

# Mykorrhiza-Impfstoffe: auf die Qualität kommt es an

Mykorrhiza-Impfstoffe kommen in zunehmendem Maße auch in der Baumpflege zum Einsatz. Wichtig ist dabei neben der richtigen Kombination von passender Pilz- und Baumart vor allem auch die Qualität der Impfstoffe.

Seit den 60er und 70er Jahren finden effektivere Beimpfungsmethoden in großem Umfang Anwendung. Dies sind die Beimpfung mit Pilzsporen und mit sterilen Myzelkulturen (Myzel = Pilzgeflecht). Bei der Beimpfung mit Pilzsporen stammt der Impfstoff in der Regel aus dem sporentragenden Inneren von Bauchpilzen (beispielsweise Kartoffel-Bovist oder Erbsenstreuling), weil sich nur bei diesen Pilzen das Sporenpulver ohne hohen Aufwand gewinnen lässt. In getrocknetem Zustand ist dieser Impfstoff zumeist lange haltbar und lässt sich gut im Boden verteilen.

In den südlichen USA und weltweit in vielen sonnig/trockenen Klimazonen kommt der Pilz Erbsenstreuling (*Pisolithus tinctorius*) zur Aufforstung schwierigster Standorte mit großem Erfolg zumeist an verschiedenen Kiefern- und Eukalyptus-Arten zum Einsatz. In dieser Kombination von passender Pilz- und Baumart an geeignetem (trocken-heißem) Standort ist die Sporenbepfung

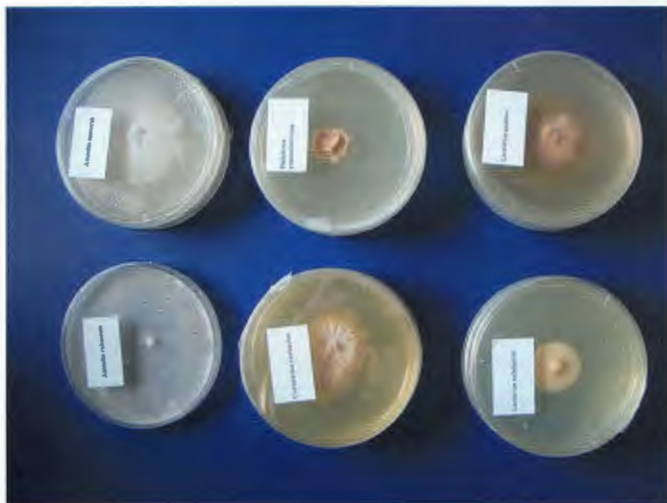
sehr effektiv und kostengünstig. So konnte zum Beispiel 1998 eine große Forstbaumschule in Portugal, die einige Millionen Container-Pflanzen produziert, für weniger als 500 Euro vollständig mit Erbsenstreulings-Sporen versorgt werden.

In unseren Breiten ist die Sporenbepfung – insbesondere mit der Pilzart *Pisolithus* – wesentlich kritischer zu sehen, weil die Keimrate der Pilzsporen, je nach Pilzart und Standortvoraussetzung am Ort der Anwendung erheblich unter 0,1 Prozent liegen kann. Bei solchen Keimraten ist eine sichere Besiedlung der Feinwurzeln nicht gewährleistet. In Mitteleuropa tritt der Erbsenstreuling daher natürlicherweise auch nur an extrem warmen und trockenen „Sonderstandorten“ wie sonnenexponierten Bahndämmen und Bergehalden auf. Mit Inokulum (Impfstoff) aus steril angezogenem Pilzmyzel lassen sich



Guter Mykorrhiza-Partner: der Steinpilz.

