



PRECISION AMF

**BEDARFSGERECHTE, TEILFLÄCHENSPEZIFISCHE ANWENDUNG MYKORRHIZierter BODENhilfsstoffe zur
ERHÖHUNG DER ERTRAGSSTABILITÄT IM FELd ANHAND HOCHAUFLÖSENDER
BODENKARTIERUNGSTECHNOLOGIEN**

4. ZWISCHENBERICHT

BERICHTSZEITRAUM: 01.08.2020 – 31.01.2021

PROJEKTLAUFZEIT: 05.02.2019 – 15.08.2022

FÖRDERKENNZEICHEN: EIP-2018-21

KOORDINATOR: INSTITUT FÜR PFLANZENKULTUR www.pflanzenkultur.de

I. Berichtsteil: OG-Mitglied Institut für Pflanzenkultur

1. Einleitung

Im Berichtszeitraum stehen die beiden Feldversuche mit Mykorrhiza Anwendung im Körnermais (kbA, V915) und Speisekartoffeln (intensiv konventionell, V916) im Betrieb der landwirtschaftlichen OG Partner im Mittelpunkt. In AP 2 wird die erste Versuchsserie angelegt, Mykorrhizierungs-Werte gemessen, Koordinaten der Proben aufgenommen sowie die Erträge bonitiert. Da die in Precision AMF neu entwickelten Mykorrhiza Pellets (s. 2. Zwischenbericht) zur Versuchsanlage nicht ausreichend verfügbar sind (Corona bedingt, die Pelletierungsanlage war geschlossen), wird mit Mykorrhiza Konzentrat auf Trägermaterial Blähton inokuliert.

Das Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ) untersucht mittels Verfahren zur Bodenkartierung (Geophilus) die Korrelation gemessener Mykorrhiza Aktivität mit bestimmten Bodeneigenschaften der Versuchsschläge (s. dazu Berichtsteil 2).

Zur Frage der hemmenden Faktoren für aktive Mykorrhiza im konventionellen Anbau wird im Institut für Pflanzenkultur ein Parzellenversuch angelegt (V929). In verschiedenen Varianten mit mineralischer N - Düngung wird untersucht, wie sich die verschiedenen Stickstoff Formen auf die Mykorrhizierung an der Kartoffel auswirken. Die Kartoffel erweist sich insgesamt in den bisherigen Versuchen als schwer zu mykorrhizieren. Insofern ist es besonders wichtig die hemmenden Faktoren zu kennen.

V929 konnte hier allerdings keine Erkenntnisse bringen (siehe dazu Punkt 4 im Bericht). Wichtige Anhaltspunkte lieferte jedoch V930 mit parallel (aber außerhalb EIP Prec. AMF) in ähnlichen N-Varianten angelegter Versuch im Körnermais. Die Ergebnisse werden deshalb in der Diskussion zu V929 mit aufgeführt und diskutiert.

2. V915 Feldversuch Betrieb Cordts/Schnega-Molden – Körnermais kbA

2.1 Material und Methoden

Schlag Langstücken, (h) IS, 30 BP, Vorfrucht Winterroggen, Zwischenfrucht Landsberger Gemenge

Bodenuntersuchung Grundnährstoffe/Lufa vom 18.05.2020: pH 5,8 (C), P 6,1 mg/100 g (C), K 12,9 mg/100 g (D), Mg 3,5 mg/100 g (B), Humus 1,3 %

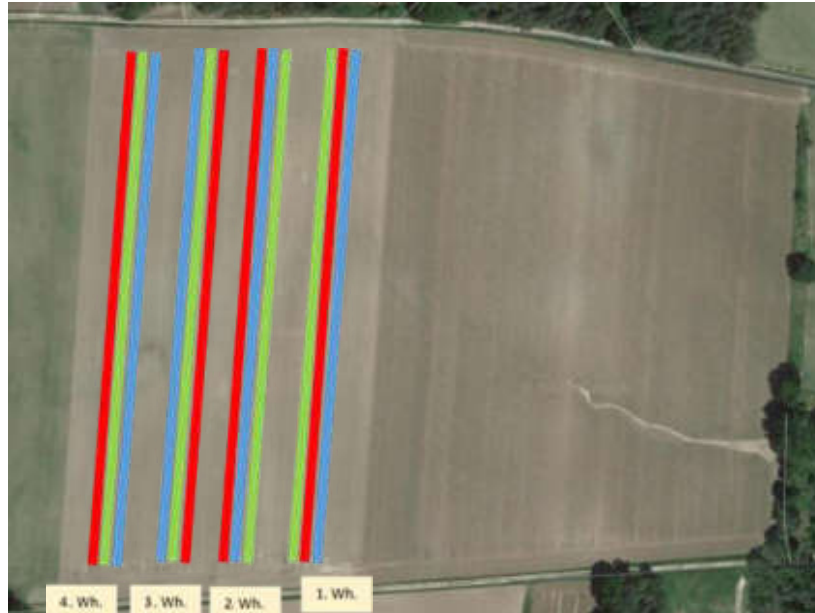


Abb. 1: V915 Versuchsplan auf Schlag Langstücken – Maisaussaat in drei Varianten

Legende: Ausbringung Mykorrhiza + Trägermaterial in die Saatreihe (rot), Ausbringung nur Trägermaterial in die Saatreihe (blau), Kontrolle (grün), 12 Reihen/Parzelle, 1.750 m²/Parzelle.

Auf die Zwischenfrucht wurden am 26.03. 30 m³/ha Kartoffelfruchtwasser gegeben (48 kg/ha N, 48 kg/ha P, 183 kg/ha K). Letzter Schnitt des Landsberger Gemenges am 03.05. Sofort anschließend flaches Grubbern (schneidend).

Düngen mit: **Eigener Kompost**, 10 t/ha (28 kg/ha N davon 0,9 kg/ha NH₄, 15 kg/ha P, 44 kg/ha K, 15 kg/ha Mg).

Champost, 5 t/ha (31 kg/ha N davon 0,2 NH₄, 6 kg/ha P, 42 kg/ha K).

Düngen, flaches Einarbeiten und Pflügen alles am 09.05. Saatbettbereitung und Aussaat am 11.05.

Sorte: Amavit Öko, 90.000 Körner/ha, Reihenabstand 50 cm.

Eingesetztes Inokulum:

Inoq Advantage 2 Charge A-0006-2, *Rhizoglyphus irregulare*, *Funneliformis mosseae*, Mykorrhiza Einheiten (MU): 218.252.427 MU/kg. Aufwandmenge 258 g/ha, Konzentration 625 MU/Saatkorn.

Trägermaterial: Blähton Körnung 0,5 – 2,5, Aufwandmenge 17 kg/ha.

Drillmaschine 6 m Amazone ED, Ausbringung des Inokulums mit aufgesatteltem Mikrogranulatstreuer direkt ins Saatband. Pflege mechanisch (Hacke/Striegel). In der Vegetationsperiode drei Durchgänge Beregnung, mit insgesamt 80 mm.

2.2 Versuchsergebnisse



Abb. 2: GPS gesteuerte Versuchsanlage am 11.05. (links) und noch zögerliche Entwicklung des Bestands am 15.06. (rechts)

Zunächst bis Mitte Juni zögerliche Entwicklung des Bestands aufgrund starker Trockenheit und niedriger Nachttemperaturen. Danach, mit ansteigenden Temperaturen und nach erstem Durchgang mit Feldberegnung, gleichmäßig sehr kräftige Entwicklung des Bestands in allen Varianten.

Mykorrhizierung: Wurzel Beprobung am 08.07.

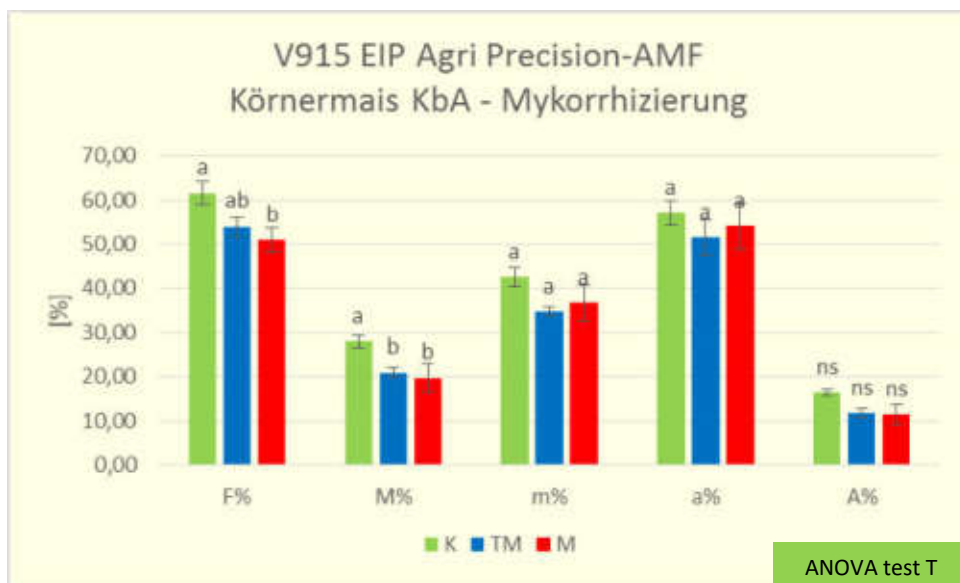


Abb. 3: Ergebnis zur Mykorrhizierung im Körnermais auf Schlag Langstücken (nach Trouvelot 1986).

Legende: K = Kontrolle, TM = nur Trägermaterial (Blähton), M = AMF + TM; 0,17 ha/Parzelle

Alle Varianten sind gut mykorrhiziert (F%, zur Bewertung siehe Anhang Bewertungsschema Trouvelot). Die Mykorrhiza ist in allen Varianten aktiv, Arbuskel sind vorhanden. Die Kontrolle ist in F% und in M% signifikant besser mykorrhiziert als die Variante M (61,6 % zu 51 %, bzw. 28 % zu 19,8 %).

Ernte: Versuchsernte am 28.10.

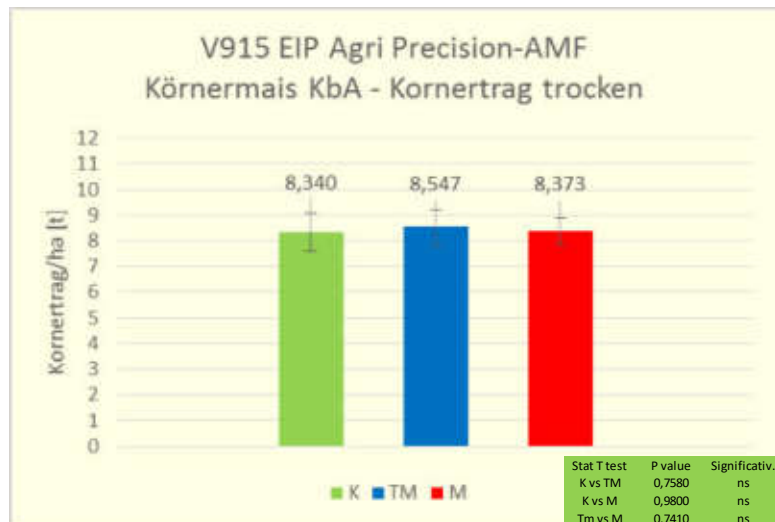


Abb. 4: Kornertrag in V915 vom Schlag Langstücken

Legende: K = Kontrolle, TM = nur Trägermaterial (Blähton), M = AMF + TM; 0,17 ha/Parzelle

Versuchsvarianten ohne signifikante Unterschiede im Kornertrag. Der Kornertrag betrug 8,1 t/ha bezogen auf den gesamten Schlag.

2.3 Diskussion

Gute Mykorrhizierung in der Kontrolle, das typische Ergebnis der letzten Versuche im Bioland Betrieb Cordts: 2018 in V804/V805 (EIP AMF Agri). Und aktuell neben V915 außerdem in Zwischenfrucht. Im Vergleich von drei Standorten: Die beste gemessene Mykorrhizierung in der Kontrolle im Betrieb Cordts (V931, V932, V933 EIP BioSeed), jeweils war die Mykorrhizierung durch Mykorrhiza Zugabe nicht zu steigern.

Diese Ergebnisse zur Mykorrhizierung zeigen, dass die natürliche Mykorrhiza durch die besondere Bio Bewirtschaftung im Betrieb Cordts nachhaltig ausreichend bis gut im Boden rück etabliert und gehalten werden kann.

Umstellung des Betriebs zur Bio Bewirtschaftung war 2012, dann zunächst pfluglose Bodenbearbeitung bis 2017. 2018 Rückkehr zum Pflügen (aber selektiv in der Fruchtfolge). Der Betrieb Cordts arbeitet zur Nährstoff Versorgung und Humus Anreicherung insbesondere mit eigenem Kompost sowie zugekauftem Bio zertifiziertem Feinschnitt Kompost und Champost.

Im aktuellen Versuch ist allerdings davon auszugehen, dass die Winterzwischenfrucht Landsberger Gemeinde (zur Futternutzung) einen großen Anteil an der guten Mykorrhizierung im Mais von V915 hat. Die Andüngung im Frühjahr (Kartoffelfruchtwasser) hat nicht nur die Zwischenfrucht, sondern auch die vorhandene Mykorrhiza im Wurzelsystem aktiviert. Und der folgende Frühjahrsschnitt zur verstärkten Sporulation angeregt. Anschließend Umbruch, Düngung und Neuansaat der Fläche schnell innerhalb einer Woche. Die Mykorrhizierungswerte in der Hauptfrucht zeigen: So kann eine grüne Brücke funktionieren.

Um diese Annahmen zu belegen sind unbedingt Untersuchungen zur Mykorrhizierung in der vorhergehenden Zwischenfrucht im Folgeversuch erforderlich. Und Untersuchungen zur Mykorrhizierung speziell im Landsberger Gemeinde.

3. V916 Feldversuch Betrieb Trumann/Waddeweitz-Groß Gaddau – Speisekartoffeln konventionell

3.1 Material und Methoden

Schlag Güsteneitz, (h) IS, 45 BP, Vorfrucht Wintergerste, Zwischenfrucht Ölrettich/Hafer

Bodenuntersuchung Grundnährstoffe/Lufa vom 18.05.2020: pH 5,1 (B), P 3,8 mg/100 g (B), K 13,9 mg/100 g (D), Mg 5,7 mg/100 g (C), Humus 1,4 %

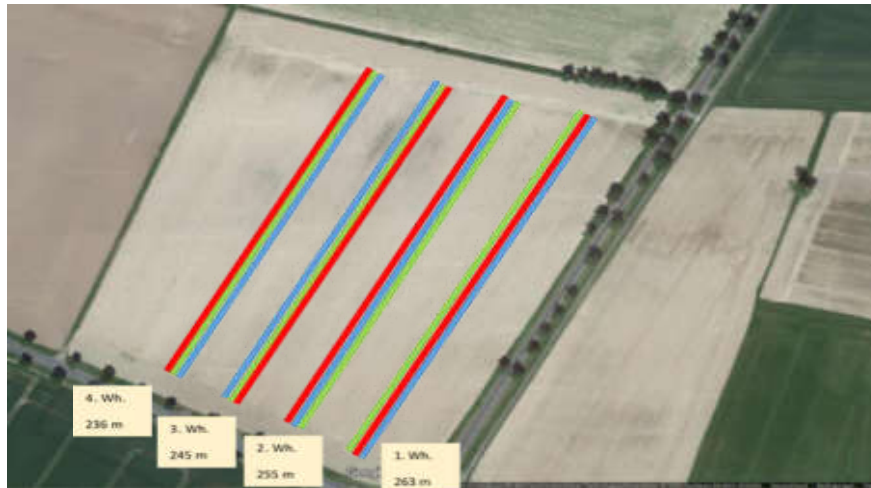


Abb. 5: V916 Versuchsplan auf Schlag Güsteneitz – Versuchsanlage zu Speisekartoffeln in drei Varianten

Legende: Ausbringung Mykorrhiza + Trägermaterial in die Saatreihe (rot), Ausbringung nur Trägermaterial in die Saatreihe (blau), Kontrolle (grün), 12 Reihen/Parzelle, 1.750 m²/Parzelle.

Grundbodenbearbeitung ohne Pflug. Versuchsanlage am 24.04., Sorte Wega, Reihenabstand 90 cm, Abstand in der Reihe 34 cm, 45.000 Pfl./ha. Die Sorte Wega ließ sich im Topfversuch (2019) gut mykorrhizieren: M% (Intensität der Mykorrhizierung, s. Anhang 1)= 46 %.

Düngung: 40 er Kornkali 140 kg/ha K₂O (KCL) unmittelbar nach dem Pflanzen und 120 kg/ha N (Alzon flüssig 25/6) direkt vor dem Pflanzen. Keine P- Düngung im Versuch.

Eingesetztes Inokulum:

Inoq Advantage 2 Charge A-0006-2, *Rhizoglyphus irregulare*, *Funneliformis mosseae*, Mykorrhiza Einheiten (MU): 218.252.427 MU/kg. Aufwandmenge 286 g/ha, Konzentration 1.389 MU/Knolle.

Trägermaterial: Blähton Körnung 0,5 – 2,5, Aufwandmenge 20 kg/ha.



Abb. 6: Ausbringung per aufgesatteltem Mikrogranulatstreuer direkt in die Legefurche.

Pflanzverfahren zweireihig mit weitem Reihenabstand (90 cm). Zur Ausbringung des Inokulums siehe Abb. 6.

Drei Durchgänge Beregnung (je 25 mm). Kulturführung intensiv konventionell. Aber keine Beizung im Versuch. Insgesamt wurden 1 x Herbizid, 6 x Fungizid 2 x Sikkation angewendet (s. Abb. 7).

