

Michael Bromba^{1*}, Christoph Reichmuth¹, Roland Buchhorn², Thomas Strumpf^{1,2}

Effekte verschiedener Unterstockbepflanzungen auf Ertragsniveau, Pflanzengesundheit und Qualität bei Dornfelder Reben

Effects of different types of soil management on yield, plant health and quality of *Vitis vinifera* (cv. Dornfelder)

Zusammenfassung

Ziel des Feldversuches mit Dornfelder-Reben war es, einen Beitrag zum biologischen Pflanzenschutz bzw. Abwehr und Prävention pilzlicher Schaderreger wie *Botrytis cinerea* im Weinbau zu leisten. Der Versuchsanordnung lag die Überlegung zugrunde, dass ätherische Öle von Thymian, Fenchel und Beifuß (wie Thymol, Carvacrol, Lineol) gegen pilzliche Schaderreger wie *Botrytis cinerea*, dem Grauschimmel im Weinbau, fungizide Eigenschaften entwickeln. Besonders die volatile Phase erwies sich der direkten Kontaktapplikation *in vitro* überlegen, so dass es plausibel erschien, diese Effekte nunmehr *in vivo* zu überprüfen.

Die vorgestellte Studie ist daher als Vorversuch hinsichtlich einer systematischen Etablierung von Unterstockbepflanzungen zu bewerten. Das Argument der möglichen Nährstoffkonkurrenz konnte zurückgewiesen werden, im Gegenteil lieferten Unterstockbepflanzungen mit Fenchel, Beifuß und Thymian zum Teil höhere Gehalte an pflanzenverfügbaren Haupt- und Spurennährstoffen. Ursächlich dafür war die induzierte Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit durch mikrobielle Aktivität, stärkere Durchwurzelung, gesteigerte Wurzelexudation und

deren Wechselwirkung auf pflanzenverfügbare Nähr- und Spurenelemente in der Bodenlösung bzw. in den festen, kolloidalen Bestandteilen.

Darüber hinaus konnte belegt werden, dass eine schonende Bodenbearbeitung, die sich mit Aufbringung organischer Materialien, angepasster Schnittführung und Unterstockbepflanzung an Kriterien der erhöhten Bodenfruchtbarkeit orientiert, selbst dann noch ertragsfördernd und qualitätsverbessernd wirken kann, wenn der Bestand schon unter starkem Befall (z. B. mit der Rebholzkrankheit ESCA) steht.

Weiterführende Untersuchungen könnten auf diesen Ergebnissen aufbauen und durch Inokulationsversuche mit pilzlichen Erregern im Freiland den *in vitro* bereits bestätigten Effekt krautiger Pflanzen mit Inhaltsstoffen an ätherischen Ölen, die sich einer direkten Kontaktapplikation entziehen, nachgehen. Letztlich könnten entsprechende Versuche dazu dienen, bisherige Pflanzenschutzmittel – im Weinbau hauptsächlich Kupferpräparate und Schwefelverbindungen – zumindest teilweise zu ersetzen oder mit pflanzenbaulichen Maßnahmen der Unterstockbepflanzung zu kombinieren.

Stichwörter: Biologischer Pflanzenschutz, *Botrytis cinerea*, randomisierte Kontrollstudie, *in vivo*, ökologische Bodenbearbeitung, Unterstockbepflanzung, ätherische Öle

*Masterarbeit M. BROMBA „Effekte verschiedener Bodenbearbeitungsvarianten auf Ertragsniveau, Pflanzengesundheit und Qualität bei Dornfelder Reben“. Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, 2008

Institut

Julius Kühn-Institut - Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz, Berlin¹

Julius Kühn-Institut - Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Zentrale Versuchsfelder Kleinmachnow/Berlin²

Kontaktanschrift

Dipl.-Soziologe M.Sc. Int. Agric. Michael Bromba, c/o Dr. Thomas Strumpf, Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Königin-Luise-Str. 19, 14195 Berlin, E-Mail: brombam@zedat.fu-berlin.de oder thomas.strumpf@jki.bund.de