unter hiesigen Standortvoraussetzungen wesentlich sicherer und gezielter Mykorrhizen an den Feinwurzeln von Bäumen und Sträuchern etablieren. So gelang es in Österreich erst durch eine solche künstliche Beimpfung die lawinengefährdeten Hochgebirgshänge der Alpen wieder aufzuforsten. Diese Anzuchtmethode eignet sich nur für Pilzarten, bei denen ein starkes Wachstum auf künstlichen Nährböden zu erreichen ist. Die Vermehrung des Pilzgeflechtes findet in der Regel auf Substraten statt, die etwa 90 Minuten bei über 120 Grad Celsius hitzebehandelt werden. So können die Pilze nahezu ohne Konkurrenzorganismen und unter Zugabe von verschiedensten Nährstoffen wachsen. Als besonders geeignet für dieses Verfahren hat sich der Kahle Krempling (*Paxillus involutus*) herausgestellt. Dieser Pilz wurde in Deutschland in den 80er- und 90er-Jahren insbesondere an der Versuchsanstalt für Pilzanbau und von der Gesellschaft für angewandte Mykologie und Umweltstudien



Verschiedene Mykorrhizapilze als Reinkulturen.



Sporenpulver vom Erbsen-Streuling

(GAMU) erforscht und zur Anwendung gebracht. Aber auch die Verwendung dieses Pilzes birgt Schwierigkeiten, so geht nicht jeder Pilzstamm des Kahlen Kremlings eine Symbiose mit Pflanzen ein, sondern ein Teil dieser Pilze ernähren sich bereits in der Natur rein saprophytisch, also von toter organischer Substanz. Weitere Stämme verlieren durch die künstliche Haltung die Symbiosfähigkeit und die Konkurrenzkraft. So ist für diese Methode eine ständige, kostenintensive Überprüfung der Symbiose- und Konkurrenzfähigkeit (eigentlich) zwingend erforderlich.

In der Baumpflege kam dieser Impfstoff von der GAMU von 1993 bis 1999 erfolgreich zur Sanierung von Altbäumen zum Einsatz (siehe auch Beitrag von Prof. Fröhlich in baumzeitung 3/04), wobei häufig zusätzlich sogenannte Depotpflanzen im Wurzelraum

gepflanzt wurden. Die bereits mit dem Kahlen Kremling beimpften Jungpflanzen (Eiche, Buche und Bärenbeere) stellten so die Symbiosfähigkeit des verwendeten Pilzstammes sicher.

Aufbauend auf die Ergebnisse der Versuchsanstalt für Pilzanbau und der GAMU produziert MycoMax seit 1999 Impfstoffe, die nicht mehr auf sterilen Substraten angezogen werden müssen. Hierdurch umgeht man die oben beschriebenen Gefahren und es ist zudem möglich, eine Reihe von sehr leistungsfähigen Mykorrhizapilzen zu nutzen. Somit steht ein weitaus größeres Artenspektrum für die Beimpfung verschiedener Baumarten zur Verfügung. Von diesem Impfstofftyp sind in Deutschland mittlerweile mehr als 10 000 Liter erfolgreich ausgebracht worden.

Mit den drei letzten beschriebenen Methoden lassen sich Impfstoffe von den so-

nannten Ekto-Mykorrhizapilzen herstellen, hierzu gehören viele Basidiomyceten (unter anderem Täublinge, Röhrlinge, Knollenblätterpilze und einige Bovisten) sowie einige Ascomyceten (wie die Trüffel). Diese Pilze sind die Symbiosepartner von Eiche, Buche, Hainbuche, Tanne, Fichte, Kiefer und einigen anderen Baumarten (vergleiche Tab. 1). Bei dem zweiten Typ, den Endo-Mykorrhizapilzen, lassen sich bislang keine (vegetativen) Reinkulturen herstellen. Hier funktioniert die Impfstoffproduktion ausschließlich an den Wurzeln von geeigneten Trägerpflanzen. Diese Pilze gehören zu den Jochpilzen, haben keine deutschen Namen und sind fast nur mit einer Lupe oder unter dem Mikroskop zu erkennen. Zu den typischen Baumarten, mit denen diese Pilze eine Lebensgemeinschaft eingehen gehören unter anderem Ahorn, Platane, Ross-Kastanie und die Obstgehölze. An einige Baumarten (wie Linde, Pappel, Weide) kommen sowohl Ekto- als auch Endo-Mykorrhizen vor. Hierbei finden sich die Endomykorrhizen eher an Jungbäumen und an feuchten Standorten, die Ektomykorrhiza eher an ältern Bäumen und in trockeneren Böden.