Schlagbezogene Aufzeichnungen – Kartoffeln								
Kultur: <u>Strauch-Nackts</u> Sorte: <u>Wega</u>				Betriebsnummer: <u>06452 03109855</u>		Erntejahr: <u>20</u>		
Schlag: <u>Besitzung / Nr.: Günsteneitz</u>				Parzelle:		Seite:		Fächer: <u>6</u>
Durchgeführte Pflanzenschutzmaßnahmen								
Datum der Anwendung	Stadium	Pflanzenschutzmittel (Handelsname)	Aktiver Wirkstoff	Aufwendungsrate l/ha, kg/ha	Begründung/Anwendungsgelände Bemerkung/Schadstoffdruck	Wirkstoff / Wirkstoffbedeutung Erntebegleitend	Vermutetes Pflanzenschutzgerät	Notiz / 1 des Anl.
04.04.20	01	Alencor	+Ludox	20 ml / dt	Berzungs	5	Leichtschutzhülle	0.8
08.05.20	10	Bayer/Bayer	Tarax/Bolan	2,25 l / 2,25	Vorw. Kulturen	7	Flachschutzhülle	2.1
20.06.20	40	Alencor	Fluor/Proper	1,5 l / 1,5	Kulturen	14	—	2.2
18.06.20	50	—	—	—	—	17	—	2.3
01.07.20	60	Reus Ton	—	0,6	—	17	—	2.4
11.07.20	70	Bayer/Bayer	Duraphos	1 l / 1	—	17	—	2.5
20.07.20	80	Strolch	Fluor/Proper	0,4 l / 0,4	—	17	—	2.6
04.08.20	90	—	—	—	—	—	—	2.7
10.08.20	90	Strolch	—	1 l / 1	Reklamation	18	—	2.8
05.08.20	90	Strolch	—	0,8 l / 0,8	—	18	—	2.9
*Die Menge kann sich ebenfalls auch auf die Parzellen-/Schlaggröße beziehen								
Grundbearbeitung / mechanische Pflegemaßnahmen					Beregnung			
Datum	Stadium	Maschine	Datum	Stadium	Bemerkung			
10.04.20	01	Grunder	10.06.20			2		
19.04.20	01	Pflanzmaschine	18.06.20			2		
			10.07.20			2		

Abb. 7: Pflanzenschutz Anwendungen auf Schlag Güsteneitz

3.2 Versuchsergebnisse



Abb. 8: V916 am 15.06., keine Unterschiede in den Varianten

Mykorrhizierung: Wurzel Beprobung am 23.06. und 24.06. Mykorrhizierung konnte in keiner Parzelle gemessen werden.

Ernte am 24.09.

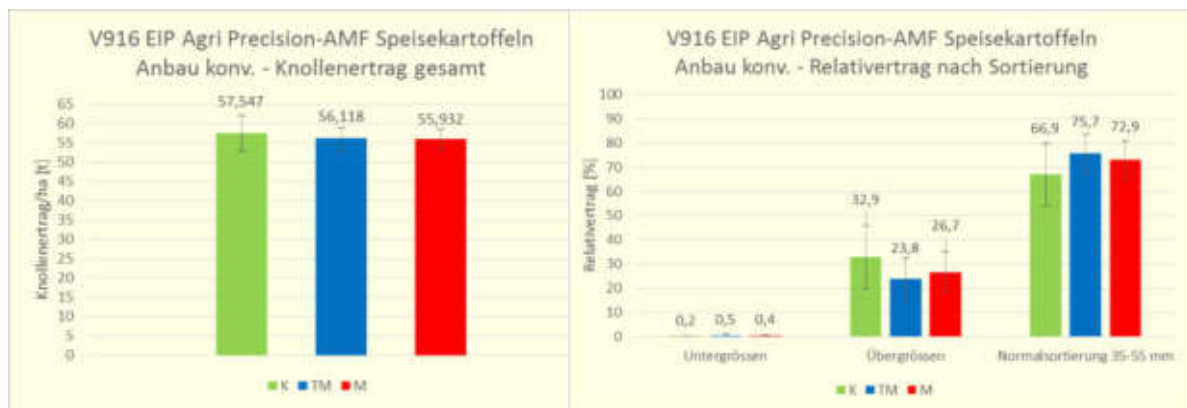


Abb. 9: Knollenertrag gesamt (links) und Relativertrag nach Größensortierung (rechts) in V916

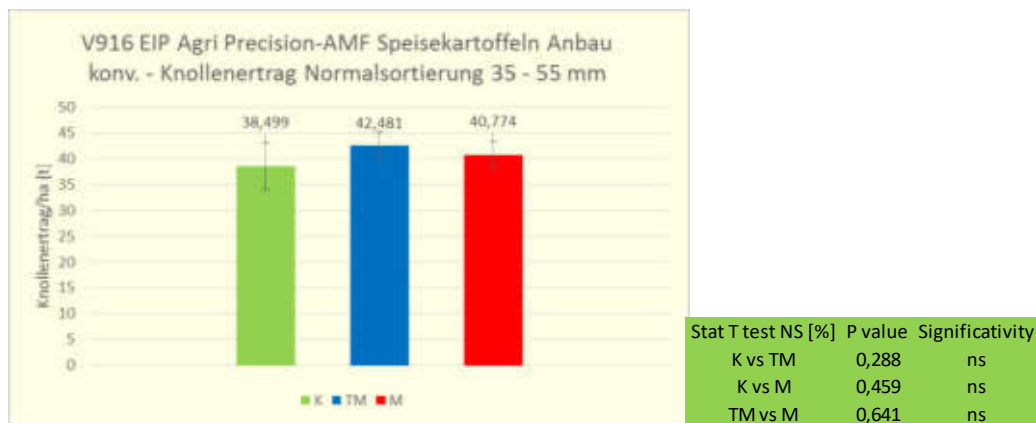


Abb. 10: V916 - Knollenertrag/ha in der Normalsortierung.

Keine signifikanten Unterschiede im Knollenertrag zwischen den Versuchsvarianten. 55 t/ha war der Gesamtertrag auf Schlag Güsteneitz.

3.3 Diskussion

Keine Mykorrhizierung in der Kontrolle, aber auch keine Verbesserung durch Zugabe von Mykorrhiza Inokulum. Auch in vergleichsweise hoher Konzentration. Ein wiederholtes Ergebnis am Versuchsstandort Betrieb Trumann mit intensiv konventioneller Bewirtschaftung (vgl. V664/V746/V803 in EIP AMF Agri). Auch die neue exakte Dosierung des Inokulums direkt an die Knolle hat daran nichts verbessert.

Keines der angewendeten Fungizide ist bekannt Mykorrhiza unverträglich. Insofern ist es wichtig, die eingesetzten Mineraldünger und mögliche Alternativen noch einmal einzeln auf ihre Auswirkung hinsichtlich Hemmung der Mykorrhiza Vitalität zu testen.

4. V929 Parzellenversuch Institut für Pflanzenkultur Speisekartoffeln konventionell

4.1 Material und Methoden

Schlag Lüseitz 1, (h) IS, 22 BP, Vorfrucht Blühstreifen, vor-Vorfrucht Winterroggen konventionell.

Bodenuntersuchung/Lufa vom 08.05.2020: pH 5,8 (C), P 5,6 mg/100 g (C), K 4 mg /100 g (B), Mg 3,9 mg/100 g (C); Kohlenstoff 0,5 %, Gesamt N 0,05 %, C/N Verhältnis 10, Humus 0,9 %

Düngung: Festmist Pferd, 7,5 m³/ha, keine weitere Grunddüngung. Grundbodenbearbeitung Pflug. Versuchsanlage am 30.04.2020. Sorte Wega, Reihenabstand 75 cm, Abstand in der Reihe 34 cm. 40 Pflanzen pro Parzelle, Parzellenmaß 3m x 3,40 m.

Eingesetztes Inokulum

Rhizoglonus irregularis, 307 Mio MU/kg, in Trägermaterial Sand/Vermiculite (2000 MU/Pflanze). Ausbringung des Inokulums (20 ml/Knolle) per Hand auf die Knolle zur Anlage des Versuchs (s. Abb. 11).



Abb. 11: Ausbringen von Inokulum und Düngung in V929

Düngevarianten: Die N-Konzentration/Parzelle war in allen Varianten exakt gleich

A	Control	10	10	Element	Plot potato (g)
B	AMF (Ri QS81)	10	10		
C	ammonium nitrate	10	10		
D	ammonium nitrate + Microelement	10	10		
E	ammonium nitrate + AMF	10	10	Ammonium nitrate : N = 35%	720,00
F	ammonium nitrate + microelement + AMF	10	10	Nitrate calcium: N = 24,39%	1033,20
G	ammonium sulfate	10	10	Ammonium sulfate: N= 21,21%	1188,07
H	ammonium sulfate + microelements	10	10	Urea: N = 46,67%	540,00
I	ammonium sulfate + AMF	10	10		
J	ammonium sulfate + microelements + AMF	10	10	H3BO3	1,287
K	nitrate calcium	10	10	MnCl2	0,8145
L	nitrate calcium + microelements	10	10	ZnSO4	0,099
M	nitrate calcium + AMF	10	10	CuSO4	0,02295
N	nitrate calcium + microelements + AMF	10	10	NaMoO4	0,054

Abb. 12: V929 – sechs verschiedenen Stickstoff Formulierungen (Reinnährstoffe) in zehn Wiederholungen mit ausgebrachter Nährstoffmenge. Keine Variante Harnstoff (Urea) Feldplan

Size (m)	Nb	1	2	3	4
4,5	1	A	B	C	D
9	2	E	F	G	H
13,5	3	I	J	K	L
18	4	M	N	A	B
22,5	5	C	D	E	F
27	6	G	H	I	J
31,5	7	K	L	M	N
36	8	A	B	C	D
40,5	9	E	F	G	H
45	10	I	J	K	L
49,5	11	M	N	A	B
54	12	C	D	E	F
58,5	13	G	H	I	J
63	14	K	L	M	N
67,5	15	A	B	C	D
72	16	E	F	G	H
76,5	17	I	J	K	L
81	18	M	N	A	B
85,5	19	C	D	E	F
90	20	G	H	I	J
94,5	21	K	L	M	N
99	22	A	B	C	D
103,5	23	E	F	G	H
108	24	I	J	K	L
112,5	25	M	N	A	B
117	26	C	D	E	F
121,5	27	G	H	I	J
126	28	K	L	M	N
130,5	29	A	B	C	D
135	30	E	F	G	H
139,5	31	I	J	K	L
144	32	M	N	A	B
148,5	33	C	D	E	F
153	34	G	H	I	J
157,5	35	K	L	M	N

Abb.13: V929 – Lage der Parzellen im Feld

Die Versuchsparzellen wurden einmal hoch gehäufelt. Kein Pflanzenschutz während der Vegetationsperiode, zwei Durchgänge Feldberegnung (je 25 mm).

4.2 Versuchsergebnisse

Mykorrhizierung: Wurzel Beprobung am 13.07. Mykorrhizierung konnte in keiner Parzelle gemessen werden.

Versuchsernte am 28.10.

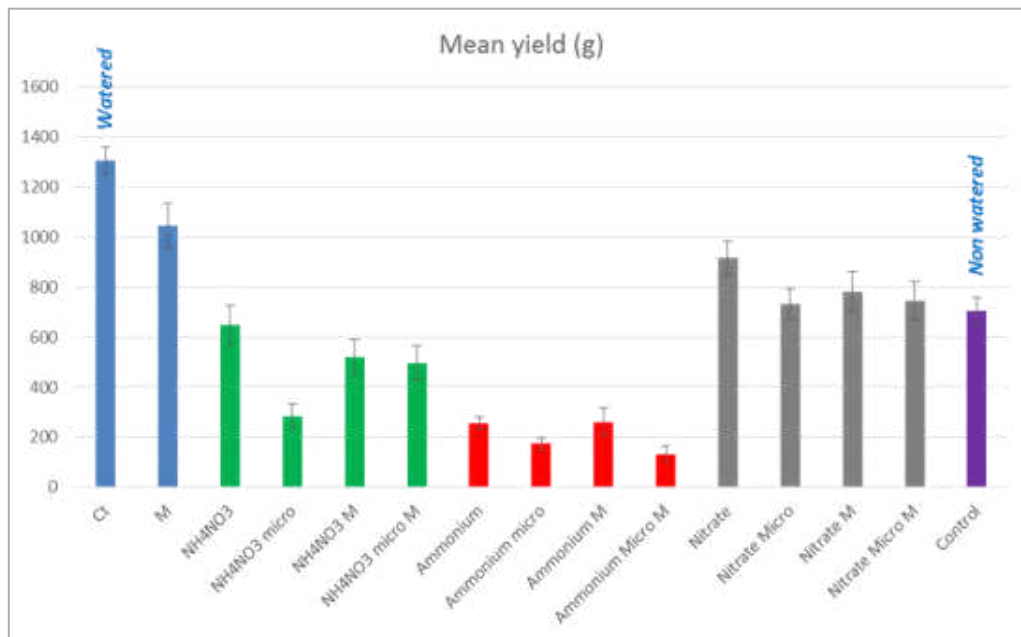


Abb. 14: V929 – Knollenernte pro Parzelle nach N-Düngung in verschiedenen Formulierungen. M = Zugabe von Mykorrhiza

Der Ertrag der mit Kalziumnitrat gedüngten Parzellen ist im Vergleich zu den mit Ammoniumsulfat und Ammoniumnitrat gedüngten Parzellen signifikant gesteigert, er liegt aber immer noch signifikant unter der ungedüngten direkt zur Pflanzung bewässerten Kontrolle.

4.3 Diskussion

Der Versuch wurde überdüngt. Die N-Gabe/Parzelle entspricht 247 kg N/ha. In einer Gabe flüssig auf die vorgekeimten und mit Inokulum bedeckten Kartoffeln gegeben hat die hohe Konzentration sicherlich die Pflanzen in der Entwicklung gehemmt. Unter diesen Umständen macht eine Bewertung des signifikant höheren Ertrags nach Kalziumnitrat Düngung im Vergleich zur Düngung mit Ammonium Sulfat bzw. Ammoniumnitrat keinen Sinn.

Die im Versuch ausgebrachte Mykorrhiza wurde durch die Überdüngung wahrscheinlich ebenfalls gehemmt, wenn nicht abgetötet. Allerdings war auch die ungedüngte Variante mit Mykorrhiza Zugabe nicht mykorrhiziert.

Der Versuch konnte also keinen Hinweis zur Mykorrhiza Verträglichkeit der gedüngten Stickstoff Formulierungen liefern. In diesem Zusammenhang hat allerdings der parallel (aber außerhalb EIP Precision AMF) auf dem gleichen Schlag angelegte V930 neue Erkenntnisse gebracht, die bezogen auf die weitere Arbeit in Precision AMF wichtig sind.

Mykorrhizaanwendung in V930 zu Körnermais: Sorte Amavit öko, 90.000 Körner/ha, Inokulum in Konzentration und Ausbringung wie in V915 (625 MU/Saatkorn). Vordüngung und Bodenbearbeitung wie in V929, Düngevarianten ebenfalls identisch zu V929, jedoch nur mit einem Drittel der Dosierung (82 kg N/ha). Jede Variante in zehn Wiederholungen. Keine weitere Düngung im Versuch, kein Pflanzenschutz, zwei Durchgänge Beregnung (je 25 mm).

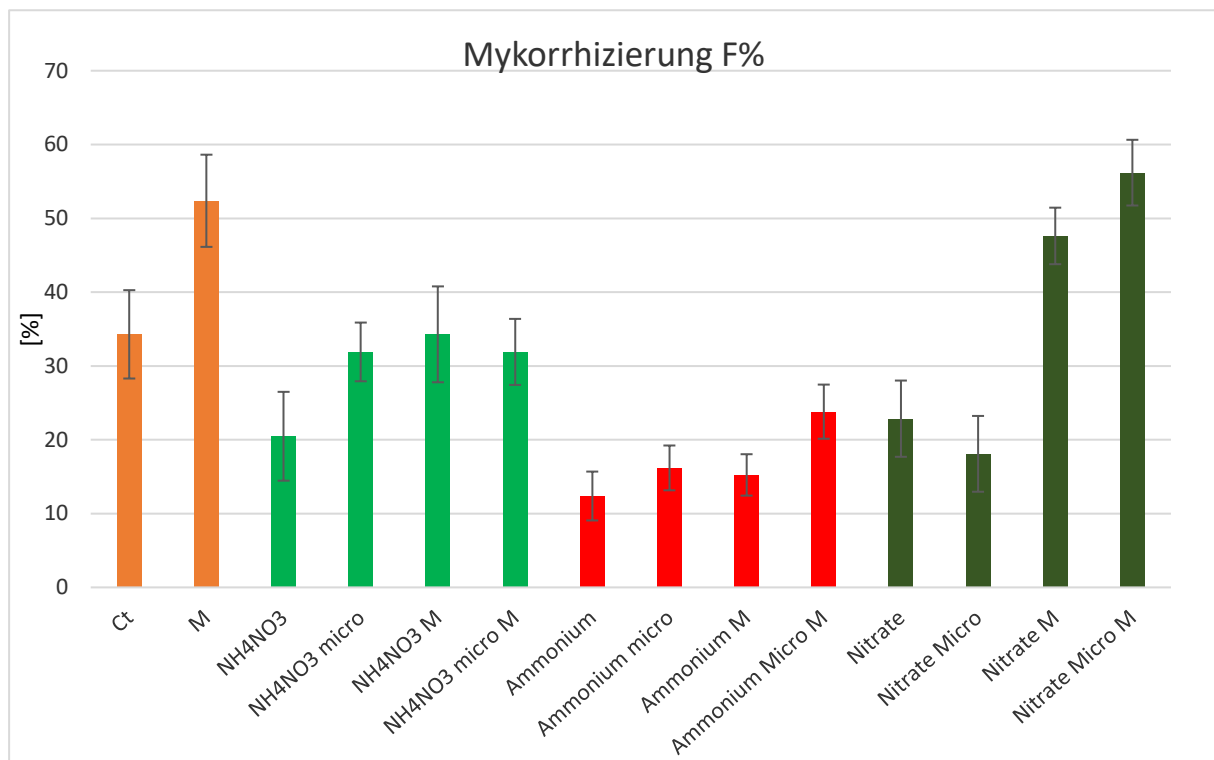


Abb. 15: V930 – Mykorrhizierung F% in Körnermais mit N-Düngung in verschiedenen Formulierungen. Varianten identisch zu V929 - M = Zugabe von Mykorrhiza

Das Ergebnis in F% (Häufigkeit von Mykorrhiza im Wurzelsystem) zeigt (s. Abb. 15):

- In der Kontrolle eine bessere Mykorrhizierung gegenüber den ohne Zugabe von Mykorrhiza, aber mit Ammoniumsulfat und Kalziumnitrat gedüngten Varianten. Das zeigt den hemmenden Einfluss der mineralischen Düngung dieser Varianten gegenüber der natürlichen Mykorrhiza in der Kontrolle.
- Die Zugabe der Mykorrhiza in der ungedüngten Variante hat die Mykorrhizierung im Vergleich zur Kontrolle signifikant gesteigert. Das zeigt, das Verfahren (identisch in V915) zur Ausbringung der Mykorrhiza funktioniert und das gegebene Inokulum ist vital.
- Die zugegebene Mykorrhiza ist in den Varianten Düngung mit Kalziumnitrat im Vergleich zur natürlichen Mykorrhiza deutlich stärker entwickelt.
- Die Mykorrhizierung der Varianten mit Mykorrhiza Zugabe plus Düngung mit Kalziumnitrat liegt auf dem Niveau der ungedüngten Variante mit Mykorrhiza Zugabe. Und ist im Vergleich zur Düngung mit Ammoniumsulfat bzw. Ammoniumnitrat deutlich besser. Nitrat Stickstoff im Kalziumnitrat scheint die zugegebene Mykorrhiza im Gegensatz zum Stickstoff im Ammoniumsulfat bzw. Ammoniumnitrat nicht zu hemmen. Das zeigt, mineralischer Ammoniumstickstoff könnte ein Mykorrhiza hemmender Faktor in der Düngung sein.

