



Bodenhilfsstoffe zur Spargelpflanzung

Versuchsergebnisse 2014 – 2016

Spargeltag Karlsruhe 22.November 2017

Versuchshintergrund

Fragestellungen:

- Wie lässt sich die Bodenfruchtbarkeit von Spargelböden verbessern ?
- Lässt sich über die Rhizosphäre das Wachstum von Spargel verbessern ?
- Ist die Bodenmüdigkeit durch Bodenhilfsstoffe zu beeinflussen ?

Bereits vorliegende Versuche:

- Diverse Autoren konnten den Zusammenhang zwischen Inokulation mit Mykorrhiza und dem Trieb- und Wurzelwachstum von Spargel nachweisen, sowie außerdem auch eine erhöhte Toleranz gegen Fusariumpilze.
- Lord, F. konnte in seiner Dissertation 2003 nachweisen, dass eine Bakterisierung des Spargelsaatgutes mit *Bacillus subtilis* FZB 24 Triebwachstum und Wurzelwachstum von Spargel auf Nachbauböden förderte.
- Ngouajio, M et al. (Michigan) konnte in einem Nachbauversuch (2012) mit verschiedenen Bodenhilfsstoffen durch Kompost bei Spargel einen erhöhten Ertrag nachweisen.

Ansätze aus der Praxis:

- Komposteinsatz vor der Spargelpflanzung ist Standard in der Praxis.
- Einsatz von Mykorrhizaprodukt plus Bakterien in Norditalien seit vielen Jahren gängige Praxis.



Versuchsdurchführung

Versuchsfrage:

- Wirken sich die Art der vorausgehender Begrünung und die Einbringung von Bodenhilfsstoffen auf die Bodenaktivität und die Wüchsigkeit von Spargel aus?

Versuchsstandorte:

- 2 Standorte, davon einer *jungfräulich*, der andere ein *Nachbauboden*

Versuch mit zwei Variablen:

- Variable 1: Zwei unterschiedliche Begrünung im August vor der Pflanzung *betriebsüblich* Senf bzw. Ölrettich und SolaRigol
- Variable 2: Ausbringung von 5 verschiedenen Bodenhilfsstoffen zur Pflanzung April 2015 = inkl. Kontrolle 6 Varianten, mit je 3 Wiederholungen

Untersuchungen:

- Beerntung der vorausgehenden Begrünungen, TS und N-Entzug (LTZ, 2014)
- Nmin-Verlauf der Varianten in 0-90 cm (in Kooperation mit LVG 2014-2016)
- Bonitur Triebwachstum (Oktober 2015 und 2016)
- Untersuchung der Mykorrhizierung der Spargelwurzeln (LTZ, Oktober 2016)
- Untersuchungen zur biologischen Aktivität (LTZ, Oktober 2015 und 2016)

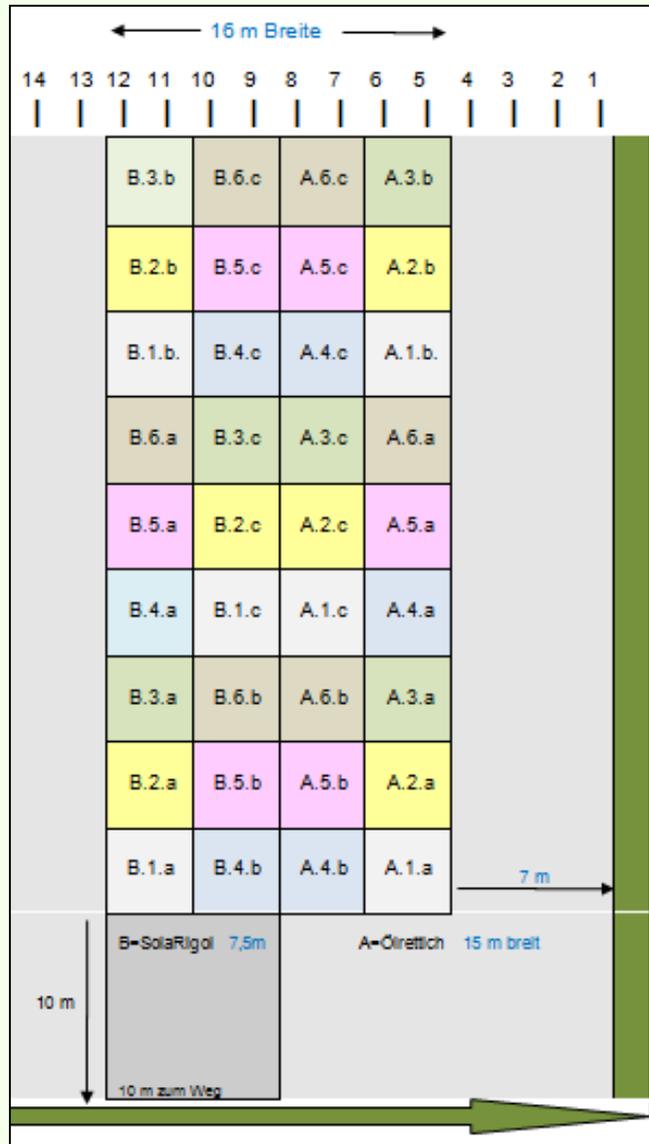


2 Versuchsstandorte



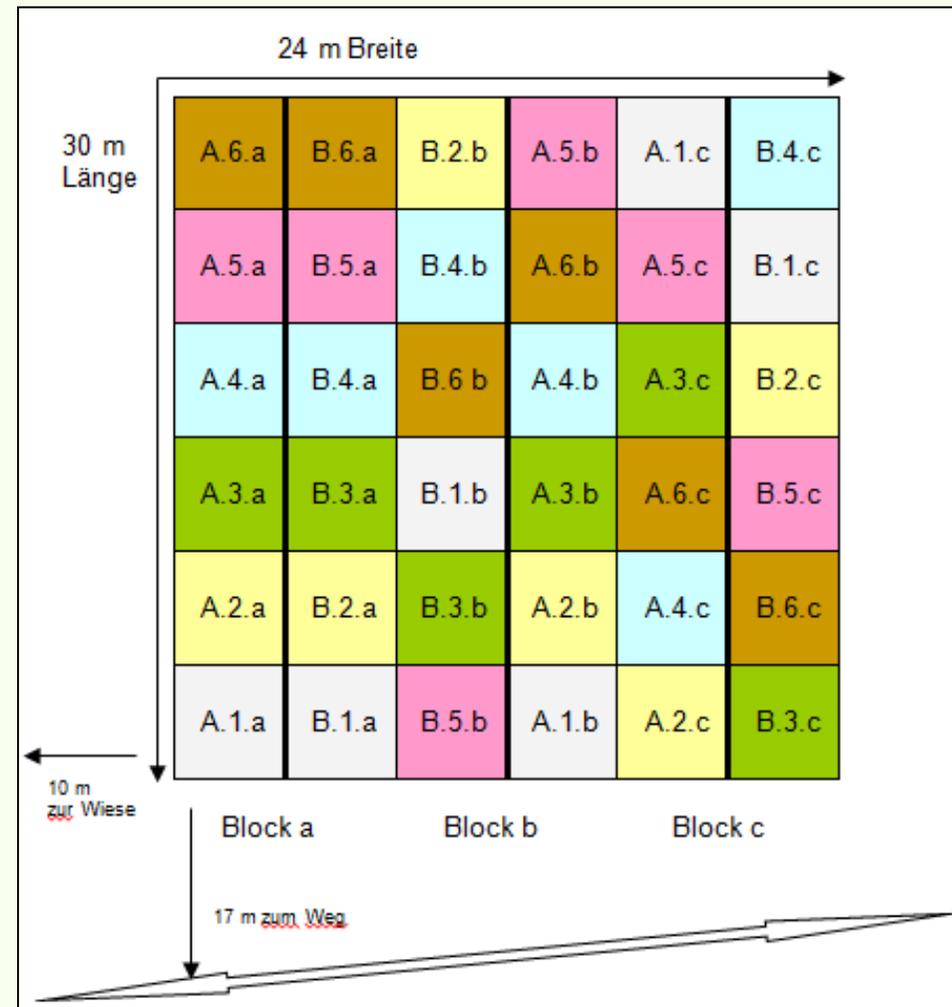
	Seckenheim	Wiesental
Kulturfolge	10 Jahre kein Spargel; Vorfrucht Sommergerste	Nachbau: 2 Jahre Erdbeeren, davor Spargel
Bodenart	schwach lehmiger Sand PKMg in 0-60 cm DBA Humus in 0-60 cm 1,2 % in 30-60 cm 0,4 % pH in 0- 60 cm 7	lehmiger Sand PKMg in 0-60 cm CCC Humus in 0-30 cm 0,8 % in 30-60 cm 0,6 % pH in 0- 60 cm 7
voraus- gehende Begrünung	Ölrettich	Senf
Pflanzung	Gijnlim 28.3.2015 3 Pflanzen / lfm	Vitalim 12.4.2015 4 Pflanzen / lfm
Besonder- heiten	starker Spargellausbefall September 2015	—

