

Rechnung:

2 Tropfer/Rebstock $\rightarrow 1,6 \times 2 = 3,2$ Liter/Stunde und Rebstock \rightarrow in 3,5 Stunden ist jeder Rebstock mit ca. 10 Liter Wasser versorgt.

Benötigte Wassermenge pro Hektar und Gabe: 5000 Stock \times 10 Liter = 50.000 Liter = 50 m³

Pflege und Wartung

NETAFIM-Bewässerungsanlagen können bei allen Wasserqualitäten verwendet werden. Wichtig ist es, die eingesetzte Wasserqualität zu kennen, um daraus abgeleitet die notwendigen Pflege- und Wartungsarbeiten durchführen zu können. Über unsere Handelspartner in den Regionen können Wasserproben bei NETAFIM untersucht werden. Dies findet in Speziallabors in Israel statt. Daraus resultierend gibt es Vorschläge zur Filterart.

Davon abgesehen sollten die Tropfschläuche in Abhängigkeit von der Wasserqualität in regelmäßigen Abständen gespült werden. Besonders bei kalkhaltigem Wasser wird hierbei der

Zusatz von Säuren, wie z.B Zitronensäure oder Salpetersäure empfohlen. Die Konzentration für übliche Wartungszwecke sollte im „Reinigungswasser“ 0,2-0,4 % betragen.

Vorgehensweise:

- Bewässerungsanlage mit normalem Bewässerungswasser in Betrieb nehmen.
- Wenn alle Tropfer in Betrieb sind, kann die Säure zudosiert werden. Mindestens 15 Minuten tropfen lassen.
- Anschließend 30-60 Minuten bewässern.
- Wichtig: Leitungsenden öffnen, damit abgelöste Verkrustungen ausgespült werden können.

Abb.1 Tropfelement UNIRAM

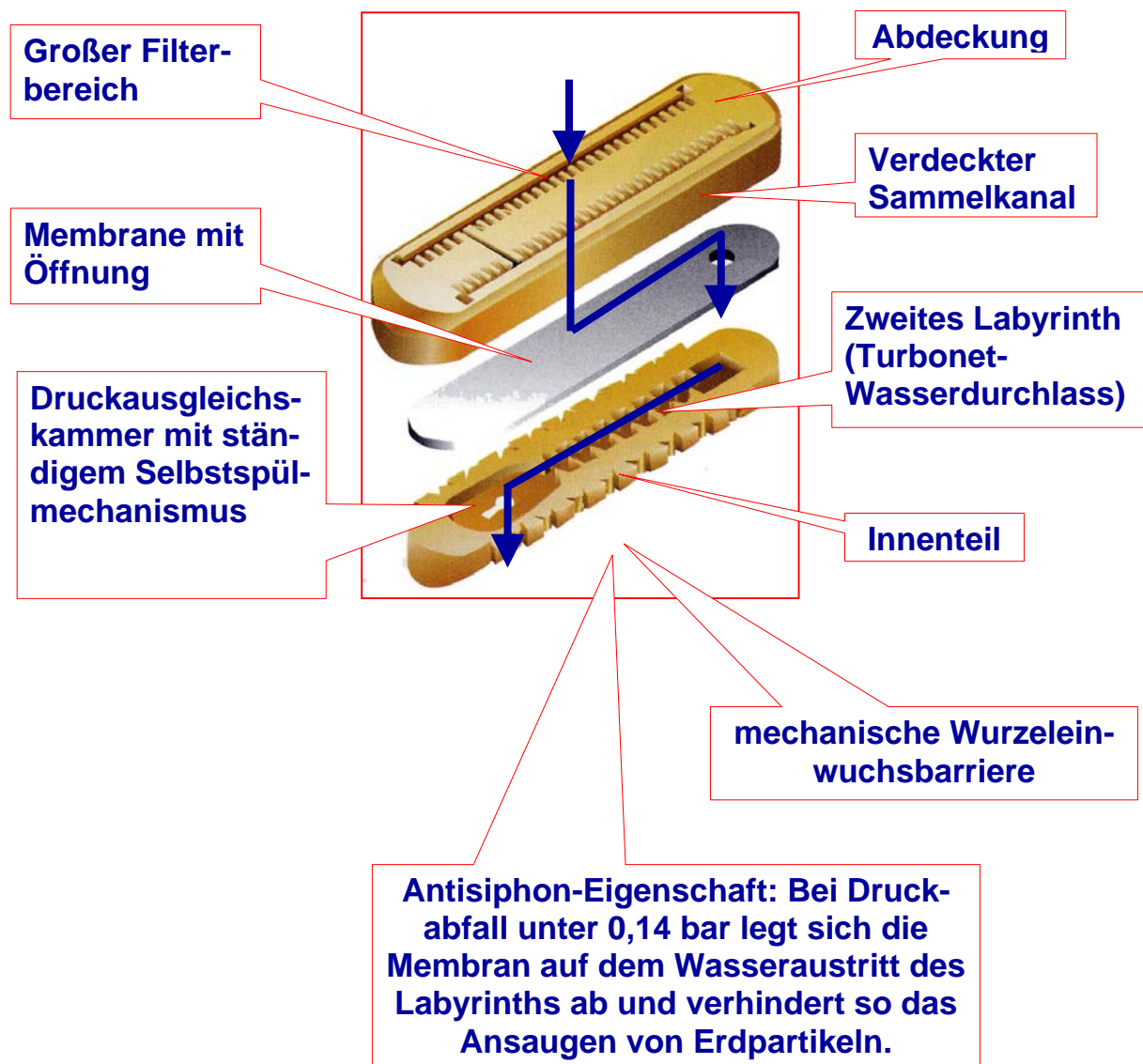
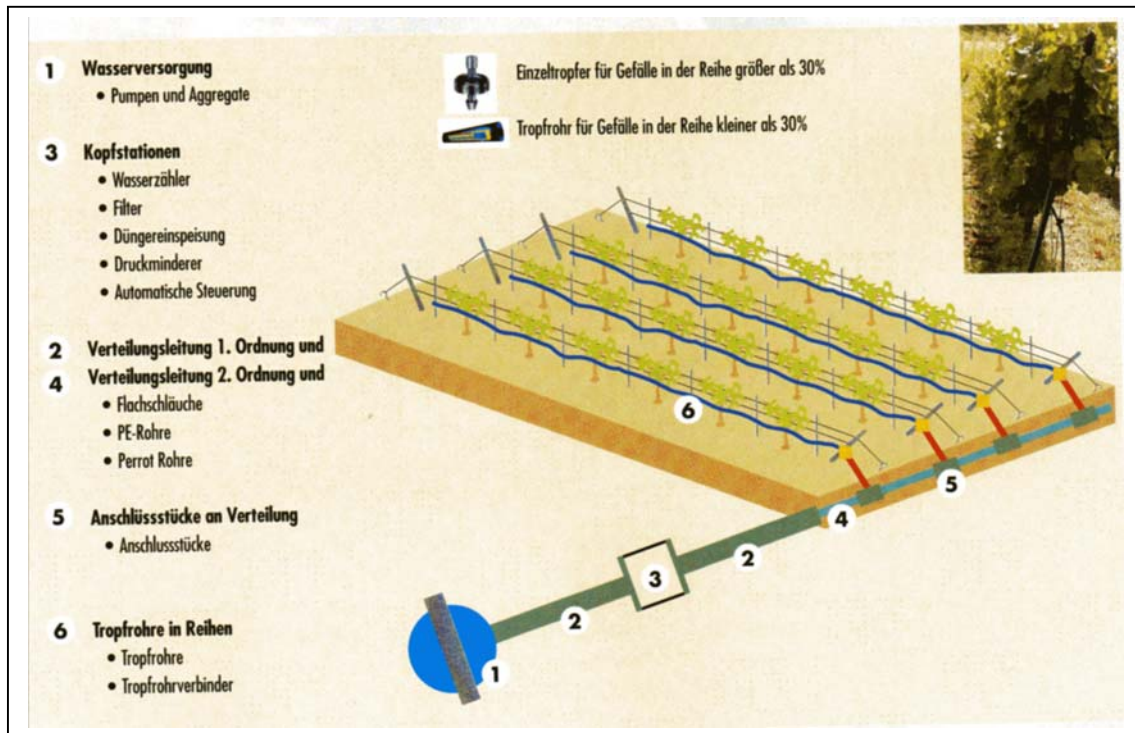


Abb.2 Aufbau einer Tropfbewässerungsanlage



4 Wasseraufnahme und Wasserverlagerung bei Weinbergsböden - natürlicher Niederschlag und Tropfbewässerung im Spiegel von *c-probe*TM - Messdaten

Dr. Dietmar RUPP

Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau, Referat Rebenzüchtung und Rebenveredlung,
Traubenplatz 5, 74189 Weinsberg

E-Mail: Dietmar.Rupp@lvwo.bwl.de

Wasserbewegung im Boden

In begrünten Rebflächen kommt dem Bodenwasserhaushalt große Bedeutung zu. Neben dem eigentlichen Umfang der Wasserspeicherkapazität steht dabei der Prozess der Wasserbewegung an zentraler Stelle. Hier geht es insbesondere um die Aufnahme von Wasser in den Boden, sowohl als Folge natürlicher Niederschlagsereignisse (z.B. Starkregen) oder bei Bewässerungsmaßnahmen. Im weinbaulichen Versuchswesen, der Optimierung der Bodenpflegesysteme und insbesondere bei der Weiterentwicklung der Weinbergsbewässerung sind Daten über die Wasserverteilung und Wasserausbreitung im Boden von großer Hilfe.

Die Wasserbewegung im Boden ist jedoch ein äußerst komplexer Vorgang. Neben vertikalen Sickerungs- und Aufstiegsbewegungen sind auch laterale Wanderungen zu beobachten. Im geneigten Weinbergshang kann innerhalb dieser Seitwärtsbewegungen zudem eine hangabwärts gerichtete Strömung besondere Bedeutung gewinnen. Dem Potenzialprinzip folgend entstehen auch auf kleinstem Raum Wasserströmungen hin zur Rebwurzel, in Richtung Wurzelfilz von Begrünpflanzen oder generell von offen gehaltenen Bereichen der Rebgasse hin zum begrünten Boden.

Messung der Bodenfeuchte bei Weinbergsböden

Obwohl eine Vielzahl von Messmethoden existiert, gibt es für Weinbergsböden keine allgemein empfohlene Vorgehensweise. Zum einen liegt dies an der Handhabung der Methoden und zum anderen an der Einschränkung von Messbereichen oder der Besonderheit der Standorte. Einfache manuelle Methoden sind meist arbeitsintensiv, automatisierte Verfahren mit Sensoreinbau dagegen nur punktgenau und meist sehr teuer (RUPP 2000). Es gilt also zu wählen zwischen Genauigkeit, Arbeitsaufwand

und Gerätekosten. Selten wird man alle drei Anforderungen auf einen Nenner bringen können.

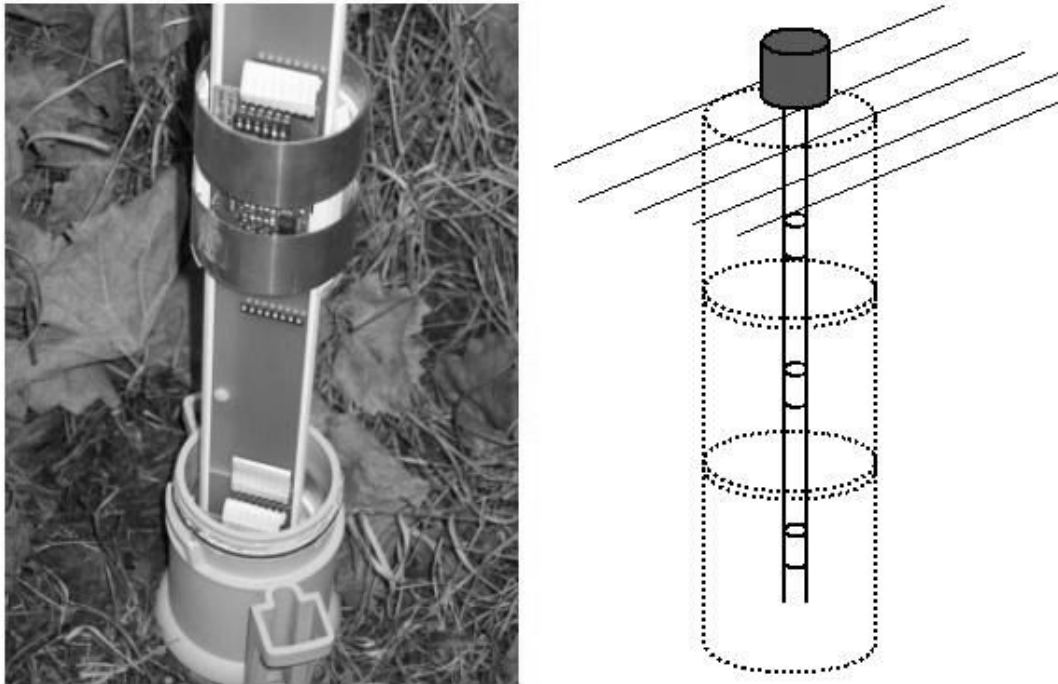


Abbildung 1: Kapazitive *c-probe*-Bodenfeuchtesonde. links: die beiden Kupferringe eines Messplatzes mit zugehöriger Elektronik. rechts: Einbauschema der Feuchtesonde. Gemessen wird in einem zylindrischen Bereich in direkter Sondenumgebung

Typische Verfahren sind:

- Entnahme und Trocknung von Bodenproben (Bohrlöcher !)
- Tensionsmessungen (Tensiometer, Gipsblöcke etc.)
- Indirekte Bestimmungen über die Messung des Blattwasserpotenzials (Scholanderbombe)
- Neutronensonde (radioaktives Material erfordert Strahlenschutzmassnahmen)
- Wasserbilanzrechnung (Wetterdaten, Bodenkennwerte)
- Verwendung der TDR/FDR-Technik (aufwändige Messelektronik)

Das *c-probe*-Verfahren

Die *c-probe*-Sonde wurde Mitte der 1990er Jahre in Kalifornien entwickelt und wird gegenwärtig als Agrilink C-probeTM von einer australischen Firma vertrieben (ANONYM 2005). Vergleichbar zur TDR- oder FDR-Technik nutzt das Verfahren der *c-probe* die deutlich verschiedenen Dielektrizitätskonstanten von Luft und Wasser. Im kapazitiven Messprinzip hat der wassergefüllte Messraum (=Bodenporen) andere Kondensatoreigenschaften als der luftreichere. Die praktische Umsetzung geschieht durch eine in den Boden senkrecht eingebrachte Messsonde. In ein exakt vorbereitetes und zuvor eingebautes PVC-Rohr wird die Sondeneinheit mit variabel einteilbaren Messplätzen eingesteckt, wobei jeder Messplatz eine Schicht von 10 cm Dicke erfasst. Über einen angeschlossenen Sender (z.B. addIT A723 von ADCON-Telemetrie) können die gemessenen Daten drahtlos verschickt und über eine entsprechende Empfängereinheit empfangen und abgespeichert werden. Abbildung 1 zeigt eine Messeinheit mit Datenerfassung in drei Tiefen sowie den ringförmig um die Messpunkte verlaufenden Messbereich (Skizze).

