Kiefernmykorrhizen und ihre Diversität auf unterschiedlich stickstoffbelasteten Standorten im nordostdeutschen Tiefland

Jens Wöllecke, Babette Münzenberger und Reinhard F. Hüttl

Synopsis

Diversity of pine mycorrhyzas in differently nitrogen impacted stands of northeastern Germany

In two Scots pine stands of eastern Gerrnany exposed to different N-deposition regimes (low, i.e. reference and high N load) the diversity of the mycorrhiza coenosis was investigated. At the N-impacted site the mycorrhizal frequency (percentage of mycorrhizae on total amount of root tips) was remarkably low with seasonal frequencies down to 27%. To judge the surface area relevant for nutrient exchange between mycorrhizae and soil, the projection area of the mycorrhizae was determined (using image analysis). Whereas at the reference site most of the protection area was found in the organic layer, at the high N-impacted site no such difference between organic layer and mineral top soil was present. Also, the projection area was much smaller at the latter site, where only 12 mycorrhizal types were found, instead of 19 types at the reference site. From these data it could be hypothesized, that the pine trees at the N-impacted stand are probably less flexible regarding their adaptation potential to natural stress factors such as summer drought or longer frost periods.

Ectomycorrhizae, Pinus sylvestris, diversity, nitrogen deposition, fine roots

Ektomykorrhiza, Pinus sylvestris, Diversität, Stickstoffbelastung, Feinwurzeln

1 Einleitung

Durch atmosphärische Stoffeinträge aus der landwirtschaftlichen Düngung, aus Großmastbetrieben und aus Industrieanlagen sowie durch forstliche Düngungsmaßnahmen wurden die Forstökosysteme in Nordostdeutschland in den letzten Jahrzehnten stark verändert (HOFMANN 1996). Die meisten heimischen Baumarten bilden mit höheren Pilzen sog. Ektomykorrhizen im Boden aus. Durch hohe Stickstoffkonzentrationen im Boden kann die Mykorrhizierung negativ beeinflußt werden (HAUG & FEGER 1990, ARNEBRANT & SÖDERSTRÖM 1992, ARNEBRANT 1994). Im Rahmen des Verbundforschungsprojektes »Waldökosystemforschung Eberswalde« wird die Mykorrhizierung in zwei Kiefernforsten (*Pinus sylvestris* L.) unterschiedlicher N-Belastung untersucht. Der stickstoffbelastete Standort Bayerswald grenzt unmittelbar an das Industriegelände des ehemaligen Petrochemischen Kombinates (PCK) in Schwedt, das in der Vergangenheit hohe Stickstoffemissionen freigesetzt hat. Der Referenzstandort Hubertusstock liegt dagegen in einem größeren zusammenhängenden Waldgebiet des Biosphärenreservates Schorfheide Chorin.

2 Untersuchungsgebiete und Methoden

Die Untersuchungsstandorte sind in bezug auf klimatische und bodenkundliche Parameter vergleichbar (KOPP & SCHWANECKE 1994, HOFMANN 1996). Für beide Flächen gilt: Jahresniederschlag: 500–600 mm; Jahresmitteltemperatur: 8,0–8,5°C; Humusform: Moder; Bodentyp: Podsol-Braunerde; Bodenart: fS bis mS; pH-Wert: 4,2; Bestandesalter: 70 bzw. 73 Jahre.

Durch eine Düngemittelfabrik auf dem Gelände des »PCK« (s.o.) wurden in den 80er Jahren im Bestand Bayerswald Stickstoffmengen von über 34 kg/ha•a eingetragen (SIMON & WESTENDORFF 1991). Die nähere Charakterisierung der Standorte ist STEINER et al. (1996) zu entnehmen.

Mit einem Bodenbohrer (8 cm i. D.) wurden vier mal jährlich je 12 Bohrkerne entnommen. Die Kiefernwurzeln und ihre Mykorrhizen wurden nach Bodenhorizonten (Humusauflage, Mineralboden 0–10 cm) getrennt aussortiert und der Mykorrhizierungsgrad (Anteil mykorrhizierter Wurzelspitzen an der Gesamtzahl der vitalen Wurzelspitzen) bestimmt. Mittels Echtfarbbildanalyse (Olympus CUE3) wurden die Projektionsflächen der Mykorrhizen vermessen. Die Determination beschriebener Mykorrhizen erfolgte nach AGERER (1987–1996) und AGERER & RAMBOLD (1996).

