

## NUTZUNG DER VA-MYKORRHIZA ZUR STANDORTCHARAKTERISIERUNG SOWIE ZUR PFLEGE UND ERHALTUNG DER BODENFRUCHTBARKEIT

Sigrid Land, Henning von Alten und Fritz Schönbeck

### ABSTRACT

Until now little was known about the vesicular-arbuscular (VA)-mycorrhizae of plant in intensive agriculture. Before considering the commercial use of VA-mycorrhizae to improve plant health and overall resistance it appeared necessary to examine whether characteristic mycorrhizae were formed in locations with different soil types.

For this purpose 4 agricultural field locations in Lower Saxony were chosen, where the VA-mycorrhizal infection, spore density and frequency of species were studied over 2 years (87/88). Apart from the influence of soil types other aspects, such as crop rotation, fertilization, and fungicide application were considered.

In spite of high nutrient contents and fungicide applications, the density of infective units (MPN) of the endophytes and the density of chlamydospores were high in all soils. Every location proved to have a characteristic distribution of species within the mycorrhizal population. Crop rotation changed the density of chlamydospores in the soils but did not affect the pattern of population. One season of sugar beet production decreased the density of spores by 50 %. This could be compensated in the following year, when appropriate host plants were grown. For every location the mycorrhizal infection ranged from 20 to over 50 %.

keywords: *VA-mycorrhizae, agro-ecosystems, crop rotation, N-fertilization, mycorrhizal infection, spore density, distribution of species within the population*

### 1. EINLEITUNG

Die vesikulär-arbuskuläre (VA)-Mykorrhiza bezeichnet eine mutualistische Symbiose zwischen Pflanzenwurzeln und in der Wurzelrinde lebenden Pilzen der Familie der *Endogonaceae*. Der Wirkkreis der Pilze umfaßt nahezu alle krautigen Wild- und Kulturpflanzen. Die VA-Mykorrhiza begünstigt die Anpassung der Pflanzen an ungünstige Standortbedingungen. Sie kann auch in Intensivkulturen zur effektiven Nutzung von Produktionsfaktoren, zur Förderung der Pflanzengesundheit und so auch zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit beitragen.

In dem Vorhaben sollten unter anderem grundlegende Kenntnisse zur Dynamik von Mykorrhizapopulationen an ausgewählten Standorten erarbeitet sowie Zusammenhänge zwischen den Standortfaktoren einerseits und dem Auftreten der autochthonen VA-Mykorrhiza andererseits erfaßt werden. Dabei war auch der Einfluß des Bodens sowie der Kulturmaßnahmen, Fruchtfolge, Düngung und Fungizideinsatz zu prüfen.

Zur Charakterisierung einiger intensiv genutzter Böden durch Bestimmung des vorhandenen Mykorrhizapotentials und seiner Qualität wurden in den Jahren 1986/87 sowie 1987/88 zu 6-9 Terminen in Norddeutschland Bodenproben an 3 Standorten unterschiedlicher Bodenart und Kulturmaßnahmen in verschiedenen Kulturen entnommen. Untersucht wurden die Mykorrhizierungshäufigkeit, die Chlamydosporendichte und deren Populationszusammensetzung.

Aus den verschiedenen Böden wurden die am häufigsten auftretenden VAM-Pilze isoliert und eine Inokulumproduktion an dem anorganischen Trägermaterial "Blähton" vorgenommen, um später in einem Test unter standardisierten Bedingungen Aussagen über ihre symbiontische Effizienz und die Möglichkeiten der gezielten Förderung zu machen.

## 2. MATERIAL UND METHODEN

Je Termin wurden pro Standort 5 Bodenproben (0-20 cm) entnommen. Die Sporendichte wurde aus je 20 g getrocknetem Boden ermittelt. Die Sporen wurden durch Naßsiebung (Maschenweite von 38-355  $\mu\text{m}$ ) und Saccharosedichte-zentrifugation gewonnen.

Die Sporentypeneinteilung (ein Typ kann noch mehrere Arten beinhalten) erfolgte nach optischen Kriterien (Größe, Farbe, Hyphenansatz, Oberflächenbeschaffenheit) unter dem Binokular (40fach).