Umfangreiche Erfahrungen mit der *c-probe*-Messtechnik wurden auch in bewässerten Ackerkulturen gewonnen (STARR und PALTINEANU, 1998).

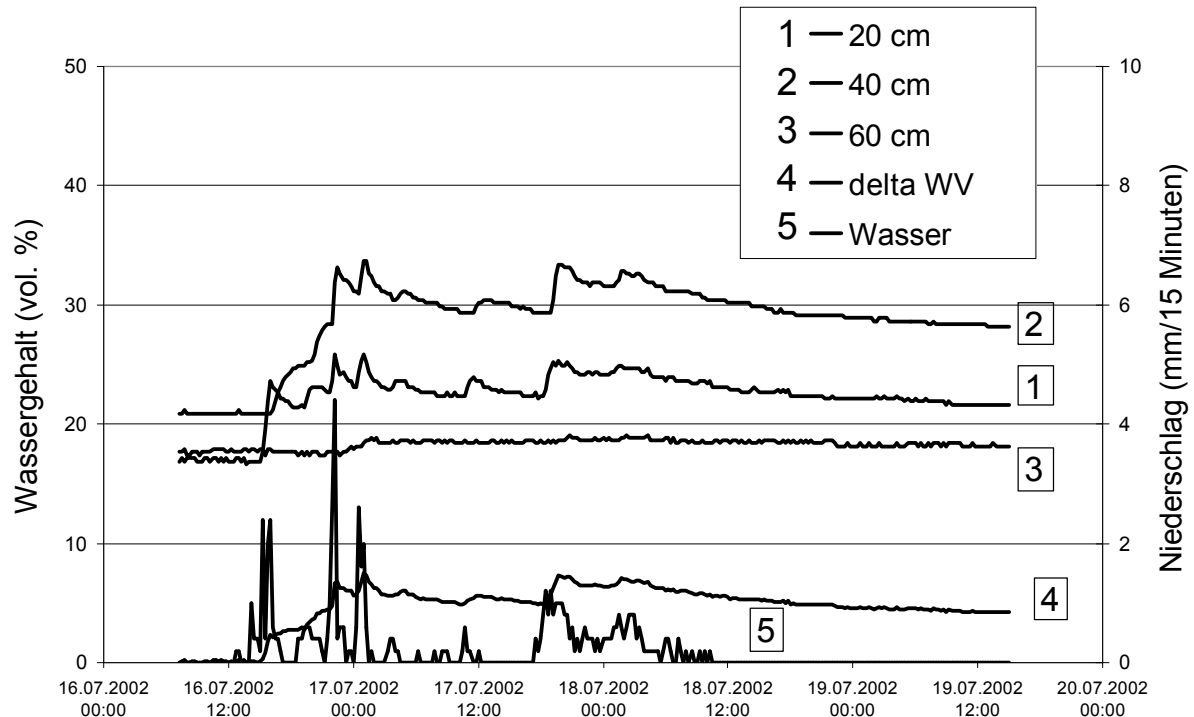


Abbildung 2: Testfläche Wildeck. Bodenfeuchte nach einer Regenperiode (16. - 19. 6. 2002) . Nach Durchfeuchtung des Oberbodens (20 cm) und der damit verbundenen Erhöhung der Wasserleitfähigkeit gelangt Wasser in tiefere Schichten (40 cm). Die tiefere Schicht (60 cm) zeigt nur eine geringe Reaktion. Die aus den Feuchteverläufen abgeleitete Wassergehaltsänderung des Bodens konnte die Niederschlagssumme des betrachteten Zeitraums wiedergeben.

Infiltration, Transport und Verteilung von Wasser im Weinbergsboden - beispielhafte Messergebnisse

Die hier exemplarisch vorgestellten Messergebnisse konnten im Versuchsgut Burg Wildeck der Staatlichen Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau Weinsberg gewonnen werden. Eine c-probe-Sonde wurde dort in einer langjährig begrüntem Rebanlage im Unterstockbereich eingebaut. Die Rebfläche ist mit Riesling bestockt und hat bei einer Ausrichtung nach Südsüdost etwa 30° Hangneigung.

Der anstehende Boden ist als Rigosol der Unteren Bunten Mergel (Keuper) anzusprechen, die Bodenart ist Lehm bis lehmiger Ton. Für den hohen Skelettanteil von 30 - 40 % sind die Verwitterungen des hier ausstreichenden Kieselsandsteins verantwortlich.

Die Abbildungen 2 - 4 zeigen einige Beispiele ausgewählter Infiltrationsvorgänge (Starkregen, Bewässerung, Grobporeninfiltration). Der Feuchteverlauf in Abbildung 2 ist dadurch charakterisiert, dass hier nach einer Anfeuchtung des Oberbodens die Wasserverlagerung in tiefere Schichten erst nach einiger Zeit einsetzt.

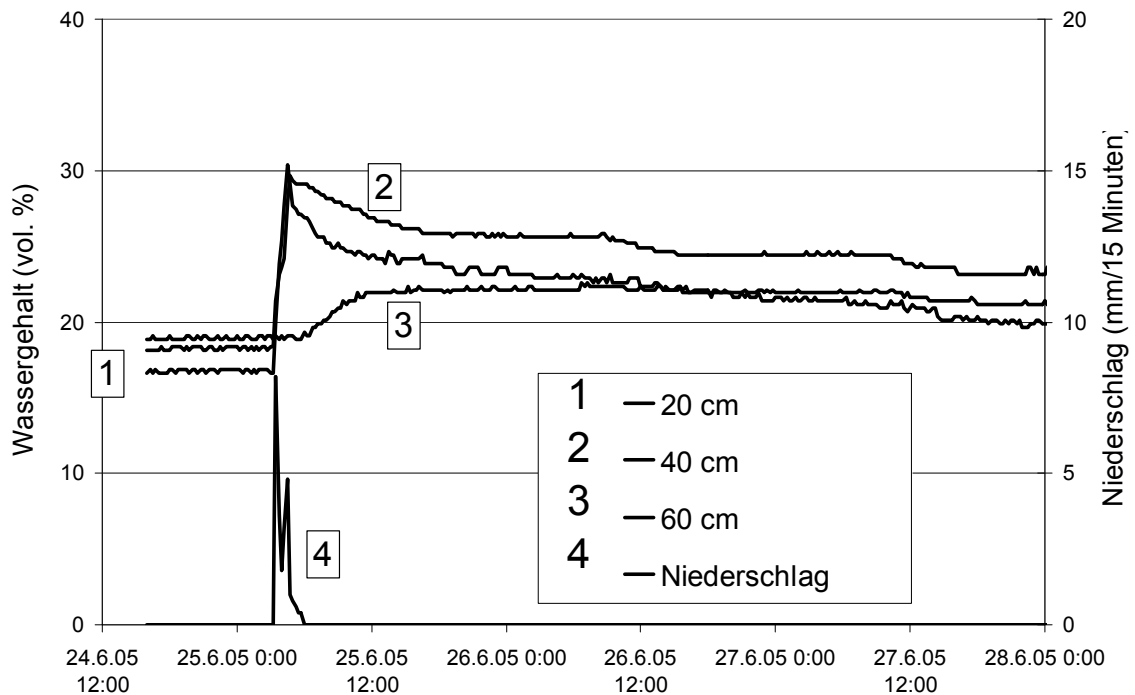


Abbildung 3: Testfläche Wildeck. Bodenfeuchte nach Starkregen bei vorheriger Austrocknung des Bodens (25.6.2005). Der Anstieg der Bodenfeuchte erfolgt in beiden Tiefen (20 cm und 40 cm) gleichzeitig

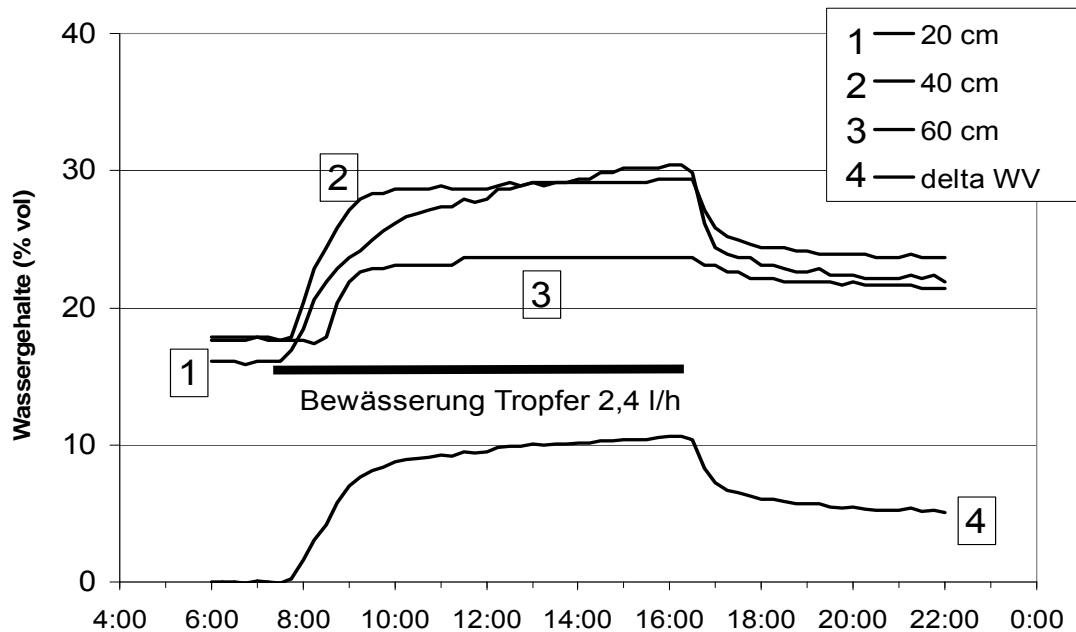


Abbildung 4: Testfläche Wildeck. Bodenfeuchte im Tropferbereich während und nach Bewässerung (3. 6.2004). Aufgrund der punktuell starken Erhöhung der Wasserleitfähigkeit kommt es schnell zum Wassertransport in den Unterboden. Bereits nach 1 Stunde hat sich der Wassergehalt in 60 cm Tiefe deutlich erhöht. Nach Beendigung der an einem Punkt (Tropfstelle) konzentrierten Wasserzufuhr gehen die Wassergehalte deutlich zurück. Die seit längerem lateral abfließenden Wassermengen werden jetzt nicht mehr ersetzt.

Den Gegensatz hierzu zeigt Abbildung 3. Scheinbar ohne nennenswerte vorangehende Befeuchtung des Oberbodens erhöht sich der Wassergehalt in tieferen Schichten. Es ist anzunehmen, dass der Wasserfluss über Grobporen (Schrumpfrisse) erfolgte. In Abbildung 4 sind die Bodenfeuchtwerte während dem Betrieb der Tropfbewässerung dargestellt. Direkt unter dem Tropferauslass ist der Boden schnell wassergesättigt. Bereits nach weniger als einer Stunde hat sich auch im Unterboden (60 cm) der Wassergehalt deutlich erhöht.

Anhand dieser Beispiele soll nachfolgend die Wirksamkeit und die Genauigkeit des Messverfahrens diskutiert werden.

Diskussion und Bewertung

Für Böden einheitlicher Textur und einem dabei nicht zu hohen Tonanteil kann von einem Matrixtransport ausgegangen werden. Um Matrixtransport handelt es sich bei-

spielsweise beim einheitlichen Fortschreiten einer Bewässerungsfront. Hier gilt, wie bei der Aufnahme von Wasser durch Rebwurzeln, das Potenzialprinzip. Dies bedeutet, dass Wasser einem Bereich höheren Potentials zu einem Bereich niedrigeren Potentials fließt.

Mit anderen Worten: das Wasser bewegt sich vom feuchten zum trockeneren Boden (Kapillarkräfte), von oberen Bodenschichten zu tieferen Bodenschichten (Schwerkraft) oder aus der Tiefe in Richtung Rebwurzel (Sogkräfte infolge des Sättigungsdefizits der Luft).

Die Menge an transportiertem Wasser lässt sich bekanntermaßen nach dem DARCY-Gesetz berechnen (HARTGE, 1978). Hierbei gilt, dass die Menge an transportiertem Wasser sich aus dem Produkt von Potentialdifferenz und aktueller Wasserleitfähigkeit ergibt.