Zur Veröffentlichung angenommen

April 2009

Abstract

This article presents results of a field trial on effects of different types of soil management on yield, plant health and quality of *Vitis vinifera* (Dornfelder). It was investigated if and why straw cover, conventional mechanical weed control, winter cropping and permanent grass cover differ with regard to yield, plant health and quality. Theoretically, a soil management that favours organic matter input is expected to result in higher soil fertility, higher microbial activity and lead to long-term more stable yields. In a randomized control study on the experimental field of the Julius Kühn-Institut, Federal Research Centre for Cultivated Plants in Berlin-Dahlem (formerly the Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry) 700 *Dornfelder*-vines were planted and their interrangs were laboured according to the above mentioned soil management systems. Special concern was dedicated to the development of macro and micro nutrient content in the soil, in the leaves and finally in the berries.

The analysis showed a remarkably higher mineralization of nitrogen (N_{\min}) in the soil when the interrang was covered with straw. This correlated with the highest yield and the highest potential degree (vol. alc.) of all cases under investigation. Furthermore soil analysis with ICP-OES revealed that contents of potassium and calcium had increased significantly in soils treated with straw. On the other hand, contents of micro nutrients as B, Fe, Cu, Mn and Zn were higher in winter wheat/winter rye plots. But this surplus was not transferred to the berries, whereas contents of the above mentioned micronutrients were highest in the berries from straw cover soil management systems. With regard to plant health, no differences were detected between the different types. A microvinification resulted in satisfactory sensoric quality with red wine of winter cropping plots outstanding in taste and colour followed by straw cover soil management systems.

In addition, a new type of labouing the soils *under* the vines – the rangs themselves – was established to investigate the effects of herbs with volatile essential oils. It is well known that Thyme (*Thymus* spp.), Mugwort (*Artemisia* spp.) and Fennel (*Foeniculum* spp.) can exhibit fungicide effects *in vitro* towards *Botrytis cinerea*. In 2006, these herbs were planted in early spring under *Dornfelder*-vines. Surprisingly, Fennel gave the best sensoric results after microvinification and the highest yield compared to Mugwort and Thyme. The Fennel cropping system revealed also the highest contents of copper, manganese and zinc in the soil of the respective rang but the opposite was true for the content of these micronutrients in the pulp. All cropping systems contained considerably more soil micronutrients in the course of the vegetation. This effect was possibly due to plant-root-interactions which led to a release of formerly fixed micronutrients (decomplexation).

Key words: Biological plant protection, soil management, yield, plant health, quality, *Vitis vinifera*, herbs, essen-

tial oils, *Thymus* spp., *Artemisia* spp., *Foeniculum* spp., micro nutrients

Einleitung

Es konnte *in vitro* nachgewiesen werden, dass ätherische Öle bestimmter Gewürzpflanzen antimikrobielle Wirkungen aufweisen. Die Applikation ätherischer Öle wird z. B. auch im Zusammenhang mit der Konservierung lagerfähiger Erntegüter diskutiert. Zum einen bilden auch pilzliche Erreger zunehmend Resistenzen gegenüber bisherigen Fungiziden aus. Zum anderen sind hohe Gehalte bzw. Rückstände von Pflanzenschutzmitteln weder im Erntegut noch in der Umwelt tolerierbar. So wird der Ersatz von Methylbromid zur Bekämpfung von Vorratschäden beim Pfirsich durch die alternative Behandlung mit flüchtigen Verbindungen (Benzaldehyden) aus natürlichen Abwehrprozessen der Frucht selbst in Erwägung gezogen, die bestimmten Komponenten ätherischer Öle chemisch ähnlich sind (WILSON, 1997). So zeigten mehrere Studien, dass der Auftrag ätherischer Öle das Auswachsen von Hyphen pilzlicher Erreger in Petrischalen verhinderte, wobei sich die Applikation in der flüchtigen Phase der Kontaktapplikation bezüglich ihrer Effizienz überlegen zeigte. Zumindest unter Laborbedingungen gelten Origanum und Thymian als Vertreter der Lippenblütler – mit Phenolen als Hauptbestandteilen – als besonders wirksam gegen *Botrytis cinerea*, einem der wichtigsten pilzlichen Erreger im Weinbau. So wirkten *in vitro* bereits 150 µg/ml Destillat von *Origanum vulgare* bzw. *Thymus capitatus* fungistatisch gegenüber *Botrytis cinerea* – gemessen am radialen Auswachsen des in Petrischalen inokulierten Erregers (DAFERA et al., 2003; WILSON et al., 1997). Auch in der Gruppe der Doldengewächse (z. B. Anis, Kümmel und Fenchel) mit quantitativ vorherrschenden Bestandteilen wie Anethol und Carvon wurden antimikrobielle Wirkungen nachgewiesen, die teilweise herkömmlichen Antibiotika wie Tetracyclinen oder Chloramphenicol deutlich überlegen waren (ELGAYAR et al., 2001). *Artemisia* spp. als Vertreter der Korbblütler mit Kampfer und 1,8 Cineol als wichtigsten Inhaltsstoffen zeigte sich effektiv in der Bekämpfung von *Aspergillus niger*, *Fusarium culmorum* aber auch *Botrytis cinerea* (GRAVEN et al., 1992; SOYLU et al., 2005).

