

# Lysimeteruntersuchungen zur Mykorrhizawirkung an Energiepflanzen

Axel Behrendt<sup>1</sup>, Jana Monk<sup>2</sup>, Lothar Müller<sup>3</sup>, Marion Tauschke<sup>3</sup> und Frank Eulenstein<sup>3</sup>

## Zusammenfassung

In Lysimeterversuchen mit unterschiedlichen Energiepflanzen (Sonnenblumen, *Helianthus annuus*; Steinklee, *Melilotus officinalis*; Zuckerhirse, *Sorghum bicolor*) sowie hohen und tiefen Grundwasserständen wurde der Einfluss einer Beimpfung mit einem kommerziellen Mykorrhizapräparat auf Wassereffizienz und Biomassebildung dieser Pflanzen untersucht. Die unterschiedlichen Pflanzenarten reagierten nicht einheitlich auf eine Beimpfung mit Mykorrhiza. Insbesondere bei Sonnenblumen ließen sich durch die Mykorrhizabehandlung, selbst bei hohen Grundwasserständen, signifikant höhere Biomassen erzielen. Ein ähnliches Bild zeigten die Steinkleelysimeter wobei hier die Unterschiede zwischen behandelten und unbehandelten Varianten etwas geringer ausfielen.

Die Ergebnisse dieser Lysimeterversuche machen deutlich, wie stark Biomassebildung und Wassereffizienz von Nutzpflanzen durch das Zusammenwirken von Pflanzenarten, Böden, Grundwasserständen und der Mykorrhizierung bestimmt wird.

## Summary

Lysimeter experiments were conducted to investigate the influence of a commercial mycorrhiza product on the water use efficiency and biomass production of three different 'energy plants' (Sunflower, *Helianthus annuus*; Sweet clover, *Melilotus officinalis*; Sweet sorghum, *Sorghum bicolor*) when exposed to high or low ground-water levels. Results showed that different plant species responded differently to the application of mycorrhizal fungi. The mycorrhiza application in sunflowers resulted in a significantly higher biomass at high ground-water levels. Similar results were observed for Sweet clover, but the differences between treated and untreated plants were less pronounced. In contrast, Sweet sorghum developed a higher biomass in untreated soil compared to the mycorrhiza treatment, especially at low ground water levels which represents drought stress. The results indicate that biomass production and water efficiency depends on plant species, cultivar, soil type, ground-water levels and degree of mycorrhization.

## Einleitung

Bodenmikroorganismen, insbesondere arbuskuläre Mykorrhizapilze, finden bislang in der Praxis der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion kaum Berücksichtigung, obwohl ihre Bedeutung seit Jahrzehnten unbestritten und durch umfangreiche Literatur belegt ist (Übersichten s. ALLEN 1991, BETHLENVALVAY & LINDERMAN 1992) und im Gartenbau zunehmende Anwendung erfährt (FELDMANN 1998, SCHNEIDER & GILLESSEN 2007).

Arbuskuläre Mykorrhizapilze kommen in nahezu allen natürlichen und landwirtschaftlichen Ökosystemen vor und besiedeln die Wurzeln von ca. 80% aller Pflanzengattungen, darunter auch der meisten Nutzpflanzen (mit Ausnahme z.B. der *Brassicaceae*).

Mykorrhizasymbiosen haben nicht nur einen direkten Einfluss auf die Pflanzenentwicklung, sondern sind auch anerkannte biotische Faktoren des Bodenschutzes und führen durch ihr weit verzweigtes Netzwerk zu verminderten Nährstoffauswaschungen, rascher Rezyklisierung von Nährstoffen und Verschiebungen des permanenten Welkepunktes der Wirte (Übersicht s. MILLER & JASTROW 1992).

Eine effektive Mykorrhiza könnte als Schlüsselfaktor, zukunftsfrüchtiger low input Anbausysteme für die effi-

ziente und umweltverträgliche Produktion von Biomasse fungieren.

In der Paulinenaauer Grundwasserlysimeteranlage können 15 unterschiedliche Bodenformen unter gleichen klimatischen Bedingungen untersucht werden. Diese repräsentieren die hydromorphen Böden des nordostdeutschen Jungpleistozäns und ermöglichen die experimentelle Bearbeitung vielfältiger Fragestellungen.

Lysimeteruntersuchungen sind unentbehrliche Bestandteile in der ganzheitlichen Betrachtungsweise von Agrarlandschaften. Ohne Lysimeterdaten wären Validierungen von Modellen, die zum Beispiel die Nährstoffauswaschung, Evapotranspiration oder Grundwasserneubildung von Landschaften errechnen, nicht denkbar.

Ob sich durch die Mykorrhizagranulanatanwendung in verschiedenen Böden bei unterschiedlichen Grundwasserständen positive Effekte auf die Biomassebildung und die Wassernutzungseffizienz von Energiepflanzen erzielen lassen, sollte in den Versuchen ermittelt werden.