Leider ist diese Vorstellung nur in einem einheitlichen, ja geradezu idealisiertem Boden mit gleichförmiger Matrix gegeben. Böden mit höherem Tongehalt neigen zu Schrumpfungs- und Quellungsprozessen. Bei Starkregenereignissen oder Bewässerungsvorgängen kann durch diese Schrumpfrisse, aber auch durch Regenwurmröhren an wenigen, unregelmäßig verteilten Stellen relativ viel Wasser in tiefere Schichten gelangen. In der näheren Umgebung kann es dabei noch relativ trocken sein. Andererseits kommt es beim Betrieb von Tropfbewässerungen an den Tropferstellen kurzfristig zu punktuell stark erhöhten Wassergehalten, so dass hier auch im Matrixbereich ein gesättigter Fluss möglich wird. Diese Gesetzmäßigkeiten des Wasserflusses im Boden hat HARTGE (1978) ausführlich besprochen.

Letztlich stellt aber die Uneinheitlichkeit der Wasseraufnahme und die grundsätzliche Heterogenität der Böden natürlich die Aussagekraft von punktuellen Messungen (wie hier bei der *c-probe*-Sonde) in Frage.

Zusammenfassung

Wassertransportprozesse in Weinbergsböden sind kompliziert. Häufiger als angenommen kommt Matrix- und Grobporenttransport nebeneinander vor. Die *c-probe*-Technik ist stabil und ermöglicht zerstörungsfreies und automatisiertes Messen. Wichtig ist der exakte Sondeneinbau.

künstliche Hohlräume zwischen dem Sondenschutzrohr und dem umgebenden Boden führen zu Messfehlern. *c-probe*-Messungen liefern halb-quantitative Messergebnisse, der Verlauf von Wassergehaltsänderungen kann klar dargestellt werden.

Die ausgegebenen Messeinheiten sind nicht direkt in Volumenprozent oder mm/m² umzurechnen. Für genauere Angaben ist eine auf den Standort bezogene Kalibrierung nötig.

Die Messungen gelten strenggenommen nur für die direkte Umgebung der Sonde. Besonders bei stark heterogenen Flächen sind damit flächenbezogene Aussagen (eventuell zum Einsatz der Bewässerung) nur bedingt sinnvoll. Weitere Untersuchungen zur Wasserverteilung im Boden sind wünschenswert für die Weiterentwicklung von wassersparenden Bewässerungsverfahren.

Literatur

- ANONYM (2005): "Capacitance Probe - Technical Notes"
<http://www.agrilink-int.com/downloads/techinfo.aspx>
Agrilink, Adelaide, South Australia
- HARTGE, K.H. (1978): "Einführung in die Bodenphysik"
Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart
- RUPP, D. (2000): "Tropfbewässerung im Weinbau bedarfsgerecht einsetzen - Bodenfeuchte kontrollieren".
Rebe und Wein, **53**, 314 - 317
- STARR, J.L. und PALTINEANU, I.C. (1998): "Soil water dynamics using multisensor capacitance probes in nontrafic interrows of corn"
Soil Science Society of America Journal, **62**, 114 - 122

5 Auswirkungen einer Tropfbewässerung bzw. Flüssigdüngung (Fertigation) auf einem leichten Sandboden auf die Trauben- und Weinqualität von Müller-Thurgau

Dr. Arnold SCHWAB und Manfred PETERNEL

Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, Herrnstraße 8, D-97209 Veitshöchheim

E-Mail: arnold.schwab@lwg.bayern.de

Bei längeren Trockenperioden hauptsächlich in der Reifephase kann eine zusätzliche Wasserversorgung die Trauben- und somit die Weinqualität verbessern (Gruber et al. 2004, Redl 2004). Die früher genutzte ganzflächige Beregung führt zu hohem Wasserverbrauch, zur Stickstoffverlagerung und meist auch zu einer unerwünschten Mengensteigerung und ist deshalb nicht mehr zu empfehlen. Eine mengenreduzierte Zufuhr von Wasser und Nährstoffen mittels Tropfbewässerung senkt die Kosten und kann dazu beitragen länger andauernde Trockenphasen zu überwinden. Inwieweit die Trauben- und Weinqualität dadurch verbessert wird, konnte 2001 und besonders im Trockenjahr 2003 bei Müller-Thurgau/SO4 auf einem leichten, wasserbedürftigen Sandboden herausgearbeitet werden. Um eine Mengenerhöhung auszuschließen wurde erst mit Reifebeginn bewässert.

Klimatische Wasserbilanz der Jahre 1993 - 2004

Mittelwert 1971-2000

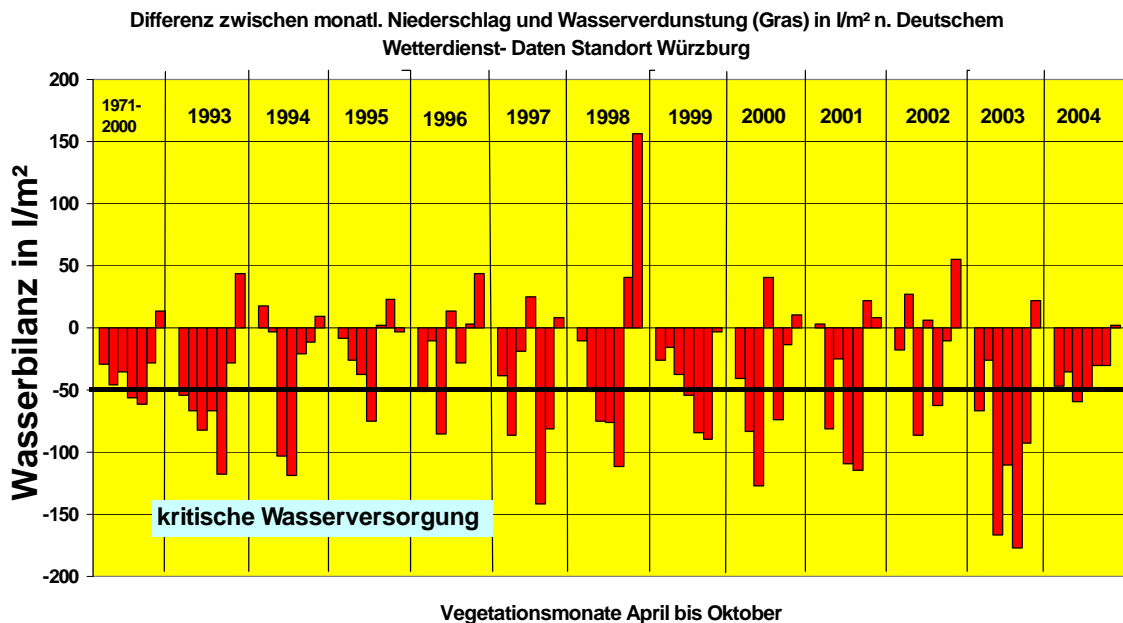


Abbildung 1: Klimatische Wasserbilanz eines Lössbodens in der Vegetationsperiode von April bis Oktober in den Jahren 1993 bis 2004 und im monatlichen Mittel der Jahre 1971 bis 2000.

Wie aus Abbildung 1 hervorgeht, war das Jahr 2001 in den Monaten Juli und August von Trockenheit geprägt, während im September und Oktober ausreichende Niederschläge das Fäulnisgeschehen stark förderten. In der Trockenphase im Jahr 2001 wurde zweimal (09.08. und 21.08.) mit jeweils 17,6 l/m² betropft und zugleich Dünger zugesetzt (fertigiert). Im extrem heißen und trockenen Jahr 2003 waren die Monate Juni, Juli, August und September durch eine stark negative Wasserbilanz geprägt (siehe Abbildung 1). Durch starken Wassermangel im Sommer 2003 musste viermal (5.8., 13.8., 20.8. 28.8.) mit jeweils der oben genannten Wassermenge betropft werden, wobei eine Fertigation nur zu zwei Terminen erfolgte. Bei der Fertigation wurden bei zweimaliger Zugabe insgesamt 15 kg N/ha, 1,75 kg P/ha, 7,5 kg K/ha und 1,5 kg Mg/ha ausgebracht.

Bewirtschaftung 2001 Müller-Thurgau, Himmelstadter Kelter, Anschnitt 4A/m²	Ertrag kg/a	°Oe	Säure g/l	Prolin mg/l	hf-AS mg/l	2001 DLG- Zahl
Bodenbearbeitung	149	73	7,6	160	1488	0,89
Bodenbearbeitung + Tropfbewässerung 1) (2 x 17,6 l/m ² = 35,2 l/m ² ohne Fertigation)	159	75	7,5	160	1113	1,33
Bodenbearb. + Fertigation 2) (2 x 17,6 l/m ² = 35,2 l/m ² <u>mit 2 x Fertigation</u> Termine: 9.08. u. 21.08.2001	147	76	7,5	152	1103	1,69
Dauerbegrünung	123	75	5,8	187	1663	1,42
Dauerbegrünung + Tropfbewässerung (siehe	126	79	6,2	187	1211	1,25
Dauerbegrünung + Fertigation (siehe	129	80	7,0	188	1395	1,38

hf-AS = Gehalt an hefeverwertbaren Aminosäuren im Pressmost

Tabelle 1: Ernte und Qualitätsergebnisse sowie die DLG-Zahl als sensorische Bewertung für das Jahr 2001 bei verschiedenen Bodenbewirtschaftungsformen mit und ohne Bewässerung bzw. Fertigation bei der Rebsorte Müller-Thurgau auf der Unterlage SO4.

Die Ergebnisse aus diesen beiden unterschiedlich bedürftigen Jahren zeigen, dass im durchschnittlichen Jahr 2001 mit kurzen Trockenperioden in der Reifezeit die positive Wirkung der Tropfbewässerung bzw. Fertigation nach Reifebeginn (Veraison) nicht bestätigt werden kann (Tabelle 1). Die Regenfälle im September und Oktober führten zu einem ausgeprägten Fäulnisgeschehen (siehe Abbildung 2), so dass eine ursachenkorrelierte Interpretation der Ergebnisse nicht exakt durchführbar ist. Deutlich wird der ertragsreduzierende Einfluss der Gassenbegrünung und der leichte Anstieg im Mostgewicht bei Bewässerung oder Fertigation. Der hefeverwertbare Aminostickstoff im Traubenmost der mindestens 1000 mg/l Most erreichen sollte, wurde durch Bewässerung und Fertigation nicht erhöht, sondern deutlich erniedrigt und stellt somit ein nicht erwartetes Ergebnis dar. Wie der Vergleich mit dem Gesamtstickstoffgehalt zeigt, wurde im Jahr 2001 der hefeverwertbare Aminostickstoff im Beerensaft durch die Fäulniserreger in allen Varianten stark erniedrigt und erreichte nur noch einen Anteil von 32 % am Gesamtstickstoff. Gärstockungen und un-

vollständige Vergärung traten in diesem Jahr häufiger auf. Der Reifeanzeiger Prolingehalt lag in den begrünnten Varianten aufgrund des etwas geringeren Fäulnisbefalls höher, erreichte jedoch nicht das für Müller-Thurgau angestrebte Niveau von rund 250 mg/l Most. Im sensorischen Vergleich der Weine schlug besonders die negative Beeinflussung durch Fäulnisnoten zu Buche und führte nur bei einem Wein zu einer akzeptablen Bewertung von über 1,5 DLG-Punkten.

Wie Tabelle 2 für das Trockenjahr 2003 zeigt, wurde der Traubenertrag durch die Dauerbegrünung stark reduziert und konnte auch durch die 4-malige Betropfung bzw. 2-malige Fertigation nicht deutlich angehoben werden. Dies bestätigt ebenso die Erfahrungen, dass eine Zusatzbewässerung nach Reifebeginn den Traubenertrag nicht mehr entscheidend erhöhen kann. Im Mostgewicht war die Differenzierung relativ gering, während die Mostsäure in den begrünnten Varianten um 1 g/l niedriger lag.

Bewirtschaftung 2003 Müller-Thurgau, Himmelstadter Kelter, Anschnitt 4A/m²	Ertrag kg/a	°Oe	Säure g/l	Prolin mg/l	hf-AS mg/l	2003 DLG- Zahl
Bodenbearbeitung	170	93	5,4	689	904	2,33
Bodenbearbeitung + Tropfbewässerung <small>1) (4 x 17,6 l/m² = 70,4 l/m² ohne Fertigation)</small>	167	95	5,0	761	958	2,80
Bodenbearb. + Fertigation <small>2) (4 x 17,6 l/m² = 70,4 l/m² <u>mit 2 x Fertigation</u>) Termine: 5.08., 13.08., 20.08. u.28.08.2003</small>	158	95	4,5	695	832	2,67
Dauerbegrünung	103	93	4,0	629	583	2,12
Dauerbegrünung + Tropfbewässerung <small>(siehe 1 bei Bodenbearbei)</small>	114	98	4,4	771	724	2,20
Dauerbegrünung + Fertigation <small>(siehe 2)</small>	106	97	4,0	760	692	2,12

hf-AS = Gehalt an hefeverwertbaren Aminosäuren im Pressmost

Tabelle 2: Ernte und Qualitätsergebnisse sowie die DLG-Zahl als sensorische Bewertung für das Jahr 2003 bei verschiedenen Bodenbewirtschaftungsformen mit und ohne Bewässerung bzw. Fertigation bei der Rebsorte Müller-Thurgau auf der Unterlage SO4.