Die in den Böden vorkommenden VA-Mykorrhizapilze wurden durch Einpflanzen von Mais in die Bodenproben in Kultur genommen. Nach zwei Anreicherungs-schritten in Sandkultur (Inokulation zuerst mit Wurzeln, dann mit Sporen) waren Reinkulturen mit den für die taxonomische Bestimmung nötigen einheitlichen Sporen vorhanden. Aus den Reinkulturen wurde für die Wirksamkeitstestung ein Dauerinokulum an *Tagetes* in Blähton hergestellt.

Aus 600 ml Boden (0-20 cm) wurden jeweils die Wurzeln ausgewaschen und auf ihre Mykorrhizierung (100 Segmente, 1 cm Länge, 250fach) mikroskopisch untersucht.

Für die Ermittlung der "Most Probable Numbers (MPN)" wurden Verdünnungen (1:4) in 8 Stufen (bis 1:4<sup>8</sup>) in fünf Wiederholungen je Stufe durchgeführt und nach FISHER und YATES (1973) berechnet. Die charakteristischen Kenngrößen der Untersuchungsflächen sind in der Tabelle 1 dargestellt.

**Tab. 1:** Bodenstruktur, Nährstoffgehalte, Eigenschaften und Fruchtfolge der Versuchsflächen

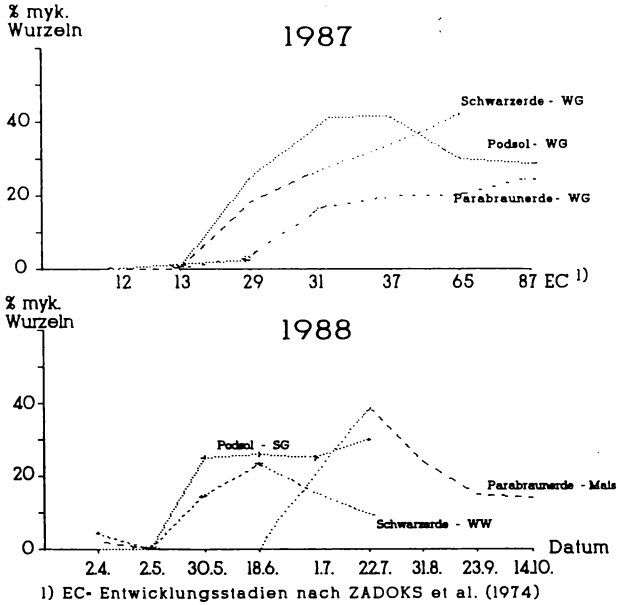
Standort:	Hotteln		Ahnsen		Riesenbeck	
Bodentyp:	Schwarzerde		Parabraunerde		Podsol	
Bodenart:	toniger Schluff		Schluff		schluffiger Sand	
Nährstoffe im Boden:	1986/87	1987/88	1986/87	1987/88	1986/87	1987/88
P (mg/l)	23,6	20,0	17,3	32,6	22,3	23,7
K (mg/l)	147,0	163,0	138,0	307,0	122,0	175,0
N (kg/ha)	175,0	219,0	126,0	123,0	46,4	26,9
pH-Wert (KCl)	7,3	7,6	6,4	5,9	5,3	5,6
Vorfrucht	WW <sup>1)</sup>	WG <sup>2)</sup>	WW	WG	Hafer	WG
Kultur	WG	Rüben	WG	Mais	WG	SG <sup>3)</sup>

