

bi

GaLaBau

Fachzeitschrift für den Garten- und Landschaftsbau

Vitalisierende
Pilze
Seite 3

Mykorrhiza für
Rasenflächen
Seite 6

Qualität von
Mykorrhizapräparaten
Seite 9

Mykorrhiza in der
GaLaBau-Praxis
Seite 12

Sonderdruck

bi

GaLaBau

Gütegesicherte Mykorrhizapilze im GaLaBau



Mykorrhiza – nützliche Pilze für das Grün

Zugegeben, das Wort ist ein kleiner Zungenbrecher, doch die Wirkung der nützlichen Pilze für die Pflanzen ist unbestritten. Die Entwicklung der höheren Pflanzenarten und damit das Leben auf unserer Erde wäre ohne Mykorrhiza so nicht möglich gewesen. Fast alle Pflanzen auf der Erde profitieren von den Symbiosepilzen in (endo) und um (ekto) ihren Wurzeln, womit wir schon bei ihrer wichtigsten Unterscheidung wären. Aber dazu mehr in den Textbeiträgen.

Mykorrhiza-Kulturen werden im Gewächshaus vermehrt und von Produzenten und Substratanbietern vermarktet. Die mit den Wurzeln der Pflanzen in Symbiose lebenden Pilze sind auch in Deutschland im Kommen. Schließlich lassen sie sich in vielen Bereichen der Grünen Branche anwenden. Etwa bei der gezielten Impfung frisch gepflanzter Bäume oder für die Vitalisierung von Naturdüngern und Substraten. Bei Dachbegrünungen und sogar in Rasentragschichten zeigen die so genannten Nützlingsymbioten ihre nachhaltige Wirkung, ganz ohne Chemie auf rein biotechnologischem Wege. Auch in Zeiten des Klimawandels gehört ihnen die Zukunft: Nicht nur, dass Mykorrhiza ein wesentlicher Bestandteil des Ökosystems „Tropischer Regenwald“ sind. Auch im Kohlenstoffkreislauf sind sie unentbehrlich. Von Bäumen erhalten sie Kohlenhydrate und erleichtern dafür den Wurzeln die Aufnahme von Wasser und Nährstoffen. Somit tragen Mykorrhiza auch zur Nachhaltigkeit der Vegetation und damit zur Klimasicherung bei.

Mit dem vorliegenden Sonderdruck führen wir gleich mehrere Veröffentlichungen aus der Zeitschrift bi-GaLaBau zusammen. Ich freue mich besonders, dass solch profunde Kenner der Materie dabei zu Wort kommen. Den Autorinnen und Autoren sei herzlich gedankt. Wenngleich sie die komplexe Materie aus unterschiedlichen Blickwinkeln beleuchten, liegt ihnen ein Thema besonders am Herzen: Die Gütesicherung der Mykorrhiza-Präparate. Mit den FLL-Empfehlungen wurden brauchbare Anforderungen geschaffen. Beispielsweise muss demnach die Mindestmenge von 200.000 infektiösen Einheiten nach MPN-Test (Feldmann, Idczak, 1992) für Endomykorrhiza-Impfstoffe in der Praxis eingehalten werden. Placebos helfen hier nicht, ganz im Gegenteil. Nur die Sicherheit für den Anwender, dass er wirksame Präparate erhält, wird den florierenden Markt weiter wachsen lassen.

Ich wünsche der Verbreitung gütegesicherter Mykorrhizapilze viel Erfolg!



Erwin Bauer
Chefredakteur bi-GaLaBau

Vitalisierende Pilze

Praktische Anwendung von Mykorrhiza bei der Baumpflanzung und der Baumsanierung.

VON JÜRGEN KUTSCHEID, KREFELD

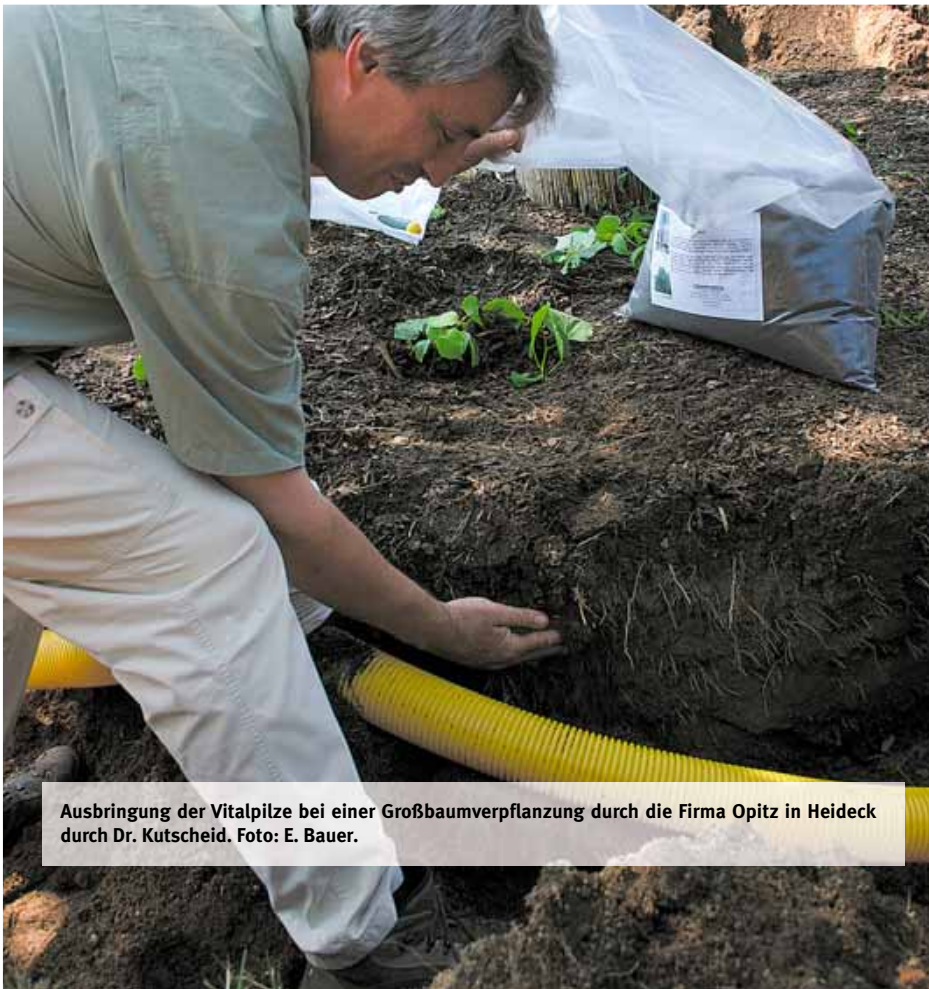
Das Wissen über die Mykorrhiza ist schon ca. 120 Jahre alt. Damals erhielt der Berliner Botaniker Prof. Frank vom König von Preußen den Auftrag Trüffel für ihn zu züchten. Bei den Untersuchungen zu dieser Arbeit fiel dem Forstspezialisten auf, dass der Pilzfruchtkörper der Trüffel immer in Verbindung mit den Feinwurzeln bestimmter Baumarten steht. Und immer hatten diese Wurzeln ein bestimmtes Aussehen. Sie waren in ihrer Form gedrungener, waren stärker verzweigt und hatten eine andere Farbe als die „normale“ Wurzel. Weil diese Trüffelwurzeln eben keine normalen Wurzeln waren, bezeichnete Frank sie als „Mykorrhiza“, zusammengesetzt aus griechisch „mykos“ = Pilz und „rhiza“ = Wurzel. Bei der Mykorrhiza, einer Lebensgemeinschaft aus speziellen Wurzelpilzen und den Feinwurzeln fast aller Pflanzenarten, haben beide Partner erhebliche Vorteile. Diese ergeben sich aus dem Zusammenschluss ihrer unterschied-

lichen Fähigkeiten. Pilze sind mit ihrem wattenen Myzelgespinnst besonders gut in der Lage Nährstoffe und Wasser aufzunehmen. Dieses wird durch weit ausstrahlende Hyphen (Pilzfäden) ermöglicht, durch welche die aufnehmende Oberfläche auf das 100- bis 1.000-fache vergrößert wird. Ergänzend haben diese Pilze die Fähigkeit Enzyme und organische Säuren auszuscheiden, mit denen Phosphat, Stickstoff, Kalium, Magnesium, Eisen und weitere Mikronährstoffe deutlich besser aufgenommen werden. Ein großer Teil dieser Nährstoffe wird direkt an die Partnerpflanze abgegeben, ein weiterer Teil wird gespeichert und kann in Mangelsituationen abgegeben werden. Die Symbiosepilze können mit antibiotischen Stoffen Schadorganismen abwehren und Sie haben Mechanismen entwickelt, mit denen das Überleben in sonst toxischen Böden ermöglicht wird. Bäume und andere Pflanzen sind die reinsten Kraftwerke, sie wandeln Kohlendioxid mit Hilfe von Sonnenlicht in Zu-

ckerstoffe und andere Baumaterialien um, die auch von den Pilzen zum Leben gebraucht werden. Erst durch den Zusammenschluss dieser Fähigkeiten in einer Symbiose gelingt es z.B. Bäumen auch extreme Standorte zu besiedeln.

Besonders Stadt- und Straßenbäume sind auf eine externe Zugabe von Mykorrhiza angewiesen. Hervorgerufen durch Schadstoffeinträge, extreme Klimaverhältnisse und die unnatürlichen Insellagen, die eine Pilzausbreitung unterbinden, ist hier der Mangel an Mykorrhizapilzen am größten. So können z. B. an „Straßen-Eichen“ oft nur noch zwei oder drei verschiedene Pilzarten festgestellt werden, die weniger als 20 % der gesamten Feinwurzeln besiedeln. Im unbelasteten Wald treten dagegen häufig mehr als 20 verschiedene Pilzarten auf und die Besiedlungsdichte liegt oft über 80 %. An mehr als 85 % aller Landpflanzen tritt Mykorrhiza auf. Hierbei unterscheidet man im Wesentlichen zwei Mykorrhiza-Typen. Zum einen die Ekto-Mykorrhiza (griechisch „ektos“ = außen), sie ist mit bloßem Auge an der Pflanze erkennbar und hat zugehörige Pilzarten, die in der Regel „richtige“ Pilzfruchtkörper ausbilden. Beispiel hierfür sind Fliegenpilz, Steinpilz, Kartoffelbovist, Trüffel..., die z.B. an Eiche, Buche, Birke, Kiefer und Tanne anzutreffen sind. Zum anderen die Endo-Mykorrhiza („endon“ = innen), die an der Pflanze äußerlich nicht sichtbar ist und deren Pilze keine Fruchtkörper ausbilden. Diese Pilze (Glomales - Jochpilze) sind so winzig, dass man sie mit der Lupe oder dem Mikroskop suchen muss. Diese Pilze treten z.B. an Ahorn, Rosskastanie, Platane, Kirsche und Eibe auf.