Wie die bessere sensorische Bewertung zeigt, förderte im extremen Trockenjahr 2003 eine 4-malige Wasserzugabe die Trauben- und die Weinqualität, besonders in den nicht begrüntten Versuchspartellen. Der hefeverwertbare Aminostickstoff wurde durch eine mehrmalige Zusatzbewässerung nur um durchschnittlich 8 % gesteigert, erreichte aber in den dauerbegrüntten Partellen kein ausreichendes Niveau um eine zügige und vollständige Vergärung zu gewährleisten. Der Anteil des hefeverwertbaren Stickstoffs am Gesamtstickstoff lag 2003 im Traubenmost im Mittel bei 36 %, was deutlich die Probleme eines trocken-heißen Jahres in Bezug auf die Hefeernährung widerspiegelt. Die erhöhte Assimilation zu unerwünschten, höhermolekularen Stickstoffverbindungen (Proteinen) führte 2003 auch zu einem höheren Bentonitbedarf. Im Vergleich zu 2001 liegen 2003 die Prolinwerte aufgrund des hohen Energieeintrags um ein Vielfaches höher und verdeutlichen das hohe Reifenniveau dieses Ausnahmejahres. Der Prolingehalt als energieabhängiger Reifeparameter wird im Beeren-saft akkumuliert und steht den Hefen nur eingeschränkt als Stickstoffträger zur Verfügung. Die Fertigation zeigte in den beiden Jahren keinen signifikanten Einfluss auf die Traubenqualität. Im Trockenjahr 2003 lässt sich aus den Mostinhaltsstoffen eine leichte Reifeverzögerung durch Fertigation feststellen. Der Botrytisbefall war gemäß dem Reifeklima sehr unterschiedlich in den beiden Jahren (siehe Abbildung 2). Durch die Zusatzbewässerung wurde der Botrytisbefall nur geringfügig erhöht.

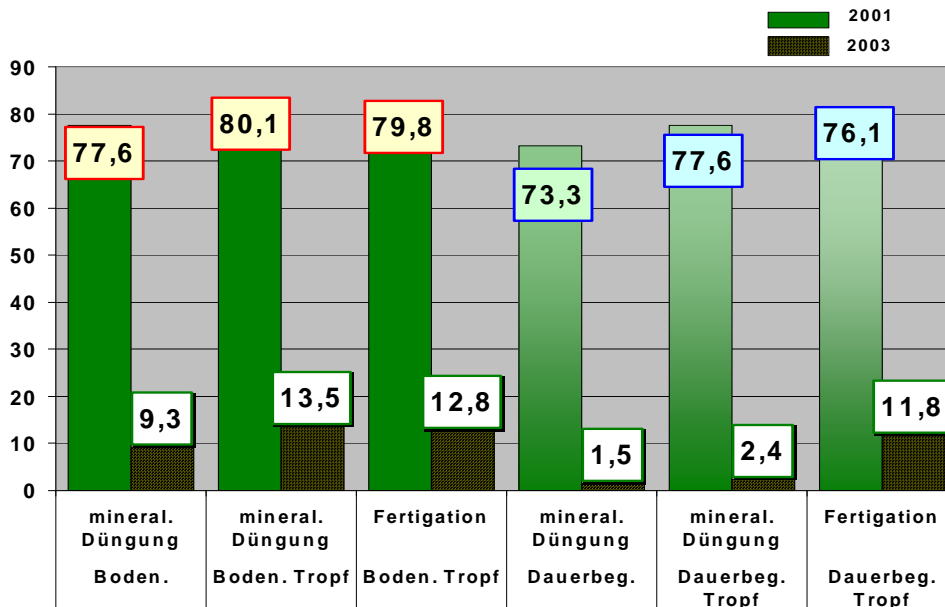


Abbildung 2: Botrytisbefall der Trauben (% befallene Trauben mit einem Fäulnisanteil von über 25 %) in den Versuchsvarianten und in den Untersuchungsjahren 2001 und 2003 bei Müller-Thurgau/SO4.

Die Installation einer Tropfbewässerung zur Sicherung eines hohen Ertragspotentials ist kontraproduktiv und erhöht durch die Reifeverzögerung die Gefahr der Entwicklung der untypischen Alterungsnote (UTA) im Wein (Schwab und Peternel, 2001). Auch bei der Tropfbewässerung ist ein standortadaptiertes und jahresspezifisches Qualitätsmanagement (Ertragsregulierung) notwendig, um die Traubenqualität zu verbessern. Beide Verfahren miteinander kombiniert enthalten jedoch auch ein hohes Risikopotential, da ertragsreduzierte Anlagen in nachfolgenden Feuchteperioden sehr stark von Fäulnis in Mitleidenschaft gezogen werden können. Bei Neu- und Junganlagen auf durchlässigen oder flachgründigen Böden verbessert eine Zusatzbewässerung die Wurzel- und Stockentwicklung und begünstigt somit die Langlebigkeit der Rebanlage.

	Jahrgang 2003		Jahrgang 2004	
	Nitratfracht kg/ha	Sicker- wasser l/m ²	Nitratfracht kg/ha	Sicker- wasser l/m ²
Lysimetermessungen				
Bodenbearbeitung	2,8	43,7	67,6	122,6
Bodenbearbeitung + Tropfbewässerung	5,0	100,6	32,9	146,5
Dauerbegrünung	1,0	60,8	37,6	107,2
Dauerbegrünung + Tropfbewässerung.	6,9	60,5	17,5	96,7

Tabelle 3: Nitratfracht – Nitrataustrag aus einem lehmigen Sandboden nach dem Trockenjahr 2003 bei unterschiedlicher Bodenbewirtschaftung, Bewässerung und Fertigation.

Wie Tabelle 3 zeigt, wird in einem Trockenjahr nur ein minimaler Teil des Bodennitrostoffs tiefer verlagert. Erst im Folgejahr konnten erhöhte Austragsmengen der Parzellen mit Bodenbearbeitung ohne Zusatzbewässerung durch festinstallierte Bodenlysimeter (Sickerwasserauffangwannen in 1 m Bodentiefe) gemessen werden, die über den langjährigen Durchschnittsmengen lagen. Durch Tropfbewässerung im Trockenjahr 2003 hat sich entgegen den Erwartungen der Nitrataustrag im Folgejahr verringert, was eventuell mit der höheren Nitrataufnahme der Rebstöcke in der Nacherntephase 2003 erklärt werden könnte. Im Rebholz der bewässerten Parzellen konnte jedoch kein höherer Stickstoffgehalt festgestellt werden.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Tropfbewässerung bzw. Fertigation nach Reifebeginn führte auf einem durchlässigen, lehmigen Sandboden bei der Rebsorte Müller-Thurgau auf der Unterlage SO4 in den bewässerungsbedürftigen Jahren 2001 und 2003 zu folgenden Ergebnissen:

Tropfbewässerung und Fertigation zeigen in den beiden Jahren aufgrund der spezifischen jahresklimatischen Ausprägung unterschiedliche Wirkungen. Im Jahr 2001 mit

Trockenperioden im Juli und August wurden die hefeverwertbaren Aminosäuren durch die Tropfbewässerung aufgrund des höheren Fäulnisgrades erniedrigt. Anzunehmen ist, dass die Aminosäuren 2001 größtenteils von den Fäulnispilzen aufgebraucht wurden, während hingegen im extremen Trockenjahr 2003 ein Großteil der Aminosäuren in höhermolekulares Eiweiß umgewandelt wurde und dadurch der Hefe keine ausreichende Stickstoffmenge zur zügigen und ausreichenden Zellvermehrung und somit zur optimalen Gärleistung zur Verfügung standen.

Eine 4-malige Tropfbewässerung nach Reifebeginn erhöhte im Trockenjahr 2003 je nach Bodenbewirtschaftung das Mostgewicht um 2 - 5 Grad Oechsle. Die hefeverwertbaren Aminosäuren konnten 2003 durch die Zusatzbewässerung besonders in den begrünteten Parzellen deutlich erhöht werden. Die Zusatzdüngung mittels Fertigation führte jedoch zu keiner Erhöhung der hefeverwertbaren Aminosäuren im Most. Der reifekorrelierte Prolingehalt wurde 2003 durch die Zusatzbewässerung besonders in den begrünteten Flächen deutlich erhöht.

Der negative Einfluss der Dauerbegrünung auf Ertrag und Weinsensorik im Trockenjahr 2003 konnte durch die 4-malige Bewässerung als auch durch die zusätzliche Fertigation mit 15 kg N/ha nicht ausgeglichen werden. Der Botrytisbefall wurde durch die Zusatzbewässerung bzw. Fertigation geringfügig erhöht, war jedoch jahrgangsspezifisch sehr stark von der Witterung in der Reifeperiode beeinflusst.

Der Nitrataustrag ins Grundwasser wurde durch die Zusatzbewässerung sowohl bei der Dauerbegrünung als auch bei offener Bodenbewirtschaftung deutlich reduziert, was mit einer erhöhten Nachernteaufnahme des im Oberboden verbliebenen Nitrats erklärt werden könnte.

Literatur:

Gruber, B., Castellarin, S., Lafontaine, M., Peterlunger, E., Steinberg, B. und H.R. Schultz (2004): Einfluss einer bedarfsgesteuerten Zusatzbewässerung auf die Inhaltsstoffbildung bei *Vitis vinifera* L. cv. Riesling, KTBL-Schrift 421, 7. Internationales Symposium „Technik im Weinbau“ 10.-11.05.2004 in Stuttgart, S. 162-170.

Redl, H. (2004): Tropfbewässerung im Weinbau – Mehrjährige Erfahrungen in Niederösterreich (bei Weißweinsorten) und im Burgenland (bei Rotweinsorten), KTBL-Schrift 421, 7. Internationales Symposium „Technik im Weinbau“ 10.-11.05.2004 in Stuttgart, S. 132-142.

Schwab, A. und M. Peternel (2001): UTA-Ursache: Ungenügende Traubenreife, Der Deutsche Weinbau, 9, S. 16-21.

6 Tropfbewässerung im Weinbau - erste Versuchsergebnisse aus dem Anbaugebiet Rheinhessen (Deutschland)

Dr. Bernd PRIOR

DLR Oppenheim, Wormser Straße 111, D-55276 Oppenheim

E-Mail: bernd.prior@dlr.rlp.de

Die zunehmende Trockenheit der vergangenen Jahre hat zu einer Sensibilisierung der Winzer für dieses Thema geführt. Über eine qualitätsorientierte, die Vitalität der Reben erhaltende und sortenspezifische Steuerung der erforderlichen Wassergaben liegen für Deutschland bisher nur wenig Erfahrungen vor. Erste Versuchserfahrungen mit einer differenzierten Bewässerung bei der Sorte Riesling auf einem Trockenstandort in Nierstein in den Jahren 2003 und 2004 sollen hierzu einen Beitrag leisten.

Qualitätsorientierte Bewässerungsterminierung

Der Bewässerungszeitpunkt ist maßgeblich dafür verantwortlich, ob der Bewässerungserfolg mehr in Richtung Ertragssteigerung oder mehr in Richtung Qualitätssteigerung läuft. Zu Beginn der Beerenentwicklung begünstigt eine hohe Wasserversorgung die Volumenzunahme der Beeren und somit die Ertragsleistung, was entsprechend der Menge-Güte-Beziehung und des geringeren Schalenanteils der Qualität abträglich ist. In dieser Phase sollte das Wasserangebot deshalb nur so groß sein, wie es für die Ausbildung einer leistungsfähigen Laubwand erforderlich ist. Eine Bewässerung ist hier also in der Regel nicht notwendig.

Nach der Sistierungsphase, etwa ab Traubenschluss, beeinflusst die Wasserversorgung weniger den Ertrag als die Photosyntheseleistung und Inhaltsstoffeinlagerung in die Beeren. Somit fördert eine Wasserzufuhr ab dieser Phase besonders die Qualität und weniger die Ertragsleistung. Zu unterscheiden ist jedoch zwischen Rot- und Weißweinsorten. Bei Rotweinsorten ist hier ein moderater Wassermangel sogar qualitätsfördernd (Begünstigung der Farbausprägung und Tannineinlagerung), während bei Weißweinsorten durch Trockenstress die Gefahr von Gärstörungen und Fehlparfümen zunimmt.

Ab welcher Trockenheit ist eine Bewässerung erforderlich?

Die Bewässerungswürdigkeit richtet sich maßgeblich nach den Wasservorräten des Bodens, auf die die Rebe zurückgreift. Entscheidend ist dabei wie fest das Wasser im Boden gebunden ist (Wasserpotential). Man geht davon aus, dass ab einem Bodenwasserpotential von $-0,25$ MPa ($-2,5$ bar) zwar die Wuchsleistung je nach Sorte mehr oder weniger beeinträchtigt, die Photosyntheseleistung aber weit weniger zurückgefahren wird. Somit bleiben mehr Assimilate für die Ernährung der Trauben. Man spricht von einem moderaten Trockenstress (Bewässerungsschwellenwert), der nicht überschritten werden sollte (Schultz u. Steinberg 2002). Es wäre also naheliegender die Bewässerungswürdigkeit über das Wasserpotential des Bodens zu bestimmen. Ältere Reben sind jedoch mit ihrem intensiveren und tiefergehenden Wurzelwerk in der Lage, die Wasservorräte des Bodens besser zu erschließen. Dies ist auch eine Erklärung dafür, dass junge Anlagen bei gleichen Bodenverhältnissen unter sehr viel stärkerem Trockenstress leiden als ältere Anlagen. Somit ist die Aussagekraft der punktuellen Beurteilung der Wasserversorgung des Bodens mit einer Unsicherheit behaftet.

Anstatt des Bodenwasserpotentials kann man auch das Blattwasserpotential bestimmen. Erfolgt dies früh morgens vor Sonnenaufgang, so steht dieses im Gleichgewicht mit dem Bodenwasserpotential des gesamten durchwurzelten Raumes. Dieses Konzept erfasst also das gesamte für die Rebe erreichbare Wasser. Es wird exakt der Versorgungszustand der Rebe erfasst und gilt somit als die genaueste Methode. Nachteilig an dieser Methode ist nur, dass die Messung sehr früh morgens durchgeführt werden muss und nicht automatisiert werden kann.

Zur Zeit entwickelt und erprobt man auch Wasserhaushaltsmodelle, die auf Grundlage von Bodenkennzahlen und Witterungsdaten eine Bewässerungswürdigkeit berechnen (Lebon, Dumas, Pieri u. Schultz 2003).