Gegen eine direkte Applikation ätherischer Öle sprechen die teilweise schwer zu handhabenden Applikationsbedingungen, weil sie nur in einem engen Temperaturbereich eingesetzt werden können. Nachteilig sind auch die hohen Kosten für die Gewinnung bzw. Biosynthese ätherischer Öle.

In einem Freilandversuch (Abb. 1) sollten daher *in vivo* fungizide Eigenschaften von ätherischen Pflanzeninhaltsstoffen gegenüber *Botrytis cinerea* (Grauschimmel) und möglicherweise *Oidium tuckeri* (echter Mehltau) und *Plasmopara viticola* (falscher Mehltau) überprüft werden.

Dazu wurden Thymian, Fenchel und Beifuß in den Unterstockbereich der Reben gepflanzt. Gegen eine Unter-

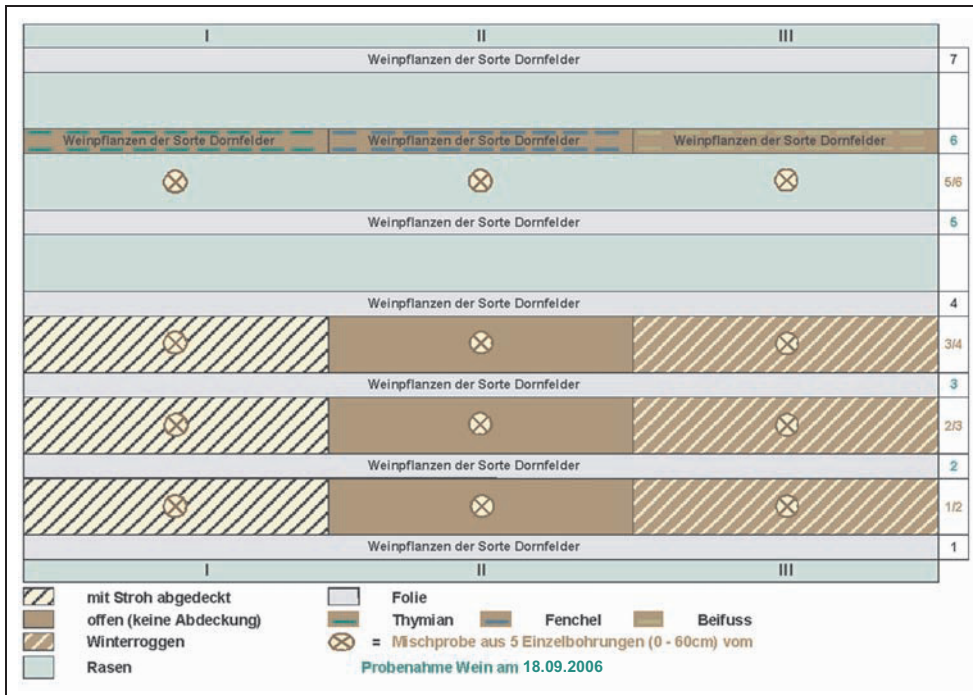


Abb. 1. Anordnung der Bepflanzung und Varianten bei einem Versuch auf dem Versuchsfeld des JKI in Berlin-Dahlem; Versuchsplanung 2006.