## Der „richtige“ Impfstoff

Unter all diesen Vorgaben ist es verständlich, dass bei der Anwendung und Auswahl von Mykorrhiza-Impfstoffen Fehler unterlaufen können, die den Erfolg eines Mykorrhiza-Einsatzes in Frage stellen. Daher sollten folgende Grundsätze und Qualitätsanforderungen beachtet werden. Diese Hinweise entsprechen den Anforderungen der FLL „Standortverbesserung“ (im Gelbdruck). Damit der Einsatz von Impfstoffen den erwünschten Erfolg zeigt – und die Wirkung nicht nachteilig beeinträchtigt wird – ist folgendes zu beachten:

1. Um einer Artenverfälschung der „Pilzflora“ vorzubeugen, sollten nur Pilzstämme

## Die Anfänge: Impfen mit Waldboden

Die ersten künstlichen Beimpfungen von Bäumen erfolgten in den 20er Jahren des letzten Jahrhunderts. Damals war es üblich, bei Neupflanzungen Waldboden mit in das Pflanzloch hineinzugeben. Diese simple Methode fand auch bei der Neuanlage von Baumschulen Anwendung, nachdem es einige Fehlschläge in waldfreien Arealen gab. Nur mittels Zugabe von natürlich verpilztem Waldboden war es möglich, hier Pflanzen aus Saatgut hochzuziehen. Neben den Vorteilen dieser Methode, zu denen auch die geringen Kosten zählen, treten bei der Waldboden-Beimpfung aber

auch zwei gravierende Nachteile auf. Es lässt sich bei dieser Methode zum einen nicht gewährleisten, dass nur die „guten Mykorrhizapilze“ übertragen werden, sondern es können auch Schadpilze (wie Phytophthora, Verticillium oder Hallimasch), pflanzenschädigende Bakterien und Viren oder tierische Schaderreger (wie Nematoden und Käferlarven) in die Kultur gelangen. Zum anderen lässt sich vorab keine Aussage über die Qualität der erhaltenen Mykorrhizapilze treffen. Somit birgt diese Methode zwei erhebliche Risiken.



Sehr junge Birken-Mykorrhiza

heimischer Arten zur Anwendung kommen. Eine Ausnahme ist nur für extreme Sonderstandorte sinnvoll oder bei der Pflanzung von nicht heimische Baumarten.

2. Die Auswahl von Ekto- oder Endomykorrhiza-Impfstoff ist passend zur Fähigkeit der Baum- oder Strauchart auszuwählen, ob sie Ekto- oder Endomykorrhiza an den Feinwurzeln ausbilden. Die Beimpfung von Gehölzen mit einem nicht kompatiblen Impfstoff ist auszuschließen.

3. 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 (zum Beispiel nur mit Laub- oder Nadelgehölzen).

4. Die Impfstoffe sollten nicht auf sterilen Substraten angezogen sein, da der „Übergang“ in unsterilen Böden oder Substrate unsicher ist.

An die Mykorrhiza-Impfstoffe sind folgende Qualitätsanforderungen zu stellen:

a) für Ektomykorrhiza-Impfstoffe:

- Der Nachweis über die Freiheit von zoosporenbildenden Schadpilzen.
  - Der Impfstoff muss eine Lagerfähigkeit von mindestens 30 Tagen haben. Im MPN-Test nach infektiösen Einheiten (Feldmann und Idczak 1992) muss der Impfstoff den Nachweis erbringen, dass er 1:25 verdünnbar ist.
- b) 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.
- Durch diese Testverfahren lässt sich der



Impfstoff auf unsterilem Substrat

Nachweis erbringen, dass die Impfstoffe in einer ausreichenden „Dichte“ an die Wurzeln kommen und dass sie in der Lage sind, dort auch tatsächlich die erwarteten Leistungen zu erbringen. In der Kombination dieser grundsätzlichen Vorgaben und der Qualitätsanforderungen an die Impfstoffe lässt sich eine sehr hohe Erfolgsquote bei der Beimpfung von Jungbäumen und der Sanierung von Altbäumen erreichen.