3 Ergebnisse

Der Mykorrhizierungsgrad betrug in Hubertusstock in der Humusauflage zwischen 82 und 97% (Abb. 1). In Bayerswald traten dagegen größere jahreszeitliche Schwankungen auf. Nach einer lang anhaltenden Bodenfrostperiode im Frühjahr 1996 kam es zu einem Rückgang des Mykorrhizierungsgrades auf 27% und im darauffolgenden trockenen Sommer auf 55%. Die Projektionsfläche der Mykorrhizen ist in Abb. 2 dar-

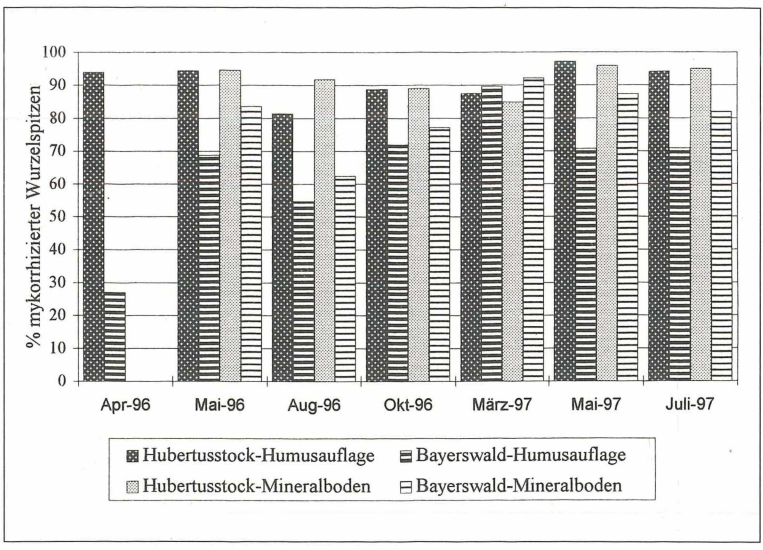

Abb. 1
Mykorrhizierungsgrad (Anteil der Mykorrhizen an der Gesamtzahl vitaler Wurzelspitzen) der N-belasteten Fläche Bayerswald und des Referenzstandortes Hubertusstock.

Fig: 1
Mycorrhizal frequency (percentage of mycorrhizae on total amount of vital root tips) at the N-impacted site Bayerswald and the reference site Hubertusstock.

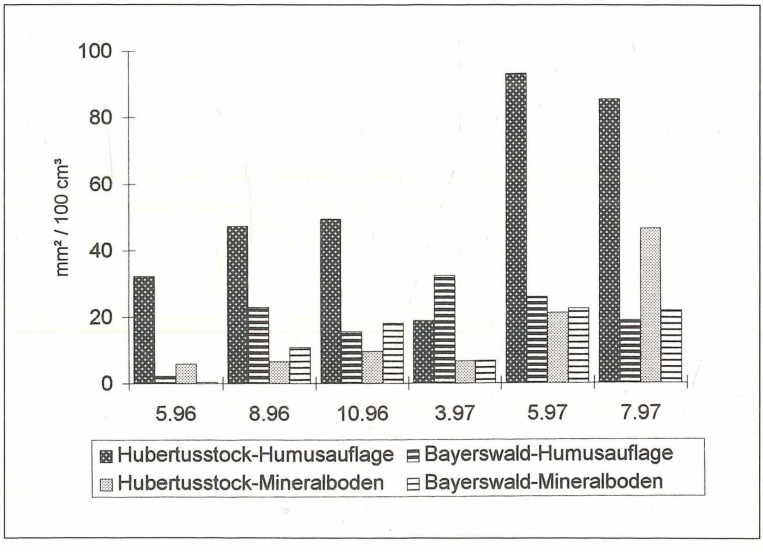

Abb. 2
Projektionsfläche der Mykorrhizen in Humusauflage bzw. Mineralboden (mm²/100cm³) der Referenzfläche Hubertusstock und der N-belasteten Fläche Bayerswald.

Fig. 2
Projection area of mycorrhizae in the organic or mineral soil layer (mm²/100 cm³) at the reference site Hubertusstock and the N-impacted site Bayerswald.

gestellt. Die Kiefern im Bestand Hubertusstock wiesen eine deutlich größere Projektionsfläche auf als die im Bestand Bayerswald. Der signifikant größere Anteil der Mykorrhizafläche war in beiden Beständen in der Humusauflage zu finden, wobei der Unterschied zwischen Humusauflage und Mineralboden in Bayerswald nur gering war. Im Herbst 1996 und im Juli 1997 überstieg dort die Mykorrhizafläche des Mineralbodens sogar leicht die der Humusauflage.

Ferner wurde in Bayerswald eine reduzierte Artenzahl an Mykobionten nachgewiesen. So konnten im Untersuchungszeitraum in Hubertusstock bis zu 19 Mykorrhizaformen ermittelt werden. In Bayerswald waren es dagegen nur 12 Formen, die alle auch in Hubertusstock vorkamen.