5. Fazit und Ausblick

Wieder gut entwickelte natürliche Mykorrhiza durch Bio Bewirtschaftung und dagegen keine Mykorrhiza im Boden unter Bedingungen einer intensiv konventionellen Bewirtschaftung. Das ist ein klares Ergebnis der beiden durchgeführten Praxis Versuche. Und war genauso auch im vorherigen Projekt AMF Agri schon zu beobachten.

Und jeweils war keine Verbesserung der Mykorrhizierung durch Zugabe von Mykorrhiza Inokulum zu erzielen. Die Ursache dafür wird im Betrieb Cordts die intensive (und auch besonders Mykorrhiza förderliche) Bio Bewirtschaftung seit der Betriebsumstellung sein. Das wird im Ertrag von V915 deutlich, der unter Bio Bedingungen als sehr gut zu bezeichnen ist. Die natürliche Mykorrhiza ist sehr stark, die Wachstumsbedingungen insgesamt anscheinend fast optimal.

Das dagegen unter sehr extensiven Feld-Bedingungen die Mykorrhizierung durch Zugabe von vitalem Inokulum gesteigert werden kann, war in V930 zu sehen. In diesem Zusammenhang wurde ebenfalls deutlich, dass das Verfahren Ausbringung von Mykorrhiza Konzentrat (vorgemischt in Trägermaterial Blähton) direkt zur Aussaat in die Saatreihe erfolgreich ist.

Bezogen auf konventionellen Anbau gibt es ein neues Ergebnis: Der mineralische Ammonium Stickstoff scheint ein hemmender Faktor für aktive Mykorrhiza im Feld zu sein, das lässt V930 vermuten. Im Versuch wurde mit Reinnährstoffen gearbeitet. Der nächste Schritt ist zu untersuchen, inwieweit praxisübliche mineralische N-Handelsdünger die Mykorrhiza Intensität ähnlich beeinflussen. In diesem Zusammenhang sollte die Wirkung von Harnstoff und der gebräuchlichen Nitrifikations Hemmstoffe auf Mykorrhizierung ebenfalls untersucht werden.

Eine Düngung im konventionellen Anbau ohne mineralischen Ammonium Stickstoff ist wegen seiner verhalteneren Wirkung erst einmal schwer vorstellbar. Er wird überwiegend in Kombination mit dem schneller wirkenden (weil sofort wasserlöslichen) Nitrat Stickstoff ausgebracht (z. B. in KAS und AHL). Das Ziel ist eine möglichst lang anhaltende und gleichmäßige N-Verfügbarkeit für die Kulturen. Zunehmend werden deshalb noch Nitrifikations Hemmstoffe zugesetzt, auch um Arbeitskosten für Nachdüngungen zu reduzieren (z. B. in Alzon, Entec, Piasan). Es ist zu klären, welche Alternativen ohne, oder mit reduzierten mineralischen Ammonium-N machbar sind. Und ob für den konventionellen Folgeversuch einmal die N-Düngung entsprechend umgestellt werden kann.

08.02. He

PRECISION AMF

BEDARFSGERECHTE, TEILFLÄCHENSPEZIFISCHE ANWENDUNG MYKORRHIZierter BODENHILFSSTOFFE ZUR
ERHÖHUNG DER ERTRAGSSTABILITÄT IM FELD ANHAND HOCHAUFLÖSENDEr
BODENKARTIERUNGSTECHNOLOGIEN

4. ZWISCHENBERICHT

BERICHTSZEITRAUM: 01.08.2020 – 31.01.2021

ANLAGE 1: BEWERTUNGSSCHEMA TROUVELOT

Bewertung nach Trouvelot (1986)

Pro Probe werden auf zwei Objektträgern je 15 Wurzelstücke (1 cm lang) aufgelegt, in Glycerin:Milchsäure:Aqua dest, 1:1:1, eingebettet und mit Deckgläsern abgedeckt. Unter dem Mikroskop wird dann der Grad der Besiedelung und die Häufigkeit von Arbuskeln festgestellt (Abb. 1 und 2 nach Trouvelot, 1986).

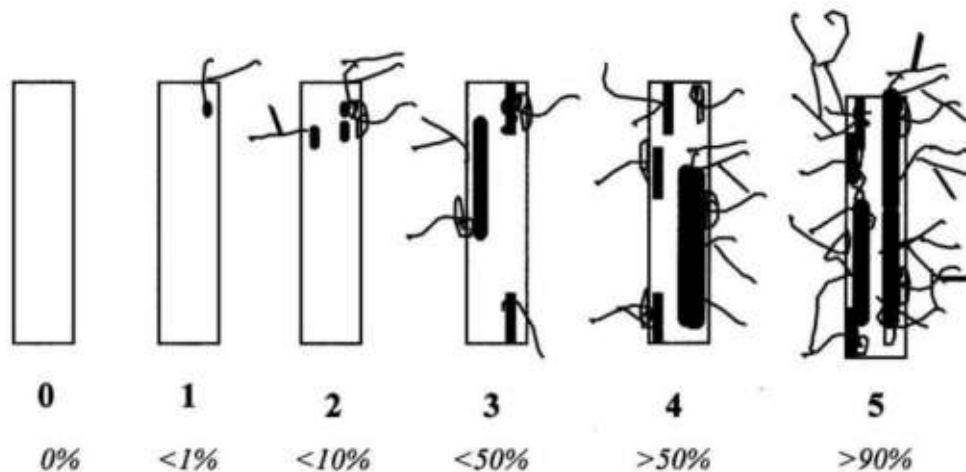


Abb. 1: Einteilung der Mykorrhizabesiedelung in Klassen von 0 bis 5

Keine Arbuskel: A0

Wenig: A1

Mittel: A2

Häufig: A3

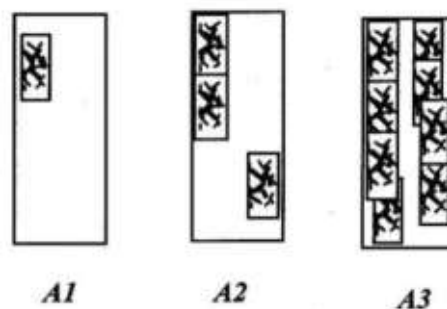


Abb.: 2: Häufigkeit von Arbuskeln in Wurzelabschnitten

Die ermittelten Daten für die 30 Wurzelstücke werden in die Wurzelprobentabelle eingetragen und anschließend in das Computer Programm „Mycocalc“ eingetragen, um F%, M%, m%, a% und A% zu ermitteln.

F% = Häufigkeit von Mykorrhiza im Wurzelsystem

M% = Intensität der Besiedelung im Wurzelsystem

m% = Intensität der Besiedelung in den Wurzelstücken

a% = Häufigkeit von Arbuskeln in den mykorrhizierten Teilen der Wurzelstücke

A% = Häufigkeit von Arbuskeln im Wurzelsystem

Generelle Beurteilung der Besiedlung der Wurzelproben

Internes Bewertungsschema zur Einschätzung der Wirksamkeit der Mykorrhiza (bezogen auf Wachstumsförderung/Pathogenabwehr/Überdauerung), je nach Stärke der Wurzel Besiedelung.

F% = 80 – 100%	sehr gut,	F% = 50 – 79 %	gut
F% = 30 – 49 %	befriedigend,	F% = 15 – 29 %	ausreichend
F% = unter 15%	ungenügend		

Fortlaufender Zwischenbericht zum EIP-Agri Projekt ‚Precision-AMF‘ des IGZ

Berichtszeitraum: 05.02.2019 – 31.07.2019

ab Seite 1

Berichtszeitraum: 01.08.2019 – 31.01.2020

ab Seite 4

Berichtszeitraum: 01.02.2020 – 31.07.2020

ab Seite 9

Berichtszeitraum: 01.08.2020 – 31.01.2021

ab Seite 18

Im Rahmen des Arbeitspakets AP6b wird untersucht, inwieweit eine Applizierung von Mykorrhizapräparaten Boden- oder flächenspezifisch wirksam auf das Pflanzenwachstum von Körnermais und Kartoffeln ist. Dazu müssen Böden von Teilflächen entnommen werden, die durch unterschiedliche Bodenbedingungen und Ertragsaufkommen gekennzeichnet sind und unter kontrollierten Bedingungen die Wachstumsantwort der Kulturen getestet werden. Des Weiteren muss nachgewiesen werden, dass eine zusätzliche Inokulierung auch zu einer erfolgreichen Besiedelung der Pflanzenwurzeln durch die applizierten Mykorrhizapilze führt, welche auch von natürlich im Feld vorkommenden Mykorrhizapilzen unterscheidbar sind. Die Topfversuche auf unterschiedlichen Böden sollen so als Basis für darauffolgende Feldapplikationsstudien dienen.

Um dies zu untersuchen wurden in enger Absprache mit den OG Partnern Michael Cordts (Bioland, Körnermais) und Bernd Trumann (konventionelle Bewirtschaftung, Kartoffel) Schläge ausgewählt die durch heterogenes Ertragsaufkommen innerhalb eines Schlates gekennzeichnet sind und auf denen im Folgejahr die Zielkultur angebaut wird. Je Bewirtschaftungsform wurden 2 kontrastierende Teilflächen ausgewählt, Feldboden entnommen, zum IGZ versandt und in der Topfkultur getestet. Zusätzlich wurde die Hälfte aller Pflanzen auf wärmebehandeltem Boden kultiviert, um natürlich vorkommende Mykorrhizapilze abzutöten. Dies ist wichtig, um vollständig mykorrhizafreie Pflanzen zu gewinnen, die als Negativkontrollen dienen und um molekularbiologische Nachweismethoden zu entwickeln, die applizierte von natürlicher Mykorrhiza unterscheiden können.

Maispflanzen wurden weiterhin auf den Böden getestet, auf denen sich im Folgejahr die Kartoffelkulturen befinden. Dies wurde basierend auf Vorgängerprojekten mitgeführt, da in der Vergangenheit mehrfach ein schlechtes Mykorrhizierungspotential von Kartoffeln auf diesen Böden beobachtet wurde. Um Erkenntnisse darüber zu erlangen ob das schlechte Mykorrhizierungspotential boden- oder pflanzenartsspezifisch ist, wurden diese Böden in der Maiskultur mitgetestet. Mais ist eine geeignete und oft verwendete Art für derartige Screenings. Aus den Behandlungen ergeben sich folgende Versuchsdesigns für die Topfversuche von Mais und Kartoffeln:

Versuchsdesign Körnermais:

Faktoren	Faktorstufen			
Inokulierung	ja	nein		
Bodenbehandlung	unbehandelt	Wärmebehandelt (80°C, 24 h)		
Boden	16 Bodenpunkte (BP), Bioland	32 BP (Bioland)	46 BP (konv.)	52 BP (konv.)

Versuchsdesign Kartoffel:

Faktoren	Faktorstufen			
Inokulierung	ja	nein		
Bodenbehandlung	unbehandelt	Wärmebehandelt (80°C, 24 h)		
Boden	46 BP (konv.)	52 BP (konv.)		

Beide Versuche wurden in vollständig randomisierter Anlage aufgestellt (Abb.1, Mais) und sechs Wochen kultiviert; eine typische Kulturdauer, um Mykorrhizaetablierung und Wachstumsantworten zu untersuchen.



Abb.1: Versuch von Körnermais in vollständig randomisierter Anlage im Gewächshaus

Erste Ergebnisse aus dem Topfversuch mit Mais zeigen, dass eine Wachstumsförderung durch Inokulierung mit dem Mykorrhizapräparat bodenspezifisch ist (Abb.2). Über den gesamten Topfversuch zeigt sich, dass die Trockenmasseentwicklung der Pflanzen konsistent mit den Bodenpunkten, innerhalb und über die Bewirtschaftungsformen, hinweg ansteigt. Eine Wärmebehandlung (Abb2, sterilisiert) des Bodens hatte tendenziell höheres Pflanzenwachstum zur Folge, vor allem besseres Wurzelwachstum auf drei der vier untersuchten Böden. Dies kann entweder durch reduzierte Konkurrenz der Pflanzen mit bodenbürtigen Organismen um Ressourcen begründet sein, oder durch die Behandlung veränderten abiotischen Bodenbedingungen hervorgerufen worden sein. Dass dieser Effekt durch Wärmebehandlung auf das Wurzelwachstum in inokulierten Töpfen aufgehoben wurde, spricht für eine biotisch verursachte Konkurrenz um Ressourcen. Dies ist aber von untergeordneter Bedeutung für das Bodenscreening. Wie bereits erwähnt, diente diese Behandlung vorrangig dazu, mykorrhizafreie Pflanzen zu generieren.

Betrachtet man das natürliche Szenario auf unbehandelten Böden, die auch natürliche Mykorrhizapilze enthalten können, zeigt sich, dass eine zusätzliche Inokulierung zu einer Wachstumsförderung von ca. 16 % bei Mais auf dem Boden mit 32 Bodenpunkten führte. Auf diesem Boden führte die Inokulierung auch zu einer Erhöhung der Wurzelkolonisierung von 20% auf 28% der Wurzellänge. Die Wurzelkolonisierungsraten befinden sich derzeit noch in der Analyse. Auf allen anderen unbehandelten Böden zeigten sich neutrale Wachstumsantworten auf die Applizierung von Mykorrhiza.

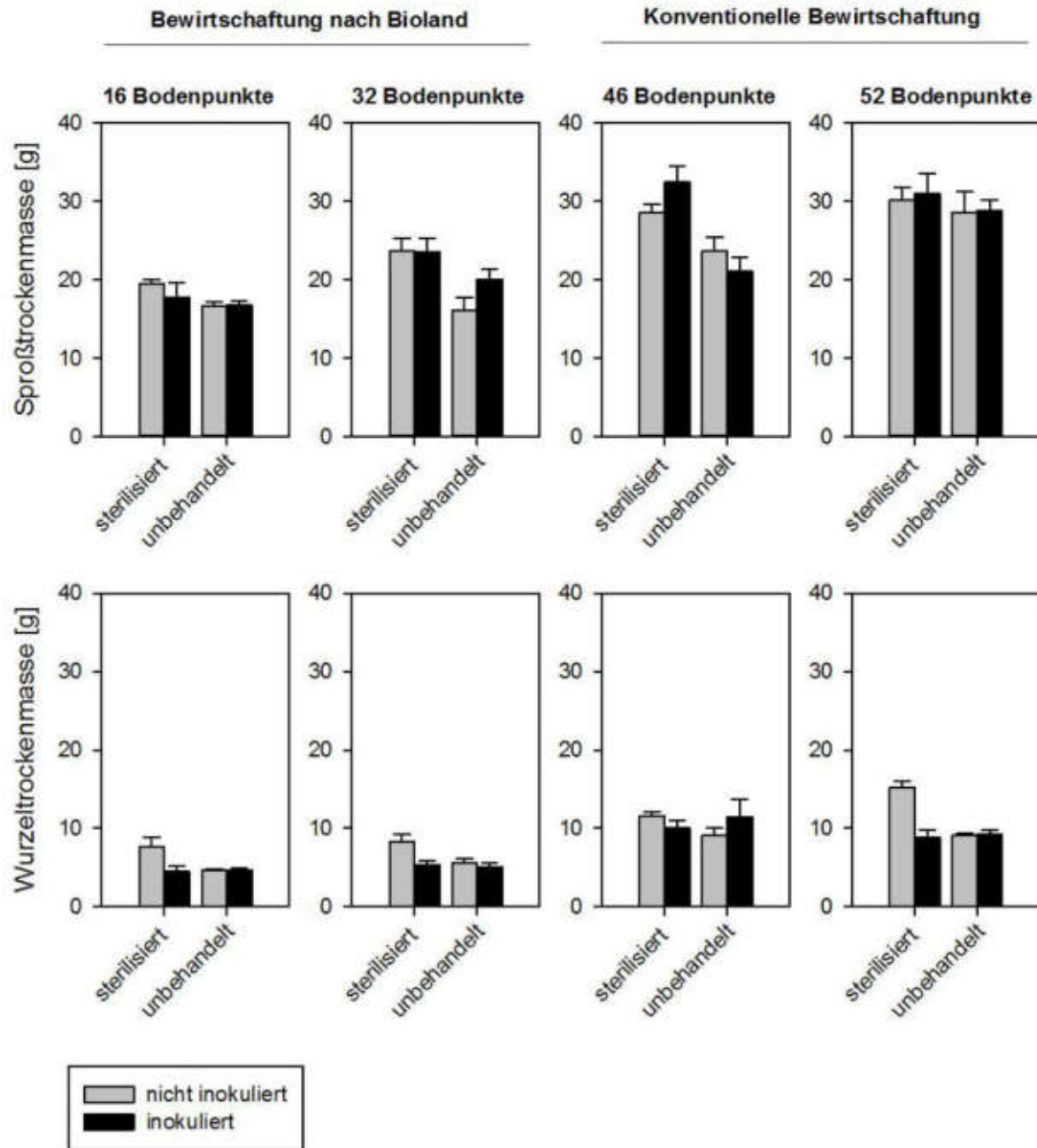


Abb.2: Die Sproß- und Wurzeltrockenmasse von Mais auf vier verschiedenen Böden, die entweder mit Mykorrhizapräparaten behandelt wurden oder nicht und unbehandelt blieben oder wärmebehandelt (80°C 24 h) wurden, um mykorrhizafreie Pflanzen zu generieren.