Für beide Mykorrhiza-Typen gilt, dass sie die Wasser- und Nährstoffaufnahme deutlich verbessern, Nährstoffe speichern, die Wurzeln vor Schadorganismen, Austrocknung und toxischen Metallen schützen und dem Baum eine deutlich verbesserte Stressresistenz geben. Somit wird verständlich, dass schon früh versucht wurde, sich diese Vorteile zu Nutzen zu machen. So fing man in den 20er Jahren des vergangenen Jahrhunderts an, bei Neupflanzungen Waldboden mit ins Pflanzloch hinein zu geben. Diese simple, kostengünstige Methode funktionierte häufig recht gut, hatte aber zwei gravierende Nachteile. Zum einen konnte nicht sichergestellt werden, dass nur die „guten Mykorrhizapilze“ und nicht auch Schadpilze (Hallimasch, Verticillium, Phytophthora ...), pflanzenschädigende Bakterien und Viren oder tierische Schaderreger (wie Nematoden und Käferlarven) in die Kultur übertragen wurden. Zum anderen konnte vorab keine Aussage über die Qualität der enthaltenen Symbiosepilze gemacht werden. Seit den 60er und 70er Jahren werden effektivere Beimpfungsmethoden für Ektomykorrhizapilze in großem Umfang angewendet. Dies



Ausbringung der Vitalpilze bei einer Großbaumverpflanzung durch die Firma Opitz in Heideck durch Dr. Kutschkeid. Foto: E. Bauer.

sind die Beimpfung mit Pilzsporen und mit sterilen Myzelkulturen (Myzel = Pilzgeflecht). Die Pilzsporen stammen hierbei in der Regel aus dem Inneren von Bauchpilzen (z.B. Kartoffelbovist oder Erbsenstreuling), weil nur bei diesen Pilzen das Sporenpulver ohne sehr hohen Aufwand gewonnen werden kann. In getrocknetem Zustand ist dieser Impfstoff zumeist längere Zeit haltbar und lässt sich gut im Boden verteilen. In den südlichen USA und weltweit in vielen sonnig/trockenen Klimazonen wird der Erbsenstreuling (*Pisolithus tinctorius*) mit großem Erfolg bei der Aufforstung schwierigster Standorte, zumeist an Kiefern- und Eukalyptus-Arten, angewendet. In unseren Breiten ist die Sporenbeimpfung – insbesondere mit der Pilzart *Pisolithus* – jedoch wesentlich kritischer zu sehen, weil die Keimrate der Sporen am Standort deutlich unter 0,1 % liegen kann und dann keine sichere Besiedlung der Feinwurzeln gewährleistet ist. In Mitteleuropa tritt der Erbsenstreuling daher natürlicherweise auch nur an extrem warmen und trockenen „Sonderstandorten“ wie sonnenexponierten Bahndämmen und Berghalden auf. So erhält man in unseren Breiten in der Regel deutlich bessere Ergebnisse, wenn man mit sterilen Myzelkulturen-Impfstoffen arbeitet. Hierbei werden die Pilzstämmen auf hitzebehandelten, sterilisierten Nährsubstraten angezogen. Der Vorteil dieser Methode ist, dass innerhalb relativ kurzer Zeit große Mengen Impfstoff von Pilzstämmen mit bekannten Eigenschaften produziert werden können. Jedoch besteht die Schwierigkeit, dass die Pilzkulturen unter den künstlichen Anzuchtbedingungen „verweichlichen“, da sie sich weder gegen Konkurrenten durchsetzen, noch sich besondere Mühe für den Nahrungserwerb geben müssen. So können aus Mykorrhizapilzen Pilze werden, die sich rein saprophytisch ernähren, d.h. dann ausschließlich von toter organischer Substanz leben. Mit Hilfe einer neueren Methode, die seit 1999 angewendet wird, können mittlerweile Ektomykorrhiza-Impfstoffe auf unsterilen Substraten produziert werden. Hierdurch umgeht man die oben beschriebenen Gefahren und es ist zudem möglich, eine Reihe von sehr leistungsfähigen Pilzarten zu nutzen, die unter sterilen Bedingungen kein ausreichend schnelles Wachstum zeigen.

Bei dem zweiten Typ, der Endomykorrhiza, können bislang keine (vegetativen) Reinkulturen hergestellt werden. Hier entstehen die Impfstoffe an den Wurzeln von geeigneten „Mutterpflanzen“. Unter all diesen Vorgaben ist es verständlich, dass bei der Auswahl und der Anwendung von Mykorrhiza-Impfstoffen Fehler unterlaufen können, die den Erfolg eines Mykorrhiza-Einsatzes in Frage stellen. Daher sollten die folgenden Grundsätze und Qualitätsanforderungen beach-



Verteilung der Impfstoffe an einer Buche. | Fotos: J. Kutscheid.

tet werden. Diese Hinweise sind Bestandteil der FLL „Baumpflanzung Teil 2“ Ausgabe 2004. Damit der Einsatz von Impfstoffen den erwünschten Erfolg zeigt - und die Wirkung nicht nachteilig beeinträchtigt wird - sollten folgende Grundsätze beachtet werden:

- I. Um einer Artenverfälschung der „Pilz-Flora“ vorzubeugen, dürfen nur Pilzstämmen heimischer Arten zur Anwendung kommen. Eine Ausnahme ist nur für extreme Sonderstandorte (z. B. bei der Haldenrekultivierung) sinnvoll oder bei der Pflanzung von Fremdländern (nicht heimische Baumarten).
- II. Die Auswahl von Ekto- oder Endomykorrhiza-Impfstoff muss passend zur Fähigkeit der Baum- oder Strauchart ausgewählt werden, eine Ekto- oder Endomykorrhiza an den Feinwurzeln auszubilden. Die Beimpfung von Gehölzen mit einem nicht kompatiblen Impfstoff ist auszuschließen. (Vergleiche Tabelle am Ende dieses Artikels)
- III. Die Pilzart des Impfstoffes muss mit den zu beimpfenden Gehölzen eine Symbiose eingehen können. Viele Pilzarten haben ein beschränktes Artenspektrum von Gehölzen, mit denen sie eine Mykorrhiza bilden (z. B. nur mit Laub- oder Nadelgehölzen).
- IV. Die Impfstoffe sollten nicht auf sterilen Substraten angezogen sein, da der „Übergang“ in unsterile Böden oder Substrate unsicher ist.

An die Mykorrhiza-Impfstoffe sind diese Qualitätsanforderungen zu stellen: Für Ektomykorrhiza-Impfstoffe:

1. Der Nachweis über die Freiheit von zoosporenbildenden Schadpilzen muss erbracht werden.

2. Der Impfstoff muss eine Lagerfähigkeit von mindestens 30 Tagen haben.
3. Im MPN-Test nach infektiösen Einheiten (FELDMANN und IDCZAK 1992) muss der Impfstoff den Nachweis erbringen, dass er 1:25 verdünnbar ist.

Für Endomykorrhiza-Impfstoffe:

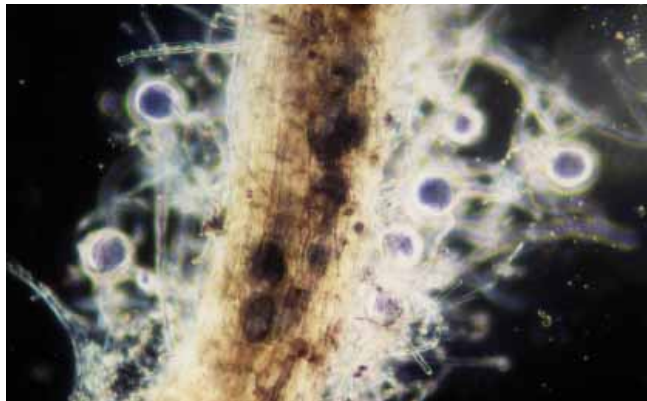
1. Der Nachweis über die Freiheit von zoosporenbildenden Schadpilzen muss erbracht werden.
2. Der Impfstoff muss eine Lagerfähigkeit von mindestens 30 Tagen haben.
3. Der Impfstoff muss je Liter mindestens 200.000 infektiöse Einheiten nach MPN-Test (FELDMANN und IDCZAK 1992) enthalten.
4. Im Test nach TROUVELOT und im Succinatdehydrogenase-Reaktions-Test müssen mindestens 50 % vitale Arbuskeln erreicht werden.
5. Mindestens 50 % der vitalen Arbuskeln müssen Phosphatase-aktiv sein.

Diese Regeln und Anforderungen sind teilweise etwas kompliziert und die Testverfahren sagen nur den „Mykorrhiza-Profis“ wirklich etwas. Aber nur wenn diese Regeln eingehalten werden und die Impfstoffe die Tests erfolgreich durchlaufen haben, ist sichergestellt, dass ein passender und leistungsfähiger Impfstoff eingesetzt wird. Dieser muss dann nur noch an seinen „Arbeitsplatz“ - die Feinwurzeln - gebracht werden. Bei Neupflanzungen kann ca. 1/3 des Impfstoffs bei der Pflanzung direkt im Pflanzloch unter dem Ballen ausgestreut werden und 2/3 auf die Ballenseiten (mit der Hand) aufgestrichen werden. Sollte der Baum bereits gepflanzt sein, kann der Impfstoff mit einem Spaten in eine Tiefe von 5 bis 30 cm an den Ballen gebracht werden. Die „Spatenschlitze“ sollten gleichmäßig um den Ballen herum verteilt werden und sind nach Herstellerangabe z.B. mit jeweils 100 ml des Inokulums zu versehen. Je nach Angabe des Herstellers werden z.B. pro 7 cm Stammumfang 100 ml Impfstoff benötigt. Für einen Hochstamm STU 18-20 werden somit drei Impfstellen (= 300 ml Impfstoff) benötigt.

Für die Beimpfung von Altbäumen hat es sich als günstig herausgestellt, die Impfstellen über den Wurzelraum zu verteilen. Hierbei kann man sich bei normalkronigen Bäumen auf den Bereich unter der Krone beschränken. Auch hier ist in der Regel ein Spaten das geeignete Gerät zur Ausbringung (bei extremer Bodenverdichtung kann auch eine Kreuzhacke verwendet werden). Es sollten Schlitze in den Boden gestochen werden, die mindestens 20 cm Tiefe haben. Hier wird jeweils der Impfstoff (z.B. 125 ml) eingefüllt und durch Nachstechen im Schlitz verteilt. Danach sollte der Schlitz durch Antreten geschlossen werden. Eine



Ekto-Mykorrhiza an Wurzel.



Erfolgreich mit Endo-Mykorrhiza beimpfte Feinwurzel mit Pilzsporen, Hyphen und Pilzorganen im Wurzelinneren.

zusätzliche Behandlung, z.B. Wässern, ist nicht erforderlich. Für die Kräftigung von Altbäumen werden je nach Anbieter z.B. pro 10 cm Stamm-durchmesser drei Impfstellen mit jeweils 125 ml Impfstoff angewendet, so dass ein Baum mit STD 80 cm 24 Impfstellen und somit 3.000 l Impfstoffbedarf hat. Bei der Kräftigung von Altbäumen können bereits seit Jahren regelmäßig sehr gute Ergebnisse erzielt werden. Hierbei ist z.B. der erfolgreiche Einsatz an der 650 Jahre alten Bäreiche in Oberholzklau wissenschaftlich seit 1993 begleitet und dokumentiert worden. Weitere dokumentierte Beimpfungen erfolgten an der Siperhäuser Linde (400 bis 500 Jahre) und an den Altan-Eichen (450 bis 500 Jahre), diese sind detailliert in Prof. Fröhlich (Hrsg.) „Vitalisierung von Bäumen“ beschrieben. In allen Fällen konnte eine deutliche Zunahme der Mykorrhizierung an den Wurzeln festgestellt werden, die mit einer schrittweisen Verbesserung des Vitalitätszustandes der Bäume einherging. Häufig konnten Verbesserungen bereits nach einer Vegetationsperiode festgestellt werden.

Auch an stark geschädigten Straßenbäumen konnten nachweislich gute Ergebnisse erzielt werden. So wurden z.B. in einem Straßenzug in Hannover (nach etlichen erfolglosen andersartigen Bemühungen) einzelne stark geschädigte 35-jährige Eichen beimpft. Bereits nach einem Jahr konnte beim Neuaustrieb ein deutlicher Unterschied zu den unbehandelten Bäumen festgestellt werden. Danach wurden fast alle Ei-

chen behandelt und nach zwei Jahren mit unbehandelten verglichen. Hierbei konnte eine Mykorrhizierungsrate der Wurzeln von 83 % (unbehandelt 36 %) ermittelt werden (Fröhlich 2005). Bei der Anwendung bei Neupflanzungen kann häufig ein kräftigeres Wachstum, geringere Ausfallsraten und eine höhere Vitalität festgestellt werden. Manchmal gelingen Pflanzungen (insbesondere von Eichen) erst im zweiten oder dritten Anlauf, wenn dann Mykorrhiza mit angewendet wird. Bei der Deutschen Großbaum-Gesellschaft gehört die Mykorrhiza-behandlung seit zwei Jahren zum Standard. Mehr als 90 % der verpflanzten Bäume erhalten einen Impfstoff.