1) WW = Winterweizen 2) WG = Wintergerste 3) SG = Sommergerste

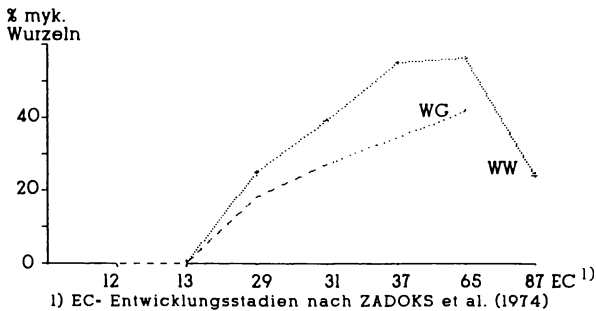
## 3. ERGEBNISSE

Je nach Bodentyp und Wirtspflanze waren 25-55 % aller Wurzeln verpilzt. Die Verpilzung setzte meist erst im Frühjahr (Mai) ein und stieg im Laufe der Vegetationsperiode stetig an, wobei es bei der Abreifung des Getreides bereits zu einem Rückgang der Mykorrhizierung kommen konnte. Lediglich in dem leichten Boden (Riesenbeck) kam es zu einer sehr raschen Mykorrhizabildung während des Schossens, bereits zur Blüte nahm dort die Häufigkeit der Mykorrhizabildung wieder ab (Abb. 1 und 2). Die Sporendichte war auf allen untersuchten Flächen hoch, wobei der Parabraunerde-Standort die höchste Dichte aufwies. In Getreideschlägen zeigte die Sporendichte stets im Verlauf der Vegetationsperiode einen typischen Jahresgang: Es kam zu einer Abnahme während der Vegetationsperiode, gefolgt von einem starken Anstieg der Sporendichte zum Ende der Vegetationsperiode (Abb. 3, 4 und 5). Beim Anbau von Rüben, einer Nichtwirtspflanze, nahm die Sporendichte im Verlauf des Jahres stetig ab und war am Ende auf etwa 1/3 vermindert (Abb. 6).

Die Inokulumsdichte (MPN), die nicht nur die Chlamydosporen, sondern alle infektiösen Strukturen erfaßt, war im Frühjahr 1988 in dem leichten und mittleren Boden um das 10-fache höher als die Sporenzahl. Die Sporen stellen also nur einen Bruchteil des Mykorrhizapotentials im Boden. Lediglich nach Rübenanbau war nahezu das gesamte Inokulum auf die Chlamydosporen im Boden zurückzuführen (Tab. 2 und 3).

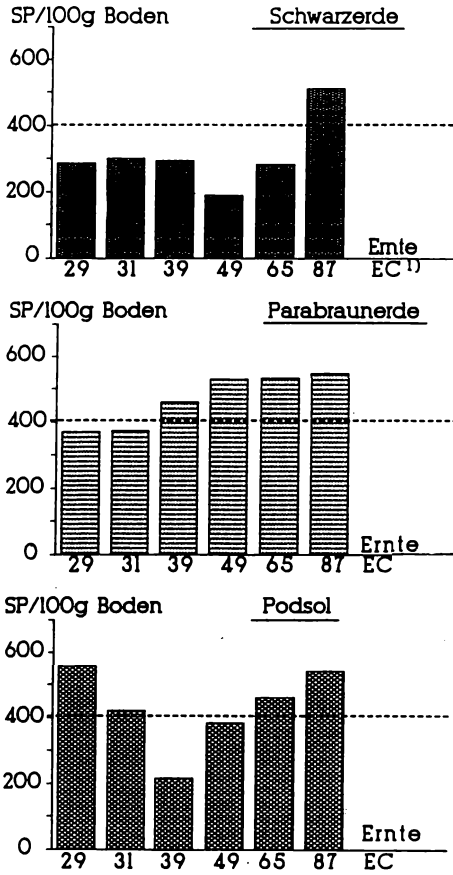


**Abb. 1:** Anteil mykorrhizierter Wurzeln von Wintergerste (WG), Sommergerste (SG), Winterweizen (WW) bzw. Mais in den drei Bodentypen im Verlauf der Vegetationsperiode 1987 (oben) und 1988 (unten).



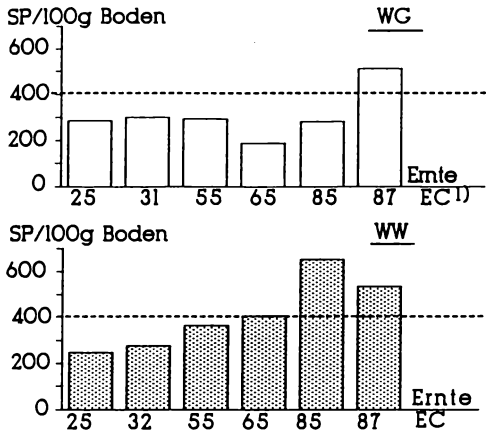
**Abb. 2:** Anteil mykorrhizahaltiger Wurzeln auf dem Schwarzerde-Standort in Wintergerste (WG) bzw. Winterweizen (WW) im Verlauf der Vegetation 1987.