Momentan befinden sich die Proben zur molekularen Quantifizierung der Mykorrhizafunktion und für den Anwachsnachweises des Inokulums in der Aufbereitung bzw. Analyse. Zeitnah werden auch die Pflanzennährstoffgehalte analysiert, die weiteren Aufschluss über den Beitrag von Mykorrhiza zur Ressourcenerschließung der Pflanzen geben. Der Kartoffelversuch wurde ebenfalls bereits geerntet und wird analog analysiert.

Sind diese Ergebnisse vorhanden, ist geplant im Rahmen von Arbeitspaket Ap6a die Schläge auf denen der Feldboden entnommen wurde, mit dem Precision-Farming tool Geophilus electricus hinsichtlich ihrer

räumlichen Heterogenität zu kartieren. Dies erfordert eine Befahrbarkeit der Flächen und muss unter möglichst ausgeglichenen und ausreichenden Bodenfeuchtebedingungen geschehen. Dies ist je nach Wetterlage im Herbst-Winter nach der Kultur oder im Winter-Frühjahr vor der Kultur möglich/vorhanden.

Fortsetzung zum Zwischenbericht zum EIP-Agri Projekt ‚Precision-AMF‘ des IGZ, 15.02.2020

Im Rahmen des Ap 6b wurden für den Topfversuch in Mais 50 Wurzelstücke je Pflanze und insgesamt 4000 Wurzelstücke eingefärbt und unter dem Mikroskop hinsichtlich der Mykorrhizakolonisierungsrate untersucht (Abb.3). Hierbei wurden auch die Böden mitanalysiert auf denen der Kartoffelanbau geplant ist, um zwischen Bodeneffekten und Pflanzeneffekten auf die ‚Tragfähigkeit‘ und Kompatibilität der Mykorrhizaprodukte unterscheiden zu können. Es zeigte sich, dass im Allgemeinen die leichteren Böden in der Biolandbewirtschaftung sowohl ein wesentlich höheres Vorkommen an natürlichen Mykorrhizen aufweisen als auch eine Erhöhung der Wurzelkolonisierungsrate durch Inokulierung erlauben (auf dem Boden mit 32 Bodenpunkten). Die frischeren Böden der konventionellen Bewirtschaftung bergen kaum natürliche Mykorrhizen, aber die Wurzelkolonisierung der Maispflanzen konnte durch die Inokulierung mit Mykorrhizaprodukten generell gesteigert werden, wenn auch in eingeschränktem Maße.

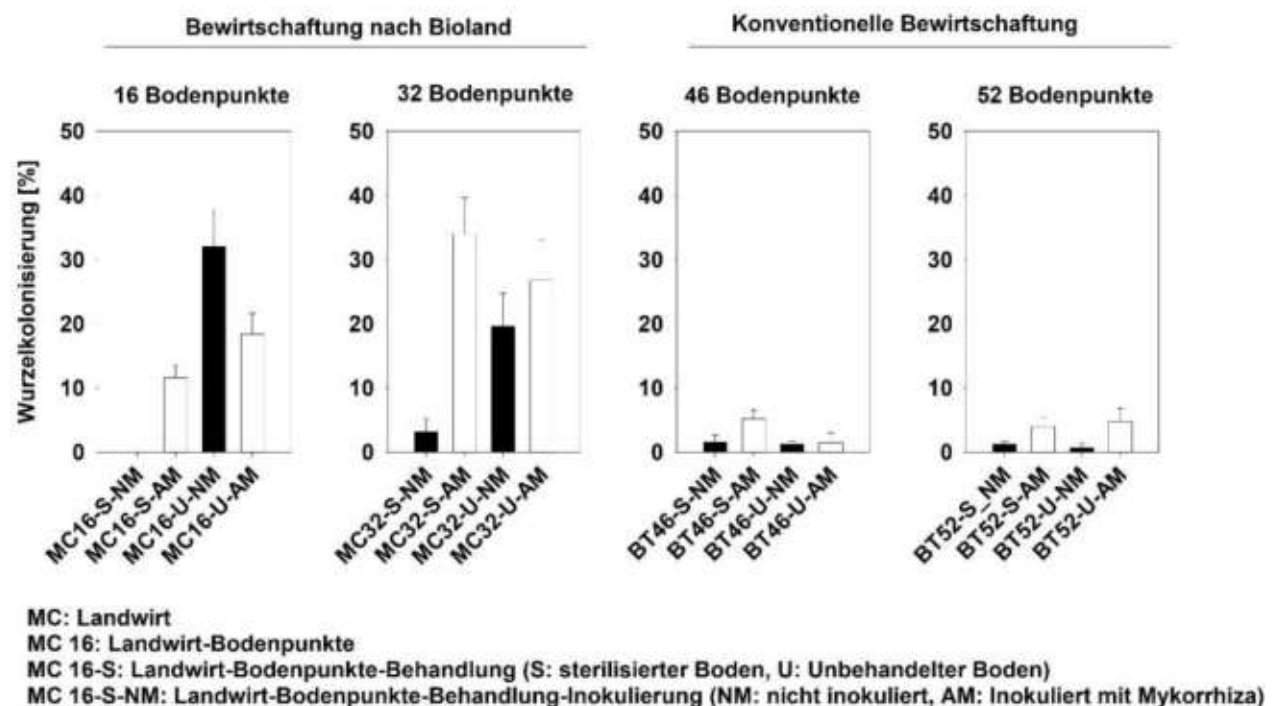


Abb. 3: Die Wurzelkolonisierungsrate von Maispflanzen auf unterschiedlichen Böden im Topfversuch nach 8 Wochen Wachstum.

Die Kontrollen auf sterilisierten Böden wurden mitgeführt um mit molekularbiologischen Methoden mykorrhizafreie Kontrollen zu gewinnen, sind aus agronomischer Sicht aber von untergeordneter Bedeutung und werden an dieser Stelle nicht weiter interpretiert. Abbildung 4 veranschaulicht die Wirkung die die hinzugefügten Mykorrhizapräparate auf die Pflanzenentwicklung von Mais auf unbehandelten Feldböden hatten. Es zeigte sich, dass ausschließlich auf dem Boden mit 32 Bodenpunkten der Biolandbewirtschaftung eine nennenswerte Biomassesteigerung erzielt werden konnte. Offensichtlich führte eine kleine Steigerung der Wurzelkolonisierungsraten auf den Böden mit 46 und 52 Bodenpunkten

der konventionellen Bewirtschaftung nicht zu einer Ertragssteigerung. Weiterhin hat eine, noch näher zu klärende, Reduktion der Wurzelkolonisierung durch Inokulierung (siehe Abb.3) auf dem Boden mit 16 Bodenpunkten nicht zu einer Ertragsreduzierung geführt. Es zeigt sich, dass eine Inokulierung in Maiskulturen nicht zu Ertragsverlusten führt aber in bodenartabhängiger Weise wirksam ist.

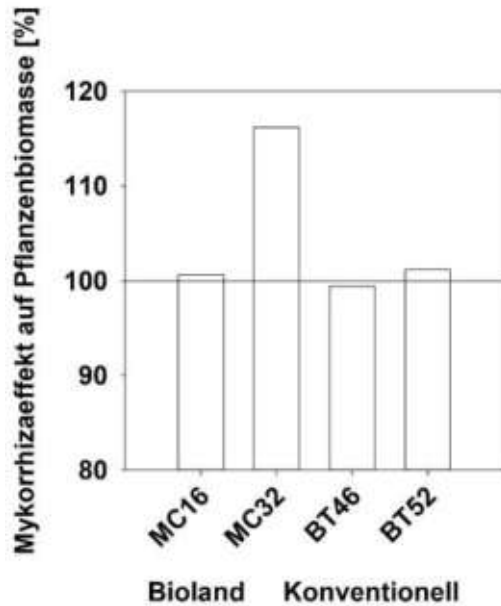


Abb.4: Der Mykorrhizaeffekt auf die Pflanzenbiomasse von Mais auf den vier verschiedenen Versuchsböden, dargestellt als prozentuale Steigerung der Biomasse durch Inokulierung gegenüber nicht inokulierten Pflanzen.

Des Weiteren wurde der Kartoffelversuch geerntet und analog analysiert. Hier zeigte sich dass die Inokulierung mit dem Mykorrhizaprodukt nur auf dem Boden mit 46 BP zu einer erhöhten Pflanzenbiomasse führte, während auf dem Boden mit 52 Bodenpunkten eine Wachstumsdepression hervorgerufen wurde (Abb.5, Abb.6)

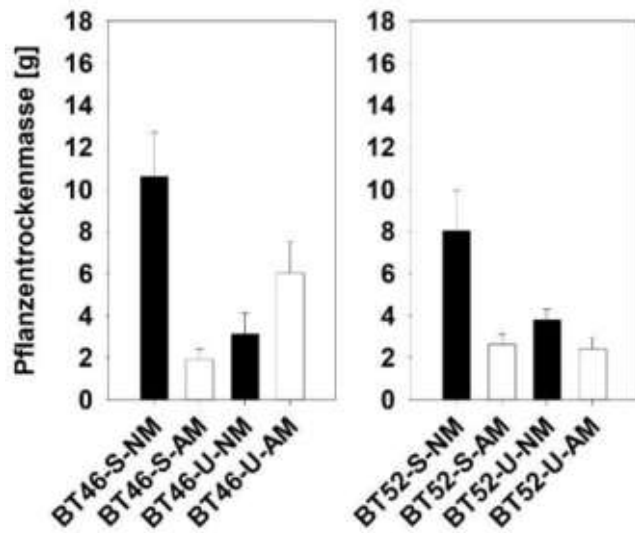


Abb.5: Die Pflanzenbiomasse von Kartoffeln auf zwei verschiedenen Versuchsböden in Topfkultur aus konventionell bewirtschafteten Böden.

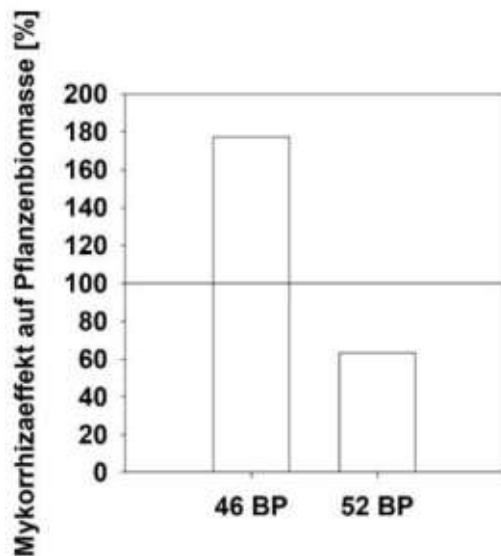


Abb.6: Der Mykorrhizaeffekt auf die Pflanzenbiomasse von Kartoffeln auf den zwei verschiedenen Versuchsböden, dargestellt als prozentuale Steigerung der Biomasse durch Inokulierung gegenüber nicht inokulierten Pflanzen.

Im Allgemeinen zeigt sich, dass die Wachstumsantwort auf Mykorrhizaapplikation auf verschiedenen Böden und Bewirtschaftungsformen hoch spezifisch ist. Dies ist aus wissenschaftlicher Literatur bekannt und aus biologischer Sicht nicht überraschend, da die Wirkung von biologischen Präparaten in ähnlicher Weise wie Pflanzenwachstum auf eine Reihe von Umweltfaktoren reagiert. Im Ausblick gilt es möglichst umfassend diese Umweltbedingungen zu erfassen und Einflussfaktoren abzugrenzen. Dafür wurde zunächst die Wasserretention der verschiedenen Böden analysiert (Abb.8). Die Wasserretention gibt Aufschluss über die Pflanzenverfügbarkeit von Wasser in den Böden und ist unter anderem durch die Korngrößenzusammensetzung der Böden bestimmt. Zusammen mit Laboranalysen der

Korngrößenzusammensetzung der Böden und der Bodenkartierung mit dem Geophilussystem können dann Karten für einen Bodenfeuchte-Index erstellt werden, um zu untersuchen unter welchen Feuchte- und Bodentexturbedingungen applizierte Mykorrhizapräparate am besten die Pflanzen besiedeln und zu einer Wachstumsförderung führen können. Die Bodenkartierung mit Geophilus erfordert spezifische Bedingungen ausgeglichener Feuchte und Befahrbarkeit der Schläge. Die Witterung in der bisherigen Projektphase erlaubte die Bodenkartierung bisher nicht für alle Schläge, die Messung ist aber für Anfang Februar in enger Abstimmung mit den landwirtschaftlichen Betrieben geplant und wird rechtzeitig vor der Versuchsanlage im Feld fertiggestellt sein. Für die Schläge auf der Bewirtschaftung nach Bioland konnte die Messung bereits erfolgen. Abbildung 7 zeigt das Messverfahren für einen Schlag.

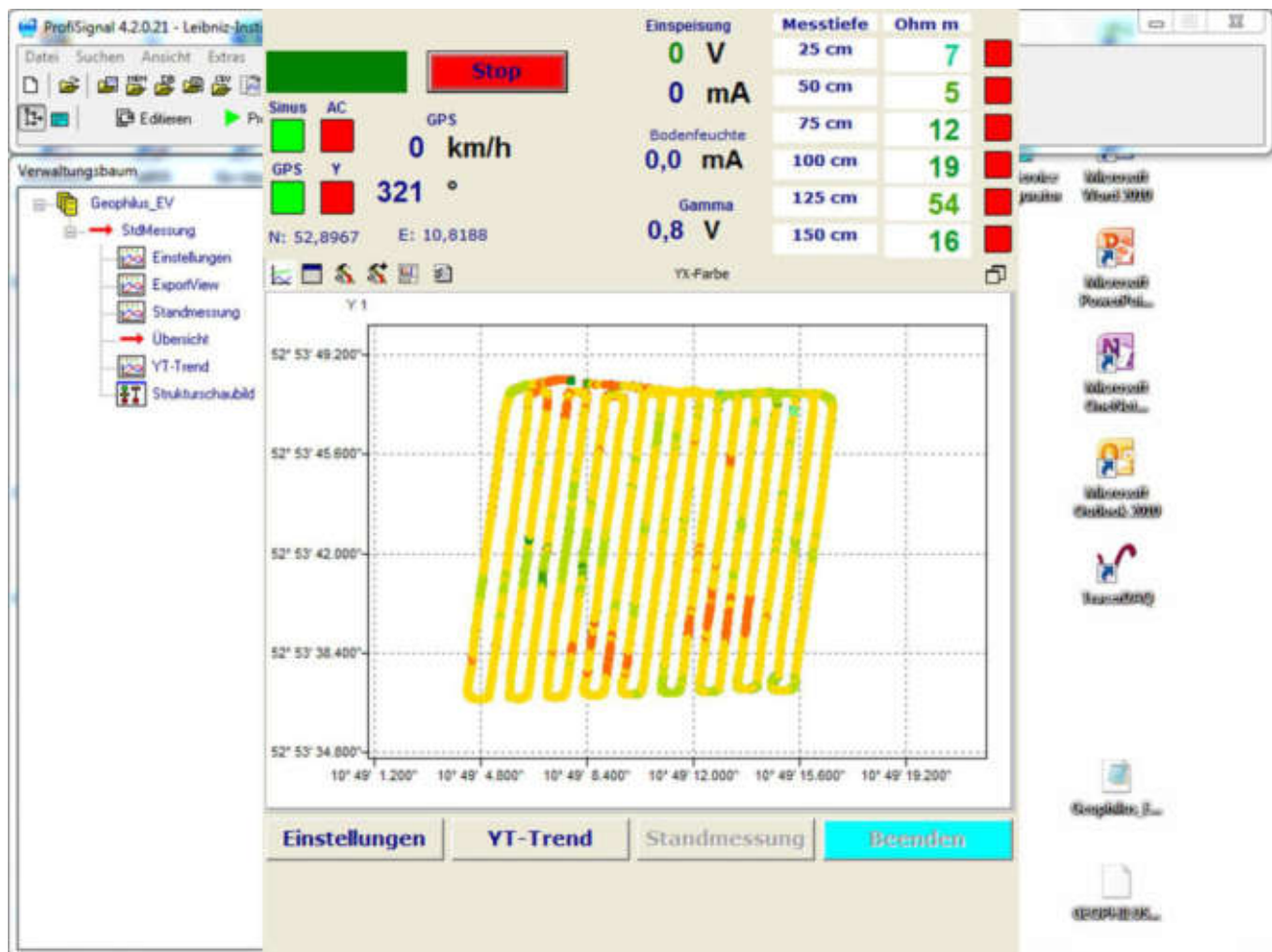


Abbildung 7: Kartierung für den Schlag im Feld auf dem Mais in der kommenden Kultur angebaut wird. Rote Farben zeigen hohe elektrische Widerstände an, grüne Niedrige. Dies wird weiter ausgewertet und zeigt zunächst einen Eindruck der Bodenheterogenität welche in der Versuchsanlage berücksichtigt wird.