Seckenheim



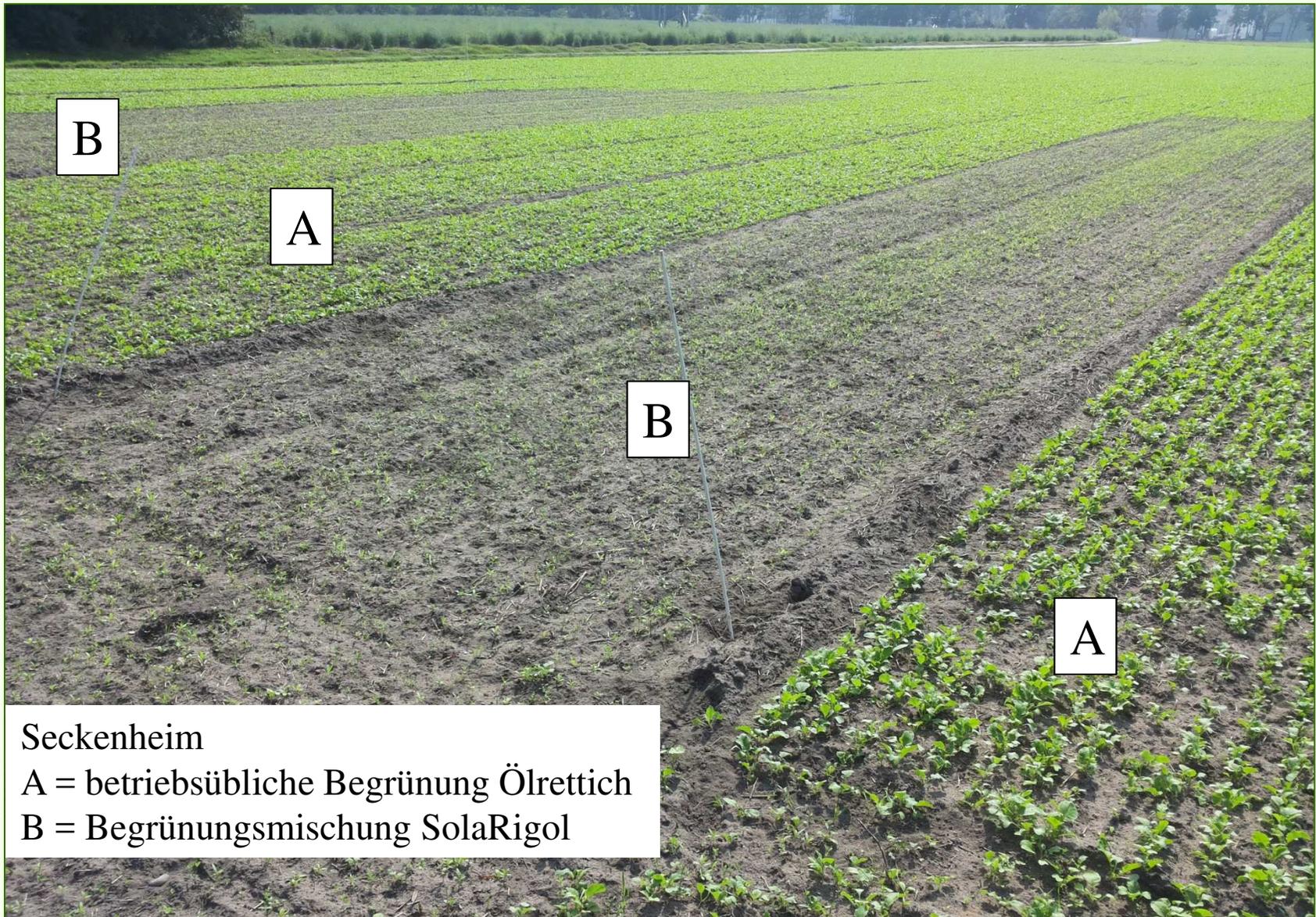
2 Versuchsstandorte

Wiesental



Bodenhilfsstoffe zur Spargelpflanzung

1. Variable: vorausgehende Begrünung 2014



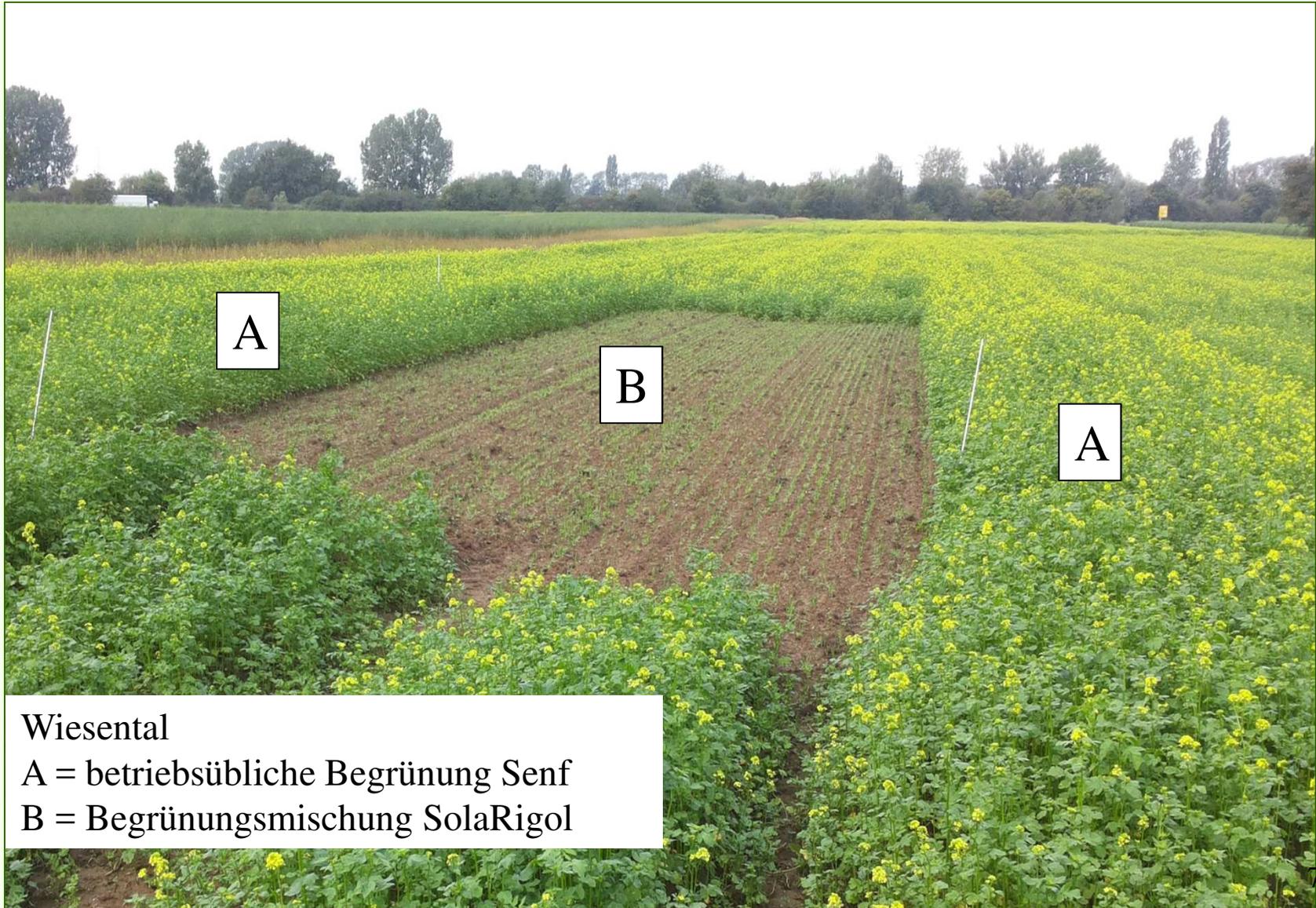
Seckenheim

A = betriebsübliche Begrünung Ölrettich

B = Begrünungsmischung SolaRigol

Bodenhilfsstoffe zur Spargelpflanzung

1.Variable: vorausgehende Begrünung 2014



Wiesental

A = betriebsübliche Begrünung Senf

B = Begrünungsmischung SolaRigol

Bodenhilfsstoffe zur Spargelpflanzung

Begrünungsmischung SolaRigol
Fa. DSV-Saaten

- 4 % Alexandrinerklee
- 48 % Bitterlupine
- 6 % Öllein
- 2 % Färberdistel
- 7 % Ramtillkraut
- 10 % Rauhafer
- 5 % Serradella
- 18 % Sommerwicke



Bodenhilfsstoffe zur Spargelpflanzung

Maschinelle Pflanzung der Spargelanlagen Frühjahr 2015



Bodenhilfsstoffe zur Spargelpflanzung

Parzellierung und Abstecken der Versuchsflächen



2. Variable: verschiedene Bodenhilfsstoffe

	Produktname	Hersteller	Inhaltsstoffe	Ausbringungs- menge / ha	Ausbringungsmenge Parzellen à 20 m ² = 10 lfm
2	Kompost	Fa. ALBA Waghäusel	Grünkompost	60 m ³ /ha = 31 t / ha TM	120 l (78 kg) = 12 Eimer pro Parzelle auf die Reihen verteilt
3	PRP SOL	PRP SOL GmbH Bietigheim-Bissingen	Mineralien / Spurenelemente auf Kalkbasis	300 kg / ha	0,6 kg pro Parzelle auf die Reihen verteilt