Natürlich gibt es auch Grenzen für eine Erfolg versprechende Mykorrhiza-Anwendung, denn Mykorrhiza-Impfstoffe sind trotz vieler ordentlicher Erfolge keine Wundermittel. So kommt bei stark abgängigen Bäumen eine Behandlung oft zu spät. Es sollte z.B. bei Buchen mit weniger als 30 % Restbelaubung keine Beimpfung mehr durchgeführt werden. Vergleichbare Eichen (bis ca. 20 % Restbelaubung) zeigen dagegen häufig noch sehr positive Reaktionen.

Bei starker Bodenverdichtung, hier leiden auch die Pilze unter Sauerstoffmangel, ist eine gleichzeitige Bodenlockerung oder ein Substrataustausch für Baum und Pilz hilfreich. Starke Düngungen können Mykorrhizapilze behindern oder sie gar schädigen, insbesondere wenn keine Dünger verwendet werden, welche die

Nährstoffe langsam freisetzen. Für weitere „Spezialfälle“ kann von „guten“ Impfstoffanbietern eine kompetente Beratung erwartet werden. Info-Tel. 02151/399699. www.mycorrhiza.de

Liste der geeigneten Mykorrhiza-Impfstoffe für Baumgattungen

Baumgattung	Ekto-mykorrhiza	Endo-mykorrhiza
Abies	+	
Acer		+
Aesculus		+
Ailanthus		+
Alnus	+	
Amelanchier		+
Betula	+	
Carpinus	+	
Castanea	+	
Catalpa		+
Cedrus	+	
Celtis		+
Chamaecyparis		+
Corylus	+	
Crataegus	(+)	+
Fagus	+	
Fraxinus	(+)	+
Ginkgo		+
Gleditsia		+
Juglans		+
Koelreuteria		+
Larix	+	
Liquidambar		+
Liriodendron		+
Magnolia		+
Malus		+
Metasequoia		+
Ostrya	+	
Picea	+	
Pinus	+	
Platanus	(+)	+
Populus	+	
Prunus	(+)	+
Pseudotsuga	+	
Pterocarya		+
Pyrus	(+)	+
Quercus	+	
Robinia		+
Salix	+	+
Sophora		
Sorbus	(+)	+
Tilia	+	+
Taxus		+
Thuja		+
Ulmus	+	+

Tabelle: J. Kutscheid 2006.

ZUM AUTOR

Dr. Jürgen Kutscheid, Dipl.-Geograf, betreibt seit 1985 Forschungen und Anwendungen zu Mykorrhiza-Vitalpilzen, die über seine Krefelder Firma vertrieben werden. ■

Der Erfolg einer Mykorrhiza-Anwendung wurde bei der 650 Jahre alten Bäreiche in Oberholzklau dokumentiert.



Bäreiche 1993



Bäreiche 1997



Bäreiche 1999

Mykorrhiza für Rasenflächen

Bestimmende Faktoren für den erfolgreichen Einsatz von arbuskulären Mykorrhizapilzen in Golf- und Sportplätzen.

VON EWALD SIEVERDING, STUTTGART

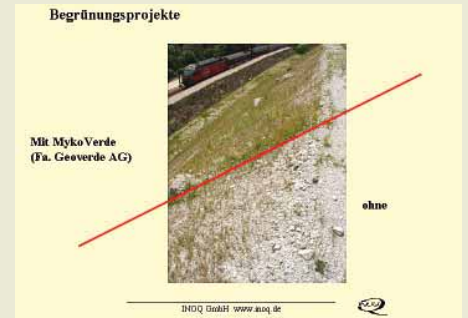
Eine im Jahr 2005 veröffentlichte deutsche Studie kam zu der Schlussfolgerung, dass eine Beimpfung von Rasenflächen für Sport- und Golfplätze mit arbuskulären (bäumchenartigen) Mykorrhizapilzen (AMP) nicht die in sie gesetzte Erwartung erfüllte (Kausch, 2005). Es handelte sich dabei um Kleinparzellenversuche mit verschiedenen, im Handel erhältlichen AMP-Produkten. Diese wurden bei der Herbstanlage der Versuchsflächen zusammen mit einer Voraufdüngung in die oberen 5 cm der Bodensubstratschicht in einer Menge von 50 ml/m² eingearbeitet.

Die Mykorrhizierung der Wurzeln und die Narbenbildung des Rasens waren langfristig nur

gering, und wenn sie erfolgten, dann in den Kontrollflächen ohne AMP-Produkte in demselben Ausmaß wie in den beimpften Flächen. Die Ergebnisse der Versuche sind zunächst verwunderlich, da in der amerikanischen und europäischen Literatur die Beimpfung (Inokulation) mit AMP-Produkten als sichere und wiederholbare Maßnahme für die Etablierung eines dauerhaften Rasens gilt.

Mykorrhiza in Gräsern

Es besteht in Fachkreisen kein Zweifel daran, dass AMP für natürliche Grünlandflächen eine überaus bedeutende Rolle spielen. So hat Dr. F. Oehl vom Institut für Botanik der Universität Basel in den extremen Klimaten der hohen Al-



Böschungsbegrünung mit Gräsern in der Schweiz. Oberhalb des roten Balkens inokuliert mit dem AMP-Produkt der Myko Verde, unterhalb nicht beimpft. Foto: Inoq.

pen festgestellt, dass Gräser wohl nur die harten Bedingungen von Trockenheit und Nährstoffstress überstehen, weil dort die Artenvielfalt der AMP viel größer ist als in jeglichem anderen Ökosystem. In den Alpen spielen daher auch AMP bei der Begrünung von Skipisten und von Autobahnböschungen eine enorme Rolle, da nur auf diesem Wege eine feste Begrünung möglich ist. Gewächshausversuche haben auch bestätigt, dass alle Grasarten, einschließlich der weit verbreiteten Rasengräser *Lolium perenne*, *Poa pratensis* und *Festuca*-Arten unter natürlichen Umweltbedingungen für dauerhaftes Wachstum von AMP abhängig sind. Natürlich können diese Gräser auch ohne Mykorrhizapilze überleben. Dann müssen sie aber laufend mit hohen und fein abgestimmten Düngermengen versorgt und ständig ausreichend bewässert werden. Es ist davon auszugehen, dass wir solche künstlichen Versorgungsbedingungen der Gräser im Sportrasenbau haben. Natürliche Bedingungen gibt es dort nicht, und Mykorrhizapilze meist auch nicht.

Nutzen der Mykorrhizapilze

Der erwartete und in der Literatur beschriebene Nutzen der Mykorrhiza für den Rasen sei hier ganz kurz aufgezählt: Schnellere Anfangsentwicklung und besseres Anwachsen der Pflanzen, positive Wirkung auf Wurzelentwicklung und ausgewogene Nährstoffaufnahme bei den im Rasen oft ungleichmäßigen Mineralnährstoffangeboten (oft zu hoch oder zu niedrig oder im falschen Abstand gedüngt). Widerstandsfähigkeit gegen vorübergehende starke Trockenheit ist ein weiterer wichtiger Vorteil. Ganz bedeutend ist darüber hinaus die Aggregation von Bodenpartikeln über die Bildung des Mykoproteins Glomalin, welches zur langfristigen Ver kittung von wasserinstabilen Bodenteilchen führt. Glomalin verbessert wesentlich und auf lange Sicht die Bodenfruchtbarkeit und wirkt der Verschläm mung des Bodens entgegen. Voraussetzung für die Nutzung dieser Vorteile



Links beimpft – rechts unbeimpft. Aufnahme sechs Wochen nach Ausbringung des arbuskulären Mykorrhizapilzes. Das Produkt wurde nach dem Aerifizieren ausgebracht, mit der Beregnung in die Löcher eingeschwemmt und anschließend abgesandet. Foto: Amykor.

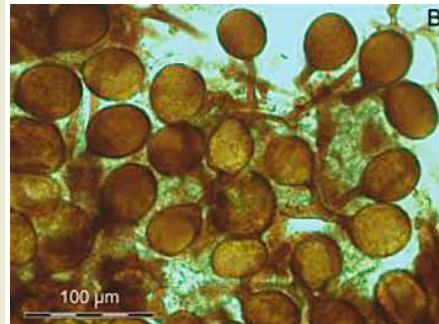
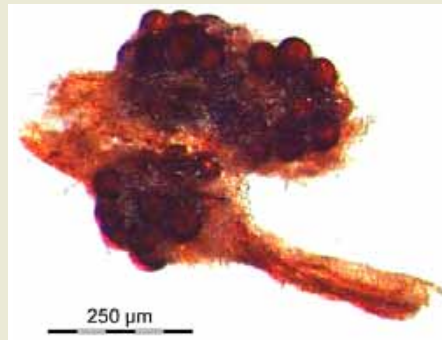
ist es, dass sich die Wurzeln der Rasengräser schnell und intensiv mykorrhizieren.

Warum AMP-Produkte einsetzen

Arbuskuläre Mykorrhizapilze sind natürlicherweise in den meisten, bewachsenen Ökosystemen im Oberboden vorhanden. Die Tragschichten oder Substrate, die für den Sportrasen benutzt werden, enthalten jedoch in der Regel keine natürlichen Mykorrhizapilze oder nur geringe Konzentrationen, so dass sich die Wurzeln der Rasengräser nicht mit ihnen assoziieren können. Wenn die Vorteile dieser AMP also genutzt werden sollen, dann müssen sie über AMP-Produkte in geeigneter Weise zugeführt werden. Das geschieht am besten bei der Rasenansaat oder beim Auslegen eines Rollrasens. Eine andere Möglichkeit der Zufuhr (Inokulation) besteht beim Besanden des Rasens nach dessen Aerifizierung. Das Ziel der Inokulation eines Rasens ist immer, eine hohe und dauerhafte Mykorrhizierung der Pflanzenwurzeln zu erreichen. Um dabei erfolgreich zu sein, sollten die neuesten Kenntnisse zur Ökologie (Lebensweise) der Mykorrhizapilze genutzt werden. Im Einzelnen sind es Faktoren, wie der Inokulationszeitpunkt, die Nährstoffgehalte der Boden-substrate und die Düngung, die Auswahl der richtigen Pilzarten, der Pilzmenge, die Qualität des Inokulums und die Applikationstechnik, die den Erfolg einer Inokulation bestimmen.

Inokulationszeitpunkt

In natürlichen Graslandbeständen geht die Infektion der Wurzeln mit AMP im Herbst zurück und verschwindet fast vollständig während der kalten Wintermonate. Erst bei steigenden Temperaturen während des Frühlings werden die Graswurzeln wieder sehr schnell im April/Mai mit AMP besiedelt. Aus diesem natürlichen Mykorrhizierungsablauf kann für deutsche Klimabedingungen gefolgert werden, dass AMP-Inokulationen von Rasenflächen nur dann erfolgen sollten, wenn ausreichend Wärme und Licht, sprich Photosynthesepotenzial für die Gräser zur Verfügung steht. Dem entsprechend ist eine Inokulation von Rasenflächen mit AMP-Produkten im Frühling oder sehr frühem Herbst (August) besser, als eine Inokulation bei später Herbstsaat. Der Grund ist, dass ein spät ausgebrachtes Inokulum (Oktober/November) nicht mehr die Pflanzenwurzeln infiziert und dann bei feuchter Witterung über den Winter seine Infektivität (Überlebenskraft) verliert. Bei steigenden Temperaturen im Frühling ist das Inokulum dann nicht mehr infektiös. Solche Probleme der Überwinterung des Inokulums im Boden gibt es nicht in mediterranen oder



In natürlichen Graslandbeständen kommen die arbuskulären Mykorrhizapilze *Glomus badium* (oben, Sporokarpium), *Glomus aureum* (Mitte, Sporenmassen) vor. Häufig verwendet wird in AMP-Produkten der Pilz *Glomus intraradices* (unten, Sporenmassen). Die Einzelsporen haben einen Durchmesser von ca. 0,06 bis 0,1 mm. Fotos: Dr. Fritz Oehl, Botanisches Institut, Universität Basel.

tropischen Gebieten. Alternativ kann jederzeit nach der Aerifizierung des Rasens ein AMP-Produkt eingebracht werden.

