



**Einsatz von Mykorrhizapilzen
und Qualitätskomposten bei der Anzucht
von Jungpflanzen im ökologischen
Gemüse- und Zierpflanzenbau**

- SCHLUSSBERICHT TEILPROJEKT 3 -

Herausgeberin:

Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau
in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)
53168 Bonn

Tel.: +49 228 6845-280 (Zentrale)

Fax: +49 228 6845-787

E-Mail: geschaeftsstelle-oekolandbau@ble.de

Internet: www.bundesprogramm-oekolandbau.de

Finanziert vom Bundesministerium für
Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft
im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau

Auftragnehmer:

Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren/Erfurt e.V.,
Fachgebiet Ökologische Land- und Pflanzenbausysteme
der Universität Kassel,
Forschungsinstitut für biologischen Landbau, Frick (CH)

Dieses Dokument ist über <http://forschung.oekolandbau.de> verfügbar.



Einsatz von Mykorrhizapilzen und Qualitätskomposten bei der Anzucht von Jungpflanzen im ökologischen Gemüse- und Zierpflanzenbau

Abschlussbericht des Forschungsprojektes 02OE306 Teil 3

**an die Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau
in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung beim
Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und
Landwirtschaft**

Vertragspartner:

- 1) Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren/Erfurt e.V.
- 2) Universität Kassel, Fachgebiet Ökologische Land- und Pflanzenbausysteme in Zusammenarbeit mit:
Biogarten (Flechtdorf), Kaiser (Frankershausen), Staatsdomäne (Frankenhausen)
- 3) Forschungsinstitut für biologischen Landbau, Frick (CH) in Zusammenarbeit mit:
Universität Basel, Botanisches Institut
Triton Umweltschutz GmbH, Bitterfeld
Betriebe: Schwarz (Villigen), Gerber (Fehraltorf), Flammer (Ringwil), Neubauer (Erlen), Tischhauser (Sevelen), Grossenbacher (Murimoos), Allemann (Frick)

Berichtersteller:

**A. Vieweger, M. Koller, A. Schmid, P. Mäder
Forschungsinstitut für biologischen Landbau, Frick (CH)**

**Laufzeit: 01. Juni 2002 - 31. Oktober 2003
Berichtszeitraum: 01. Juli 2002 - 31. Oktober 2003**

Inhalt

1. ZIELE UND AUFGABENSTELLUNG	5
1.1 PLANUNG UND ABLAUF	5
1.2 WISSENSCHAFTLICHER UND TECHNISCHER STAND	6
2. MATERIAL UND METHODEN	8
2.1 INOKULUM.....	8
2.1.1 Kommerzialisierete Mykorrhiza-Produkte.....	8
2.1.2 Basler Mykorrhiza-Einzelstämme	8
2.2 SUBSTRAT.....	9
2.2.1 Vermehrungssubstrat für Mykorrhiza-Einzelstämme	9
2.2.2 Anzuchtsubstrat für Setzlinge und Jungpflanzen	9
2.2.3 Kompostmischungen für Zierpflanzen	9
2.2.4 Substrat- und Bodenanalysen	10
2.3 PFLANZEN	10
2.4 BONITUR UND ERNTEERHEBUNGEN	10
2.4.1 Benotung der Pflanzen	10
2.4.2 Messung der Sprosslänge und des Sprossdurchmessers.....	10
2.4.3 Beurteilung des Krankheits- und Schädlingsbefalls	11
2.5 BESTIMMUNG VON FRISCH- UND TROCKENSUBSTANZ.....	12
2.6 BESTIMMUNG DES MYKORRHIZAKOLONISIERUNGSGRADES DER WURZELN.....	13
2.6.1 Färben der Wurzeln	13
2.6.2 Auszählen der Mykorrhizastrukturen	14
2.7 GEWÄCHSHAUS- UND FELDVERSUCHE.....	15
2.8 STATISTISCHE AUSWERTUNG	17
3. ERGEBNISSE	18
3.1 ERGEBNISSE UND DISKUSSION.....	18
3.1.1 Vermehrung der 13 Basler Mykorrhiza–Einzelstämme.....	18
3.1.1.1 Vermehrung 2002	18
3.1.1.1.1 Ansetzen des Versuches	18
3.1.1.1.2 Ergebnisse des ersten Versuches (2002).....	21
3.1.1.2 Vermehrung 2003	23
3.1.1.2.1 Ansetzen des Versuches	23
3.1.2 Pelargonien.....	25
3.1.2.1 Versuchsübersicht aller Standorte.....	25
3.1.2.1.1 Substrat und Inokulation	27
3.1.2.1.2 Bewurzeln der Stecklinge.....	27
3.1.2.1.3 Umtopfen.....	28
3.1.2.1.4 Besonderheiten Versuch in Frick	28
3.1.2.2 Jungpflanzen.....	29
3.1.2.3 Bonitur.....	30
3.1.2.4 Ernte	30
3.1.2.5 Zusammenfassung Pelargonien	33
3.1.3 Poinsettien	34
3.1.3.1 Versuchsübersicht beider Standorte.....	34
3.1.3.1.1 Substrat und Inokulation	35
3.1.3.1.2 Spezielles zur Poinsettienkultur	36
3.1.3.2 Jungpflanzen.....	36
3.1.3.3 Bonitur.....	38
3.1.3.4 Ernte	39
3.1.3.5 Zusammenfassung Poinsettien.....	40
3.1.4 Porree	41
3.1.4.1 Winterporree 2002/2003	41
3.1.4.1.1 Versuchsübersicht Standort Villigen	41
3.1.4.1.2 Versuchsübersicht Standort Fehrltorf.....	42
3.1.4.1.3 Jungpflanzen.....	44
3.1.4.1.4 Bonitur des Krankheits- und Schädlingsbefalls während des Wachstums	45
3.1.4.1.5 Ernte.....	46
3.1.4.2 Sommerporree 2003	49
3.1.4.2.1 Versuchsübersicht Standort Murimoos	49
3.1.4.2.2 Versuchsübersicht Standort Fehrltorf.....	50
3.1.4.2.3 Jungpflanzen.....	52

3.1.4.2.4 Bonitur des Krankheits- und Schädlingsbefalls während des Wachstums	55
3.1.4.2.5 Ernte.....	55
3.1.4.3 Zusammenfassung Porree.....	58
3.1.5 Erdbeeren	59
3.1.5.1 Produktevergleich, Konzentrationsversuch und Einzelstämmeversuch 2002 / 2003	59
3.1.5.1.1 Versuchsübersicht aller Standorte	59
3.1.5.1.2 Jungpflanzen.....	63
3.1.5.1.3 Bonitur.....	63
3.1.5.1.4 Ernte.....	64
3.1.5.2 Jungpflanzenbewurzelung 2003	69
3.1.5.2.1 Versuchsübersicht	69
3.1.5.3 Zusammenfassung Erdbeeren.....	73
3.1.6 Diskussion.....	74
3.2 NUTZEN UND VERWENDBARKEIT DER ERGEBNISSE FÜR DEN ÖKOLOGISCHEN LANDBAU	77
4. ZUSAMMENFASSUNG	78
5. GEGENÜBERSTELLUNG DER URSPRÜNGLICH GEPLANTEN ZU DEN TATSÄCHLICH ERREICHTEN ZIELEN	81
5.1 ZIELVERGLEICH	81
5.2 BISHERIGE PROJEKTOUTPUTS.....	82
6. LITERATURVERZEICHNIS	83

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Verfahren Pelargonienversuche mit Mykorrhiza-Mischinokula und Kontrolle	25
Tabelle 2: Kulturprotokolle Pelargonien Ringwil, Erlen und Frick	25
Tabelle 3: Substratzusammenstellung für die Bewurzelung und den Endtopf von Pelargonien	27
Tabelle 4: Versuchsaufbau Pelargonienversuch in Frick	29
Tabelle 5: Verfahren Poinsettienversuche mit Mykorrhiza-Mischinokula und Kontrolle	34
Tabelle 6: Kulturprotokolle Poinsettien Ringwil und Frick	35
Tabelle 7: Verfahren Winterporreeversuche in Villigen mit Mykorrhiza-Mischinokula und Kontrolle	41
Tabelle 8: Kulturprotokoll Winterporree Villigen	42
Tabelle 9: Verfahren Winterporreeversuche in Fehraltorf mit Mykorrhiza-Mischinokula und Kontrolle	43
Tabelle 10: Kulturprotokoll Fehraltorf	43
Tabelle 11: Verfahren Sommerporreeversuche mit Mykorrhiza-Mischinokula und Kontrolle in Murimoos	50
Tabelle 12: Kulturprotokoll Sommerporree Murimoos	50
Tabelle 13: Verfahren Sommerporreeversuche mit Mykorrhiza-Mischinokula und Kontrolle in Fehraltorf	51
Tabelle 14: Kulturprotokoll Sommerporree Fehraltorf	51
Tabelle 15: Substratmischungen bei der Sommerporree Anzucht	51
Tabelle 16: Verfahren Erdbeerversuche mit Mykorrhiza-Mischinokula, -Einzelstämmen (ISCB) und Kontrolle	59
Tabelle 17: Kulturprotokolle Erdbeeren Sevelen und Frick	60
Tabelle 18: Verfahren Erdbeerjungpflanzen-Versuche mit Mykorrhiza-Einzelstämmen und -Mischinokula sowie Kontrolle	70
Tabelle 19: Kulturprotokoll Erdbeerjungpflanzen Frick	70

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Bonitur, Beispiel einer "Notenskala" Pelargonien: 6 (sehr gut) - 1 (sehr schlecht)	10
Abbildung 2: Messung des Schaftdurchmessers von Porree mit einer Schieblehre	11
Abbildung 3: Porreeblatt mit Alternariabefall (<i>Alternaria porri</i>)	11
Abbildung 4: Porreeblatt mit Rostbefall (<i>Puccinia allii</i>)	12
Abbildung 5: Porreeblatt mit Thripsschäden (<i>Thrips tabaci</i>)	12
Abbildung 6: Zerkleinerung des Sprosses einer Poinsettienpflanze für die Frisch- und Trockensubstanz-Bestimmung	12
Abbildung 7: Auswaschen der Wurzeln (hier von Poinsettien)	13
Abbildung 8: Wurzeln in verschliessbares Plastikfläschchen (ca. 30 ml) abgefüllt und in Alkohol (50%-ig) eingelegt, Restmenge in Alu-Schale, bereit zum Trocknen für die Trockensubstanzgehalts-Bestimmung	13
Abbildung 9: Wurzelanzählung unter der Lupe bei 40-facher Vergrößerung	15
Abbildung 10: Mykorrhiza Hyphen und Arbuskel in Porreewurzel bei 250-facher Vergrößerung	15
Abbildung 11: Mykorrhiza Hyphen und Vesikel in Porreewurzel bei 100-facher Vergrößerung	15
Abbildung 12: Pflanzenanordnung von Tagetes und Spitzwegerich innerhalb einer Kiste	18
Abbildung 13: Anordnung der Kisten auf dem Gewächshaustisch	19
Abbildung 14: Mykorrhizavermehrung, Übersicht des Versuchstisches des ersten Versuchs	19
Abbildung 15: Stamm ISCB 45 am 26.7.2002	20
Abbildung 16: Stamm ISCB 14 am 26.7.2002	20
Abbildung 17: Kontrolle am 26.7.2002	20
Abbildung 18: Stamm ISCB 13 am 26.7.2002	20
Abbildung 19: Anzahl Tagetesblüten nach Inokulation mit Basler ISCB Mykorrhizastämmen	21
Abbildung 20: Ernte der Mykorrhiza-Vermehrungspflanzen (3.12.2002)	22
Abbildung 21: Abgeerntete Vermehrungskiste	22
Abbildung 22: Tagetes Frisch- und Trockensubstanz bei der Ernte	22
Abbildung 23: Spitzwegerich Frisch- und Trockensubstanz bei der Ernte	23
Abbildung 24: Pflanzenanordnung für die Mykorrhizavermehrung im Topf	23
Abbildung 25: Topfanordnung mit ISCB – Nummern auf dem Gewächshaustisch	24
Abbildung 26: Mykorrhizavermehrung: Übersicht des Versuchstisches des zweiten Versuchs im Juli 2003	24
Abbildung 27: Stamm ISCB 17	24
Abbildung 28: Stamm ISCB 39	24
Abbildung 29: Stamm ISCB 49	24
Abbildung 30: Kontrolle	24
Abbildung 31: Pelargoniensteckling	28
Abbildung 32: Pelargonienstecklinge in QuickPot-Platte	28
Abbildung 33: Pflanzenbestand Pelargonien im Versuch in Ringwil	28
Abbildung 34: Frischsubstanz der Pelargonien Jungpflanzen (Wurzel und Spross)	29
Abbildung 35: Erste Bonitur der Pelargonien in Erlen	30
Abbildung 36: Sprosslänge der Pelargonien vor der Ernte in Frick	31
Abbildung 37: Trockensubstanz der Pelargonien bei der Ernte in Ringwil (Spross)	31
Abbildung 38: Trockensubstanz der Pelargonien bei der Ernte in Erlen (Spross)	32
Abbildung 39: Mykorrhiza Kolonisierungsgrad der Pelargonienwurzeln bei der Ernte in Frick	33
Abbildung 40: Poinsettien mit schwarzer Plastikfolie verdunkelt	36

Abbildung 41: Wurzeltrockensubstanz der Poinsettien Jungpflanzen in Ringwil (in 20% und 40% Kompostsubstrat).	37
Abbildung 42: Sprosstrockensubstanz der Poinsettien Jungpflanzen in Frick (in 20% und 40% Kompostsubstr.).	37
Abbildung 43: Mykorrhiza Kolonisierungsgrad der Poinsettienjungpflanzen	38
Abbildung 44: Erste Bonitur der Poinsettien in Frick	38
Abbildung 45: Trockensubstanz der Poinsettien bei der Ernte in Ringwil (Spross)	39
Abbildung 46: Mykorrhiza Kolonisierungsgrad der Poinsettienwurzeln bei der Ernte in Frick	40
Abbildung 47: Leichte Frostschäden an Porree trotz Vliesabdeckung in Fehraltorf	43
Abbildung 48: Trockensubstanz der Porreejungpflanzen vor der Pflanzung ins Feld	44
Abbildung 49: Mykorrhizakolonisierung der Porreejungpflanzen an den zwei Standorten Villigen und Fehraltorf	45
Abbildung 50: Thripsbefall in Fehraltorf auf zwei Düngerstufen (N1, N2) (Biorize war signifikant weniger befallen als die Kontrolle, wenn nur diese beiden Verfahren miteinander verglichen wurden (Tuckey-Test))	46
Abbildung 51: Ertrag bei der Porreeernte in Villigen auf zwei Düngerstufen (N1, N2)	47
Abbildung 52: Ertrag bei der Porreeernte in Fehraltorf auf zwei Düngerstufen (N1, N2)	47
Abbildung 53: Mykorrhiza Kolonisierungsgrad der Porreewurzeln bei der Ernte in Villigen auf zwei Düngerstufen (N1, N2)	48
Abbildung 54: Mykorrhiza Kolonisierungsgrad der Porreewurzeln bei der Ernte in Fehraltorf auf zwei Düngerstufen (N1, N2)	49
Abbildung 55: „Lehner“ – Sägerät zur Porreeaussaat	52
Abbildung 56: Porreepflanzen 4 Wochen nach der Saat bzw. Inokulation	52
Abbildung 57: Erste Bonitur der Porreejungpflanzen vor der Pflanzung ins Feld	53
Abbildung 58: Schaftdurchmesser der Porreejungpflanzen vor der Pflanzung ins Feld	53
Abbildung 59: Sprosslänge der Porreejungpflanzen vor der Pflanzung ins Feld	54
Abbildung 60: Frischsubstanz der Porreejungpflanzen vor der Pflanzung ins Feld	54
Abbildung 61: Thripsbefall in Murimoos auf zwei Düngerstufen (N1, N2)	55
Abbildung 62: Ertrag bei der Porreeernte in Murimoos auf zwei Düngerstufen (N1, N2)	56
Abbildung 63: Ertrag bei der Porreeernte in Fehraltorf auf zwei Düngerstufen (N1, N2)	56
Abbildung 64: Mykorrhiza Kolonisierungsgrad der Porreewurzeln bei der Ernte in Murimoos auf zwei Düngerstufen (N1, N2)	57
Abbildung 65: Mykorrhiza Kolonisierungsgrad der Porreewurzeln bei der Ernte in Fehraltorf auf zwei Düngerstufen (N1, N2)	58
Abbildung 66: Erdbeerpflanze nach dem Entfernen der alten und kranken Blätter im März 2003	61
Abbildung 67: Erdbeerblüte bei der Bonitur am 9.5.2003 in Sevelen	61
Abbildung 68: Geerntet und verkauft wurden die Erdbeeren in 250 Gramm Schalen (Sevelen)	62
Abbildung 69: Mykorrhiza Kolonisierungsgrad der Erdbeerjungpflanzen	63
Abbildung 70: Erdbeerblatt mit Rotfleckenbefall in Frick	63
Abbildung 71: Ertrag bei der Erdbeerernte im Produktvergleich Sevelen (Sorten Elsanta und Pegasus)	64
Abbildung 72: Ertrag bei der Erdbeerernte im Produktvergleich Frick (Sorten Elsanta und Pegasus)	65
Abbildung 73: Ertrag bei der Erdbeerernte im Konzentrationsversuch Frick, Triton- Mischinokulum (Sorte Pegasus)	65
Abbildung 74: Ertrag bei der Erdbeerernte im Konzentrationsversuch Frick, Plantworks- Mischinokulum (Sorte Pegasus)	66
Abbildung 75: Ertrag bei der Erdbeerernte im Konzentrationsversuch Frick, Biorize- Mischinokulum (Sorte Pegasus)	66
Abbildung 76: Ertrag bei der Erdbeerernte im Isolateversuch Frick (Sorte Pegasus)	67
Abbildung 77: Mykorrhiza Kolonisierungsgrad der Erdbeerwurzeln bei der Ernte, Produktvergleich Frick (Sorten Elsanta und Pegasus)	68
Abbildung 78: Mykorrhiza Kolonisierungsgrad der Erdbeerwurzeln bei der Ernte, Konzentrationsversuch Frick (Sorte Pegasus)	68
Abbildung 79: Mykorrhiza Kolonisierungsgrad der Erdbeerwurzeln bei der Ernte, Isolateversuch Frick (Sorte Pegasus)	69
Abbildung 80: Versuchsanordnung der Erdbeerjungpflanzen-Bewurzung	70
Abbildung 81: Topfplatte mit 12 Erdbeerpflanzen (hier mit Stamm ISCB 49 Inokulum)	71
Abbildung 82: Bonitur der Erdbeerstecklinge 2 Wochen nach Inokulation (Sorten Elsanta und Pegasus)	71
Abbildung 83: Sprosslänge der Erdbeerjungpflanzen (Sorte Pegasus)	72
Abbildung 84: Sprosslänge der Erdbeerjungpflanzen (Sorte Elsanta)	72
Abbildung 85: Trockensubstanz der Erdbeerjungpflanzen (Spross) (Sorte Elsanta)	73

1. Ziele und Aufgabenstellung

Ziel des Projektes war die Optimierung der Pflanzenanzucht durch AMP Inokulation komposthaltiger Substrate unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus, um einen kombinierten Nutzen von Qualitätskomposten und Mykorrhizen zu erzeugen. Dazu wurden kommerzialisierte AMP Inokula verwendet, und AMP Stämme der Universität Basel, welche aus unterschiedlich intensiven Anbausystemen stammten (Oehl et al, 2003 a,b). Diese sollten die Basis für neuartige AMP Inokula werden.

Versuchsfragen

Aus den obigen Zielen ergaben sich für das Gesamtprojekt folgende Fragestellungen:

Ist Kompost frei von infektiösen AMP Propagulen?

Lassen sich gärtnerische Kulturen, gewachsen in komposthaltigem Substrat unter Praxisbedingungen des ökologischen Landbaus, erfolgreich mit AMP kolonisieren?

Welchen Effekt haben unterschiedliche Kompostanteile im Substrat auf das Pflanzenwachstum?

Wie ist die Wirkung einer AMP Inokulation mit kommerzialisierten Produkten und Basler Stämmen auf Wachstum, Pflanzengesundheit, Blühverhalten und Nährstoffaufnahme von gärtnerischen Pflanzen in der Anzucht beziehungsweise im Feld?

Wie groß ist die native AMP Vielfalt an ausgewählten Versuchsstandorten und kann der Inokulationserfolg mit molekularbiologischen Methoden gemessen werden?

1.1 Planung und Ablauf

Basis der Planung bildeten der Projektantrag der Bietergemeinschaft IGZ, FÖL und FiBL vom 15.04.2002 und der Vertrag des BLE vom 17.07.2002.

An einem Vorbereitungstreffen am 17./18. Juni 2002 in Grossbeeren (DE) wurde die Detailplanung erarbeitet. Bei zwei weiteren Treffen im Februar 2003 in Frick (CH) und im September 2003 in Witzenhausen (DE) wurden die Ergebnisse der ersten und zweiten Projektphase vorgestellt und diskutiert. Zudem wurde im März 2003 am BLE in Bonn über den Stand des Projektes berichtet und ein revidierter Arbeitsplan für das Jahr 2003 erstellt.

Das Projekt gliederte sich in folgende Teile (in Klammer stehen beteiligte Institutionen)

- Herstellung von Komposten und Substraten inkl. Qualitätskontrolle (FÖL)
- Vermehrung von Basler AMP Stämmen (FiBL)
- Mikroskopische Überprüfung der Basler AMP Stämme nach Vermehrung (Univ. Basel)
- Gewächshausversuche mit AMP zum Wachstum, Blühverhalten und zur Nährstoffaufnahme (IGZ, FÖL, FiBL)
- Gewächshausversuche mit AMP zur Krankheitsunterdrückung (FÖL)
- Feldversuche mit AMP zum Wachstum und zur Pflanzengesundheit (FÖL, FiBL)
- Molekulare Bestimmung des AMP Inokulationserfolgs im Feld (Univ. Basel)

Die Gewächshausversuche wurden einerseits mit kommerzialisierten AMP Stämmen durchgeführt, andererseits mit selektionierten Basler Stämmen. Die Firma Triton begleitete Experimente, in denen ihr Inokulum verwendet wurde. Die vorgesehene

Massenvermehrung von Basler Stämmen erwies sich im Verlaufe des Projektes als nicht nötig.

Dieser Bericht ist Teil von insgesamt vier Projektberichten der IGZ, FÖL, FiBL und des Botanischen Instituts der Universität Basel (UniBas).

Schutzrechte und Schutzrechtsanmeldungen die einer späteren Ergebnisverwertung entgegenstehen können:

Die Universität Basel stellte der Bietergemeinschaft IGZ, FÖL-Universität Kassel und FiBL-Schweiz (CH) 11 Elite-Mykorrhizastämme für wissenschaftliche Experimente zur Verfügung. Die Stämme wurden in einem durch das Schweizerische Departement für Entwicklung und Zusammenarbeit (DEZA) geförderten Projekt "Indo Swiss Collaboration in Biotechnology (ISCB) isoliert. Eine mögliche kommerzielle Nutzung dieser Mykorrhizastämme muss zu einem späteren Zeitpunkt mit der Universität Basel (Prof. Andres Wiemken) und dem DEZA abgesprochen werden. Die Stämme dürfen nicht ohne Einwilligung der Universität Basel und des DEZA kommerzialisiert und an Dritte weitergegeben werden.

1.2 Wissenschaftlicher und technischer Stand

Im ökologischen Anbau nach VO (EWG) 2092/91 ist die Pflanzenanzucht besonders anspruchsvoll, weil wenige Hilfsstoffe wie leichtlösliche Dünger und wirksame Pestizide zur Verfügung stehen (Schaser et al, 2003).

Als Alternativen sind im ökologischen Landbau Komposte als Zuschlagstoff zu Substraten ein vielbeachtetes Agens. Eine soeben erschienene Literaturstudie fasst die zahlreichen positiven Wirkungen von Komposten auf das Pflanzenwachstum zusammen (BUWAL, 2003). Diese lassen sich über verbesserte biologische, chemische und physikalische Eigenschaften von Substraten erklären. Der Regulierung von Wurzelkrankheiten durch suppressive Komposte kommt dabei eine hervorragende Stellung zu. Komposte sind deshalb eine interessante Alternative zur Kulturstabilisierung bei einer Reihe von Kulturen und Wirt-Pathogenverhältnissen (Hoitink et al. 1999; Schüler et al., 1989; Bruns und Schüler, 2000). Fragen bestehen unter anderem bezüglich des maximal möglichen Kompostanteils in den Substraten. Bei zu hohen Kompostanteilen als Torfersatz kann es zu Problemen mit Salzstress und physikalischen Eigenschaften der Substrate kommen, die Wasser- und Lufthaushalt und damit das Pflanzenwachstum negativ beeinflussen.

Arbuskuläre Mykorrhizapilze (AMP) haben unter natürlichen und naturnahen Bedingungen oft positive Wirkungen auf die Pflanzen (Mäder et al., 2000). Intensive Nutzung des Bodens reduziert die AMP Artenvielfalt und das AMP Infektionspotenzial von Böden drastisch (Oehl et., 2003 a). Deshalb ist der Einsatz von AMP Inokula in der pflanzlichen Produktion von grossem Interesse. Während die Rolle dieser Wurzelsymbiosepilze für die Nährstoffaufnahme, die Steigerung der Stressresistenz und der Abwehr von Pflanzenkrankheiten unter mehrheitlich artifiziiellen Bedingungen eingehend untersucht worden ist (George, 2000; Gianinazzi und Schüepp, 1994), kommt der gezielten Anwendung im mitteleuropäischen Raum bisher keine große Bedeutung zu. In kürzlich veröffentlichten Studien hat sich bestätigt, dass zwar AMP Stämme verschiedene landwirtschaftliche und gärtnerische Kulturarten relativ unspezifisch kolonisieren, dass aber die Funktionalität der Symbiose spezifisch sein kann zwischen AMP Stamm und Wirtspflanzenart (Koomen

et al., 1987; van der Heijden et al., 1998). Dies legt nahe, nach passenden AMP Stamm/Wirt-Kombinationen zu suchen.

In eigenen Vorabklärungen hat sich gezeigt, dass in den gebräuchlichen Anzuchtsubstraten für Gemüse- und Zierpflanzen Mykorrhizen nicht oder in äusserst geringer Dichte vorkommen – in der notwendigen Hitzephase zur Hygienisierung der Komposte sterben vermutlich auch allenfalls vorhandene Mykorrhizapilze ab. Hersteller von kommerzialisierten AMP Inokula weisen zudem darauf hin, dass Komposte wegen ihres Nährstoffgehaltes oder anderer Faktoren die Etablierung von inokulierten AMP hemmen können.

Im Rahmen eines Forschungsprojektes der Universität Basel wurden im Grenzgebiet Schweiz-Deutschland-Frankreich in Böden verschiedener Nutzungsintensität 51 Mykorrhizastämme gesammelt und in Kultur genommen (Oehl et al; 2003 a,b). Diese Sammlung ist damit weltweit eine der grössten. Ausgewählte, kultivierte Mykorrhizastämme dieser Kollektion wurden an der Universität Basel in einem umfangreichen Screening bezüglich des Wachstums von Erdbeeren, Porree, Weizen und Soja selektioniert. Die Elitestämme dieser Mykorrhizaarten wurden im Rahmen dieses Projektes weitervermehrt und von den Projektpartnern in praxisorientierten Versuchen geprüft.

In den vergangenen Jahren hat auch die anwendungsorientierte Mykorrhizaforschung grosse Fortschritte erzielt und in zahlreichen Ländern wurden Firmen gegründet, welche Mykorrhizainokula produzieren (in Deutschland u.a. die Firma Triton, Bitterfeld). Mit diesen kommerzialisierten Inokula existiert bereits einige Erfahrung – aber die Robustheit der Mykorrhizawirkung unter verschiedenen Umweltbedingungen muss weiter kulturspezifisch abgeklärt werden.

Die Kombination zwischen suppressiven Komposten und Mykorrhizapilzen ist bisher nicht bearbeitet. Die Innovation des vorliegenden Projektes liegt in der Verknüpfung zweier Technologien: dem Recycling von organischen Abfällen und der Nutzbarmachung einheimischer Mykorrhizastämme für die Kultivierung von Spezialkulturen mit hoher Wertschöpfung.

Partner in diesem Projekt waren das Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren/Erfurt e.V. (IGZ), die Universität Kassel, Fachgebiet Ökologische Land- und Pflanzenbausysteme (FÖL) und das Forschungsinstitut für biologischen Landbau, Frick (FiBL CH). Diese Partner arbeiteten zusammen mit der Universität Basel, Botanisches Institut (Univ. Basel), der Firma Triton in Bitterfeld und zahlreichen Betrieben.

In diesem Projektteil (Teil 3 des FiBL CH) hat sich gezeigt, dass inokulierte Mykorrhiza die Jugendentwicklung von gärtnerischen Kulturen unter Praxisbedingungen fördert, und dass der Ertrag von Beerenpflanzen stark gesteigert werden kann. Im Teil 1 der IGZ wird über die Wirkung von Mykorrhiza auf die Nährstoffaufnahme berichtet, Teil 2 der FÖL fokussiert auf die Krankheitssuppression von Mykorrhizen in Kombination mit Komposten. Teil 4 der Univ. Basel präsentiert Resultate über die Entwicklung der AMP Population in Feldpflanzen nach erfolgter Inokulation. Eine Synthese dieser Teilberichte findet sich in einer Kurzfassung des Schlussberichts (George, 2003).

2. Material und Methoden

Zur Frage des Einsatzes von Mykorrhizainokula in der Jungpflanzenanzucht wurden insgesamt 14 Versuche durchgeführt. Als Inokula wurden kommerzialisierte Produkte und Basler Einzelstämme verwendet. Die eingesetzten Komposte stammten vom FÖL. Als Testpflanzen dienten Pelargonien, Poinsettien, Porree und Erdbeeren.

2.1 Inokulum

2.1.1 Kommerzialisierte Mykorrhiza-Produkte

Als Mykorrhizainokulum wurden drei verschiedene, kommerzielle Mischinokula verwendet (siehe unten). Es handelt sich hierbei um unterschiedliche Tonmineral-Substrate, in welchen die Pilze vermehrt wurden. Sie enthielten daher Pilzsporen, Hyphen und kolonisierte Wurzeln.

Hersteller der kommerziellen Mykorrhizainokula:

PlantWorks Ltd

1/19 Innovation Buildings
S.R.C. Sittingbourne
ME9 8HL Kent
UK

Biorize

Siège social
8, rue Sainte Anne
21000 Dijon
France

Triton

Zörbiger Strasse 24/25
06749 Bitterfeld
Deutschland

2.1.2 Basler Mykorrhiza-Einzelstämme

Die in diesem Versuch verwendeten Mykorrhizastämme wurden vom Botanischen Institut Basel bezogen. Die ausgewählten Stämme hatten dort in Gewächshausversuchen eine positive Wirkung auf das Wachstum von Weizen, Soja, Porree und Erdbeeren unter artifiziellen Bedingungen gezeigt.

Es handelte sich bei allen Stämmen um die Gattung *Glomus*. Folgende Stämme wurden ausgewählt:

ISCB 13, 14, 17, 18, 19, 20, 22 : *Glomus mosseae*

ISCB 34, 39 : *Glomus etunicatum like*

ISCB 45 : *Glomus constrictum*

ISCB 47, 48, 49 : *Glomus lamellosum*

Mit Ausnahme des Stammes ISCB 34 wurden in Basel alle Mykorrhizastämme auf einem Sand-/Löss Gemisch vermehrt. ISCB 34 wurde als einziger Stamm aus einem Erdbeer-Wachstumsversuch entnommen. Nur bei Stamm ISCB 47 und 48 wurden von Fritz Oehl (Botanisches Institut Basel) keine Sporen gefunden, hingegen in allen anderen Inokula.

Das Inokulum wurde am 17.6.2002 entnommen und bis zur Verwendung in verschlossenen Minigrip-Tüten im Kühlraum bei 4°C gelagert.

2.2 Substrat

Je nach Verwendungszweck wurden verschiedene Substrate eingesetzt. Eine chemische Analyse dieser Substrate befindet sich im Anhang.

2.2.1 Vermehrungssubstrat für Mykorrhiza-Einzelstämme

Das Vermehrungssubstrat bestand aus Oildry US Special / Quarzsand K3 / Löss (v/v, 2/2/1)

Das Oildry wurde bezogen von der Firma Maagtechnic in Birsfelden, der Sand von der Firma Trafor AG in Basel und der Löss (nährstoffarmer Unterboden) vom Botanischen Institut in Basel.

Die einzelnen Substratkomponenten wurden vor dem Mischen sterilisiert. Dazu wurde das Oildry und der Sand in Aluschalen (mit Deckel) für 24 Std. bei 120°C im Trockenschrank erhitzt. Der lufttrockene Löss wurde zunächst maschinell mit einer „Retschmühle“ zerkleinert und auf 5 mm gesiebt, bevor er in Autoklaviersäcken 20 Minuten bei 120°C autoklaviert wurde.

Nach der Sterilisation wurde das Oildry in mit Alkohol ausgeriebenen Mörtelkübeln, mit Alufolie abgedeckt, gelagert. Der Sand wurde bis zum Mischen in den gut verschlossenen Aluschalen gelagert, der Löss in den verschlossenen Autoklaviersäcken.

Alle Arbeitsutensilien, Mörtelkübel, Plastikschaufel, Bechergläser und die Arbeitsfläche wurden zuerst mit warmen Wasser gründlich ausgewaschen, danach mit demin. Wasser gespült und abgetrocknet, und zuletzt mit 70% Ethanol ausgerieben. Das Substrat wurde in Mörtelkübeln gemischt und darin bis zum Gebrauch aufbewahrt.

2.2.2 Anzuchtsubstrat für Setzlinge und Jungpflanzen

Für die Anzucht der Porreesetzlinge, sowie zur Bewurzelung von Poinsettien und Pelargonien wurde nicht oder sehr wenig aufgedüngtes Substrat verwendet.

Einerseits wurde **Einheitserde EE0** verwendet. Diese besteht aus 70% mässig zersetztem Torf und 30% Tonanteil. Aufgekalkt wurde sie auf ca. pH 5.5 - 6 ohne weitere Nährstoffzugaben (Einheitserde- und Humuswerke, Gebr. Patzer GmbH, 87474 Buchenberg-Schwarzerd).

Ebenfalls wurde **Klasmann Bio-Potgrond** verwendet. Dieses Substrat wird im ökologischen Gemüsebau verwendet und besteht aus durchfrorenem Schwarztorf mit Weisstorfanteil, 20 Vol.% gütegesicherter Grünkompost, Tonmehl, kohlenaurer Kalk, Hornmehl (Klasmann-Deilmann GmbH, Georg-Klasmann-Strasse 2-10, 49744 Gross Hesepe, Deutschland).

Im Versuch zur Bewurzelung von Erdbeerjungpflanzen wurde die Anzuchterde der Firma **Ökohum** verwendet (Ökohum GmbH, 8574 Ilighausen, Schweiz).

2.2.3 Kompostmischungen für Zierpflanzen

Als Substrat zur Kultivierung der Zierpflanzen (Poinsettien und Pelargonien) wurden zwei verschiedene Kompostmischungen von Christian Bruns (FÖL, Witzenhausen)

verwendet. Diese bestehen aus 40% Kompost, 30% Torf und 30% Holzfasern, beziehungsweise aus 20% Kompost, 50% Torf und 30% Holzfasern.

2.2.4 Substrat- und Bodenanalysen

N_{min} Analysen wurden am FiBL-Labor durchgeführt, Phosphor- und Kaliumanalysen (CAL - Analysen) am FÖL in Witzenhausen. Die Analyseergebnisse sind im Anhang (Tabellen 15-17) zu finden.

2.3 Pflanzen

Folgende Pflanzen wurden in den Versuchen verwendet:

- Pelargonien (Geranie, *Pelargonium peltatum*) Sorte 'Decora rot'
- Poinsettien (Weihnachtsstern, *Euphorbia pulcherrima*) Sorte 'Cortez rot'
- Porree (Lauch, *Allium porrum*) Sorten 'Krystina', 'Arkansas' und 'Prelina'
- Erdbeeren (*Fragaria ananassa*) Sorten 'Elsanta' und 'Pegasus'

Genauere Beschreibungen und Bezugsquellen sind den jeweiligen Versuchsübersichten zu entnehmen.

2.4 Bonitur und Ernteerhebungen

2.4.1 Benotung der Pflanzen

Bei der Benotung/Bonitur wurden die Pflanzen jeweils einzeln bewertet. Aus dem gesamten Pflanzenbestand wurden sechs repräsentative Pflanzen ausgewählt, welche für die Noten 1 (sehr schlecht) – 6 (sehr gut) stehen konnten (Abb. 1). Mit diesen sechs Pflanzen wurde nun jede einzelne Versuchspflanze verglichen. Die Bewertungskriterien waren in erster Linie:

- die Farbe der Blätter und der Blüten (falls ausgebildet)
- die Länge des Sprosses
- die Anzahl der Verzweigungen (Zierpflanzen)
- und vor allem der Gesamteindruck



Abbildung 1: Bonitur, Beispiel einer "Notenskala" Pelargonien: 6 (sehr gut) - 1 (sehr schlecht)

2.4.2 Messung der Sprosslänge und des Sprossdurchmessers

Für die Bestimmung der Sprosslänge wurde jeweils das längste Blatt gemessen.

Die Schaftlänge beim Porree wurde vom Wurzelansatz bis zur Abzweigung des untersten Blattes gemessen.

Um den Sprossdurchmesser beim Porree bestimmen zu können, wurde der Schaft knapp über dem Boden mit einer Schieblehre gemessen (Abb. 2). Da der Schaftquerschnitt eines Porreestengels eine eher ovale Form hat, wurde er sowohl längs als auch in der Breite gemessen, und die Resultate gemittelt.



Abbildung 2: Messung des Schaftdurchmessers von Porree mit einer Schieblehre

2.4.3 Beurteilung des Krankheits- und Schädlingsbefalls

Krankheiten traten nennenswert bei Porree auf und wurden deshalb nur dort bonitiert.

Bei der Bewertung des Befalls mit *Alternaria* (*Alternaria porri*, Purpurfleckenkrankheit) (Abb. 3), Rost (*Puccinia allii*) (Abb. 4) und Thrips (*Thrips tabaci*) (Abb. 5) wurden einzelne Blätter betrachtet. Der Befall wurde prozentual zur Blattfläche geschätzt (Fläche Befall pro Fläche Blatt).

Bei Porree wurde der Befall bei je 20 Blättern pro Verfahren und Wiederholung erhoben.



Abbildung 3: Porreeblatt mit Alternariabefall (*Alternaria porri*)



Abbildung 4: Porreeblatt mit Rostbefall (*Puccinia allii*)



Abbildung 5: Porreeblatt mit Thripsschäden (*Thrips tabaci*)

2.5 Bestimmung von Frisch- und Trockensubstanz

Zur Bestimmung von Frisch- und Trockensubstanz des Sprosses wurde dieser knapp über der Substratoberfläche abgeschnitten. Der Stengel und die Zweige jeder einzelnen Pflanze wurden mit einer Schere zerkleinert (Abb. 6) und im Trockenschrank bei 110°C während 9 Stunden getrocknet.



Abbildung 6: Zerkleinerung des Sprosses einer Poinsettienpflanze für die Frisch- und Trockensubstanz-Bestimmung

Um die Wurzeln weitgehend vom Substrat trennen zu können, mussten sie mit einer starken Wasserbrause ausgespült werden. Bei Topfpflanzen wurde der ganze Wurzelballen aus dem Topf gehoben und nach einem kurzen Wasserbad in ein engmaschiges Sieb (1mm) gelegt. Dort wurden die Wurzeln mit einer starken Brause ausgewaschen (Abb. 7), und anschliessend mit einer Pinzette herausgelesen. Nun wurde das Frischgewicht erhoben. Eine kleine Menge der Feinwurzeln jeder Pflanze wurde in Alkohol (50% Ethanol) eingelegt, um zu einem späteren Zeitpunkt den Mykorrhizakolonisierungsgrad zu ermitteln (Abb. 8). Der verbleibende Wurzelanteil wurde nun zur Trockensubstanzgehalts-Bestimmung bei 110°C während 9 Stunden im Trockenschrank getrocknet.