**Abb. 3:** Sporendichte im Verlauf der Vegetationsperiode 1987 in drei Böden mit Wintergerste.



1) EC-Entwicklungsstadium nach ZADOKS et al. (1974)

**Abb. 4:** Sporendichte im Verlauf der Vegetationsperiode 1987 in Schwarzerde mit Wintergerste (WG) und Winterweizen (WW).



1) EC-Entwicklungsstadien nach ZADOKS et al. (1974)

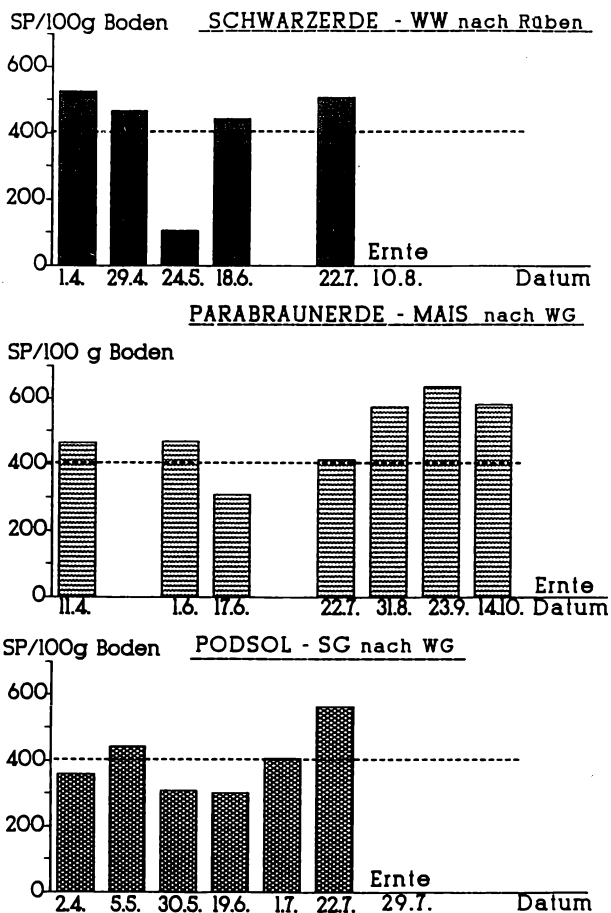


Abb. 5: Sporendichte im Verlauf der Vegetationsperiode 1988 in unterschiedlichen Böden mit Winterweizen (WW), Mais bzw. Sommergerste (SG).

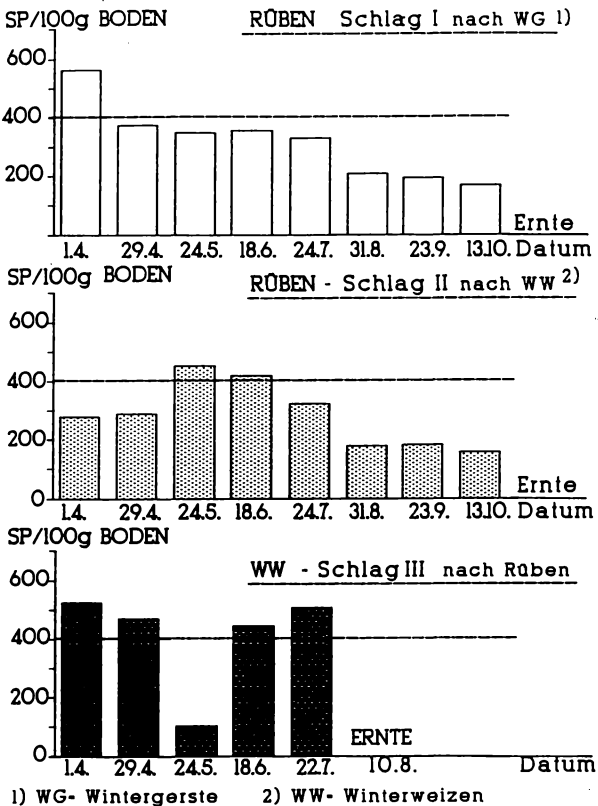
Tab. 2: Durchschnittliche Sporendichte in den verschiedenen Böden und Varianten 1987 und 1988 (gemittelt aus 6-9 Terminen während der Vegetationsperiode).