Einfluss der Rasentragschichten

Hohe Nährstoffgehalte der Böden oder hohe Düngermengen sind für die Anfangsentwicklung der Mykorrhiza in den Wurzeln hemmend. Langzeitdünger von Beginn an sind nicht schädlich. Für die weitere anhaltende Infektion der Wurzeln und zur Nutzung der Vorteile der Symbiose spielen die Bodenbedingungen und Tragschichten ebenso eine Rolle – sie sind aber übereinstimmend mit den Anforderungen der Wurzeln für gutes Wachstum: Wasserhaltefähigkeit verbunden mit guter Drainage und Bodenlüftung. Unter natürlichen Bedingungen bil-

den Gräser sowohl auf schweren Tonböden eine intensive Mykorrhiza aus, wie auch in sehr sandigen Böden, wie von Dünenlandschaften an den Küsten bekannt ist.

Welche Pilzarten

Für das Misslingen einer Symbiose wird oft das AMP-Produkt verantwortlich gemacht. Es kann in der Tat ein Grund sein, dass das Produkt nicht den oder die richtigen Pilze enthält. Die AMP-Produkte der meisten Anbieter enthalten den arbuskulären Mykorrhizapilz *Glomus intraradices*, der an viele ökologische Bedingungen angepasst und auch weit verbreitet ist und relativ rasch und dauerhaft Wurzeln von Gräsern kolonisiert. Mischungen dieses Pilzes mit anderen Pilzarten wären sicherlich aus ökologischer Sicht sinnvoll, sind aber nicht unabdingbar. Es gibt in der Tat einige arbuskuläre Mykorrhizapilzarten, die in neuesten Untersuchungen von uns besonders und bevorzugt auf Graslandflächen in Zentraleuropa gefunden wurden.

Inokulumqualität

Zurzeit ist es für den Anwender nicht unterscheidbar, ob ein AMP-Produkt eine gute oder eine schlechte Qualität hat. Qualität setzt sich prinzipiell aus einigen wesentlichen Faktoren zusammen: Konzentration bzw. Infektionskraft des Pilzes und Abwesenheit von schädlichen mineralischen Stoffen (z.B. Salze, die das Keimen der Samen behindern) und schädlichen lebenden Organismen (Pathogene, Unkrautsamen, Insekten).

Angaben zur Pilzart, zur Infektionskraft und zur Haltbarkeit sollten auf dem Etikett stehen – es gibt jedoch keine rechtlichen Grundlagen für die Einforderung dieser Angaben. Auch gibt es nur wenige Institute, welche die Produktqualität und die Angaben auf dem Etikett überprüfen könnten. Seriöse Hersteller von AMP-Produkten sehen also zu, dass jede der auf dem Etikett gegebene Angabe stimmt und jederzeit einer Prüfung standhält – sie sind sicherlich auch gerne bereit, die Qualitätssicherungsprotokolle jeder Produktionscharge zur Verfügung zu stellen. Der Kunde, d.h. der Markt, kann auf diesem Wege die Qualität einfordern. Ansonsten wird das Gesetz des Marktes gelten: Hat eines der sich im Markt befindlichen Produkte nicht die Erwartungen erfüllt, die in das Produkt gesetzt wurden, dann wird es nicht noch einmal gekauft werden. Besondere Anforderungen werden an AMP-Produkte für Sportrasenflächen (Fußball, Greens) auch an die Zubereitung (Konfektionierung) des Produktes gestellt. Es darf nicht scharfkantig und grob sein, da es beim Ausrutschen des Spielers zu Ver-

letzungsgefahr kommen könnte. Auch darf es beim eventuellen Austritt aus der Rasensubstratschicht weder die Schneidwerkzeuge des Mähgerätes, noch die Ballführung auf Greens beeinflussen. Je feiner das Produkt ist, desto besser lassen sich die infektiösen Einheiten (IPE) verteilen und konzentrieren.

Inokulationstechnik

Wesentlich und sehr wichtig ist, dass das keimende Saatgut oder dass die neu wachsenden Wurzeln sofort und innig mit den infektiösen Einheiten (IPE) des AMP-Produktes in Kontakt kommen. Immerhin nimmt der Keimungs- und Infektionsprozess des Pilzes einige Tage in Anspruch und wird durch Ausscheidungen der Wurzel initiiert. Wenn die Keimhülle eines arbuskulären Mykorrhizapilzes keine Wurzel trifft, geht die IPE des Pilzes verloren, und die Wurzel bleibt ohne Mykorrhiza. Je feiner das AMP-Inokulum ist, um so besser können die IPE pro Flächeneinheit verteilt werden, so dass die Chance der Wurzelinfektion erhöht wird. Es versteht sich auch, dass die Infektionschancen höher sind, je stärker die IPE des Pilzes in derjenigen Region des Bodensubstrates konzentriert sind, wo die ersten Feinwurzeln wachsen. Nach dem Etablieren des Pilzes in der Wurzel verbreitet sich dieser mit der Wurzel über die gesamte Rasentragschicht. Eine gute Möglichkeit der Nachinokulation von Rasenflächen wird in der Ausbringung zusammen mit den Besandungsmaterialien nach der Aerifizierung des Rasens gesehen. In das Besandungsmaterial wachsen neue Wurzeln hinein und diese werden sich sofort mit den AMP-Produkten infizieren. Bei Anlage eines Sportfeldes mit Rollrasen wird das AMP-Produkt am besten vorher gleichmäßig auf die Tragschicht aufgebracht, so dass die ersten Wurzeln sich sofort mit dem Pilz infizieren.

Inokulummenge

In der oben angeführten Studie wurden, wie von den Herstellern empfohlen, nur 50 ml AMP-Produkte pro m² ausgebracht und dann in die oberen 5 cm eingearbeitet. Jeder ml eines besseren AMP-Produktes enthält ca. 100-200 infektiöse Einheiten des Pilzes (IPE). Das heißt, pro m² wurden ca. 5-10.000 IPE ausgebracht, pro cm² also eine IPE und bis zu der angegebenen Bodentiefe nur 0,1-0,2 IPE Einheiten pro ml Substrat. Wenn man bedenkt, dass über den Winter diese geringe Anzahl IPE noch um 50-90% zurückgehen kann, dann verbleibt zu wenig AMP-Inokulum im Boden, um im Frühling eine schnelle Mykorrhizierung der Wurzeln zu gewährleisten. Böden in natürlichen Ökosystemen enthalten 1-100 IPE an Mykorrhizapilzen pro

ml. Ich empfehle daher, die Inokulummenge zu erhöhen, noch stärker zu konzentrieren und die Inokulation zu einem optimalen Zeitpunkt durchzuführen. Es sollten bei guten Infektionsbedingungen als Minimum 1-2 IPE pro cm² als Auflage ausgebracht werden, bei Einarbeitung sollten es 1-2 Einheiten pro cm³ Substrat sein. Eine höhere Anzahl ist besser, verbietet sich aber oft aus Kostengründen.

Begrenzende Faktoren des Einsatzes von AMP-Produkten

Bodenleben - d.h. ausgewogene Nährstoffversorgung, Tolerieren von Düngefehlern und Trockenperioden, Verkittung von wasserinstabilen Bodenaggregaten mit verringerter Verschlämungsgefahr, schnelles Nachwachsen nach Verletzung der Grasnarbe – ist der Nutzen der



Wurzelentwicklung nach Beimpfung der Rasenmischung bei der Aussaat von Rasensamen Loretta (Fa. Wolff) mit 60 % *Lolium perenne* (sp.) und 15 % *Poa pratensis* (sp.) in torffreier Erde (links) und torffreier Erde mit Mykorrhizapilz (rechts). Ergebnis nach sechs Wochen Kulturdauer. | Foto: Inoq.

Beimpfung einer Rasenfläche mit arbuskulären Mykorrhizapilzen. Nachweise sind dazu in der Rasenforschung besonders aus den USA erbracht worden. In Europa oder Deutschland ist die Ausbringung von AMP beim Sportrasen zurzeit eher die Ausnahme. Während früher AMP-Produkte guter Qualität in ausreichenden Mengen am Markt schlicht fehlten, gibt es heute einige Anbieter mit genügend Produktionskapazität. Begrenzende Faktoren des Einsatzes sind heute die geringen Kenntnissen über die AMP-Produkte beim Anwender, was Nutzen und richtige Anwendungstechnik angeht, sowie auch ökonomische Gründe. Der Anwender kann nicht unterscheiden, ob ein AMP Produkt eine gute oder eine schlechte Qualität hat. Der Preis ist für schlechte und gute Qualitätsstufen der AMP-Produkte für den Endverbraucher oft ähnlich hoch: zwischen 2 und 10 Euro pro Liter bzw. 0,5 bis 1 Euro pro m² Rasenfläche. Mit Kosten für AMP-Produkte in Höhe von einigen tausend Euro pro Anlage eines Fußballfeldes sind

zu rechnen. Dagegen halten kann man einen Rasen, der das Qualitätssiegel ‚Nachhaltigkeit‘ besitzt, da sein Wachstum auf natürliche Vorgänge aufbaut. Einmal richtig etabliert, wird die Mykorrhizasymbiose über Jahre anhalten und möglicherweise die Erneuerung eines Sportrasens überflüssig machen. Wenn wir davon ausgehen, dass ein Fußballrasen in den modernsten Sportarenen der Welt pro Spielsaison bis zu 4 mal zu jeweiligen Kosten von 100.000 Euro ausgetauscht werden muss und vorausgesetzt, man könne durch die Mykorrhizaeinbringung einen Wechsel einsparen, dann ist der Kostenanteil für das qualitativ hochwertige AMP-Produkt relativ gering. Bei kleineren Rasenflächen ist der Einsatz schon allein dadurch gerechtfertigt, dass man sich den Ärger der Nachsaat erspart. Damit die Qualität des AMP-Produktes auch sichergestellt wird, empfehle ich, dass sich diejenigen Kunden, die größere Sportrasenflächen anlegen wollen, direkt mit den AMP-Produktherstellern in Verbindung setzen. Jeder seriöse Hersteller ist auf seinen Ruf bedacht und wird seine Beratungsleistungen anbieten.

Anregungen

Wichtig ist, wegzukommen von der künstlichen, nur auf Düngung und Bewässerung ausgerichteten Bewirtschaftung des Rasens. Das ist in keiner Weise nachhaltig. Nachhaltig können nur biologische Verfahren sein, zu denen auch die Nutzung der arbuskulären Mykorrhiza gehört. Für die wissenschaftliche Forschung bedeutet das, Wege aufzuzeigen, wie die Mykorrhiza-Produkte weiter verbessert und erfolgreich bei der Raseneinsaat eingegliedert werden können. Gefordert sind die deutschen Rasenbauer besonders in diesem Jahr der Fußballweltmeisterschaften, wo sie zeigen müssen, was sie in den letzten Monaten angelegt haben.