4	Mykorrhiza	Fa. INOQ Schnega	Rhizophagus irregularis Trägermaterial Vermiculite	400 l/ha	20 ml / Pflanze mit einem Löffel o.ä. an die Pflanze gegeben ohne sie rauszuziehen; (alternative Möglichkeit: erdfeuchte Pflanze in Pulver tauchen)
5	Micosat UNO Micosat WP	Fa. Micosat Turin, Italien	Glomus ssp. Gl. Mosseae Gl. Viscosum Agrobact. Rad. Bacillus subtilis Streptomyces ssp. Pochonia clamyd. <u>Trichoderma harz.</u> Gl. Coronatum Gl. Caledonium Gl. Mosseae Gl. Viscosum Rhizophagus irreg.	100 kg/ha 3 kg/ha	5 ml / Pflanze ausgestreut in direkten Kontakt mit den Wurzeln; (alternative Möglichkeit: in Gelantine lösen und Wurzeln tauchen) 1x pro Jahr gegossen 8g / 20 m ² (Juli 2015 und 2016)
6	Palaterra	Palaterra Hengstbacherhof	Kalzium- und Magnesiumkarbonat plus Spurennährstoffe	100 m ³ /ha	200 l = 20 Eimer pro Parzelle auf die Reihen verteilt

Bodenhilfsstoffe zur Spargelpflanzung

Variante 2: Kompost



Kompost aus
Grünschnitt 30t/ha

Fa. ALBA
Waghäusel

Standard in vielen
Spargelbetrieben

Bodenhilfsstoffe zur Spargelpflanzung

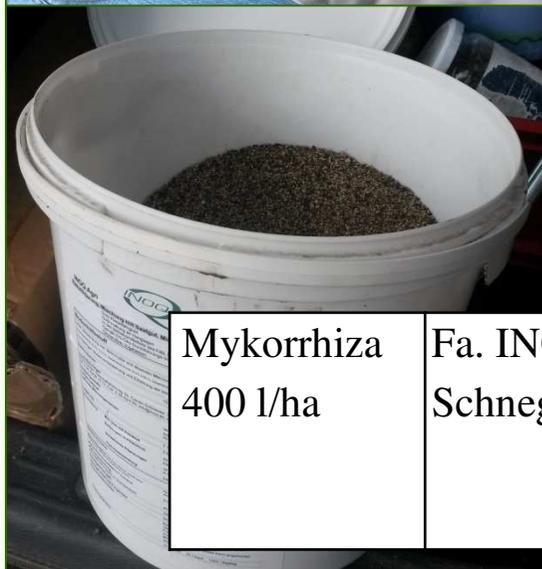
Variante 3: PRP Sol



PRP 300 kg/ha	PRP GmbH	Gute Ergebnisse in Praxisversuchen im Kartoffelanbau	Mineralien und Spurenelemente auf Kalkbasis
------------------	----------	--	---