stockbepflanzung sprechen mögliche Konkurrenzen um Wasser, Licht und Haupt- bzw. Spurennährelemente zwischen Untersaaten bzw. Unterstockbepflanzungen und den Reben selbst. Daher wurden als zusätzliche Varianten Bodenbearbeitungsmaßnahmen der Strohabdeckung, der Teilzeitbegrünung und der mechanischen Offenhaltung des Bodens an vergleichbaren Parzellen der Versuchsanlage in die Studie einbezogen. Das Versuchsdesign lehnte sich eng an eine Vergleichsstudie aus Österreich (REDL, 1998) an, die Aspekte der Ertragsstärke, des phytosanitären Zustandes und der Qualität bei den Rebsorten „Welschriesling“, „Grüner Veltliner“ und „Blauburgunder“ unter verschiedenen Regimen der Bodenbearbeitung im Zeitverlauf überprüfte. Aufgrund erhöhter Bodenfruchtbarkeit und stärkerer Mineralisierungsleistungen des Bodens werden bei Strohabdeckung sowie Teilzeitbegrünung höhere Haupt- und Spurennährelementgehalte sowohl im Boden als auch in den Trauben erwartet, als das in den Varianten mit ständiger Offenhaltung des Bodens beziehungsweise der Dauerbegrünung der Fall sein sollte. Das müsste sich auch in niedrigerem Befallsdruck mit pilzlichen Erregern und unter Umständen auch in höherer Ertragsstärke sowie anhand bestimmter Qualitätsmerkmale (sensorische Qualität, Säuregehalt und Oechslegrad) des ausgebauten Weines zeigen.

Material und Methoden

Die Reben der Sorte „Dornfelder“ sind 2001 in der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA), Berlin-Dahlem, aufgepflanzt und in den letzten Jahren teilweise durch Neupflanzungen ersetzt worden, wodurch sich insgesamt ein relativ heterogener Bestand

ergab. Die betreffenden Rebstöcke waren bereits Grundlage eines anderen Inokulationsversuches mit *Trichoderma* spp. zu möglichen antagonistischen Wirkungen gegenüber Erregern der Rebholz-Krankheit ESCA. Gemäß dieser Versuchsplanung variierten jedoch die einzelnen Versuchsglieder zufällig innerhalb der Reihen, daher waren systematische Effekte vor Versuchsbeginn auszuschließen. Thymian (*Thymus vulgare*) und Fenchel (*Foeniculum vulgare*) wurden im zeitigen Frühjahr 2006 – und ab Mai 2006 Beifuß (*Artemisia annua*) – direkt unter Stock gepflanzt (Abb. 2), wobei eine Startdüngung mit verzögerter N-Abgabe erfolgte.

Auf weitere Düngungsmaßnahmen wurde bewusst verzichtet. Die Pflanzdichte lag zwischen drei bis sieben Pflanzen auf den Quadratmeter. Der Aufwuchs war zufriedenstellend, wobei sich bedingt durch den gleichen Pflanztermin aufgrund der unterschiedlichen Wuchsstärke auch unterschiedliche Reifeszustände zum Zeitpunkt der Lese ergaben. So musste Beifuß mehrmals nachgeschnitten werden, um bei den Reben nicht unnötig Lichtmangel zu induzieren. Auch Fenchel entwickelte sich gut; hier war der relativ späte Pflanztermin von Vorteil, da die Reben nicht mehr überwachsen werden konnten.

Eine Bestimmung der Gehalte an Einzelkomponenten in den ätherischen Ölen bzw. die Hauptkomponentenanalyse des ätherischen Öles erfolgte an dem Institut für Getreideverarbeitung in Bergholz-Rehbrücke, wobei gaschromatographisch sämtliche Bestandteile ab einem Flächenprozent erfasst wurden. Zuvor wurden die Nettoproben drei Stunden destilliert. Die ermittelten Gehalte an Thujon, Thymol, *trans*-Anethol, Sabinen sowie von β -Thujon liegen im Normalbereich (Tab. 1).