Abbildung 7: Auswaschen der Wurzeln (hier von Poinsettien)



Abbildung 8: Wurzeln in verschliessbares Plastikfläschchen (ca. 30 ml) abgefüllt und in Alkohol (50%-ig) eingelegt, Restmenge in Alu-Schale, bereit zum Trocknen für die Trockensubstanzgehalts-Bestimmung

2.6 Bestimmung des Mykorrhizakolonisierungsgrades der Wurzeln

2.6.1 Färben der Wurzeln

Bei der Wurzelfärbung wurde nach der Methode der „Referenzmethoden der Eidg. Landwirtschaftlichen Forschungsanstalten“ (2003) gearbeitet.

Kurzbeschreibung

- **Aufhellen der Wurzeln:** Zuerst werden die 1-1.5 cm langen Wurzelproben in ein dickwandiges Reagenzröhrchen gefüllt und mit KOH 2.5% (M = 56.11 g/mol) überschichtet. Anschliessend werden die Röhrchen gut geschüttelt und für 15 min. in einem Ständer in ein Wasserbad mit 90°C gestellt.
- **Spülen:** Die KOH wird dekantiert, während man die Wurzeln mit einem Spatel im Röhrchen zurückbehält. Jedes Röhrchen wird mit Trinkwasser gefüllt, und das Wasser wird nach kurzem Schütteln abgeleert.
- **Ansäuern der Wurzeln:** Anschliessend werden die aufgehellten, gespülten Wurzeln mit HCl 1% (HCL 37%, M = 36.46 g/mol) überschichtet, die Röhrchen gut geschüttelt und die Säure wieder abdekantiert.
- **Färben der Mykorrhizastrukturen:** Die angesäuerten Wurzeln werden mit 0.05%iger Trypanblau-Lösung überschichtet und 30 min. in ein Wasserbad mit 90°C gestellt.
- **Wurzelstrukturen entfärben:** Um den Kontrast zu verstärken, wird die Färbelösung anschliessend abdekantiert, und die Wurzelstücke werden mit saurer Glycerinlösung überschichtet und bis zur Auszählung darin gelagert (mindestens 1 Tag, bis maximal 1 Jahr möglich).

Es wurde Anilinblau anstelle von Trypanblau verwendet.

2.6.2 Auszählen der Mykorrhizastrukturen

Bei der Wurzelauszählung wurde nach der „Grid line intersection method“ www.ffp.csiro.au/research/mycorrhiza/method.html gearbeitet. Hierbei wurden im Boden einer Petrischale horizontale, parallele Linien in einem Abstand von 5 mm mit einer spitzen Nadel eingeritzt. Anschliessend wurden die Wurzelstücke in der Schale ausgelegt und mit einigen Tropfen saurer Glycerinlösung abgedeckt. Unter dem Binokular, bei ca. 40-facher Vergrösserung, konnten nun die Wurzeln nach Pilzstrukturen untersucht werden (Abb. 9). Nur die Schnittpunkte der Wurzeln mit den horizontal eingeritzten Linien wurden beurteilt. Als Mykorrhizastrukturen wurden Arbuskel (Abb. 10), Vesikel (Abb. 11) und Hyphen (Abb. 10 und 11) gezählt. Bei Unsicherheiten und bei allen Pelargonien- und Erdbeerwurzeln wurden auch mikroskopische Präparate angefertigt, die unter dem Mikroskop bei 100-facher Vergrösserung untersucht wurden. Auch hier wurden 100 Schnittstellen pro Probe ausgezählt.

$$\text{Kolonisierung in \%} = \frac{100 * \text{Anz. SP mit AMP Strukturen}}{\text{Anz. Schnittpunkte total}}$$



Abbildung 9: Wurzel auszählung unter der Lupe bei 40-facher Vergrößerung

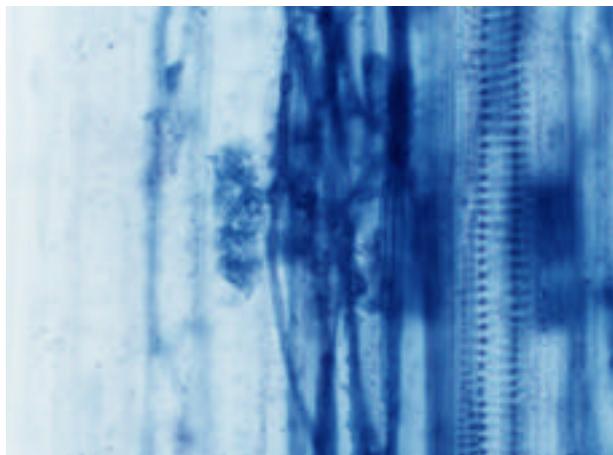


Abbildung 10: Mykorrhiza Hyphen und Arbuskel in Porreewurzel bei 250-facher Vergrößerung

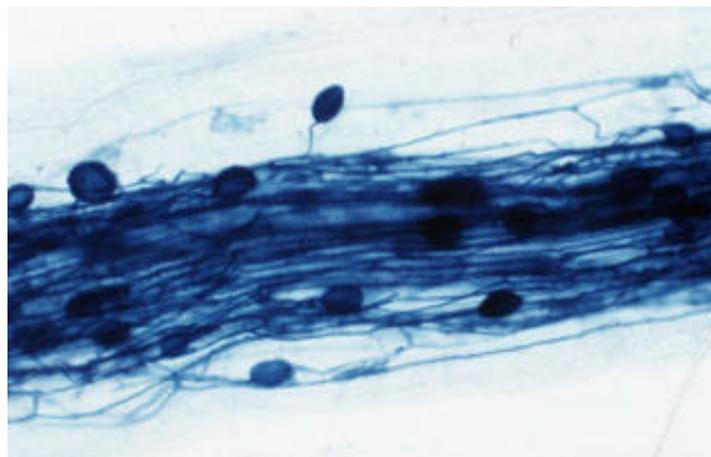


Abbildung 11: Mykorrhiza Hyphen und Vesikel in Porreewurzel bei 100-facher Vergrößerung

2.7 Gewächshaus- und Feldversuche

Sowohl die meisten Gewächshausversuche, als auch die Feldversuche wurden auf Praxisbetrieben durchgeführt (On-Farm Versuche). Die Jungpflanzen wurden am FiBL Guts- und Forschungsbetrieb angezogen (und inokuliert) und nach einigen Wochen an die Bio-Betriebe geliefert. So konnte eine Kultivierung unter praxis-

üblichen Bedingungen sichergestellt werden. Für die Gewächshausversuche wurden zwei Bio-Zierpflanzenbetriebe im Raum Zürich gewählt, die Feldversuche mit Porree fanden in drei verschiedenen Bio-Gemüsegegnereien im Kanton Aargau und Zürich statt. Erdbeeren wurden auf einem Betrieb in Sevelen mit günstigen, und einem Betrieb in Frick mit ungünstigen Standortbedingungen für diese Kultur angebaut.

Gewächshausversuche:**mit Pelargonien bei**

Markus Neubauer
Lenzenbaustrasse 9
8586 Erlen
Schweiz

Bio-Zierpflanzen- und Topfkräutergärtnerei
Vermarktung: Direktverkauf

Kolonie Ringwil
Bruno Flammer
8340 Ringwil
Schweiz

Bio-Gärtnerei einer Strafanstalt mit Schwerpunkt auf Beet-, Balkon- und Topfpflanzen sowie Topfkräuter und Gemüsejungpflanzen
Vermarktung: Direktverkauf, Wochenmarkt

FiBL
Ackerstarsse
5070 Frick
Schweiz

Versuchsgewächshaus

mit Poinsettien bei

Kolonie Ringwil
Bruno Flammer
8340 Ringwil
Schweiz

Bio-Gärtnerei einer Strafanstalt mit Schwerpunkt auf Beet-, Balkon- und Topfpflanzen sowie Topfkräuter und Gemüsejungpflanzen
Vermarktung: Direktverkauf, Wochenmarkt

FiBL
Ackerstarsse
5070 Frick
Schweiz

Versuchsgewächshaus

Feldversuche:**mit Porree bei**

Max Schwarz-Zurkinden
Winkel 1
5234 Villigen
Schweiz

Bio-Gemüsegegnerei
Vermarktung: Grosshandel

Gerber
BioGreens
8320 Fehraltorf
Schweiz

Bio-Gemüsegegnerei
Vermarktung: Grosshandel

Murimoos
Martin Grossenbacher
5630 Muri
Schweiz

Bio-Gemüsegegnerei des Wohn- und Werkheims
Murimoos
Vermarktung: Grosshandel, Direktverkauf

mit Erdbeeren bei

Matthias Tischhauser
Grüelhof
9475 Sevelen
Schweiz

Bio-Obstbaubetrieb mit Spezialgebiet
Beeren- und Apfelanbau
Vermarktung: Grosshandel, Direktverkauf

Pius Allemann
Ackerstrasse
5070 Frick
Schweiz

FiBL-Gutsbetrieb

Die detaillierte Beschreibung der einzelnen Versuche ist zur besseren Übersicht den Ergebnissen in Kapitel 3 vorangestellt.

2.8 Statistische Auswertung

In einem ersten Schritt wurde eine mehrfaktorielle Varianzanalyse mit den Faktoren Mykorrhiza, Wiederholungen und Düngungs- bzw. Kompoststufen und ihren Interaktionen durchgeführt. Im Anschluss daran wurde bei Signifikanz der Varianzanalyse ein Tuckey-Kramertest für die Einzelfaktoren gerechnet (p bei beiden Tests 0.05).

Gearbeitet wurde mit dem Statistikprogramm „JMP“ vom SAS Institut.
Die Fehlerbalken in den Grafiken stellen die +/- Standardabweichung dar.

3. Ergebnisse

3.1 Ergebnisse und Diskussion

Im Folgenden werden die einzelnen Versuche beschrieben sowie deren Resultate aufgeführt und diskutiert. Alle wichtig erscheinenden und signifikanten Ergebnisse werden hier in Form von Grafiken dargestellt. Eine vollständige Darstellung der Mittelwerte und der statistischen Analysen finden sich im Anhang (Tabellen 1-14).

3.1.1 Vermehrung der 13 Basler Mykorrhiza–Einzelstämme

3.1.1.1 Vermehrung 2002

Es wurden zwei Vermehrungsversuche mit den Basler Mykorrhizastämmen durchgeführt. Ein erster Versuch wurde im Sommer 2002 angelegt, welcher bereits im Dezember 2002 „geerntet“, und auf die Reinheit des neu daraus gewonnen Inokulums geprüft wurde. Dieses Inokulum konnte von allen beteiligten Institutionen im Frühjahr 2003 für die Versuche mit Pelargonien, Porree und Erdbeeren verwendet werden. Im Mai 2003 wurden die Einzelstämme erneut vermehrt, diesmal in kleineren Töpfen und in 4 Wiederholungen. Die Auswertung des Mykorrhizaeffekts auf die Pflanzen steht noch aus, weil das Wachstum der Pflanzen infolge der hohen Temperaturen stockte. Das Inokulum wurde von der Univ. Basel bereits auf die Reinheit der Stämme überprüft.

3.1.1.1.1 Ansetzen des Versuches

Zur Inokulation und Pflanzung wurde je Pflanzkiste aus PVC (36.5 * 27 * 24 cm) 18 Pflanzlöcher mit 5 cm Tiefe ins Substrat gestochen. In jedes Loch wurden 10 g Inokulum der Basler ISCB Stämme gegeben. Sodann wurde Ende Juni in jedes zweite Loch drei acht Tage alte Tagetes (Sorte 'Silvia', Bezug bei Landi-Frick) oder drei 14 Tage alte Spitzwegerich (Bezug von der Firma Biosem) gepflanzt. Die Pflanzen wurden mit UV sterilisiertem und gefiltertem Wasser mit einer Tropf-Blumat[®] anlage (Firma „Tensio-Technik“ Geisenheim, Deutschland) bewässert. Pro Kiste wurden zwei Blumatropfer installiert. Anordnungen in der Kiste und auf dem Gewächshaustisch sind den Abbildungen 12, 13 und 14 zu entnehmen.

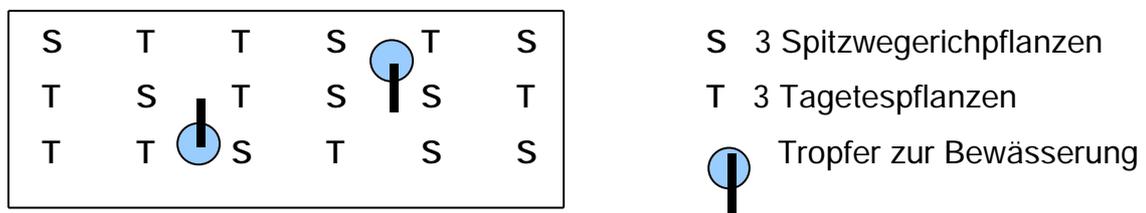


Abbildung 12: Pflanzenanordnung von Tagetes und Spitzwegerich innerhalb einer Kiste

19	48	Stamm ISCB
22	39	13, 14, 17, 18, 19, 20, 22 : <i>Glomus mosseae</i>
34	18	34, 39 : <i>Glomus etunicatum like</i>
20	49	45 : <i>Glomus constrictum</i>
17	13	47, 48, 49 : <i>Glomus lamelosum</i>
45	47	K : Kontrolle
14	K	

Tisch - Front

Abbildung 13: Anordnung der Kisten auf dem Gewächshaustisch



Abbildung 14: Mykorrhizavermehrung, Übersicht des Versuchstisches des ersten Versuchs

Zwei Fotos vom 26. 7. 2002 vom Stamm ISCB 45 und dem Stamm ISCB 14 zum Vergleich.



Abbildung 15: Stamm ISCB 45 am 26.7.2002



Abbildung 16: Stamm ISCB 14 am 26.7.2002

Zwei Fotos vom 19. 8. 2002 von der Kontrolle und dem Stamm ISCB 13:



Abbildung 17: Kontrolle am 26.7.2002



Abbildung 18: Stamm ISCB 13 am 26.7.2002

3.1.1.1.2 Ergebnisse des ersten Versuches (2002)

Das Hauptziel dieses Versuchs war die Vermehrung der Basler Mykorrhizastämme. Weil eklatante Unterschiede im Wachstum der Tagetes- und Spitzwegerichpflanzen aufgetreten waren, wurde das Wachstum und die Blüte (Tagetes) dieser Vermehrungspflanzen erfasst.

Bei der Ernte am 3.12.2002 (Abb. 20 und 22) wurden die Pflanzen einerseits benotet/ bonitiert, andererseits wurde die Sprosslänge und die Anzahl der Blüten der Tagetes ermittelt. Bei der Benotung wurden jeweils die Pflanzen einer ganzen Kiste bewertet, Tagetes und Spitzwegerich getrennt. Bei der Anzahl der Blütenköpfe, der Sprosslänge und dem Sprossgewicht wurden die 3 Pflanzen jedes Pflanzlochs einzeln betrachtet.

Zur Messung der Sprosslänge wurden die Pflanzen mit sterilisiertem Werkzeug knapp über der Substratoberfläche abgeschnitten und die längste Pflanze pro Pflanzloch mit einem sterilisierten Lineal gemessen.

Die Anzahl der Blüten (Abb. 19) und das Frischgewicht (Abb. 22) von Tagetes wurden im Vergleich zur Kontrolle, insbesondere durch Stamm ISCB 13 und 49, deutlich erhöht. Im Gegensatz dazu erniedrigten die Stämme ISCB 13 und 22 die Frisch- und Trockensubstanz von Spitzwegerich deutlich (Abb 23). Auf eine statistische Auswertung wurde verzichtet, weil die Pflanzen von jedem Stamm alle in einer Kiste gewachsen waren.

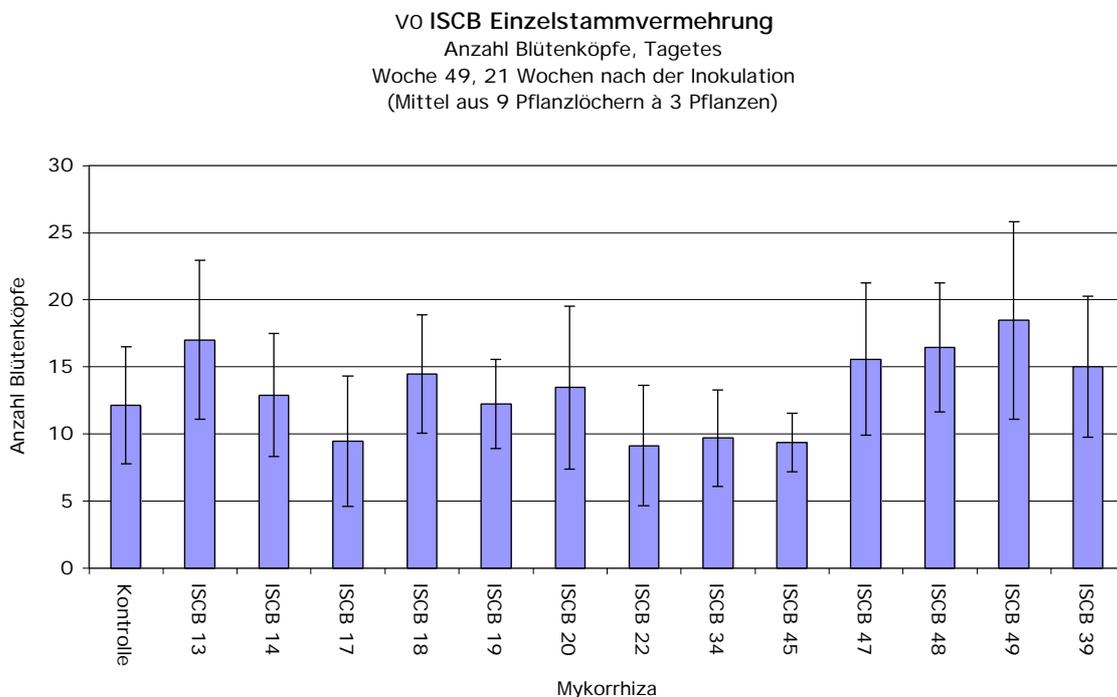


Abbildung 19: Anzahl Tagetesblüten nach Inokulation mit Basler ISCB Mykorrhizastämmen



Abbildung 20: Ernte der Mykorrhiza- Vermehrungspflanzen (3.12.2002)



Abbildung 21: Abgeerntete Vermehrungskiste

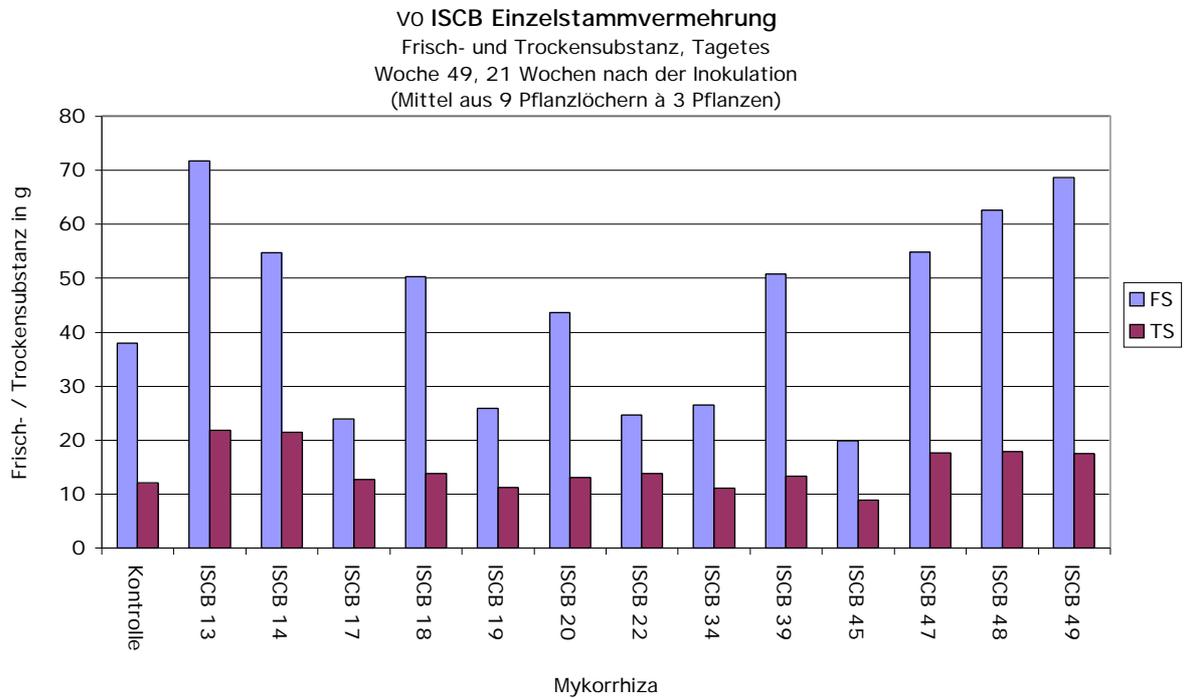


Abbildung 22: Tagetes Frisch- und Trockensubstanz bei der Ernte

V0 ISCB Einzelstammvermehrung
 Frisch- und Trockensubstanz, Spitzwegerich
 Woche 49, 21 Wochen nach der Inokulation
 (Mittel aus 9 Pflanzlöchern à 3 Pflanzen)

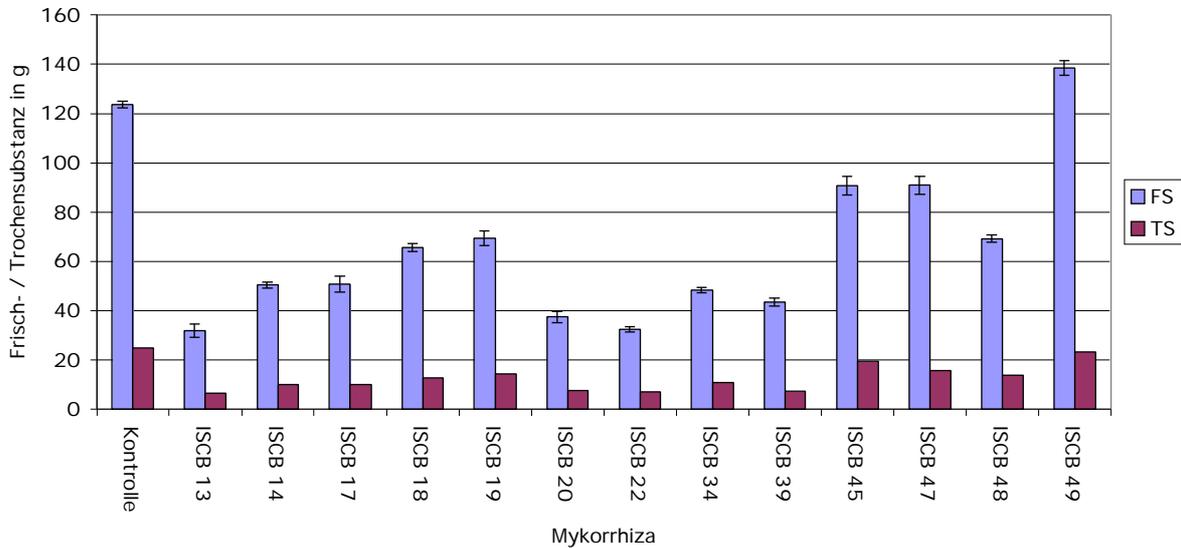


Abbildung 23: Spitzwegerich Frisch- und Trockensubstanz bei der Ernte

3.1.1.2 Vermehrung 2003

3.1.1.2.1 Ansetzen des Versuches

Am 26.6.2003 wurden die 14 Tage alten Tagetes- und Spitzwegerichpflanzen (Aussaat am 12.6.2002 in sterilisiertem Quarzsand) in die 5-Liter-Töpfe pikiert. Arbeitsschritte:

Vor dem Umpikieren der Pflanzen wurde das Substrat in den Kisten mit demin. Wasser angegossen um das Pikieren und das Stechen der Pflanzlöcher zu erleichtern. Gepflanzt wurden je Topf an je 3 Pflanzstellen je 2 Spitzwegerich und Tagetespflanzen (Abb. 24).



Abbildung 24: Pflanzenanordnung für die Mykorrhizavermehrung im Topf

K	13	14	17	18
34	19	47	22	20
39	45	34	48	49
17	K	13	14	39
18	19	20	22	34
49	39	45	49	48
47	K	13	14	19
45	18	17	20	22
34	39	45	47	48
48	49	K	13	14
22	20	19	18	17
				47

Abbildung 25: Topfanordnung mit ISCB – Nummern auf dem Gewächshaustisch



Abbildung 26: Mykorrhizavermehrung: Übersicht des Versuchstisches des zweiten Versuchs im Juli 2003

Die Inokulation und Bepflanzung erfolgte wie 2002. Als Inokulum wurde auch hier Material aus der Stammkultur der Universität Basel verwendet.

Vier Töpfe der Vermehrung (2003) am 28.7.2003 zum Vergleich:



Abbildung 27: Stamm ISCB 17



Abbildung 29: Stamm ISCB 49



Abbildung 28: Stamm ISCB 39



Abbildung 30: Kontrolle

3.1.2 Pelargonien

3.1.2.1 Versuchsübersicht aller Standorte

Ziel:	Wirkung von drei verschiedenen Mykorrhiza Mischpräparaten auf das Wachstum, die Gesundheit und die Qualität von Pelargonien	
Standorte:	Kolonie Ringwil Bruno Flammer 8340 Ringwil	Gärtnerei einer Strafanstalt mit Schwerpunkt auf Beet-, Balkon und Topfpflanzen, Topfkräuter und Gemüsejungpflanzen.
	Markus Neubauer Lenzenbastr. 9 8586 Erlen	Zierpflanzen- und Topfkräutergärtnerei
	FiBL Ackerstrasse 5070 Frick	Versuchsgewächshaus
Kultur:	Pelargonie (Geranium, <i>Pelargonium peltatum</i>) Sorte: 'Decora rot' (von Selecta) bzw. "Balcon Imperial, kompakt", unbewurzelte Stecklinge	
Stecken + Inokulation:	Wo 2, 9.1.2003	
Pflanzen in Endtopf:	Wo 6, 3.2.2003 (in 12er Töpfe)	
Verfahren:	2 verschiedene Substrate: 20 % Kompost und 80 % Torf 40 % Kompost und 60 % Torf	
Versuchsdesign:	4 Wiederholungen à 10 Pflanzen je Verfahren, randomisiert aufgestellt.	

Tabelle 1: Verfahren Pelargonienversuche mit Mykorrhiza-Mischinokula und Kontrolle

Verfahren	Kompostanteil	Konzentration Inokulum %(v/v)
Ohne Mykorrhiza (Kontrolle)	20% + 40%	
Triton Mischinokulum	20% + 40%	3 %
Plantworks Mischinokulum	20% + 40%	5 %
Biorize Mischinokulum	20% + 40%	5 %

(Alle Chargen vom Juni 2002)

Tabelle 2: Kulturprotokolle Pelargonien Ringwil, Erlen und Frick

Ringwil

Kulturarbeit (z.B. Pflanzen, Rücken, Düngen, Pflanzenschutz)	Aktivität, Pflege, Mittel (Pflanzenschutz, Dünger, Nützlinge etc. mit Konzentration)	Datum
An Betrieb geliefert	In 12er Töpfen	5.3.03
1. Bonitur	Einblättrige aussortieren und Wurzelbeurteilung	28.3.03
2. Bonitur	Vor der Ernte (Benotung)	6.5.03
Ernte	FS und TS Bestimmung von je 3 Pflanzen pro Verfahren und Wiederholung	8.5.03
Wurzelauszählung	Färben der Wurzeln und Bestimmung des Kolonisierungsgrades	8.5.03

Erlen

Kulturarbeit (z.B. Pflanzen, Rücken, Düngen, Pflanzenschutz)	Aktivität, Pflege, Mittel (Pflanzenschutz, Dünger, Nützlinge etc. mit Konzentration)	Datum
An Betrieb geliefert	In 12er Töpfen	5.3.03
1. Bonitur	Einblättrige aussortieren und Wurzelbeurteilung	28.3.03
2. Bonitur	Vor der Ernte (Benotung)	6.5.03
Ernte	FS und TS Bestimmung von je 3 Pflanzen pro Verfahren und Wiederholung	8.5.03
Wurzelauszählung	Färben der Wurzeln und Bestimmung des Kolonisierungsgrades	8.5.03

FiBL, Frick

Kulturarbeit (z.B. Pflanzen, Rücken, Düngen, Pflanzenschutz)	Aktivität, Pflege, Mittel (Pflanzenschutz, Dünger, Nützlinge etc. mit Konzentration)	Pfl. / m ²	Datum	Temp. Nacht °C	Temp. Tag °C	Temp. Lüftung ab °C
Substrat mischen und inokulieren	Kontrolle, Triton 3%, Biorize 5%, Plantworks 5%, Stamm ISCB 13 + 49 je 3%		8.1.03			
Stecklinge in inok. Substrat bewurzeln	Belichtung 9h Tag, mit Viles gedeckt	310	9.1.03	20	24	
Pflanzen ersetzen	Einzelne abgestorbene Pflanzen ersetzen	310	20.1.03	16	16	
Topfen	In 12er Töpfe, Substratgemisch (von Christian Bruns, FÖL) 20% bzw. 40% Kompost, aufgedüngt mit Hornspänen, Hornmehl und Kalk		18.+ 19.2.03			
Nützlingseinsatz	„Traunem,“ von der Firma Andermatt (Steinernema- Nematoden gegen Trauermücken)		27.3.03			
1. Bonitur	Einblättrige aussortieren und Wurzelbeurteilung		28.3.03			
Rücken			31.3.03	10	12	18
Rücken			23.4.03			18
2. Bonitur	Vor der Ernte (Benotung)		21.5.03			
Ernte	FS und TS Bestimmung von je 3 Pflanzen pro Verfahren und Wiederholung		21.5.03			
Wurzelauszählung	Färben der Wurzeln und Bestimmung des Kolonisierungsgrades		Ab 21.5.03			

3.1.2.1.1 Substrat und Inokulation

Tabelle 3: Substratzusammenstellung für die Bewurzelung und den Endtopf von Pelargonien

Substratmischung für die Bewurzelung

Verfahren	Anz. Pflanzen	Anz. Platten	Substrat in l	Perlit in l	EEO in l	Inok %	Inok in l
Triton	280	6	34	8.5	25.5	3	1
Plantworks	160	3	20	5	15	5	1
Biorize	160	3	20	5	15	5	1
ISCB 49	20	0.5	3	0.75	2.25	3	0.09
ISCB 13	20	0.5	3	0.75	2.25	3	0.09
Kontrolle	520	10	60	15	45	0	0
Total	1160	23	140	35	105		3.18

Substratmischung für den Endtopf (Aufgedüngt)

Mischung mit 20% Kompost

Verfahren	Anz. Töpfe	Substrat in l	Hornmehl in l	Hornspähne in l	Kalk in l
Triton	50	45	0.117	0.230	0.090
Plantworks	50	45	0.117	0.230	0.090
Biorize	50	45	0.117	0.230	0.090
Kontrolle	50	45	0.117	0.230	0.090
Total	200	180	0.468	0.92	0.36

Mischung mit 40% Kompost

Verfahren	Anz. Töpfe	Substrat in l	Hornmehl in l	Hornspähne in l	Kalk in l
Triton	50	45	0.113	0.225	0.0112
Plantworks	50	45	0.113	0.225	0.0112
Biorize	50	45	0.113	0.225	0.0112
Kontrolle	50	45	0.113	0.225	0.0112
Total	200	180	0.452	0.9	0.0448

3.1.2.1.2 Bewurzeln der Stecklinge

Zur Bewurzelung wurden die Stecklinge (Abb.31) in das Anzuchtsubstrat (Einheitserde EEO und 25% Perlit) pikiert, wo sie auch direkt mit den jeweiligen Mykorrhiza-Mischpräparaten inokuliert wurden. Es wurden 23 Topfplatten (QuickPot-Platten (Abb.32), 34 x 52 cm, Einzeltopfvolumen 88 cm³) verwendet mit 54 Töpfen. Um möglichst optimale Klimabedingungen für die Bewurzelung zu erreichen, wurden die Pflanzen zweimal täglich mit Wassernebel besprüht (Luftfeuchtigkeit von rund 80%) und unter eine Vliesfolie bei ca. 20°C gestellt. Beleuchtet wurde von 5 bis 9 Uhr und von 17 bis 21 Uhr (10'000 Lux), ein 16 Stunden Tag also.



Abbildung 31: Pelargoniensteckling



Abbildung 32: Pelargonienstecklinge in QuickPot-Platte

3.1.2.1.3 Umtopfen

Die bewurzelten Pelargonienpflänzchen wurden am 18.2.2003 in 12er Töpfe eingetopft und in 4 Wiederholungen, randomisiert auf einem Gewächshaustisch aufgestellt, bis sie zwei Wochen später auf die Praxisbetriebe gebracht wurden. Auch dort wurden sie randomisiert auf den Tischen aufgestellt (Abb. 33).



Abbildung 33: Pflanzenbestand Pelargonien im Versuch in Ringwil

3.1.2.1.4 Besonderheiten Versuch in Frick

Im FiBL- Gewächshaus wurde der Versuch etwas anders angelegt (Übersicht in Tab. 4). Es wurden zwei verschiedene Inokulationszeitpunkte verglichen, als Inokulum wurde das Triton-Mischinokulum verwendet plus die zwei Basler Einzelstämme ISCB 13 und ISCB 49. Es wurde ein Holzfaser-/Torf-/Kompostgemisch mit einem Holzfaseranteil von 40% (Torf und Kompost je 30%) verwendet.

Tabelle 4: Versuchsaufbau Pelargonienversuch in Frick

	Kontrolle	Bezeichnung	Triton	Bezeichnung
Inokulationszeitpunkte	-	-	2	Bewurzelung, Endtopf
Pflanzen pro Verfahren	36	6Pfl. * 6Wh	36	6Pfl. * 6Wh
	72		72	
	ISCB 13	Bezeichnung	ISCB 49	Bezeichnung
Inokulationszeitpunkte	1	Bewurzelung	1	Bewurzelung
Pflanzen pro Verfahren	20	4Pfl. * 5Wh	20	4Pfl. * 5Wh
	20		20	
Total	184	Pflanzen		

Die Pflanzen aus diesem Versuch wurden auf die gleiche Weise bonitiert und ausgewertet, wie auf den Betrieben in Erlen und Ringwil.

3.1.2.2 Jungpflanzen

Bei den Jungpflanzen konnte in den ersten Wochen während der Bewurzelungsphase eine deutliche, wenn auch nicht signifikante, Wachstumsförderung der mit Plantworks-Mischinokulum inokulierten Stecklinge beobachtet werden (Abb. 34). Die Blätter dieser Pflanzen waren durchschnittlich grösser und dunkelgrüner als diejenigen der anderen Verfahren. Dieser Wachstumsvorteil war allerdings schnell ausgewachsen und zu einem späteren Zeitpunkt nicht mehr bemerkt worden.

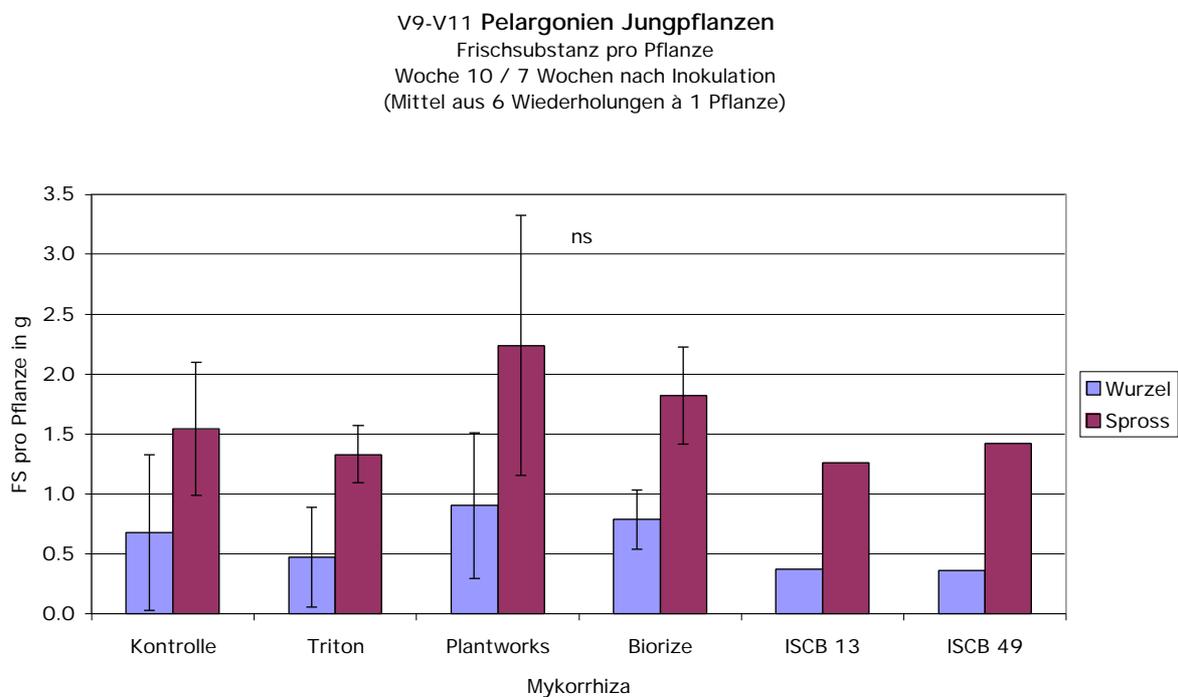


Abbildung 34: Frischsubstanz der Pelargonien Jungpflanzen (Wurzel und Spross)

3.1.2.3 Bonitur

Auf den Betrieben wurde 11 Wochen nach der Inokulation eine erste Bonitur durchgeführt (Abb. 35). Tendenziell wurden die mit AMP inokulierten Pflanzen gegenüber der Kontrolle besser benotet. Besonders die Länge des Sprosses und die Anordnung/Anzahl der Blüten wurde bei der Benotung als optimaler empfunden, hingegen war die Farbe der Blätter bei allen Verfahren in etwa gleich.

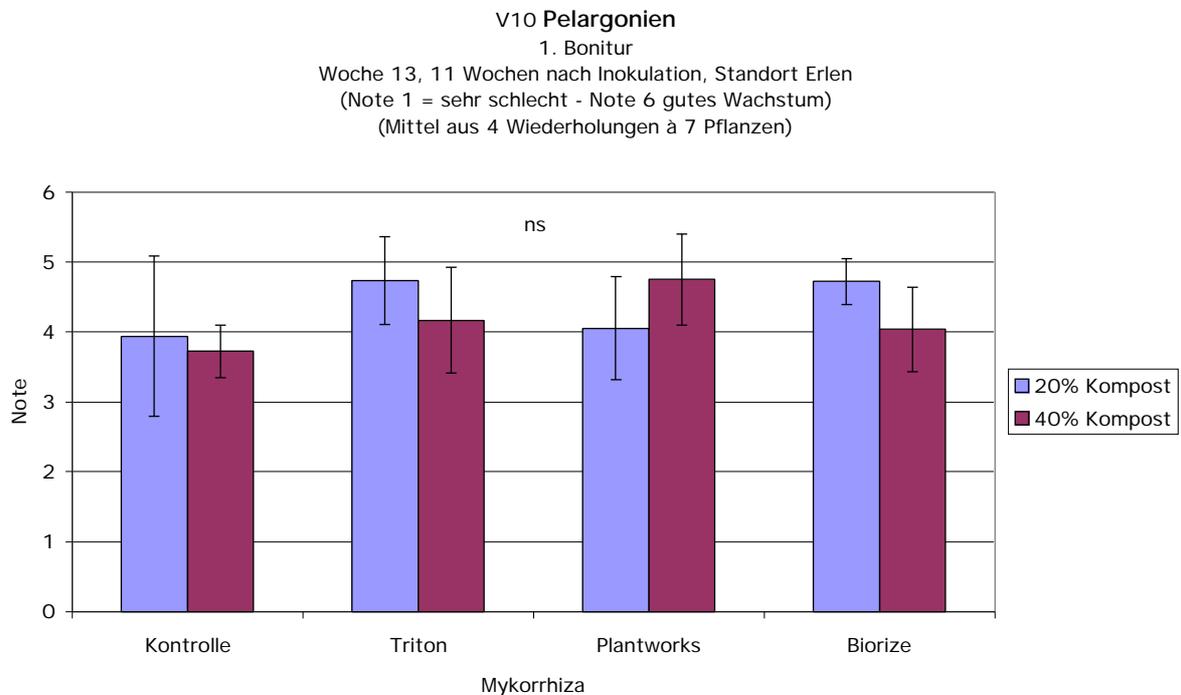


Abbildung 35: Erste Bonitur der Pelargonien in Erlen

3.1.2.4 Ernte

Bei der Ernte auf den Betrieben konnten bei den inokulierten Pflanzen tendenziell höhere Werte der Trockensubstanz festgestellt werden. Diese Ergebnisse, sowie auch der Einfluss des Substrates (Kompostanteil) waren allerdings nicht signifikant und auch an beiden Standorten leicht unterschiedlich (Abb. 37 und 38)

Bei der Ernte in Frick wurden ähnliche Resultate bei der Bestimmung der Trockensubstanz gefunden. Es wurde an diesem Standort vor der Ernte eine Messung der Sprosslänge durchgeführt. Dabei konnte festgestellt werden, dass die Pflanzen, die mit den Stämmen ISCB 13 und 49 inokuliert worden waren, durchschnittlich etwas längere Hauptsprosse aufwiesen als die Pflanzen der Kontrolle (Abb. 36).