Dosierung der Wassergaben bei der Tropfbewässerung

Unter den klimatischen Bedingungen Deutschlands dürfte eine qualitätsorientierte Bewässerung nicht wesentlich vor Mitte Juli beginnen und selbst bei anhaltender Trockenheit i.d.R. nicht über Mitte September andauern. Bei guter Wasserversorgung verbraucht die Rebe in diesem Zeitraum (2 Monate) Wasser in einer Größenordnung von 150-200 l/Rebe. Da der Boden in den meisten Fällen noch gewisse Wassermengen zur Verfügung stellt und die Rebe bei eingeschränkter Wasserver-

sorgung auch ökonomischer damit umgeht, dürfte die maximal erforderliche Wassergabe in diesem Zeitraum in der Regel deutlich unter diesem Niveau liegen.

Durch häufige geringe Wassergaben ist eine optimale Bodenfeuchte (Wasser- und Lufthaushalt) wesentlich gleichmäßiger einzustellen als durch wenige höhere Wassergaben. Auch auf die Ungewissheit nachfolgender Niederschläge kann so besser reagiert werden. Bei der Impulsbewässerung wird sogar mit mehreren Wassergaben pro Tag gearbeitet, was jedoch eine zentrale Wasserversorgung mit automatischer Steuerung voraussetzt. Schließlich ist die maximale Wassermenge pro Gabe auch von der Wasserspeicherfähigkeit des Bodens abhängig. Unter Praxisbedingungen werden in Deutschland Wassermengen pro Gabe von in der Regel nicht wesentlich mehr als ca. 10 l/Rebe empfohlen. Bei anhaltender Trockenheit wäre dann alle 5-7 Tage eine Wassergabe, also insgesamt maximal 8-12 Gaben erforderlich. Für eine großflächige Bewässerung ist die Wasserbeschaffung über Transporttanks zu arbeits- und kostenintensiv, so dass die Bereitstellung in der Regel über einen (genehmigungspflichtigen) Brunnen oder falls möglich die Anbindung an einen bestehenden Bewässerungsverband erfolgen muss.

Versuchsergebnisse 2003 und 2004

Im Jahr 2003 wurde am Niersteiner „Roten Hang“ auf einem Trockenstandort in einem Rieslingweinberg eine Tropfbewässerungsanlage installiert. Die Anlage konnte erst Ende Juli fertiggestellt werden. Zu diesem Zeitpunkt waren schon erste Trockenschäden erkennbar. Der Bewässerungsbeginn war also nicht optimal. Neben der unbewässerten Variante wurden vier Bewässerungsvarianten mit differenzierten Wassergaben angelegt. Die Bewässerung erfolgte jeweils ab Ende Juli mit wöchentlich 10 l/Rebe in einer Gabe. Die Differenzierung der Wassermenge erfolgte über die Bewässerungsdauer von zwei, vier, sechs und acht Wochen, sodass je nach Variante insgesamt 20, 40, 60 und 80 l/Rebe verabreicht wurden. Die Terminierung der Bewässerung und die Wassermengen orientierten sich also nicht nach dem tatsächlichen Bedarf, sondern die Wassergaben wurden pauschal in verschiedenen Abstufungen verabreicht. Die Erfolge hätten also bei einer „bedarfsorientierten“ Bewässerung unter Umständen größer ausfallen können. Die maximale Wassergabe war in Anbetracht der enormen Trockenheit sicherlich nicht zu hoch gegriffen.

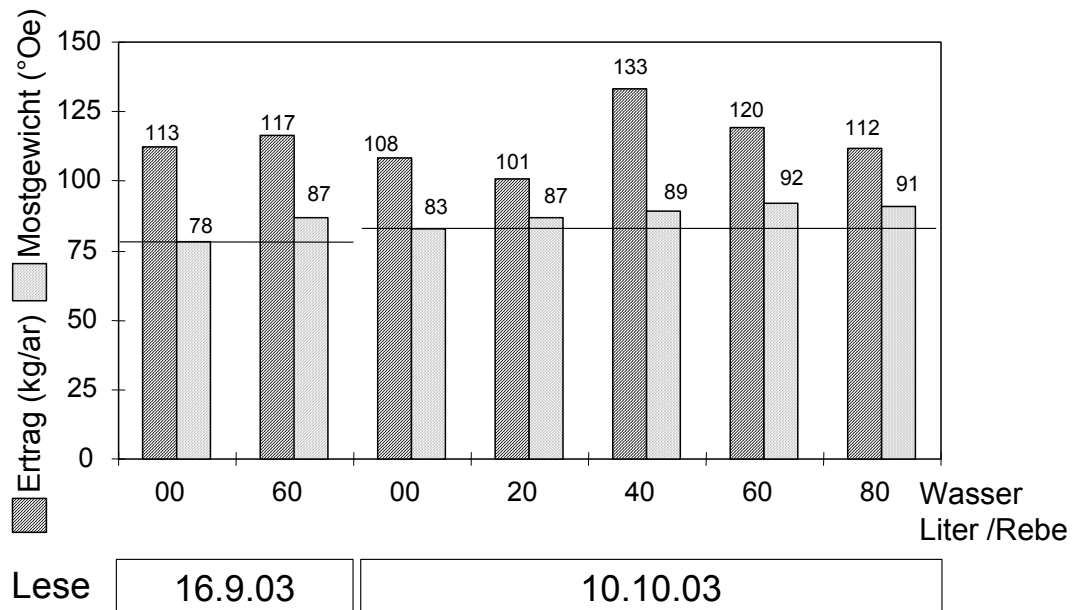
Bei der nicht bewässerten Variante nahmen die Vergilbungen in der Traubenzone ab Juli weiterhin zu, während dies vor allem bei den mit mehr als 20 l bewässerten Varianten nicht mehr der Fall war. Die Lese erfolgte am 10. Oktober. Um den Einfluss des Lesetermins mit zu erfassen, wurde ein Teil der nicht bewässerten und der mit 60 l bewässerten Variante bereits am 16. September geerntet.

Die Ertragsleistung wurde durch die Bewässerung und den Erntetermin nicht wesentlich beeinflusst. Das Mostgewicht stieg von der frühen zur späten Lese um ca. 5°Oe an, was für einen Zeitraum von ca. 3 Wochen gering erscheint. Durch die steigenden Wassergaben konnte sowohl beim frühen als auch beim späten Erntetermin das Mostgewicht bis zur 60-l-Variante kontinuierlich um bis zu 9°Oe gesteigert werden. Entgegen der allgemeinen Annahme (Trockenstress fördert den Säureabbau) hatte die Bewässerung keinen Einfluss auf die Mostsäure. Von der frühen zur späten Lese nahm die Säure wie zu erwarten ab (Abb.1).

Die Bewässerung hatte nicht zu einer erhöhten Aminosäureeinlagerung in den Trauben geführt. Dies zeigt, dass eine Bewässerung jahgangsbedingte Witterungsunterschiede nur begrenzt ausgleichen kann. Die frühe Lese hatte erwartungsgemäß geringere Aminosäuregehalte im Most zur Folge. Die Gehalte waren jedoch in allen Varianten für eine angemessene Hefeernährung und somit für eine zügige und vollständige Vergärung ausreichend.

Ein eindeutiger Einfluss der Bewässerung auf die sensorische Ausprägung, die Qualitätsbeurteilung und das Alterungspotential war nicht erkennbar.

Abb. 1: Einfluss einer differenzierten Bewässerung auf Ertrag, Mostgewicht und Säure im Jahr 2003



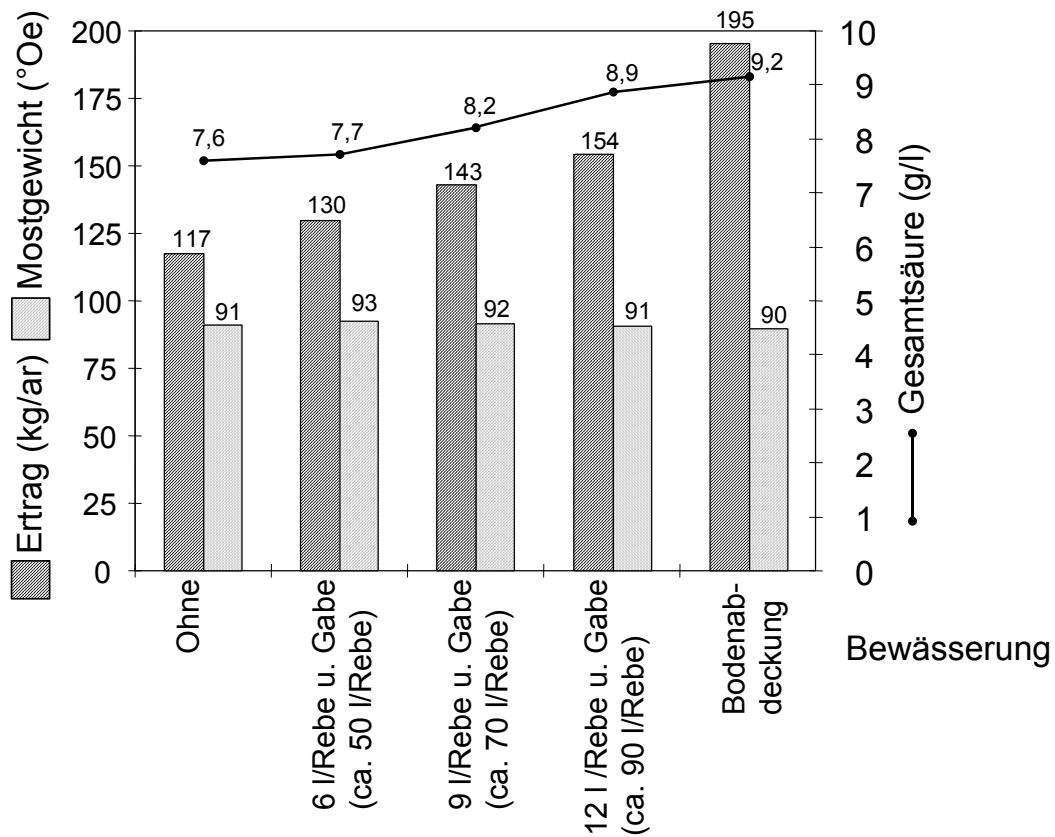
Im Jahr 2004 wurde erstmals eine Bodenabdeckung mit Holzhäcksel (ohne Bewässerung) in den Versuch integriert. Die Bewässerung wurde Mitte Juli begonnen. Die letzte Bewässerung erfolgte Ende September. Folgende Bewässerungsvarianten wurden geprüft: Bewässerung pro Gabe mit 6 l/Rebe (ca. 50 l von Juli-September), mit 9 l/Rebe (ca. 70 l von Juli-September) und mit 12 l/Rebe (ca. 90 l von Juli-September). Die Gaben wurden in der Regel wöchentlich verabreicht.

Im August und Anfang September wurde die Bewässerung aufgrund von Niederschlägen teilweise ausgesetzt. Diese Niederschläge mit insgesamt ca. 80 l/m² hatten nicht die Wirkung wie erwartet. Die Bodenfeuchte bis 60 cm Tiefe (darunter felsig) lag im August/Anfang September in der Kontrolle leicht unter dem permanenten Welkepunkt und in den Bewässerungsvarianten im Tropferbereich (letzte Bewässerung vier Wochen zuvor) sowie unter der Bodenabdeckung leicht darüber. Entsprechend der gemessenen Bodenfeuchte, hätten die Reben also eigentlich vertrocknen müssen. Tatsächlich traten lediglich leichte Vergilbungserscheinungen in der Traubenzone auf, was jedoch im Wesentlichen auf die Kontrolle beschränkt war. Die anschließend zur Klärung des Sachverhaltes durchgeführten Blattwasserpotentialmessungen wiesen dagegen eine bessere (realistischere) Wasserversorgung der Rebe aus, die jedoch noch deutlich unter dem Bewässerungsschwellenwert lag. Die Rebwurzeln bedienten sich offensichtlich am Wasser tieferer Bodenschichten. Die nach Wieder-

aufnahme der Bewässerung von Anfang bis Ende September gemessenen Blattwasserpotentiale korrelierten sehr gut mit den differenzierten Wassergaben. Nur die 12 l/Rebe-Variante erreichte ab Mitte September den Bewässerungsschwellenwert. Die geringeren wöchentlichen Wassergaben konnten die Wasserversorgung zwar deutlich verbessern, waren jedoch nicht in der Lage, den Bewässerungsschwellenwert zu erreichen, waren also nicht optimal. Ab Mitte September traten in der Kontrolle deutliche Vergilbungen in der Traubenzone auf, in den bewässerten Varianten waren diese wesentlich geringer und in der abgedeckten Variante kaum vorhanden. Letztere wies auch eine augenscheinlich größere Blattfläche auf.

Die Lese erfolgte am 26. Oktober. Die Mostgewichtsleistung wurde durch die Bewässerung und die Bodenabdeckung nicht beeinflusst. Die Erträge stiegen jedoch mit zunehmender Bewässerung von 117 kg/a auf 154 kg/a an. Die höchste Ertragsleistung hatte die Bodenabdeckung mit 195 kg/a, welche visuell die stärkste Wuchskraft hatte. Hierfür ist sicherlich die deutlich bessere Wasserversorgung von der Blüte bis zum Traubenschluss verantwortlich. Die Mostsäure stieg analog der Ertragsleistung mit zunehmender Bewässerung an. Während im Jahr 2003 die Bewässerung einen mostgewichtssteigernden Effekt bei nahezu gleichbleibendem Ertrag hatte, konnte in 2004 eine Ertragssteigerung (Ertragssicherung) bei nahezu identischen Mostgewichten festgestellt werden. Es konnten keine Einflüsse der Bewässerung und der Bodenabdeckung auf die Aminosäuregehalte im Most nachgewiesen werden.