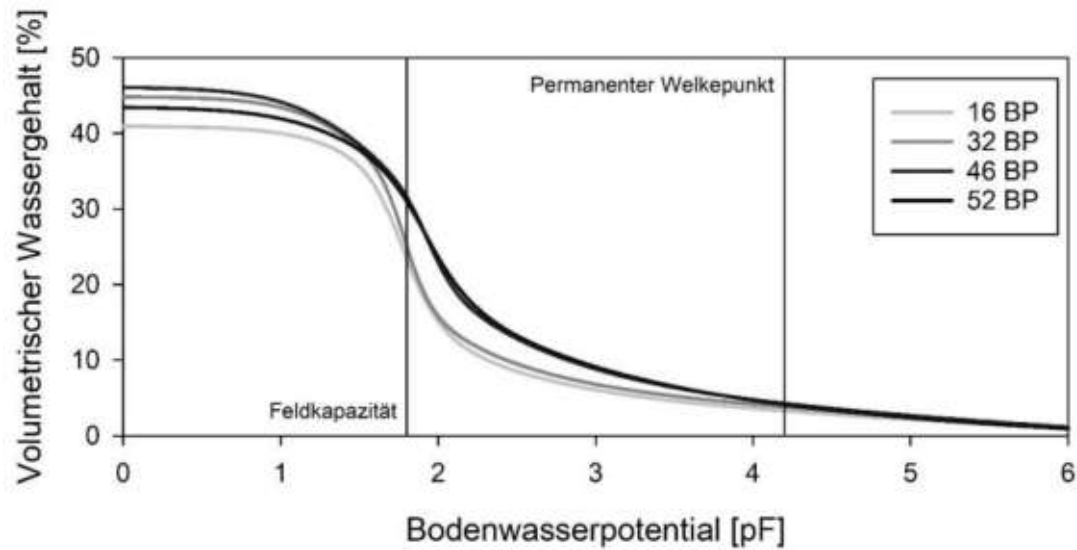


Abb.8: Die Wasserretention der vier verschiedenen Versuchsböden aus der Bewirtschaftung nach Bioland (16 und 32 Bodenpunkte (BP)) und aus konventioneller Bewirtschaftung (46 und 52 BP).

Ein zweiter wichtiger Schritt ist der direkte Nachweis des Anwacherfolges des applizierten Mykorrhizaprodukts. Da Böden natürliche Mykorrhizapilze enthalten ist die reine mikroskopische Quantifizierung nicht ausreichend aussagekräftig. Hierzu werden molekularbiologische Methoden verwendet die die im Inokulum enthaltenen Pilzstämme identifizieren und quantifizieren können. Dazu wurden Marker entwickelt die anhand aus Wurzeln isolierter DNA die Pilzstämme des Inokulums in den Wurzeln identifizieren können (Tabelle 1). Die DNA aus allen Pflanzen der Topfversuche (80 für Mais, 40 für Kartoffel) wurde bereits extrahiert und zur Analyse aufbereitet. In naher Zukunft wird mittels quantitativer PCR die Präsenz der applizierten Mykorrhizapilze in den Wurzeln nachgewiesen und von den Vorkommen natürlicher Mykorrhizen abgegrenzt.

Tab.1. Primerpaare für die im Inokulum enthaltenen Pilzstämme

Pilzstamm	Rating	Sequence	Original Position	Position on Alignment	Length	Tm	GC %	Hairpin ΔG	Self Dimer ΔG	Cross Dimer ΔG	Run Length	GC Clamp	TaOpt	Degenerate Bases
					bp	°C		kcal/mol	kcal/mol	kcal/mol	bp		°C	
QS81_Consensus#000004_115														
Anti-sense TaqMan®	67,2	AACCATGTTTAGACCATATCAT	768	810	22	51,4	31,8	-0,7	-2,4		3			0
Sense Primer	80,9	AATAAGAAATGCTATTCAATCC	610	610	22	48,9	27,3	-0,7	-0,7		3	2		0
Anti-sense Primer	87,0	AAGGTGGCTGCTTCC	806	848	15	48,7	60,0	-0,6	-0,6		2	2		0
Product	85,1				197	71,5				-0,6			49,7	
QS69_consensus#000006_115														
Anti-sense TaqMan®	61,0	AAATTACAGGTATTATCAAATC	725	785	23	47,5	21,7	-1,2	-1,2		3			0
Sense Primer	65,5	GAAATGCTATTCAATCC	597	615	17	41,7	35,3	-0,6	-0,6		3	2		0
Anti-sense Primer	53,6	TTTCAACCATGTTAG	755	815	17	41,1	29,4	-0,7	-2,4		4	1		0
Product	62,2				159	71,1				-1,8			47,2	

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt sollte auch die Funktionalität der Mykorrhiza anhand der RNA Akkumulation von mykorrhizaspezifischen Phosphattransportergenen in der Pflanze quantifiziert sein, sowie die Nährstoffanalysen in Pflanzengeweben fertiggestellt sein, um den Beitrag der Mykorrhiza zur Pflanzenernährung zu bilanzieren. Sowohl, die RNA Extraktion als auch die Probenaufbereitung zur Nährstoffanalyse sind fertiggestellt. Ende 2019 sollte die Analyse der Proben erfolgen. Durch eine Havarie am Institut im Dezember 2019 war und ist die Nutzung der analytischen Infrastruktur am Institut stark eingeschränkt. Die Wiederaufnahme des Laborbetriebs ist aber in vollem Gange und diese Analysen werden zu Beginn dieses Jahres nachgeholt und befinden sich bereits im Prozess.

Fortsetzung zum Zwischenbericht zum EIP-Agri Projekt ‚Precision-AMF‘ des IGZ, 15.08.2020

Die Topfversuche zur Mykorrhizierung von Mais und Kartoffeln wurden weiter ausgewertet. Während in der Maiskultur auf den nach Bioland bewirtschafteten Böden teils erhöhte Wurzelkolonisierungsraten durch Inokulierung mit Mykorrhiza erreicht werden konnten, zeigten die Maispflanzen auf konventionell bewirtschafteten Böden generell geringe Wurzelkolonisierung, die auch nicht nennenswert durch Inokulierung gesteigert werden konnte (siehe Abb.3). Für die Kartoffeln in den konventionell bewirtschafteten Böden zeigte sich ein konsistentes Bild. Weder zeigten diese Böden ein nennenswertes Selbstmykorrhizierungspotenzial noch konnte die Wurzelkolonisierung durch zusätzliche Inokulierung mit Mykorrhiza signifikant gesteigert werden (Abb.9). Da diese Mykorrhizierungsraten in den Kartoffeln auf den Böden der konventionellen Landwirtschaft zu gering sind, um funktionelle Mykorrhiza anzunehmen, wurden die Analysen der mykorrhizainduzierten Nährstofftransportergene und der Nährstoffaufnahme nur für die Maiskultur fortgesetzt.

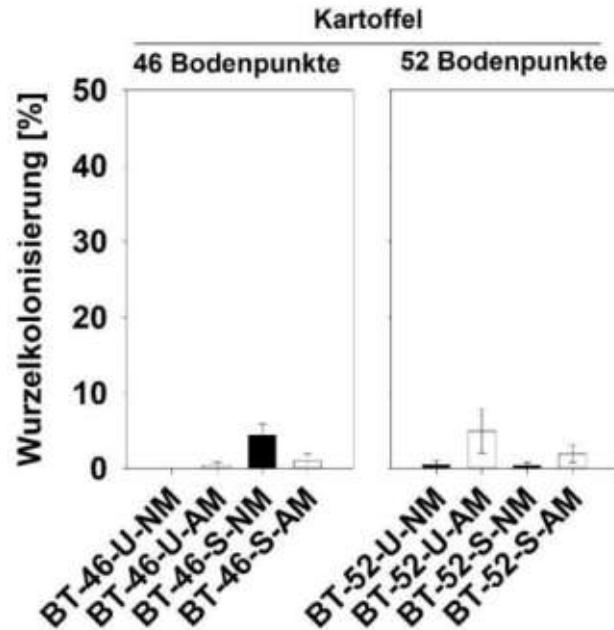


Abb9: Wurzelkolonisierung der Kartoffelpflanzen auf konventionell bewirtschafteten Böden (BT) die entweder unbehandelt (U) blieben oder hitzebehandelt (S) wurden, um natürliche Mykorrhiza zu entfernen. Die Böden wurden entweder mit autoklaviertem Inokulum (NM) oder mit lebenden arbuskulären Mykorrhizapilzen (AM) inokuliert.

Für die Maiskultur konnte durch Inokulierung eine verbesserte Phosphat- und Stickstoffaufnahme der Pflanzen auf dem Bioland-Boden mit 32 Bodenpunkten bewirkt werden (Abb.10). Diese erhöhte Nährstoffaufnahme der Pflanzen auf 32 Bodenpunkten ist konsistent mit erhöhter Wurzelkolonisierung durch Mykorrhizaapplikation (siehe Abb.3).

Um weiter nachzuweisen, ob sich durch Mykorrhizaapplikation in den Töpfen eine verbesserte funktionelle Mykorrhizasymbiose ausbildete, wurde mittels quantitativer PCR die relative Genexpression von Phosphattransportergenen der Pflanze analysiert, die nur in Gegenwart von wurzelinterner Mykorrhiza exprimiert werden. Hierzu wurden eine Reihe von Referenzgenen getestet, die nicht auf die im Experiment angewendeten Behandlungen reagieren dürfen. Zwei Referenzgene (Culin: CUL, Ubiquitin carrier Protein: UCBP) erwiesen sich als geeignetes Set an Referenzgenen, da keine signifikante Regulierung der Gene durch die experimentellen Behandlungen beobachtet werden konnte (Abb.11).

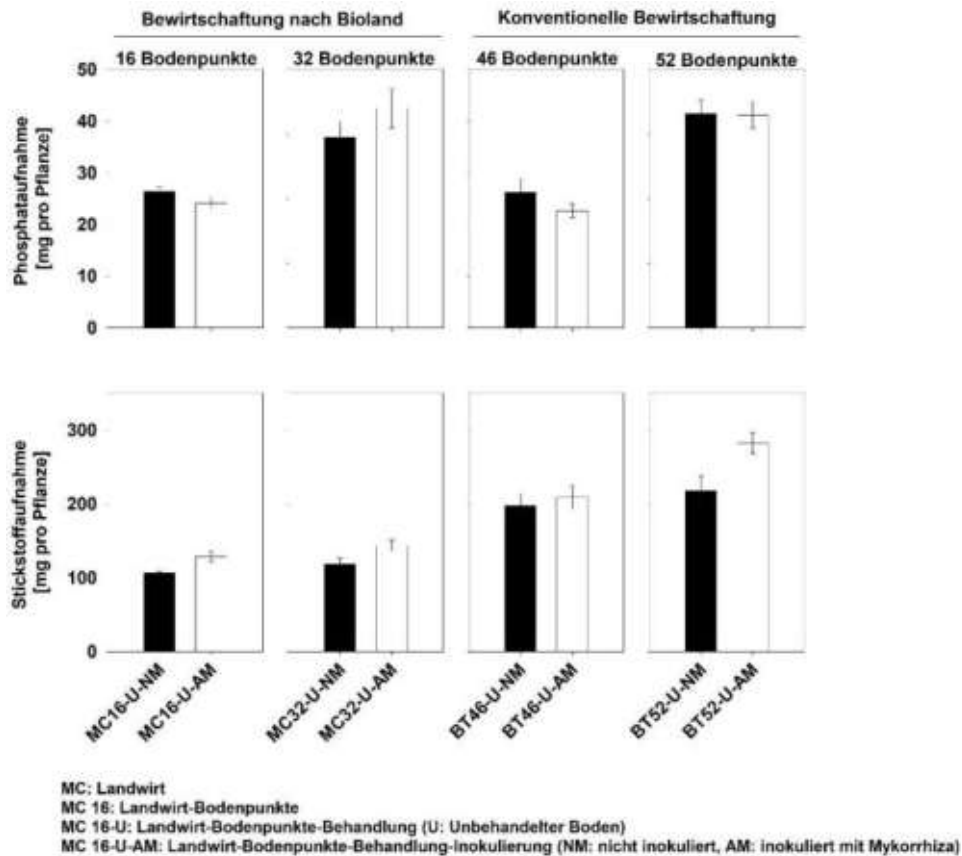


Abb.10: Die Phosphat- und Stickstoffaufnahme der Maispflanzen nach 6 Wochen Topfkultur, angezogen auf den vier verschiedenen Versuchsböden, entweder nicht inokuliert (inokuliert mit autoklavierter Mykorrhiza und einem Bakterienfiltrat, schwarz) oder inokuliert mit lebender Mykorrhiza.

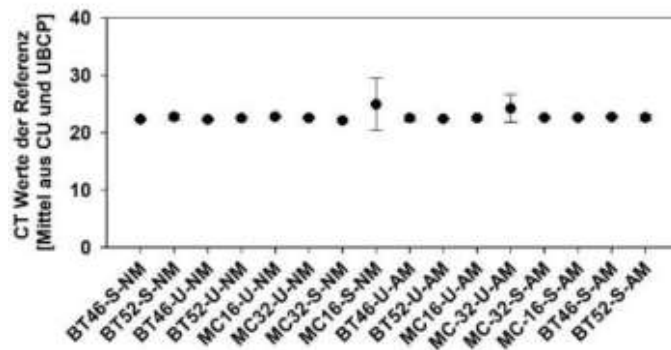


Abb.11: Das geometrische Mittel der CT Werte der beiden Referenzgene für Mais (CUL, UBCP) für alle Behandlungen im Mais-Topfversuch. Es konnte keine signifikante Regulierung der Gene beobachtet werden. In den zwei Behandlungen mit dem höchsten Standardfehler ist die erhöhte Varianz auf je eine stark abweichende biologische Wiederholung zurückzuführen.

Anhand der Expression der Referenzgene wurde die Phosphattransporterexpression in den Maiswurzeln relativ quantifiziert. Um zu untersuchen, inwieweit die Pflanzen auf molekularer Ebene auf Phosphatversorgung reagierten, wurde die Expression eines phosphatmangelinduzierten Phosphattransportergens (Pht 1.3) und eines mykorrhizainduzierten Phosphattransportergens (Pht 1.6) analysiert. Es zeigte sich, dass nicht inokulierte Maispflanzen auf den Biolandböden (MC16 und MC 32) eine höhere Expression des phosphatmangelinduzierten Phosphattransporters aufwiesen als inokulierte Maispflanzen (Abb.12). Im Gegensatz dazu, zeigten die Maispflanzen auf den Bioland-Böden eine erhöhte Expression der mykorrhizainduzierten Phosphattransportergene. Dies war konsistent über hitzebehandelte und unbehandelte Böden (Abb.12). Alle nicht inokulierten aber unbehandelten Böden die potentiell natürliche Mykorrhizen enthalten können, wiesen eine eher schwache Expression der mykorrhizaspezifischen Gene auf, aber eine erhöhte im Gegensatz zu hitzebehandelten Böden (Siehe Abb.12, unten).

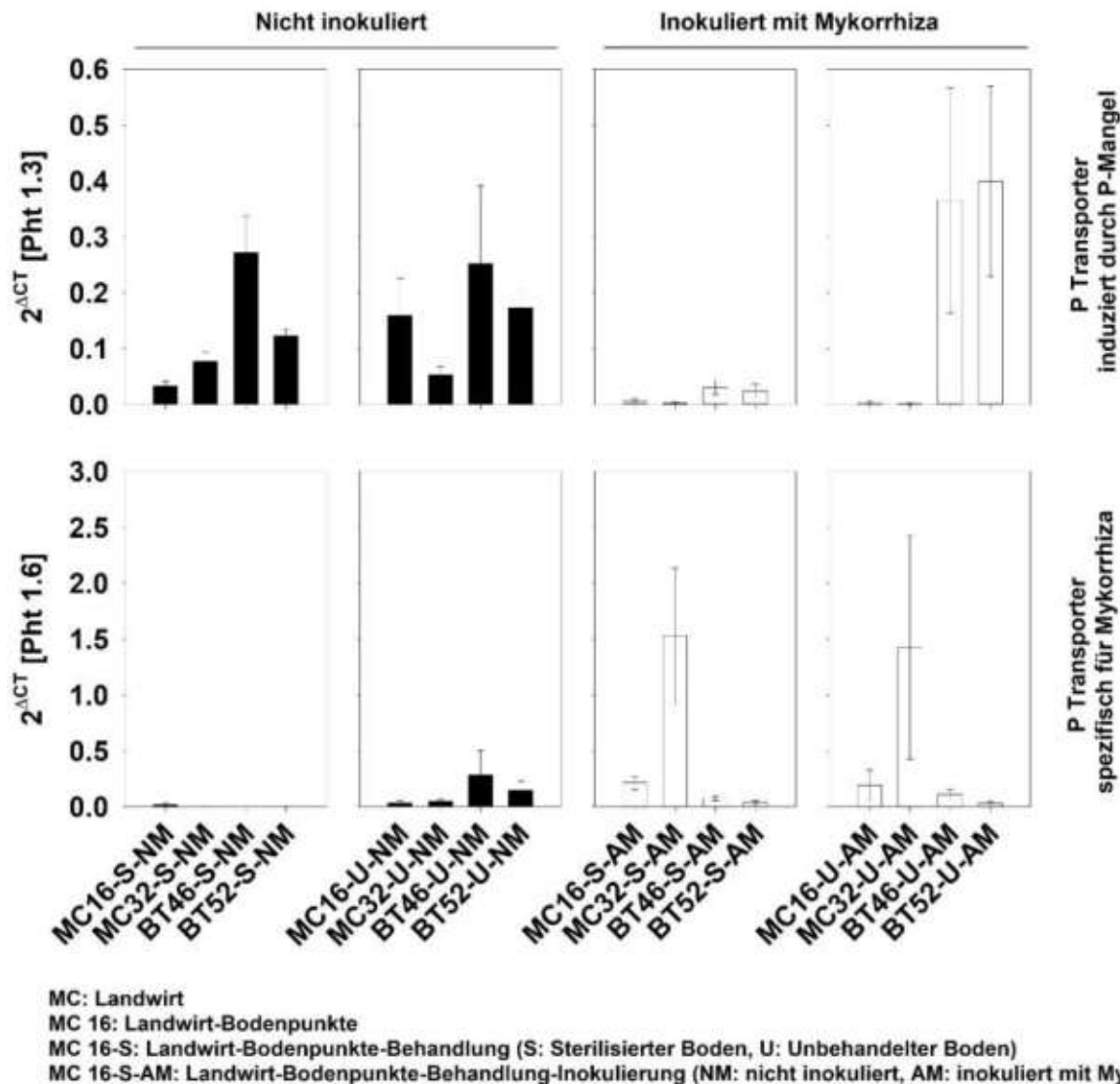


Abb.12: Die relative Expression von phosphormangelinduzierten (Pht1.3) und mykorrhizainduzierten (Pht1.6) Phosphattransportergenen in Maiswurzeln des Topfversuchs, angezogen auf den vier verschiedenen experimentellen Feldböden und inokuliert (weiß) oder nicht (schwarz) mit dem Mykorrhizapräparat.