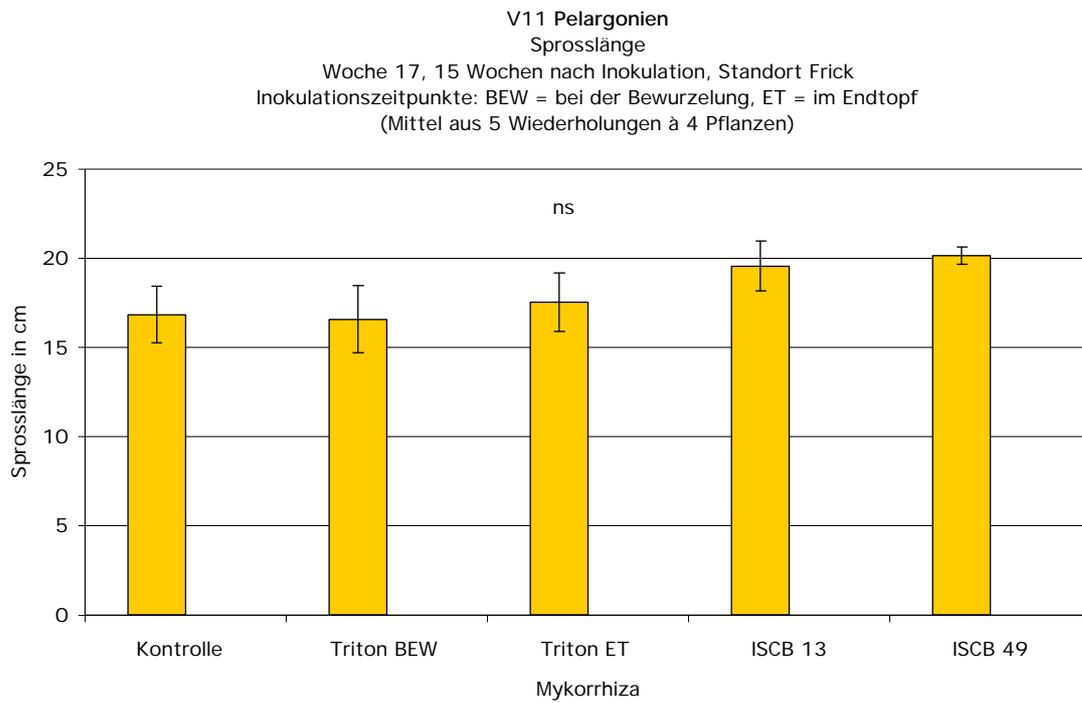


Abbildung 36: Sprosslänge der Pelargonien vor der Ernte in Frick

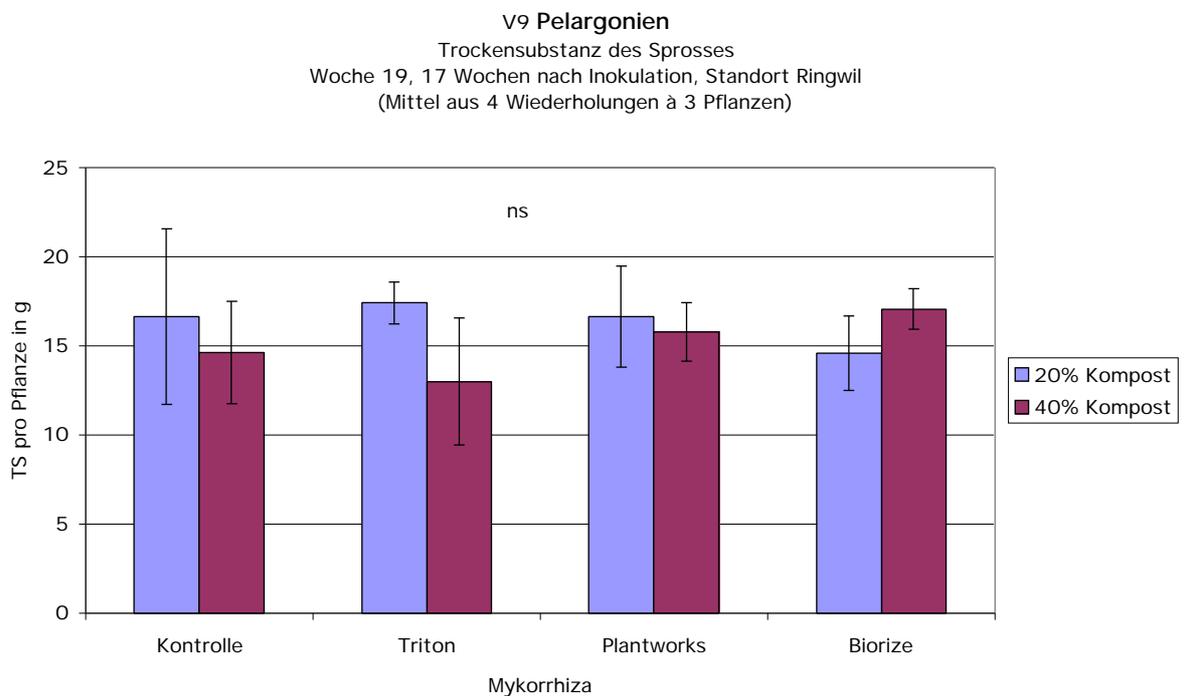


Abbildung 37: Trockensubstanz der Pelargonien bei der Ernte in Ringwil (Spross)

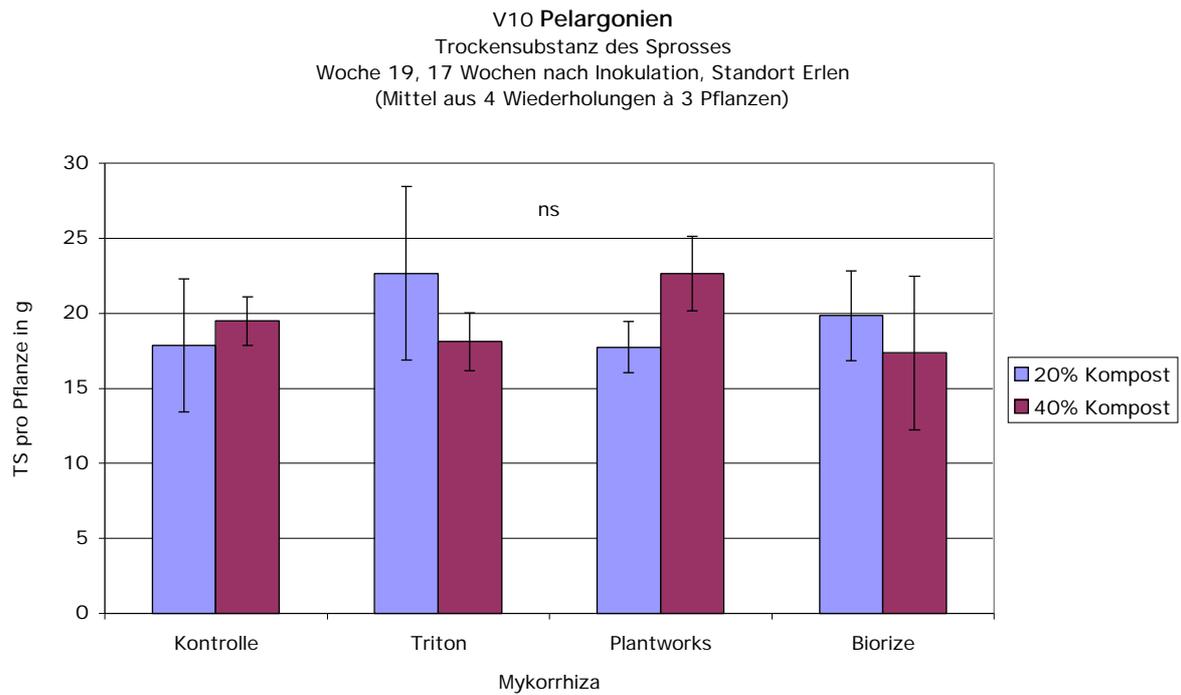


Abbildung 38: Trockensubstanz der Pelargonien bei der Ernte in Erlen (Spross)

Kolonisierung der Wurzeln bei der Ernte

Die Jungpflanzen wurden an zwei verschiedenen Zeitpunkten mit AMP inokuliert, ein Teil der Pflanzen bei der Bewurzelung der Stecklinge (BEW), ein anderer Teil erst beim Umtopfen der Jungpflanzen in den Endtopf (ET) mit Triton-Mischinokulum. Nur bei den spät inokulierten Pelargonien konnte bei der Ernte eine Kolonisierung von bis zu 25% gezählt werden (siehe Abb.39), die restlichen Pflanzen waren kaum oder gar nicht kolonisiert.

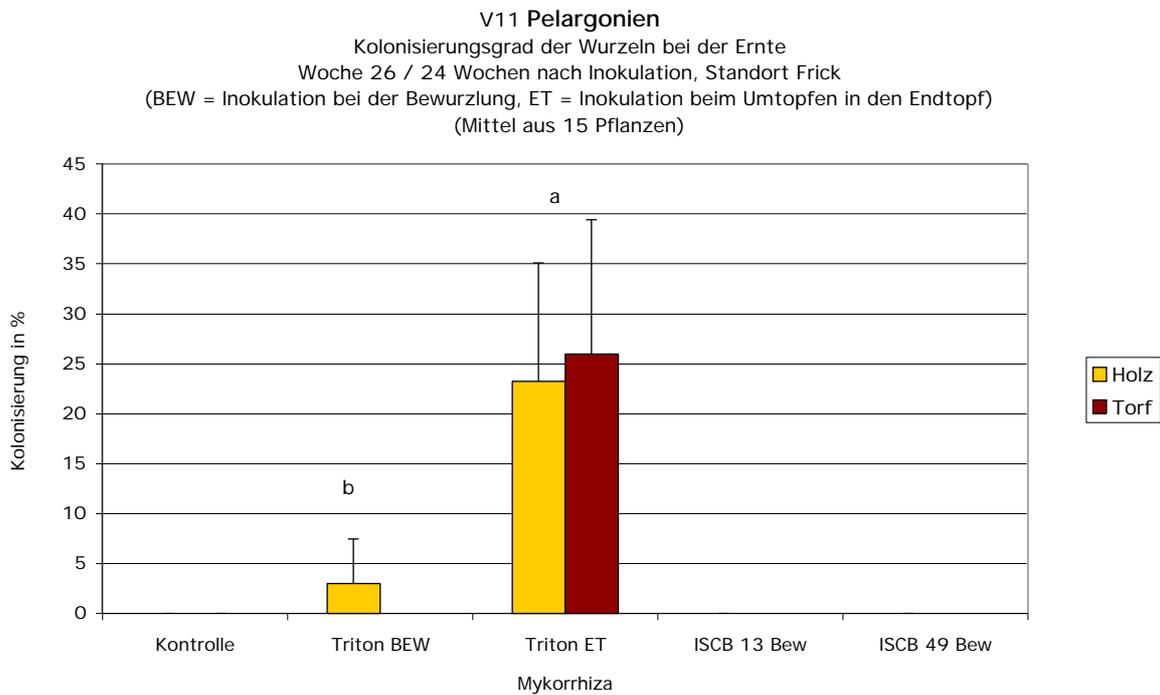


Abbildung 39: Mykorrhiza Kolonisierungsgrad der Pelargonienwurzeln bei der Ernte in Frick

3.1.2.5 Zusammenfassung Pelargonien

Die Pelargonien waren 11 und 17 Wochen nach Inokulation nur sehr wenig kolonisiert, wenn Inokulum beim Stecken in das Substrat gegeben wurde. Wurde das Substrat beim Umtopfen, 7 Wochen nach dem Stecken inokuliert, zeigten Pelargonien einen Mykorrhizierungsgrad von rund 25%. Trotz der geringen AMP Kolonisierung der inokulierten Pelargonien-Stecklinge traten teilweise inokulationsbedingte Effekte zu Tage. Der Spross der mit den kommerzialisierten Mykorrhiza-Produkten inokulierten Pflanzen wurde 11 Wochen nach Inokulation tendenziell besser benotet (Farbe, Habitus) als die Kontrollpflanzen. Dieser Unterschied wuchs sich bis zur Marktreife (17 Wochen) mehrheitlich aus. Bei der Ernte unterschieden sich Wurzel- und Sprosstrockensubstanz der inokulierten Pelargonien nicht von den Kontrollen. Die Ergebnisse waren bei 20 und 40% Kompost im Substrat ähnlich. Die geprüften Basler-Stämme ISCB 13 und 49 hemmten etwas die Jugendentwicklung von Pelargonien (7 Wochen nach Inokulation). Elf Wochen nach der Inokulation wurde der Spross der ISCB-inokulierten Pflanzen aber tendenziell besser benotet, er war auch etwas länger und grüner. Zum Zeitpunkt der Ernte (19 Wochen) wurde der Habitus zwischen inokulierten und Kontrollpflanzen annähernd gleich bewertet. Die festgestellten Unterschiede müssen statistisch erhärtet werden.

3.1.3 Poinsettien

3.1.3.1 Versuchsübersicht beider Standorte

Ziel:	Wirkung von drei verschiedenen Mykorrhiza-Mischpräparaten auf das Wachstum, die Gesundheit und die Qualität von Poinsettien.	
Standorte:	Kolonie Ringwil Bruno Flammer 8340 Hinwil Schweiz	Bio-Gärtnerei einer Strafanstalt mit Schwerpunkt auf Beet-, Balkon und Topfpflanzen, Topfkräuter und Gemüsejungpflanzen. Vermarktung: Direktverkauf und Wochenmarkt.
	FiBL Ackerstrasse 5070 Frick Schweiz	Versuchsgewächshaus
Kultur:	Poinsettie (Weihnachtsstern, <i>Euphorbia pulcherrima</i>) Sorte: 'Cortez rot' (Vermehrer: Pelfi-Fischer Fischer GmbH, 56204 Hillscheid, Deutschland) geliefert in 130er-Platten (Jiffy-Pots)	
Eintopfen + Inokulation:	25.7.2002 (in 9er Töpfe)	
Pflanzen in Endtopf:	4.9. / 5.9.2002 (in 12er Töpfe)	
Verfahren:	2 verschiedene Substrate: 20 % Kompost und 80 % Torf 40 % Kompost und 60 % Torf	
Versuchsdesign:	5 Wiederholungen à 8 - 10 Pflanzen je Verfahren, randomisiert aufgestellt.	

Tabelle 5: Verfahren Poinsettienversuche mit Mykorrhiza-Mischinokula und Kontrolle

Verfahren	Kompostanteil	Konzentration Inokulum %(v/v)
Ohne Mykorrhiza (Kontrolle)	20% + 40%	
Triton Mischinokulum	20% + 40%	3%
Plantworks Mischinokulum	20% + 40%	5%
Biorize Mischinokulum	20% + 40%	5%

(Alle Chargen vom Juni 2002)

Tabelle 6: Kulturprotokolle Poinsettien Ringwil und Frick

Ringwil

Kulturarbeit (z.B. Pflanzen, Rücken, Düngen, Pflanzenschutz)	Aktivität, Pflege, Mittel (Pflanzenschutz, Dünger, Nützlinge etc. mit Konzentration)	Pfl. / m ²	Datum
Pflanzen Spritzen	Audienz gegen Thrips	24	25.7.02
Spritzen	Natural gegen Spinnmilben	24	31.7.02 12.8.02
Pincieren		24	5.8.+14.8. 02
Spritzen	Audienz gegen Thrips und Trauermücken	24	9.8./16.8.+ 26.8.02
Nützlinge ausbringen	Nematoden gegen Trauermückenlarven Encarsia 4 mal	24	15.8.02
Spritzen	Skeetal gegen Trauermückenlarven	24	21.8.02
Umtopfen	12 er Topf, 750 ml	8	4.9.02
1. Bonitur	Bonitur (Skala 1- 6)	8	8.10.02
Zwischenauswertung	Probenahme 1 Topf / Verf. + Wh.	8	16.10.02
End- Bonitur	Bonitur (Skala 1- 6)	8	28.11.02
Endauswertung und Ernte	Probenahme 4 Töpfe / Verf. + Wh.	8	11.12.02

FiBL, Frick

Kulturarbeit (z.B. Pflanzen, Rücken, Düngen, Pflanzenschutz)	Aktivität, Pflege, Mittel (Pflanzenschutz, Dünger, Nützlinge etc. mit Konzentration)	Pfl. / m ²	Datum	Temp. Nacht °C	Tem Tag °C	Temp. Lüftung ab °C
Pflanzen		40	25.7.02	20	23	25
Stutzen	„Weich“, Wachstumspunkt entfernen	40	Woche 34	20	23	25
Spritzen	Audienz gegen Thrips	40	Woche 34	20	23	25
Umtopfen	12 er Topf, 750 ml	27	4.9.02	20	23	25
1. Bonitur	Bonitur (Skala 1-6)	27	4.9.02	20	23	25
Spritzen	NeemAzal 0.5 % gegen Weisse Fliegen, Thrips	27	30.9.02	20	23	25
Zwischenauswertung	Probenahme 1 Topf / Verf. + Wh.	27	7.10.02	20	23	25
2. Bonitur	Bonitur (Skala 1-6) Verdunkeln auf 9h-Tag	17.5	14.10.02	20	23	25
Temperatur senken		17.5	25.10.02	18	18	25
End- Bonitur	Bonitur (Skala 1- 6)	17.5	9.12.02	18	18	25
Endauswertung und Ernte	Probenahme 4 Töpfe / Verf. + Wh.	17.5	11.12.02	18	18	25

3.1.3.1.1 Substrat und Inokulation

Als Substrat wurde ein Torf-Kompostgemisch (Christian Bruns, Witzenhausen) verwendet. Insgesamt wurden 620 Pflanzen in 12er (250 ml) Töpfe gesetzt. Für die 8 verschiedenen Verfahren wurden daher je Betrieb 20 Liter Substrat gemischt.

Die Substrate wurden zusätzlich wie folgt aufgedüngt:

Je 20 Liter 20 % Kompost-Substrat: 53 g Hornmehl, 76 g Hornspäne, 6 g Thomas-
mehl, 2 g Patentkali

Je 20 Liter 40 % Kompost-Substrat: 44 g Hornmehl, 63 g Hornspäne

Vorgehensweise:

Die 20 Liter Substrat wurden in einem 10 Liter-Eimer leicht angedrückt und gestossen abgemessen und anschliessend in eine mit 70% Ethanol desinfizierte Kiste gegeben. In diese Kiste wurden der Dünger und das Inokulum hinzugegeben. Das Inokulum wurde in 1 Liter Bechergläsern (je Inokulum eines) abgemessen, die Dünger in einem Becherglas abgewogen. Anschliessend wurde das Substrat mit sterilen Handschuhen gut durchmischt.

3.1.3.1.2 Spezielles zur Poinsettienkultur

Um die Rotfärbung der Brakteen (Hochblätter) zu induzieren, wurden die Pflanzen ab Woche 36 verdunkelt. Es wurden Holzgestelle an den Tischen montiert, und mit schwarzer Plastikfolie bedeckt (Abb. 40).

Verdunkelt wurde 15 Stunden zwischen 17.00 Uhr und 8.00 Uhr morgens und bis zwei Wochen vor der Ernte.



Abbildung 40: Poinsettien mit schwarzer Plastikfolie verdunkelt

3.1.3.2 Jungpflanzen

Am Standort Ringwil war die Trockensubstanz der Wurzeln bei den Jungpflanzen zum Teil höher bei inokulierten Pflanzen als bei der Kontrolle, allerdings nur im Substrat mit 20% Kompost. Bei 40% Kompostanteil im Substrat waren auf diesem Betrieb sogar leichte Minderungen des Wurzelgewichts zu verzeichnen (Abb. 41).

An allen drei Standorten waren bei den Jungpflanzen 12 Wochen nach der Inokulation keine nennenswerte Unterschiede bei der Trockensubstanz des Sprosses zu verzeichnen (Abb.42). Jedoch konnte eine deutlich höhere Wurzelkolonisierung der mit Mykorrhiza inokulierten Pflanzen festgestellt werden, die unabhängig vom Kompostanteil im Substrat war (Abb. 43).

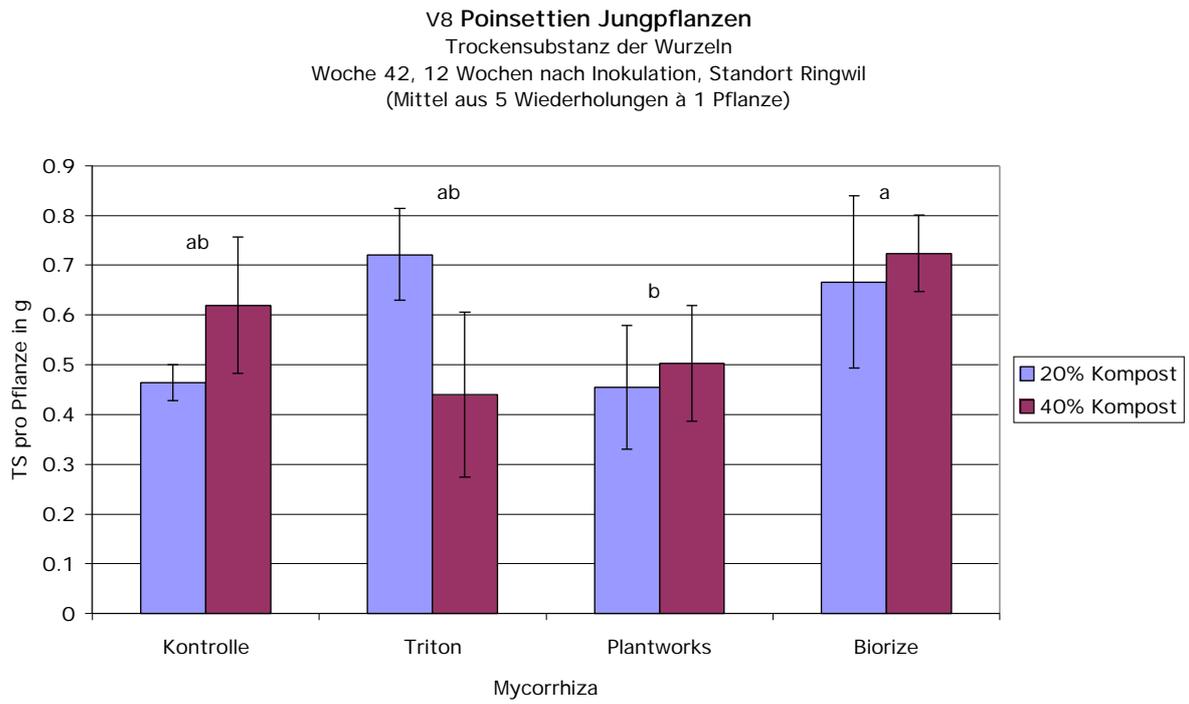


Abbildung 41: Wurzeltrockensubstanz der Poinsettien Jungpflanzen in Ringwil (in 20% und 40% Kompostsubstrat).

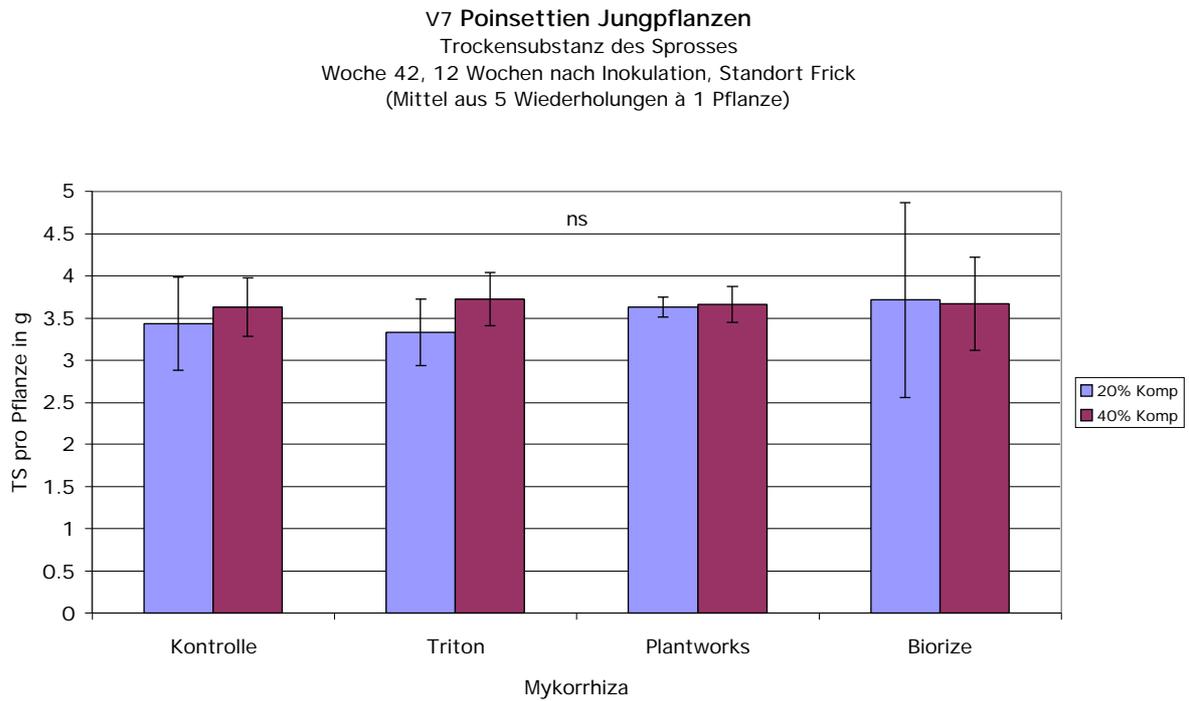


Abbildung 42: Sprosstrockensubstanz der Poinsettien Jungpflanzen in Frick (in 20% und 40% Kompostsubstrat).

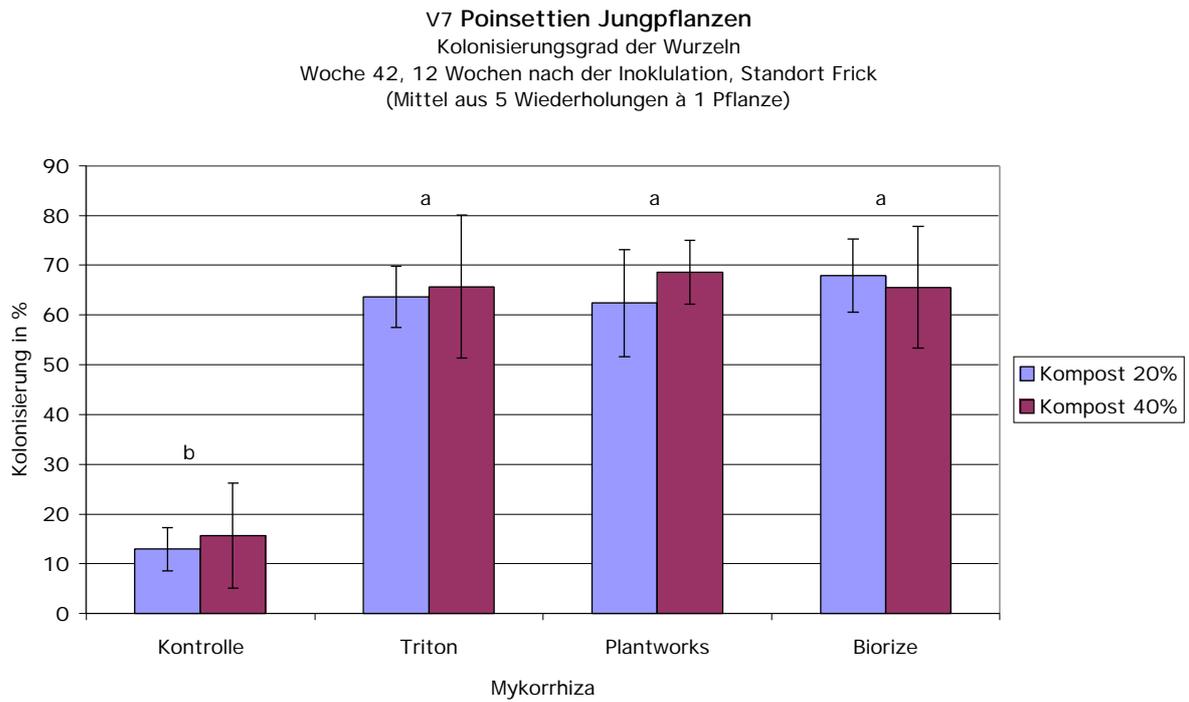


Abbildung 43: Mykorrhiza Kolonisierungsgrad der Poinsettienjungpflanzen

3.1.3.3 Bonitur

Bei einer ersten Bonitur der Poinsettien, 6 Wochen nach der Inokulation mit AMP zeigte sich, dass die Jungpflanzen in dieser frühen Phase von den Mykorrhizapilzen profitierten, also eine Wachstumsförderung erfuhren (Abb. 44). Diese signifikanten Unterschiede zu den Kontrollpflanzen wurden aber am Ende der Kulturzeit nicht wieder vorgefunden, die Differenzen waren ausgeglichen.

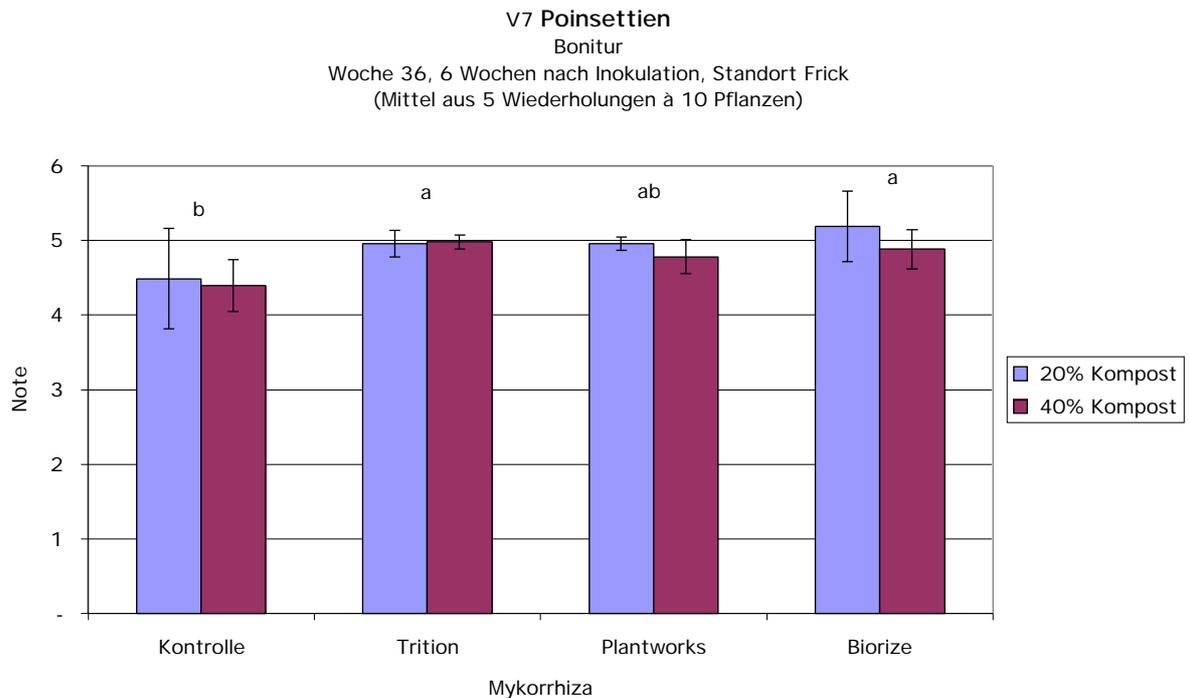


Abbildung 44: Erste Bonitur der Poinsettien in Frick

3.1.3.4 Ernte

Bei der Ernte (Stadium verkaufsfähige Pflanzen) wurde erneut die Trockensubstanz des Sprosses und der Wurzeln der Poinsettien erhoben. Es wurden keine Unterschiede zwischen den Verfahren bemerkt, nur auf dem Betrieb in Ringwil war eine signifikante Wachstumsdepression durch das Inokulum der Firma Biorize auszumachen (Abb. 45)

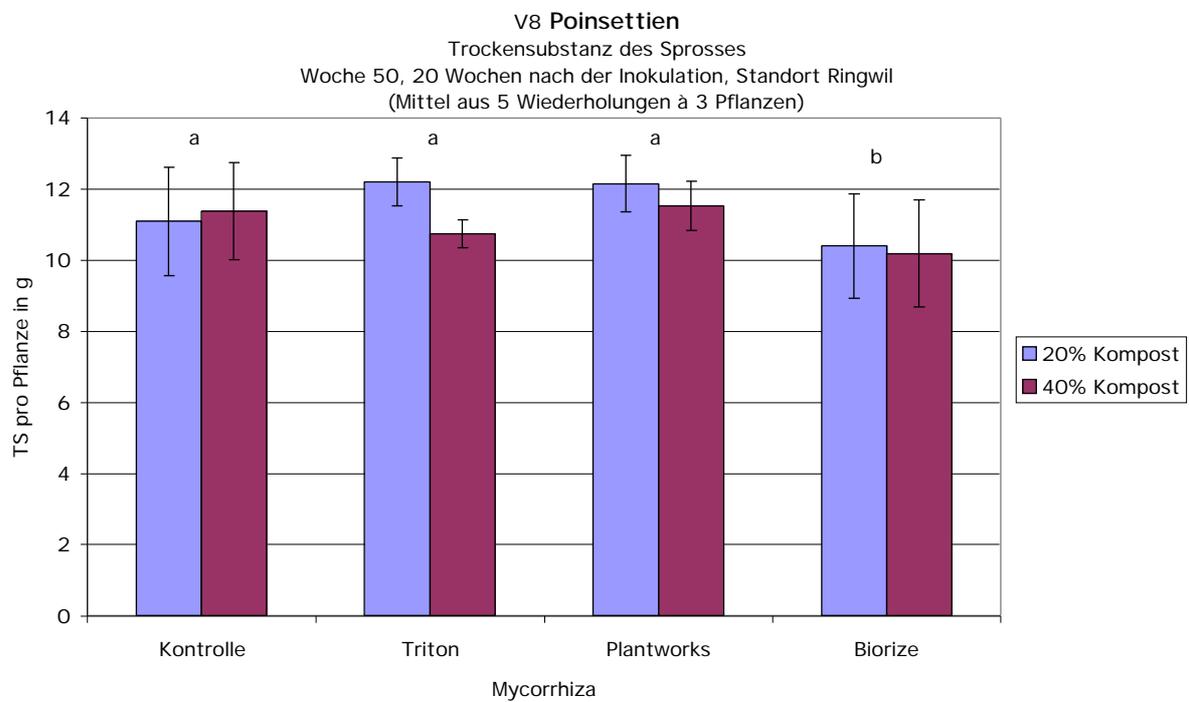


Abbildung 45: Trockensubstanz der Poinsettien bei der Ernte in Ringwil (Spross)

Kolonisierung der Wurzeln bei der Ernte

Bei der Ernte 20 Wochen nach der Inokulation war die Kolonisierung der Poinsettienwurzeln immer noch signifikant höher bei den mit AMP inokulierten Pflanzen, im Vergleich zu den Kontrollpflanzen. Es wurde eine Kolonisierung von bis zu 60% ausgezählt (Abb. 46).

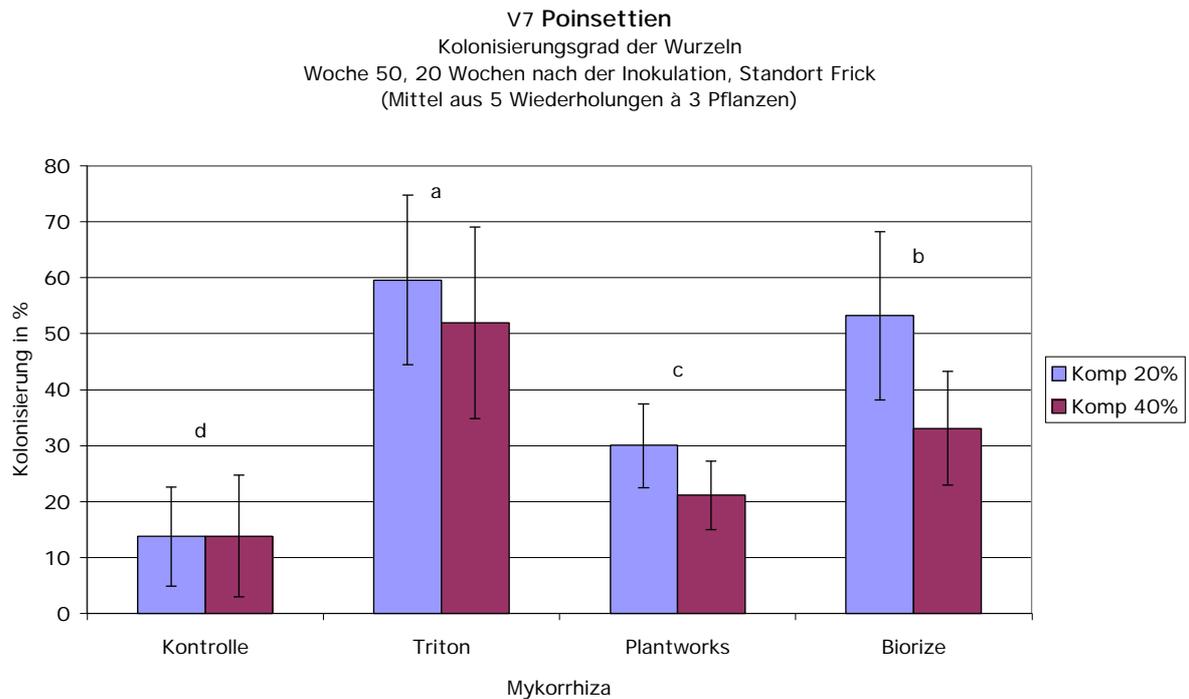


Abbildung 46: Mykorrhiza Kolonisierungsgrad der Poinsettienwurzeln bei der Ernte in Frick

3.1.3.5 Zusammenfassung Poinsettien

Inokulierte Poinsettien zeigten schon nach 12 Wochen einen hohen Kolonisierungsgrad von rund 60%. Sie waren bewurzelt beim Eintopfen inokuliert worden. In frühen Wachstumsstadien (6 Wochen nach der Inokulation) wurde der Spross von Poinsettien, welche mit kommerzialisierten Mykorrhizamischinokula beimpft wurden, teilweise signifikant besser bonitiert. Triton und Biorize-Inokulation führten bei Jungpflanzen gegenüber der Kontrolle zu einem markant höheren Wurzelgewicht an einem von zwei Standorten bei 20% Kompost im Substrat. Mit fortschreitender Entwicklung glichen sich die inokulierten Pflanzen in ihrem Habitus der Kontrolle an. Zum Zeitpunkt der Ernte (20 Wochen nach Inokulation) gab es keine verfahrensbedingte Unterschiede im Spross- und Wurzelgewicht mehr.