Die Zusammensetzung der Mykorrhizazönose war auf den beiden Untersuchungsflächen unterschiedlich (Abb. 3). So dominierte *Pinus sylvestris-Russula ochroleuca* (Form 2) in Hubertusstock während der meisten Beprobungen, wogegen sie in Bayerswald fehlte. *P.s.-Pinirhiza arachnorosea* (Form 3) fehlte hier ebenfalls. An diesem Standort trat dagegen die Form 4 dominant bis eudominant auf. Form 1 (*P.s.-Cenococcum geophilum*) und Form 5 (*P.s.-Xerocomus badius*) waren in dieser Zönose in wechselnden Anteilen vertreten, während sie am Standort Hubertusstock in gleichbleibenden Anteilen zu finden waren.

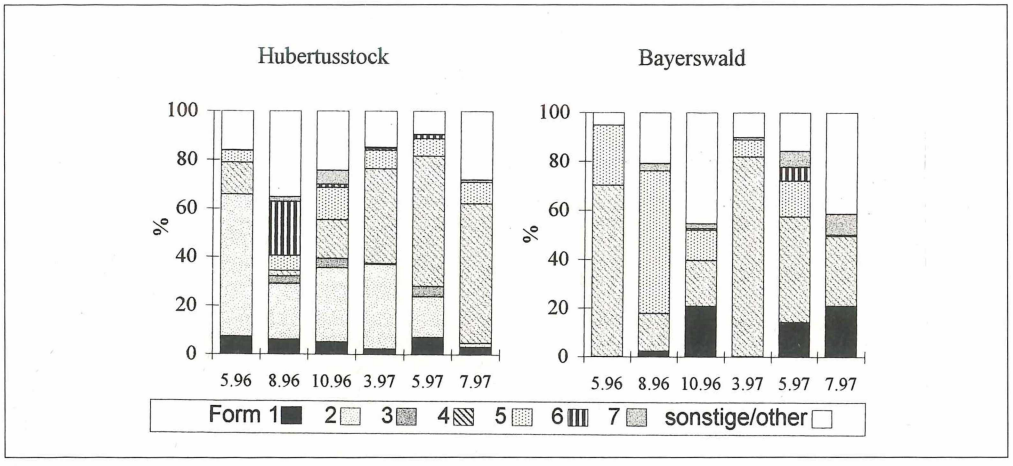

Abb. 3
Dominanzstruktur der Mykorrhizazönose der Untersuchungsflächen Hubertusstock (geringe N-Belastung) und Bayerswald (hohe N-Belastung). – Form 1 = *Cenococcum geophilum*, 2 = *Russula ochroleuca*, 3 = *Pinirhiza arachnorosea*, 5 = *Xerocomus badius*, 4, 6, 7 = unbestimmte Mykorrhizaformen.

Fig. 3
Dominance features of the mycorrhiza coenosis of the investigation sites Hubertusstock (low N-deposition) and Bayerswald (high N-deposition). – type 1 = *Cenococcum geophilum*, 2 = *Russula ochroleuca*, 3 = *Pinirhiza arachnorosea*, 5 = *Xerocomus badius*, 4, 6, 7 = unknown mycorrhizal types.

4 Diskussion

Bei der Bewertung immissionsbedingter Veränderungen in Waldökosystemen spielen die Biodiversität der Mykorrhizaformen und ihr zahlenmäßiges Vorkommen eine große Rolle. Am Standort Hubertusstock ließ sich fast ganzjährig ein hoher Mykorrhizierungsgrad der Kiefernwurzelspitzen von annähernd 90% nachweisen. Auch DAHLBERG (1990) ermittelte in naturnahen Forstökosystemen bei der Kiefer Mykorrhizierungsgrade dieser Größenordnung. Der durch Stickstoff belastete Standort Bayerswald zeigte hingegen ausgeprägte jahreszeitliche Schwankungen des Mykorrhizierungsgrades mit einem zeitweiligen Rückgang der Mykorrhizierung auf 27%. In Düngeversuchen fanden RITTER & TÖLLE (1978) eine Reduzierung des Mykorrhizierungsgrades auf 55% erst bei Stickstoffgaben von 3000 kg/ha*a. Der eutrophierte Standort Bayerswald ist offensichtlich nicht in der Lage, auf kurzfristige, einschneidende Witterungseffekte plastisch zu reagieren. Besonders auffallend waren die geringe Projektionsfläche der Mykorrhizen und die niedrige Zahl der Mykorrhizaformen am Standort Bayerswald. Eine geringe Mykorrhizafläche und ein niedriger Mykorrhizierungsgrad lassen durch die Abnahme der Austauschoberfläche zwischen Bodensubstrat, Mykobiont und Phytobiont eine ineffiziente Nährstoffversorgung für Nährelemente erwarten. Ferner ist der Schutz vor Pathogenen bei einem niedrigen Mykorrhizierungsgrad beeinträchtigt. Die Bedeutung der geringen Zahl der Mykorrhizaformen für die Vitalität und Stabilität der Kiefern unter hohen Stickstoffeinwirkungen müssen weiterführende Untersuchungen klären.