Zusammenfassend zeigt sich Topfversuch mit Mais ein konsistentes Bild für die Nährstoffaufnahme der Pflanzen aus den Böden. In Abwesenheit von nennenswerter Wurzelkolonisierungsraten blieb die Expression mykorrhizainduzierter Phosphattransportergene gering. Eine Steigerung der Kolonisierungsraten durch Mykorrhizaapplikation konnte nur auf dem Bioland-Boden mit 32 Bodenpunkten erreicht werden. Auf diesem Boden führte die Inokulierung zur erhöhter Stickstoff- und Phosphataufnahme der Pflanze, sowie zu verbessertem Sprosswachstum und einer intensiveren funktionellen Wurzelsymbiose (Pht 1.6 Expression).

In weiteren Analysen sollte nun untersucht werden, ob eine ausbleibende oder auftretende Erhöhung der Wurzelkolonisierung durch Mykorrhizaapplikation auch den applizierten Mykorrhizastämmen zugeordnet werden können. Hierzu wurde DNA der Maiswurzeln extrahiert und zunächst mittels PCR getestet, ob generell Mykorrhiza-DNA in den Wurzeln nachgewiesen werden kann, wo sie zu erwarten ist. Dafür wurden Primersets (FLR34) verwendet, die zunächst unspezifisch für alle Glomeromycota sind (Abb.13).

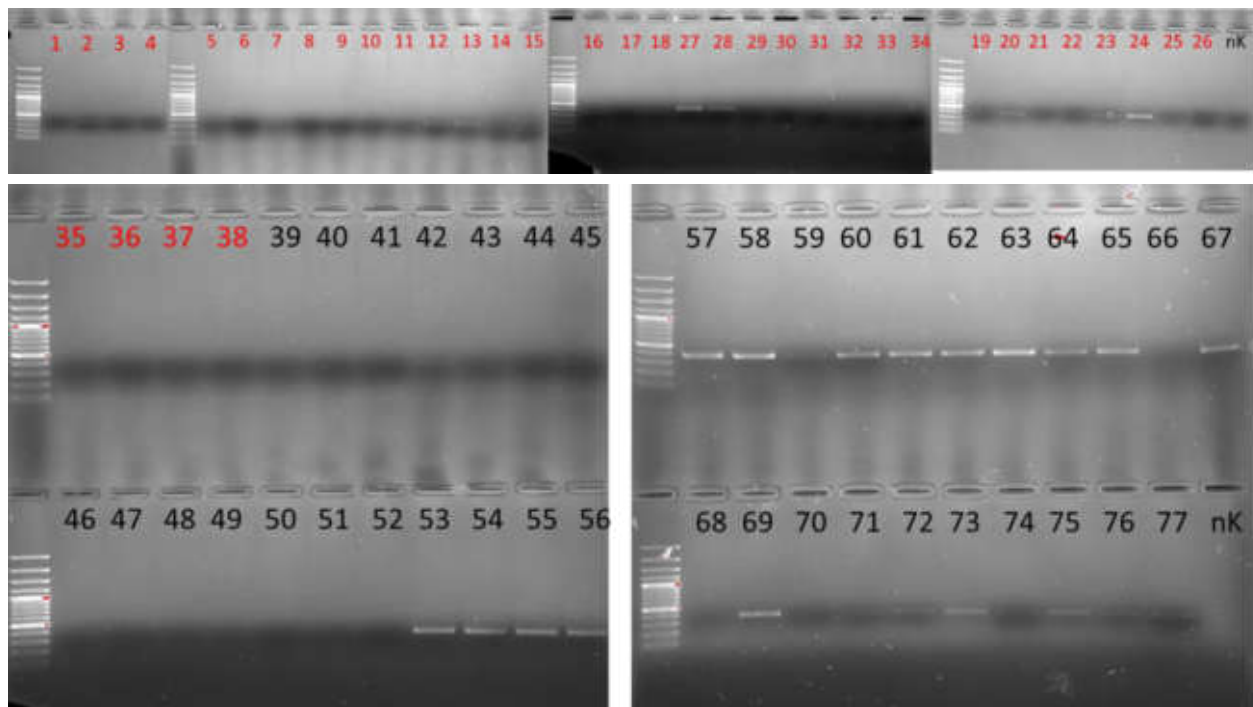


Abb13: PCR mit Glomeromycota-spezifischen Primern (FLR 34) auf DNA extrahiert aus den Maiswurzeln des Topfversuchs. Rote Nummern zeigen nicht inokulierte, schwarze Nummern inokulierte Wiederholungen: 1-10, 29-33: steriler, nicht inokulierter Boden; 11-28: unbehandelter nicht inokulierter Boden; 39-57: unbehandelter inokulierter Boden; 58-77: steriler, inokulierter Boden.

Alle hitzebehandelten und nicht-inokulierten Böden (1-10, 29-33 in Abb. 13) sollten keine pilzliche DNA in den Maiswurzeln erlauben. Dieser Nachweis ist bis auf eine Wiederholung (Wiederholung Nr. 2) gelungen. Alle anderen Maiswurzeln können entweder natürliche Mykorrhizen enthalten oder die DNA von applizierten Mykorrhizen. Dieser Nachweis ist nicht vollständig gelungen, es ist aber hervorzuheben, dass die stärksten Banden in den Proben aus den Bioland-Böden (MC 32: 53-62; MC 16-S-AM: 63-67) auftraten, in denen auch die höchsten Wurzelkolonisierungsraten unter dem Mikroskop beobachtet wurden.

Die Produkte dieser PCR wurden verwendet, um die Primer zu testen, die für die im Inokulum enthaltenen Pilzstämmen spezifisch sein sollen. Dies ergab ein inkonsistentes Bild und wies DNA auch dort nach wo kein lebender Mykorrhizapilz appliziert wurde (nicht gezeigt). Es war zunächst nicht klar, ob das Primerset nicht spezifisch für die applizierten Pilzstämmen war, oder ob die DNA des tot-autoklavierten Inokulum, dass in

die nicht inokulierten Töpfe gegeben wurde, nachgewiesen wurde. Deshalb wurden zunächst die FLR 34 Primer auf die RNA der Wurzeln angewendet, da durch die kurze Lebensdauer der RNA lebende Mykorrhiza eher identifiziert werden kann (Abb.14).

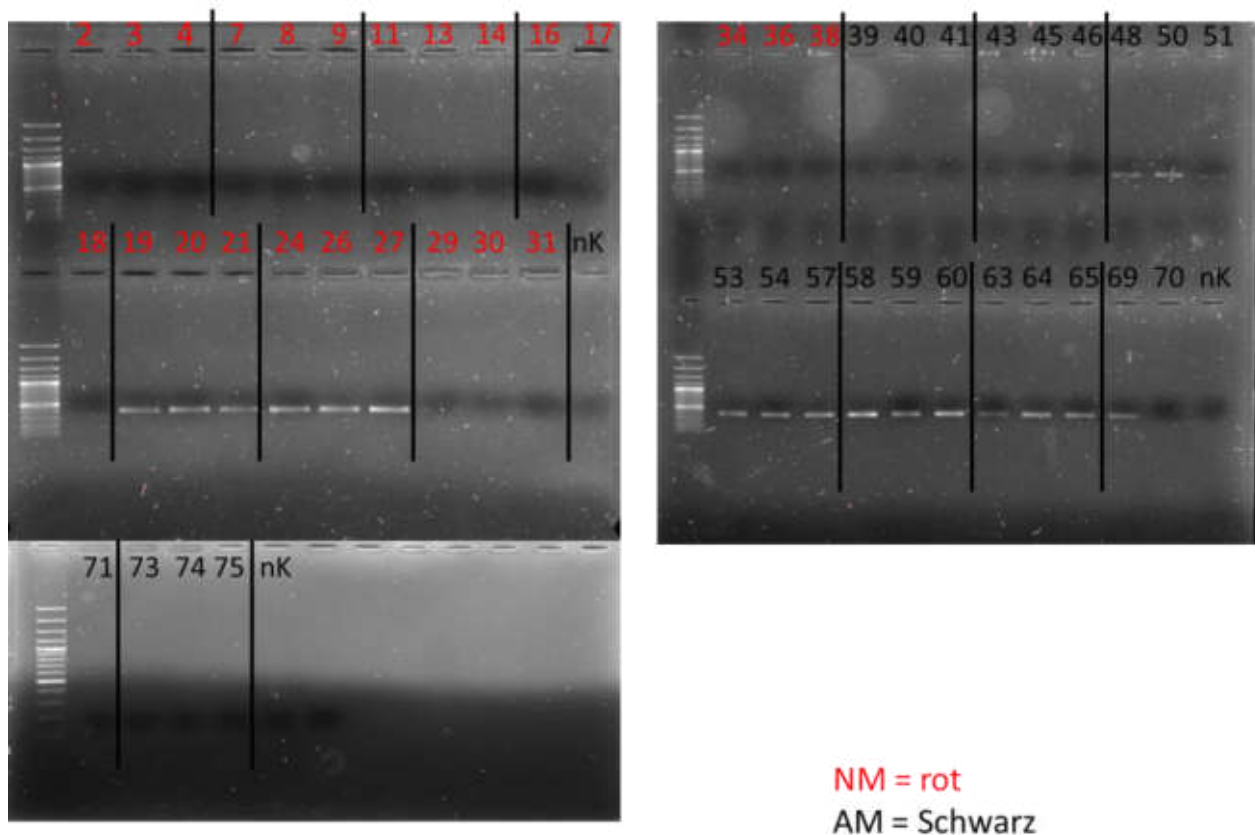


Abb14: PCR mit Glomeromycota-spezifischen Primern (FLR 34) auf die cDNA synthetisiert aus extrahierter RNA aus den Maiswurzeln des Topfversuchs. Rote Nummern zeigen nicht inokulierte (NM), schwarze Nummern inokulierte Wiederholungen (AM): 1-10, 29-33: steriler, nicht inokulierter Boden; 11-28: unbehandelter nicht inokulierter Boden; 39-57: unbehandelter inokulierter Boden; 58-77: steriler, inokulierter Boden.

Auch hier gelang der Nachweis von Mykorrhiza-cDNA vor allem auf den Bioland-Böden (MC16 und MC 32) auf denen auch die stärksten Kolonisierungsraten unter dem Mikroskop beobachtet wurden (19-21: MC-16-U-NM; 24-27: MC32-U-NM; 48-51: MC16-U-AM; 53-57: MC 32-U-AM; 58-60: MC32-S-AM; 63-65: MC16-S-AM). Der Nachweis lebender Mykorrhiza in den Maiswurzeln gelang nur auf den Bioland-Böden und nur auf den Böden, die entweder unbehandelt blieben und natürliche Mykorrhizen enthielten oder mit lebender Mykorrhiza inokuliert wurden.

An den Produkten dieser PCR wurde nun erneut die Spezifität der inokulumspezifischen Primer getestet (Abb.15).

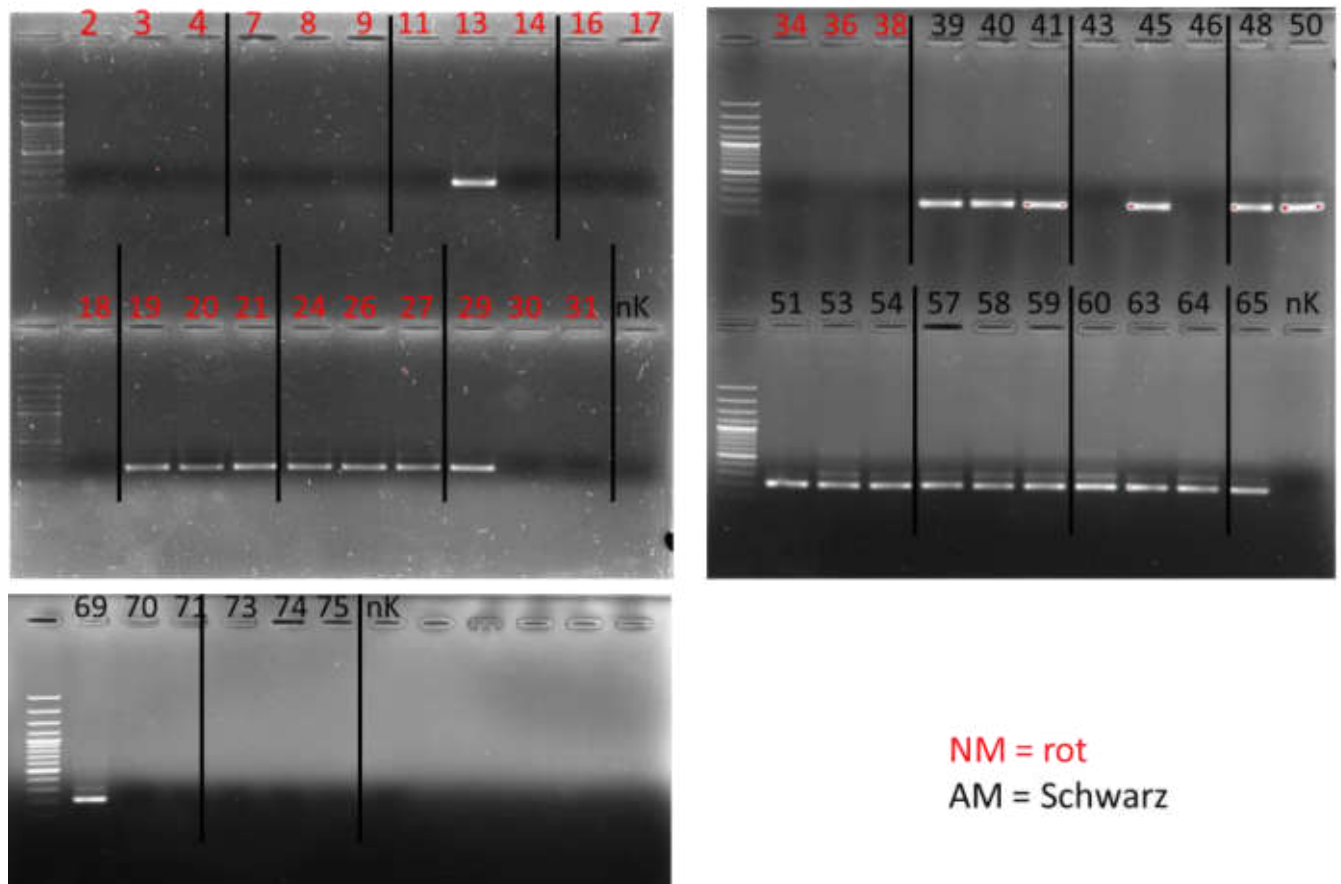


Abb15: PCR mit Inokulum-spezifischen Primern auf die Produkte der FLR 34 PCR synthetisiert aus extrahierter RNA aus den Maiswurzeln des Topfversuchs. Rote Nummern zeigen nicht inokulierte (NM), schwarze Nummern inokulierte Wiederholungen (AM): 1-10, 29-33: steriler, nicht inokulierter Boden; 11-28: unbehandelter nicht inokulierter Boden; 39-57: unbehandelter inokulierter Boden; 58-77: steriler, inokulierter Boden.

Es konnte nachgewiesen werden, dass die Proben nicht mit DNA kontaminiert waren (nicht gezeigt), jedoch traten auch dort Banden auf, wo nur bodennative Mykorrhiza enthalten sein sollte (Nummer 19-28). Dies weist darauf hin, dass die Inokulumspezifischen Primer nicht ausreichend spezifisch sind, um bodennative von inokulierter Mykorrhiza abzugrenzen. Es wird in der Zukunft an einer Verbesserung der Spezifität der Primer gearbeitet.