## Material und Methoden

Die Lysimetergefäße sind durch eine Oberfläche von 1 m<sup>2</sup> und eine Tiefe von 1,5 m gekennzeichnet. Die Böden

<sup>1</sup> ZALF-Forschungsstation Paulinenaue, Gutshof 7, D-14641 PAULINENAUE

<sup>2</sup> AgResearch Limited, Lincoln Research Centre, Neuseeland

<sup>3</sup> Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) Müncheberg, Eberswalder Str. 84, D-15374 MÜNCHEBERG

\* Ansprechpartner: Dr. Axel Behrendt, [abehrendt@zalf.de](mailto:abehrendt@zalf.de)

in den Lysimetern umfassen Niedermoore verschiedener Mächtigkeit und Herkunft, Niedermoorefolgeböden wie Anmoore über Humusgleye bis zum Sandgley sowie lehmige Substrate (Auenböden mit unterschiedlicher Mächtigkeit der Auenlehmdecke und Sandtieflöhme), die meisten Böden wurden monolytisch entnommen.

Für die hier dargestellten Untersuchungen wurden hydro-morphe Mineralböden verwendet. Das waren Kalksandmoor und Sandhumusgley (FAO: Mollic Gleysol), Sandrosterde über Gley (Geyic Podsol) und Tieflöh-Amphigley (Stagno Eutric Gleysol).

Es wurden je Kultur ein hoher (40 cm unter Flur) und ein tiefer Grundwasserstand (100 cm u. Fl.) verwendet. In jeder Grundwasservariante gab es eine mit Mykorrhiza inokulierte Variante und eine Variante ohne Mykorrhiza.

Als Energiepflanzen kamen Sonnenblumen, Steinklee und Zuckerhirse zum Einsatz.

Während der Vegetationsperiode können die Grundwasserstände durch automatische Einspeisung von Zusatzwasser (simulierter Grundwasserstrom) auf dem jeweils gewünschten Niveau gehalten werden. Das nach Niederschlägen abfließende Grundwasser wird, nachdem es die Bodensäule passiert hat, in Behältern gesammelt und kann dann auf seine Inhaltsstoffe untersucht werden. Die Zufluss- und Abflusswassermengen werden täglich registriert.

Im 30-jährigen Mittel fielen in Paulinenaue 515 mm Jahresniederschlag, die Jahresmitteltemperatur betrug 8,9 °C. In der Vegetationsperiode (April-Oktober) waren es durchschnittlich 318 mm Niederschlag.

Von den angebauten Pflanzen wurden Biomasse, Trockensubstanz und Inhaltsstoffe bestimmt.

## Ergebnisse

Zunächst sollen die Mittelwerte der ersten 3 Versuchsjahre betrachtet werden. Im Sonnenblumenversuch sind im Dreijahresmittel deutlich höhere Erträge mit Mykorrhizabehandlung erreicht worden als ohne Behandlung und das nicht nur bei den tiefen Grundwasserständen von 100 cm unter Flur, was zu erwarten war, sondern auch bei den hohen Grundwasserständen von 40 cm (*Abbildung 1*). Bei tieferem Grundwasser hatte sogar die behandelte Variante trotz höheren Ertrages weniger Wasser verbraucht als die unbehandelte Variante. Schaut man sich die Ertragswerte im Verhältnis zum Wasserverbrauch genauer an, ist offensichtlich zu erkennen, dass die Mykorrhizierung zu einer deutlich besseren Wassernutzungseffizienz (WUE) führte. Die Unterschiede ließen sich mit Varianzanalysen bzw. Kovarianzanalysen statistisch absichern (*Tabelle 1*).

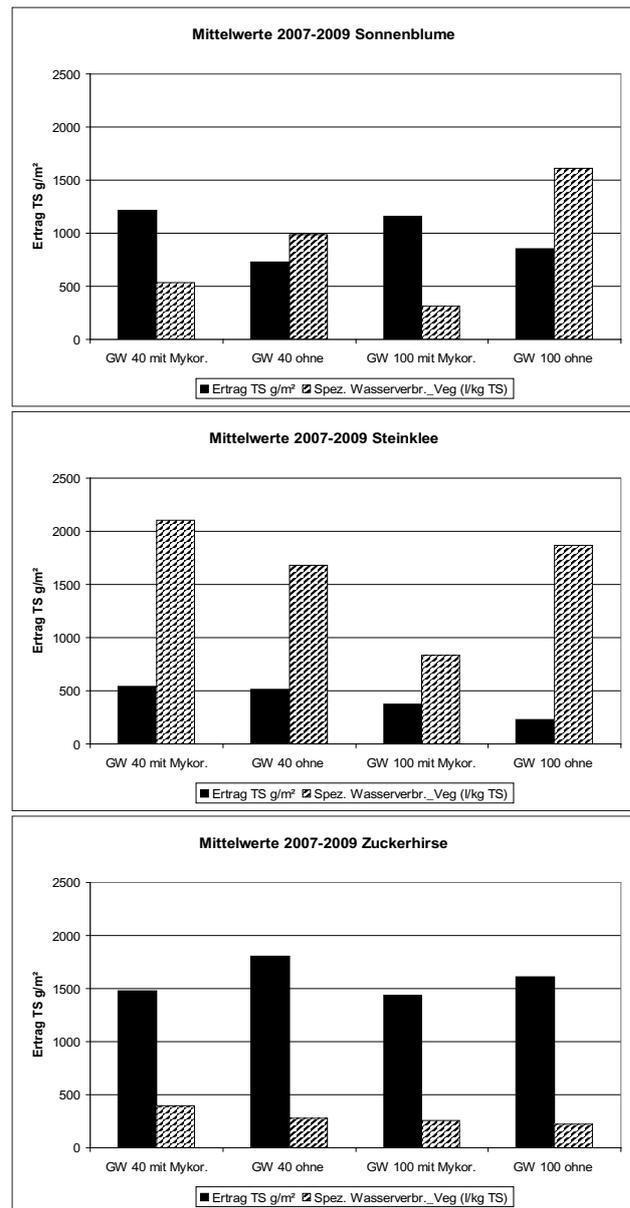
Das deckt sich mit Ergebnissen von GINANINAZZI et al. (2002) und FELDMANN & BOYLE (1998), die auch beobachteten, dass Mykorrhiza die Photosyntheseleistung der Nutzpflanzen positiv beeinflusste und zur Optimierung der Wasser- und Nährstoffeffizienz der Nutzpflanzen, zu erhöhter biotischer und abiotischer Stresstoleranz sowie Veränderungen der Pflanzenarchitektur verbunden mit erhöhter Biomassebildung führte.

