

Mykorrhiza-Pilze

Impfstoffe zur Pflanzung und Baumsanierung

Der Trend zum Einsatz von Mykorrhiza-Pilzen bei Neupflanzungen und Baumsanierungen ist unverkennbar. Durch den Einsatz von wirtsspezifischen Impfstoffen wird die Wasser- und Nährstoffaufnahme deutlich verbessert, so dass eine nachweislich höhere Toleranz gegenüber heutigen Stressfaktoren erreicht wird.

Text und Bilder: Dr. Jürgen Kutscheidt, D-Krefeld

Pilze sind mit ihrem wattefeinen Myzel-Gespinnst 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 1000-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 ha-

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

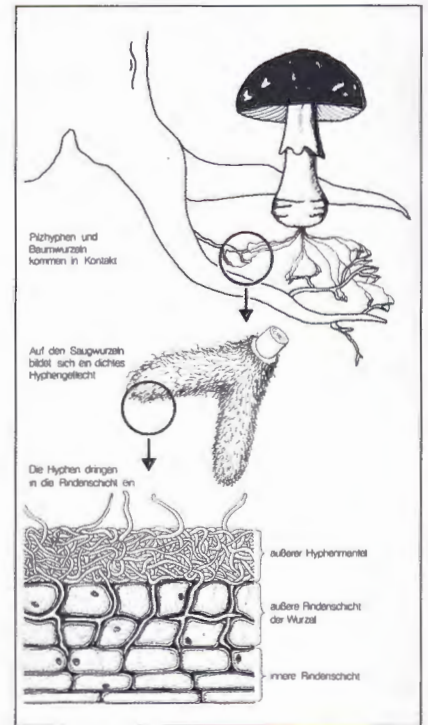
Wachsende Bedeutung

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 zum Beispiel an «Strassen-Eichen» oft nur noch zwei oder drei verschiedene Pilzarten festgestellt werden, die weniger als 20 Prozent der gesamten Feinwurzeln besiedeln. Im unbelasteten Wald treten dagegen häufig mehr als 20 verschiedene Pilzarten auf und die Besiedlungsdichte liegt oft über 80 Prozent.

An mehr als 85 Prozent aller Landpflanzen tritt Mykorrhiza auf. Hierbei unterscheidet man im Wesentlichen zwei Mykorrhiza-Typen. Zum einen die Ekto-Mykorrhiza (griechisch «ektos» = aussen) zum anderen die Endo-Mykorrhiza («endon» = innen)

Leistungen für die Pflanze

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



Schema des Ekto-Mykorrhiza Pilzes.

zu Nutzen zu machen und die Mykorrhizapilze zu kultivieren.

Mit Hilfe der neusten Methode, die seit 1999 angewendet wird, können mittlerweile Ekto-Mykorrhiza-Impfstoffe auf unsterilen Substraten produziert werden. Hierdurch umgeht man die Schwierigkeiten, dass die Pilzkulturen unter sterilen Anzuchtbedingungen «verweichlichen», da sie sich weder gegen Konkurrenten durchsetzen müssen, noch besondere Mühe für den Nahrungserwerb geben müssen. So können aus Mykorrhizapilzen Lebewesen werden, die sich rein saprophytisch ernähren, das heisst, ausschliesslich von toter organischer Substanz leben. Zugleich ist es möglich, eine Reihe von sehr leistungsfähigen Pilzarten zu nutzen, die unter sterilen Bedingungen kein ausreichend schnelles Wachstum zeigen.

Weit ausstrahlende Pilzfäden ermöglichen eine gute Nährstoff- und Wasseraufnahme.

Bei dem zweiten Typ, der Endomykorrhiza, können bislang keine (vegetativen) Reinkulturen hergestellt werden. Hier entstehen die Impfstoffe an den Wurzeln von geeigneten «Mutterpflanzen».