3.1.4 Porree

Mit Porree wurden insgesamt auf drei verschiedenen Bio-Praxisbetrieben Versuche gemacht, jeweils zwei Versuche mit Winterporree und zwei Versuche mit Sommerporree. Im Folgenden werden die Betriebe und die Versuchsaufstellung kurz erklärt und die Ergebnisse dargestellt.

3.1.4.1 Winterporree 2002/2003

3.1.4.1.1 Versuchsübersicht Standort Villigen

Ziel:	Wirkung des Mykorrhiza Mischpräparates der Firma Triton auf das Wachstum, die Gesundheit und die Qualität von Porree
Standort:	Max Schwarz-Zurkinden Bio Gemüsebau 5234 Villigen Schweiz
Kultur:	Spätherbstporree, Sorte 'Krystina' von S&G, Syngenta
Aussaat:	am 2.5.2002 in 150er Quickpot-Platten (20 cm ³ /Pflanze)
Pikieren + Inokulieren:	31.5. und 4.6.2002 in Klasmann Bio-Potgrond (80% Torf, 20% Kompost, gesiebt 10 mm)
Boden:	sandiger Lehm, 675 mg P ₂ O ₅ /kg Boden (überversorgt)
Auspflanzen:	am 16.7.2002
Abstände:	1.5 m Beetbreite, 3 reihig, (21 Pflanzen/m ²)
2 Düngerstufen:	N1 = nur Grunddüngung, N2 = Grunddüngung und Kopfdüngung
Düngen:	Grunddüngung: 70 kg N/ha als Biorga N, (N1+N2) 1. Kopfdüngung: 40 kg N/ha als Biorga N, 29.8.02 (N2) 2. Kopfdüngung: 40 kg N/ha als Biorga N, 18.3.03 (N2)
Versuchsdesign:	Blockversuch mit 5 Wiederholungen je Verfahren

Tabelle 7: Verfahren Winterporreeversuche in Villigen mit Mykorrhiza-Mischinokula und Kontrolle

Verfahren	Düngerstufe	Konzentration Inokulum %(v/v)
Ohne Mykorrhiza (Kontrolle)	N1 + N2	
Triton Mischinokulum	N1 + N2	3%

(Chargen vom Juni 2002)

Tabelle 8: Kulturprotokoll Winterporree Villigen

Kulturarbeit (z.B. Pflanzen, Düngen, Pflanzenschutz)	Aktivität, Pflege, Mittel (Pflanzenschutz, Dünger, Nützlinge etc. mit Konzentration)	Datum
Porree aussäen	Sorte 'Krystina' in Anzuchtschalen	2.5.02
Porree pikieren	Inokulieren mit Triton- Mischinokulum	31.5.02 -4.6.02
Setzlinge abhärten		9.7.02
Setzlinge düngen	15 l à 0.5% auf alle Schalen	11.7.02
Grunddüngung	70 kg N Biorga N (durch Betrieb)	A. Juli 02
Pflanzen		16.7.02
Kopfdüngung	N2-Parzellen, 80 kg N/ha (N1-Parzellen 0 kg N)	29.8.02
Bodenprobe	N _{min} , 0-30 / 30-60 cm	31.10.02
1. Bonitur	Schaftdurchmesser, Rost, Alternaria, Thrips	7.11.02
Düngung	Biorga N (nur Düngerstufe N2, pro 10 m Parzelle 340 g)	18.3.03
2. Bonitur	Vor der Ernte (Alternaria)	10.4.03
Ernte	Erhebung: Länge, Schaftdurchmesser, Gewicht	11.4.03
Wurzelauszählung	Bestimmung des Kolonisierungsgrades	14.4.03

3.1.4.1.2 Versuchsübersicht Standort Fehraltorf

Ziel:	Wirkung von drei verschiedenen Mykorrhiza-Mischpräparaten auf das Wachstum, die Gesundheit und die Qualität von Porree
Standort:	Gerber Bio Greens, 8320 Fehraltorf Schweiz
Kultur:	Winterporree, Sorte 'Arkansas' (Seminis)
Aussaat:	15.6.2002 in 216er Speedy-Platten (ca. 10 cm ³ /Pflanze)
Pikieren + Inokulieren:	11. und 12.7.2002 in Klasmann Bio-Potgrond
Boden:	skelettreicher lehmiger Sand, 229 mg P ₂ O ₅ /kg Boden (übersorgt)
Auspflanzen:	am 31.7.2002
Abstände:	1.8 m Beetbreite, 3 reihig, in der Reihe 5.2 Pflanzen/m = 8.6 Pflanzen/m ² (Parzelle 170 m lang)
2 Düngerstufen:	N1 = keine Düngung, N2 = Kopfdüngung
Düngen:	N1: keine Düngung N2: 80 kg N/ha als Biorga N, 29.8.2002
Versuchsdesign:	Blockversuch mit 6 Wiederholungen

Tabelle 9: Verfahren Winterporreeversuche in Fehrltorf mit Mykorrhiza-Mischinokula und Kontrolle

Verfahren	Düngerstufe	Konzentration Inokulum %(v/v)
Ohne, Mykorrhiza (Kontrolle)	N1 + N2	
Triton Mischinokulum	N1 + N2	3%
Plantworks Mischinokulum	N1 + N2	5%
Biorize Mischinokulum	N1 + N2	5%

(Chargen vom Juni 2002)

Tabelle 10: Kulturprotokoll Fehrltorf

Kulturarbeit (z.B. Pflanzen, Düngen, Pflanzenschutz)	Aktivität, Pflege, Mittel (Pflanzenschutz, Dünger, Nützlinge etc. mit Konzentration)	Datum
Porree aussäen	'Arkansas' in Speedyplatten (216 NL-Format)	15.6.02
Porree inokulieren	Inokulieren mit Mischinokulum	11. / 12.7.02
Pflanzen	3 reihig, 19 cm Abstand in Reihe	31.7.02
Kopfdüngung	B-Parzellen, 80 kg N/ha (A-Parzellen 0kg N)	29.8.02
Bodenproben	N _{min} , 0-30 / 30-60 cm	31.10.02
1. Bonitur	Schaftdurchmesser, Rost, Alternaria, Thrips	31.10.02
Decken	Mit Vlies untere 2/3, obere 1/3 mit Netz (Abb. 47)	29.11.02
Abdecken		M. März 03
2. Bonitur	Vor der Ernte (Alternaria)	9.4.03
Ernte	Erhebung: Länge, Schaftdurchmesser, Gewicht	15.4.03
Wurzelauszählung	Bestimmung des Kolonisierungsgrades	17.4.03



Abbildung 47: Leichte Frostschäden an Porree trotz Vliesabdeckung in Fehrltorf

3.1.4.1.3 Jungpflanzen

Bei der Jungpflanzenanzucht des Porrees für den Versuch in Villigen war eine starke Wachstumsdepression der mit Triton-Mischinokulum beimpften Pflanzen festzustellen. Im Vergleich zu Kontrollpflanzen wiesen sie eine signifikant tiefere Trockensubstanz des Sprosses auf (Abb. 48). Bei den Jungpflanzen für den Betrieb in Fehraltorf (spätere Saat, andere Sorte) waren keine Unterschiede zwischen den Verfahren zu erkennen.

Die Kolonisierung der Wurzeln war nach 11 Wochen bei allen mit Mykorrhiza inokulierten Jungpflanzen deutlich höher als bei nicht inokulierten Pflanzen. Bei Triton-Mischinokulum wurde eine Kolonisierung bis zu 70% ausgezählt (Abb. 49)

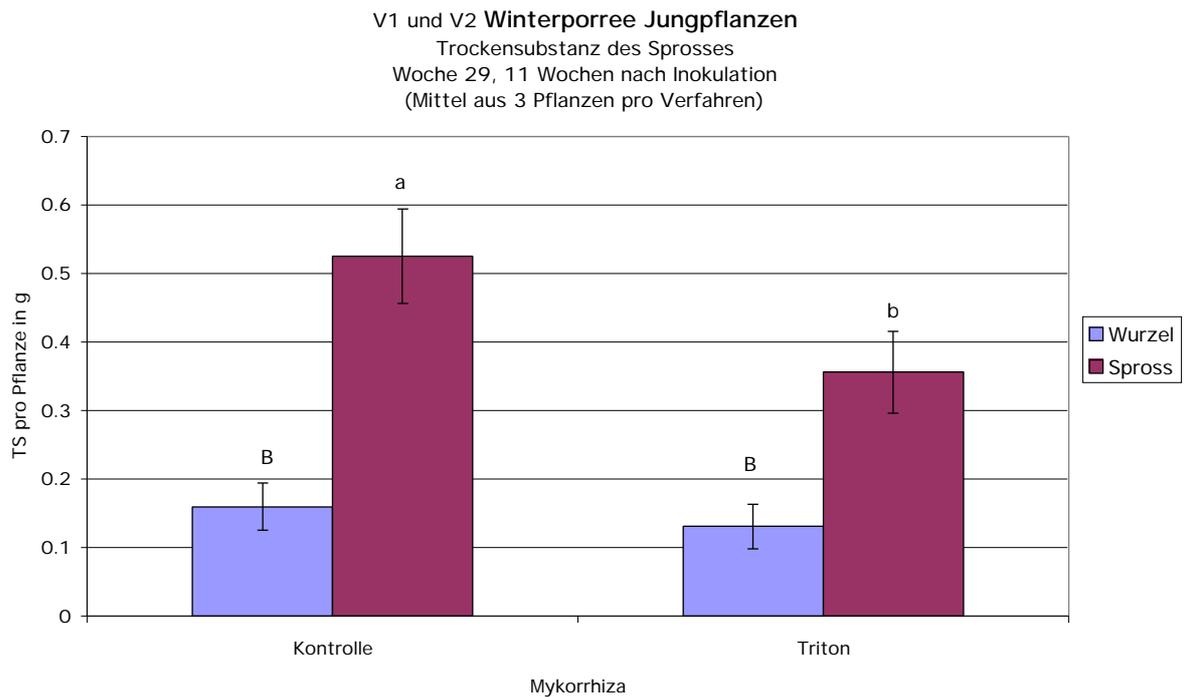


Abbildung 48: Trockensubstanz der Porreejungpflanzen vor der Pflanzung ins Feld

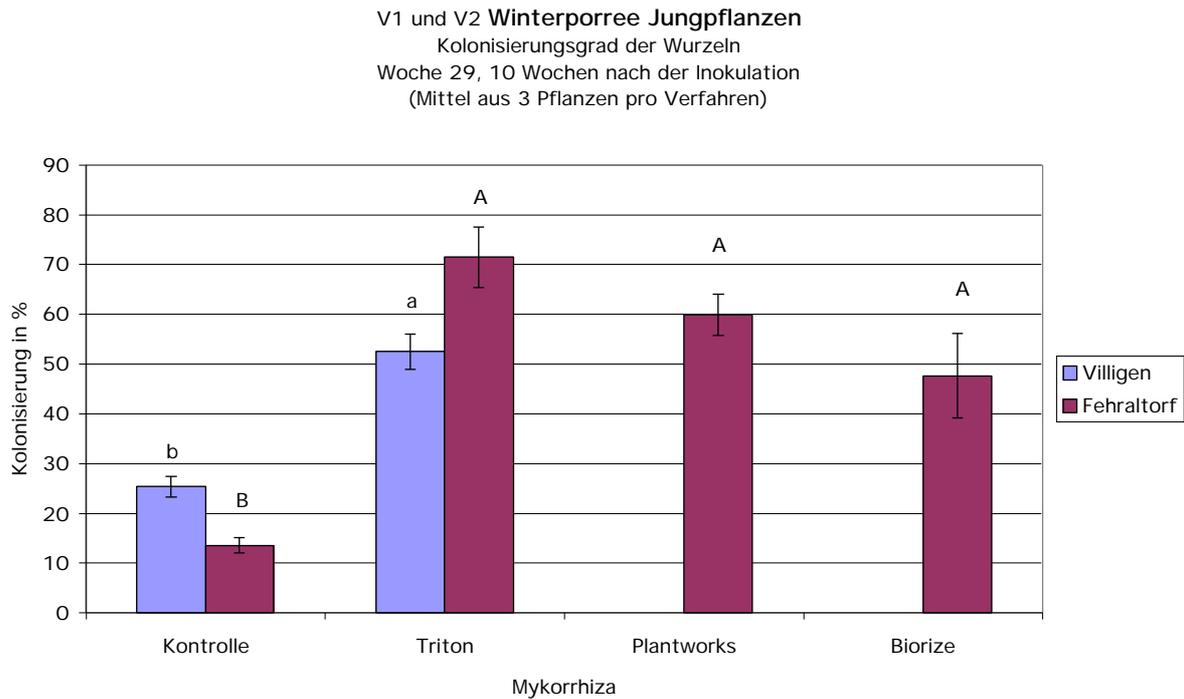


Abbildung 49: Mykorrhizakolonisierung der Porreejungpflanzen an den zwei Standorten Villigen und Fehrltorf

3.1.4.1.4 Bonitur des Krankheits- und Schädlingsbefalls während des Wachstums

Im Versuch in Villigen wurden bei der ersten Bewertung am 7.11.2002 der Schaftdurchmesser gemessen, sowie Alternaria-, Rost- und Thripsbefall bonitiert. Hier wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen mykorrhizierten Pflanzen (Triton-Mischinokulum) und Proben der Kontrolle festgestellt.

Im Versuch in Fehrltorf wurden bei der ersten Bewertung am 31.10.2002 Schaftdurchmesser, Rost- und Thripsbefall bonitiert. Es wurden keine Erhebungen des Alternariabefalls gemacht, da bei einem Kontrollgang keine Anzeichen dieser Krankheit festgestellt wurden. Bei der Auswertung wurden beim Schaftdurchmesser und beim Befall mit Rost keine signifikanten Unterschiede zwischen mykorrhizierten Pflanzen (Triton-, Plantworks-, Biorize-Mischinokulum) und Proben der Kontrolle festgestellt.

Einzig die Unterschiede beim Thripsbefall, zwischen der Kontrolle und den mit Biorize inokulierten Pflanzen, waren beim Tuckey-Test signifikant (Abb. 50).

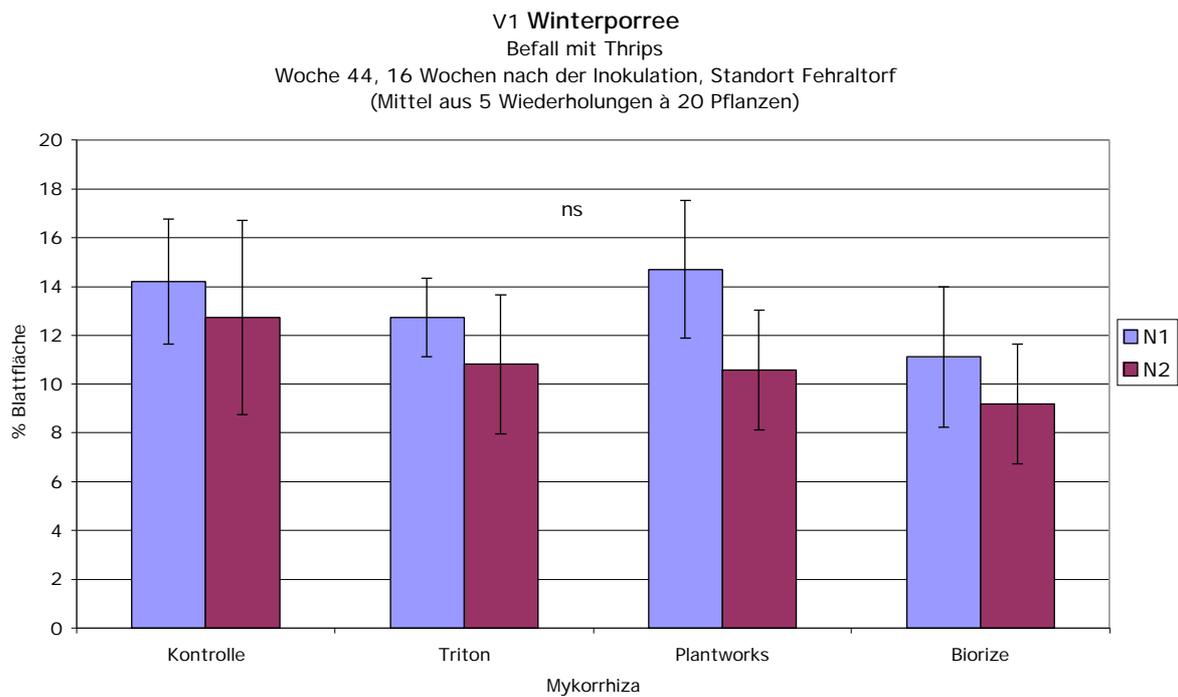


Abbildung 50: Thripsbefall in Fehrltorf auf zwei Düngerstufen (N1, N2) (Biorize war signifikant weniger befallen als die Kontrolle, wenn nur diese beiden Verfahren miteinander verglichen wurden (Tuckey-Test))

3.1.4.1.5 Ernte

Bei der Ernte wurden erneut der Schaftdurchmesser und der Krankheits- und Schädlingsbefall erhoben. Ebenfalls wurde das Frischgewicht der marktfähigen Ware festgehalten. Es konnten hier an beiden Standorten keine signifikanten Unterschiede gefunden werden.

Am Standort Villigen war jedoch klar zu sehen, dass sich die starken Wachstumsdepressionen der Jungpflanzen durch Triton-Mischinokulum wieder ausgewachsen hatten und der Ertrag im Vergleich zur Kontrolle fast gleich hoch war (Abb. 51).

Bemerkenswert war, dass der Ertrag der tiefen Düngerstufe (N1) in Fehrltorf durch alle drei Mischinokula tendenziell erhöht war (Abb. 52).

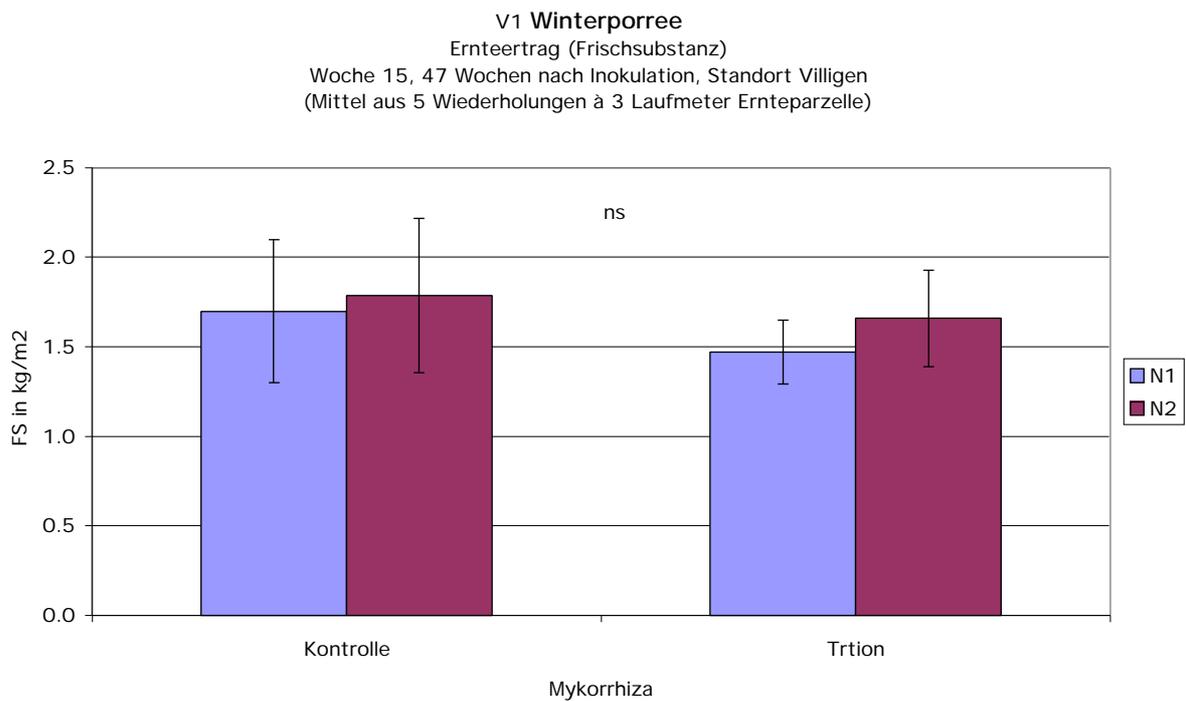


Abbildung 51: Ertrag bei der Porreeernte in Villigen auf zwei Düngerstufen (N1, N2)

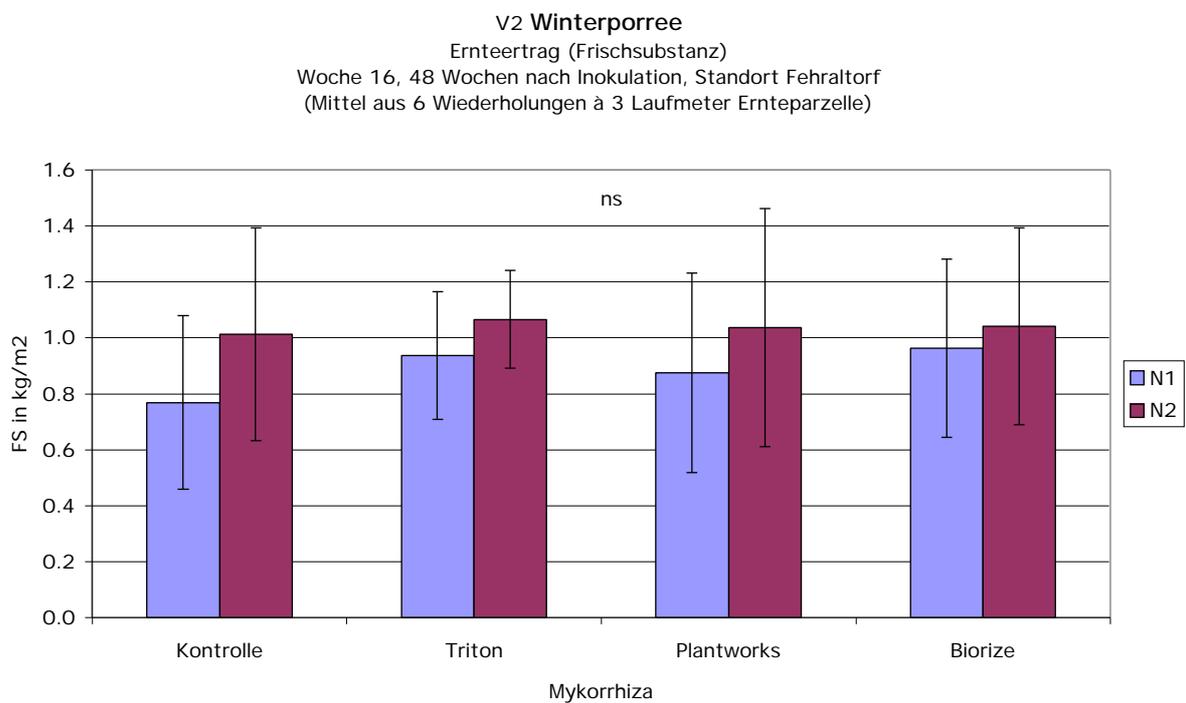


Abbildung 52: Ertrag bei der Porreeernte in Fehraltorf auf zwei Düngerstufen (N1, N2)

Kolonisierungsgrad der Wurzeln bei der Ernte des Winterporrees

Auch noch bei der Ernte des Porrees war am Standort in Villigen die Mykorrhiza-Kolonisierung signifikant höher bei inokulierten Pflanzen als bei den Kontrollpflanzen (Abb. 53). Dies obwohl die Pflanzen über 35 Wochen im Feldboden gewachsen waren und dort sehr wahrscheinlich mit nativen Mykorrhizapilzen in Kontakt gekommen waren.

Ein ähnliches Bild zeigte sich auch bei der Auszählung der Porreewurzeln aus Fehraltorf. Dort war die Wurzelkolonisierung der inokulierten Pflanzen tendenziell höher, wobei nur der Unterschied zu Triton signifikant war (Abb. 54).

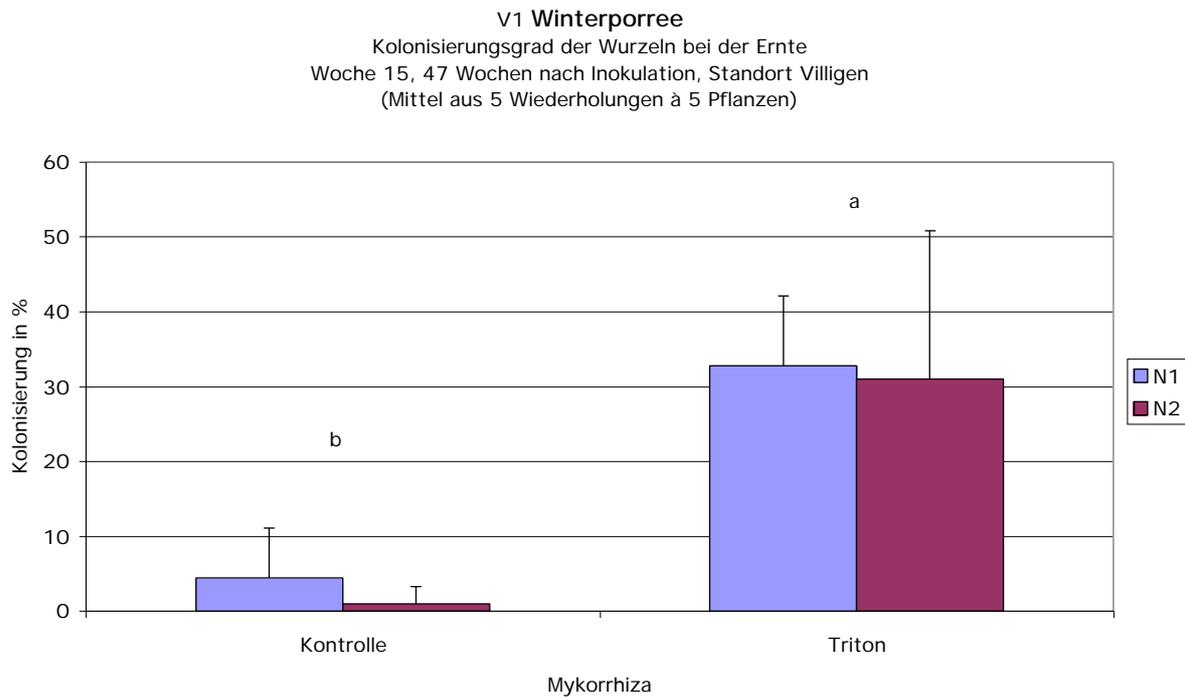


Abbildung 53: Mykorrhiza Kolonisierungsgrad der Porreewurzeln bei der Ernte in Villigen auf zwei Düngerstufen (N1, N2)

V2 Winterporree
 Kolonisierungsgrad der Wurzeln bei der Ernte
 Woche 16, 48 Wochen nach Inokulation, Standort Fehraltorf
 (Mittel aus 6 Pflanzen)

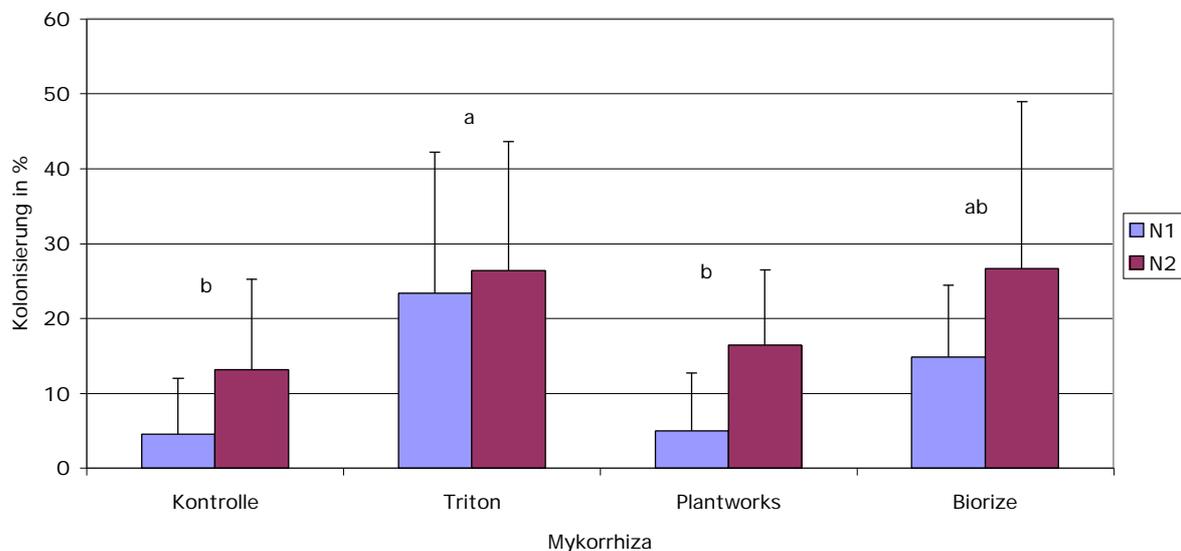


Abbildung 54: Mykorrhiza Kolonisierungsgrad der Porreewurzeln bei der Ernte in Fehraltorf auf zwei Düngerstufen (N1, N2)

3.1.4.2 Sommerporree 2003

3.1.4.2.1 Versuchsübersicht Standort Murimoos

Ziel:	Wirkung von drei verschiedenen Mykorrhiza-Mischpräparaten und 4 Einzelstämmen (ISCB 13,44,45,49) auf des Wachstum, die Gesundheit und die Qualität von Porree
Standort:	Murimoos Wohn- und Werkheim 5630 Muri Schweiz
Kultur:	Sommerporree Sorte 'Prelina' von S+G, Syngenta
Aussaat + Inokulieren:	7. + 10.2.03 in 300er- Platten in Klasmann Bio-Potgrond
Auspflanzen:	am 24.4.03
Boden:	sandiger Lehm, 5% Humus, 370 mg P ₂ O ₅ /kg Boden (übersorgt)
2 Düngerstufen:	N1 = nur Grunddüngung, N2 = Grunddüngung und Kopfdüngung
Düngung:	Bei der Aussaat (N1 + N2): Hornspäne 2 kg/m ³ Substrat Bei der Pflanzung (N2): Biorga 100 kg N/ha Nach 9 Wochen (N2): Biorga 50 kg N/ha

Tabelle 11: Verfahren Sommerporreeversuche mit Mykorrhiza-Mischinokula und Kontrolle in Murimoos

4 Mykorrhiza-Mischinokulum Verfahren

Verfahren	Düngerstufe	Konzentration Inokulum %(v/v)
Ohne Mykorrhiza (Kontrolle)	N1 + N2	
Triton Mischinokulum	N1 + N2	3 %
Plantworks Mischinokulum	N1 + N2	5 %
Biorize Mischinokulum	N1 + N2	5 %

(Alle Chargen von Juni 2002)

4 ISCB Einzelstämme Verfahren

Verfahren	Düngerstufe	Konzentration Inokulum %(v/v)
Stamm ISCB 13	N1	3 %
Stamm ISCB 44	N1	3 %
Stamm ISCB 45	N1	3 %
Stamm ISCB 49	N1	3 %

(Chargen: Stamm 13, 45 und 49 aus der Vermehrungskultur am FiBL 2002, Stamm 44 von Fritz Oehl, Botanisches Inst. Basel 2002)

Tabelle 12: Kulturprotokoll Sommerporree Murimoos

Kulturarbeit (z.B. Pflanzen, Düngen, Pflanzenschutz)	Aktivität, Pflege, Mittel (Pflanzenschutz, Dünger, Nützlinge etc. mit Konzentration)	Pfl. / m ²	Datum	Temp. Nacht °C	Temp. Tag °C	Temp. Lüftung ab °C
Aussaat und Inokulation	4 Verfahren mit kommerziellen Mischinokula, plus 4 ISCB Stämme	~1000	7.2.03	18	18	22
Düngen	Vinasse 0.5%	~1000	21.3.03	18	18	22
Temperatur senken		~1000	24.3.03	10	12	18
Abhärten	Ins Freie (vor Gewächshaus)	~1000	17.4.03			
Setzen	5-Reihig (2.20m Beet), 12 – 18 cm in der Reihe	~15	24.4.03			
1. Bonitur	Schaftdurchmesser, Thrips (Alternaria: wenig, nicht bonitiert)	~15	24.6.03			
Kopfdüngung		~15	24.6.03			
2. Bonitur	Thrips (Alternaria: wenig, nicht bonitiert)	~15	5.8.03			
Ernte	Schaftdurchmesser, Sprosslänge, Frischgewicht pro m ²	~15	6.8.03			

3.1.4.2.2 Versuchsübersicht Standort Fehraltorf

Ziel:	Wirkung von drei verschiedenen Mykorrhiza-Mischpräparaten auf des Wachstum, die Gesundheit und die Qualität von Porree
Standort:	Gerber Bio Greens 8320 Fehraltorf Schweiz
Kultur:	Sommerporree, Sorte 'Prelina' von S+G, Syngenta
Aussaat + Inokulieren:	7.2. und 10.2.03 in 300er-Platten in Klasmann Bio-Potgrond

Boden:	anmoorig, 6% Humus, 814 mg P ₂ O ₅ /kg Boden (übersorgt)
Pflanzen:	am 23.4.03
2 Düngerstufen:	N1 = nur Grunddüngung, N2 = Grunddüngung und Kopfdüngung
Düngung:	Bei der Aussaat (N1 + N2): Hornspäne 2 kg/m ³ Substrat Bei der Pflanzung (N2): Biorga 100 kg N/ha Nach 9 Wochen (N2): Biorga 50 kg N/ha

Tabelle 13: Verfahren Sommerporreeversuche mit Mykorrhiza-Mischinokula und Kontrolle in Fehrlortf

Mykorrhiza	Düngerstufe	Konzentration Inokulum %(v/v)
Ohne Mykorrhiza (Kontrolle)	N1 + N2	
Triton Mischinokulum	N1 + N2	3 %
Plantworks Mischinokulum	N1 + N2	5 %
Biorize Mischinokulum	N1 + N2	5 %

(Alle Chargen von Juni 2002)

Tabelle 14: Kulturprotokoll Sommerporree Fehrlortf

Kulturarbeit (z.B. Pflanzen, Düngen, Pflanzenschutz)	Aktivität, Pflege, Mittel (Pflanzenschutz, Dünger, Nützlinge etc. mit Konzentration)	Pfl. / m ² (rund)	Datum	Temp. Nacht °C	Temp. Tag °C	Temp. Lüftung ab °C
Aussaat und Inokulation	4 Verfahren mit kommerziellen Mischinokula	~1000	7.2.03 10.2.03	18	18	22
Düngen	Vinasse 0.5%	~1000	21.3.03	18	18	22
Temperatur senken		~1000	24.3.03	10	12	18
Abhärten	Ins Freie (vor Gewächshaus)	~1000	17.4.03			
Setzen	3-Reihig (1.80 m Beet), 14-20 cm in der Reihe	~12	23.4.03			
1. Bonitur	Schaftdurchmesser, Thrips (Alternaria: hier nicht aufgetreten)	~12	24.6.03			
Kopfdüngung		~12	24.6.03			
Ernte	Schaftdurchmesser, Sprosslänge Frischgewicht pro m ²	~12	3.7.03			

Substrat und Inokulation

Tabelle 15: Substratmischungen bei der Sommerporree Anzucht

Inokulum	Anzahl Topfplatten	Substrat in Liter	Inokulum	Hornspäne
Triton	14	140 l	3% = 4.2 l	0.280 g
Plantworks	14	140 l	5% = 7 l	0.280 g
Biorize	14	140 l	5% = 7 l	0.280 g
Kontrolle	20	200 l	0	0.400 g
Stamm 13	2	20 l	3% = 0.6 l	0.040 g
Stamm 44	2	20 l	3% = 0.6 l	0.040 g
Stamm 45	2	20 l	3% = 0.6 l	0.040 g
Stamm 49	2	20 l	3% = 0.6 l	0.040 g

Ausgesät wurde der Porree am 6.2.2003 mit einem „Lehner“ Sägerät (Abb. 55).



Abbildung 55: „Lehner“ – Sägerät zur Porreeaussaat



Abbildung 56: Porreepflanzen 4 Wochen nach der Saat bzw. Inokulation

3.1.4.2.3 Jungpflanzen

Es wurden einige Proben der Jungpflanzen vor dem Setztermin entnommen, um die Frisch- bzw. Trockensubstanz, sowie den Mykorrhiza-Kolonisierungsgrad zu bestimmen.

Bei den Sommerporreesetzlingen wurde in den ersten Wochen nach der Saat und der Inokulation eine starke Wachsumsförderung der mit Mykorrhizapilzen inokulierten Pflanzen beobachtet. Vor allem bei den Pflanzen, welche mit den Basler Einzelstämmen (ISCB 13, 44, 45, 49) inokuliert wurden, waren deutlich positive Unterschiede im Vergleich zur Kontrolle, bezüglich Farbe, Schaftdurchmesser und -länge sowie auch bei der Bestimmung der Frischsubstanz festzustellen (Abb. 57–60).

Hingegen wurden bei der Überprüfung auf deren Wurzelkolonisierung praktisch keine Mykorrhizastrukturen gefunden. In weiteren Versuchen wäre nun zu überprüfen, ob das Trägermaterials des Inokulums, die Mykorrhizastrukturen oder andere Einflüsse diesen Wachstumseffekt verursacht haben.