Bodenhilfsstoffe zur Spargelpflanzung

Variante 4: Mykorrhiza Fa. INOQ

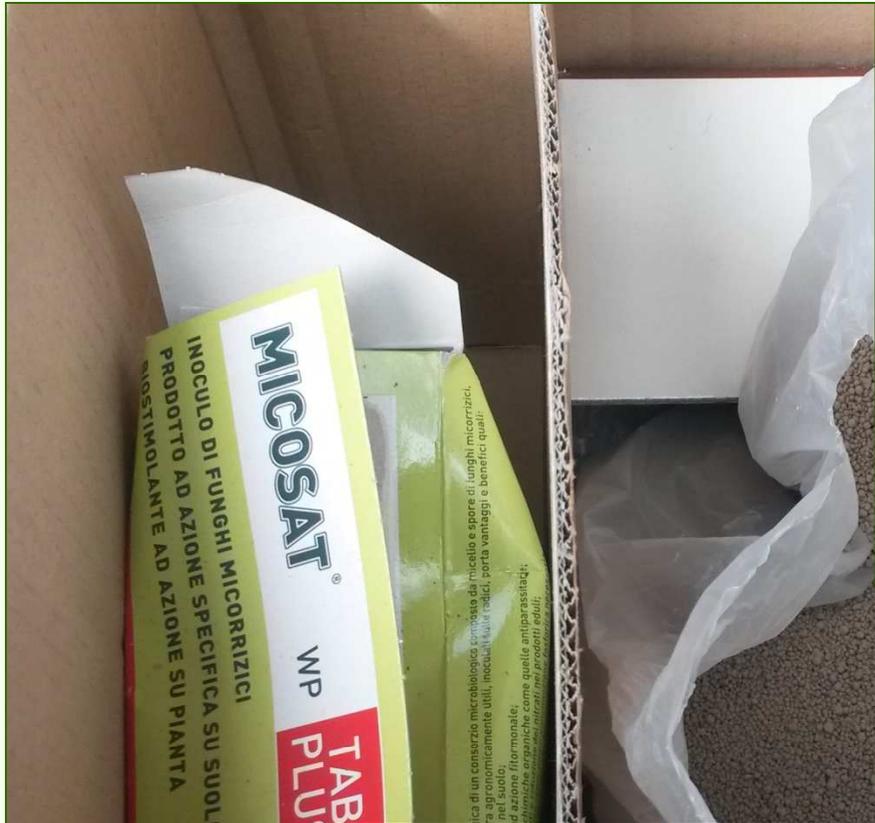


Mykorrhiza 400 l/ha	Fa. INOQ Schnega	Mykorrhiza brachte bereits in mehreren Versuchen mit Spargel pos. Einfluss auf Wuchs und Ertrag	Rhizophagus irregularis Trägermaterial Vermiculite
------------------------	---------------------	--	---

Bodenhilfsstoffe zur Spargelpflanzung

Variante 5: Micosat UNO



			
<p> Micosat F 100 kg/ha Micosat WP 3 kg/ha 2x jährlich gießen </p>	<p> Fa. Micosat Turin-Italien </p>	<p> Produkt wird von einigen Spargelanbauern in Italien bereits seit einigen Jahren regelmäßig verwendet </p>	<p> Glomus ssp. Gl. Mosseae Gl. Viscosum Agrobact. Rad. Bacillus subtilis Streptomyces ssp. Pochonia clamyd. <u>Trichoderma harz.</u> Gl. Coronatum Gl. Caledonium Gl. Mosseae Gl. Viscosum Rhizophagus irreg. </p>

Bodenhilfsstoffe zur Spargelpflanzung

Variante 6: Palaterra



Palaterra 100 m ³ /ha	Palaterra J. Böttcher	Positiver Effekt im Versuch Erdbeeren (W.Bauer)
-------------------------------------	--------------------------	---

Bodenhilfsstoffe zur Spargelpflanzung

Ausbringung Bodenhilfsstoffe



- **Beerntung Grünmasse** der vorausgehenden Begrünungen
TS und N-Entzug (LTZ, 2014)
- **Nmin-Verlauf** der Varianten in 0-90 cm
(in Kooperation mit LVG 2014-2016)
- Bonitur **Triebwachstum** (Oktober 2015 und 2016)
- Untersuchung der **Mykorrhizierung** den Spargelwurzeln
(LTZ, Oktober 2016)
- Untersuchungen zur **biologischen Aktivität des Bodens**
(LTZ, Oktober 2015 und 2016)

Bodenhilfsstoffe zur Spargelpflanzung

Ergebnisse

Grünmasse der vorausgehenden Begrünung 2014 - Methode



Erfassung der Grünmasse kg / m² (3x)
Analyse Trockensubstanz
...und N in Trockensubstanz

Ergebnisse Grünmasse der vorausgehenden Begrünung

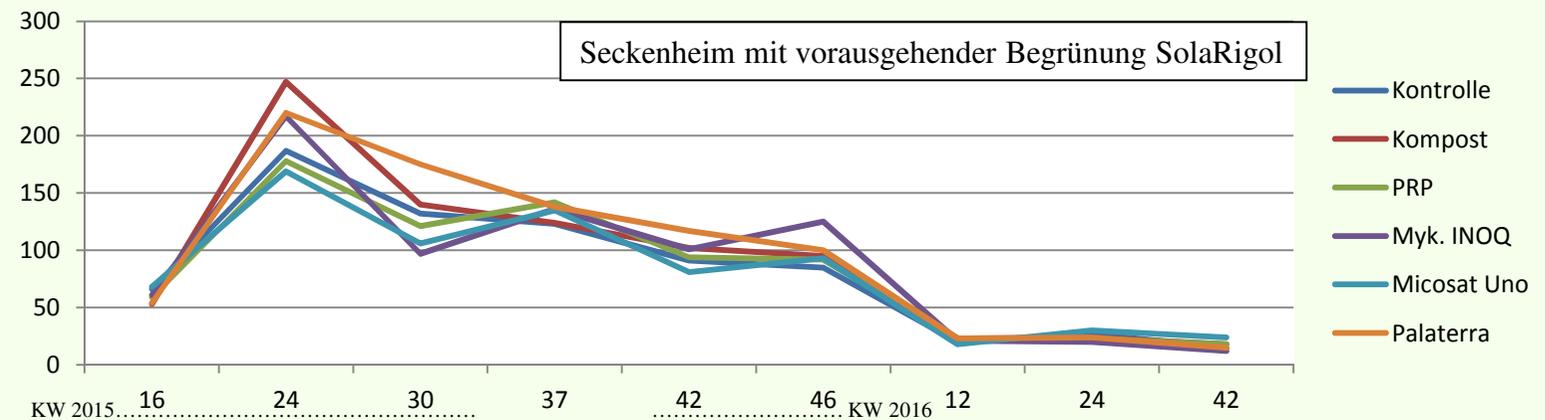
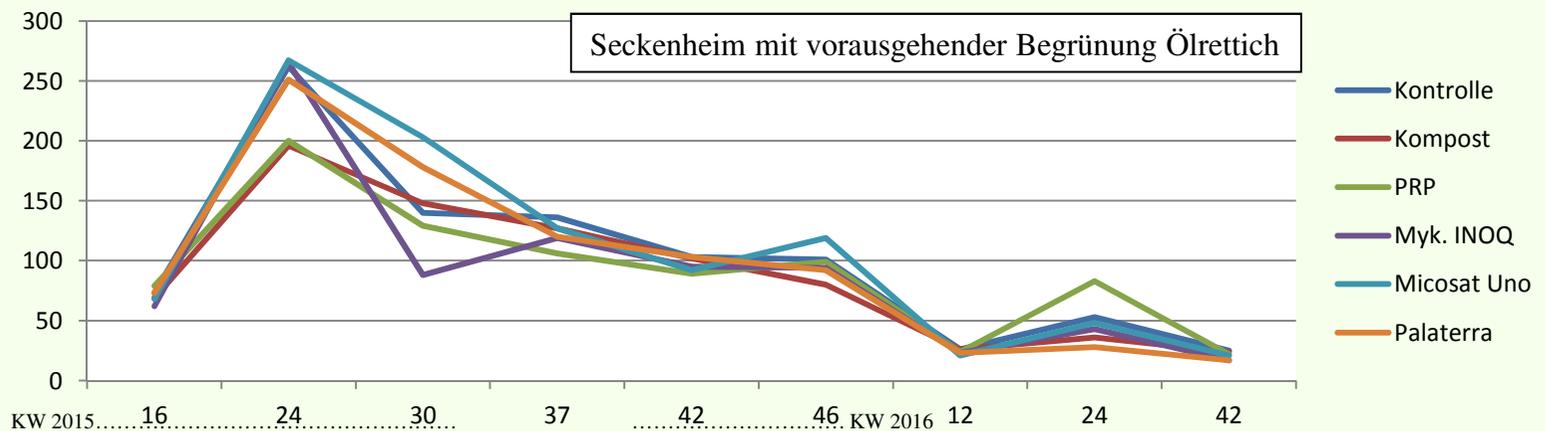
	Seckenheim betriebsüblich: Ölrettich	Seckenheim SolaRigol	Wiesental betriebsüblich: Senf	Wiesental SolaRigol
Durchschnittliche Grünmasse /m ²	4,47 kg	4,53 kg	1,47 kg	3,77 kg
Trockensubstanz	8,8 %	10,6 %	20,4 %	11,5 %
N / TS	2,9 %	2,2 %	2,0 %	1,9 %
Entzug N / ha	114 kg	105 kg	60 kg	82 kg