FLL-Qualitätsanforderungen

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 beachtet werden. Diese Hinweise sind Bestandteil der FLL «Baumpflanzung Teil 2» Ausgabe 2004. Grundsätze:

- Um einer Artenverfälschung der «Pflanzflora» vorzubeugen, dürfen nur Pilzstämme heimischer Arten zur Anwendung kommen. Eine Ausnahme ist nur für extreme Sonderstandorte sinnvoll oder bei der Pflanzung von nicht heimischen Baumarten.
- Die Auswahl von Ekto- oder Endomykorrhiza-Impfstoff muss passend zur Fähigkeit der Gehölzart ausgewählt werden, eine Ekto- oder Endomykorrhiza an den Feinwurzeln auszubilden. Die Beimpfung von Gehölzen mit einem nicht kompatiblen Impfstoff ist auszuschließen.
- 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, beispielsweise nur mit Laub- oder Nadelgehölzen.



In einem Versuch der Universität Göttingen in ausgelaugten Böden wurden deutliche Verbesserungen an mykorrhizierten Douglasien nachgewiesen. Links ohne, rechts mit Mykorrhiza-Pilzen.



- Die Impfstoffe sollten nicht auf sterilen Substraten angezogen sein, da der «Übergang» in unsterilen Böden oder Substrate unsicher ist.

Qualitätsanforderungen an die Mykorrhiza-Impfstoffe für Ektomykorrhiza-Impfstoffe:

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

- Der Impfstoff muss eine Lagerfähigkeit von mindestens 30 Tagen haben.
- Im MPN-Test nach infektiösen Einheiten muss der Impfstoff den Nachweis erbringen, dass er 1:25 verdünnbar ist. für Endomykorrhiza-Impfstoffe:
- Der Nachweis über die Freiheit von zoosporenbildenden Schadpilzen muss erbracht werden.
- Der Impfstoff muss eine Lagerfähigkeit von mindestens 30 Tagen haben.
- Der Impfstoff muss je Liter mindestens 200 000 infektiöse Einheiten nach MPN-Test enthalten.
- Im Test nach Trouvelot und im Succinatdehydrogenase-Reaktions-Test müssen mindestens 50 Prozent vitale Arbuskeln erreicht werden.
- Mindestens 50 Prozent der vitalen Arbuskeln müssen Phosphatase-aktiv sein.



Beispiel einer Altbaumsanierung.

Beispiele zu Altbaumsanierungen

Bei der Kräftigung von Altbäumen können bereits seit Jahren sehr gute Ergebnisse erzielt werden. Hierbei ist zum Beispiel der erfolgreiche Einsatz an der 650 Jahre alten Bäreneiche in Oberholzklau wissenschaftlich seit 1993 begleitet und dokumentiert worden.

Auch an stark geschädigten Strassenbäumen konnten nachweislich gute Ergebnisse erzielt werden. So wurden 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 unbehan-

delten Bäumen festgestellt werden. Danach wurden fast alle Eichen behandelt und nach zwei Jahren mit unbehandelten verglichen. Hierbei konnte eine Mykorrhizierungsrate der Wurzeln von 83 Prozent (unbehandelt 36 Prozent) ermittelt werden.

Jungpflanzenbeimpfung an Extremstandort

Bei der Anwendung an Neuanpflanzungen kann häufig ein kräftigeres Wachstum, geringere Ausfallraten und eine höhere Vitalität festgestellt werden. Manchmal gelingen Pflanzungen (insbesondere von Eichen) erst im zweiten oder dritten Anlauf, wenn dann Mykorrhiza mit angewendet wird. In einem grösseren Versuch der Universität Göttingen in devastierten Böden des Uranabbaus und auf Kohlehalden wurden deutliche Verbesserungen bezüglich der Vitalität und des Wachstums an mykorrhizierten Ahornen, Douglasien und Rot-Eichen nachge-

gen mit selektierten Pilzstämmen erwogen werden, die sich unterstützend für die Wasserversorgung, die Temperatur-



Besonders Stadt- und Strassenbäume sind auf eine externe Zugabe von Mykorrhiza angewiesen.

wiesen. Bei den Eichen überlebten gar nur die Varianten die beimpft worden waren.