Abb. 2: Einfluss einer differenzierten Bewässerung auf Ertrag, Mostgewicht und Säure im Jahr 2003



Zusammenfassung und Ausblick

Die Wasseraufnahme und die Nutzung des vorhandenen Bodenwassers ist stark vom Alter der Reben und der dadurch bedingten Wurzeldichte und -verteilung abhängig. Deshalb ist die Beurteilung der Bewässerungswürdigkeit anhand punktueller Bodenfeuchtebestimmungen sehr unsicher und spiegelt häufig nicht hinreichend den Versorgungszustand der Rebe wider. Durch frühmorgendliche Blattwasserpotentialmessungen dagegen kann der Versorgungszustand der Reben sehr genau erfasst werden, ohne zu wissen mit welcher Intensität und aus welchen Bodenbereichen die Rebe ihr Wasser bezieht.

Die Wasserverluste können maßgeblich über ein angepasstes Bodenpflegesystem reduziert werden (Begrünung kurz halten, flache Bodenbearbeitung, Bodenabdeckung). Erst wenn eine an den Standort angepasste Bestandspflege nicht ausreicht, sollte über eine Zusatzbewässerung nachgedacht werden.

Diese bedarf im Sinne der Qualitätssicherung einer exakten Steuerung der Terminierung und der Wassermengen. Um Mengensteigerungen zu vermeiden, sollte eine Bewässerung keinesfalls zu früh eingesetzt werden. Unter diesen Bedingungen kann durch eine Bewässerung die Vitalität der Reben und möglicherweise die Weinqualität gesteigert sowie die Ertragsleistung gesichert werden.

7 Physiologische Veränderungen im Wasserhaushalt der Rebe und Traube bei Trockenheit

Prof. Dr. Hans Reiner SCHULTZ

Forschungsanstalt Geisenheim, Fachgebiet Weinbau, Postfach 11 54, D-65358 Geisenheim

E-Mail: h.schultz@fa-gm.de

Wasser spielt mit Abstand die größte Rolle in der Ertragsbildung landschaftlicher Kulturen. Daneben beeinflusst der Wasserhaushalt die Qualitätsbildung, wobei unter allen landwirtschaftlichen Produkten der Einfluss auf Trauben und Wein mit am größten eingeschätzt wird.

Die durch die Trockenheit induzierten Veränderungen im Rebenwasserhaushalt sind sehr vielfältig und spielen sich auf verschiedenen Organisationsebenen ab. Prinzipiell muss man nach genetisch bedingten und Umwelt bedingten Reaktionsmustern unterscheiden. Beide zusammen münden dann in einer Vielzahl von Auswirkungen, die letztendlich auch für den Winzer von Bedeutung sind (Abb. 1). Im Weinbau kommt zur genetischen Prädisposition des Edelreises noch die genetische Veranlagung der Unterlage hinzu, welche die Reaktionsmuster beeinflussen. Alle Reaktionsmuster bzw. die Stärke der Ausprägung hängt zusätzlich noch von der Geschwindigkeit ab, mit der sich die Trockenphase entwickelt.

Genetisches Potential

- Tiefe und Ausmaß des Wurzelsystems
- Größe, Form und ges. Blattfläche
- Xylem, Länge und Durchmesser
- Anzahl, Lage und Reaktion der Stomata
- Potentielle Wachstumsrate, Größe der Reben

Umgebungsfaktoren

- Boden: Struktur, Tiefe, chemische Zusammensetzung und pH, Durchlüftung, Temperatur, Wasserhaltekapazität, Wasserleitfähigkeit
- Atmosphäre: Niederschlagsmenge und Verteilung
- Verhältnis von Niederschlag zu Evaporation
- Strahlungsintensität, Windstärke, Luftfeuchte

**Weinbauliche Produktionstechnik**

Größe, Form und ges. Blattfläche der Laubwand
 Altersstruktur der Laubwand
 Pflanzdichte
 Ertrag
 Laubarbeiten
 Unterlage

Begrünung/Bodenbearbeitung

Physiologische Prozesse

Wasseraufnahme und Wassertransport
 Transpiration (Kühlung)
 interne Wasserbilanz
 Einfluss auf Photosynthese, Kohlenhydrat- und
 Stickstoffmetabolismus, Augenfruchtbarkeit und Traubenreife
 Zellgröße, Organgröße, Pflanzengröße
 Trockengewicht, Osmoregulation
 Wurzel/Trieb-Relation, vegetative/generative Entwicklung

Abb. 1: Einflussfaktoren auf den Wasserhaushalt der Rebe und die Reaktion auf Trockenheit.

Um die Bedeutung des Wasserhaushalts für die Rebe zu erfassen, muss man zunächst die Bedeutung herausstellen, die Wasser für Pflanzenwachstum und -entwicklung hat.

Funktionen des Wassers

Die Funktionen des Wassers sind vielfältig. So dient es als Lösungsmittel für inorganische und organische Nährstoffe, für gelöste Gase (vor allem Kohlendioxid und Sauerstoff) und da Wasser in allen Pflanzenorganen eine Rolle spielt, dient es auch als Transportmittel dieser Substanzen.

Wasser spielt eine Hauptrolle in vielen chemischen Reaktionen. Zum Beispiel ist die Spaltung von Wassermolekülen essentiell, um Lichtenergie zu potentieller chemischer Energie in der Photosynthese umzuwandeln. Durch den Wasserfluss in die Zellen und den dadurch entstehenden Zelldruck (Turgor) spielt Wasser eine Hauptrolle in der mechanischen Aufrechterhaltung von Pflanzen. Es ist auch primär dieser Wassertransport in die Zellen, der zum Wachstum führt.

Nicht zuletzt bildet die Energieaufnahme des Wassers im Verdunstungsprozess das Fundament zur Kühlung von Pflanzengewebe durch die Transpiration.

Da Wasser 80 bis 90 % des Volumens der meisten Pflanzengewebe ausmacht, kann Zellwachstum essentiell als ein Problem des Wassertransports angesehen werden. Zum Beispiel steigt die Zellzahl einer Beere nach der Blüte um ca. das Vierfache, die Zelldichte steigt ebenfalls um das Vierfache, aber das Volumen vergrößert sich um das ca. Drei- bis Vierhundertfache.

Der Prozess der Zellausdehnung ist entsprechend auch der sensibelste Prozess hinsichtlich einsetzender Trockenheit (Abb. 2). Erst bei viel stärkeren Stresssituationen werden zum Beispiel die Photosyntheseleistung oder die Zuckergehalte beeinflusst (Abb. 2).

Obwohl die Volumenveränderungen auf Zellebene groß sein können, ist die Wassermenge, die für das Wachstum transportiert wird, sehr klein gegenüber der Menge, die zur Transpiration benötigt wird. Bei guter Wasserversorgung und ausreichend Licht zum Beispiel verdunstet ein Rebblatt die Menge an Wasser, die im Blatt selbst vorhanden ist, in 15 – 20 Minuten.

Grundlagen des Wasserhaushaltes

Der Pflanzenwasserhaushalt ist schwierig zu quantifizieren, obwohl die meisten Funktionen im Metabolismus direkt vom Wasserhaushalt abhängen. In der Pflanzenphysiologie hat man sich auf die Konvention des Wasserpotentials geeinigt, da man dieses Konzept sowohl auf den Boden, als auch Pflanze und Atmosphäre anwenden kann.

Pflanzenprozesse und Wassermangel

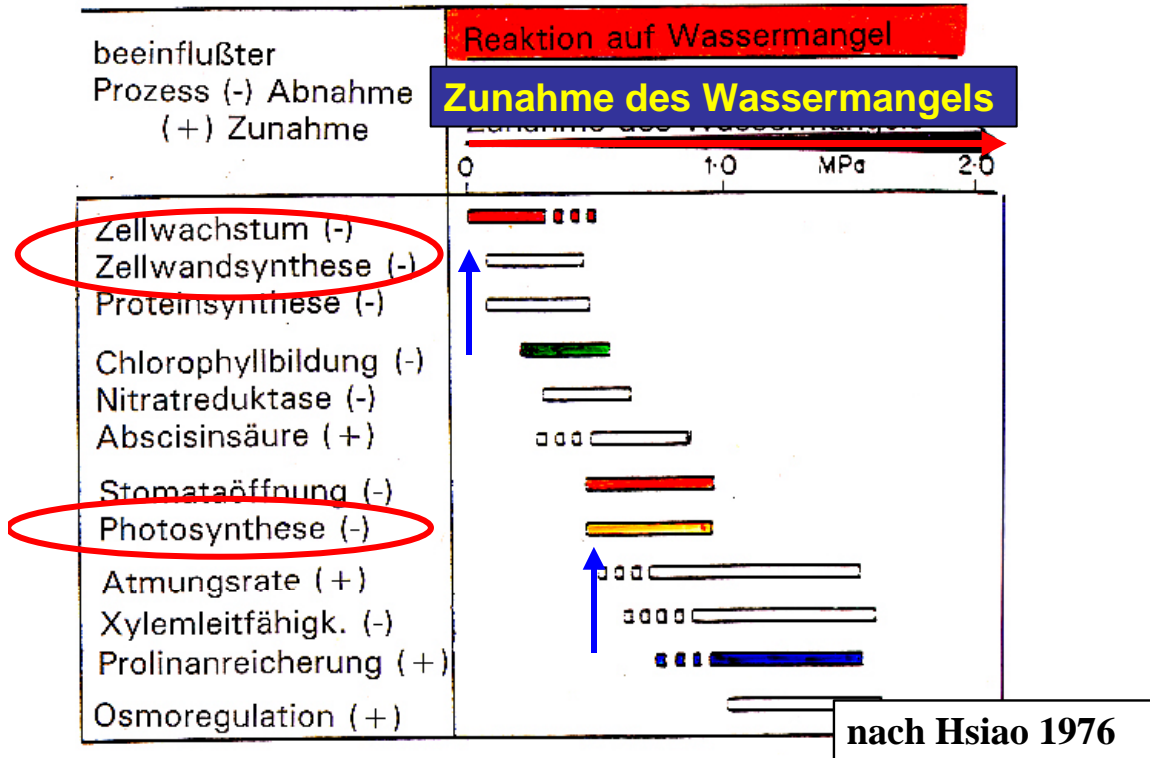


Abb. 2: Sensibilität der verschiedenen Pflanzenprozesse bei sich entwickelndem Wassermangel (nach Hsiao 1976).

Was ist Wasserpotential?

Wasserpotential (WP) beschreibt die Energie, die im Wasser steckt. Das Wasserpotential einer Zelle ist ein Indikator für den Zustand des Wassers in dieser Zelle. In der Natur bewegt sich Wasser immer von einem hohen zu einem niedrigen Wasserpotential. Z.B. reines Wasser (destilliert) hat unter atmosphärischem Druck ein Wasserpotential von 0 Megapascal (1 Megapascal = 10 Bar, Abkürzung MPa). Würde man Salze in dieses Wasser geben, erniedrigt sich das Wasserpotential (wird negativ). Nach dem Prinzip der Osmose fließt reines Wasser zu einer Salz- bzw. Zuckerlösung hin, es bewegt sich von einem hohen zu einem niedrigen Wasserpotential.

Ein Boden bei Wassersättigung (Feldkapazität) hat ein Wasserpotential von $-0,03$ MPa, ist also gar nicht weit weg von dem Wasserpotential reinen Wassers. Die Atmosphäre hat ein Wasserpotential von -100 bis -1000 Megapascal je nach Temperatur und Luftfeuchte. Wasser verdunstet deshalb, weil das Wasserpotential der Atmosphäre negativer als das des Wassers ist, es bewegt sich also vom hohen zum negativen Potential. Das Wasserpotential der Atmosphäre ist umso negativer je wärmer und trockener die Luft ist.

In unserem Fall ist aber die Rebe dazwischengeschaltet. Damit sich Wasser in die Pflanzen „hineinbewegt“, muss also das Wasserpotential eines jeden Organs immer etwas niedriger sein als das, von dem Wasser entnommen wird. Die Wurzel muss also ein negativeres Wasserpotential haben als der Boden, der Stamm oder Trieb ein negativeres als die Wurzel, das Blatt ein negativeres als Stamm oder Trieb (Abb. 3). Der große Schritt ist dann vom Blatt zur Atmosphäre. Die Atmosphäre „zieht“ quasi das Wasser vom Boden durch die Pflanze.

Dynamik diverser Wasserpotentiale während einer Trockenperiode (nach Slatyer, 1967)

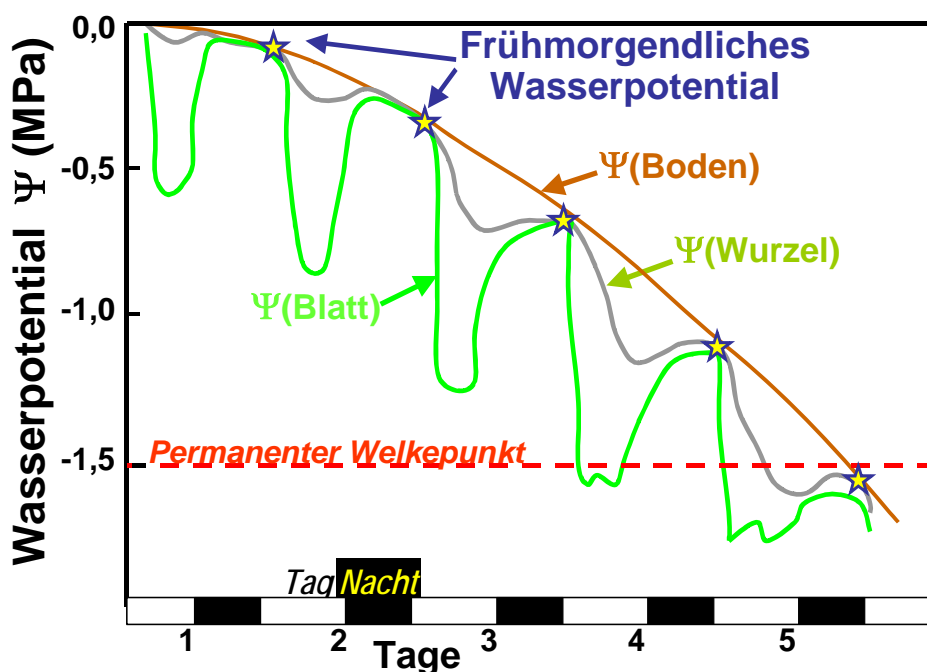


Abb. 3: Dynamik diverser Wasserpotentiale während einer Trockenperiode (nach Slatyer 1976).