Danksagung

Die Untersuchungen werden vom BMBF unter dem Förderkennzeichen 0339670 unterstützt.

Literatur

AGERER, R., 1987–1996: Colour Atlas of Ectomycorrhizae. – Eichhorn, Schwäbisch Gmünd

AGERER, R. & G. RAMBOLD, 1996: DEEMY v. 1.0 – a DELTA-based system for characterization and DEtermination of EctoMYcorrhizae. – Institute for Systematic Botany, Section Mycology, University of München

ARNEBRANT, K., 1994: Nitrogen amendments reduce the growth of extramatrical ectomycorrhizal mycelium. Mycorrhiza 5: 7–15.

ARNEBRANT, K. & B. SÖDERSTRÖM, 1992: Effects of different fertilizer treatments on ectomycorrhizal colonization potential in two Scots pine forests in Sweden. Forest Ecol. Manage. 53: 77–89.

DAHLBERG, A., 1990: Effect of soil humus cover on the establishment and development of mycorrhiza on containerised *Pinus sylvestris* L. and *Pinus contorta* ssp. *latifolia* Engelm. after outplanting. – Scand. J. For. Res. 5: 103–112.

HAUG, I. & K.H. FEGER, 1990: Effects of fertilization with $MgSO_4$ and $(NH_4)_2SO_4$ on soil solution chemistry, mycorrhiza and nutrient content of fine roots in a Norway spruce stand. Water Air and Soil Pollut. 54: 453–467.

HOFMANN, G., 1996: Vegetationswandel in den Wäldern des nordostdeutschen Tieflandes. – Mitt. Bundesforschungsanst. Forst- u. Holzwirtsch. 185: 45–72.

KOPP, D. & W. SCHWANECKE, 1994: Standörtlich-naturräumliche Grundlagen ökologiegerechter Forstwirtschaft. – Berlin, 340 S.

RITTER, G. & H. TÖLLE, 1978: Stickstoffdüngung in Kiefernbeständen und ihre Wirkung auf Mykorrizabildung und Fruktifikation der Symbiosepilze. – Beitr. f. d. Forstwirtsch. 4: 162–166.

SIMON, K.-H. & K. WESTENDORFF, 1991: Stoffeinträge mit dem Niederschlag in Bestände des nordostdeutschen Tieflandes in den Jahren 1985–1989. – Beitr. f. d. Forstwirtsch. 25 (4): 177–180.

STEINER, A., SCHNEIDER, B.U., WÖLLECKE, J., MÜNZENBERGER, B., KRAKAU, U., BOLTE, A., FISCHER, T., HÜTTL, R.F., 1996: Strukturen und Stoffumsätze in ober- und unterirdischen Bestandesteilen unterschiedlich N-belasteter Kiefernökosysteme. – Mitt. Bundesforschungsanst. Forst- u. Holzwirtsch. 185: 237–239.

Adressen

Jens Wöllecke
BTU Cottbus
Lehrstuhl für Bodenschutz und Rekultivierung.
c/o Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF)
Institut für Mikrobielle Ökologie und Bodenbiologie
Dr.-Zinn-Weg 18
16225 Eberswalde
E-mail: jwoellecke@zalf.de

Dr. Babette Münzenberger
Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF)
Institut für Mikrobielle Ökologie und Bodenbiologie
Dr.-Zinn-Weg 18
16225 Eberswalde
E-mail: bmuenzenberger@zalf.de

Prof. Dr. Reinhard F. Hüttl
BTU Cottbus
Lehrstuhl für Bodenschutz und Rekultivierung
Universitätsplatz 3–4
Postfach 101344
03044 Cottbus
E-mail: huettl@umwelt.tu-cottbus.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie

Jahr/Year: 1997

Band/Volume: 28_1997

Autor(en)/Author(s): Wöllecke Jens, Hüttl Reinhard F., Münzenberger Babette

Artikel/Article: Kiefernmykorrhizen und ihre Diversität auf unterschiedlich stickstoffbelasteten Standorten im nordostdeutschen Tiefland 259-262