Ob das weltmeisterlich ist, wird sich nach den Spielen zeigen. Die Grassamenzüchter, Rasenbauer und Sportfeldbetreiber haben viel in die Selektion von neuen widerstandsfähigen Grassorten investiert, übrigens ein biologisches Verfahren zur nachhaltigen Nutzung von Rasenflächen. Da erscheint mir der Rat nur angebracht ebensoviel in andere biologische Prozesse, wie die Nutzung der Mykorrhizasymbiose, zu investieren und wissenschaftliche Untersuchungen zu diesem Schwerpunkt finanziell zu fördern.

ZUM AUTOR

Priv. Doz. Dr. Ewald Sieverding, Universität Hohenheim, Stuttgart. E-mail: sieverding@aol.com



Extraradiculäre Sporen eines Mykorrhizapilzes.
| Foto: F. Feldmann.

Qualität von Mykorrhizapräparaten

Ehe zwischen Pflanze und Pilzpartner schafft Vorteile für Pflanzen

**VON DR. CAROLIN SCHNEIDER
UND DR. FALCO FELDMANN**

Mykorrhiza ist die im Pflanzenreich meistverbreitete und wichtigste Symbiose zwischen Pilzen und Pflanzenwurzel. Lediglich 10% aller höheren Pflanzenarten haben sich in der Evolution ohne Mykorrhiza erfolgreich entwickeln können, 90% dieser Pflanzen nutzen die Vorteile der Symbiose:

Die Pflanze besitzt eine größere Trockenstresstoleranz, da sie die Wasserressourcen besser ausnutzen kann sowie einen geringeren Wasserverbrauch hat.

Das Pilzmycel vergrößert den Einzugsbereich der Wurzeln und verbessert die Wasser- und Nährstoffversorgung der Pflanze.

Die Pflanze hat eine erhöhte Widerstandsfähigkeit gegenüber Schaderregern und Stress.

Die Mykorrhiza verbessert die Bodenstruktur, da das Mycel die Bodenpartikel stabilisiert. Dadurch wird die Bodendurchlüftung, Wasserdurchlässigkeit sowie die Aggregation verbessert.

Diese Vorteile können sich alle, die in der grünen Branche mit lebenden Pflanzen arbeiten, zu Nutze machen, indem sie Mykorrhizapräparate in ihren jeweiligen Anwendungsbereichen

einsetzen. Bei manchen Pflanzenarten sind sogar Mykorrhiza-Pilze unbedingt erforderlich, um ein normales Pflanzenwachstum oder die Keimung (bei Orchideen) überhaupt zu ermöglichen. Die Pilzfäden wachsen in der Pflanzenwurzel (Arbuskuläre Mykorrhiza) oder umschließen sie (Ektotrophe Mykorrhiza). In den Wurzelzellen werden Austauschorgane ausgebildet, durch die die Pflanze mit Nährstoffen (hauptsächlich Phosphat und nach neueren Ergebnissen auch Stickstoff) versorgt wird. Der Pilz erhält im Gegenzug für sein Wachstum benötigte Kohlenhydrate. Durch die Mykorrhiza wird das Substrat intensiver erschlossen: Im Verhältnis zur Pflanzenwurzel haben die Pilzfäden eine größere Oberfläche sowie einen kleineren Durchmesser und können wesentlich kleinere Bodenporen erschließen als die Pflanze durch ihre Wurzelhaare. Dadurch wird auch das Bodenwasser besser genutzt: Dies zeigt sich besonders in den Sommermonaten, wenn für die Vegetation Wassermangel besteht. Pflanzen mit einem gut ausgeprägtem Wurzelsystem und einer gut ausgeprägten Mykorrhiza sind häufig besser angepasst und widerstandsfähiger. Die Vorteile der Symbiose sind besonders in Stresssituationen wie bei

schlechten Boden- oder Witterungsverhältnissen oder Auspflanzschock ersichtlich: Durch die etablierte Symbiose in den Pflanzenwurzeln ist eine Anpassung an die widrigen Verhältnisse oder schnelles Anwachsen gewährleistet. Diese Faktoren haben in den letzten Jahren zu einer verstärkten Nachfrage nach Mykorrhizaprodukten in der gärtnerischen Praxis geführt. Bei der Auswahl der Inokula ist die zu beimpfende Pflanzenart zu berücksichtigen. So werden Stauden und Sträucher sowie viel Laubgehölze in der Regel von arbuskulären Mykorrhizapilzen besiedelt, während vor allem die Nadelgehölze auf ektotrophe Mykorrhiza angewiesen sind. Ericaceen werden von ericoider Mykorrhiza besiedelt. Für die drei hier aufgeführten Gruppen von Mykorrhiza gibt es unterschiedliche Produktionsmethoden, die auch eine Rolle bei der Qualitätskontrolle der Inokula spielen.

Produktion von arbuskulären Mykorrhizapilzen

Zur Produktion dieser größten Gruppe der nützlichen Pilze werden lebende Wirtspflanzen benötigt. Dafür werden im unsterilen Produktionssystem im Gewächshaus die Wirtspflanzen (z.B. Mais, Zea mays) in Töpfe oder Grundbeete gepflanzt und mit einem Startinokulum beimpft. Als Trägermaterialien stehen Torfsubstrat, Blähton, Lava oder Vermiculit in verschiedenen Körnungen je nach späterem Einsatzgebiet zur Wahl. Hier sind auch Anpassungen an spätere Standortfaktoren möglich. Am Ende



der Vegetationsperiode wird die Pflanze entfernt und das verbleibende Substrat enthält neben den Pilzsporen auch Mycel und Wurzelreste. Da die Produktion im offenen System im Gewächshaus stattfindet, könnten auch Kontaminationen durch Schaderreger in das Inokulum gelangen. Eine umfangreiche Gütesicherung während und nach der Inokulumsproduktion machen dieses Problem jedoch gut kontrollierbar.

Die Produktion von arbuskulären Mykorrhizapilzen im sterilen Produktionssystem ist ebenfalls möglich. Zurzeit sind die Produkte auf dem Markt aufgrund ihres Preises aber noch nicht konkurrenzfähig. Hinzu kommt, dass die Einbringung der steril produzierten Pilze in eine nicht-sterile Umwelt derzeit noch zu unwägbareren Instabilitäten ihrer Wirksamkeit führt.

Produktion von ektotropher und ericoider Mykorrhiza

Die Produktion von ektotropher und ericoider Mykorrhiza kann ebenfalls sowohl steril als auch unsteril erfolgen. Bei der sterilen Produktion wird das Pilzmycel auf künstlichen Nährmedien im Labor vermehrt. Für das Endprodukt wird das Nährmedium meist mit Trägermaterial (z.B. Vermiculit) vermischt. Nach einer z.T. mehrmonatigen Wachstumszeit hat das Mycel das Trägermaterial komplett durchwachsen und kann beim Pflanzen oder bei Baumpfleßmaßnahmen untergemischt werden. Es wird allerdings aus der Praxis berichtet, dass Pilze, die sich seit längerer Zeit in der Sterilkultur befinden, ihre Symbiosepartner in der Natur nicht mehr besiedeln oder schlecht gegen natürlich vorkommende Pilze behaupten können. Außerdem ist hier besonders auf die Angaben zur Haltbarkeit der Produkte zu achten.

Bei einer unsterilen Produktion werden beimpfte Gehölze im Freiland angezogen. Das Substrat kann nach mehrmonatiger Kultivierung als Inokulum verwendet werden. Die Pilze sind bereits während der Produktion an das Substrat und darin enthaltene Mikroorganismen gewöhnt, was zu besserem Besiedlungsverhalten führt.

Welches Mykorrhizaprodukt passt zu meiner Pflanzenart?

Auf dem europäischen Markt werden verschiedene Inokulumtypen angeboten. Vor der Kaufentscheidung muss der Kunde immer die Frage stellen: Welchen Pilz-Partner (Arbuskuläre Mykorrhizapilze (AMP), Ericoide Mykorrhizapilze, Ektotrophe Mykorrhizapilze) benötigt meine Pflanze? Anhand der folgenden Übersicht soll diese Gruppeneinteilung verdeutlicht werden:

Tabelle 1: Übersicht über Pflanzengruppen und ihre Mykorrhizapartner

Pflanzenarten	Mykorrhizapartner	Inokulumtypen
Krautige Pflanzen verschiedenster Pflanzenfamilien	unspezifische arbuskuläre Mykorrhizapilze	Gemisch aus mehreren arbuskulären Mykorrhizapilzen
Arten der Ericaceae	Ericoide Mykorrhizapilze	Spezielles Ericaceen-Inokulum
Baumarten, besonders Laubbäume	unspezifische arbuskuläre Mykorrhizapilze und/oder Ectomykorrhizapilze	unspezifische Gemische aus arbuskulären Mykorrhizapilzen und Ectomykorrhizapilzen
Baumarten, besonders Nadelbäume	zumeist spezifische Ectomykorrhizapilze	spezifische Ectomykorrhizainokula

Die Übersicht ist stark vereinfacht und ersetzt nicht die fachliche Beratung durch den Inokulumsproduzenten oder Händler. Diese sollten in der Lage sein, dem Anwender für konkrete Pflanzenarten und Sorten das geeignete Inokulum zu benennen. Sie bieten auch auf ihren Websites umfangreiche Positivlisten von Pflanzenarten, die durch ihr Inokulum besiedelt werden können an.

Bereits diese grobe Übersicht zeigt, dass die Beantwortung der Frage ‚Welches Mykorrhizaprodukt passt zu meiner Pflanze?‘ nur auf den ersten Blick schwierig erscheint. Will ich eine krautige Pflanze behandeln, muss ich nur wissen, ob sie zur Familie der Ericaceae (z.B. die Gattungen Arbutus, Calluna, Erica, Rhododendron u.a.) gehört, die spezieller Pilzarten bedürfen. Will ich Bäume behandeln, so wähle ich ein Spezialprodukt für die Behandlung von Bäumen, bei dem die Hersteller durch das Einmischen von vielen verschiedenen Pilzarten dafür Sorge tragen, dass die für eine breite Palette von Baumarten passenden Pilze dabei sind. Dagegen muss der Anwender für den Einsatz von nicht vorgemischten, sogenannten Mono-Präparaten bei Bäumen genaue Kenntnis über den passenden Pilzpartner haben; bei unpassenden Kombinationen Pilz/Baumart kann sich die Symbiose nicht entwickeln. Gemische von verschiedenen Pilzarten im Inokulum für Bäume werden durch ihr sehr breites Anwendungsspektrum in der Praxis bevorzugt, da gerade bei der Anwendung im Garten- und Landschaftsbau meist mehrere Gehölzarten in einem Beet oder in einem Baustellenabschnitt gleichzeitig behandelt werden sollen.

Darüber hinaus selektieren einige Produzenten einzelne Mykorrhizastämme innerhalb dieser Gruppen, die besonders wirksam bei bestimmten Pflanzenarten oder -sorten sein sollen. Diese eher für die Wissenschaft geeignete Selektion erscheint aber in Betracht der großen Vielfalt an Pflanzenarten und -sorten im Garten- und Landschaftsbau nur selten sinnvoll. Tests haben gezeigt, dass gut abgestimmte Standardpilzstämme bei gleichen An-

wendungen genau so gute Ergebnisse erzielen können. Dies entspricht auch der Strategie der Mykorrhizapilze in der Natur, man findet einige wenige Pilzarten als sogenannte ‚Alleskönner‘ weltweit unter den verschiedensten Boden- und Klimabedingungen. In eigenen Untersuchungen konnte der Pilz Glomus etunicatum bereits 578 Pflanzenarten erfolgreich besiedeln.

Was ist ‚Gute Qualität‘ bei Mykorrhizaprodukten?