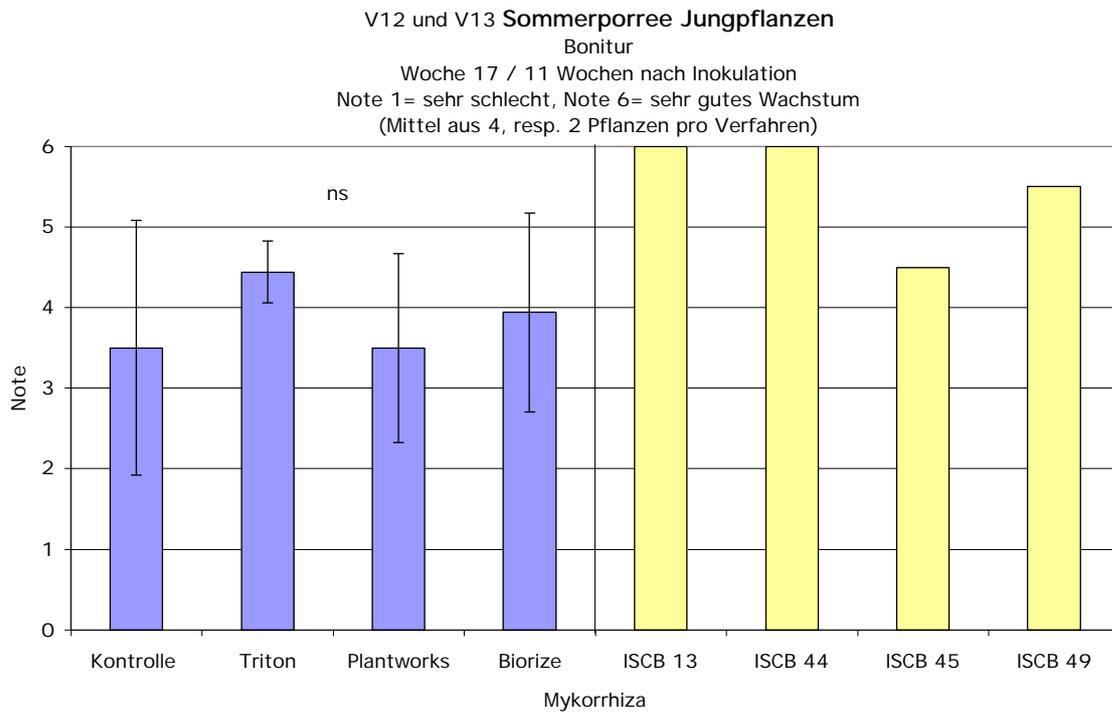


Abbildung 57: Erste Bonitur der Porreejungpflanzen vor der Pflanzung ins Feld

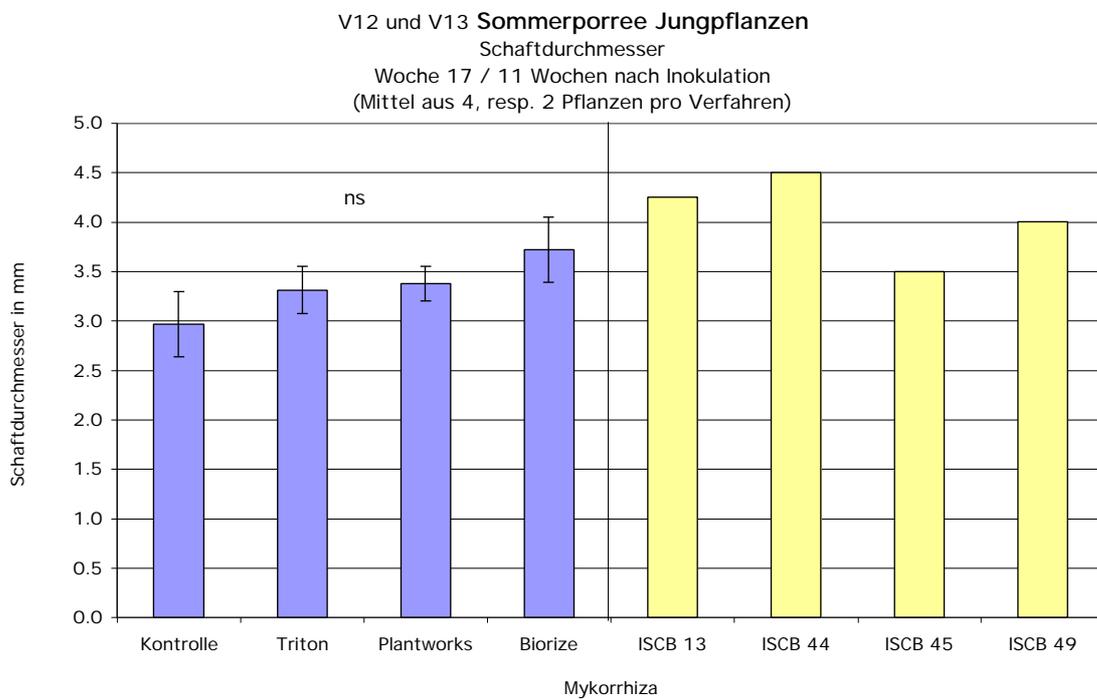


Abbildung 58: Schaftdurchmesser der Porreejungpflanzen vor der Pflanzung ins Feld

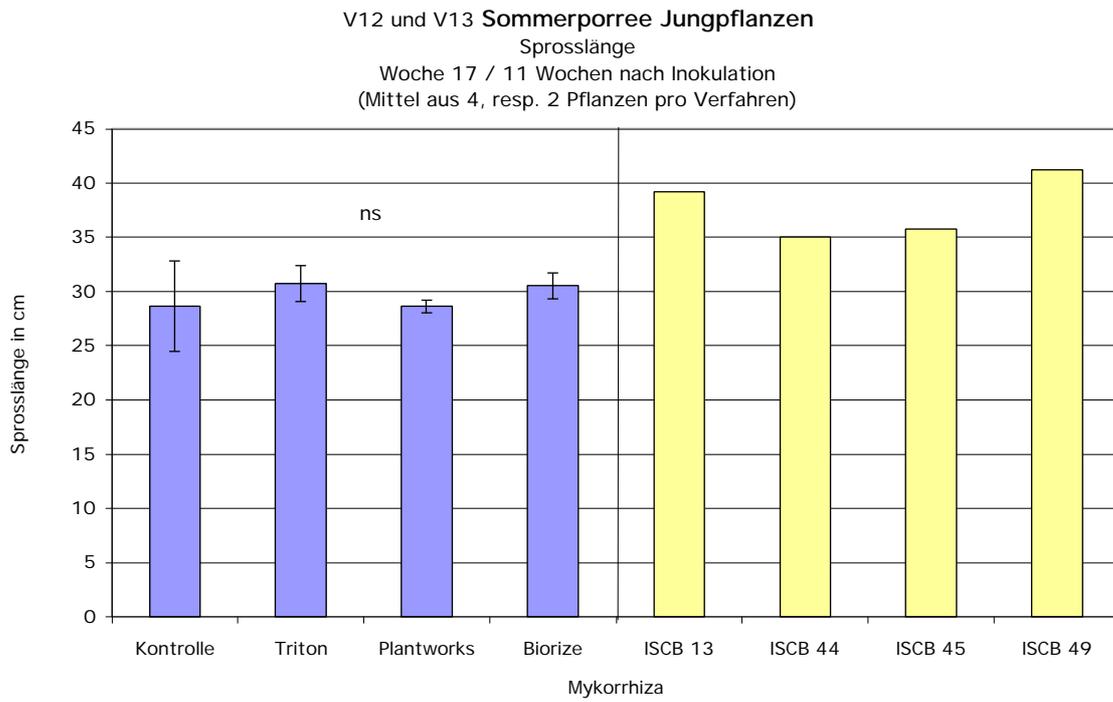


Abbildung 59: Sprosslänge der Porreejungpflanzen vor der Pflanzung ins Feld

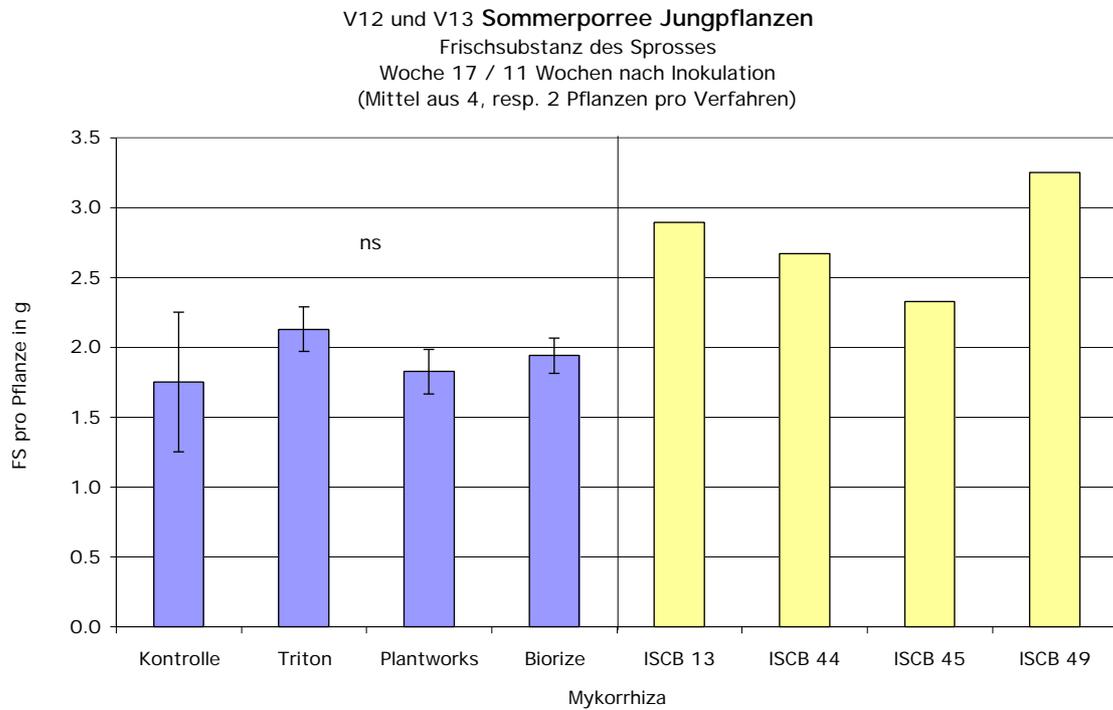


Abbildung 60: Frischsubstanz der Porreejungpflanzen vor der Pflanzung ins Feld

3.1.4.2.4 Bonitur des Krankheits- und Schädlingsbefalls während des Wachstums

Am 24.6.2003 wurde der Schaftdurchmesser der Porreepflanzen auf dem Feld gemessen und zwei verschiedene Krankheiten resp. Schädlinge (Rost und Thrips) welche zu diesem Zeitpunkt aufgetreten waren, bonitiert. *Alternaria* wurde nicht speziell betrachtet, da nur sehr selten Symptome festgestellt wurden.

An beiden Standorten wurden keine signifikanten Befallsunterschiede festgestellt. Als Beispiel ist der Thripsbefall dargestellt (Abb. 61).

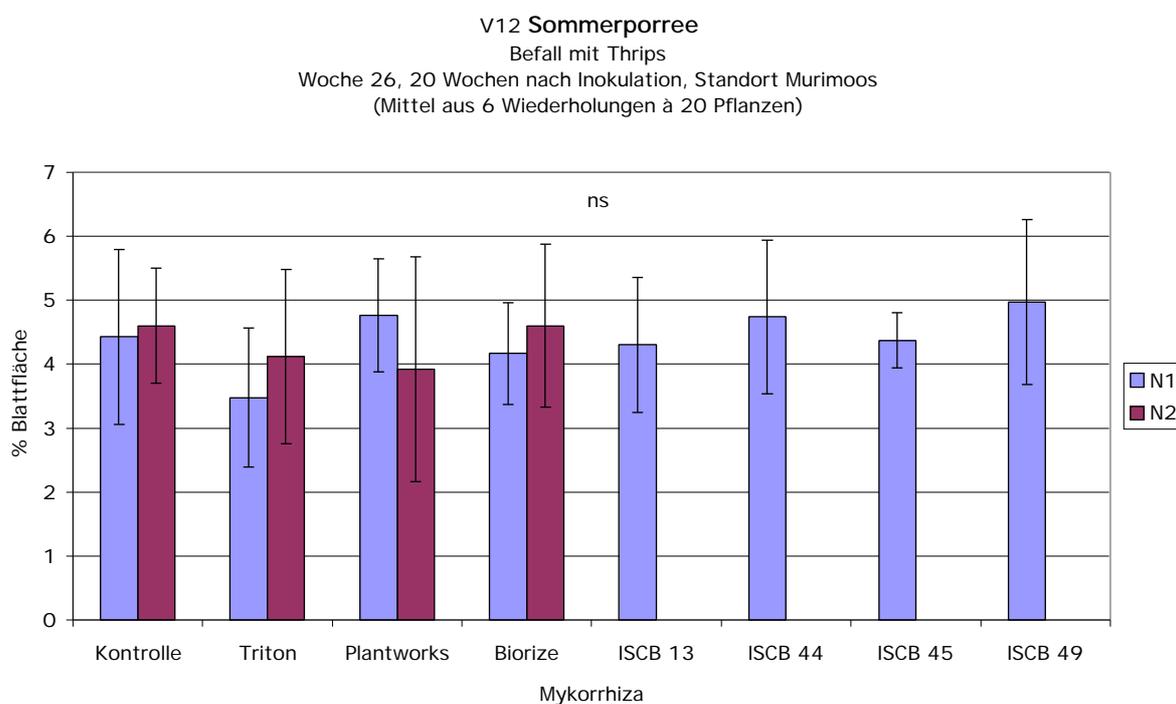


Abbildung 61: Thripsbefall in Murimoos auf zwei Düngerstufen (N1, N2)

3.1.4.2.5 Ernte

Bei der Ernte konnten auf beiden Betrieben keine signifikanten Differenzen im Frischgewicht der marktfähigen Ware verzeichnet werden (Abb. 62 und 63). Die Wachstumsvorteile, die bei den Jungpflanzen durch die inokulierten Mykorrhiza-Einzelstämme (ISCB 13, 44, 45, 49) aufgetreten waren, wurden bis zur Ernte wieder ausgeglichen (Abb. 62).

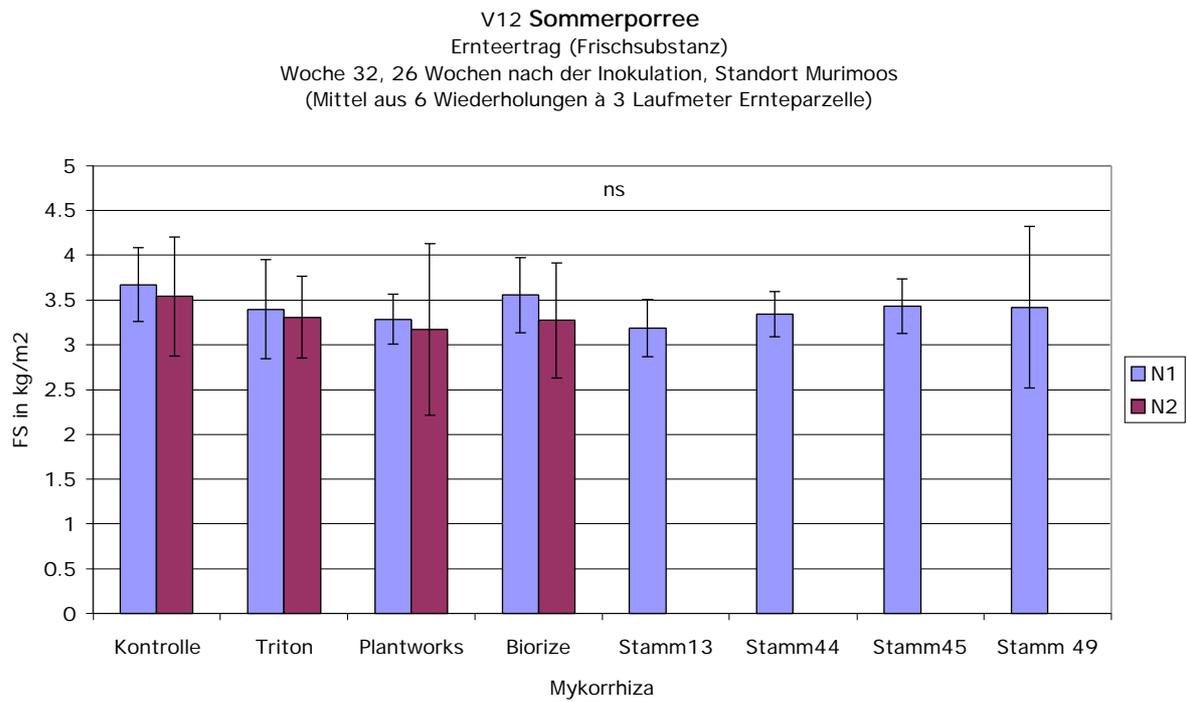


Abbildung 62: Ertrag bei der Porreeernte in Murimoos auf zwei Düngerstufen (N1, N2)

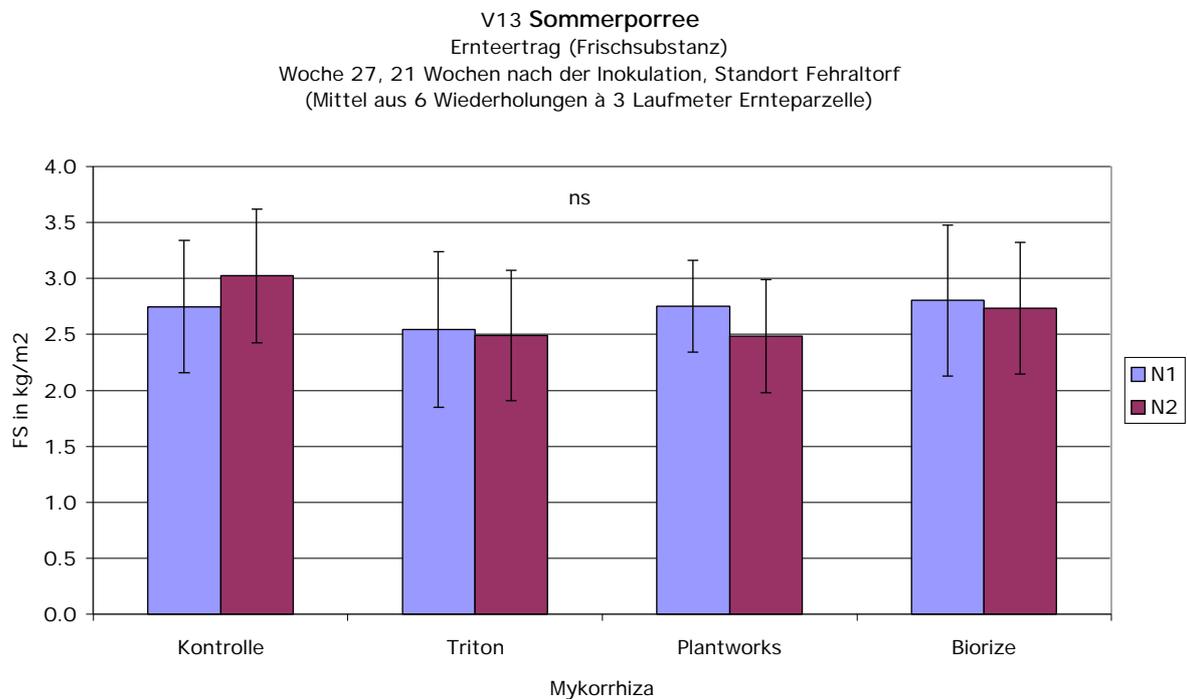


Abbildung 63: Ertrag bei der Porreeernte in Fehrltorf auf zwei Düngerstufen (N1, N2)

Kolonisierung der Wurzeln bei der Ernte des Sommerporrees

Bei der Überprüfung der Wurzelkolonisierung nach der Porreeernte war, trotz der geringen Kolonisierung der Jungpflanzen, eine deutlich höhere Mykorrhizadichte in den Wurzeln der inokulierten Pflanzen zu finden (Abb. 64 und 65).

Am Standort Sevelen waren mit Biorize inokulierte Pflanzen über 50% mit Mykorrhizen kolonisiert, gegenüber 20% bei der Kontrolle (Abb. 65).

Es wurden aber auch starke Schwankungen zwischen den Düngerstufen beobachtet. So wurde beispielsweise am Standort Murimoos eine Kolonisierung um 37% auf der höheren N-Düngerstufe (N2) mit dem Mischinokulum Biorize erzielt, und auf der niedrigen N-Düngerstufe (N1) um 13%. Gegensätzlich dazu waren die Ergebnisse bei der Auszählung der mit Plantworks-Mischinokulum beimpften Porreewurzeln. Hier zeigte sich eine deutlich höhere Mykorrhiza-Kolonisierung auf der niedrigen N-Düngerstufe (N1) im Vergleich zur höheren (N2) (Abb. 64).

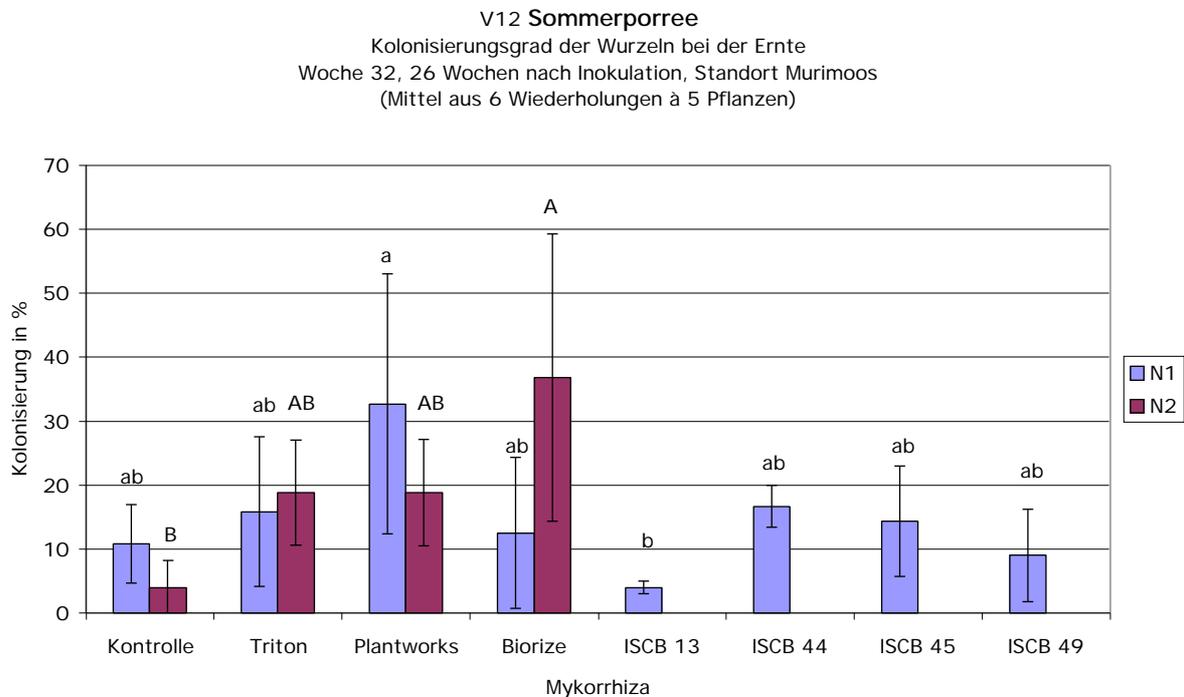


Abbildung 64: Mykorrhiza Kolonisierungsgrad der Porreewurzeln bei der Ernte in Murimoos auf zwei Düngerstufen (N1, N2)

V13 Sommerporree
 Kolonisierungsgrad der Wurzeln bei der Ernte
 Woche 27, 21 Wochen nach Inokulation, Standort Fehraltdorf
 (Mittel aus 6 Pflanzen)

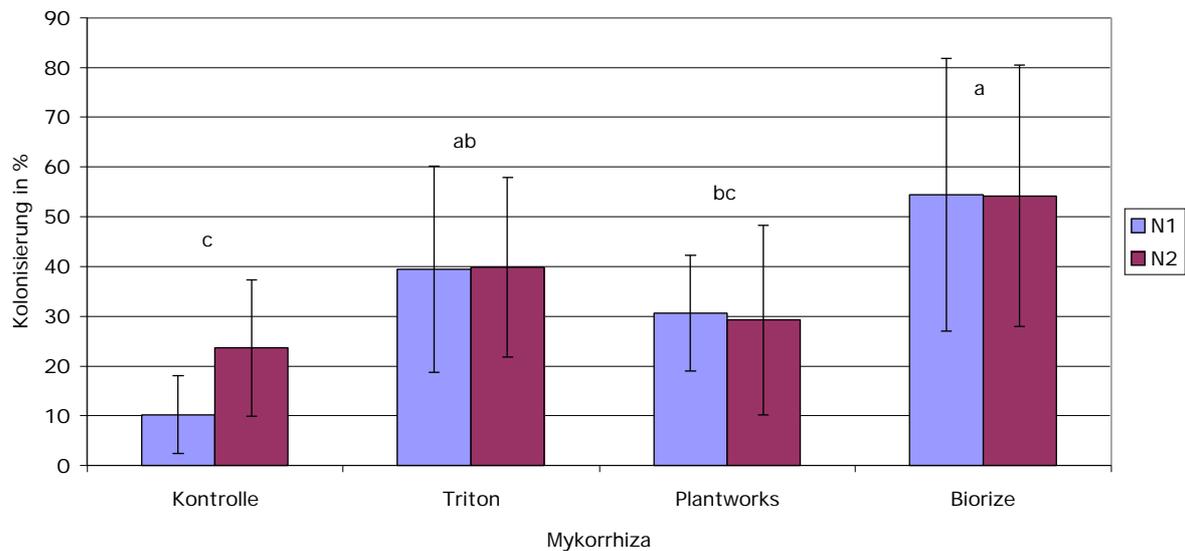


Abbildung 65: Mykorrhiza Kolonisierungsgrad der Porreewurzeln bei der Ernte in Fehraltdorf auf zwei Düngerstufen (N1, N2)

3.1.4.3 Zusammenfassung Porree

Der Kolonisierungsgrad von Porree war sehr unterschiedlich bei der Winter- und Sommerform. Während die Wurzeln von Winterporree 11 Wochen nach Inokulation beim Pflanzen ins Freiland bereits zu 45 bis 70% mykorrhiziert waren, war der Sommerporree zu diesem Zeitpunkt praktisch frei von Mykorrhizen. Hingegen waren inokulierte Sommer- und Winterporreepflanzen zum Zeitpunkt der Ernte im Feld deutlich stärker mit AMP Strukturen besiedelt als die nicht inokulierten Kontrollen. Trotz starker AMP Kolonisierung von Porree waren die Effekte auf Wachstum und Gesundheitszustand (Rost, Alternaria, Trips) mit Ausnahmen klein. Das Spross- und Wurzelgewicht von Winterporree-Jungpflanzen wurde durch Triton in einem Fall signifikant reduziert. Der Thripsbefall wurde in einem Versuch durch AMP Inokulation signifikant vermindert. Der Porree-Ernteertrag wurde durch die kommerzialisierten Inokula nicht nennenswert beeinflusst. Lediglich die Winterporreeerträge waren nach Inokulation bei geringer N-Düngung tendenziell erhöht. Die Böden waren alle sehr hoch mit Phosphor versorgt.

Die geprüften Basler-Stämme ISCB 13, 44 und 49 beeinflussten die Jungpflanzenentwicklung positiv, hingegen hatten sie im Vergleich zur nicht inokulierten Kontrolle keinen Einfluss auf den Ernteertrag und die Pflanzengesundheit im Feld.

3.1.5 Erdbeeren

3.1.5.1 Produktevergleich, Konzentrationsversuch und Einzelstämmeversuch 2002 / 2003

Mit Erdbeeren wurden drei verschiedene Feldversuche angestellt. An den zwei Standorten Sevelen und Frick wurden die drei kommerzialisierten Mykorrhiza-Mischinokula miteinander verglichen (Produktevergleich). In Frick wurde zusätzlich ein Konzentrationsversuch angelegt, in welchem die Auswirkung der Mykorrhiza-Inokulationsstärke im Anzuchtsubstrat getestet wurde. Ebenfalls in Frick wurden 13 Basler Einzelstämme (Isolate) im Freiland getestet.

3.1.5.1.1 Versuchsübersicht aller Standorte

Ziel:	Wirkung von drei verschiedenen Mykorrhiza-Mischpräparaten und 13 Einzelstämmen (ISCB) auf das Wachstum, die Gesundheit und die Qualität von Erdbeeren. Die Mischpräparate wurden in verschiedenen Konzentrationen geprüft.	
Standorte:	V3 Produktevergleich	Matthias Tischhauser Grüelhof 9475 Sevelen
	V4 Produktevergleich	FiBL Gutsbetrieb Frick
	V5 Konzentrationsversuch	FiBL Gutsbetrieb Frick
	V6 Isolateversuch	FiBL Gutsbetrieb Frick
Kultur:	Erdbeeren (<i>Fragaria ananassa</i>) Sorte: 'Pegasus' und 'Elsanta' von Häberli	
Eintopfen + Inokulation:	am 26.7.02 in 60er Quickpot-Platten, in Klasmann Bio-Potgrond	
Boden:	Sevelen: sandiger Lehm, 115 mg P ₂ O ₅ /kg Boden, Frick: toniger Lehm, 80-124 mg P ₂ O ₅ /kg Boden (ausreichend)	
Pflanzen:	V3 am 20.8.2002 in Sevelen V4 am 22.8.2002 in Frick V5 am 22.8.2002 in Frick V6 am 6.9.2002 in Frick	
Versuchsdesign:	V3: 6 Wiederholungen in drei Blöcken à 25 Pflanzen V4: 6 Wiederholungen in drei Blöcken à 12 Pflanzen V5: 6 Wiederholungen in drei Blöcken à 3 Pflanzen V6: 2 Wiederholungen à 5 Pflanzen	

Tabelle 16: Verfahren Erdbeerversuche mit Mykorrhiza-Mischinokula, -Einzelstämmen (ISCB) und Kontrolle

Verfahren in V3, V4, V5	Konzentration Inokulum (%v/v)
Ohne Mykorrhiza (Kontrolle)	
Triton Mischinokulum	3%
Plantworks Mischinokulum	5%
Biorize Mischinokulum	5%

(Alle Chargen von Juni 2002)

Verfahren in V6	Konzentration Inokulum (%v/v)
Ohne Mykorrhiza (Kontrolle)	
13 verschiedene Mykorrhiza-Einzelstämme (ISCB)	3%

(Alle Chargen von Juni 2002, aus der Vermehrung der Universität Basel)

Tabelle 17: Kulturprotokolle Erdbeeren Sevelen und Frick

Produktevergleich in Sevelen

Kulturarbeit (z.B. Pflanzen, Düngen, Pflanzenschutz)	Aktivitäten, Pflege, Mittel (Pflanzenschutz, Dünger, Nützlinge etc.)	Pfl. / m ²	Datum
Bodenproben (0-30 cm) Dämme	Dämme: Höhe 0.15 m, Reihenabstand 0.3 m, Dammabstand 1.5 m		6.8.02
Pflanzen	Dämme werden 2reihig bepflanzt, 28 Stk pro Parzelle (sehr schlechtes Pflanzgut!)	3.8	20.8.02
Pflanzen ersetzen	5 Stk Pegasus, 6 Stk Elsanta gejätet, Elsanta: starker Befall mit Erdbeermilben!	3.8	3.9.02
Pflanzen säubern	Alte, mit Krankheiten/Pilzen befallene Blätter entfernen	3.8	11.3.03
1. Bonitur	Nach: „gut überwintert“ oder „abgestorben“ (Bodenproben)	3.8	28.3.03
2. Bonitur	Nach: Grösse der Pflanzen und Blätter, Anzahl Blüten etc.	3.8	9.5.03
Ernte	Ertrag pro Verfahren und Wiederholung, Grösse der Früchte, Gesundheit der Pflanzen, Kolonisierungsgrad der Wurzeln bestimmen	3.8	Juni /Juli 03

Produktevergleich in Frick

Kulturarbeit (z.B. Pflanzen, Düngen, Pflanzenschutz)	Aktivitäten, Pflege, Mittel (Pflanzenschutz, Dünger, Nützlinge etc.)	Pfl. / m ²	Datum
Substrate gemischt			17.7.02
In Styropor QP abgefüllt	Quickpotplatten (QP): 60 Löcher à 0.125 l		18.7.02
Stecklinge pikieren	Wurzeln auf 0.5 cm eingekürzt		26.7.02
Pflanzen	Boden erst gefräst (Vorkultur Weizen) 4 Pfl. / Wh , schlechtes Pflanzgut!	3.7	22.8.02
Pflanzen säubern	Alte, mit Krankheiten/Pilzen befallene Blätter entfernen	3.7	11.3.03
1. Bonitur	Nach: „gut überwintert“ oder „abgestorben“ (Bodenproben)	3.7	11.3.03
2. Bonitur	Nach: Krankheiten, Schädlingen, Anzahl Blüten, Anzahl gesunde Blätter etc.	3.7	21.5.03
Ernte	Ertrag pro Verfahren und Wiederholung, Grösse der Früchte, Gesundheit der Pflanzen, Kolonisierungsgrad der Wurzeln bestimmen	3.7	Juni /Juli 03

Konzentrationsversuch in Frick

Kulturarbeit (z.B. Pflanzen, Düngen, Pflanzenschutz)	Aktivitäten, Pflege, Mittel (Pflanzenschutz, Dünger, Nützlinge etc.)	Pfl. / m ²	Datum
Substrate gemischt			17.7.02
Substrat in Styropor QP Platten abgefüllt	Pro Platte 60 Löcher à 0.125 l		18.7.02
Stecklinge pikieren	Wurzeln auf 0.5 cm eingekürzt		26.7.02
Pflanzen	Boden erst gefräst (Vorkultur Weizen) 3 Pfl. / Wh , schlechtes Pflanzgut!	3.7	22.8.02
Pflanzen säubern	Alte, mit Krankheiten/Pilzen befallene Blätter entfernen	3.7	14.3.03

1. Bonitur	Nach: „gut überwintert“ oder „abgestorben“ (Bodenproben)	3.7	14.3.03
2. Bonitur	Nach: Krankheiten, Schädlingen, Anzahl Blüten, Anzahl gesunde Blätter etc.	3.7	21.5.03
Ernte	Ertrag pro Verfahren und Wiederholung, Grösse der Früchte, Gesundheit der Pflanzen, Kolonisierungsgrad der Wurzeln bestimmen	3.7	Juni /Juli 03

Isolateversuch Frick

Kulturarbeit (z.B. Pflanzen, Düngen, Pflanzenschutz)	Aktivitäten, Pflege, Mittel (Pflanzenschutz, Dünger, Nützlinge etc.)	Pfl. / m ²	Datum
Stecklinge pikieren	Bewurzelte Topfgrünpflanzen von Häberli verwendet, in 9er Töpfe		20.8.02
Gespritzt	0.4%Thiovit gegen Mehltau		5.9.02
Pflanzen	Boden recht nass	1.8	6.9.02
Pflanzen säubern	Alte, mit Krankheiten/Pilzen befallene Blätter entfernen	1.8	14.3.03
1. Bonitur	Nach: „gut überwintert“ oder „abgestorben“ (Bodenproben)	1.8	14.3.03
2. Bonitur	Nach: Krankheiten, Schädlingen, Anzahl Blüten, Anzahl gesunde Blätter etc.	1.8	21.5.03
Ernte	Ertrag pro Verfahren und Wiederholung, Grösse der Früchte, Gesundheit der Pflanzen, Kolonisierungsgrad der Wurzeln bestimmen	1.8	Juni /Juli 03



Abbildung 66: Erdbeerpflanze nach dem Entfernen der alten und kranken Blätter im März 2003



Abbildung 67: Erdbeerblüte bei der Bonitur am 9.5.2003 in Sevelen

Spezielle Methode zum Färben der Erdbeerwurzeln

Reagenzien:

- (1) Kaliumhydroxid 10%:
100 g Kaliumhydroxid (KOH, $M=56.11$ g/mol) in 1l demin. Wasser auflösen
- (2) H_2O_2 Lösung:
50 ml NH_4OH , 50 ml H_2O_2 mit demin. Wasser auf 1l auffüllen.
- (3) Salzsäure 1%:
22,71 ml Salzsäure rein (HCl 37%, $M=36,46$ g/mol) mit demin. Wasser auf 1l auffüllen.
- (4) Trypanblau 0.05%:
0.5 g Trypanblau, 500 ml Glycerin (Glycerin wasserfrei, $C_3H_8O_3$, $M = 92,1$ g/mol), 50 ml 1% HCl in 1000 ml Messkolben geben und mit demin. Wasser bis zur 1l Marke auffüllen.
- (5) Glycerinlösung:
14 : 1 : 1 lactic acid : glycerol : water oder 500ml Glycerin wasserfrei, $C_3H_8O_3$, $M = 92,1$ g/mol), 50 ml 1% HCl in 1000ml Messkolben geben und mit H_2O bis zur Marke auffüllen.

Vorgehen:

Aufhellen der Wurzeln: Die Wurzelstücke werden in ein dickwandiges Reagenzröhrchen gefüllt und mit KOH (1) überschichtet. Anschliessend werden die Röhrchen für 30 min in ein $90^\circ C$ Wasserbad gestellt. KOH wird danach abdekantiert. Für das Ausbleichen überschichtet man die Wurzeln mit H_2O_2 (2) (Wasserstoffperoxid) und lässt sie bei Raumtemperatur während 30 min. stehen.

Mit Leitungswasser spülen.

Die aufgehellten und gespülten Wurzeln werden in 1% HCl (3) für eine Stunde eingelegt.

Färben der Mykorrhizastrukturen: Die angesäuerten Wurzeln werden mit 0,05% Trypanblau - Lösung (4) überschichtet und 30 min in ein $90^\circ C$ Wasserbad gestellt.

Mit Leitungswasser ausspülen.

Entfärben: mind. eine Nacht in der Glycerinlösung (5) stehen lassen.



Abbildung 68: Geerntet und verkauft wurden die Erdbeeren in 250 Gramm Schalen (Sevelen)

3.1.5.1.2 Jungpflanzen

Die Erdbeerpflanzen waren zu Beginn der Kultur (schlechte Jungpflanzen-Lieferung) schwach und teilweise auch krank. Es wurden 4 Wochen nach der Inokulation mit den kommerziellen Mykorrhizaprodukten Proben genommen, um den Kolonisierungsgrad der Wurzeln zu bestimmen. Schon hier konnten Unterschiede zwischen den beiden Sorten festgestellt werden. Am stärksten kolonisierte das Produkt von der Firma Triton bei der Sorte Pegasus und das Produkt der Firma Plantworks bei der Sorte Elsanta (Abb. 69).

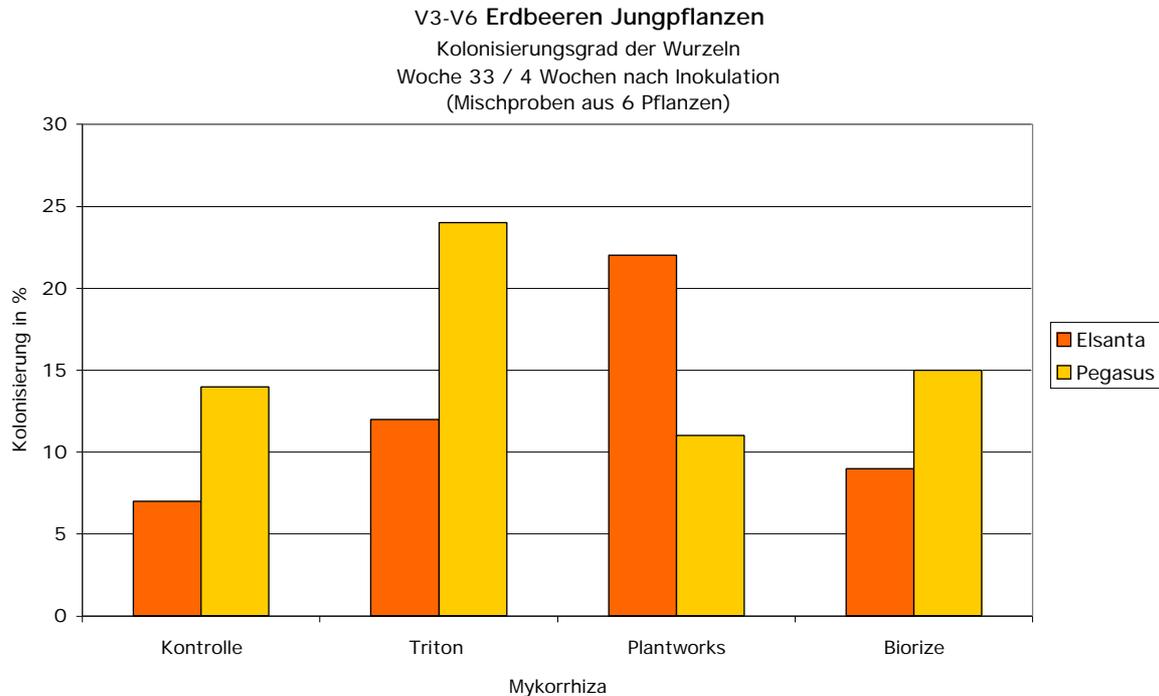


Abbildung 69: Mykorrhiza Kolonisierungsgrad der Erdbeerjungpflanzen

3.1.5.1.3 Bonitur

Bei der Bonitur der Erdbeerpflanzen im März 2002 wurde der Pflanzenbestand bewertet. Es wurde ausgezählt, wie viele Pflanzen nach dem Winter noch gesund waren und bereits ausgetrieben hatten. Trotz der schwachen Jungpflanzen waren nur vereinzelt Erdbeerpflanzen abgestorben und es wurden praktisch überall schon junge Blätter vorgefunden. Zwischen den Verfahren wurden keine Unterschiede beobachtet. Auch Krankheiten waren noch kaum aufgetreten. Die alten Blätter des Vorjahres wurden entfernt, um eine Übertragung und Neuinfektion zu verhindern. Besonders die Krankheiten "Weiss- und Rotfleckenkrankheit" (*Mycosphaerella fragariae* und *Diplocarpon earliana*) können im Frühjahr auf diese Weise in der Kultur verbreitet werden (Abb. 70).