Im Rahmen des Arbeitspakets AP6a wurden die von den Landwirten identifizierten (AP1) und teils durch heterogenes Ertragsaufkommen charakterisierten Schläge kartiert und beprobt. Es wurden Bodenproben entnommen und zur Kalibrierung im Labor die Textur, sowie die organische Substanz und der pH Wert analysiert. Nachfolgend werden während der Kultur Pflanzenproben genommen, deren Wachstum und Nährstoffaufnahme bilanziert und dies in Beziehung zu den räumlich variablen Bodenbedingungen gesetzt. Dies erfolgt unter Zuhilfenahme von geostatistischen und bildgebenden Kartierungsverfahren. Für die Schläge auf denen Mais nach Bioland Bewirtschaftung kultiviert wird (in 2020 und 2021) konnten die hochauflösenden Texturkarten mit dem Geophilus bereits erzeugt werden (Abb. 16)

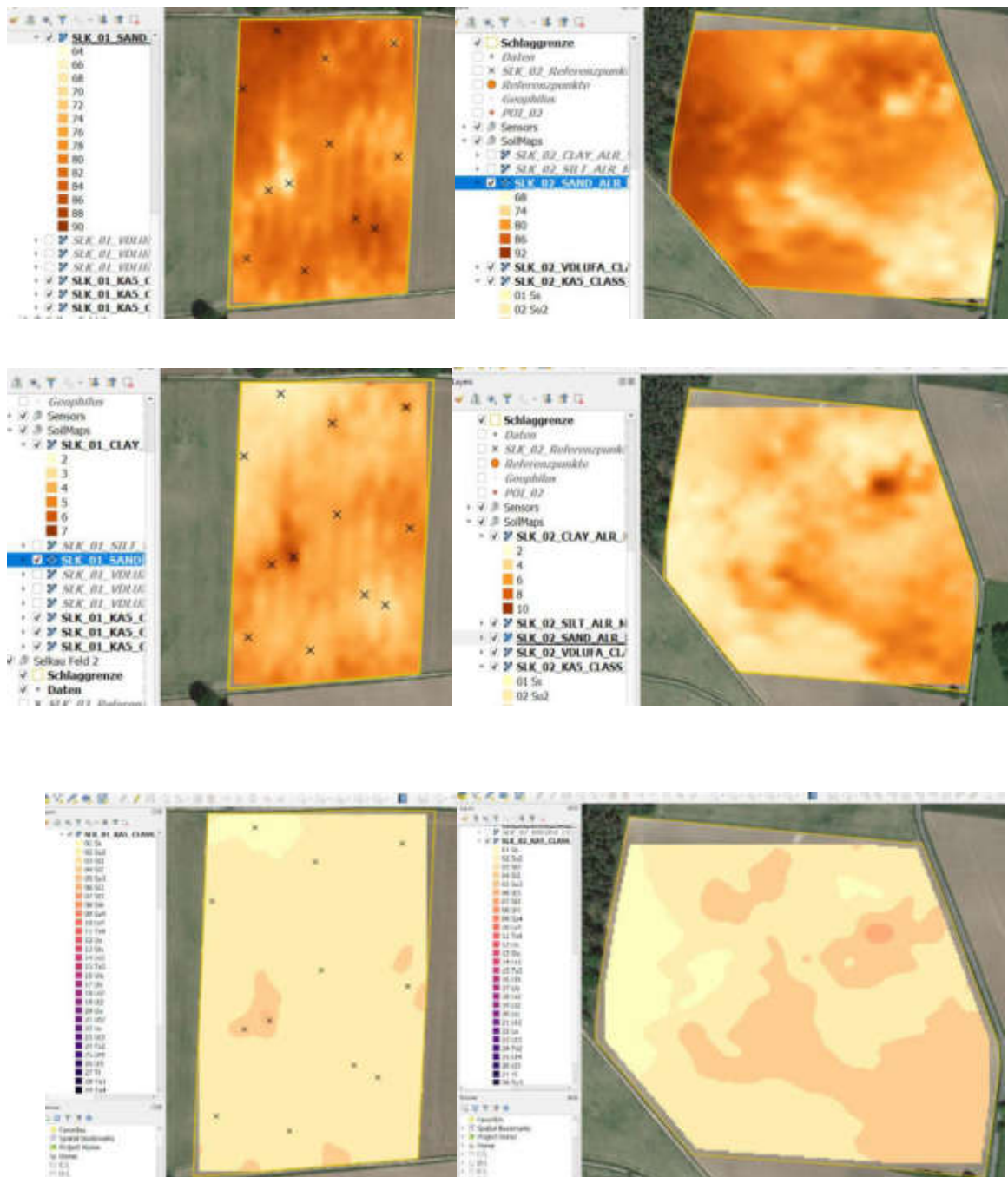


Abb.16: Die Texturkarten der Schläge auf denen Feldinokulierungsversuche durchgeführt werden in 2020 (links) und 2021 (rechts). Die Sand (oben) und Tongehalte (Mitte) sowie die Bodenartklassifizierung nach VDLUFA (unten) sind exemplarisch gezeigt.

Die Versuchsfelder zeigen vorrangig sandige Böden (über 65 % Sand und bis zu 10 % Ton, ca. 20 % Schluff), die jedoch in ihrer Korngrößenzusammensetzung variieren. Der Inokulierungsversuch für 2020 ist bereits angelegt und wurde über die räumliche Heterogenität verteilt. Für die Felder der Kartoffelversuche unter konventioneller Bewirtschaftung konnten die Texturkarten aufgrund von witterungsbedingter Verhinderung der Befahrbarkeit (lehmigere Böden als die gezeigten Felder), sowie einsetzender

Reisebeschränkungen durch die Pandemie nicht vor der Kultur vermessen werden. Da die Korngrößenzusammensetzung der Böden aber zeitlich unabhängig ist, kann die Kartierung im Herbst dieses Jahres auch nachträglich erfolgen. Der Inokulierungsversuch wurde auch für die Kartoffel in 2020 angelegt.

Fortsetzung zum Zwischenbericht zum EIP-Agri Projekt ‚Precision-AMF‘ des IGZ, 15.02.2021

Die Feldversuche für Mais wurden Ende Oktober 2020 geerntet und beprobt. Neben dem Ertrag und Pflanzenwachstum wurden die Bodennährstoffgehalte, sowie die Mykorrhizierung und die Entwicklung der Pilze außerhalb der Pflanzenwurzel analysiert.

Für den Maisversuch in 2020 und den geplanten Versuch in 2021 wurden die Partikelgrößenkarten vervollständigt und als mittlerer Korngrößendurchmesser zusammengefasst, um eine einzige unabhängige Einflussvariable zu gewinnen, die zur Mykorrhizierung der Pflanzen in Beziehung gesetzt werden kann. Des Weiteren wurde Feldkapazitäts- und Welkepunktarten erstellt, um Wassereinflüsse abzubilden (Abb. 17).

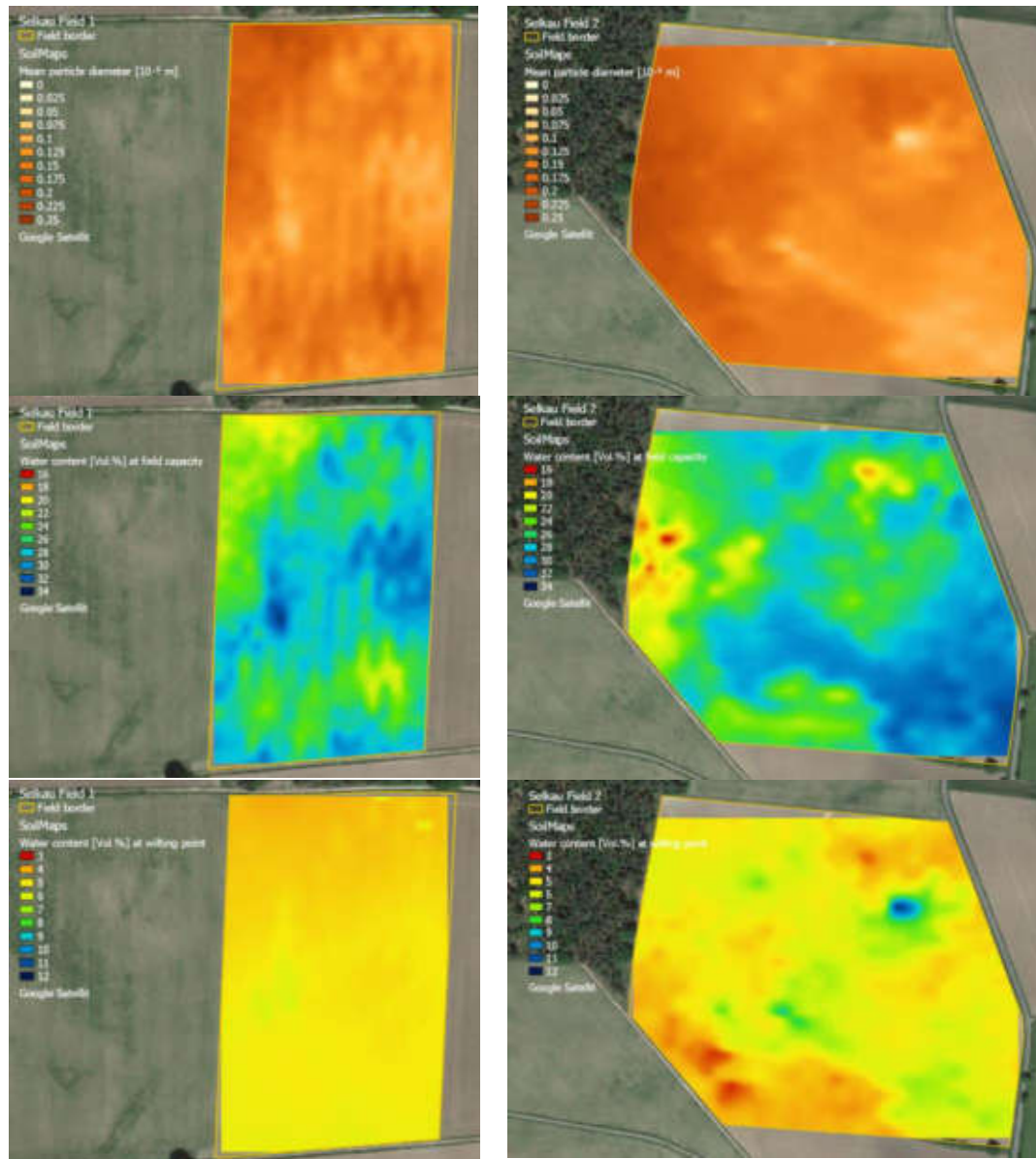


Abb.17: Die Karten des mittleren Korngrößendurchmessers (oben), der Feldkapazität (mittig) und des Welkepunktes (unten) für die Schläge für den Maisversuch 2020 (links) und 2021 (rechts).

Da der Korngrößendurchmesser des Bodens Nährstoff- und Humus-, sowie Wassergehalte maßgeblich begrenzt, wurden an den Pflanzenstandorten im Feld Bodennährstoffgehalte und die organische Substanz (C_{org}) bestimmt und mit der Partikelgröße in Beziehung gesetzt. Es zeigte sich, dass die Erstellung der Bodentexturkarten eine sehr gute Beschreibung der Nährstoffgehalte und der organischen Substanz im Boden darstellt (Abb. 18).

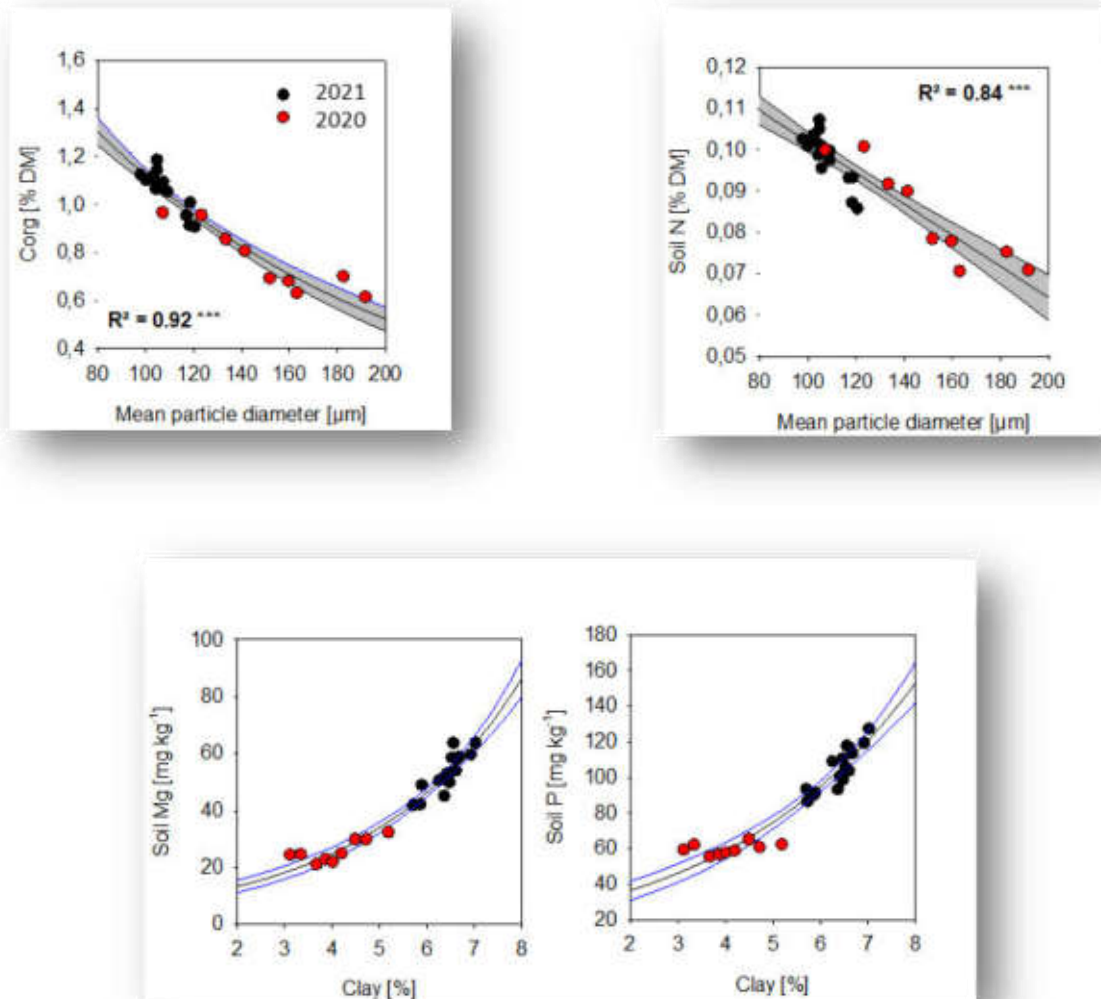


Abb. 18: Die Abhängigkeit des organischen Kohlenstoffs im Boden (oben links) und des Stickstoffgehalts (oben rechts) von der mittleren Partikelgröße in den Versuchsfeldern von 2020 und 2021, sowie die Abhängigkeit des Magnesium und des pflanzenverfügbaren Phosphatgehalts vom Tongehalt (Clay) des Bodens (unten). Jeder Punkt repräsentiert einen Mittelwert für einzelne Versuchsglieder.

Im Versuch 2020 wurde eine randomisierte Streifenanlage über die gesamte Bodenheterogenität des Feldes angelegt (Abb.19). Dies hatte zum Ziel, Unterschiede in der Mykorrhizierung in Abhängigkeit von den Bodenbedingungen zu finden, und unter welchen Bodenbedingungen eine zusätzliche Inokulierung mit den Mykorrhizappräparaten zu einer Steigerung der Mykorrhizierung der Maispflanzen führen kann.

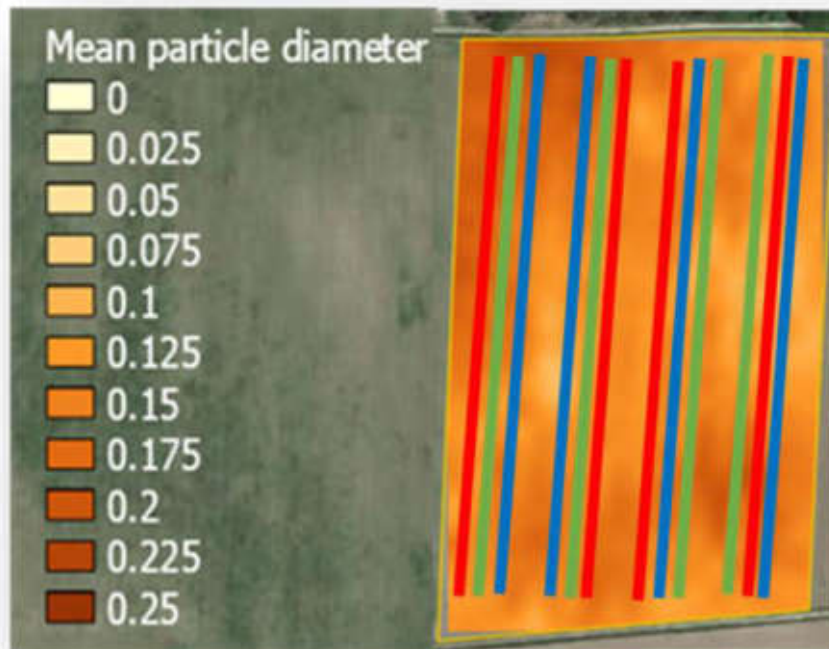


Abb. 19: Für den Maisversuch wurde eine Streifenanlage angelegt mit je 4 biologischen Replika für unbehandeltem Mais (grün), für Mais der nur mit dem Trägermaterial des Inokulums behandelt wurde (blau) und für die Mykorrhizavariante (rot).

Solch eine Streifenanlage erlaubt eine Randomisierung ausschließlich in eine Richtung und birgt die Gefahr einer suboptimal gleichmäßigen Verteilung der verschiedenen Behandlungen über die Bodenheterogenität. Diese Streifenanlage war aber erforderlich, um ein weiteres Projektziel, nämlich die Integration der Mykorrhiza-Applikation in den Prozess der Kulturmaßnahmen in Arbeitsrichtung, zu integrieren. Um dies in Einklang zu bringen und die Versuchsergebnisse auf gleicher Basis auswerten zu können, wurden die räumlich hoch aufgelösten Texturkarten erstellt. So wurde es möglich an jedem beprobten Pflanzenstandort die variablen Bodenbedingungen zu kennen und diese Variabilität in der statistischen Auswertung zu berücksichtigen.

In jedem Streifen des Versuchs in 2020 wurden 13 bis 14 Pflanzen beprobt für die die direkten Standortbedingungen nun bekannt sind. Der mittlere Korngrößendurchmesser als geeignetes Maß für die Bodenheterogenität wurde als Kovariate in der Varianzanalyse behandelt. Die Ergebnisse des Feldversuchs in Mais sind in Tabelle 2 dargestellt.

Es zeigte sich, dass sowohl Pflanzenwachstum und deren Nährstoffaufnahme, sowie die Ausbildung der Mykorrhiza in Wurzel und Boden nicht durch Inokulierung beeinflusst werden konnte. Ein wichtiger Befund ist jedoch, dass sowohl die Variabilität im Pflanzenwachstum als auch die Mykorrhizaassoziation mit den Pflanzenwurzeln durch die Bodenheterogenität (Korngrößendurchmesser) erklärbar sind.