Grünmasse, Trockensubstanz und N-Gehalt der vorausgehenden Begrünungen 2014 (vor der Spargelpflanzung 2015) an den zwei Standorten Seckenheim und Wiesental

Ergebnisse

Nmin-Verläufe 2015 und 2016 Standort Seckenheim

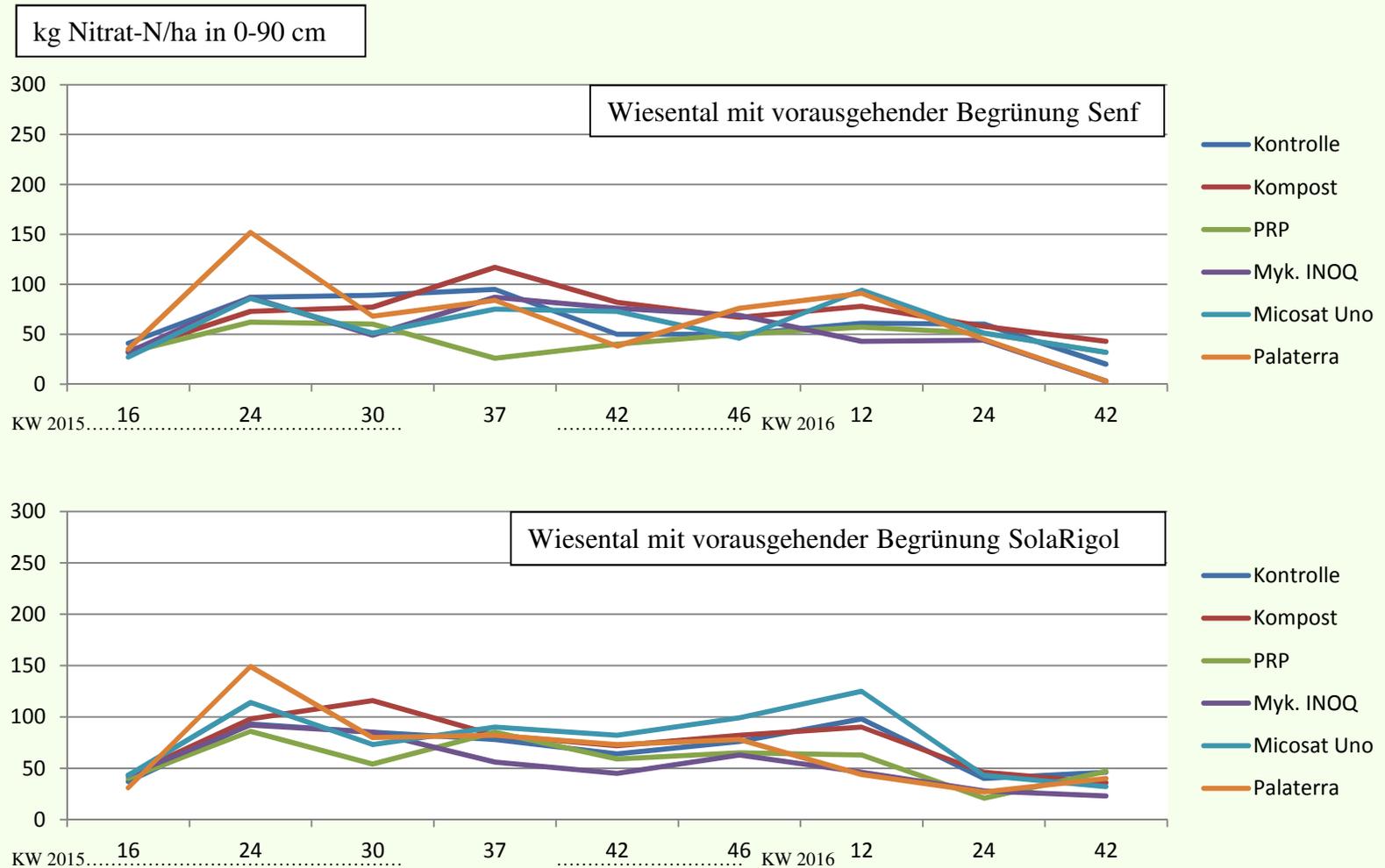
kg Nitrat-N/ha in 0-90 cm



Bodenhilfsstoffe zur Spargelpflanzung

Ergebnisse

Nmin-Verläufe 2015 und 2016 Standort Wiesental



Triebwachstum des Spargels - Boniturverfahren

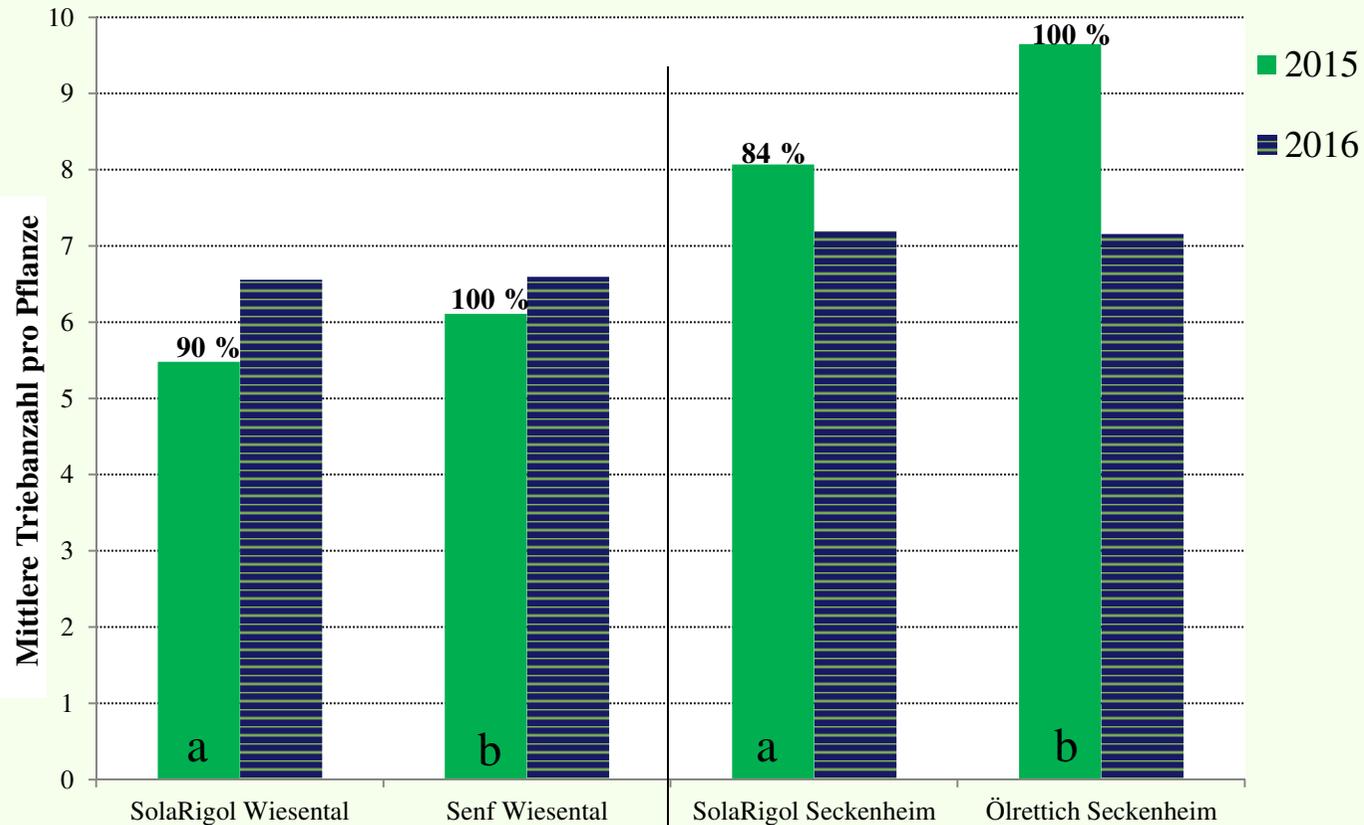
- **Auszählung der mittleren Triebanzahl je Spargelpflanze im Oktober 2015 und 2016**