Wie oben angeführt, benötigt man für die kommerzielle Inokulumsproduktion von Mykorrhizapilzen in den meisten Produktionssystemen lebende Pflanzen. Dies birgt für den Produzenten einige Risiken, die durch umfangreiche Gütesicherung während und nach der Inokulumsproduktion technisch gut kontrollierbar sind. Unterlassen fahrlässige Produzenten aus Zeit- oder Kostengründen diese recht aufwändigen Untersuchungen, kann Ungemach drohen. Deshalb liegt das Thema Gütesicherung allen seriösen Herstellern verständlicherweise am Herzen. Der Voll-Deklaration von so genannten besiedelnden oder auch infektiösen Einheiten, verwandten Methoden und weiteren wichtigen Qualitätsparametern von Mykorrhizaprodukten sollten alle Produzenten offen gegenüberstehen und die Anwender sollten nur Inokula handeln oder anwenden, die entsprechend deklariert sind.

Für die Diskussion über den Oberbegriff Gütesicherung von Mykorrhizaprodukten sollten die folgenden Bereiche nicht vermischt werden, da sie jeweils andere Maßnahmen beinhalten: Qualitätskontrolle von Mykorrhizaprodukten ist die firmeninterne oder unabhängige Produkt- oder Prozesskontrolle. Gesetzliche Bestimmungen können Zulassungs- oder Registrierungs Voraussetzungen für Mykorrhizaprodukte regeln oder lediglich Deklarationspflichten bestimmter Qualitätsparameter auf dem Etikett bestimmen. Zertifizierung von Mykorrhizaprodukten ist eine Marketingmaßnahme, die Qualitätskontrolle als wichtigsten Bestandteil enthält.

Situation in Deutschland

In Deutschland sind die gesetzlichen Bestimmungen für Mykorrhizapräparate das Düngemittelgesetz und die Düngemittelverordnung. Danach sind Mykorrhizapräparate Bodenhilfsstoffe. Dies sind laut Definition Stoffe ohne wesentlichen Nährstoffgehalt, die den Boden biotisch, chemisch oder physikalisch beeinflussen, um seinen Zustand oder die Wirksamkeit von Düngemitteln zu verbessern, insbesondere Bodenimpfmittel, Bodenkrümler, Bodenstabilisatoren, Gesteinsmehle sowie Stoffe mit wesentlichem Nährstoffgehalt, die dazu bestimmt sind, in geringen Mengen zur Aufbereitung organischen Materials zugesetzt zu werden. Für Bodenhilfsstoffe müssen lediglich einige physikalische Parameter deklariert werden, sie haben praktisch keine Gütesicherungspflicht für die wertbestimmende biologische Komponente Mykorrhizapilz. Um die Qualität von Mykorrhizapilzprodukten auch ohne gesetzliche Auflagen zu erhalten und zu verbessern, haben sich die deutschen Inokulumsproduzenten bereits 1997 auf eine standardisierte Qualitätskontrolle geeinigt, die auf einer gemeinsamen Methodensammlung beruht (Interessenvertretung ‚Anwendung von Mykorrhizapilzen in der Praxis‘, mehr Information unter info@mykorrhiza.de).

Produktdeklaration INOQ Agri, gem. der freiwilligen Vereinbarung der Interessenvertretung „Anwendung von Mykorrhizapilzen in der Praxis“ vom 02.12.97

Zweckbestimmung des Produktes

Das als Mykorrhizapilz-Inokulum bezeichnete Produkt ist ein Bodenhilfsstoff, mit dem natürliche Lebensgemeinschaften in Kultur befindlicher Nutzpflanzen mit arbuskulären Mykorrhizapilzen herbeigeführt werden.

Kennzeichnung des Inhaltes

(Artnamen, Linie und Chargennummer)

Das vorliegende Inokulum aus der Produktionscharge IFP V1/05 des Institutes für Pflanzenkultur enthält Mycel und Sporen der Arten *Glomus etunicatum*, *Glomus intraradices* und *Glomus claroideum*. Der Anteil der Pilzarten ist variabel. Den größten Anteil an dem Gemisch hat *Glomus etunicatum* gefolgt von *Glomus intraradices*.

Hinweis auf eventuelle

Pathogenbelastung des Substrates:

Das Inokulum enthält neben arbuskulären Mykorrhizapilzen Vertreter allgemein vorkommender Rhizosphären- und Bodenpilze bzw. -bakterien, die z.T. notwendig sind für das Auskeimen der Mykorrhizapilze. Das Inokulum rief in Bioassays (Keimtest, Pathogenitätstest) kei-

nerlei negative Reaktionen der Testpflanzen, Schäden oder Läsionen hervor. Es werden von dem Inokulum keine Toxine produziert, eine Pathogenität gegenüber Mensch und Tier ist ausgeschlossen. Das Produkt enthält keine Gentechnisch Veränderten Organismen (GVO).

Angaben zur Lagerung und

Haltbarkeit des Inokulums:

Das Inokulum ist in der gelieferten Form ohne Verringerung des Besiedelungspotenzials mindestens 2 Jahre haltbar. Die Lagerung sollte kühl und trocken erfolgen.

Die Anwendung und vor allem auch die Deklaration dieser freiwilligen Vereinbarung ist trotzdem im Markt noch zu wenig verbreitet. Zurzeit machen einige Produzenten noch jeweils eine eigene Qualitätskontrolle, die auf Varianten durchaus anerkannter Methoden beruht. Dieses Verfahren ergibt natürlich richtige und auch vertrauenswürdige Ergebnisse, hat aber zwei Nachteile: Zum einen sind die mit diesen Methoden gewonnenen Ergebnisse für den Verbraucher ohne methodische Detailkenntnis oft nicht direkt vergleichbar, zum anderen kann die interne Qualitätsprüfung nur die zweitbeste oder vorübergehende Lösung sein. Ange-

strebt werden sollte immer die externe Produktkontrolle in einer unabhängigen Institution, die nötigen Methodenkenntnisse müssen aber außerhalb der Produzenten zunächst installiert werden. Alle Produzenten möchten mit ihrem Engagement für Gütesicherung von Mykorrhizapräparaten durch garantierte Mindestqualität den sich schnell entwickelnden Markt für diese interessante Biotechnologie stärken und schlechte Mykorrhizaprodukte für den Verbraucher transparent machen.

Weiterführende Literatur:

Feldmann, F., Hutter, I., Grotkass, C. (2003): Mycorrhizal fungi as factors of integrated plant protection in urban horticulture: the state of the art, Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtschaft. 394, S. 205-210.
Feldmann, F. (2003): Weltweiter Handel mit Inokulum arbuskulärer Mykorrhizapilze – Eine Risikoanalyse, Schriftenreihe BMVEL, Angewandte Wissenschaft, Heft 498, S. 165 – 175.

ZU DEN AUTOREN

Dr. Carolin Schneider: Inoq GmbH, info@inoq.de, www.inoq.de

Dr. Falko Feldmann: Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, f.feldmann@bba.de

Qualitätsmerkmale des Mykorrhizapilzinokulums INOQ Agri (IFP V1/05)

Prüfparameter	
Trägermaterial	Vermiculite 1-2 mm
Schüttgewicht [g/l]	530-560
Körnung [mm]	1-2
pH-Wert	5,6
Düngergerhalt des Substrates [mg/l]	
Nitrat-Stickstoff	7,03
Ammonium-Stickstoff	0,50
Phosphat (P ₂ O ₅)	7
Kalium (K ₂ O)	147
Magnesium (Mg)	59
Mykorrhizapilz	Glomus spec.
Wahrscheinlichste Zahl aktuell besiedelnder Mykorrhizaeinheiten auf <i>Tagetes erecta plena</i> [n/cm ³]	205 ± 19
Wirksamkeit (<i>Zea</i> , <i>Tagetes</i> , <i>Phaseolus</i>) [MWI]	26 ± 8
Keimungshemmung (<i>Lactuca</i> , <i>Lolium</i> , <i>Phaseolus</i> , <i>Lepidium</i>)	Keine
Pilzliche Kontaminanten	Cladosporium spec Trichoderma harz.
Potenzielle Phytophagogene	Mucor spec.
Hyperparasitische Pilze	Penicillium spec
Sonstige, saprophytische Pilze	Aureobasidium spec.
Pathogenität der Kontaminanten (Testpflanzen <i>Tagetes</i> , <i>Zea</i> , <i>Baptisia tinctoria</i>)	Keine
Potenziell phytophage faunistische Kontaminanten	
Zweiflüglerlarven	Keine
Käfer, -larven	Keine
Springschwänze	Keine
Milben	Keine
Fadenwürmer	Keine
Schnecken	Keine
Botanische Kontaminanten	
Algen (Diatomeen, Cyanophyceen, Chlorophyceen)	vorhanden
„Unkräuter“	Keine

Typisches Datenblatt. Qualitätskontrolle gem. der freiwilligen Vereinbarung der Interessenvertretung „Anwendung arbuskulärer Mykorrhizapilze in der Praxis“ vom 02.12.97

Mykorrhiza in der GaLaBau-Praxis

Anwender von Mykorrhiza-Produkten kommen zu Wort.

VON DR. CAROLIN SCHNEIDER
UND MAREIKE GILLESSEN, SCHNEGA

Die Anwendung von Mykorrhiza-Produkten im Dienstleistungssektor des GaLaBaus sowie in produzierenden Bereichen für den GaLaBau ist vielfältig. Diese Vielfältigkeit geht darauf zurück, dass nahezu 90% aller höheren Pflanzen an ihrem natürlichen Standort mit Mykorrhizapilzen in einer Lebensgemeinschaft leben. Die Fähigkeit, diese Symbiose einzugehen, ist bei den meisten GaLaBau-genutzten Pflanzen vorhanden, so dass Mykorrhiza-Inokula an verschiedensten Kulturen in Hersteller-/Produktionsbetrieben eingesetzt werden.

Bei den in diesem Artikel zu Wort kommenden Anwendern von Mykorrhizaprodukten unterscheiden sich die Einsatzmöglichkeiten deutlich, womit die Breite der möglichen Anwendungen gezeigt werden soll. Wie bereits in 'Vitalisierende Pilze' (bi-GaLaBau, Ausgabe 1+2/06) berichtet, sind für die Pflanzen die ausschlaggebenden Vorteile der Symbiose eine bessere Nährstoff- und Wasserversorgung sowie die Verbesserung der Bodenaggregation. Mit Hilfe der Pilze haben Pflanzen die Fähigkeit, in Arealen zu überleben, in denen die Standortbedingungen suboptimal (Boden, Klima) oder extrem (Schadstoffeinträge) sind. Neben sterilisierten Substraten für die Produktion gartenbaulicher Erzeugnisse sind auch Sonderstandorte, wie Bauminseln im Stadtgrün oder Dachbegrünungsflächen und stark strapazierte Rasenflächen, wie Sport- und Spielrasen ('Mykorrhiza für Rasenflächen', bi GaLaBau, Ausgabe 3/06) auf externe Zugaben von Mykorrhiza angewiesen. Der Anwender hat die Möglichkeit zwischen reinen Mykorrhizapräparaten, mykorrhizierten Düngern, mykorrhizierten Substraten oder mykorrhizierten Samenmischungen verschiedener Anbieter zu wählen. Für alle Produkte gelten die in 'Qualität von Mykorrhizapräparaten' (bi-GaLaBau, Ausgabe 1+2/07) dargelegten Mindestanforderungen.

Produktpalette mykorrhizierter Dünger

Die Firma Neudorff GmbH KG, Emmerthal (www.neudorff-profi.de) bietet auf dem Dünger-Sektor eine Produktpalette mykorrhizierter Dünger an, die für den Endverbraucher und Profianwender einfach zu handhaben sind. In den Produkten unterscheiden sich nicht nur die düngerspezifische Formulierung und der pH-Wert bezüglich der zu behandelnden Pflanzen, sondern auch die Art der angereicherten Pilze. Zu unterscheiden sind Endomykorrhiza-, Ektomykorrhiza- und Ericomykorrhizapilzarten, die jeweils für ein unterschiedliches Wirtspflanzenpektrum geeignet sind (siehe Tabelle 1).