Tabelle 2: Die P-Werte der ermittelt in der Kovarianzanalyse für verschiedene Pflanzen und Mykorrhizavariablen. Die Kovariable ‚Mittlere Korngröße‘ erklärt die Varianz einiger abhängigen Variablen signifikant (hervorgehoben, N = 4 mit $\alpha = 0,05$).

Variable	Inokulierung	Mittlere Korngröße	Interaktion
Pflanze			
Korntrockenmasse	0,793	0,019	0,768
Sprosstrockenmasse	0,779	0,018	0,761
Phosphor in der Trockenmasse	0,783	0,036	0,799
Stickstoff in der Trockenmasse	0,146	<0,001	0,187
C/N in Pflanzentrockenmasse	0,157	0,001	0,175
N/P in Pflanzentrockenmasse	0,920	0,119	0,935
Phosphoraufnahme pro Pflanze	0,859	0,204	0,834
Stickstoffaufnahme pro Pflanze	0,726	0,016	0,710
Mykorrhiza			
Infektionsfrequenz der Wurzel [F%]	0,816	0,447	0,869
Mykorrhizierungsintensität [M%]	0,321	0,124	0,338
Arbuskelhäufigkeit [A%]	0,110	0,018	0,114
Myzelmasse in Pilzfallen	0,497	0,934	0,511

Ein näherer Blick auf die Daten, lieferte Hinweise inwieweit die Mykorrhizierung durch die Bodenheterogenität beeinflusst ist. Da die Inokulierungsbehandlungen keinen Einfluss auf Pflanzenwachstum und Mykorrhizierung hatten, wurden die Daten vereint und in Korngrößenklassen eingeteilt, um Mittelwerte für Messwiederholungen zu generieren die verschiedenen Korngrößen entsprechen. Nach Erstellung eines Histogramms anhand des Datensatzes erfolgte die Klassifizierung in 9 Klassen für Partikelgrößen.

Eine Korrelationsanalyse ergab, dass das Maiswachstum mit der mittleren Korngröße korrelierte ($R^2 = 0.30$). Je gröber die Bodentextur des Oberbodens, desto größer war die Sprosstrockenmasse und der Kornertrag. Jedoch reduzierte sich die Trockenmassekonzentration an Phosphor und Stickstoff in den Pflanzen mit Anstieg der mittleren Korngröße (P: $R^2 = 0.61$; C/N: $R^2 = 0.36$). Dies könnte darauf hindeuten, dass die Extrahierbarkeit von Wasser aus leichteren aber nährstoffärmeren (grob texturierten) Böden weniger begrenzend auf die Pflanzenwasseraufnahme wirkte, als die Bodennährstoffgehalte auf die Pflanzennährstoffaufnahme.

Für die Mykorrhizierung der Pflanzen wurde beobachtet, dass die Arbuskelhäufigkeit mit der mittleren Korngröße signifikant abnahm. Die Maispflanzen gingen also eine intensivere Symbiose auf feiner gekörnten Böden, mit vergleichsweise höherer Wasserspeicherfähigkeit, höherer organischer Substanz und höheren Nährstoffgehalten, ein (Abb. 20). Dies galt nicht für die Entwicklung von Pilzhypen, die mit Hilfe von Wurzelausschlusskompartimenten, die im Oberboden vergraben wurden, gewonnen werden konnten (Abb. 20). Die einzige signifikante Korrelation, die für die Myzelmasse der Hyphen gefunden werden konnte, war die Kohlenstoffakkumulation der benachbarten Pflanzen am Standort (Abb. 21).

Diese Befunde zeigen, dass die Wurzelsymbiose mit Arbuskulären Mykorrhizapilzen (die wurzelinterne Besiedlung) wahrscheinlich durch andere Prozesse reguliert ist, als die Ausbreitung der Hyphen im Boden. Eine stärkere Wurzelbesiedlung wurde in feinkörnigeren Böden, speicherfähigen Böden gefunden, während die Ausbreitung von Pilzhypen in Wurzelausschlusskompartimente am höchsten war, in deren Nachbarschaft eine Pflanze stand die über das Jahr am meisten Kohlenstoff durch Photosynthese in ihrem Spross speichern konnte, aber vergleichsweise arm an anderen Nährstoffen war.

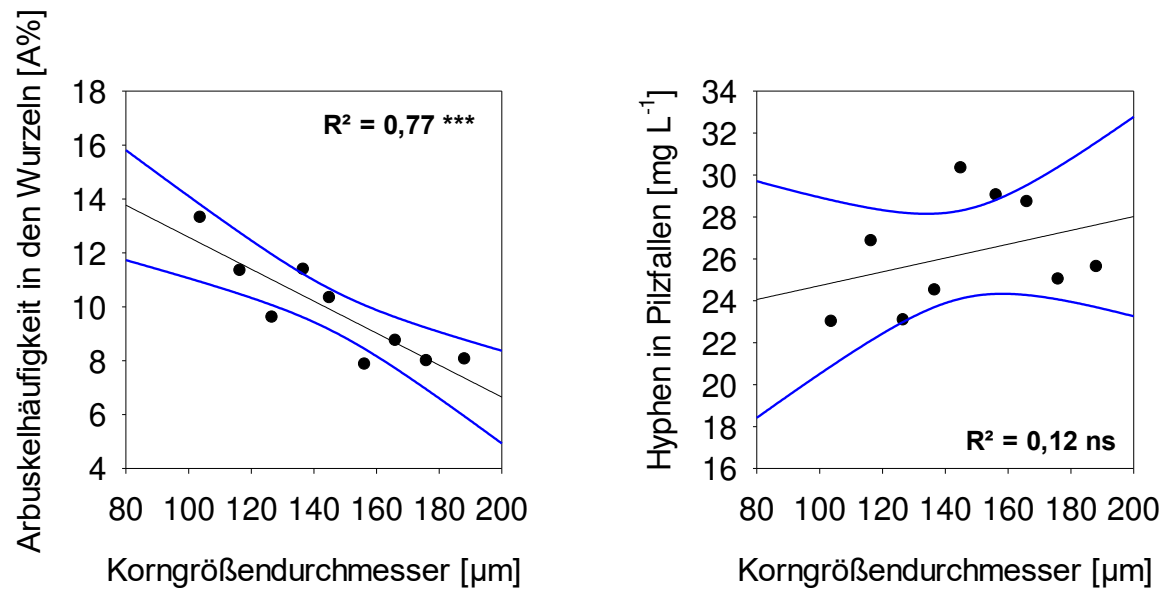


Abb. 20: Die Arbuskelhäufigkeit in Abhängigkeit vom mittleren Korngrößendurchmesser am Pflanzenstandort (links) und das Pilzmyzel, dass in Wurzelausschlusskompartimenten einwuchs (rechts). Jeder Wert stellt einen Mittelwert für Pflanzen der jeweiligen Korngrößeklassen dar. Die Regression (schwarze Linie) sowie die 95 % Konfidenzintervalle (blaue Linien) sind dargestellt (***: $P < 0,001$, ns: nicht signifikant).

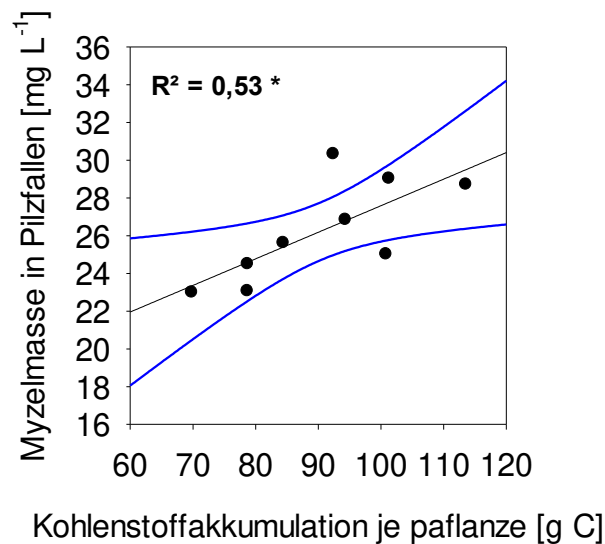


Abb. 21: Die Myzelmasse in Wurzelausschlusskompartimenten in Relation zur Kohlenstoffakkumulation der Nachbarpflanze. Jeder Wert stellt einen Mittelwert für Pflanzen der jeweiligen Korngrößeklassen dar. Die Regression (schwarze Linie) sowie die 95 % Konfidenzintervalle (blaue Linien) sind dargestellt (*: $P < 0,05$, ns: nicht signifikant).

Dass arbuskuläre Mykorrhizapilze mehr Myzel im Boden bilden können, in denen größere kohlenstoffreichere Pflanzen wachsen ist zu erwarten, da Mykorrhizen als biotrophe Organismen direkt auf den Kohlenstoff der Pflanze angewiesen sind. Aber auch saprotrophe und pathogene Pilze, die hier auch in diese Kompartimente wachsen können, nutzen den Kohlenstoff der autotrophen Pflanzen. Um eine geerntete Myzelmasse auch den (inokulierten) Mykorrhizapilzen zuzuordnen, wurde anhand des Topfversuchs ein molekularbiologisches Verfahren weiterentwickelt, das die inokulierten Mykorrhizapilzen von den natürlich vorkommenden Pilzen im Boden unterscheiden kann. Damit wird ein wichtiger Meilenstein des Projektes erreicht; der Anwachsachweis des applizierten Mykorrhizaprodukts.

In Abb.3 wurde bereits gezeigt, dass im Topfversuch mit den Böden von zwei Standorten des Versuchsfeldes eine nennenswerte Wurzelkolonisierung in Mais beobachtet werden konnte. Aus den Wurzeln dieses Topfversuchs wurde RNA extrahiert. In diesem Versuch wurden Kontrollen mitgeführt die einerseits unbehandelten Boden enthielten, der natürlich vorkommende Mykorrhizierung erlaubte, sowie autoklavierte Böden, die frei von Mykorrhizen sein sollten. Diese Böden wurden ebenfalls mit autoklaviertem und vitalem Inokulum behandelt, um zu testen, ob die entwickelte molekularbiologische Methode sicher zwischen lebenden und abgetöteten, sowie zwischen natürlichen und inokulierten Pilzen unterscheidet.

Hierfür wurden TaqMan Primer entwickelt, die der Basensequenz nach spezifisch für die im Inokulum enthaltenen Mykorrhizapilze sein sollte, und am Topfversuch getestet. Die TaqMan Sonde erlaubt weiterhin eine Quantifizierung der vorkommenden Mykorrhiza-DNA über die Stärke des Lichtsignals während der Amplifizierung in der quantitativen PCR-Methode (Tab.4).

Tab. 4: Die Primer für die quantitative PCR mittels TaqMan Sonde, die ein Produkt von 255 Basenpaaren amplifiziert.

Primer 2.1	sense	TGTCTCCTGACCCTCTTAG	52.4	255 bp
Primer 2.2	antisense	CCATATCCAAAGCTGGAAC	51.1	
TaqMan 2.3	sense	CGTACCTATGCCGCTAC	66.0	

Die Analysen zeigten, dass die Primer spezifisch für die im Inokulum enthaltenen Mykorrhizapilze sind und zuverlässig von natürlich vorkommenden Mykorrhizapilzen unterscheiden (Abb. 22). Während in nicht inokulierten aber unbehandelten Feldböden eine Wurzelkolonisierung beobachtet werden konnte, wurde durch die Primer kein Produkt amplifiziert (Abb. 22 links). Wenn die Böden mit dem vitalen Mykorrhizaprodukt inokuliert wurden, wurden immer PCR Produkte amplifiziert, unabhängig davon ob in unbehandeltem oder in sterilem Boden inokuliert wurde. Weiterhin zeigt der Vergleich mit der unter dem Mikroskop beobachteten Wurzelkolonisierung, dass auch die quantitative Ausprägung der Wurzelkolonisierung über mikroskopische und molekulare Methoden konsistent ist. Dies weist zum einen nach, dass die inokulierten Mykorrhizapilze im Versuchsboden wachsen und leben können, als auch dass die Methode natürliche Mykorrhizen von Inokulierten unterscheidet.

Die Methodik wird gegenwärtig angewendet, um den Einwuchs inokulierter Mykorrhizapilze in denen im Feld vergrabenen Wurzelaußschlusskompartimente nachzuweisen und zu quantifizieren. Damit wird ein weiterer Meilenstein, des Projektes erreicht; der Nachweis des Etablierungserfolgs applizierter Mykorrhizen im Feld, sowie die Quantifizierung der Ausbreitung in Relation zu den vorherrschenden Bodenbedingungen. Letzteres wird Aufschluss darüber geben, unter welchen Bodenbedingungen eine Inokulierung mit Mykorrhizen zur erfolgreichen Ausbreitung der Pilze führt und wo im Feld eine teilflächenspezifische Ausbringung am erfolgversprechendsten ist.

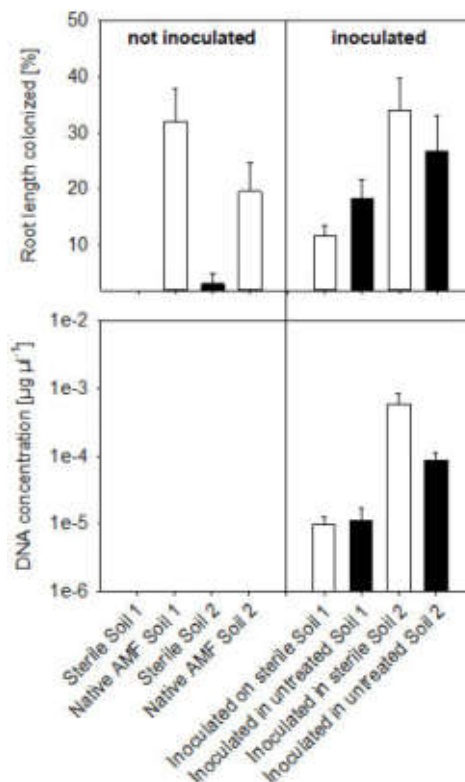


Abb. 22: Die kolonisierte Wurzellänge von Mais (oben) beobachtet in dem Feldboden entnommen auf zwei unterschiedlichen Standorten (Soil, 1,2), der entweder autoklaviert (sterile) oder unbehandelt blieb (Native AMF) und mit abgetötetem (not inoculated) oder vitalem (inoculated) Inokulum behandelt wurde. Für die gleichen Behandlungen wurde die Abundanz der inokulierten Mykorrhizapilze mittels TaqMan qPCR bestimmt (unten). Die Balken zeigen Mittelwerte sowie die Standardfehler (N = 3-5).

Die Feldversuche mit der Kartoffel wurden ebenfalls angelegt und durchgeführt. Hier konnten durch das IGZ 2019 und durch das Institut für Pflanzenkultur 2020 wiederholt keine biologisch bedeutsame Mykorrhizierung der Pflanzen beobachtet werden. Es war trotzdem geplant, die räumliche Heterogenität der Bodenbedingungen zu analysieren und zu kartieren. Dies konnte aufgrund der Befahrbarkeit der Felder durch Witterung und Unterschieden in der Fruchtfolge nicht gleichzeitig mit der Kartierung der Maisversuche erfolgen. Durch die Arbeits- und Reiseeinschränkungen in Folge der Pandemie im Jahr 2020 konnte die Kartierung der Versuchsfelder für Kartoffel bisher nicht erfolgen und die Beprobung der Kartoffelfelder konnte durch das IGZ 2020 nicht vorgenommen werden. Die Bodenkartierung soll dieses Jahr nachgeholt werden und die Beprobung des geplanten Versuchs soll 2021 erfolgen, soweit dies möglich ist. Zeigt sich in den Kartoffelversuchen in 2021 wiederholt keine nennenswerte Mykorrhizierung, sollten aus wissenschaftlicher Sicht auch keine kostenintensiven Analysen durchgeführt werden, die zur Erreichung der Projektziele nicht beitragen können. In diesem Falle ist geplant, die Ressourcen vorrangig für die Entwicklung einer Inokulierungsstrategie für die Maiskultur einzusetzen.



EIP Agri Projekt:

Bedarfsgerechte, teilflächenspezifische Anwendung mykorrhizierter Bodenhilfsstoffe zur Erhöhung der Ertragsstabilität im Feld anhand hochauflösender Bodenkartierungstechnologien (Precision-AMF)

Tätigkeitsbericht OG Precision-AMF Arbeitspaket 9:

Aufgabe der GKB innerhalb der OG Precision AMF ist die Öffentlichkeitsarbeit und Verbreitung der Versuchsergebnisse und Inhalte in verschiedenen Veröffentlichungsformaten. Alle Aktivitäten zur Verbreitung der Ergebnisse laufen schwerpunktmäßig im Netzwerk der GKB (900 Mitglieder), aber darüber hinaus auch für die interessierte Öffentlichkeit.

Für Precision-AMF hat die GKB die Ergebnisse bei Kartoffeln und Körnermais gemeinsam mit den OG Partnern aufarbeitet und für die Veröffentlichung in gemeinsamen Fachartikel (deutsch) zusammengestellt.

Print Medien:

Vorbereitung, Planung und Kontakte für Veröffentlichungen in Fachzeitschriften:

- Land und Forst
- Bauernzeitung
- LOP

Social-Media-Kanäle

- Posts im Facebook Kanal der GKB in Verknüpfung mit Instagram

Homepage der GKB

- Einrichtung einer Projektseite innerhalb der GKB Homepage
- Veröffentlichung von Ergebnissen auf der Projektseite
- Veröffentlichung von Terminen und Artikeln über die Projektseite

Feldtag

Auf dem Feldtag der GKB am 26.10.2020 wurde auf die Ergebnisse im Projekt Precision AMF hingewiesen und auch die Kooperation zwischen Precision AMF und SUNK herausgestellt.

Webinar

Organisation eines Webinars in der GKB Webinar Reihe Episode 1 zur Vorstellung der Projektergebnisse am 30.03.2021.