Bodentyp	Vorkultur	Kultur 1987	Sporendichte in 100 g Boden	Kultur 1988	Sporendichte in 100 g Boden
<b>Schwarzerde</b>	WW <sup>1)</sup>	WG <sup>2)</sup>	310,5	Rüben	317,3
		WW	413,2	Rüben	284,8
		WW	Rüben	410,0	
<b>Parabraunerde</b>	WW	WG	473,6	Mais	493,3
<b>Podsol</b>	Hafer	WG	422,4	SG <sup>3)</sup>	396,8

1) WW = Winterweizen 2) WG = Wintergerste 3) SG = Sommergerste

**Tab. 3:** Die Inokulumdichte (MPN) der drei Standorte mit unerschiedlicher Bodenart (ermittelt im April 1989)

Standort	Bodentyp	Vorkultur	Kultur	Infektiöse Einheiten pro 100 g Boden
Hotteln	Schwarzerde	Rüben	WW	501,2
Ahnsen	Parabraunerde	WG	Mais	6556,4
Riesenbeck	Podsol	WG	SG	4835,0



**Abb. 6:** Sporendichte im Verlauf der Vegetationsperiode 1988 in Schwarzerde in drei Schlägen mit Rüben bzw. Winterweizen.

1987

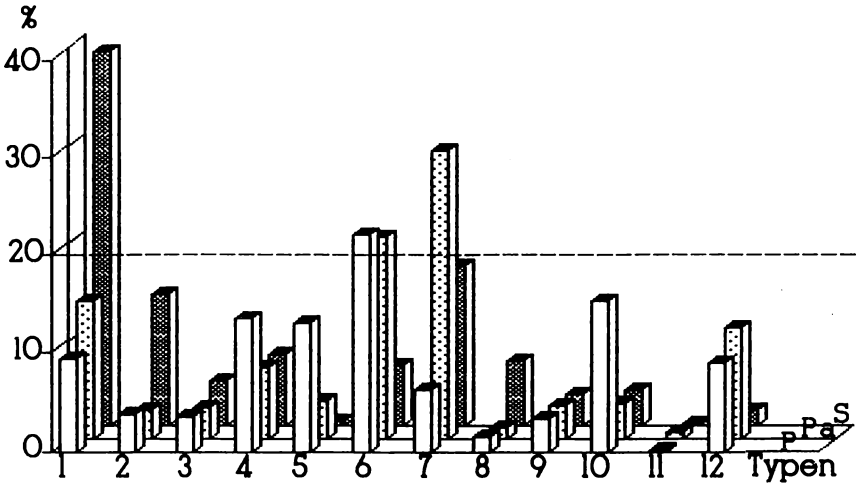


Abb. 7: Prozentualer Populationsanteil der Sporentypen in den drei Böden 1987 (von vorn nach hinten: Podsol, Parabraunerde, Schwarzerde; Mittelwert von 9 Terminen während der Vegetationsperiode).