- **Jede Parzelle bestand aus 2 x 5 laufenden Metern Spargel, von beiden Reihen wurden in der Parzelle 1 m vorne und 1 m hinten nicht bewertet, eine Schnur mit 2 Stöcken gespannt und somit 2 x 3 m ausgezählt**
- **Gezählt wurden Triebe mit einem Durchmesser von mehr als 5 mm und einer Höhe von mehr als 20 cm**
- **Eingetrocknete Triebe wurden verworfen**
- **Die erfassten Daten wurden über das Programm WinSTAT statistisch ausgewertet**



Ergebnisse

Bonitur Triebwachstum des Spargels

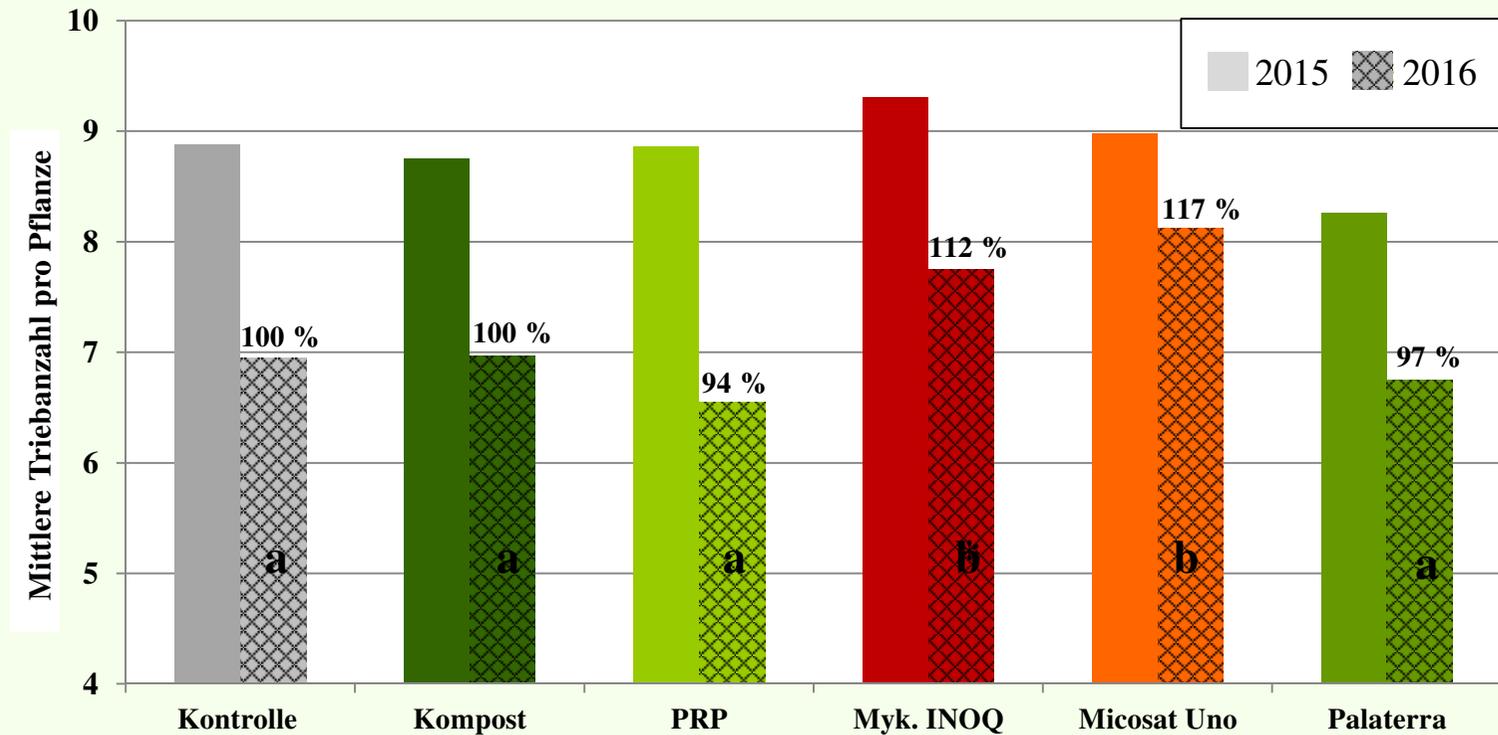
Einfluss der vorausgehenden Begrünung
auf das Triebwachstum von Spargel 2015 und 2016



Buchstaben zeigen signifikanten Unterschied (LSD, $p=5\%$)