Die Palette der Azet-Dünger der Firma Neudorff deckt die verschiedenen Einsatzgebiete, bei denen Endomykorrhiza- bzw. Ericomykorrhizaarten zum Zuge kommen ab. Gute Erfahrungen mit Neudorff-Produkten dieser Art sammelte der GaLaBau-Unternehmer Rudorff in Gütersloh (Fa. Der Gartenspezialist, Garten- und Landschaftsbau, Email: rudorff@web.de), bei dem seit etwa drei Jahren regelmäßig die Rosen- und Rhododendron-Dünger, gelegentlich auch Rasendünger und Azet-Dünger zum Einsatz kommen. Im Unterschied zu nicht-mykorrhizierten Düngern spricht der Unternehmer

von sichtbar gesteigerter Vitalität durch die Mykorrhiza-Produkte. Diese zeigte sich durch beschleunigtes Wachstum, einen verbesserten Pflanzenaufbau sowie vermehrte Blühfreudigkeit. Anwuchsprobleme bei Standortwechsel/Umpflanzungen von Rhododendren tauchen gar nicht erst auf, da die Anpassung an veränderte Bodenbedingungen mit Hilfe von Mykorrhiza-Pilzen leichter fällt. Rudorff sagte im Interview: „Eine besonders positive Wirkung habe ich an Clematis spp. beobachtet, der Befall mit Echtem Mehltau gegenüber nicht-behandelten Pflanzen war deutlich reduziert.“

Erfahrungen mit Mykorrhizaeinsatz bei der Baumpflege

Der pflanzenstärkende Effekt wird auch von dem niederländischen Baumpflege-Unternehmen Pius Floris Boomverzorging (Plant Health Care BV, Email: pfloris@planthealthcare.com) und seinen Kunden, an die er Mykorrhiza vertreibt, berichtet: 65–100% Fungizideinsparung an Gehölzen sind möglich. Die Vergesellschaftung einiger heimischer Baumarten mit bestimmten Ektomykorrhizaarten, oft Speisepilzen, können im Wald beobachtet werden. Die Mykorrhiza-Stamm-Spezifität wird von der Baum- oder Strauchart bestimmt, Kenntnisse darüber müssen vor einem Mykorrhizaeinsatz in der Praxis in Erfahrung gebracht werden. Eine spezifischere Symbiose mit einem Ektomykorrhizapartner bedeutet im Umkehrschluss aber nicht, dass Endomykorrhizaarten diese

Mykorrhizapilzarten	Dünger	
Endomykorrhiza	Azet-Produktpalette	Rasen-Dünger
		Tomaten-Dünger
		Beeren-Dünger
		Rosen-Dünger
		Coniferen-Dünger
		Kletterpflanzen-Dünger
		Staudendünger
		Blumenzwiebel-Dünger
		Balkonpflanzen-Dünger
	Fertofit Gartendünger	
Ericoide Mykorrhiza	Azet-Rhododendron-Dünger	
Gemisch aus Ekto- und Endomykorrhiza	Baum-Dünger (für Profianwender)	

Tabelle 1: Mykorrhizierte Dünger der Fa. W. Neudorff GmbH KG, Emmerthal (Stand Mai 2007)

Baumart nicht besiedeln würden. Auch an Gehölzen sind Endomykorrhizen effektiv, besonders wenn keine geeigneten Ektomykorrhizapartner vorhanden sind oder sich die Spezifität seitens der Baumart altersbedingt noch nicht ausgebildet hat. So werden auch Baum-Dünger von Neudorff mit einer Mischung aus verschiedenen Endo- und Ekto-Mykorrhizaarten angeboten (siehe Tabelle 1).

Die Vorteile der Beimpfung von Gehölzen mit Ektomykorrhizen wird in der Zunahme von Stammdurchmesser und –umfang, einhergehend mit einer starken Zunahme an Feinwurzeln beschrieben. Anhand eigener Erfahrungen spricht Floris von besonders guten Ergebnissen bei Buche und Hainbuche in Heckenreihen. Gesammelte Studien, bei denen Mykorrhizaanwendung an weiteren Laubgehölzen wie Eichen, Eschen und Ahorn und an Nadelgehölzen, wie Fichte, Lärche und Schwarzkiefer stattfand, bestätigen das stark verbesserte Wachstum. Die Zeitpunkte, an denen es in der Baumschul- und Baumpflege-Praxis zum Mykorrhizaeinsatz kommt, sind sehr unterschiedlich. Die größten Effekte werden laut Floris erzielt, wenn schon Jungpflanzen bei der Pflanzung oder Umpflanzung mit Mykorrhiza behandelt werden. Sehr empfehlenswert ist der systematische Einsatz von Mykorrhiza auch bei Neupflanzungen, um den Pflanzen in der Anwuchsphase zu Vitalität zu verhelfen. Mykorrhiza kann gerade zu diesem Zeitpunkt, vor allem an ballierter Baumschulware die Wurzelaktivität im Sinne der Wasser- und Nährstoffaufnahme unterstützen. Bei Baumsanierungen von unter Extrembedingungen lebenden Gehölzen im Stadtgrün helfen Mykorrhiza-Symbiosen den Bäumen zu überleben. Hier werden schlecht wachsende und teils geschädigte, adulte Pflanzen behandelt, die Beimpfung der Wurzel im Bestand erfolgt durch Befüllung von Spatenstichen, bzw. pneumatisch mit mykorrhiziertem Trägermaterial.

Extensive Dachbegrünung mit Sedum Sprossen bzw. Wildblumen-Ansaat

Bei der Dachbegrünung wird Mykorrhiza seit Beginn der kommerziellen Nutzung 1995 eingesetzt. Das ist naheliegend, wenn man bedenkt, dass die Pflanzen auf den Dächern extremen Temperaturen, Trockenheit und hoher Windbelastung ausgesetzt sind. Die Schweizer Firma Otto Hauenstein Samen AG hat mit ihrem Geschäftsbereich geoverde (www.geoverde.ch) seit Jahren gute Erfahrungen mit verschiedenen Mykorrhizaprodukten gemacht. Angewendet wird die Mykorrhiza auf folgenden Gebieten: Dachbegrünungen, Wildblumensaat,

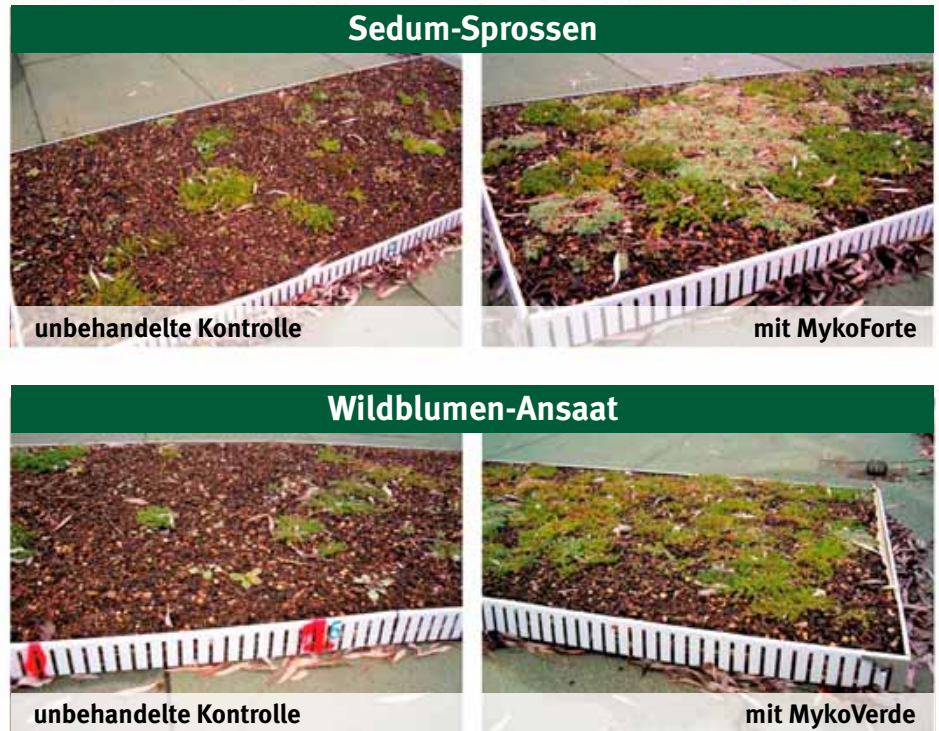


Abbildung 1: Extensive Dachbegrünung mit Sedum-Sprossen bzw. Wildblumen-Ansaat in Lumen, Belgien (Aufnahme 28 Wochen nach der Ansaat), links ohne Mykorrhiza, rechts mit Behandlung; oben Sedum Sprossen, unten Wildblumen-Ansaat. | Foto: Otto Hauenstein Samen AG.

Hochlagenbegrünung, Begrünung aller Art auf Rohböden. Tobias Schmid sagte im Interview: „Wir setzen die Mykorrhiza kommerziell im größeren Stil seit dem Jahr 2000 ein. Der größte Effekt ist die Belebung von „totem“ Substrat sowie die Verbesserung der Vitalität unter erschwerten Bedingungen (Standort, Klima, Boden). Mit der Trägersubstanz sind wir zufrieden. Wir legen großen Wert darauf, die Mykorrhiza nur auf den Gebieten, wo wir Sinn, Resultate und Effekte sehen, zu empfehlen.“

In einem Demonstrationsversuch der Otto Hauenstein Samen AG auf dem Dach eines Bürohause in Belgien wurde die deutlich schnellere Deckung sowie die größere Artenvielfalt bei Mykorrhizierung deutlich (Abbildung 1).

Anwendung von Mykorrhiza in der Anzucht von Vegetationsmatten und Fertigrasen

Im Frühsommer 2006 wurde von der Fa. Niedersächsische Rasenkulturen NIRA GmbH & Co. KG, Groß-Ippener (www.rasenkulturen.de), eine Fläche mit Vegetationsmatten für die extensive Dachbegrünung mit Mykorrhiza behandelt, die zu dem Zeitpunkt etwa 8 Wochen alt war. Hauptbestandsbildner auf diesen Vegetationsmatten sind Sedumarten, die in einer ca. 2 cm starken Substratschicht auf einer Fadengeflechtträgermatte angesiedelt wurden.

Die Versorgung mit Nährstoffen und Wasser war auf dieser Fläche einheitlich, so dass die

Unterschiede im Wesentlichen nur durch die Behandlung mit der Mykorrhiza bewirkt sein können. Ca. 6 Wochen später war die Wirkung, nicht zuletzt durch den überdurchschnittlich warmen und trockenen Juli, sehr deutlich abzulesen (siehe Abb. 2). Die Einzelpflanzen hatten sich mit Mykorrhizierung wesentlich schneller entwickelt, die Farbe war kräftig grün, der Bestand dichter als ohne Behandlung. Witterungsbedingte Stresswirkungen waren an den unbehandelten Pflanzen an einer rötlichen Farbe sowie kleinerem Wuchs abzulesen.

Aufgrund des starken Wachstums konnte die Bewässerung zurückgefahren werden, da der dichte Bestand zu Blattabwurf und zur Ansiedlung von Algen und Moosen unter den Pflanzen führte. Im September führte dann anhaltend trockene Witterung wiederum zu einer intensiven Rotfärbung auf der unbehandelten Seite während die behandelten Pflanzen eine geringere Rötung zeigten und weiterhin den größeren und dichteren Bestand aufwiesen (siehe Abb. 3).

Im Juli 2006 wurde eine weitere Teilparzelle mit Vegetationsmatten, die sich in der Anzucht befanden, mit Mykorrhiza behandelt. Dabei wurde das mykorrhizierte Substrat bereits in das Anzuchtsubstrat eingemischt. Das inokulierte Substrat wurde in eine Fadengeflechtträgermatte eingebracht und mit Sedumarten angesät. Ein anderer Teil der gleichen Parzelle wurde mit Substrat ohne Mykorrhiza angelegt.