Zusätzlich wurden in einem randomisierten, kontrollierten Design verschiedene Bodenbearbeitungsvarianten, wie sie im ökologischen Land- und Weinbau disku-



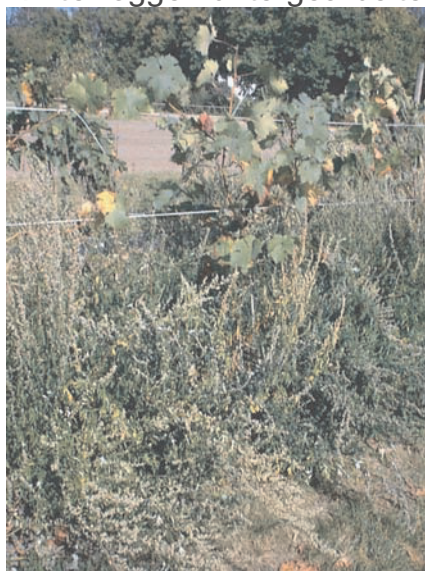
Rasen



Winterroggen untergearbeitet



mit Stroh



mit Beifuß



mit Fenchel



mit Thymian

Abb. 2. Unterstockbepflanzungen mit Gewürzpflanzen und anderen Varianten in der Versuchsanlage des Versuchsfeldes des JKI in Berlin-Dahlem (Aufnahmen vom 22.09.2006).

Tab. 1. Hauptkomponentenanalyse der ätherischen Öle der Unterstockpflanzen Thymian (*Thymus vulgare*), Fenchel (*Foeniculum vulgare*) und Beifuß (*Artemisia annua*)

Thymian [Flächenprozent]	Fenchel [Flächenprozent]	Beifuß [Flächenprozent]			
Thymol	55,6	Anathol, trans	52,6	Sabinen	10,9
p-Cymen	11,8	α -Pinen	19,9	β -Thujon	10,9
γ -Terpinen	11,5	α -Phellandren	15,3	Germacren D	6,6
Carvacrol	4,7	Methyl-Cavicol (Estragol)	2,2	Spathulenol	4,8
β -Caryophyllen	1,9	Myrcen	1,8	α -Pinen/ α -Thujen	4,8

Tab. 2. Gehalte von Nähr-, Spurenelementen und -ionen im Saft von Dornfelder-Reben bei verschiedenen Bodenbearbeitungsvarianten, Probenahme im Oktober 2006

Reihe	Variante	B	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	PO ₄	SO ₄	Zn
[mg/l]											
2	Stroh	1,74	19	0,36	0,17	1770	61	0,17	699	248	0,24
2	offen	2,26	17	0,12	0,11	1580	62	0,21	491	235	0,24
2	Wi-Ro	1,51	19	0,11	0,11	1440	55	0,17	420	206	0,13
3	Stroh	1,32	17	0,25	0,14	1660	56	0,18	656	229	0,23
3	offen	2,27	20	0,17	0,13	1500	63	0,21	432	229	0,21
3	Wi-Ro	1,88	17	0,13	0,10	1400	60	0,17	346	174	0,26
5	Rasen	1,85	18	0,22	0,12	1420	54	0,17	384	202	0,19
6	Thymian	2,09	39	0,25	0,21	1700	72	0,30	372	211	0,32
6	Fenchel	1,44	20	0,18	0,13	1395	56	0,18	269	168	0,20
6	Beifuß	1,27	38	0,22	0,14	1427	54	0,26	282	147	0,25

tiert und praktiziert werden, in die Versuchsanlage integriert. So wurden jeweils zwei Parzellen – ein Drittel einer Reihe mit etwa 100 Rebstöcken – im Herbst 2005 umgefräst und mit Stroh abgedeckt, weitere zwei Parzellen wurden als Kontrolle offen („schwarz“) gehalten, und zwei Parzellen wurden einer alternierenden Winter- bzw. Frühjahrsbegrünung (der Einsaat von Winterroggen/Winterwicke und anschließendem Mulchen) unterworfen. Die Reihe mit der Unterstockbepflanzung wurde dauerbegrünt belassen bzw. mehrmalig gemäht.

Die Lese der Rebstöcke erfolgte per Hand am 25.09.2006 bei trockenem Wetter und warmen Temperaturen. Ausgewählt wurden nur die lesefähigen Trauben. Die Gewichtsmessung erfolgte einen Tag später, kurz vor der Einmischung und der Bestimmung der titrierbaren Gesamtsäure bzw. des Oechslegrades.