1988

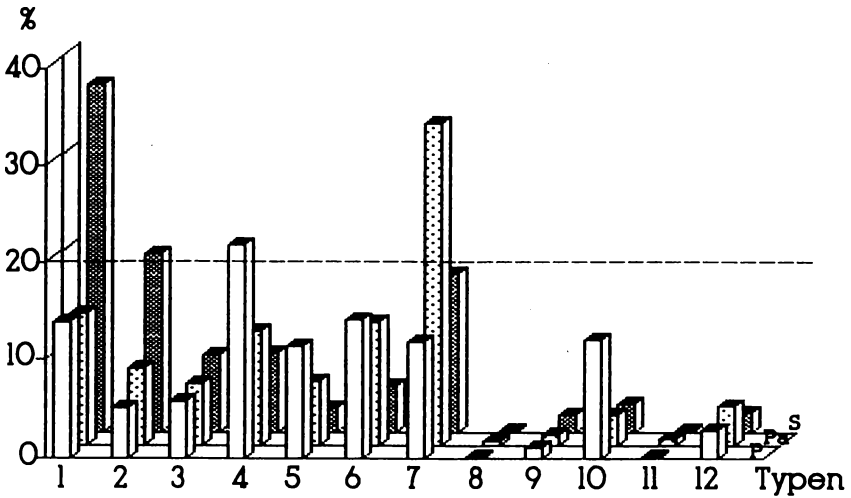
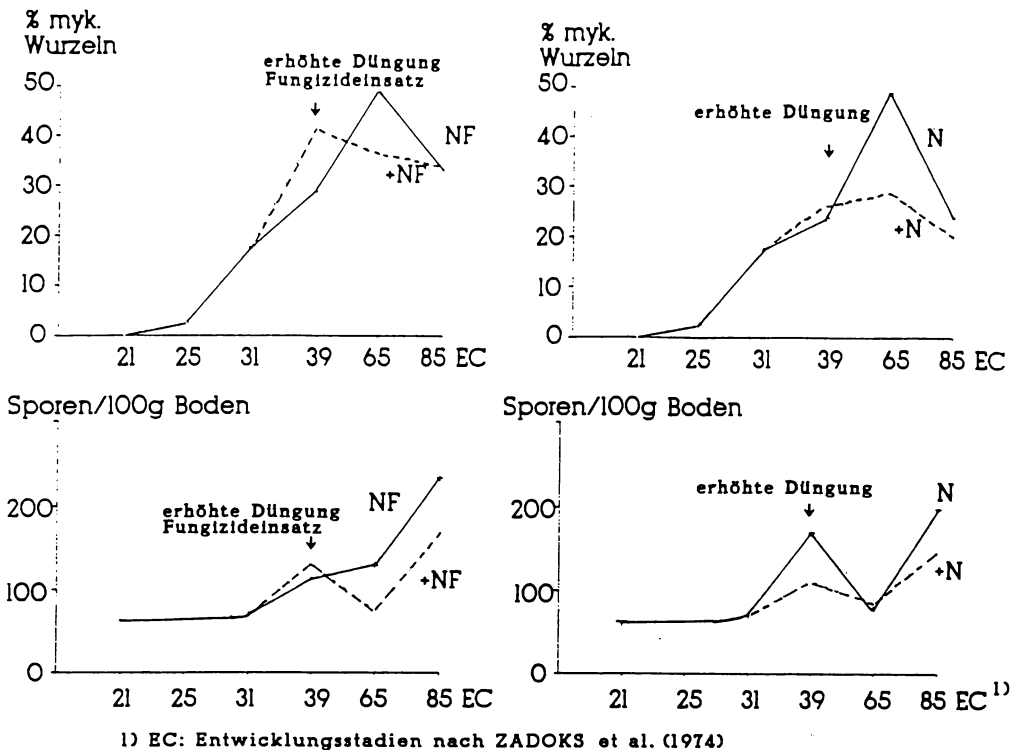


Abb. 8: Prozentualer Populationsanteil der Sporentypen in den drei Böden 1988 (von vorn nach hinten: Podsol, Parabraunerde, Schwarzerde; Mittelwert aus 6 Terminen während der Vegetationsperiode).



1) EC: Entwicklungsstadien nach ZADOKS et al. (1974)

**Abb. 9:** Anteil mykorrhizierter Wurzeln (oben) auf einem Parabraunerde-Standort in Winterweizen in normal (N: 233 kg/ha) und stark gedüngten (+N: 293 kg/ha) Parzellen mit Fungizideinsatz (F:links) und ohne Fungizideinsatz (rechts) sowie die jeweilige Sporendichte (unten) der Varianten im Verlauf der Vegetationsperiode 1988.

Alle drei Böden enthielten die gleichen Sporentypen. Der quantitative Anteil jedes Typs an der Population war jedoch standortabhängig (Abb. 7 und 8, Tab. 4). Die Typen 4 (*Glomus etunicatum*), 5 (*Glomus intraradices*, *Glomus fasciculatum*) und 10 (*Glomus mosseae*, *Glomus caledonium*) waren für den leichten, sandigen Boden in Riesenbeck charakteristisch, während für den Schwarzerde-Boden die Typen 1, 2 (*Glomus aggregatum*, *Glomus albidum*) und 7 (*Glomus intraradices*) kennzeichnend waren. Der Anbau unterschiedlicher Getreidearten hatte zwar Einfluß auf die Chlamydo-sporendichte (Tab. 2), die Populationszusammensetzung dagegen blieb unverändert.