Die anderen Parameter der Anzuchtspflege wurden gleich gehalten.

Die Wirkung war nach ca. 6 Wochen ebenfalls deutlich zu erkennen. Der Bestand entwickelte schneller größere Pflanzen und schloss in kurzer Zeit die Lücken zwischen den Pflanzen. Es profitierten vor allem folgende Sedum-Arten von der Behandlung: *Sedum spurium*, *Sedum kantschatikum*, *Sedum lydium* und *Sedum re-*

flexum. Ein positiver Einfluss auf das Wachstum war bei *Sedum album* weniger zu erkennen. Insgesamt gesehen entwickelte sich die Fläche sowohl auf der behandelten wie auf der unbehandelten Seite ähnlich positiv der ersten Anwendung.

Christian Schade fasst die bisherigen Erfahrungen zusammen: „Abzuwarten bleibt die anhaltend positive Wirkung auf die gewählten

Kulturflächen, beim Fertigrasen wie auch bei Vegetationsmatten für die Dachbegrünung, zum Ausgang des Winters. Blicke die Wirkung einer besseren Konditionierung der Sedumarten auf den Vegetationsmatten erhalten, könnten sie im Frühling bei entsprechender Witterung auch vor einer ersten Nährstoffgabe mit einem höheren Deckungsgrad und einem ansprechenden Habitus früher in den Versand kommen.“



Abb. 2: Sedum-Vegetationsmatten im Juli 2006, links ohne Mykorrhiza, rechts mit Behandlung. | Foto: Niedersächsische Rasenkulturen NIRA GmbH & Co. KG.



Abb.3: Sedum-Vegetationsmatten im September 2006, links ohne Mykorrhiza, rechts mit Behandlung, durch die grüne Pflanzenfarbe ist die Wirkung deutlich ablesbar. | Foto: Niedersächsische Rasenkulturen NIRA GmbH & Co. KG

Wie wird sich die Anwendung von Mykorrhizaprodukten in Zukunft entwickeln?

Die vorgestellten positiven Erfahrungen mit Mykorrhizaprodukten stehen stellvertretend für viele andere Anwendungsgebiete im Garten- und Landschaftsbau. Hindernisse für eine weitere Verbreitung von Mykorrhiza können neben Produkten mit mangelhafter Qualität auch fehlende bzw. nicht korrekte Informationen durch die Produzenten sein. Dadurch kommt es zu Fehlern bei der Anwendung der Produkte, durch die sich evtl. keine funktionierende Mykorrhizasymbiose entwickeln kann, die dann natürlich auch keine entsprechende Wirkung zulässt. Auch das Versprechen von übergroßen Effekten, zu dem sich manche Produzenten hinreißen lassen, ist wenig vertrauensbildend – halten diese „Wundermittel“ dann nicht, was versprochen wurde, ist der Anwender zu Recht enttäuscht. Neben diesen eher marketingorientierten Aspekten gibt es auch wenige technische Hindernisse, die eine Anwendung von Mykorrhiza in manchen Fällen erschweren. Dies ist z.B. der Feuchtegehalt mancher Trägerstoffe – steigt er über 20% rel. F, so wird die Rieselfähigkeit der Produkte erschwert und es kann zum Verklumpen in Mischanlagen kommen.

Der Zusatz von Rieselhilfsmitteln durch den Produzenten kann hier Abhilfe schaffen. Die Entwicklung der Mykorrhizaprodukte hat in vielen Anwendungsbereichen in den letzten Jahren enorme Fortschritte gemacht, wie die positive Resonanz der Anwender bestätigt. Wird auch weiter mit Produkten hoher Qualität, verbunden mit intensiver Anwendungsberatung gearbeitet, so wird sich der steigende Trend zu nachhaltiger Anwendung von Mykorrhiza in Zukunft fortsetzen und auf weitere Einsatzgebiete ausweiten.

ZU DEN AUTORINNEN

Dr. Carolin Schneider und Mareike Gillessen von der Inoq GmbH Mykorrhizaprodukte aus Schnega im Wendland.

Info-Tel.: 05842/981672, www.inoq.de

Was ist Mykorrhiza?

Mykorrhiza ist die Lebensgemeinschaft von Pflanzen mit Pilzen im Boden und ist schon lange bekannt. 90% aller Pflanzenarten leben an ihren natürlichen Standorten mit Mykorrhizapilzen in Symbiose. Ihr Nutzen wird in der modernen Pflanzenkultur immer wichtiger, da herkömmliche Pflanzsubstrate keine Mykorrhiza enthalten und viele Flächen ein verarmtes Bodenleben haben, das Pflanzen keine nachhaltige Vitalität liefern kann.

Die Lebensgemeinschaft zwischen der Pflanzenwurzel und den Mykorrhizapilzen wird auch Pilzwurzel genannt. Dies zeigt die enge Verbundenheit zwischen beiden Partnern: Der Pilz liefert der Pflanze durch sein Hyphengeflecht Nährstoffe aus dem Boden (Phosphor, Stickstoff) und macht Wasser leichter verfügbar. Er erhält von der Pflanze lebensnotwendige Kohlenhydrate. Auf diese Weise wird die Pflanze vitaler, blührefreudiger sowie widerstandsfähiger gegenüber Krankheiten und schlechten Witterungs- und Bodenverhältnissen.

Mykorrhizapilze verbessern außerdem die Bodenstruktur. Durch ihr Hyphengeflecht wird die Aggregation des Bodens gesteigert. Dies ist besonders für Begrünungen mit Hangneigungen (Hochlagen, Deiche, Dächer) zur Erosionskontrolle von Bedeutung.

Wo und wie kann ich Mykorrhiza anwenden?

Die Anwendungsgebiete für Mykorrhizapilze sind vielfältig. Die Pilze befinden sich auf verschiedenen Trägermaterialien in diversen Körnungen (Vermiculite, Lava, Blähton, Torf, Sand), die auf die Einsatzgebiete abgestimmt sind. Wichtig ist bei der Anwendung stets, dass die Pilze an die Wurzeln der Pflanzen gelangen: INOQ Produkte werden daher entweder unter das Pflanzsubstrat untergemischt oder direkt in das Pflanzloch gegeben. Mit Wasser vermischt können einige Produkte auch zum Benetzen von wurzelnackten Pflanzen verwendet werden.

Einsatzgebiet	Art der Anwendung (Beispiele)
Garten- und Landschaftsbau	Einbringen in das Pflanzloch
Innenraumbegrünung	
Pflanzenproduktion	Verwendung von mykorrhizierten Substraten
Rekultivierung	
Deichbegrünung	
Dachbegrünung	
Hochlagenbegrünung	Untermischen unter Saatgut für Hydroseeding
Golfplätze	Während der Aerifizierung
Baumpflanzung/Baumsanierung	Verwendung von mykorrhizierten Substraten Einbringen in das Pflanzloch

Qualitätskontrolle- und Deklaration

Die Produktion von Mykorrhizapilzen muß besonders sorgfältig erfolgen. Wir produzieren in Deutschland und nehmen bei der Herstellung Rücksicht auf die natürlichen Lebensbe-

dingungen der Pilze, um vitale Vermehrungseinheiten zu liefern. Umfangreiche Qualitätskontrolle garantiert außerdem, daß sich im Produkt keine Phytopathogene befinden. Die Qualitätskriterien sowie die Produktsicherheit werden in Datenblättern veröffentlicht.

Mykorrhizatypen

Mykorrhizapilze	Pflanzenarten
Endomykorrhiza	Krautige Pflanzen Viele Baumarten, besonders Laubbäume
Ektomykorrhiza	Viele Baumarten, besonders Nadelbäume
Ericoide Mykorrhiza	Pflanzen der Familie Ericaceae

Orchideen sind auf eine spezielle Mykorrhiza angewiesen.

Nicht mykorrhizierbar sind Pflanzenarten der

Familien der Gänsefußgewächse (z. B. Rüben, Spinat), Kreuzblütengewächse (z. B. Kohlarten) sowie Sauergrasgewächse.

INOQ GmbH

Geschäftsführung: Dr. Carolin Schneider

Solkau 2, 29465 Schnega

Tel.: ++49-(0)5842-981672

Fax: ++49-(0)5842-493

Email: info@inoq.de, Internet: www.inoq.de

Bildlegenden:

1 **Zu Bild 1:**
 Abraumaufschüttung des Gott-
 hard-Basis-Tunnel, eines im
 Bau befindlichen Eisenbahn-
 tunnels, der voraussichtlich
 2016 fertiggestellt wird. Vor
 der Ansaat mit Mykorrhiza
 (Produkt MykoVerde, Fa. Otto
 Hauenstein Samen AG) gab es
 Probleme wegen Erosion des
 Abraums mit nachfolgenden
 Störungen des Bahnverkehrs.

2 **Zu Bild 2:**
 Beispielhaft eine von
 zahlreichen Varianten von
 Rasenansaat: Deutlich
 sichtbar ist die Überlegenheit
 der Variante mit Mykorrhiza-
 behandlung (Produkt Inoq
 Turf, Fa. Inoq GmbH)
 gegenüber der unbehandelten
 Kontrolle und der Volldünger-
 Variante.

3 **Zu Bild 3:**
 Bessere Durchwurzelung
 von Rasen mit Mykorrhiza in
 torffreier Erde.

Beteiligte Firmen:

Inoq GmbH, Solkau
 (www.inoq.de)

Neudorff GmbH KG, Emmerthal
 (www.neudorff-profi.de)

Niedersächsische Rasenkulturen
 NIRA GmbH & Co. KG, Groß Ippener
 (www.rasenkulturen.de)

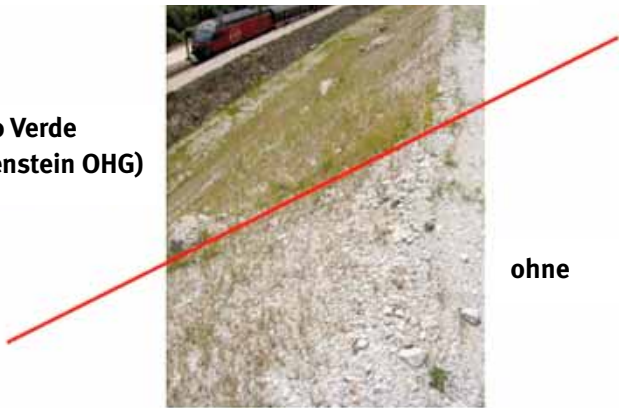
Otto Hauenstein Samen AG,
 Geschäftsbereich geoverde, Schweiz
 (www.geoverde.ch)

Plant Health Care BV, Holland
 (www.planthealthcare.nl)

Servaplant, Holland
 (www.servaplant.nl)

1 Begrünungsprojekte

**Mit Myko Verde
 (Fa. Hauenstein OHG)**



ohne

INOQ GmbH www.inoq.de



2 Rasenansaat unter Verwendung von Mykorrhizapilzen



INOQ Turf

je 7 g Mischsaat/Kiste

Kontrolle

10% Deutsches Weidelgras BELRAMO
 28% Deutsches Weidelgras TWINS (t)
 20% Deutsches Weidelgras STRATOS M
 20% Wiesenschwingel MIMER
 17% Wiesenlieschgras CLIMAX
 5% Wiesenrispe BALIN

Volldünger

Aussaat 20.4.05

Foto 20.6.05

INOQ GmbH www.inoq.de



**3 Aussaat von Rasen in torffreie Erde:
 Durchwurzelung nach 6 Wochen Kulturdauer**

Rasensamen „Loretta“ (Fa. Wolff)

60% Lolium perenne (sp.)

15% Poa pratensis (sp.)



**Torffreie Erde
 Kontrolle**

**Torffreie Erde +
 Mykorrhiza**

INOQ GmbH www.inoq.de