Wenn der Boden austrocknet, sinkt das Wasserpotential bis zu einem Punkt der als permanenter Welkepunkt bezeichnet wird. Der liegt bei einem Bodenwasserpotential von $-1,5$ bis $-1,6$ Megapascal (Abb. 3). Während der Tagesphase, wenn Pflanzen Wasser transpirieren, muss die Aufnahme aus dem Boden dadurch gewährleistet werden, dass sowohl Wurzel als auch Blatt ihr Wasserpotential erniedrigen, um so Wasser aufzunehmen bzw. ins Blatt zu transportieren (Abb. 3). In der Nacht, wenn kein Wasser mehr abgegeben wird, fließt so lange noch Wasser aus dem Boden nach, bis das **Wasserpotential des Blattes gleich dem Wasserpotential der Wurzel gleich dem Wasserpotential des Bodens** ist. Dieser Gleichgewichtspunkt ist morgens vor Sonnenaufgang erreicht und genau zu diesem Zeitpunkt kann man den Wasserstatus der Pflanze relativ einfach am Blatt erfassen. Der Wasserpotentialwert zu diesem Zeitpunkt entspricht dem Wert, der in der Bodenzone herrscht, aus der die Wurzeln aktiv im Moment Wasser entnehmen. Aus diesen Zusammenhängen ergeben sich verschiedene physiologische Strategien für Reben unter Wassermangel.

Wasserhaushalt einer Zelle

Das Wasserpotential (WP) einer Zelle setzt sich im wesentlichen aus 2 Komponenten zusammen:

1. dem osmotischen Potential (OP), was insgesamt die Gesamtheit an gelösten Stoffen in der Zelle angibt und ein negatives Vorzeichen hat
2. dem Zelldruck (Turgor) (T) der den Innendruck der Zelle quantifiziert und ein positives Vorzeichen hat

$$\text{WP} = \text{OP} + \text{T}$$

Daraus ergeben sich 2 Möglichkeiten, wie das Wasserpotential einer Zelle negativer werden kann, was unter Trockenheit nötig ist, um Wasser aus dem Boden in eine Zelle z.B. im Blatt zu transportieren. Entweder erhöht sich die Konzentration an osmotisch aktiven Komponenten in der Zelle und dadurch erniedrigt sich das osmotische Potential, d.h. es wird negativer. In obiger Gleichung würde das auch zum Absenken des Wasserpotentials führen. Oder die Zelle verliert an Druck, was durch Trockenheit induziert werden kann und welches ebenfalls zum Absenken des Wasserpotentials der Zelle bzw. eines ganzen Organs führt.

Wasserverbrauch und Transport

Die Differenz im Wasserpotential (ΔWP) zwischen Blatt und Boden bestimmt also die Menge an Wasser, die transportiert wird (TR). Man spricht hier von einer Analogie zum Gesetz von Ohm aus der Physik.

$$TR = \frac{\Delta WP}{\text{WIDERSTAND}}$$

Der Wasserfluss (TR) wird demnach nicht nur von der Differenz im Wasserpotential bestimmt, sondern auch vom WIDERSTAND innerhalb des Systems. Hat eine Rebsorte oder Unterlage z.B. große Xylemgefäße, ist der Widerstand gering und entsprechend benötigt man eine geringere Wasserpotentialdifferenz, um den gleichen Fluss zu erzeugen. Das drückt sich bei einem gegebenen Bodenwasserpotential dann so aus, dass im Blatt ein höheres WP (näher zu 0) beibehalten werden kann, die Rebe fühlt weniger Stress.

Den größten Widerstand für den Wassertransport stellen die Schließzellen (Stomata) der Blätter dar. Nachts sind diese völlig geschlossen und unabhängig von ΔWP fließt kein (oder kaum) Wasser nach draußen. Die Stomata reagieren auf Trockenheit und Verdunstungsanspruch. Sinkt das WP im Blatt zu stark ab, dann kommt es zur Schließung, um Wasser zu sparen. Dies kann bei extremen Witterungsbedingungen wie z. B. hohen Temperaturen und niedriger Luftfeuchte und entsprechend negativem WP der Atmosphäre vorkommen. Durch den dann extrem hohen Verdunstungsanspruch muss auch das Blatt WP absinken, um TR aufrecht zu halten und dies kann zur Schließreaktion führen, auch wenn genügend Wasser im Boden vorhanden ist.

Anpassung der Rebe an Trockenheit

Zusätzlich zu den rein thermo-dynamischen Grundlagen des Wassertransports spielen auch Hormone in der Pflanzenreaktion auf Wassermangel eine große Rolle. Vor allem der **Abscisinsäure (ABA)** kommt eine Bedeutung zu. ABA wird in den Wurzeln bei Wassermangel, aber auch bei Bodenverdichtung gebildet. Zusätzlich liegt

ABA im Blatt vor. Man vermutet, dass ABA als Signal fungiert, um eine Schließung der Stomata zu induzieren. Allerdings gibt es noch viele Fragen hinsichtlich der komplexen Steuerung im Tagesverlauf. In Australien ist das Bewässerungssystem der „partiellen Wurzelaustrocknung“ aufbauend auf der Wirkung von ABA bei Reben entstanden.

In Ableitung der Grundlagen lassen sich viele Reaktions- und Sortenphänomene bei Reben erklären.

Dies fängt bei der Wasserpotentialregulierung der Zelle an. Reben sind zur sogenannten „**Osmoregulation**“ befähigt. Dahinter verbirgt sich die Fähigkeit, gezielt Stoffe wie z. B. Kalium, Äpfelsäure, Aminosäuren oder Zucker in die Zelle einzulagern, um das osmotische Potential abzusenken und dadurch dann auch das Wasserpotential. Dies erhöht die Fähigkeit, Wasser anzuziehen, bzw. in der WP-Kette bis zum Boden auch bei niedrigem Boden-WP noch Wasser zu extrahieren. Riesling ist dazu allerdings besser in der Lage als z. B. Silvaner.

Auch durch Veränderungen der Zellwand z. B. durch eine Versteifung durch Einlagerung von phenolischen Komponenten kann die Zelle ihren Wasserhaushalt bzw. das Wasserpotential regulieren, da sich dadurch größere Änderungen im Zelldruck pro abgegebener Wassermenge ergeben.

Bezogen auf die ganze Pflanze kann man Reben in ihrer Sortenreaktion gegenüber Trockenstress in sog. **isohydrische** und **anisohydrische** Sorten einteilen. Dies entspricht der Einteilung der botanischen Ökologie nach sog. „**Optimisten**“ und „**Pessimisten**“.

Optimisten, zu den z. B. die Sorte Syrah gehört, lassen ihr Blatt-WP stark absinken und haben wenig sensible Stomata bezüglich sich entwickelnder Trockenheit. Dies bedeutet, dass sie ihre Photosynthese noch bei sehr niedrigem Bodenwasserpotential aufrecht erhalten können und die Wasservorräte extrem ausschöpfen.

Pessimisten, zu denen z. B. die Sorte Grenache gehört, schließen ihre Stomata bei moderatem Blatt-WP, sparen dadurch Wasser, sind aber im Gegenzug bei langen Trockenphasen wenig produktiv.

Die Gründe für diese unterschiedlichen Verhaltensweisen liegen eventuell in der unterschiedlichen Sensibilität für ABA-Signale oder in der unterschiedlichen Anfälligkeit für Luftembolien, die sich im Xylem unter Stress bilden können und einen Schluss der Stomata induzieren. Bei diesen Reaktionen scheint die Xylemanatomie der Sorten bzw. auch der Unterlagen eine große Rolle zu spielen.

Beerenwasserhaushalt

Der Wasserhaushalt der Traubenbeere ist sehr komplex, da sich die Transportwege in die Beere während der Beerenentwicklung verändern (Greenspan et al. 1996). So werden vor dem Weichwerden noch große Mengen an Wasser (H_2O), Calcium (Ca) und Stickstoff (N) über die Wasserleitungsbahnen (Xylem) eingelagert und Zucker, Aminosäure, Kalium, Magnesium und Phosphor vorwiegend über die „Zuckerleitungsbahnen“ (Phloem) (Abb. 4). Ab dem Weichwerden der Beeren ist ein Großteil des Xylems unterbrochen (Abb. 4) und der gesamte Transport, auch der von Wasser, Ca und N muss über das Phloem erfolgen. Die praktische Auswirkung dieses noch nicht lange bekannten Phänomens liegt darin, dass alle Maßnahmen, die die Transpiration, also die Wasserverdunstung der Beere fördern, auch die Einlagerung der anderen genannten Stoffe begünstigt. Alle müssen quasi über die „gleiche Straße“ bzw. mit demselben „Bus“ fahren und was immer den „Bus“ beschleunigt, beschleunigt auch den Transport! Auch hier liegt der Zusammenhang mit den klimatischen Gegebenheiten sowie der Anbautechnik, wie z.B. der Laubwandstruktur und den Laubarbeiten (z.B. Entblätterung) auf der Hand.

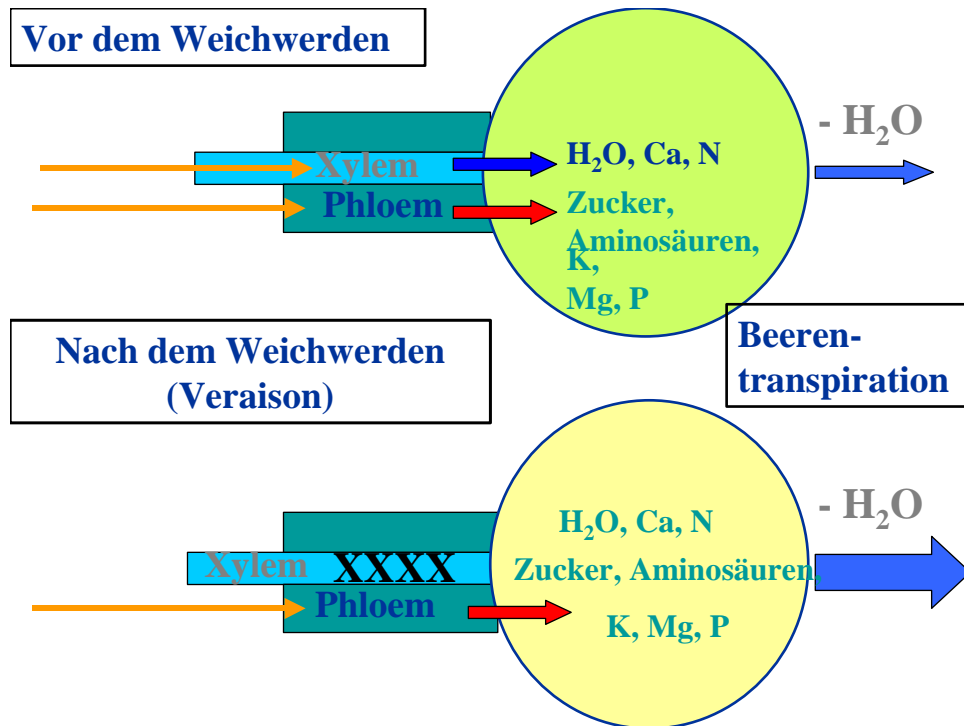


Abb. 4: Transportwege in die Beere zu verschiedenen Phasen der Beerenentwicklung.

Insgesamt gibt es hier noch viele unbekannte Faktoren, z.B. auch inwieweit sich Sorten in dem Ausmaß der Xylemunterbrechung unterscheiden, was auch für die Inhaltsstoffeinlagerung bedeutend sein könnte. Auch wie Trockenheit diese Zusammenhänge bei unseren gängigsten Sorten beeinflusst ist nahezu unbekannt.

IV. Ökosystem, Biodiversität, pflanzenschützerische Aspekte

1 Untersuchungen an Zeigerpflanzen in Weinbergen

Karl BREIL
Windesheimer Straße 5, D-55545 Bad Kreuznach
E-Mail: karl-ulla-breil@t-online.de

Im Ökosystem Weinberg kann sich je nach natürlichen Bedingungen und Bewirtschaftungsform eine Begleitflora einstellen, die Rückschlüsse auf Zeigerpflanzen zulässt.

Diese sind abhängig vom Standort (u.a. Klima, Boden, Nährstoffzustand) und von der Bewirtschaftungsform (u.a. Bodenbearbeitung, Herbizidmanagement). Für eine weitere ökologisch erwünschte Vielfalt der Flora sorgen Ubiquisten.

Als Ergebnis von Untersuchungen wird das Verhalten von *Epilobium angustifolium* (Schmalblättriges Weidenröschen), *Senecio vulgaris* (Gemeines Kreuzkraut), *Taraxacum officinale* (Löwenzahn), *Stellaria media* (Vogellmiere) und *Urtica urens* (Kleine Brennnessel) exemplarisch vorgestellt.

Das Sicheinfinden einer standortgemäßen, natürlichen Begrünung kann für die Weinbauliche Praxis eine Hilfe für die weitere Beurteilung des Standortes sein. Je nach Bestandeszusammensetzung können sich unter Berücksichtigung des Deckungsgrades nach Braun-Blanquet aber erst langfristig belastbare Begrünungsdecken einstellen. Bei dem hohen Mechanisierungsgrad im deutschen Weinbau ist die Belastbarkeit der Begrünungsdecken in mehr als 50% der Fläche ein wichtiges Argument für den Einstieg in diese Bodenpflegemaßnahme.