Ergebnisse Bonitur Triebwachstum des Spargels

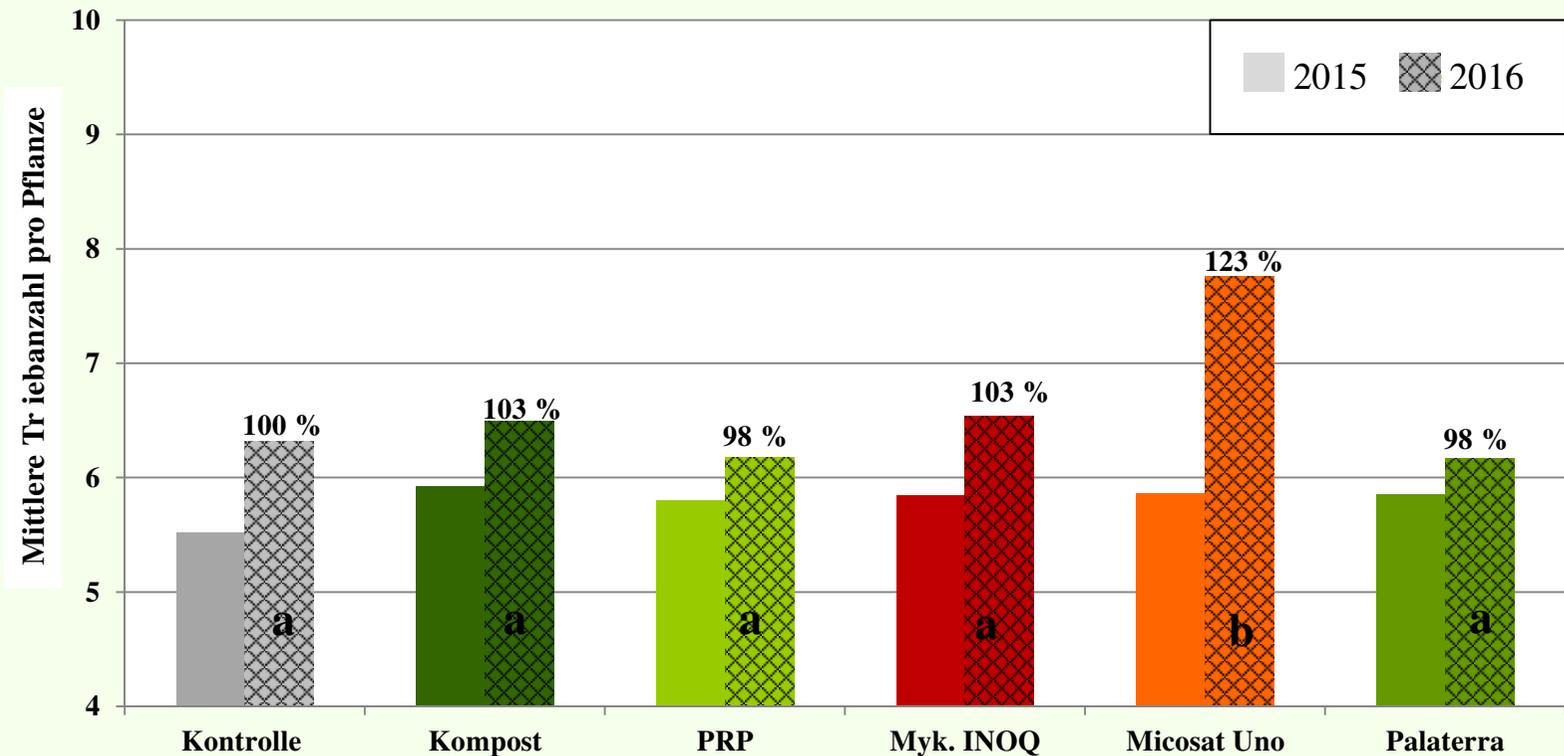
Einfluss der Bodenhilfsstoffe
auf das Triebwachstum von Spargel 2015 und 2016 Standort Seckenheim



Buchstaben zeigen signifikanten Unterschied (LSD, $p=5\%$)

Ergebnisse Bonitur Triebwachstum des Spargels

Einfluss der Bodenhilfsstoffe
auf das Triebwachstum von Spargel 2015 und 2016 Standort Wiesental



Buchstaben zeigen signifikanten Unterschied (LSD, p= 5%)

Ergebnisse

Biologische Aktivität des Bodens - Methodik

- Mikrobielle Biomasse über das Verfahren der substratinduzierten Respiration (nach Heinemeyer et al. 1989)
- Stickstoffmineralisierung über den anaeroben Brutversuch (nach Kandeler in Schinner et al. 1993)
- Allgemeine Stoffwechselaktivität über die Aktivität der Dehydrogenase (nach DIN 2001, Verfahren mit INT)
- Bodenart, pH-Wert, P, K, Mg, Humusgehalt und Gesamt-N-Gehalt nach den im LTZ verwendeten Standardmethoden

Ergebnisse

Biologische Aktivität des Bodens

- Kein signifikant Einfluss der Begrünungen auf die Bodenbiologie-Parameter an beiden Standorten.
- Die Bodenhilfsstoffe wirken sich auf die Parameter mikrobielle Biomasse, Dehydrogenase-Aktivität und N-Mineralisierung ebenfalls kaum aus.
- Am Standort Seckenheim fiel die Variante B6 “Palaterra plus Begrünung SolaRigol“ durch eine niedrigere mikrobielle Biomasse auf
- Am Standort Seckenheim förderte Kompost in beiden Begrünungen die biologische Aktivität
- Bei der N-Mineralisierung zeichnete sich in Wiesental eine mögliche Immobilisierung von Stickstoff durch Kompost und Palaterra ab

Ergebnisse

Mykorrhizierung der Spargelwurzeln - Methode

- Ende Oktober 2016 wurden die Spargelwurzeln ausgegraben; eine Probe bestand aus 2 Wurzelstücken je Wiederholung (3) entnommen ca. 20 cm unterhalb der Unterkante des Spargeldamms; Lagerung bis zur Untersuchung kühl in Erde.
- Untersucht wurden die Varianten der zwei Mykorrhizapräparate und die Kontrolle, nach jeweils zwei verschiedenen vorausgehenden Begrünungen auf den zwei Standorten Seckenheim und Wiesental (3 x 2 x 2 = 12).
- Bei der LTZ Augustenberg wurden dann die Feinwurzeln dieser 12 Proben auf den Besiedelungsgrad durch inokulierte und durch autochthone arbuskuläre Mykorrhizapilze (AMP) untersucht, durch Ermittlung der Mykorrhizierungsrate.
- Eine repräsentative Anzahl von Feinwurzeln wurde der Wurzelmischprobe entnommen und die gewaschenen Wurzeln in 1 cm lange Stücke zerkleinert .
- Die Proben wurden in AFE-Lösung nach Gerlach (1969) fixiert. Die anschließende Bleichung und Färbung der Wurzeln erfolgte modifiziert nach Philips und Haymann (1970) mit Trypan-Blau-Lösung.

Ergebnisse

Mykorrhizierung der Spargelwurzeln

Prozentualer Besiedelungsgrad

von Spargelwurzeln durch zwei inokulierte Mykorrhizapilzprodukte und durch autochthone arbuskuläre Mykorrhizapilze an zwei Standorten mit zwei verschiedenen vorausgehenden Begrünungen (Mittelwert n = 30)

Varianten	Seckenheim nach Ölrettich	Seckenheim nach SolaRigol	Wiesental nach Senf	Wiesental nach SolaRigol
Kontrolle	4,5	4,1	5,6	15,1
<i>Mykorrhiza</i> Firma INOQ	32,6	7,7	24,4	23,8
<i>Mykorrhiza</i> Micosat F Uno	50,2	8,7	46,9	26,3