Abbildung 70: Erdbeerblatt mit Rotfleckenbefall in Frick

3.1.5.1.4 Ernte

Die Ernte erfolgte an beiden Standorten von Ende Mai bis Mitte Juni. Es wurden, wie erwartet, starke Unterschiede bei den beiden Sorten gefunden. Die anfälligere und schwächere Sorte Elsanta hatte einen viel geringeren Ertrag als die Sorte Pegasus. Die Ertragsdifferenzen waren am Standort Frick, der für Erdbeeren eher ungünstig ist, sehr gross (Abb. 71, 72).

Die Inokulation mit den kommerzialisierten Inokula beeinflusste den Ertrag in Sevelen nicht (Abb. 71). Im schweren Boden in Frick war der Erdbeerertrag der Sorte Elsanta bei Triton und Biorize tendenziell erhöht. Der Ertrag der robusteren Sorte war an diesem Standort durch Triton signifikant vermindert (Abb. 72).

Im Konzentrationsversuch führte eine Inokulation mit den Mischpräparaten konzentrationsabhängig zu deutlichen Mehrerträgen gegenüber der Kontrolle. Infolge grosser Schwankungen waren diese Differenzen statistisch nicht gesichert (Abb. 73-75).

Beim Isolateversuch traten bei den inokulierten Pflanzen zum Teil starke Ertragseinbussen auf. Nur bei den beiden Stämmen ISCB 18 und 47 waren, im Vergleich zu den Kontrollpflanzen, tendenziell höhere Erträge zu verzeichnen (Abb. 76).

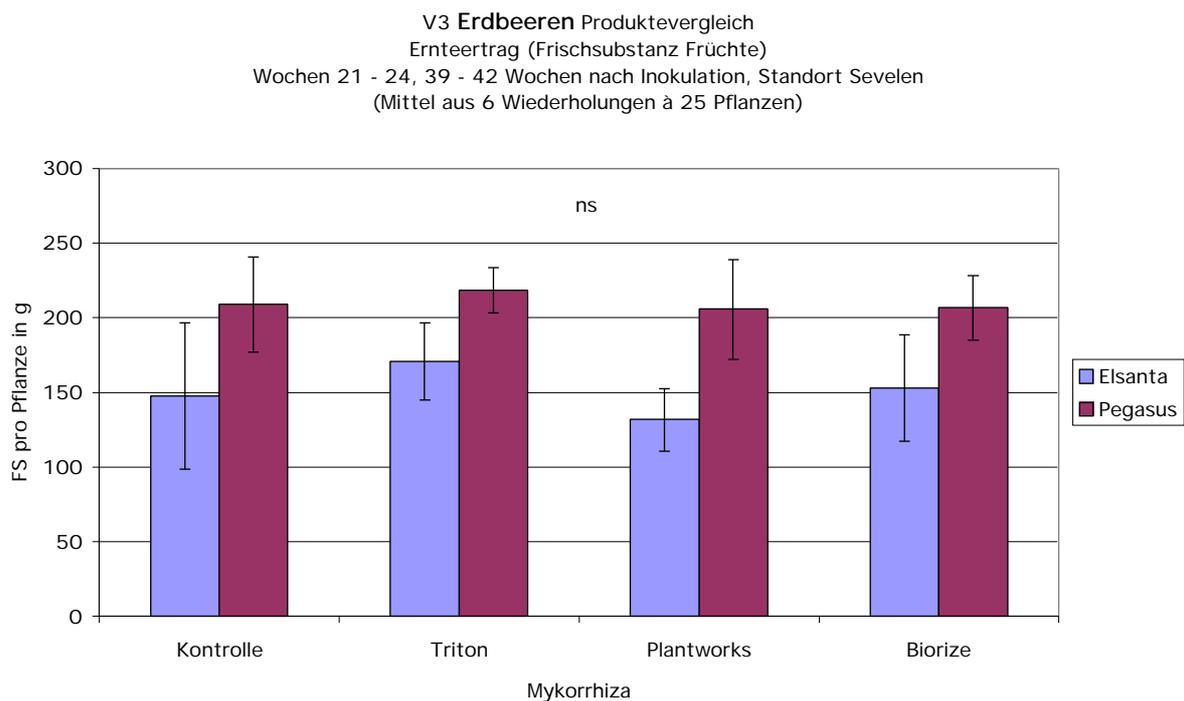


Abbildung 71: Ertrag bei der Erdbeerernte im Produktvergleich Sevelen (Sorten Elsanta und Pegasus)

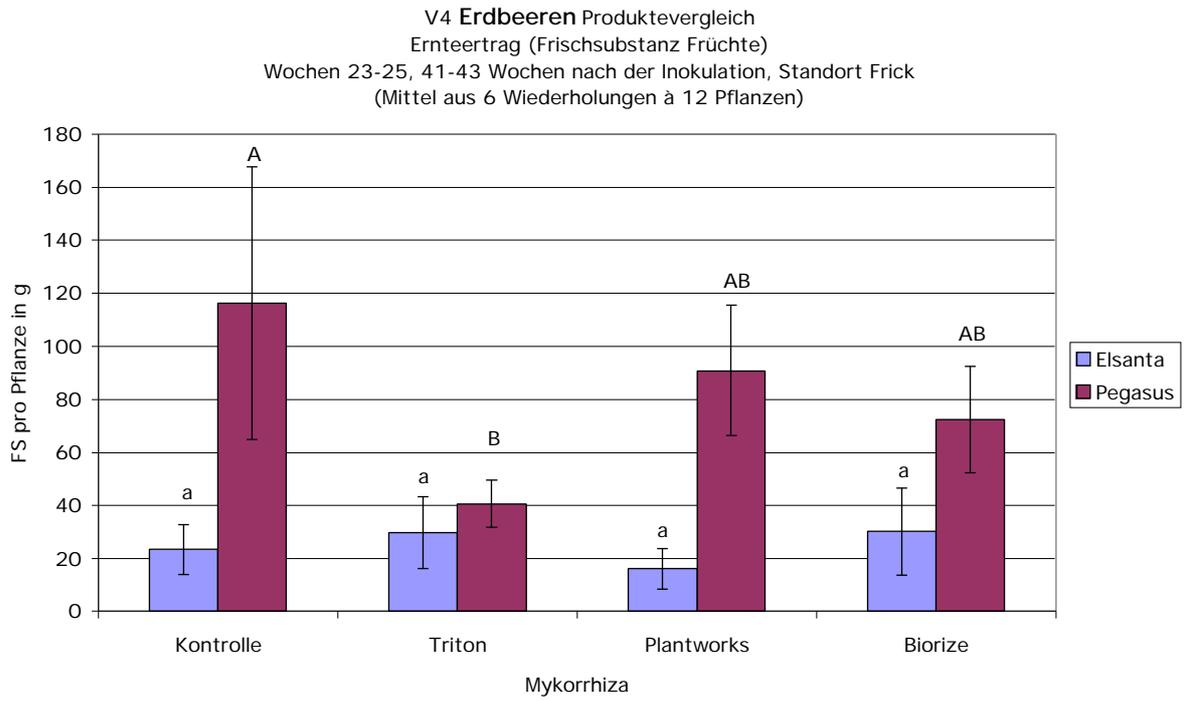


Abbildung 72: Ertrag bei der Erdbeerernte im Produktvergleich Frick (Sorten Elsanta und Pegasus)

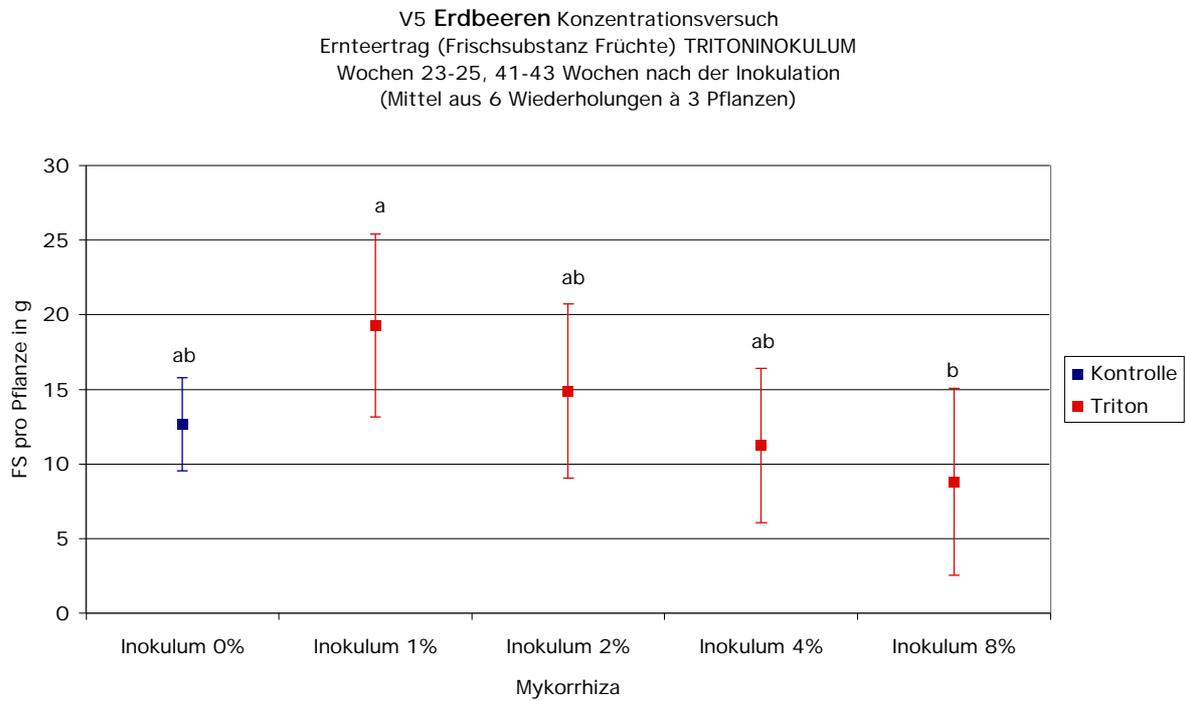


Abbildung 73: Ertrag bei der Erdbeerernte im Konzentrationsversuch Frick, Triton-Mischinokulum (Sorte Pegasus)

V5 Erdbeeren Konzentrationsversuch
 Ernteertrag (Frischsubstanz Früchte) PLANTWORKSINOKULUM
 Wochen 23-25, 41-43 Wochen nach der Inokulation
 (Mittel aus 6 Wiederholungen à 3 Pflanzen)

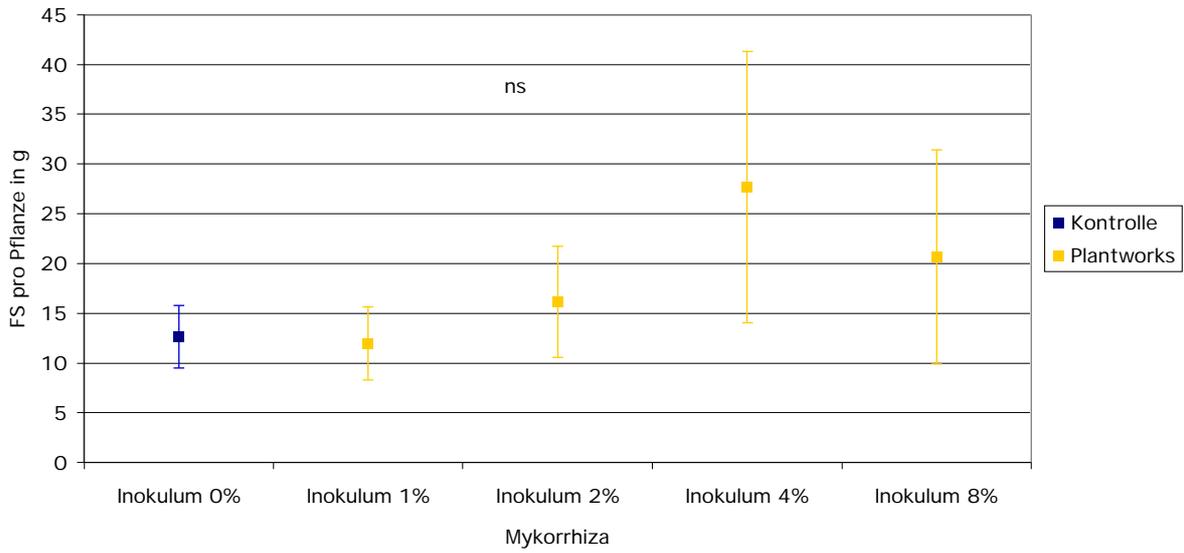


Abbildung 74: Ertrag bei der Erdbeerernte im Konzentrationsversuch Frick, Plantworks-Mischinokulum (Sorte Pegasus)

V5 Erdbeeren Konzentrationsversuch
 Ernteertrag (Frischsubstanz Früchte) BIORIZEINOKULUM
 Wochen 23-25, 41-43 Wochen nach der Inokulation
 (Mittel aus 6 Wiederholungen à 3 Pflanzen)

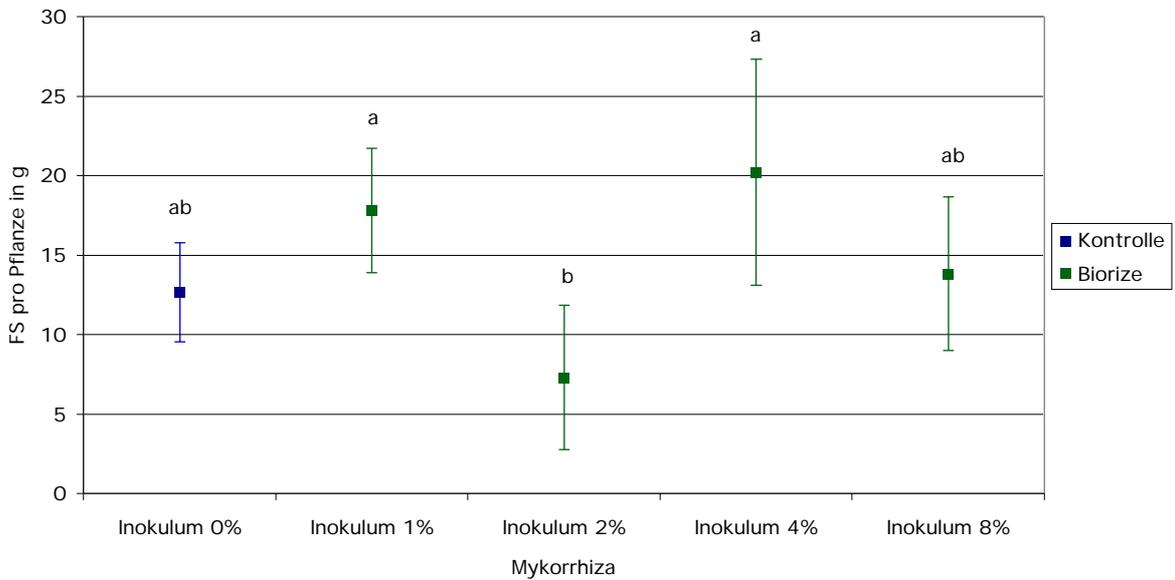


Abbildung 75: Ertrag bei der Erdbeerernte im Konzentrationsversuch Frick, Biorize-Mischinokulum (Sorte Pegasus)

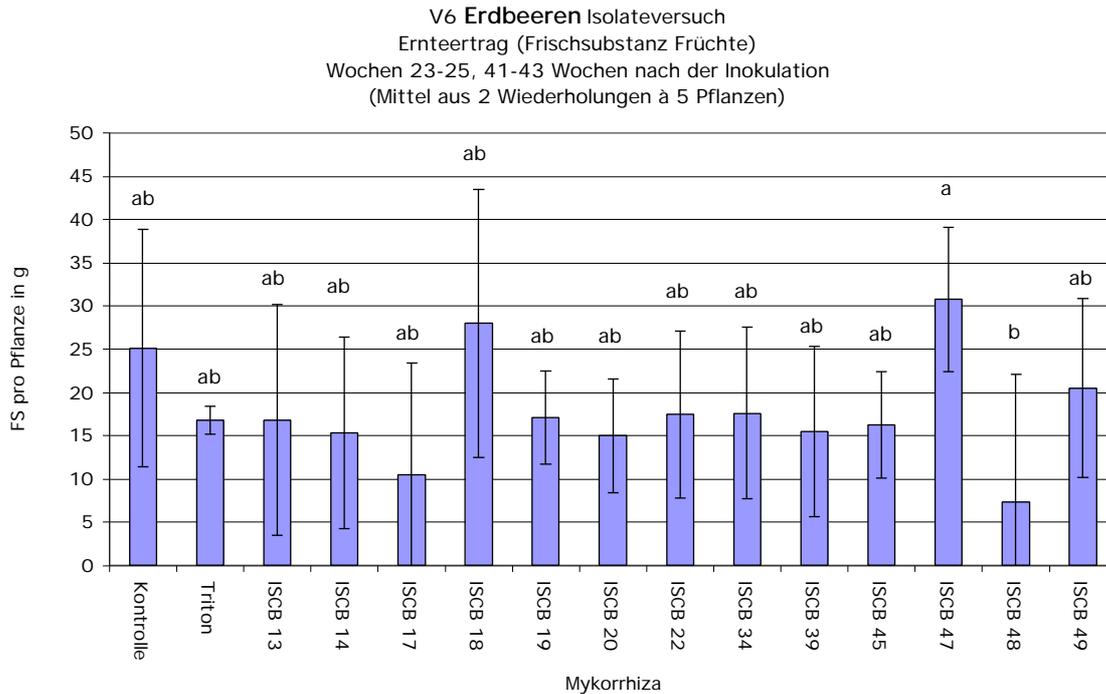


Abbildung 76: Ertrag bei der Erdbeerernte im Isolateversuch Frick (Sorte Pegasus)

Kolonisierungsgrad der Wurzeln

Die Kolonisierung der Erdbeerwurzeln mit Mykorrhizastrukturen wurde bei allen drei Versuchen in Frick nach der Ernte untersucht. Durchschnittlich waren die Wurzeln zwischen 7 und 30% mit Mykorrhizapilzen kolonisiert (Abb. 77-79). Es wurden in keinem Versuch signifikante Unterschiede zu Wurzelproben der Kontrollpflanzen festgestellt.

Beim **Produktevergleich** und beim **Konzentrationsversuch** traten allerdings tendenziell höhere Kolonisierungen beim Mischprodukt der Firma Biorize bzw. Plantworks auf (Abb. 77 und 78).

Im Versuch mit den **Basler Einzelstämmen** waren die Wurzeln der beimpften Pflanzen tendenziell stärker kolonisiert als die Kontrollpflanzen. Nur die Werte der Stämme ISCB 22, 39 und 49 lagen etwas tiefer als die der Kontrolle (Abb. 79).

V4 Erdbeeren Produktvergleich
 Kolonisierungsgrad der Wurzeln bei der Ernte
 Woche 29, 46 Wochen nach der Inokulation, Standort Frick
 (Mittel aus 6 Wiederholungen à 4 Pflanzen)

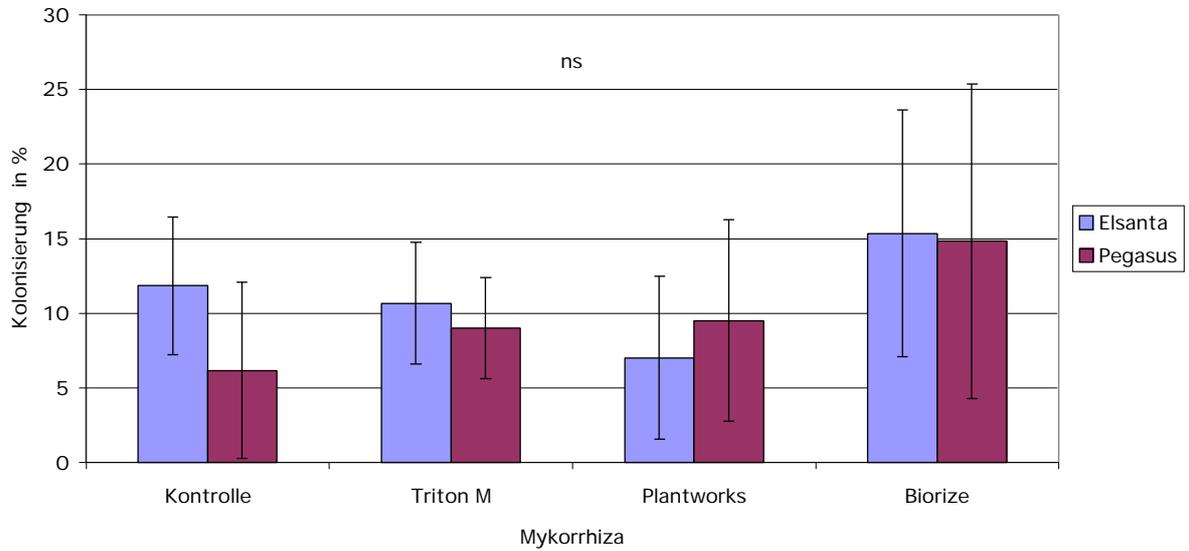


Abbildung 77: Mykorrhiza Kolonisierungsgrad der Erdbeerwurzeln bei der Ernte, Produktvergleich Frick (Sorten Elsanta und Pegasus)

V5 Erdbeeren Konzentrationsversuch
 Kolonisierungsgrad der Wurzeln bei der Ernte
 Woche 29, 46 Wochen nach der Inokulation, Standort Frick
 (Mittel aus 6 Wiederholungen à 3 Pflanzen)

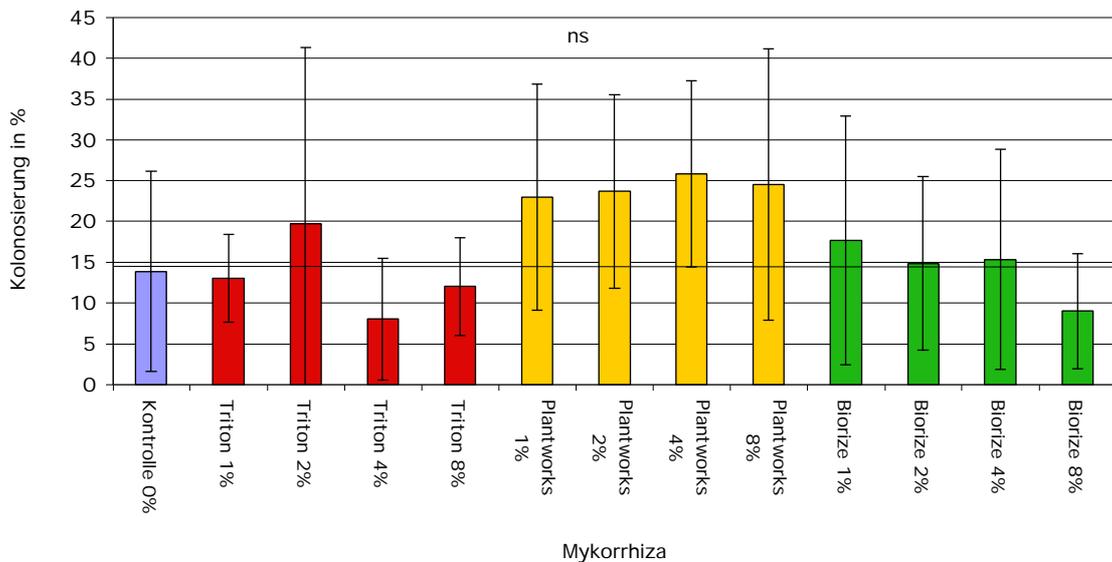


Abbildung 78: Mykorrhiza Kolonisierungsgrad der Erdbeerwurzeln bei der Ernte, Konzentrationsversuch Frick (Sorte Pegasus)

V6 Erdbeeren Isolateversuch
 Kolonisierungsgrad der Wurzeln bei der Ernte
 Woche 29, 46 Wochen nach der Inokulation, Standort Frick
 (Mittel aus 2 Wiederholungen à 3 Pflanzen)

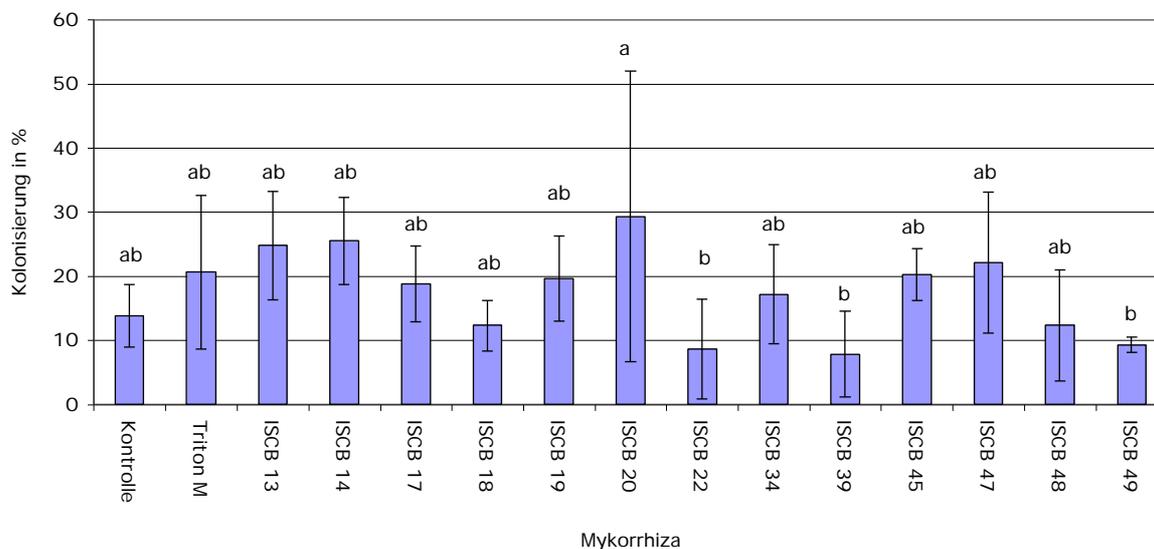


Abbildung 79: Mykorrhiza Kolonisierungsgrad der Erdbeerwurzeln bei der Ernte, Isolateversuch Frick (Sorte Pegasus)

3.1.5.2 Jungpflanzenbewurzelung 2003

Im Sommer 2003 wurde ein weiterer Versuch zur Bewurzelung von Erdbeerstecklingen angelegt. Aufgrund der Ergebnisse aus dem Feldversuch mit den 13 Basler Einzelstämmen in Frick wurden fünf Stämme ausgewählt, die hier als Inokulum verwendet wurden. Ebenfalls miteinbezogen wurde das Mischinokulum der Firma Triton. Es sollte der Einfluss der Anwesenheit von Mykorrhizapilzen bei der Bewurzelung von Erdbeerjungpflanzen getestet werden.

3.1.5.2.1 Versuchsübersicht

- Ziel:** Wirkung von fünf verschiedenen Basler Mykorrhiza Einzelstämmen und Triton Mischinokulum auf Erdbeerstecklinge in der Bewurzelungsphase.
- Standort:** FiBL Versuchsgewächshaus
 Ackerstrasse
 5070 Frick
 Schweiz
- Kultur:** Erdbeeren (*Fragaria ananassa*) Sorte: 'Elsanta' und 'Pegasus' (von Häberli)
 Mutterpflanzen selbst angezogen: gepflanzt im Juni 2003, Stecklinge (Ausläufer) geschnitten am 1.9.2003
- Eintopfen + Inokulation:** 1.9.2003 in 54er Quickpot-Platten (90 cm³/Pflanze), in Oekohum Anzuchtsubstrat

Versuchsdesign: 3 bzw. 6 Wiederholungen à 6 Pflanzen, randomisiert aufgestellt

Tabelle 18: Verfahren Erdbeerjungpflanzen-Versuche mit Mykorrhiza-Einzelstämmen und -Mischinokula sowie Kontrolle

Verfahren	Sorten	Konzentration Inokulum (%v/v)
Ohne Mykorrhiza (Kontrolle)	Elsanta und Pegasus	
Triton Mischinokulum	Elsanta und Pegasus	3%
ISCB Stamm Nr. 18	Elsanta und Pegasus	3%
ISCB Stamm Nr. 20	Elsanta und Pegasus	3%
ISCB Stamm Nr. 22	Elsanta und Pegasus	3%
ISCB Stamm Nr. 47	Elsanta und Pegasus	3%
ISCB Stamm Nr. 49	Elsanta und Pegasus	3%

(Chargen Triton vom Juni 2002, Einzelstämme aus FiBL-Vermehrung Dezember 2002)

Tabelle 19: Kulturprotokoll Erdbeerjungpflanzen Frick

Kulturarbeit	Aktivität, Pflege, Mittel	Datum
Stecken und Inokulieren	In Oekohum Bio-Anzucherde	1.9.03
Bonitur	Benotung der Pflanzen	19.9.03
Endauswertung	Frisch- und Trockensubstanz, Messung der Sprosslänge, Kolonisierung der Wurzeln	29.9.03



Abbildung 80: Versuchsanordnung der Erdbeerjungpflanzen-Bewurzelung

Die Stecklinge wurden in 12er QuickPot-Platten, randomisiert und grossem Abstand voneinander aufgestellt (Abb. 80 und 81). In den ersten 10 Tagen der Kulturzeit im Gewächshaus wurde der ganze Tisch mit einer Plastikfolie überdeckt um sicherzustellen, dass genügend Luftfeuchtigkeit (Optimal zwischen 80 und 90% rel. Luftfeuchtigkeit) vorhanden war für eine optimale Wurzelbildung. Sobald die Pflanzen gut angewachsen waren und genügend Wurzeln gebildet hatten, wurde der Tisch wieder abgedeckt, um mögliche Pilz- und Krankheitsinfektionen zu verhindern, die bei der hohen Luftfeuchtigkeit günstige Bedingungen gehabt hätten.



Abbildung 81: Topfplatte mit 12 Erdbeerpflanzen (hier mit Stamm ISCB 49 Inokulum)

Bonitur

Zwei Wochen nach der Inokulation wurden die Erdbeerjungpflanzen bonitiert. Es zeigte sich, dass bei der Sorte Elsanta die Kontrollpflanzen tendenziell am besten benotet wurden, bei der Sorte Pegasus waren nur sehr kleine Unterschiede zu sehen (Abb. 82).

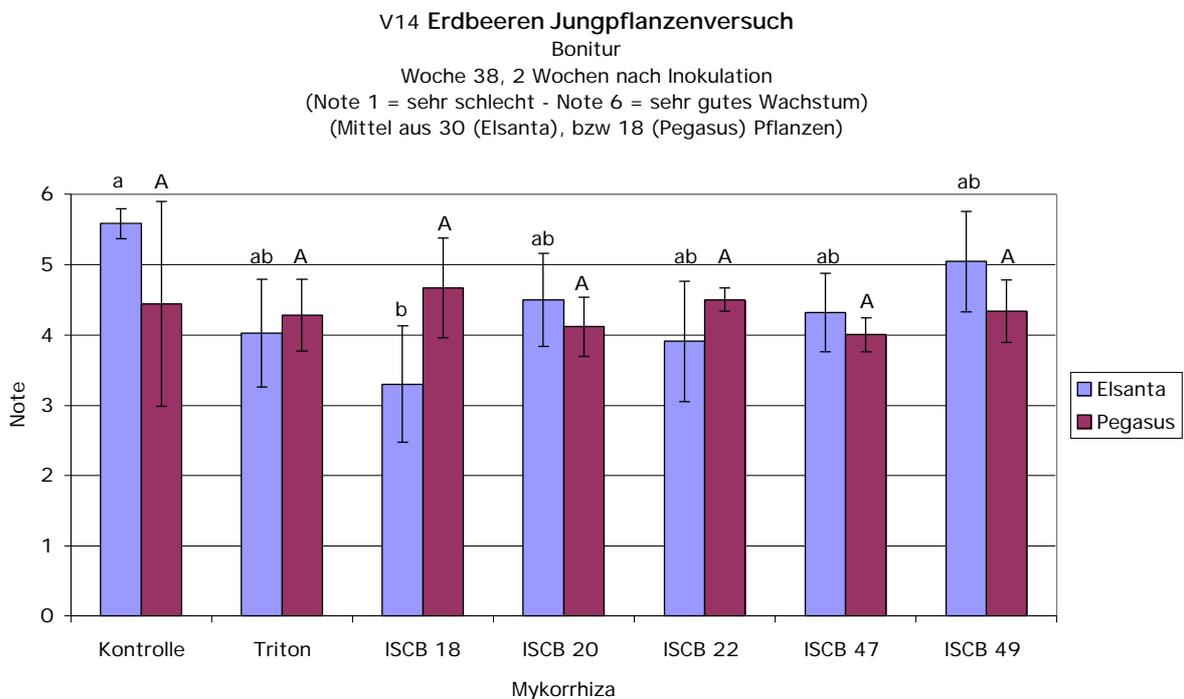


Abbildung 82: Bonitur der Erdbeerstecklinge 2 Wochen nach Inokulation (Sorten Elsanta und Pegasus)

Längen- und Gewichtserhebungen

Bei der Messung der Sprosslänge jeder Pflanze der Sorte Pegasus, 4 Wochen nach der Inokulation, wurden signifikante Unterschiede zwischen den Kontrollpflanzen und den mit den Stämmen ISCB 47, 49 und Triton inokulierten Pflanzen festgestellt (Abb. 83). Diese Unterschiede waren allerdings bei der zweiten Sorte (Elsanta) nicht vorzufinden. Dort reduzierte Stamm ISCB 18 die Sprosslänge (Abb.84).

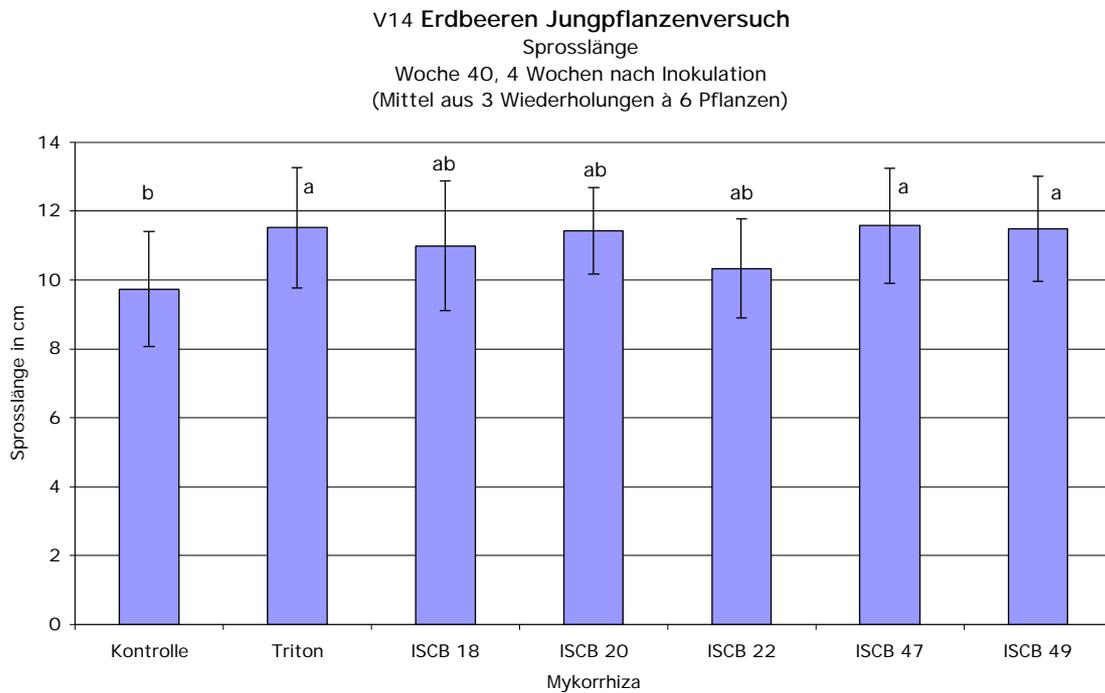


Abbildung 83: Sprosslänge der Erdbeerjungpflanzen (Sorte Pegasus)

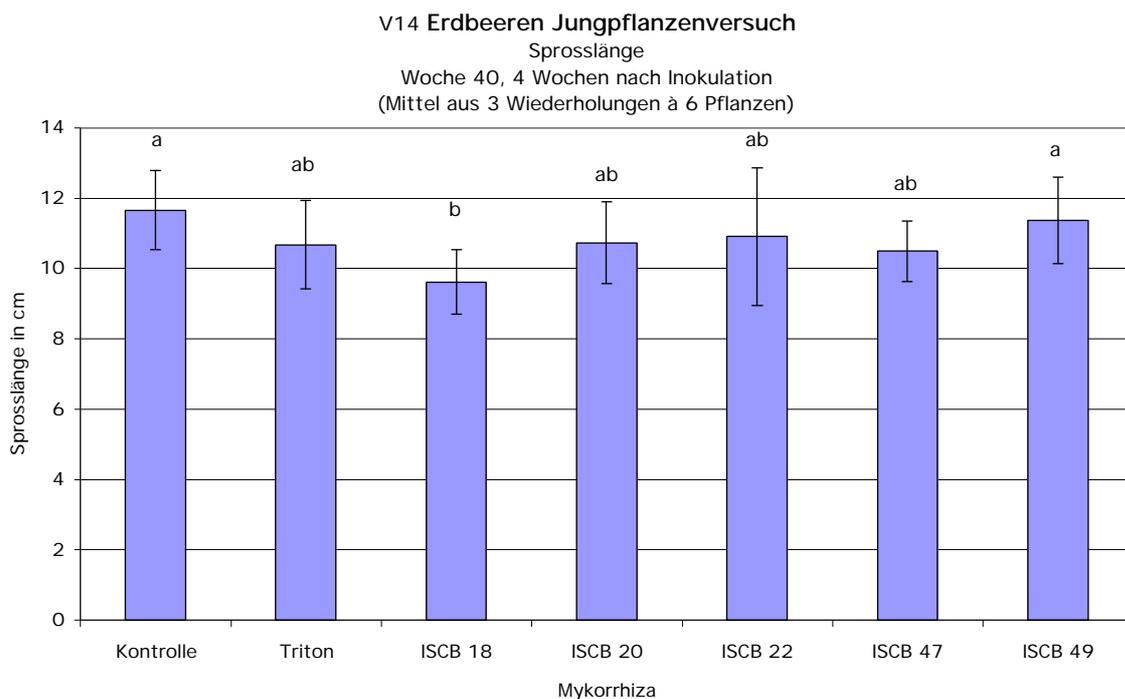


Abbildung 84: Sprosslänge der Erdbeerjungpflanzen (Sorte Elsanta)

Vier Wochen nach der Inokulation wurde ebenfalls die Trockensubstanz von Wurzeln und Spross erhoben. Hier zeigten sich keine signifikanten Unterschiede im Vergleich zu den Daten der nicht inokulierten Pflanzen (Abb. 85). Bei einer Auszählung der Wurzeln wurde keine Kolonisierung mit Mykorrhizastrukturen gefunden.