Ergebnisse

Zur Überprüfung möglicher Wuchskonkurrenzen wurden Analysen der Gehalte an Nähr- und Spurennährelementen und -ionen im Boden, den Blättern und den Beeren durchgeführt. Dabei waren die Gehalte an pflanzenverfügbarem Calcium und Kalium bei der Strohabdeckung deutlich höher im Boden vertreten als bei mecha-

nischer Offenhaltung des Bodens. Die Begrünung mit Winterroggen/Winterwicke lag dabei aufgrund der Nährstoffentzüge am niedrigsten.

Die höchsten Kaliumgehalte der Strohabdeckung spiegeln sich im Saft (Tab. 2) und Trester der Dornfelder-Beeren wieder, ebenso die höchsten Phosphorgehalte im Boden bei Teilbegrünung im Saft, Trester und den Kernen. Theoretisch erwartete Effekte der Freisetzung komplexierter Spurennährelemente wie Bor, Eisen, Kupfer, Mangan und Zink durch erhöhte Mikroorganismenaktivität bei Nachlieferung organischen Materials konnten nur für die Variante der Winterbegrünung nachgewiesen werden. Dieses Ergebnis schlug sich jedoch nicht in den Gehalten der für die Weinbereitung entscheidenden Beerenbestandteile Saft und Trester nieder. Bei Strohabdeckung lagen die Gehalte an Kupfer, Zink, Eisen und Mangan deutlich höher als bei den anderen Varianten.

Die Ergebnisse der Blattanalysen zeigen höhere Kupfer-, Mangan- und Zinkgehalte bei der Fenchelvariante, wobei statistisch auf Effekte der *Trichoderma ssp.*-Inokulation kontrolliert wurde und damit eine konkurrierende Erklärung für Differenzen in Nährstoffgehalten der Blätter ausgeschlossen wurde. Interessanterweise wurden die höheren Spurennährelementgehalte in den Blattmassen der Fenchel-Variante nicht in die der Gärung und

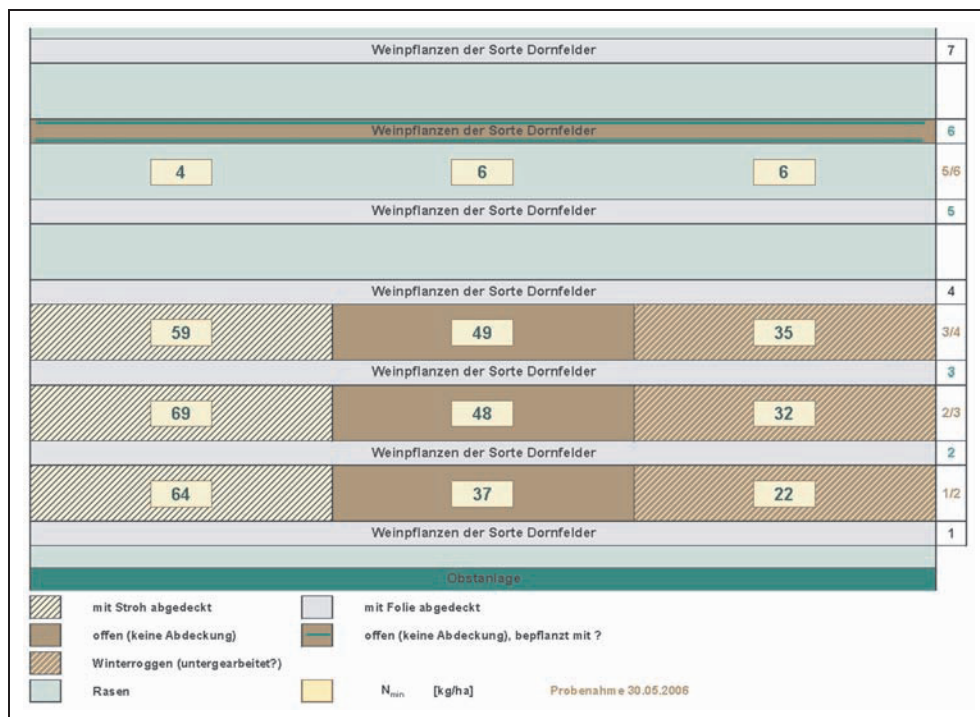


Abb. 3. Anlage der Versuche auf dem Versuchsfeld in Berlin-Dahlem zur Bestimmung der N_{min} -Gehalte mit Probenahme am 30. Mai 2006.