Auf einem vierten Standort (Parabraunerde) wurden 1987/88 Untersuchungen zum Einfluß der Stickstoffdüngung sowie der Fungizidanwendung durchgeführt (Abb. 9). Eine erhöhte Düngung führte durch Beschleunigung des Wurzelwachstums zu einem Rückgang der Mykorrhizierungshäufigkeit, wobei immer noch bis zu 29 % der Wurzeln mykorrhiziert waren. Nach Fungizideinsatz, bestehend aus einer Fußbehandlung und mehreren Blattapplikationen, stieg die Mykorrhizierungshäufigkeit an. Dies ist auf die erhöhte Blattgesundheit durch die Blattfungizide zurückzuführen. die Chlamydo-sporendichte blieb nahezu unbeeinflusst.



Tab. 4: Taxonomische Zuordnung der am häufigsten auftretenden Sporentypen

Typen	beteiligte Arten
1, 2, 3	<i>Glomus aggregatum</i> und <i>Glomus albidum</i>
4, 6, 8	<i>Glomus etunicatum</i> und <i>Glomus caledonium</i>
5, 9	<i>Glomus intraradices</i> und <i>Glomus fasciculatum</i>
7	<i>Glomus intraradices</i>
10, 12	<i>Glomus mosseae</i> und <i>Glomus caledonium</i>

#### 4. DISKUSSION

Bei der üblichen, engen Fruchtfolge mit einem hohen Getreideanteil spielt die Wirtspflanze nur eine untergeordnete Rolle für das Populationsmuster der Mykorrhizapilze. Es deutet alles darauf hin, daß der Boden mit seinen physikalischen, biologischen und chemischen Eigenschaften ein wichtiger Faktor für die Populationszusammensetzung der Mykorrhiza ist. Ob dagegen die Artenvielfalt so gering ist, wie in dieser Untersuchung zutage trat, ist nicht endgültig geklärt. Bedingt durch die Tatsache, daß Freilandsporen für eine taxonomische Bearbeitung nicht geeignet sind, muß erst eine Anreicherung in Topfkulturen durchgeführt werden. Die Kultur über mykorrhizierte Wurzelstückchen selektiert möglicherweise nur die konkurrenzfähigsten Arten. Die einzelnen Pilzarten scheinen sich nach ersten Voruntersuchungen erheblich in ihrer Effektivität als Symbiosepartner zu unterscheiden. Möglicherweise sind die besonders wirksamen Arten nur in geringer Häufigkeit am jeweiligen Standort vorhanden. Erst nach weiteren Untersuchungen wird man der Frage nachgehen können, inwiefern eine Inokulation mit einer besonders effektiven und konkurrenzfähigen Art im Freiland zu einer verbesserten Pflanzengesundheit und damit verbunden zu einer erhöhten Streßtoleranz führen kann.

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministers für Forschung und Technologie unter dem Förderkennzeichen 0339052A gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

#### LITERATUR

- FISHER R.A., YATES F., 1973: Statistical tables for biological, agricultural and medical research. - Oliver and Boyd, Edingburgh.  
SCHENCK N., PEREZ Y., 1988: Manual for the Identification of VA-mycorrhizal fungi. - INVAM Gainesville, Florida.  
ZADOKS J.C., CHANG T.T., KONZAK C.F., 1974: A decimal code for the growth stages of cereals. - Weed research 14: 415-421.

#### ADRESSE

S. Land  
H. von Alten  
F. Schönbeck  
Universität Hannover  
Institut für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz  
Herrenhäuser Str. 2a  
D-W-3000 Hannover

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1990

Band/Volume: [19\\_2\\_1990](#)

Autor(en)/Author(s): Schönbeck Fritz, Land Sigrid, Alten Henning von

Artikel/Article: [Nutzung der Va-Mykorrhiza zur Standortcharakterisierung sowie zur Pflege und Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit 514-522](#)