Ein ähnliches Bild zeigten die Steinkleelysimeter wobei hier die Unterschiede zwischen behandelten und unbehandelten

**Tabelle 1: Wirkung von Mykorrhiza auf Ertrag und Effizienz der Wassernutzung**

Kultur	Ertrag TrM (g/m <sup>2</sup> )		WUE (g TrM/ kg Wasser)	
	ohne Mykorrhiza	mit Mykorrhiza	ohne Mykorrhiza	mit Mykorrhiza
Zuckerhirse	1631	1455	3,35	3,09
Steinklee	450	572	0,89	1,12
Sonnenblumen	965*	1264*	1,26*	1,82*

\* signifikant bei Alpha= 5%, \*\* signifikant bei Alpha= 1% (Varianzanalyse, 8 Wiederholungen pro Variante, t-Test), WUE = Water Use Efficiency



**Abbildung 1: Erträge und spezifischer Wasserverbrauch 2007-2009**

Varianten etwas geringer ausfielen. Aufgrund der recht geringen Erträge war hier ein sehr hoher spezifischer Wasserverbrauch zu verzeichnen, insbesondere in der Variante mit tiefem Grundwasser und ohne Mykorrhizabehandlung.

Die Dreijahresmittel der Zuckerhirselysimeter zeigten ein anderes Bild. Hier waren in den unbehandelten Varianten höhere Erträge zu verzeichnen. Vermutlich hatte die Zuckerhirse bei 100 cm Grundwasserstand (was Trockenstress bedeuten sollte) sogar bessere Bedingungen als bei sehr hohen Wasserständen. In weiteren Untersuchungen werden wir die Grundwasserstände der Trockenvariante noch tiefer einstellen müssen, um Trockenstressbedingungen zu initiieren.

Betrachtet man die Ergebnisse der einzelnen Jahre bestätigt sich die positive Wirkung der Mykorrhizabehandlung bei den Sonnenblumen und beim Steinklee bis auf wenige Ausreißer.

Beim Zuckerhirseanbau auf Tiefland-Amphigley ist in den letzten Versuchsjahren eine Trendwende zur positiven Mykorrhizawirkung zu beobachten. Die Ursachen hierfür sind noch nicht vollständig aufgeklärt und werden uns zukünftig noch beschäftigen. Witterungseinflüsse spielen zweifellos hierbei eine entscheidende Rolle. Das deutet sich an, wenn man die Wasserverbrauchswerte zeitlich höher

aufgelöst und in Verbindung mit den Niederschlagsereignissen betrachtet.

## Literatur

- ALLEN, M.F., 1991: The ecology of mycorrhizae. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- BETHLENFALVAY, G.J. and R.G. LINDERMAN, 1992: Mycorrhizae in sustainable agriculture; vol. 54. Madison: ASA.
- FELDMANN, F., 1998: Symbiontentechnologie in der Praxis, Arbuskuläre Mykorrhiza im Gartenbau, Thalacker Medien, Braunschweig, S. 29.
- FELDMANN, F. and C. BOYLE, 1998: Concurrent development of arbuscular mycorrhizal colonization and powdery mildew infection on three *Begonia hiemalis* cultivars. Zeitschrift für Pflanzenkrankh. und Pflanzenschutz 105 (2), 121-129.
- GIANINAZZI, S., H. SCHUEPP, K. HASELWANDTER and J. BAREA, 2002: Mycorrhizal technology in agriculture – from genes to bioproducts. Birkhauser Verlag.
- MILLER, R.M. and J.D. JASTROW, 1992: The role of mycorrhizal fungi in soil conservation. ASA Special , 29-44 .
- SCHNEIDER, C. und M. GILLESSEN, 2007: Mykorrhiza in der GaLaBau-Praxis, bi-GaLaBau 5+6/07, S. 98-100.