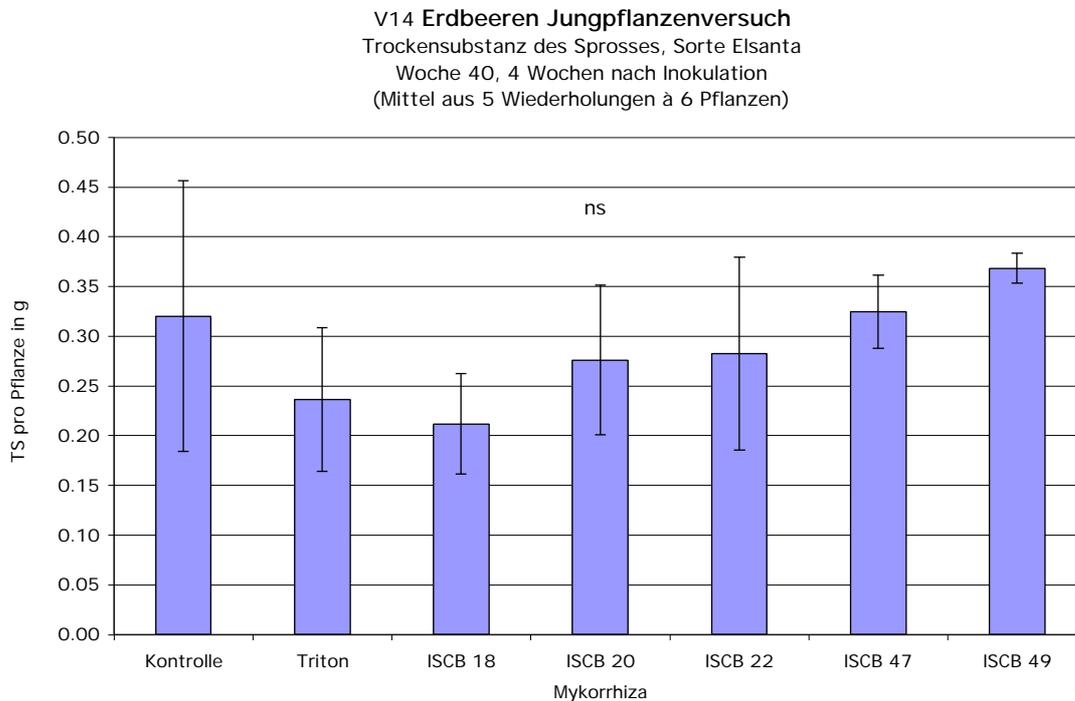


Abbildung 85: Trockensubstanz der Erdbeerjungpflanzen (Spross) (Sorte Elsanta)

3.1.5.3 Zusammenfassung Erdbeeren

Inokulierte Erdbeerjungpflanzen waren im ersten Jahr bis zu 24% mit Mykorrhiza kolonisiert. Im zweiten Jahr trat kaum ein Inokulationserfolg ein. Wir überprüften die Infektiosität des verwendeten Tritoninokulums mit Mais und Soja als Wirtspflanzen. Beide Pflanzen wurden gut kolonisiert, sodass der geringe Mykorrhizierungsgrad bei den Erdbeeren andere Gründe haben muss. Möglicherweise spielte eine Rolle, dass die Erdbeeren beim Topfen im ersten Jahr bewurzelt waren und im zweiten nicht. Mit Triton beimpfte Erdbeerjungpflanzen wiesen gegenüber der Kontrolle ein verlängertes Sprosswachstum auf (Plantworks und Biorize nicht geprüft). Der Erdbeerertrag wurde je nach Sorte, Standort und Inokulum-Produkt teils gefördert, teils vermindert. Bei der empfindlichen Sorte Elsanta wurde der Ertrag durch Triton und Biorize tendenziell gesteigert. Auf einem schlechten Standort wiesen gegenüber der Kontrolle alle drei geprüften kommerziellen AMP Produkte einen deutlichen Mehrertrag auf. Die optimale Inokulationsstärke war dabei produkteabhängig und entsprach weitgehend den Herstellerangaben. Infolge grosser räumlicher Variabilität des Versuchsfeldes waren diese Ergebnisse trotz Ertragsdifferenzen von bis 100% nicht statistisch gesichert.

Einige der geprüften 13 Basler AMP Stämme hatten einen fördernden Effekt auf die Jugendentwicklung, das Wachstum im Feld (Bonitur) und den Ertrag von Erdbeeren. Der Basler-Stamm ISCB 47 wirkte sich in zwei unabhängigen Versuchen positiv auf das Jungpflanzenwachstum beziehungsweise den Erdbeerertrag aus.

3.1.6 Diskussion

In 14 praxisnahen Versuchen wurde die Anwendung von arbuskulären Mykorrhizapilzen (AMP) in der gärtnerischen Praxis des ökologischen Landbaus geprüft. Der Einsatz von AMP wurde in Kulturen getestet, welche im Gewächshaus angezogen werden, weil hier eine Inokulation technisch einfach vorgenommen werden kann, indem Inokula auf der Basis von Tonmineralien ins Substrat eingemischt werden und die benötigten Aufwandmengen im Verhältnis zur Inokulation im Feld relativ gering sind.

Der Erfolg einer Inokulation wurde als hoch erachtet, weil sich in Vorversuchen herausgestellt hatte, dass gebräuchliche Anzuchtsubstrate des ökologischen Landbaus praktisch frei von AMP sind. Dadurch war die Möglichkeit gegeben, dass inokulierte Pflanzen in einem frühen Wachstumsstadium von der AMP profitieren konnten. Weil der Ernteertrag bei Gemüse und Beeren über den wirtschaftlichen Erfolg einer Kultur entscheidet, wurden die inokulierten Pflanzen ins Feld gesetzt und der Ertrag unter Praxisbedingungen gemessen.

Wie sich auch in diesem Projekt gezeigt hat, ist in landwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden eine native AMP vorhanden (Schlussbericht, Teil 4). Die Vielfalt der AMP nimmt aber mit zunehmender Nutzungsintensität stark ab (Oehl et al., 2003 a, b). Zudem gibt es auch zahlreiche Hinweise darauf, dass hohe Düngung langfristig weniger effiziente AMP Stämme selektioniert (Johnson, 1993). Dies zeigt, dass eine Inokulation der gärtnerischen Pflanzen sinnvoll sein kann, insbesondere dann, wenn die Böden vor der Umstellung intensiv genutzt wurden.

Der kombinierte Einsatz von Komposten und Mykorrhiza zur Pflanzenanzucht unter den Verhältnissen des ökologischen Landbaus wurde in diesem Projekt erstmalig in dieser Breite untersucht. Die verwendeten Komposte konnten bis 40% (v/v) des Anzuchtsubstrates erfolgreich zur Kultur von Poinsettien und Pelargonien angewendet werden, was sich mit Resultaten der andern Projektpartner IGZ und FÖL deckt (Schlussbericht, Teil 1 und 2). Dies ist von grosser Bedeutung im Hinblick auf die kommende EU Richtlinie betreffend der weiteren Reduktion von Torf in Pflanzsubstraten im ökologischen Landbau.

Dass die Komposte vom FÖL, mit welchem die meisten Versuche durchgeführt wurden, praktisch frei von infektiösen AMP Einheiten waren, ist eine notwendige Voraussetzung für den rationalen Einsatz von AMP Inokula in komposthaltigen Anzuchtsubstraten des ökologischen Landbaus. Dies zeigt, dass allfällig vorkommende infektiöse AMP Einheiten in der notwendigen Hygienisierungsphase der Komposte inaktiviert wurden. Zudem ist es wahrscheinlich, dass das Rohmaterial, welches für die Komposte am FÖL verwendet wurde (geschreddeter Baum- und Strauchschnitt), kaum AMP enthielt. Vergleichbare Ergebnisse wurden mit dem Klasmann-Substrat erzielt, das in einigen Versuchen zur Bewurzelung der Jungpflanzen verwendet wurde. Eine breiter angelegte Untersuchung des AMP Potenzials von Komposten wäre wünschenswert.

Die meisten geprüften Pflanzen zeigten nach Inokulation bereits im Jungpflanzenstadium einen hohen AMP Kolonisierungsgrad der Wurzel. Bewurzelt getopfte Poinsettien, Pelargonien und gesäter Winterporree waren einige Wochen nach Inokulation hoch mit AMP kolonisiert. Ausnahmen bildeten der Sommerporree und die gesteckten Pelargonien sowie die unbewurzelt getopften Erdbeeren. In weiteren Versuchen sollte abgeklärt werden, wann der optimale Inokulationszeitpunkt ist.

Die hohen AMP Infektionsraten der Wurzel sind unter dem Aspekt der relativ hohen Nährstoffgehalte des Komposts, insbesondere an Phosphor, und der vom FÖL festgestellten suppressiven Eigenschaften der Komposte gegenüber Wurzelpathogenen (Schlussbericht, Teil 2) bemerkenswert. Ein Grund kann darin gesehen werden, dass der im Kompost organisch gebundene Phosphor die AMP Besiedlung weniger unterdrückt als mineralisch gedüngter Phosphor. Auch Harinikumar und Bagyaraj (1989) fanden, dass Dünger in organischer Form die Etablierung von AMP weniger unterdrücken als mineralische Dünger. Ein Substrat mit hohem Kompostanteil hatte auch bei Wyss et al. (1991) ein ausgesprochen hohes AMP Infektionspotenzial, was sich mit unseren Resultaten deckt.

Bei den geprüften Kulturen Erdbeeren und Porree wurde bei den inokulierten Verfahren auch im Feld ein höherer AMP Kolonisierungsgrad detektiert, was zeigt, dass wohl kein „Sättigungsgrad“ der AMP Propagulen im Boden vorlag. Für Primärinfektionen im Feld wirkten sich wohl auch die in den Versuchsfeldern hohen Phosphorgehalte im Boden hemmend aus.

Erwartungsgemäss zeigten sich bei den meisten getesteten Kulturen (Pelargonien, Porree, Erdbeeren) in frühen Phasen der Pflanzenentwicklung die deutlichsten Effekte auf das Wachstum respektive die Blüte. Dabei war wahrscheinlich entscheidend, dass die Substrate zur Bewurzelung von Zierpflanzen und Erdbeeren relativ nährstoffarm sind (E0-Erden und andere Substrate) und dass AMP darin einen höheren Nutzen haben. Bei Marktreife der Zierpflanzen glichen sich die inokulierten Pflanzen den Kontrollen weitgehend an. Die erzielten Ergebnisse könnten aber im Hinblick auf die Verfrühung einer Kultur von Bedeutung sein.

In Datenbankabfragen (current contents, CABI) wurde nur ein Artikel zur Inokulation von Pelargonien und Poinsettien mit AMP gefunden. Dubsky et al. (2002) fanden bei einer Inokulation von Poinsettien-Stecklingen mit AMP Stämmen kaum signifikante Effekte.

Eine Erklärung dafür, dass bei Porree im Feld keine Ertragsunterschiede auftraten ist, dass die AMP Artenvielfalt im Porreefeld nach Untersuchungen der Universität Basel relativ hoch war (Schlussbericht, Teil 4) und dass der Boden wie erwähnt sehr hoch mit Phosphor versorgt war. Einzig die Pflanzen der tiefer N-Düngungsstufe zeigten gegenüber der nicht inokulierten Kontrolle einen tendenziellen Mehrertrag. In zukünftigen Versuchen müsste das gesamte Düngungskonzept des ökologischen Landbaus abgestimmt werden auf die AMP, falls diese integraler Bestandteil der Produktionstechnik werden sollten. In Feldstudien von Kahiluoto und Vestberg (1998) zeigte sich, dass eine AMP Inokulation den Porreeertrag auf konventionellen Feldern steigerte, hingegen auf ökologisch bewirtschafteten Feldern leicht verminderte. Dies wurde damit begründet, dass ökologische Böden im Vergleich zu konventionellen natürlicherweise ein hohes AMP Infektionspotenzial aufwiesen. Daraus kann gefolgert werden, dass das AMP Management durch angepasste Fruchtfolge, Düngung und Bodenbearbeitung auf dem Ökobetrieb entscheidend ist für die Etablierung der AMP, für gute Erträge und damit verbunden für den wirtschaftlichen Erfolg.

Im Vergleich zum Porree traten bei den Erdbeeren im Feld zum Teil erstaunliche Ertragsdifferenzen zwischen AMP inokulierten und nicht inokulierten Erdbeeren auf. Eine AMP Inokulation führte auf einem für Erdbeeren günstigen Boden (Sevelen,

sandiger Lehm) zu keiner Ertragszunahme, hingegen zeigte die Inokulation an einem für Erdbeeren ungünstigen Boden (Frick, toniger Lehm) deutliche Wachstumseffekte bis 120%. Da auch der Boden in Frick ausreichend mit Nährstoffen versorgt war, handelt es sich höchst wahrscheinlich nicht um Nährstoffeffekte. Diese Vermutung wird gestützt durch die Ergebnisse von zwei Erdbeersorten: Die Erträge der für Wurzelpathogene empfindlichen Sorte 'Elsanta' wurden in Frick durch zwei kommerzialisierte Produkte (Triton und Biorize) im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle deutlich gefördert, hingegen waren die Erträge der Sorte 'Pegasus' nach Inokulation deutlich vermindert. Vieles deutet also darauf hin, dass nicht Nährstoffwirkungen der AMP für den Mehrertrag entscheidend waren. Andererseits können Mykorrhizen sich nach Dunne und Fitter (1989) auch bei verhältnismässig hohen Phosphorgehalten fördernd auf das Wachstum auswirken, weil der P-Bedarf dieser Kultur in einer kurzen Zeitspanne hoch ist, sodass ein Nährstoffeffekt nicht ganz ausgeschlossen werden kann.

In Versuchen mit der Sorte 'Pegasus' wurde deutlich, dass der Erfolg einer AMP Inokulation stark von der Inokulationsstärke abhängt. Für die drei geprüften Produkte liess sich ein Optimum zwischen 2 und 4% (v/v) Inokulum im Substrat finden. Zahlreiche der widersprüchlichen Resultate über Wirkungen von AMP dürften in nicht optimalen Inokulationsstärken begründet sein. Niemi und Vestberg (1992) inokulierten Erdbeeren aus der Zell- und Gewebekultur mit verschiedenen Glomusstämmen vor dem Pflanzen. Weder Blütenzahl noch Ertrag im Feld waren im zweiten und dritten Jahr verschieden von der Nicht-inokulierten Kontrolle. Vestberg et al. (2000) untersuchten den Effekt einer AMP Inokulation von Erdbeeren auf einem Mineralboden und einem Torfboden. In dieser Feldstudie wurde der Erdbeerertrag insbesondere im Mineralboden deutlich erhöht. Dies macht deutlich, dass der Erfolg einer Erdbeerinokulation stark vom Bodentyp abhängig ist.

Die Ergebnisse mit den Basler AMP Stämmen demonstrieren klar, dass es spezifische Wirt/Mykorrhizabeziehungen gibt, denn in Abhängigkeit der Kultur traten bei Verwendung von verschiedenen Stämmen positive Wachstumseffekte auf. Es stellt sich die Frage auf, ob es für einzelne Pflanzenarten, -Gattungen oder -Familien spezifische Inokula braucht. Darauf deuten auch Untersuchungen von van der Heijden et al., 1998) hin. Nach Oehl et al. (unveröffentlicht) gab es bei den verwendeten Basler Stämmen eine Anzahl, die bei allen geprüften Kulturen (Erdbeeren, Porree, Weizen und Soja) einen positiven Wachstumseffekt hatten. Bemerkenswert ist – und auch richtungsweisend für zukünftige Untersuchungen – dass diese Stämme alle aus Ökobetrieben oder extensiven Naturwiesen stammten. Nach Koomen et al. (1997) ist es empfehlenswert, AMP Konsortien aus mehreren Stämmen zu inokulieren, damit die Effektivität des Inokulum unter verschiedenen Umweltbedingungen gegeben ist. Somit ergibt sich die Stossrichtung, in Zukunft mit **Konsortien** von AMP Stämmen zu arbeiten, die aus Ökoflächen stammen. Eine statistische Absicherung der hier vorliegenden Ergebnisse in weiteren Versuchen ist nötig.

3.2 Nutzen und Verwendbarkeit der Ergebnisse für den ökologischen Landbau

Das Vorhaben sollte zum Problembereich Entwicklung von Lösungsstrategien zur Sicherstellung einer ausreichenden Nährstoffversorgung im ökologischen Gartenbau beitragen. Darüber hinaus wurden Aspekte zur Regulierung relevanter Pilzkrankheiten im ökologischen Landbau behandelt, da Wechselwirkungen zwischen komposthaltigen, krankheitssuppressiven Substraten und der Mykorrhizabehandlung erprobt werden sollten (vergleiche Teilberichte IGZ, FÖL und Univ. Basel).

Das Projekt gehört zu dem am 7.2.2001 ausgeschriebenen Themenbereich F.2.1 *"Strategien zur Sicherstellung einer ausreichenden Nährstoffversorgung im Ökologischen Landbau in Betrieben mit Gemüseanbau (Freiland und Unterglas), Obstanbau, Sonderkulturen und sonstigen landwirtschaftlichen Kulturen im Pflanzenbau nach der VO (EWG) 2092/91"*.

Die in diesem Teilprojekt (Abschlussbericht Teil 3, FiBL) erzielten Ergebnisse haben für die Praxis folgende Bedeutung:

- Die künstliche Inokulation von Substraten mit AMP macht Sinn, da die geprüften Komposte fast frei von nativen infektiösem AMP Material waren.
- Ein Kompostanteil von bis zu 40% ist für gärtnerische Kulturen zu empfehlen. Diese Erkenntnis ist eine wichtige Voraussetzung zur weiteren Reduktion des Torfanteils in Substraten für den ökologischen Landbau, wie sie von der EU erwogen wird. Ein Entwurf des Merkblatts zur Kompostanwendung in Substraten liegt vor. Dieses geht in Vernehmlassung bei den Ökoverbänden und weiteren potenziellen Anwendern.
- Sollte der Gärtner an einer Mykorrhizierung von Jungpflanzen interessiert sein, so ist dies trotz relativ hoher Nährstoffgehalte der Komposte möglich. Bei den bisher geprüften Komposten trat keine AMP Unterdrückung durch Phosphor oder andere Substratkomponenten wie Holzfasern auf.
- Für die Praxis könnte die durch AMP verbesserte Jungpflanzenentwicklung insbesondere von Pelargonie ein Grund sein, Inokula einzusetzen. Jedoch müsste in weiteren Experimenten die Reproduzierbarkeit der Effekte gezeigt werden. Die vergleichsweise geringen Effekte im Feld könnten mit der relativ hohen Artenzahl von nativen AMP Arten und den vergleichsweise hohen Nährstoffgehalten auf den untersuchten Feldern zusammenhängen.
- Die teilweise deutlich erhöhten Erdbeererträge (bis 100%) könnten für den Ökolandbau wirtschaftlich relevant sein. Auch diese Ergebnisse müssten zuerst bestätigt werden.
- Einige Basler Stämme zeigten gegenüber kommerziellen Inokula eine bessere Wirkung auf die Pflanze. In Zukunft könnten diese Stämme eine wichtige Quelle für kommerzialisierte Produkte sein.

4. Zusammenfassung

Einsatz von Mykorrhizapilzen und Qualitätskomposten bei der Anzucht von Jungpflanzen im ökologischen Gemüse- und Zierpflanzenbau
Forschungsvorhaben der Bietergemeinschaft IGZ/FÖL/FiBL im Rahmen des BLÖ/BÖL am BMVEL Referenz Nr. 02OE306

Teil FiBL

Problemstellung und Zielsetzung

Im ökologischen Anbau nach VO (EWG) 2092/91 ist die Pflanzenanzucht besonders anspruchsvoll, weil weniger Hilfsstoffe wie leichtlösliche Dünger und wirksame Pestizide zur Verfügung stehen. Über die positive Wirkung von Qualitätskomposten auf das Wachstum und die Pflanzengesundheit ist einiges bekannt. Fragen bestehen unter anderem bezüglich des maximal möglichen Anteils an Kompost in den Substraten. Arbuskuläre Mykorrhizapilze (AMP) sind eine innovative Technik, die Nährstoffaufnahme, Stresstoleranz und Blütenbildung der Pflanzen zu verbessern. In Vorstudien hat sich gezeigt, dass kommerzialisierte Komposte kaum infektiöse Einheiten von AMP enthalten. Hersteller von AMP Inokula weisen zudem darauf hin, dass Komposte wegen ihres Nährstoffgehaltes und antifungischer Eigenschaften die Etablierung von inokulierten AMP hemmen können. Ziel des Projektes war die Optimierung der Pflanzenanzucht durch Beimpfen komposthaltiger Substrate unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus, um einen kombinierten Nutzen dieser beiden Technologien zu erzeugen. Hauptaufgabe des FiBL war die Vermehrung von AMP und die Durchführung von Praxisversuchen mit AMP.

Material und Methoden

Insgesamt wurden 14 Versuche mit den Testpflanzen *Pelargonie*, *Poinsettie*, *Porree* und *Erdbeere* auf je zwei bis vier Praxisbetrieben durchgeführt. Pelargonien- und Poinsettienversuche wurden mit 20 und 40% Kompostanteil im Substrat durchgeführt. In Porreeversuchen wurde die Düngungsintensität variiert, Erdbeerversuche wurde mit zwei Sorten durchgeführt. Die Substrate wurden vor dem Stecken oder Eintopfen der Zierpflanzen, der Saat von Porree und vor dem Bewurzeln beziehungsweise Topfen der Erdbeeren mit 3 beziehungsweise 5% (v/v) AMP Inokulum der Firmen Triton, Plantworks und Biorize beimpft. Die Inokulationsstärke richtete sich nach den Herstellerangaben. In einem Versuch mit Erdbeeren wurde die Inokulation von Triton, Biorize und Plantworks mit 1, 2, 4 und 8% (v/v) durchgeführt. Zusätzlich wurden Versuche mit insgesamt 14 AMP Stämmen der Univ. Basel durchgeführt, die mit 3% (v/v) geimpft wurden. Diese Stämme wurden in einem Terragreen (Ton)/Löss/Sand/-Gemisch auf Tagetes und Spitzwegerich im Gewächshaus erfolgreich in zwei Zyklen vermehrt. Folgende Parameter wurden bei den Testpflanzen erfasst: AMP Kolonisierung der Wurzeln, Wachstum (Sprosslänge und -gewicht, Wurzelgewicht), Blühverhalten sowie Krankheiten und Schädlinge.

Ergebnisse Schlussfolgerungen

- Die geprüften **Komposte** und Substrate enthielten praktisch **keine infektiösen AMP Einheiten**. Dies kann als notwendige Voraussetzung für einen sinnvollen Einsatz von AMP Inokula in der Pflanzenanzucht unter den Verhältnissen des ökologischen Landbaus angesehen werden.
- **Poinsettien**, und **Winterporreepflanzen** wurden nach AMP Inokulation sehr hoch (50-70%) **mykorrhiziert**. Bei der Saat inokulierter Sommerporree war hingegen erst im Feld stärker kolonisiert als Kontrollpflanzen. **Pelargonien** waren nur erheblich mykorrhiziert, wenn das Substrat beim Umtopfen mit Inokula vermischt wurde. Die AMP Besiedlung von Erdbeerjungpflanzen variierte im ersten Jahr zwischen 7 und 22% (v/v), im zweiten Jahr traten kaum AMP auf.
- AMP Kolonisierung, Wachstum und Pflanzengesundheit waren mit 20 und 40% **Kompostanteil** im Substrat mit Ausnahmen auf einem vergleichbaren Niveau. Die Erhöhung des Kompostanteils auf 40% ist bei den geprüften Kulturen Pelargonien und Poinsettien praktikabel.
- Durch die Anwendung von kommerzialisierten AMP Inokula und von Basler ISCB-Stämmen (ISCB 13 und 49) wurde in frühen Wachstumsstadien das Wurzelwachstum von **Pelargonien** und in geringerem Masse auch das Sprosswachstum gefördert. Insbesondere mit ISCB 13 war der Effekt stärker als mit dem kommerzialisierten Produkt. Diese nicht statistisch gesicherten Resultate sind zu erhitzen unter variierten Versuchsbedingungen.
- Die **Poinsettien**-Jugendentwicklung wurde durch kommerzielle AMP teilweise signifikant gefördert. In einem Fall war das Wurzelwachstum bei Anwendung von Triton und Biorize stark erhöht. Die Spross- und Wurzelmasse zum Zeitpunkt der Ernte wurden durch AMP nicht beeinflusst.
- Die Jugendentwicklung von **Porree** wurde durch die geprüften Basler-Stämme ISCB 13, 44, 45 und 49 positiv beeinflusst. Tendenziell wurde durch AMP Inokulation der Thripsbefall reduziert, in einem Versuch signifikant. Weder die kommerzialisierten Produkte noch die Basler Stämme beeinflussten den Porree-Ernteertrag.
- Der **Erdbeerertrag** wurde je nach Sorte, Standort und Inokulum-Produkt teils gefördert, teils vermindert. Bei der auf Wurzelkrankheiten empfindlichen Sorte Elsanta wurde der Ertrag durch Triton und Biorize gesteigert. Auf einem für Erdbeeren ungünstigen Standort wiesen gegenüber der Kontrolle alle drei geprüften kommerziellen AMP Produkte einen deutlichen Mehrertrag bei der geprüften Sorte Pegasus auf. Die optimale Inokulationsstärke war dabei produkteabhängig und entsprach weitgehend den Herstellerangaben. Infolge grosser Streuungen waren die Unterschiede zur Kontrolle nicht signifikant, obwohl sie gegenüber der Kontrolle zwischen 50 und 110 % betragen. Einige der geprüften 13 Basler AMP Stämme hatten einen fördernden Effekt auf die Jugendentwicklung, das Wachstum im Feld (Bonitur) und den Ertrag von Erdbeeren. Der Basler-Stamm ISCB 47 wirkte sich in zwei unabhängigen Versuchen positiv auf das Jungpflanzenwachstum, respektive den Erdbeerertrag aus.

Für die Praxis des ökologischen Landbaus ist von Bedeutung, dass Komposte bis zu einem Anteil von 40% im Substrat verwendet werden können und dass die Wurzelkolonisierung nach AMP Inokulation in den meisten Fällen erfolgreich war. Die positiven Auswirkungen von AMP auf Jungpflanzen und Erdbeerertrag sind für den Praktiker interessant – die Resultate müssten aber abgesichert werden, bevor allgemeingültige Empfehlungen gegeben werden können.

Zukünftige Untersuchungen sollten auf die Jungpflanzenentwicklung fokussieren. Insbesondere die Basler-Stämme hatten einen positiven Effekt auf Wachstum beziehungsweise Blühverhalten von Pelargonie, Poinsettie, Porree und Erdbeeren. Im weiteren gilt es abzuklären, unter welchen Bedingungen auch *Pelargonien* und *Erdbeeren* intensiver mit AMP kolonisiert werden können. Dabei sollte auch der Frage des Inokulationszeitpunktes Beachtung geschenkt werden.

5. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten, zu den tatsächlich erreichten Zielen

5.1 Zielvergleich

Nachstehende Tabelle zeigt einen Vergleich der im Forschungsantrag genannten Projektziele mit den tatsächlich erreichten Zielen. Diese Tabelle zeigt nur die Ziele, für welche das FiBL gearbeitet hat (die übrigen Ziele wurden von den Projektpartnern IGZ und FÖL und Univ. Basel bearbeitet; siehe George, 2003). Die Überarbeitung der Aufgaben aus dem Projektantrag der Bietergemeinschaft IGZ, FÖL, FiBL vom 15.04.2002 erfolgte am 27.03.2003 und wurde hier bereits berücksichtigt. Die überarbeitete Fassung bezieht neben den ursprünglich geplanten ausschliesslichen Untersuchungen von Produkten der Fa. Triton die Untersuchung zusätzlicher kommerzieller Produkte der Fa. Plantworks und Biorize ein. Diese erweiterten Untersuchungen erfolgten, um der Praxis die Ergebnisse verschiedener kommerzieller Produkte vorstellen zu können.

Geplant nach Forschungsantrag	Im 17monatigen Projekt erreicht
<p>Ziel 1 Vermehrung von neuen Mykorrhizastämmen und Charakterisierung unter kontrollierten, der Praxis angenäherten Bedingungen auf Wachstum, Nährstoffaufnahme und Krankheitsunterdrückung in ausgewählten Gemüse-, Obst- und Zierpflanzenkulturen zur Selektion von Superelitestämmen</p>	<p>Die Vermehrung von 13 Mykorrhizastämmen war erfolgreich. Die Charakterisierung dieser Stämme ist in ausgewählten Kulturen erfolgt und Superelitestämme für diese Kulturen sind ausgewählt. Bisher sind aber die Ergebnisse in verschiedenen ähnlich aufgebauten Versuchen noch nicht konsistent.</p>
<p>Ziel 2 Optimierung von Inokulationsmethoden erfolgreicher Stämme an Erdbeeren</p>	<p>Die optimale AMP Konzentration im Hinblick auf eine Erdbeerertragssteigerung wurde ermittelt. Eine Optimierung der Inokulationsmethode drängt sich insbesondere für Pelargonien auf.</p>
<p>Ziel 5 Erarbeitung von praxisrelevanten Informationen für die schnelle Umsetzung der Ergebnisse in die Praxis des ökologischen Gartenbaus</p>	<p>Ein Entwurf eines Merkblatts zum Einsatz von Qualitätskomposten in der Jungpflanzenanzucht als Basis für eine erfolgreiche Etablierung für Mykorrhiza liegt vor.</p>

5.2 Bisherige Projektoutputs

Publikationen

Mäder, P., Vieweger, A., Bruns, C., Perner, H. und George, E., 2003: Einsatz von Mykorrhizapilzen bei der Anzucht von Jungpflanzen im ökologischen Gemüse- und Zierpflanzenbau. Tagung der Deutschen Gartenbaulichen Gesellschaft. Weihenstephan, 26.-28.2.2003.

Oehl, F., Sieverding, E., Mäder, P., Dubois, D., Boller, T. und Wiemken, A.: Impact of conventional and organic farming on the arbuscular mycorrhizal fungi. Oecologia, angenommen. Diese Publikation entstand in Verbindung mit dem OecoMyc Projekt.

Koller et al.: Merkblatt: Herstellung und Verwendung von Substraten mit Qualitätskomposten für die ökologische Jung- und Zierpflanzenproduktion.

Vorträge

Mäder, P. et al.: Einsatz von Mykorrhizapilzen bei der Anzucht von Jungpflanzen im ökologischen Gemüse- und Zierpflanzenbau. Tagung der Deutschen Gartenbaulichen Gesellschaft. Weihenstephan, 26.2.2003.

George, E. et al. stellen die Ergebnisse des Oeco Myc an der nächsten Tagung der deutschen Gartenbaulichen Gesellschaft vor.

P. Mäder et al. sind von Mycosym (Triton) eingeladen worden, die Mykorrhiza-Anwendungsversuche an einem Mycosym Symposium in Bitterfeld vorzustellen (19.11.2003).

6. Literaturverzeichnis

- Bruns, C. und Schüler, C., 2000: Suppressive effects of yard waste compost amended growing media on soilborne plant pathogens in organic horticulture. In: Alföldi, T., Lockeretz, W., Niggli, U. (Hrsg.): Proceedings 13th International IFOAM Scientific Conference. Hochschulverlag, Zürich, S.46-49.
- BUWAL, 2003: Auswirkungen von Komposten und von Gärgut auf die Umwelt, Bodenfruchtbarkeit, sowie die Pflanzengesundheit. Literaturstudie. Im Druck.
- Dubsky, M., Scramek, F. und Vosatka, M., 2002: Inoculation of cyclamen (*Cyclamen persicum*) and poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*) with arbuscular mycorrhizal fungi and *Trichoderma harzianum*. *Rostlinna Vyroba* 48: 63-68.
- Dunne, M J. und Fitter, A.H., 1989: The phosphorus budget of a field-grown strawberry (*Fragaria x ananassa* cv. Hapil) crop: Evidence for a mycorrhizal contribution. *Ann. Appl. Biol.* 114: 185-193.
- George, E., 2000: Nutrient uptake. Contributions of arbuscular mycorrhizal fungi to plant mineral nutrition. In: *Arbuscular Mycorrhizas: Physiology and Function* (hrsg. von Y. Kapulnik und D. D. Douds Jr.), pp. 307-343. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.
- George, E., 2003: Einsatz von Mykorrhizapilzen und Qualitätskomposten bei der Anzucht von Jungpflanzen im ökologischen Gemüse- und Zierpflanzenbau. Abschlussbericht des Forschungsprojektes 02OE306 Kurzfassung. Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung beim Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft. Unveröffentlicht.
- Gianinazzi, S. und Schüepp, H., 1994 (Hrsg): Impact of arbuscular mycorrhizas on sustainable agriculture and natural ecosystems. Birkhäuser Verlag, Basel.
- Harinikumar, K. und Bagyaraj, D., 1989: Effect of cropping sequence, fertilizers and farmyard manure on vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in different crops over three consecutive seasons. *Biol Fertil Soils* 7: 173-175
- Hoitink H. A. J. und Boehm, M., 1999: Biocontrol within a context of soil microbial communities: A substrate-dependent phenomenon. *Ann. Rev. Phytopathol.* 37, 427-446.
- Johnson, N.C., 1993: Can fertilization of soil select less mutualistic mycorrhiza. *Ecological applications*, 3: 749-757.
- Kahiluoto, H. und Vestberg, M., 1998: The effect of arbuscular mycorrhiza on biomass production and phosphorus uptake from sparingly soluble sources by leek (*Allium porrum* L.) in Finnish field soils. *Biological Agriculture and Horticulture*: 16: 65-85.
- Koomen, I., Grace, C. und Hayman, D.S., 1987: Effectiveness of single and multiple mycorrhizal inocula on growth of clover and strawberry plants at two soil pHs. *Soil Biol. and Biochem.* 19: 539-544.
- Mäder, P., Edenhofer, S., Boller, T., Wiemken, A., Niggli, U., 2000: Arbuscular mycorrhizae in a long-term field trial comparing low-input ('organic', 'biological') and high-input ('conventional') farming systems in a crop rotation. *Biology and Fertility of Soils* 31, 150-156.
- Niemi, M. und Vestberg, M., 1992: Inoculation of commercially grown strawberry with VA mycorrhizal fungi. *Plant and Soil*, 144: 133-142.

- Oehl, F., Sieverding, E., Ineichen, K., Mäder, P., Boller, T. und Wiemken, A., 2003a: Impact of land use intensity on the species diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in agroecosystems of central Europe. *Applied and Environmental Microbiology* 69: 2816-2824.
- Oehl, F., Sieverding, E., Mäder, P., Dubois, D., Boller, T. und Wiemken, A., 2003b: Impact of conventional and organic farming on the arbuscular mycorrhizal fungi. *Oecologia*, accepted.
- Referenzmethoden der Eidgenössischen landwirtschaftlichen Forschungs-anstalten, Band 2: Bodenuntersuchung zur Standort-Charakterisierung, „Bestimmung des Mykorrhiza-Infektionspotentials in Landwirtschaftsböden“, Code B-MIP
- Schaser, J., Schlüter, D., Schorn, W. und Billmann, B., 2003: Ökologischer Anbau von Zierpflanzengarten und Baumschulerzeugnissen: Struktur, Entwicklung, Probleme, politischer Handlungsbedarf. Forschungsvorhaben 02OE307, im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau, Bereich „Forschungsvorhaben und Studien“. Unveröffentlicht.
- Schüler, C., Biala, J., Bruns, C., Gottschall, R., Ahlers, S. und Vogtmann, H., 1989: Suppression of root rot on peas, beans and beetroots caused by *Pythium ultimum* and *Rhizoctonia solani* through the amendment of growing media with composted organic household waste. *J. Phytopathology* 127, 227-238
- van der Heijden, M., Klironomos, J., Ursic, M., Moutoglis, P., Streitwolf Engel, R., Boller, T., Wiemken, A. und Sanders, I., 1998: Mycorrhizal fungal diversity determines plant biodiversity, ecosystem variability and productivity. *Nature* 396, 69-72.
- Vestberg, M., Kukkonen, S., Neuvonen, E.-L. und Uosukainen, M., 2000: Mycorrhizal inoculation of micropropagated strawberry – case studies on mineral soil and a mined peat bog. *Acta Hort.* 530: 297-304.
- Wyss, P., Boller, T. und Wiemken, A., 1991: Phytoalexin response is elicited by a pathogen (*Rhizoctonia solani*) but not by a mycorrhizal fungus (*Glomus mosseae*) in soybean roots. *Experientia* 47: 395-399.

Dank

Wir danken den beteiligten Betrieben für ihre Mithilfe bei der Durchführung von Feld- und Geächshausversuchen.

- Markus Neubauer, 8586 Erlen, Schweiz
- Bruno Flammer, 8340 Ringwil, Schweiz
- Max Schwarz-Zurkinden, 5234 Villigen, Schweiz
- Alois Steffen, Gerber BioGreens, 8320 Fehraltorf, Schweiz
- Martin Grossenbacher, 5630 Muri, Schweiz
- Matthias Tischhauser, 9475 Sevelen, Schweiz

Zivile und Thomas Amsler-Kepaleite und Sascha Buchleitner (FiBL) danken wir für die technische Unterstützung im Projekt.

Dem Botanischen Institut der Universität Basel (Prof. A. Wiemken) und der Firma Triton, Bitterfeld (Prof. S. Johné) danken wir für die Mykorrhizastämme und Mischinokula.

Das Projekt wurde finanziert vom Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau, wofür wir unseren besonderen Dank aussprechen.