Weinbereitung zugrunde liegenden Beerenbestandteile des Saftes und des Tresters weitergegeben; im Gegenteil zeigten die Analysen die niedrigsten Werte hinsichtlich Eisen, Mangan, Kupfer und Zink (Tab. 2) im Vergleich mit der Beifuß- und Thymian-Variante.

Besonders augenfällig waren die Effekte der verschiedenen Bodenbearbeitungsvarianten hinsichtlich des N_{min} -Gehaltes (Abb. 3). Der N_{min} -Gehalt lag in der dauerbegrünten Fahrgasse zwischen 4 und 6 kg N/ha und war somit sehr niedrig. Hier wird der Effekt einer unterbliebenen Bodenbearbeitung der Fahrgassen sehr deutlich. Die Bodenbearbeitungsvariante „Stroh“ ohne Einarbeitung wies einen um den Faktor 10 höheren N_{min} -Gehalt im Mai 2006 auf. Der Stickstoffaustrag durch Verrottungsvorgänge scheint dabei der entscheidende Faktor gewesen zu sein. Dauerbegrünungen unter anhaltenden Trockenperioden hingegen sind trotz mehrmaliger Begrünung von Nachteil.

Die Ergebnisse der Gewichtsmessung in Tab. 3 zeigen deutlich, dass die Variante der Strohabdeckung zu den

höchsten durchschnittlichen Traubengewichten führte, gefolgt von den Ergebnissen der Teilzeit- bzw. Winterbegrünung und Graseinsaat des Fahrstreifens (Dauerbegrünung). Die Variante der Offenhaltung wurde nicht gelesen und damit von weiteren Analysen ausgeschlossen. Diese Parzelle war augenscheinlich aufgrund der erfolgten Offenhaltung dem Winter am stärksten ausgesetzt. Genau an der artifizell gezogenen Drittelgrenze begann sich der Bestand im Verlaufe des Frühjahrs auszulichten. Es konnte kaum noch Austrieb oder Blühbeginn beobachtet werden. Vermutet wurde eine Schädigung durch Frost, zusätzlich zu dem induzierten Schwähegrad durch den ESCA-Stammversuch. Die Unterstockbepflanzung mit Fenchel schnitt vergleichsweise gut ab, obwohl keine Bearbeitung der umgebenden Fahrgassen und keine weiteren Düngemaßnahmen erfolgten. Bei der Bepflanzung des Unterstockbereiches mit Beifuß hingegen wurden Wuchskonkurrenzen deutlich sichtbar, die sich auch in den Ertragsparametern auswirkten.

Tab. 3. Traubengewichte des Lesegutes der unterschiedlichen Versuchsvarianten

Versuchsvariante	Mittelwert (g)	Standardabweichung (g)	Median (g)	Maximum (g)
Strohabdeckung	169	72	155	362
Winterbegrünung	150	76	148	400
Dauerbegrünung	154	85	141	433
Thymian	82	54	78	235
Fenchel	112	76	106	366
Beifuß	79	43	74	211

Tab. 4. Qualitative Kennziffern des Lesegutes

Versuchsvariante	Mostgewicht (Oechslegrad)	potentieller Alkoholgehalt (%)	Titrierbare Gesamtsäure (g/l)
Strohbedeckung	84	10,9	7,5
Winterbegrünung	81	10,5	6,6
Dauerbegrünung	87	11,3	8,0
Thymian	76	9,9	10,1
Fenchel	80	10,4	9,4
Beifuß	79	10,3	9,7

In Bezug auf die Qualitätsbestimmung des Lesegutes hinsichtlich Oechslegrad und titrierbaren Gesamtsäuren lag die Variante der Dauerbegrünung, gefolgt von der Strohbedeckung am besten (Tab. 4). Winterbegrünung und Unterstockbepflanzung mit Fenchel ergaben in etwa die gleichen Ergebnisse. Thymian und Beifuß fielen diesbezüglich jedoch nicht weit ab.