Dr. Jürgen Kutscheidt, Krefeld

## Liste der geeigneten Mykorrhiza-Impfstoffe für Straßenbäume

| Baumgattung                        | Ekto-Mykorrhiza | Endo-Mykorrhiza | Baumgattung                         | Ekto-Mykorrhiza | Endo-Mykorrhiza |
|------------------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------------------|-----------------|-----------------|
| <i>Abies</i> / Tanne               | +               |                 | <i>Liriodendron</i> / Tulpenbaum    |                 | +               |
| <i>Acer</i> / Ahorn                |                 | +               | <i>Magnolia</i> / Magnolia          |                 | +               |
| <i>Aesculus</i> / Kastanie         | +               |                 | <i>Malus</i> / Apfelbaum            |                 | +               |
| <i>Ailanthus</i> / Götterbaum      |                 | +               | <i>Metasequoia</i> / Urweltmammutb. |                 | +               |
| <i>Alnus</i> / Erle                | +               |                 | <i>Ostrya</i> / Hopfenbuche         | +               |                 |
| <i>Amelanchier</i> / Felsenbirne   |                 | +               | <i>Picea</i> / Fichte               | +               |                 |
| <i>Betula</i> / Birke              | +               |                 | <i>Pinus</i> / Kiefer               | +               |                 |
| <i>Carpinus</i> / Hainbuche        | +               |                 | <i>Platanus</i> / Platane           | (+)             | +               |
| <i>Castanea</i> / Marone           | +               |                 | <i>Populus</i> / Pappel             | +               |                 |
| <i>Catalpa</i> / Trompetenbaum     |                 | +               | <i>Prunus</i> / Kirsche             | (+)             | +               |
| <i>Cedrus</i> / Zeder              | +               |                 | <i>Pseudotsuga</i> / Douglasfichte  | +               |                 |
| <i>Celtis</i> / Zürgelbaum         |                 |                 | <i>Pterocarya</i> / Flügelnuss      |                 | +               |
| <i>Chamaecyparis</i> / Scheinzyp.  |                 | +               | <i>Pyrus</i> / Birne                | (+)             | +               |
| <i>Corylus</i> / Hasel             | +               |                 | <i>Quercus</i> / Eiche              | +               |                 |
| <i>Crataegus</i> / (Weiß/Rot)-Dorn | (+)             | +               | <i>Robinia</i> / Schein-Akazie      |                 | +               |
| <i>Fagus</i> / Buche               | +               |                 | <i>Salix</i> / Weide                | +               | +               |
| <i>Fraxinus</i> / Esche            | (+)             | +               | <i>Sophora</i> / Schnurbaum         |                 | +               |
| <i>Ginkgo</i> / Fächerblattbaum    |                 | +               | <i>Sorbus</i> / Eberesche/Mehlbeere | (+)             | +               |
| <i>Gleditsia</i> / Lederhülsenbaum |                 | +               | <i>Tilia</i> / Linde                | +               | +               |
| <i>Juglans</i> / Walnussbaum       |                 | +               | <i>Taxus</i> / Eibe                 |                 | +               |
| <i>Koelreuteria</i> / Blasenbaum   |                 | +               | <i>Thuja</i> / Lebensbaum           |                 | +               |
| <i>Larix</i> / Lärche              | +               |                 | <i>Ulmus</i> / Ulme                 | +               | +               |
| <i>Liquidambar</i> / Amberbaum     |                 | +               |                                     |                 |                 |

Tabelle: Dr. Jürgen Kutscheidt