ANHANG

MITTELWERTSTABELLEN DER VERSUCHSERGEBNISSE

Tabelle 1	Pelargonien Ringwil 2003
Tabelle 2	Pelargonien Erlen 2003
Tabelle 3	Pelargonien Frick 2003
Tabelle 4	Poinsettien Frick 2002
Tabelle 5	Poinsettien Ringwil 2002
Tabelle 6	Winterporree Villigen 2002/2003
Tabelle 7	Winterporree Fehraltorf 2002/2003
Tabelle 8	Sommerporree Murimoos 2003
Tabelle 9	Sommerporree Fehraltorf 2003
Tabelle 10	Erdbeeren Sevelen Produktevergleich 2002/2003
Tabelle 11	Erdbeeren Frick Produktevergleich 2002/2003
Tabelle 12	Erdbeeren Frick Konzentrationsversuch 2002/2003
Tabelle 13	Erdbeeren Frick Einzelstammversuch 2002/2003
Tabelle 14	Erdbeeren Frick Jungpflanzenbewurzelung 2003

STATISTISCHE ANALYSEN

Tabelle 15	Übersicht der Resultate (Signifikanzen und Tendenzen)
------------	---

BODEN- UND SUBSTRATANALYSEN ERGEBNISSE

Tabelle 16	Bodenanalyse P und K der Feldversuche mit Winterporree, Sommerporree und Erdbeeren 2002/2003
Tabelle 17	Analyse des Substrates der Pelargonienbewurzelung (EE0), der Pelargonien- und Poinsettienkultur, sowie von Klasmann Bio-Potgrond

1 Pelargonien Ringwil 2003

AMP-Kolonisierung der Wurzeln Woche 7				
Mittelwerte aus 6 Wiederholungen à 1 Pflanze				
Kolonisierung %	Mittelwerte Kompostanteil		Standartabweichung Kompostanteil	
	20%	40%	20%	40%
Alle Verfahren	Keine	Keine		
Trockensubstanz des Sprosses Woche 7				
Mittelwerte aus 6 Wiederholungen à 1 Pflanze				
TS in g	20%	40%	20%	40%
Kontrolle	0.09	0.19		
Triton	0.05	0.14		
Plantworks	0.14	0.29		
Biorize	0.10	0.26		
ISCB 13	0.08	0.12		
ISCB 49	0.07	0.13		
Bonitur Woche 11				
Mittelwerte aus 4 Wiederholungen à 7 Pflanzen				
Boniturnote	20%	40%	20%	40%
Kontrolle	3.5	4.3	0.8	0.6
Triton	4.1	3.6	0.5	0.8
Plantworks	4.0	4.0	0.9	0.4
Biorize	4.1	4.8	0.6	0.5
Bonitur bei der Ernte Woche 17				
Mittelwerte aus 4 Wiederholungen à 7 Pflanzen				
Boniturnote	20%	40%	0.2	0.4
Kontrolle	3.4	4.3	1.4	1.3
Triton	4.3	3.8	0.4	0.5
Plantworks	4.0	4.6	0.8	1.2
Biorize	4.7	5.0	0.3	0.7
Trockensubstanz des Sprosses Woche 17				
Mittelwerte aus 4 Wiederholungen à 3 Pflanzen				
TS in g	20%	40%	20%	40%
Kontrolle	16.65	4.91	14.62	2.87
Triton	17.42	1.18	12.99	3.55
Plantworks	16.64	2.84	15.78	1.65
Biorize	14.61	2.09	17.06	1.13
AMP-Kolonisierung der Wurzeln Woche 17				
Mittelwerte aus 4 Wiederholungen à 3 Pflanzen				
Kolonisierung %	20%	40%	20%	40%
Alle Verfahren	sehr tief	sehr tief		

2 Pelargonien Erlen 2003

AMP-Kolonisierung der Wurzeln Woche 7		Siehe Pelargonien Ringwil		
Trockengewicht des Sprosses Woche 7		Siehe Pelargonien Ringwil		
Bonitur Woche 11				
Mittelwerte aus 4 Wiederholungen à 7 Pflanzen				
Boniturnote	Mittelwerte Kompostanteil		Standartabweichung Kompostanteil	
	20%	40%	20%	40%
Kontrolle	3.9	3.7	1.2	0.4
Triton	4.7	4.2	0.6	0.8
Plantworks	4.1	4.7	0.7	0.7
Biorize	4.7	4.0	0.3	0.6
Bonitur bei der Ernte Woche 17				
Mittelwerte aus 4 Wiederholungen à 7 Pflanzen				
Boniturnote	20%	40%	0.2	0.4
Kontrolle	4.5	4.7	0.7	0.4
Triton	5.1	4.4	0.5	0.6
Plantworks	4.8	5.4	0.5	0.2
Biorize	4.7	4.6	1.0	1.0
Trockensubstanz des Sprosses Woche 17				
Mittelwerte aus 4 Wiederholungen à 3 Pflanzen				
TS in g	20%	40%	20%	40%
Kontrolle	17.87	19.47	4.44	1.60
Triton	22.65	18.10	5.76	1.92
Plantworks	17.73	22.63	1.71	2.46
Biorize	19.82	17.33	3.02	5.11
AMP-Kolonisierung der Wurzeln Woche 17				
Mittelwerte aus 4 Wiederholungen à 3 Pflanzen				
Kolonisierung %	20%	40%	20%	40%
Alle Verfahren	sehr tief	sehr tief		

3 Pelargonien Frick 2003

AMP-Kolonisierung der Wurzeln Woche 7			Siehe Pelargonien Ringwil
Trockensubstanz des Sprosses Woche 7			Siehe Pelargonien Ringwil
Bonitur Woche 11			
Mittelwerte aus 5 Wiederholungen à 4 Pflanzen			
Boniturnote	Mittelwerte	Standartabweichung	
Kontrolle	5.6	0.6	
Triton Bew	5.4	0.5	
Triton ET	5.5	0.7	
ISCB 13	5.8	0.2	
ISCB 49	5.9	0.2	
Messung der Sprosslänge Woche 15			
Mittelwerte aus 5 Wiederholungen à 4 Pflanzen			
Sprosslänge cm	Mittelwerte	Standartabweichung	
Kontrolle	16.9	1.6	
Triton Bew	16.6	1.9	
Triton ET	17.5	1.6	
ISCB 13	19.6	1.4	
ISCB 49	20.1	0.5	
Bonitur Woche 19			
Mittelwerte aus 5 Wiederholungen à 4 Pflanzen			
Boniturnote	Mittelwerte	Standartabweichung	
Kontrolle	5.0	0.5	
Triton Bew	5.5	0.4	
Triton ET	5.3	0.7	
ISCB 13	5.7	0.4	
ISCB 49	5.8	0.3	
Trockensubstanz der Wurzeln Woche 19			
Mittelwerte aus 5 Wiederholungen à 3 Pflanzen			
TS in g	Mittelwerte	Standartabweichung	
Kontrolle	2.18	0.40	
Triton Bew	1.71	0.55	
Triton ET	2.59	0.42	
ISCB 13	2.43	0.63	
ISCB 49	1.76	0.23	
AMP-Kolonisierung der Wurzeln Woche 19			
Mittelwerte aus 5 Wiederholungen à 3 Pflanzen			
Kolonisierung %	Mittelwerte	Standartabweichung	
Kontrolle	0	0	
Triton Bew	3	4	
Triton ET	23	12	
ISCB 13	0	0	
ISCB 49	0	0	

4 Poinsettien Frick 2002

Bonitur Jungpflanzen Woche 6				
Mittelwerte aus 5 Wiederholungen à 10 Pflanzen				
Boniturnote	Mittelwerte Kompostanteil		Standartabweichung Kompostanteil	
	20%	40%	20%	40%
Kontrolle	4.5	4.4	0.7	0.3
Triton	5.0	5.0	0.2	0.1
Plantworks	5.0	4.8	0.1	0.2
Biorize	5.2	4.9	0.5	0.3
Bonitur Jungpflanzen Woche 12				
Mittelwerte aus 5 Wiederholungen à 10 Pflanzen				
Boniturnote	20%	40%	0.2	0.4
Kontrolle	3.8	3.7	0.6	0.5
Triton	4.1	4.2	0.4	0.5
Plantworks	4.5	4.5	0.3	0.7
Biorize	3.9	4.1	0.5	0.4
Trockensubstanz des Sprosses Woche 12				
Mittelwerte aus 5 Wiederholungen à 1 Pflanze				
TS in g	20%	40%	20%	40%
Kontrolle	3.43	3.63	0.56	0.35
Triton	3.33	3.72	0.39	0.32
Plantworks	3.63	3.66	0.12	0.22
Biorize	3.71	3.67	1.16	0.55
AMP-Kolonisierung der Wurzeln Woche 12				
Mittelwerte aus 5 Wiederholungen à 1 Pflanze				
Kolonisierung %	20%	40%	20%	40%
Kontrolle	13	16	4	11
Triton	64	66	6	14
Plantworks	62	69	11	6
Biorize	68	66	7	12
Bonitur bei der Ernte Woche 20				
Mittelwerte aus 5 Wiederholungen à 7 Pflanzen				
Boniturnote	20%	40%	20%	40%
Kontrolle	3.8	3.7	0.6	0.5
Triton	4.5	4.5	0.3	0.7
Plantworks	4.1	4.2	0.4	0.5
Biorize	3.9	4.1	0.5	0.4
Trockensubstanz des Sprosses Woche 20				
Mittelwerte aus 5 Wiederholungen à 3 Pflanzen				
TS in g	20%	40%	20%	40%
Kontrolle	4.79	4.32	0.97	0.55
Triton	4.50	4.45	0.73	0.64
Plantworks	5.04	4.12	0.98	0.28
Biorize	4.25	4.17	1.22	0.61
AMP-Kolonisierung der Wurzeln Woche 20				
Mittelwerte aus 5 Wiederholungen à 3 Pflanzen				
Kolonisierung %	20%	40%	20%	40%
Kontrolle	14	14	9	11
Triton	60	52	15	17
Plantworks	30	21	8	6
Biorize	53	33	15	10

5 Poinsettien Ringwil 2002

Bonitur Jungpflanzen Woche 11				
Mittelwerte aus 5 Wiederholungen à 8 Pflanzen				
Boniturnote	Mittelwerte Kompostanteil		Standartabweichung Kompostanteil	
	20%	40%	20%	40%
Kontrolle	4.5	4.4	0.3	0.5
Triton	4.5	4.5	0.3	0.3
Plantworks	4.3	5.0	0.4	0.3
Biorize	4.7	4.7	0.1	0.6
Trockensubstanz des Sprosses Woche 11				
Mittelwerte aus 5 Wiederholungen à 1 Pflanze				
TS in g	20%	40%	20%	40%
Kontrolle	6.39	6.65	0.60	0.34
Triton	6.21	5.48	0.46	0.70
Plantworks	5.65	6.15	0.26	0.37
Biorize	6.13	6.28	0.15	0.77
AMP-Kolonisierung der Wurzeln Woche 11				
Mittelwerte aus 5 Wiederholungen à 1 Pflanze				
Kolonisierung %	20%	40%	20%	40%
Kontrolle	6	9	2	5
Triton	43	46	14	5
Plantworks	33	43	20	8
Biorize	43	52	9	16
Bonitur bei der Ernte Woche 20				
Mittelwerte aus 5 Wiederholungen à 8 Pflanzen				
Boniturnote	20%	40%	20%	40%
Kontrolle	4.5	4.4	0.3	0.5
Triton	4.5	4.5	0.3	0.3
Plantworks	4.3	5.0	0.4	0.3
Biorize	4.7	4.7	0.1	0.6
Trockensubstanz des Sprosses Woche 20				
Mittelwerte aus 5 Wiederholungen à 3 Pflanzen				
TS in g	20%	40%	20%	40%
Kontrolle	11.10	11.38	1.52	1.37
Triton	12.20	10.75	0.68	0.40
Plantworks	12.15	11.53	0.80	0.69
Biorize	10.40	10.19	1.48	1.50
AMP-Kolonisierung der Wurzeln Woche 20				
Mittelwerte aus 5 Wiederholungen à 3 Pflanzen				
Kolonisierung %	20%	40%	20%	40%
Kontrolle	19	12	26	15
Triton	36	26	15	14
Plantworks	41	24	11	13
Biorize	48	28	6	12

6 Winterporree Villigen 2002/2003

Trockensubstanz der Jungpflanzen in g Woche 11 Mittelwerte von 3 Jungpflanzen pro Verfahren				
Trockensubstanz	Mittelwerte		Standartabweichung	
	Spross	Wurzel	Spross	Wurzel
Kontrolle	0.53	0.16	0.07	0.03
Triton	0.36	0.13	0.06	0.03
AMP-Kolonisierung der Jungpflanzen Woche 11 Mittelwerte von 3 Jungpflanzen pro Verfahren				
Kolonisierung %	Mittelwerte		Standartabweichung	
Kontrolle	25		2	
Triton	52		4	
Bonitur auf dem Feld Woche 21 Mittelwerte aus 5 Wiederholungen à 20 Pflanzen				
Alternaria	Mittelwerte		Standartabweichung	
	Düngerstufen N1	N2	Düngerstufen N1	N2
Kontrolle	1.1	1.5	0.3	0.5
Triton	1.7	1.7	0.8	0.7
Rost	N1	N2	N1	N2
Kontrolle	4.1	3.5	1.3	0.8
Triton	2.9	3.0	0.8	0.6
Thrips	N1	N2	N1	N2
Kontrolle	5.2	5.2	1.6	0.8
Triton	4.9	4.9	0.6	1.8
Ernte Woche 45				
Ertrag kg/m2	N1	N2	N1	N2
Kontrolle	1.70	1.79	0.40	0.43
Trtion	1.47	1.66	0.18	0.27
AMP-Kolonisierung bei der Ernte Woche 45 Mittelwerte aus 5 Wiederholungen à 5 Pflanzen				
Kolonisierung %	N1	N2	N1	N2
Kontrolle	4	1	7	2
Triton	33	31	9	20

7 Winterporree Fehrltorf 2002/2003

Trockensubstanz der Jungpflanzen in g Woche 11 Mittelwerte von 3 Jungpflanzen pro Verfahren				
Trockensubstanz	Mittelwerte Düngerstufe		Standartabweichung Düngerstufe	
	N1	N2	N1	N2
Kontrolle	1.12	0.95	0.24	0.15
Triton	1.27	1.04	0.19	0.28
Plantworks	1.15	0.96	0.21	0.28
Biorize	1.16	1.13	0.14	0.35
AMP-Kolonisierung der Jungpflanzen Woche 11 Mittelwerte von 3 Jungpflanzen pro Verfahren				
Kolonisierung %	Mittelwerte		Standartabweichung	
Kontrolle	14		2	
Triton	71		6	
Plantworks	60		4	
Biorize	48		9	
Bonitur auf dem Feld Woche 16 Mittelwerte aus 6 Wiederholungen à 20 Pflanzen				
Rost	N1	N2	N1	N2
Kontrolle	1.5	1.4	1.1	0.6
Triton	1.5	2.6	0.8	1.5
Plantworks	2.2	1.6	1.2	0.5
Biorize	1.7	2.0	2.1	0.9
Thrips	N1	N2	N1	N2
Kontrolle	14.2	12.7	2.6	4.0
Triton	12.7	10.8	1.6	2.9
Plantworks	14.7	10.6	2.8	2.4
Biorize	11.1	9.2	2.9	2.5
Ernte Woche 47				
Ertrag kg/m2	N1	N2	N1	N2
Kontrolle	0.77	1.01	0.31	0.38
Triton	0.94	1.07	0.23	0.17
Plantworks	0.87	1.04	0.36	0.43
Biorize	0.96	1.04	0.32	0.35
AMP-Kolonisierung bei der Ernte Woche 47 Mittelwerte aus 6 Wiederholungen à 5 Pflanzen				
Kolonisierung %	N1	N2	N1	N2
Kontrolle	5	13	8	12
Triton	23	26	19	17
Plantworks	5	17	8	10
Biorize	15	27	10	22

8 Sommerporree Murimoos 2003

Frischsubstanz des Sprosses der Jungpflanzen Woche 11				
Mittelwerte von 4 resp. 2 Jungpflanzen pro Verfahren				
Frischsubstanz in g	Mittelwerte Düngerstufe		Standartabweichung Düngerstufe	
	N1	N2	N1	N2
Kontrolle	1.75		0.50	
Triton	2.13		0.16	
Plantworks	1.83		0.16	
Biorize	1.94		0.13	
ISCB 13	2.90		nur 2 Stichproben	
ISCB 44	2.67		nur 2 Stichproben	
ISCB 45	2.33		nur 2 Stichproben	
ISCB 49	3.25		nur 2 Stichproben	
AMP-Kolonisierung der Jungpflanzen Woche 11				
Kolonisierung %	N1	N2	N1	N2
Alle Verfahren	Keine	Keine		
Bonitur der Jungpflanzen Woche 11				
Mittelwerte von 4 resp. 2 Jungpflanzen pro Verfahren				
Boniturnote	N1	N2	N1	N2
Kontrolle	3.5		1.6	
Triton	4.4		0.4	
Plantworks	3.5		1.2	
Biorize	3.9		1.2	
ISCB 13	6.0		nur 2 Stichproben	
ISCB 44	6.0		nur 2 Stichproben	
ISCB 45	4.5		nur 2 Stichproben	
ISCB 49	5.5		nur 2 Stichproben	
Schaftdurchmesser der Jungpflanzen Woche 11				
Mittelwerte von 4 resp. 2 Jungpflanzen pro Verfahren				
Durchmesser mm	N1	N2	N1	N2
Kontrolle	2.97		0.33	
Triton	3.31		0.24	
Plantworks	3.38		0.18	
Biorize	3.72		0.33	
ISCB 13	4.25		nur 2 Stichproben	
ISCB 44	4.50		nur 2 Stichproben	
ISCB 45	3.50		nur 2 Stichproben	
ISCB 49	4.00		nur 2 Stichproben	
Sprosslänge der Jungpflanzen Woche 11				
Mittelwerte von 4 resp. 2 Jungpflanzen pro Verfahren				
Länge cm	N1	N2	N1	N2
Kontrolle	28.66		4.14	
Triton	30.75		1.66	
Plantworks	28.63		0.60	
Biorize	30.53		1.20	
ISCB 13	39.20		nur 2 Stichproben	
ISCB 44	35.00		nur 2 Stichproben	
ISCB 45	35.75		nur 2 Stichproben	
ISCB 49	41.25		nur 2 Stichproben	

Schaftdurchmesser bei der Ernte Woche 26				
Mittelwerte aus 6 Wiederholungen à 20 Pflanzen				
Durchmesser cm	Mittelwerte Düngerstufe		Standartabweichung Düngerstufe	
	N1	N2	N1	N2
Kontrolle	3.49	3.47	0.14	0.25
Triton	3.54	3.49	0.24	0.14
Plantworks	3.60	3.50	0.18	0.26
Biorize	3.59	3.55	0.11	0.15
ISCB 13	3.59		0.09	
ISCB 44	3.48		0.17	
ISCB 45	3.65		0.33	
ISCB 49	3.45		0.22	
Sprosslänge bei der Ernte Woche 26				
Mittelwerte aus 6 Wiederholungen à 20 Pflanzen				
Durchlänge cm	N1	N2	N1	N2
Kontrolle	20.81	20.78	1.79	1.08
Triton	21.55	21.54	0.41	0.42
Plantworks	21.06	21.86	1.70	0.84
Biorize	22.02	20.78	2.32	1.21
ISCB 13	20.46		1.68	
ISCB 44	22.21		2.21	
ISCB 45	22.41		1.55	
ISCB 49	21.47		2.93	
Ernte Woche 26				
Ertrag kg/m2	N1	N2	N1	N2
Kontrolle	3.67	3.54	0.41	0.66
Triton	3.39	3.31	0.55	0.46
Plantworks	3.28	3.17	0.28	0.96
Biorize	3.55	3.27	0.42	0.64
ISCB 13	3.19		0.32	
ISCB 44	3.34		0.25	
ISCB 45	3.43		0.30	
ISCB 49	3.42		0.91	
AMP-Kolonisierung bei der Ernte Woche 26				
Mittelwerte aus 6 Wiederholungen à 5 Pflanzen				
Kolonisierung %	N1	N2	N1	N2
Kontrolle	11	4	6	4
Triton	16	19	12	8
Plantworks	33	19	20	8
Biorize	13	37	12	22
ISCB 13	4		1	
ISCB 44	17		3	
ISCB 45	14		9	
ISCB 49	9		7	

9 Sommerlauch Fehraltorf 2003

Frischsubstanz des Sprosses der Jungpflanzen Woche 11 Siehe Murimoos				
AMP-Kolonisierung der Jungpflanzen Woche 11 Siehe Murimoos				
Bonitur der Jungpflanzen Woche 11 Siehe Murimoos				
Schaftdurchmesser der Jungpflanzen Woche 11 Siehe Murimoos				
Schaftlänge der Jungpflanzen Woche 11 Siehe Murimoos				
Schaftdurchmesser bei der Ernte Woche 21				
Mittelwerte aus 6 Wiederholungen à 20 Pflanzen				
Durchmesser cm	Mittelwerte Düngerstufe		Standartabweichung Düngerstufe	
	N1	N2	N1	N2
Kontrolle	30.59	30.50	0.96	1.36
Triton	29.17	30.00	0.91	1.34
Plantworks	30.93	30.74	1.15	1.79
Biorize	30.09	28.62	1.76	1.22
Sprosslänge bei der Ernte Woche 21				
Mittelwerte aus 6 Wiederholungen à 20 Pflanzen				
Sprosslänge cm	N1	N2	N1	N2
Kontrolle	9.04	9.63	1.20	1.32
Triton	9.12	8.67	1.12	1.61
Plantworks	9.61	9.14	1.39	0.75
Biorize	8.86	10.28	1.30	1.85
Ernte Woche 21				
Ertrag kg/m2	N1	N2	N1	N2
Kontrolle	2.75	3.02	0.59	0.60
Triton	2.54	2.49	0.69	0.58
Plantworks	2.75	2.48	0.41	0.51
Biorize	2.80	2.73	0.67	0.59
AMP-Kolonisierung bei der Ernte Woche 21				
Mittelwerte aus 6 Wiederholungen à 5 Pflanzen				
Kolonisierung %	N1	N2	N1	N2
Kontrolle	10	24	8	14
Triton	39	40	21	18
Plantworks	31	29	12	19
Biorize	54	54	27	26

10 Erdbeeren Sevelen Produktevergleich 2002/2003

AMP-Kolonisierung der Jungpflanzen Woche 4				
Kolonisierung %	Mittelwerte Sorte		Standartabweichung Sorte	
	Elsanta	Pegasus	Elsanta	Pegasus
Kontrolle	7	14		
Triton	12	24		
Plantworks	22	11		
Biorize	9	15		
Bonitur auf dem Feld Woche 37				
Mittelwerte aus 6 Wiederholungen à 20 Pflanzen				
Boniturnote	Elsanta	Pegasus	Elsanta	Pegasus
Kontrolle	4.9	4.4	0.4	0.5
Triton	5.1	4.7	0.2	0.4
Plantworks	4.8	3.9	0.3	0.4
Biorize	4.9	4.0	0.3	0.7
Ernte Woche 42				
Mittelwerte aus 6 Wiederholungen à 25 Pflanzen				
Ertrag in g pro Pflanze	Elsanta	Pegasus	Elsanta	Pegasus
Kontrolle	147.45	208.85	48.98	31.67
Triton	170.67	218.43	25.86	15.27
Plantworks	131.67	205.58	20.90	33.47
Biorize	152.87	206.63	35.47	21.64

11 Erdbeeren Frick Produktevergleich 2002/2003

AMP-Kolonisierung der Jungpflanzen Woche 4				
Kolonisierung %	Mittelwerte Sorte		Standartabweichung Sorte	
	Elsanta	Pegasus	Elsanta	Pegasus
Alle Verfahren	siehe Erdbeeren Sevelen			
Bonitur auf dem Feld Woche 39 Mittelwerte aus 6 Wiederholungen à 12 Pflanzen				
Boniturnote	Elsanta	Pegasus	Elsanta	Pegasus
Kontrolle	4.9	3.0	0.5	0.8
Triton	3.9	3.2	0.5	0.5
Plantworks	4.7	2.6	0.2	0.5
Biorize	4.4	3.2	0.4	0.4
Ernte Woche 43 Mittelwerte aus 6 Wiederholungen à 12 Pflanzen				
Ertrag in g pro Pflanze	Elsanta	Pegasus	Elsanta	Pegasus
Kontrolle	23.33	116.24	9.46	51.38
Triton	29.58	40.64	13.58	8.96
Plantworks	16.08	90.79	7.63	24.54
Biorize	30.10	72.32	16.54	20.10
AMP-Kolonisierung bei der Ernte Woche 43 Mittelwerte aus 6 Wiederholungen à 4 Pflanzen				
Kolonisierung %	Elsanta	Pegasus	Elsanta	Pegasus
Kontrolle	12	6	5	6
Triton	11	9	4	3
Plantworks	7	10	5	7
Biorize	15	15	8	11

12 Erdbeeren Frick Konzentrationsversuch 2002/2003

AMP-Kolonisierung der Jungpflanzen Woche 4										
Siehe Erdbeeren Sevelen										
Bonitur auf dem Feld Woche 39										
Mittelwerte aus 6 Wiederholungen à 3 Pflanzen										
Boniturnote	Mittelwerte					Standartabweichung				
	Inokulum Konzentration					Inokulum Konzentration				
	0%	1%	2%	4%	8%	0%	1%	2%	4%	8%
Kontrolle	3.6					0.9				
Triton		3.8	3.0	2.6	3.2		0.7	1.2	1.0	1.4
Plantworks		3.5	3.7	4.1	4.0		1.0	1.1	1.8	1.4
Biorize		4.5	4.0	4.0	4.0		1.1	0.8	1.6	1.1
Ernte Woche 43										
Mittelwerte aus 6 Wiederholungen à 3 Pflanzen										
Ertrag in g pro Pflanze	0%	1%	2%	4%	8%	0%	1%	2%	4%	8%
Kontrolle	12.65					3.13				
Triton		19.28	14.88	11.24	8.79		6.13	5.83	5.16	6.25
Plantworks		11.96	16.14	27.64	20.65		3.68	5.58	13.65	10.73
Biorize		17.81	7.31	20.22	13.82		3.91	4.56	7.11	4.84
AMP-Kolonisierung bei der Ernte Woche 43										
Mittelwerte aus 6 Wiederholungen à 3 Pflanzen										
Kolonisierung %	0%	1%	2%	4%	8%	0%	1%	2%	4%	8%
Kontrolle	14					12				
Triton		13	20	8	12		5	22	7	6
Plantworks		23	24	26	25		14	12	11	17
Biorize		18	15	15	9		15	11	14	7

13 Erdbeeren Frick Isolateversuch 2002/2003

AMP-Kolonisierung der Jungpflanzen Woche 4 Siehe Erdebeeren Sevelen															
Bonitur auf dem Feld Woche 39															
Mittelwerte aus 2 Wiederholungen à 5 Pflanzen															
Mittelwerte	Verfahren / Stammnummer														
	Kontrolle	Triton	ISCB 13	ISCB 14	ISCB 17	ISCB 18	ISCB 19	ISCB 20	ISCB 22	ISCB 34	ISCB 39	ISCB 45	ISCB 47	ISCB 48	ISCB 49
Boniturnote	4.9	4.7	4.4	4.7	3.9	5.6	4.3	5.4	5.4	5.2	4.3	4.9	5.4	4.3	4.8
Standartabweichung	0.5	0.7	0.0	0.1	0.6	0.0	0.1	0.0	0.6	0.3	0.4	0.4	0.8	0.7	0.3
Ernte Woche 43															
Mittelwerte aus 2 Wiederholungen à 5 Pflanzen															
Mittelwerte	Kontrolle	Triton	ISCB 13	ISCB 14	ISCB 17	ISCB 18	ISCB 19	ISCB 20	ISCB 22	ISCB 34	ISCB 39	ISCB 45	ISCB 47	ISCB 48	ISCB 49
Ertrag in g pro Pflanze	25.13	16.80	16.83	15.35	10.45	28.00	17.13	15.00	17.45	17.60	15.50	16.25	30.75	7.30	20.50
Standartabweichung	13.77	1.59	13.36	11.08	12.99	15.52	5.40	6.58	9.64	9.92	9.85	6.14	8.37	14.79	10.33
AMP-Kolonisierung bei der Ernte Woche 43															
Mittelwerte aus 2 Wiederholungen à 3 Pflanzen															
Mittelwerte	Kontrolle	Triton	ISCB 13	ISCB 14	ISCB 17	ISCB 18	ISCB 19	ISCB 20	ISCB 22	ISCB 34	ISCB 39	ISCB 45	ISCB 47	ISCB 48	ISCB 49
Kolonisierung %	14	21	25	26	19	12	20	29	9	17	8	20	22	12	9
Standartabweichung	5	12	8	7	6	4	7	23	8	8	7	4	11	9	1

14 Erdbeeren Frick Jungpflanzenbewurzelung 2003

Bonitur Woche 2 Mittelwerte aus 5 Wiederholungen à 6 Pflanzen (Elsanta) und aus 3 Wiederholungen à 6 Pflanzen (Pegasus)				
Boniturnote	Mittelwerte Sorte		Standartabweichung Sorte	
	Elsanta	Pegasus	Elsanta	Pegasus
Kontrolle	3.4	3.3	0.3	0.5
Triton	3.0	3.1	0.1	0.3
ISCB 18	3.0	3.4	0.2	0.1
ISCB 20	3.0	3.2	0.4	0.3
ISCB 22	2.9	2.9	0.2	0.1
ISCB 47	3.0	3.1	0.1	0.4
ISCB 49	3.0	3.4	0.2	0.3
Sprosslänge Woche 4 Mittelwerte aus 5 Wiederholungen à 6 Pflanzen (Elsanta) und aus 3 Wiederholungen à 6 Pflanzen (Pegasus)				
Sprosslänge cm	Elsanta	Pegasus	Elsanta	Pegasus
Kontrolle	11.66	9.74	1.13	1.68
Triton	10.67	11.51	1.26	1.75
ISCB 18	9.61	10.99	0.91	1.89
ISCB 20	10.73	11.42	1.16	1.26
ISCB 22	10.91	10.33	1.95	1.44
ISCB 47	10.49	11.58	0.87	1.67
ISCB 49	11.36	11.48	1.23	1.53
Trockensubstanz des Sprosses Woche 4 Mittelwerte aus 5 Wiederholungen à 6 Pflanzen (Elsanta) und aus 3 Wiederholungen à 6 Pflanzen (Pegasus)				
TS in g	Elsanta	Pegasus	Elsanta	Pegasus
Kontrolle	0.32		0.14	
Triton	0.24		0.07	
ISCB 18	0.21		0.05	
ISCB 20	0.28		0.07	
ISCB 22	0.28		0.10	
ISCB 47	0.32		0.04	
ISCB 49	0.37		0.02	
Trockensubstanz der Wurzeln Woche 4 Mittelwerte aus 5 Wiederholungen à 6 Pflanzen (Elsanta) und aus 3 Wiederholungen à 6 Pflanzen (Pegasus)				
TS in g	Elsanta	Pegasus	Elsanta	Pegasus
Kontrolle	0.43	0.42	0.14	0.28
Triton	0.27	0.59	0.12	0.64
ISCB 18	0.29	0.44	0.12	0.41
ISCB 20	0.42	0.53	0.08	0.50
ISCB 22	0.59	0.58	0.33	0.54
ISCB 47	0.44	0.30	0.12	0.42
ISCB 49	0.61	0.38	0.07	0.54
AMP-Kolonisierung der Wurzeln Woche 4				
Kolonisierung %	Elsanta	Pegasus	Elsanta	Pegasus
Alle Verfahren	Keine	Keine		

15 OEKOMYC Resultateübersicht Teil FiBL

Signifikante Abweichungen gegenüber der Kontrolle dargestellt als + bzw -

Tendenzielle Abweichungen gegenüber der Kontrolle dargestellt als ns (+), ns (-) bzw ns (=)

Nicht signifikant = ns

Varianzanalyse

Tuckey- Kramer Test $\alpha = 0.05$

	Zeitpunkt nach Inokulation	Mykorrhiza- Mischinokula		
		Triton	Plantworks	Biorize
V1 Winterporree Villigen				
Trockengewicht Spross	11 Wochen	-		
Kolonisierung der Wurzeln	11 Wochen	+		
Alternariabefall	21 Wochen	ns (+)		
Rostbefall	21 Wochen	ns (-)		
Thripsbefall	21 Wochen	ns (=)		
Alternariabefall	44 Wochen	ns (=)		
Schaftdurchmesser	45 Wochen	ns (=)		
Ernteertrag	45 Wochen	ns (-)		
Kolonisierung der Wurzeln	45 Wochen	+		
V2 Winterporree Fehrlortf				
Trockengewicht Spross	11 Wochen	ns (-)	ns (-)	ns (-)
Kolonisierung der Wurzeln	11 Wochen	+	+	+
Rostbefall	16 Wochen	ns (=)	ns (=)	ns (=)
Thripsbefall	16 Wochen	ns (-)	ns (+)	-
Thripsbefall	44 Wochen	ns (+)	ns (+)	ns (+)
Schaftdurchmesser	47 Wochen	ns (=)	ns (-)	ns (=)
Ernteertrag	47 Wochen	ns (+)	ns (+)	ns (+)
Kolonisierung der Wurzeln	47 Wochen	+	ns (=)	ns (+)
V3 Erdbeeren Seveln Produktevergleich				
Kolonisierung der Wurzeln Elsanta	4 Wochen	ns (+)	ns (+)	ns (=)
Kolonisierung der Wurzeln Pegasus	4 Wochen	ns (+)	ns (=)	ns (=)
Bonitur	37 Wochen	ns (=)	ns (=)	ns (=)
Ernteertrag Sorte Elsanta	42 Wochen	ns (+)	ns (=)	ns (=)
Ernteertrag Sorte Pegasus	42 Wochen	ns (=)	ns (=)	ns (=)
V4 Erdbeeren Frick Produktevergleich				
Kolonisierung der Wurzeln	4 Wochen	siehe Erdbeeren Seveln		
Bonitur	39 Wochen	ns (-)	ns (=)	ns (=)
Ernteertrag Sorte Elsanta	43 Wochen	ns (+)	ns (-)	ns (+)
Ernteertrag Sorte Pegasus	43 Wochen	-	ns (-)	ns (-)
Kolonisierung der Wurzeln	43 Wochen	ns (=)	ns (=)	ns (+)
V5 Erdbeeren Frick Konzentrationsversuch				
Kolonisierung der Wurzeln	4 Wochen	siehe Erdbeeren Seveln		
Bonitur	39 Wochen	ns (-)	ns (=)	ns (+)
Ertrag mit 1% Inokulum	43 Wochen	ns (+)	ns (=)	ns (+)
Ertrag mit 2% Inokulum	43 Wochen	ns (=)	ns (=)	ns (-)
Ertrag mit 4% Inokulum	43 Wochen	ns (=)	ns (+)	ns (+)
Ertrag mit 8% Inokulum	43 Wochen	ns (-)	ns (+)	ns (=)
Kolonisierung der Wurzeln 1%	43 Wochen	ns (-)	ns (+)	ns (=)
Kolonisierung der Wurzeln 2%	44 Wochen	ns (+)	ns (+)	ns (=)
Kolonisierung der Wurzeln 4%	45 Wochen	ns (-)	ns (+)	ns (=)
Kolonisierung der Wurzeln 8%	46 Wochen	ns (-)	ns (+)	ns (-)

V6 Erdbeeren Frick Einzelstämmerversuch				
Kolonisierung der Wurzeln	4 Wochen	siehe Erdbeeren Seveln		
Bonitur	39 Wochen	ns (=)		
Ernteertrag	43 Wochen	ns (-)		
Kolonisierung der Wurzeln	43 Wochen	ns (+)		
V7 Poinsettien Frick				
Bonitur	6 Wochen	+	ns (+)	+
Bonitur	12 Wochen	ns (+)	ns (+)	ns (+)
Trockengewicht Spross	12 Wochen	ns (=)	ns (=)	ns (=)
Kolonisierung der Wurzeln	12 Wochen	+	+	+
Bonitur	20 Wochen	ns (+)	ns (+)	ns (=)
Trockengewicht Spross	20 Wochen	ns (=)	ns (=)	ns (=)
Kolonisierung der Wurzeln	20 Wochen	+	+	+
V8 Poinsettien Ringwil				
Bonitur	11 Wochen	ns (=)	ns (+)	ns (=)
Trockengewicht Spross	11 Wochen	ns (=)	ns (=)	ns (=)
Kolonisierung der Wurzeln	11 Wochen	+	+	+
Bonitur	20 Wochen	ns (=)	ns (+)	ns (=)
Trockengewicht Spross	20 Wochen	ns (+)	ns (+)	ns (-)
Kolonisierung der Wurzeln	20 Wochen	+	+	+
V9 Pelargonien Ringwil				
Kolonisierung der Wurzeln	7 Wochen	keine	keine	keine
Trockengewicht Spross	7 Wochen	ns (-)	ns (+)	ns (+)
Bonitur	11 Wochen	ns (=)	ns (=)	ns (+)
Bonitur	17 Wochen	ns (=)	ns (=)	ns (+)
Trockengewicht Spross	17 Wochen	ns (=)	ns (=)	ns (=)
Kolonisierung der Wurzeln	17 Wochen	ns (=)	ns (=)	ns (=)
V10 Pelargonien Erlen				
Kolonisierung der Wurzeln	7 Wochen	siehe Ringwil		
Trockengewicht Spross	7 Wochen	siehe Ringwil		
Bonitur	11 Wochen	ns (+)	ns (+)	ns (+)
Bonitur	17 Wochen	ns (=)	ns (+)	ns (=)
Trockengewicht Spross	17 Wochen	ns (=)	ns (=)	ns (=)
Kolonisierung der Wurzeln	17 Wochen	ns (=)	ns (=)	ns (=)
V11 Pelargonien Frick				
Kolonisierung der Wurzeln	7 Wochen	siehe Ringwil		
Trockengewicht Spross	7 Wochen	siehe Ringwil		
Bonitur	11 Wochen	ns (=)		
Sprosslänge	11 Wochen	ns (=)		
Bonitur	19 Wochen	ns (+)		
Trockengewicht Wurzeln	19 Wochen	ns (-)		
Kolonisierung der Wurzeln	19 Wochen	(keine)		

V12 Sommerporree Murimoos				
Frischgewicht Spross	11 Wochen	ns (+)	ns (=)	ns (=)
Kolonisierung der Wurzeln	11 Wochen	keine	keine	keine
Bonitur	11 Wochen	ns (+)	ns (=)	ns (=)
Schaftdurchmesser	11 Wochen	ns (+)	ns (+)	ns (+)
Schaftlänge	11 Wochen	ns (+)	ns (=)	ns (+)
Thripsbefall	20 Wochen	ns (-)	ns (=)	ns (=)
Schaftdurchmesser	20 Wochen	ns (=)	ns (=)	ns (=)
Schaftdurchmesser	26 Wochen	ns (=)	ns (=)	ns (=)
Sprosslänge	26 Wochen	ns (=)	ns (=)	ns (=)
Ernteertrag	26 Wochen	ns (=)	ns (=)	ns (=)
Kolonisierung der Wurzeln N1	26 Wochen	ns (+)	+	ns (+)
Kolonisierung der Wurzeln N2	26 Wochen	ns (+)	ns (+)	+
V13 Sommerporree Fehraltorf				
Frischgewicht Spross	11 Wochen	siehe Murimoos		
Kolonisierung der Wurzeln	11 Wochen	siehe Murimoos		
Bonitur	11 Wochen	siehe Murimoos		
Schaftdurchmesser	11 Wochen	siehe Murimoos		
Schaftlänge	11 Wochen	siehe Murimoos		
Thripsbefall	20 Wochen	ns (=)	ns (=)	ns (=)
Schaftdurchmesser	20 Wochen	ns (-)	ns (+)	ns (-)
Schaftdurchmesser	21 Wochen	ns (-)	ns (+)	ns (-)
Schaftlänge	21 Wochen	ns (=)	ns (=)	ns (+)
Ernteertrag	21 Wochen	ns (-)	ns (-)	ns (=)
Kolonisierung der Wurzeln	21 Wochen	+	ns (=)	+
V14 Erdbeerjungpflanzen				
Bonitur Elsanta	2 Wochen	ns (-)		
Bonitur Pegasus	2 Wochen	ns (=)		
Sprosslänge Elsanta	4 Wochen	ns (-)		
Sprosslänge Pegasus	4 Wochen	+		
Trockengewicht Spross Elsanta	4 Wochen	ns (-)		
Trockengewicht Spross Pegasus	4 Wochen	ns (+)		
Trockengewicht Wurzel Elsanta	4 Wochen	ns (-)		
Trockengewicht Wurzel Pegasus	4 Wochen	ns (+)		
Kolonisierung der Wurzeln	4 Wochen	keine		

Bodenproben Schweiz

Labor-Nr. 322

Feldversuche Oekomyc 2002/2003

luftgetrocknete Proben, gesiebt auf 0,2 mm

Einwaage: 5 g

Probe	P ₂ O ₅ in		P mg/100g Boden	Versorgungs- stufe	K ₂ O in	
	P ₂ O ₅ in mg/kg Boden	mg/kg Boden gemittelt			K ₂ O in mg/kg Boden	mg/kg Boden gemittelt
Villigen 2002 Winterporree	672 678	675	29.7	überversorgt	278 284	281
Fehraltdorf 2002 Winterporree	231 227	229	10.1	überversorgt	243 240	242
Murimoos 2003 Sommerporree	373 366	370	16.3	überversorgt	301 301	301
Fehraltdorf 2003 Sommerporree	791 837	814	35.8	überversorgt	167 173	170
Sevelen 2002 Erdbeeren Produktevergleich	115 114	115	5.1	ausreichend	41 40	41
Frick 2002 Erdbeeren Produktevergleich	83 77	80	3.5	ausreichend	173 158	166
Frick 2002 Erdbeeren Konzentrationsversuch	128 120	124	5.5	ausreichend	215 211	213
Frick 2002 Erdbeeren Isolateversuch	115 122	118	5.2	ausreichend	228 160	194

17

Substratanalysen der Pelargonien-
und Poinsettienkultur

	Kompost- anteil in %	TS in %	pH	Salzgehalt (KCl in g/L)	Rohdichte (g/l FM)	NO_x-N (mg/l)	P₂O₅ (mg/l)	K₂O (mg/l)	Na (mg/L)	Cl- (mg/L)	N_{gesamt} %TS	NH₄-N (mg/L)
Pelargonien-Stecklinge (EE0-Erde + 25 % Perlite)	0	53.6	5.6	0.19	340	0	5	31	127	6	0.28	-
Topfsubstrat für Pelargonien + Holzfaser	20	40.7	6.3	1.34	310	25	422	499	59	88		59
Topfsubstrat für Pelargonien + Holzfaser	40	43.7	6.4	1.74	370	26	679	842	66	124		90
FiBL Poinsettien Praxisversuche, 1. Lieferung	20	33.9	6.3	1.21	440	70	117	328	51	-	1.15	-
	40	39.9	6.1	1.79	470	133	216	609	79	-	1.23	-
FiBL Poinsettien Praxisversuche, 2. Lieferung	20	31.8	5.6	0.79	450	64	125	305	53	-	1.30	-
	40	40.4	5.8	1.44	470	99	212	584	84	-	1.32	-
Klasmann Traysubstrat	20	37.3	5.0	1.6	420	111	144	426	44	85	1.06	-