2 Begleitpflanzen und Phytoplasmen in Württemberg

Dr. W. K. KAST; Dr. Martina STARK-URNAU

Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau Weinsberg, Traubenplatz 5, D-74189 Weinsberg

E-Mail: Walter.Kast@lvwo.bwl.de

E-Mail: Martina.Stark-Urnau@lvwo.bwl.de

Einleitung

Phytoplasmen sind als Erreger von Vergilbungskrankheiten bei mehreren hundert Pflanzenarten bekannt. An der Rebe wird durch Phytoplasmen die sogenannte Schwarzholzkrankheit ausgelöst. Phytoplasmen sind niedere Bakterien, die sich als Zellparasiten nicht aktiv verbreiten können, keine feste Zellwand besitzen und auf lebendige Wirtszellen angewiesen sind, das Phloem der Pflanzen besiedeln und die darin transportierten Assimilate als Nahrung verwerten. Wirtspflanzen dieser Phytoplasmen können Ackerwinden, die große Brennnessel, Pfeilkresse oder auch Clematis sein. Als potentieller Vektor wurde bislang eine Zikade, *Hyalesthes obsoletus*, identifiziert (Maixner 1994). Die Zikade nimmt beim Saugen an der Wirtspflanze den Erreger auf und überträgt ihn auf andere Pflanzen ihrer Wirtsart. Durch Suchstiche werden die Erreger auch auf die Rebe übertragen. Der Erreger kann sich in der Zikade vermehren, nicht aber auf die folgende Larvengeneration übertragen werden. Die Tiere infizieren sich nicht an den Reben sondern nur an ihren Wirtspflanzen, die Übertragung erfolgt immer von der Begleitflora auf die Rebe, nicht von Rebe zu Rebe.

Die Symptome der Schwarzholzkrankheit sind sortenabhängig, eine Kombination aller beschriebenen Merkmale beobachtet man vor allem bei Scheurebe und Riesling. Rotweinsorten zeigen im Hochsommer an den Blättern sektorielle Rotfärbungen, die fortschreiten und schließlich die ganze Blattfläche erfassen. An den erkrankten Trieben verdorren oder verrieseln die Gescheine. Wenn Trauben zur Entwicklung kommen, schrumpfen sie im unreifen Zustand ein, verfärben sich graugrün und fallen ab. Verbliebene Beeren besitzen keinerlei sortentypisches Aroma mehr, sind auffällig sauer und bitter (Herrmann 2002).

Ergebnisse und Diskussion

Seit 2003 wurden auf zwei Lemberger-Rebflächen in Gundelsheim und Weinsberg an einzelnen Rebstöcken typische Symptome der Schwarzholzkrankheit (früher Vergilbungskrankheit) beobachtet. Untersuchungen von Blattproben mittels PCR an der BBA Bernkastel-Kues (Maixner et al. 1995, Lee et al. 1998) deuten auf Phytoplasmen der Stolburgruppe vom Brennessel-Typ hin. Dieser Typ verursacht bei der Rebsorte Lemberger und vielen neuen Sorten mit Lemberger-Erbgut (insbesondere Zweigeltrebe) wesentlich größere Schäden als der bisher in Deutschland vorkommende Windentyp. Oft treiben die befallenen Rebstöcke im Folgejahr nur noch aus dem Rebstamm aus. Das bei vielen Sorten mit Schwarzholzkrankheit verbundene „Nach-unten-Rollen“ der Blattränder tritt bei Lemberger nur bei extremem Befall auf.

Mittlerweile hat sich die Krankheit in Gundelsheim rasant ausgebreitet und mehr als 50% der Rebfläche sind betroffen. Im Jahr 2005 wurden diese Krankheitssymptome auch auf einer großen Zahl von Rebflächen im Württembergischen Unterland beobachtet. Dabei sind häufig einzelne Stöcke, in Einzelfällen teilweise aber bis hin zu 40% der Anlage, betroffen. Hauptrebsorten sind Lemberger und neue Sorten mit Lemberger-Erbgut. Seltener treten Symptome bei der Sorte Trollinger auf. Wenig befallen werden die Sorten der Burgundergruppe. Deutlich häufiger findet man Symptome auch bei der Sorte Weißer Riesling.

Mittels Gelbfallen und Laubsauger wurden als potentielle Vektoren der Schwarzholzkrankheit im Raum Heilbronn drei Zikadengattungen ermittelt: *Hyalesthes obsoletus*, *Neotalitrus fenestratus* und *Pentastiridius*. PCR-Untersuchungen der BBA in Bernkastel-Kues wiesen in 8% der Population von *Hyalesthes obsoletus* Phytoplasmen des „Brennesseltyps“ nach. Dies korreliert auch mit dem Fundort der Zikaden an ihrer Wirtspflanze, der Brennessel und dem Nachweis von Phytoplasmen des „Brennesseltyps“ an Rebstöcken von mehr als 20 Standorten im Württemberger Unterland. Die Flugphase von *Hyalesthes obsoletus* an Brennesseln war in der 25. bis 27. Kalenderwoche. Dies ist ungefähr 14 Tage später als bei *Hyalesthes obsoletus* an Ackerwinde.

Als potenzielle Maßnahmen gegen die Krankheit werden die gezielte Begrünung oder Übersaat mit Nicht-Wirtspflanzen genannt oder auch das mechanische Entfernen der Horste in den Gassen, besonders vor der Frostperiode, um die an den Wurzeln der Brennesseln lebenden Larven zu schädigen. Nicht beeinträchtigt werden

sollten die Wirtspflanze Brennnessel während der Hauptflugphase im Juni, da sonst eine besonders intensive Suche und damit Übertragung der Krankheit auf die Rebstöcke stattfindet.

Referenzen

Herrmann, J. V., Maixner, M.: Vergilbungskrankheiten an Reben - auf dem Vormarsch? *Rebe & Wein* 7, 19 - 22 (2002).

Lee, I. M., Gundersen-Rindal, D. E., Davis, R. E., Bartoszyk, I. m.: Revised classification scheme of phytoplasmas based on RFLP analyses of 16S rRNA and ribosomal protein gene sequences. *Int. J. Syst. Bacteriology* 48, 1153 - 1169 (1998).

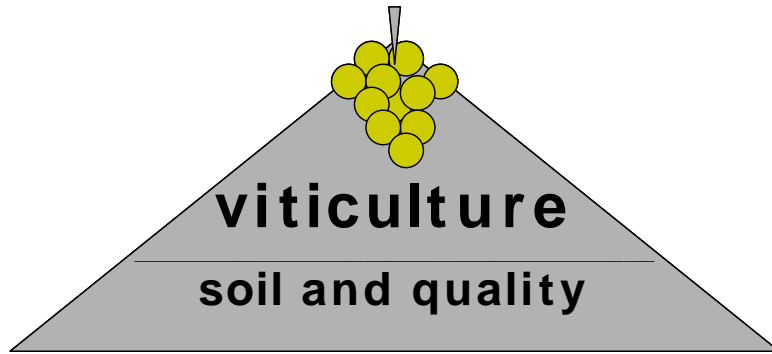
Maixner, M., Ahrens, U., Seemüller, E.: Detection of the German grapevine yellows (Vergilbungskrankheit) MLO in grapevine, alternative hosts and a vector by a specific PCR procedure. *Eur. J. Plant Pathol.* 101, 241 - 250 (1995).

Maixner, M.: Transmission of German grapevine yellows (Vergilbungskrankheit) by the planthopper *Hyalesthes obsoletus* (Auchenorrhyncha: Cixiidae). *Vitis* 33, 103 - 104 (1994).

Autoren-Verzeichnis

- BREIL, Karl**
 Windesheimer Straße 5
 D-55545 Bad Kreuznach
 E-Mail: karl-ulla-breil@t-online.de
- LORENZINI, Fabrice**
 Agroscope RAC Changins
 CH-1260 Nyon
- FARDOSSI, Dr. Adel**
 Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt
 für Wein- und Obstbau
 Wiener Straße 74
 A-3400 Klosterneuburg
 E-Mail: adel.fardossi@hblawo.bmlfuw.gv.at
- MEHOFER, Dipl. Ing. Martin**
 Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt
 für Wein- und Obstbau
 Wiener Straße 74
 A-3400 Klosterneuburg
 E-Mail: Martin.Mehofer@hblawo.bmlfuw.gv.at
- FOX, Rudolf**
 Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für
 Wein- und Obstbau Weinsberg
 Traubenplatz 5
 D-74189 Weinsberg
 E-Mail: Rudolf.Fox@lvwo.bwl.de
- PETERNEL, Manfred**
 Bayerische Landesanstalt für
 Weinbau und Gartenbau
 Herrnstraße 8
 D-97209 Veitshöchheim
- GRUBER, Dipl.-Oen. Bernd**
 Forschungsanstalt Geisenheim
 Fachgebiet Weinbau
 Postfach 11 54
 D-65358 Geisenheim
 E-Mail: Bernd.R.Gruber@fa-gm.de
- PRIOR, Dr. Bernd**
 DLR Oppenheim
 Wormser Straße 111
 D-55276 Oppenheim
 E-Mail: bernd.prior@dlr.rlp.de
- HÄUßER, Sebastian**
 Schellenmüllerweg 10
 D-74357 Bönnigheim
 E-Mail: sebastian.haeusser@web.de
- REUTER, Dr. Stephan**
 Rheinland-Pfalz AgroScience GmbH
 Breitenweg 71
 D-67435 Neustadt/Weinstraße
 E-Mail: stephan.reuter@agrosience.rlp.de
- KAST, Dr. W. K.**
 Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für
 Wein- und Obstbau Weinsberg
 Traubenplatz 5
 D-74189 Weinsberg
 E-Mail: Walter.Kast@lvwo.bwl.de
- REUTHER, Helge**
 Netafim Deutschland GmbH
 Waldstraße 37
 D-67157 Wachenheim
 E-Mail: helge.reuther@netafim.de
- LÖHNERTZ, Prof. Dr. Otmar**
 Forschungsanstalt Geisenheim
 Fachgebiet Bodenkunde
 Postfach 11 54
 D-65358 Geisenheim
 E-Mail: Otmar.Loehnertz@fa-gm.de
- RIEDEL, Dr. Monika**
 Staatliches Weinbauinstitut
 Merzhauser Straße 119
 D-79100 Freiburg
 E-Mail: monika.riedel@wbi.bwl.de

- RUPP, Dr. Dietmar
Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für
Wein- und Obstbau Weinsberg
Referat Rebenzüchtung und Rebenveredlung
Traubenplatz 5
D-74189 Weinsberg
E-Mail: Dietmar.Rupp@lvwo.bwl.de
- SCHULTZ, Prof. Dr. Hans Reiner
Forschungsanstalt Geisenheim
Fachgebiet Weinbau
Postfach 11 54
D-65358 Geisenheim
E-Mail: h.schultz@fa-gm.de
- SCHWAB, Dr. Arnold
Bayerische Landesanstalt für
Weinbau und Gartenbau
Herrnstraße 8
D-97209 Veitshöchheim
E-Mail: arnold.schwab@lwg.bayern.de
- SPRING, Jean-Laurent
Agroscope RAC Changins
Centre viticole du Caudoz, 21
Avenue de Rochettaz
CH-1009 Pully
E-Mail: jean-laurent.spring@rac.admin.ch
- STARK-URNAU, Dr. Martina
Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für
Wein- und Obstbau Weinsberg
Traubenplatz 5
D-74189 Weinsberg
E-Mail: Martina.Stark-Urnau@lvwo.bwl.de
- STEINBERG, Prof. Dr. Berhold
Günderoderstraße 3
D-65375 Oestrich-Winkel
- WAGENITZ, Jürgen
SLVA Oppenheim
Wormser Straße 111
D-55276 Oppenheim
E-Mail: juergen.wagenitz@dlr.rlp.de
- ZIEGLER, Dipl. Ing. Bernd
Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum
Rheinpfalz
Breitenweg 71
D-67435 Neustadt/Weinstraße
E-Mail: bernd.ziegler@dlr.rlp.de



International workgroup for soil cultivation and quality management

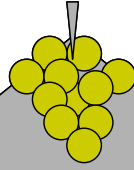
Internationaler Arbeitskreis für Bodenbewirtschaftung und Qualitätsmanagement im Weinbau

formerly: Internationaler Arbeitskreis für Begrünung im Weinbau, founded 1976

VORSTAND

Der „Internationale Arbeitskreis für Bodenbewirtschaftung und Qualitätsmanagement im Weinbau“ setzt sich, nach der Wahl bei der Mitgliederversammlung am 16.09.2005 in Weinsberg, aus nachfolgendem Vorstand zusammen:

1. Vorsitzender	Dr. Arnold Schwab	arnold.schwab@lwg.bayern.de
2. Vorsitzender	DI Hansjörg Hafner	hansjoerg.hafner@beratungsring.org
Ehrevorsitzender	Dr. E. Homrighausen	Am Wallborn 18, D-35396 Gießen
1. Geschäftsführer	DI Martin Mehofer	Martin.Mehofer@hblawo.bmlfuw.gv.at
2. Geschäftsführer	Dr. Monika Riedle-Bauer	Monika.RiedleBauer@hblawo.bmlfuw.gv.at
Kassier	Prof. Dr. Otmar Löhnertz	Otmar.Loehnertz@fa-gm.de
1. Kassenprüfer	Dr. Bernd Prior	bernd.prior@dlr.rlp.de
2. Kassenprüfer	DI Jürgen Wagenitz	juergen.wagenitz@dlr.rlp.de



viticulture
soil and quality

International workgroup for soil cultivation and quality management

Internationaler Arbeitskreis für Bodenbewirtschaftung und Qualitätsmanagement im Weinbau

formerly: Internationaler Arbeitskreis für Begrünung im Weinbau, founded 1976

Das
XVI. Kolloquium
des
Internationalen Arbeitskreises
Begrünung im Weinbau
findet vom
28. – 31. Mai 2008
in Klosterneuburg/Österreich
statt

Geschäftsführer **DI Martin Mehofer**

Mail: Martin.Mehofer@hblawo.bmlfuw.gv.at

Geschäftsführer **Dr. Monika Riedle-Bauer**

Mail: Monika.Riedle-Bauer@hblawo.bmlfuw.gv.at