Eine Begutachtung der sensorischen Qualität ergab die besten Noten für die Fenchel-Variante. In etwa gleichauf lag die Winterbegrünung.

Die Bonitur der Versuchspartellen auf Befallsdruck mit pilzlichen Schaderregern ergab keine signifikanten Unterschiede. Insgesamt war die Versuchsanlage zumindest in dem Jahr 2006 kaum betroffen.

Diskussion

Eine Dauerbegrünung von Weinkulturen erscheint nach den vorliegenden Ergebnissen als unvorteilhaft. Selbst die Winterbegrünung schnitt sowohl in den Nährstoffgehalten des Bodens wie auch denen der Blätter besser ab, obwohl hier Nährstoffkonkurrenzen mit den Rebstöcken zu befürchten waren. Insbesondere die um den Faktor Zehn niedrigeren N_{\min} -Einträge bei Dauerbegrünung im Vergleich zu der Variante der Strohabdeckung und auch niedrigerer Haupt- und Spurennährelementgehalte der Blätter zeigten, dass eine nicht wendende Bodenbearbeitung einer permanenten Bedeckung des Bodens durch Graseinsaat vorzuziehen ist. Mineralisierungsvorgänge durch vermehrten Eintrag organischen Materials – zum Beispiel durch Strohabdeckung – schlugen positiv zu Buche und erhöhten die Bodenfruchtbarkeit. Das zeigte sich deutlich bei den wesentlich höheren durchschnittlichen Traubengewichten bei Strohabdeckung.

Freisetzungsprozesse im Verlaufe der Vegetationsperiode bei Bor, Eisen, Mangan und Zink in allen Varianten der Unterstockbearbeitung wiesen auf mögliche Interaktionseffekte im System Boden-Pflanze zum Beispiel durch Wurzelexudate oder Mikroorganismenaktivität hin. Eine mögliche Unterversorgung an Spurennährelementen im Boden durch Nährstoffkonkurrenz mit den Unterstock-Bepflanzungen ließ sich nicht feststellen, so dass einer Einsaat von Gewürzpflanzen mit antimikrobiell wirksamen ätherischen Ölen und möglichen antagonistischen Wirkungen gegenüber bestimmten pilzlichen Erregern, wie *Botrytis cinerea*, aus diesem Grunde nichts im Wege steht.

Literatur

- DAFERA, D.J., B.N. ZIOGAS, M. POLISSIOU, 2003: The effectiveness of plant essential oils on the growth of *Botrytis cinerea*, *Fusarium* spp. and *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. *Crop protection* **22**, 39-44.
- ELGAYYAR, M., F.A. DRAUGHON, D.A. GOLDEN, J.R. MOUNT, 2001: Antimicrobial activity of essential oils from plants against selected pathogenic and saprophytic micro organisms. *Journal of Food Protection* **64**, 1019-1024.
- GRAVEN, E.H., S.G. DEANS, K.P. SVOBODA, S., MAVI, M.G. GUNDIDZA, 1992: Antimicrobial and antioxidative properties of the volatile (essential) oil of *artemisia afra* Jacq. *Flavour and Fragrance Journal* **7**, 121-123.
- REDL, H., 1998: Bodenpflege in den trockenen pannonischen Weinbauflächen Österreichs im Spannungsfeld von Ökonomie und Ökologie. Ergebnisse eines Ringversuches über die Auswirkungen verschiedener Bodenpflegesysteme bei mehrjährigem Verzicht auf mineralische Stickstoffdüngung. In: *Gesunder Boden durch Begrünung*, 5. Internationales ATW-Symposium „Technik im Weinbau“, ATW-Arbeitspapier Nr. 256, KTBL, Münster.
- SOYLU, E.M., H. YIGITBAS, F.M. TOK, S. SOYLU, S. KURT, Ö. BAYSAL, A.D. KAYA, 2005: Chemical composition and antifungal activity of the essential oil of *Artemisia annua* L. against foliar and soil-borne fungal pathogens. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* **112**(3), 229-239.
- WILSON, C.L., J.M. SOLAR, A. EL GHAOUTH, M.E. WISNIEWSKI, 1997: Rapid evaluation of plant extracts and essential oils for antifungal activity against *Botrytis cinerea*. *Plant Disease* **81**, 204-210.