Bei der Deutschen Grossbaum Gesellschaft (DGG) gehört die Mykorrhizabehandlung seit drei Jahren im Rahmen von Grossbaumverpflanzungen zum Standard. Mehr als 80 Prozent der verpflanzten Bäume erhalten einen Impfstoff.

Auch im Zeichen des Klimawandels sollten gezielte Mykorrhiza-Behandlungen

verträglichkeit und die Stresstoleranz auswirken.

Impfmethoden

Bei Neuanpflanzungen von Bäumen ist der Impfstoff als Substrat wurzelnah in das ausgehobene Pflanzloch kurz vor dem Pflanzen auszustreuen und vor dem Verfüllen des Pflanzloches an die Ballenseiten aufzutreiben. Ist eine Beimpfung nach dem Pflanzen erforderlich, wird der Impfstoff mit dem Spaten in eine Tiefe

von fünf bis dreissig Zentimeter an den Ballen gebracht. Diese «Impfstellen» sind gleichmässig zu verteilen und mit jeweils 100 ml Impfstoff zu versehen.

Bei bereits bestehenden Bäumen wird der Impfstoff als Substrat in die Nähe der Feinwurzeln eingebracht. Im Wurzelbereich werden mit einem Spaten oder Pflanzkeil Schlitze in den Boden gestochen, die mindestens zwanzig Zentimeter Tiefe haben. Die Schlitze sind radial anzuordnen und gleichmässig auf den durchwurzelten Bereich zu verteilen. Der geringste Abstand der Impfstellen (Schlitze) zum Stamm sollte bei beengten Standortverhältnissen fünfzig Zentimeter nicht unterschreiten. Bei freistehenden Bäumen ohne Einengung des Wurzelraumes sollte der geringste Abstand zirka ein Meter betragen. Beim Einstecken ist darauf zu achten, dass keine stärkeren Wurzeln verletzt werden. Je Impfstelle werden 125 ml Impfstoff in den Schlitz eingebracht und durch «Nachstechen» mit dem Spaten oder Pflanzkeil im Schlitz verteilt.

Die Auswahl des Mykorrhiza-Pilzes muss der Pflanzenart angepasst sein, damit eine Symbiose erfolgen kann. Die Firma Hortima verfügt über eine Liste, die angibt, welcher Pilz zu welcher Baumart passt. Siehe im Internet unter www.hortima.ch.

Versuche in Italien

Die Professoren Francesco Ferrini und Alessio Fini von der Universität Florenz führen seit 2005 Mykorrhizaversuche in Mailand und Florenz durch. Ihr Focus liegt auf dem Einsatzort «Stadt» und der Optimierung der CO₂-Aufnahme der mykorrhizierten Bäume. Auch ihnen ist klar, nur vitale Bäume wirken optimal gegen die negativen Effekte des Klimawandels. Und hierbei kommt der geeigneten Mykorrhiza eine wichtige Rolle zu. Nach der Beimpfung mit Mykorrhizapilzen, die zum grossen Teil in Italien isoliert und in Deutschland getestet und vermehrt worden sind, konnten die Wissenschaftler nachweisen, dass der Pilzpartner an *Celtis australis*, einem typischen mediterranen Stadtbaum, schon nach wenigen Monaten das Wachstum und den Gasaustausch in hohem Umfang verbesserte. Längere Wartezeiten, bis sich die Mykorrhiza nachweislich positiv auswirkte, gab es an Eschen. Hier konnten erst im zweiten Jahr geringe Unterschiede zur Kontrolle und einem weiteren Mykorrhizaimpfstoff festgestellt werden, dann aber im dritten Jahr hob sich eine Variante deutlich von den beiden anderen ab.