Ergebnisse

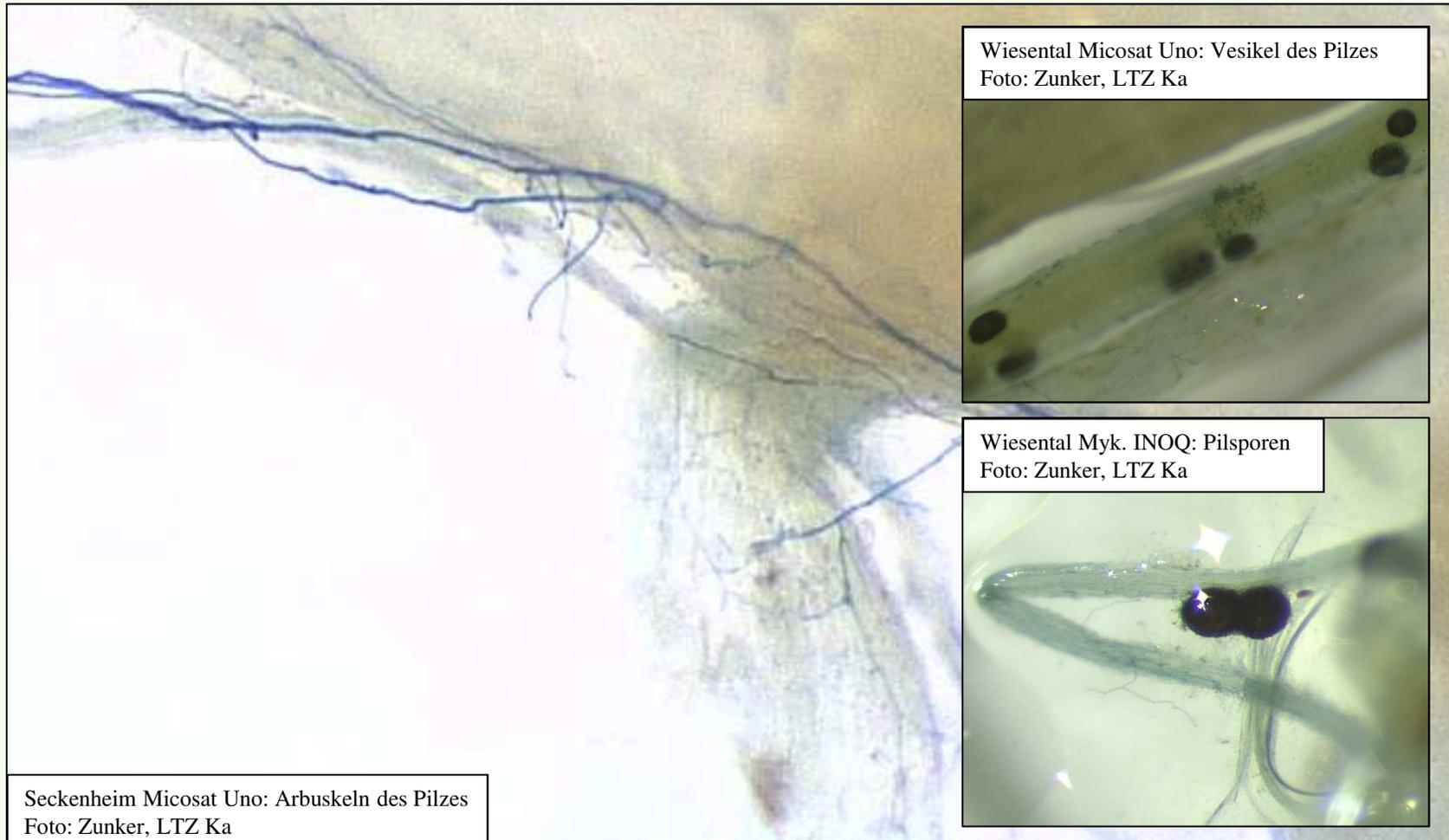
Mykorrhizierung der Spargelwurzeln

Besiedelungsintensität

von Spargelwurzeln durch zwei inokulierte Mykorrhizapilzprodukte und durch autochthone arbuskuläre Mykorrhizapilze (Mittelwert, n = 30)
an zwei Standorten mit zwei verschiedenen vorausgehenden Begrünungen
Befallsklassen 1 bis 3 (0,1,2,3 = keine, leichte, mittlere, starke Verpilzung)

Varianten/ Befallsklasse	Seckenheim nach Örettich	Seckenheim nach SolaRigol	Wiesental nach Senf	Wiesental nach SolaRigol
Kontrolle	1	1	1	1
<i>Mykorrhiza</i> Firma INOQ	2	1	2	2
<i>Mykorrhiza</i> Micosat F Uno	3	1	3	2

Ergebnisse Mykorrhizierung der Spargelwurzeln



Wiesental Micosat Uno: Vesikel des Pilzes
Foto: Zunker, LTZ Ka

Wiesental Myk. INOQ: Pilsporen
Foto: Zunker, LTZ Ka

Seckenheim Micosat Uno: Arbuskeln des Pilzes
Foto: Zunker, LTZ Ka

Beurteilung der vorausgehenden Begrünungen

- Nach den betriebsüblichen vorausgehenden Begrünungen Ölrettich und Senf war die Anzahl der Spargeltriebe im Oktober des Pflanzjahres 2015 signifikant höher als nach der Begrünungsmischung SolaRigol. Im Jahr 2016 war kein Unterschied mehr zu erkennen.
- Die Mykorrhizierung der Spargelwurzeln war in drei der vier inokulierten Varianten nach der Senf bzw. Ölrettich höher als nach SolaRigol.
- Die autochtone Mykorrhizierung der Kontrollflächen war auf dem Standort Wiesental nach SolaRigol wesentlich stärker als nach Senf.
- Eine Erklärung für diese Ergebnisse lässt sich über die aufgewachsene Grünmasse der Begrünungen nicht erklären.
- Die Kreuzblütler Ölrettich und Senf werden aufgrund ihrer glycosidhaltigen Inhaltsstoffe selbst nicht mykorrhiziert. Sie scheinen eine Mykorrhizierung durch Inokulation im Folgejahr aber auch nicht zu behindern.
- Zu prüfen wäre, ob die verwendeten Kreuzblütler durch ihre Inhaltsstoffe eine reduzierende Wirkung auf pathogene Wurzelpilze bei der Folgefrucht Spargel haben.

Beurteilung Kompost, Palaterra, PRP

- Am Standort Seckenheim zeigten die untersuchten Bodenhilfsstoffe Kompost, PRP und Palaterra weder im Pflanzjahr 2015 noch im Folgejahr einen Vorsprung im Wuchs gegenüber der Kontrollvariante (Anzahl der Triebe).
- Am Standort Wiesental ließ sich im Pflanzjahr eine Tendenz erkennen, nach der alle Bodenhilfsstoffe (also auch Kompost, PRP und Palaterra) in der Triebzahl etwas höher lagen als die Kontrollvariante. Im 2. Standjahr konnte nur noch die Kompostvariante diese Tendenz erhalten, PRP und Palaterra lagen jetzt sogar etwas niedriger als die Kontrollvariante.
- Die Mykorrhizierung der Spargelwurzeln wurde auf diesen drei Varianten aus Kostengründen nicht untersucht.
- In Seckenheim (2015) und in Wiesental (2016) war in den Kompostvarianten eine erhöhte Dehydrogenaseaktivität messbar, ein Indikator für allgemeine Stoffwechselaktivitäten im Boden. Auch die Palaterra-Varianten zeigten in 2016 auf beiden Standorten eine relativ hohe Dehydrogenaseaktivität.

Beurteilung Mykorrhiza INOQ und Micosat Uno

- Am Standort Seckenheim lagen 2016 beide Mykorrhizaprodukte in der Bonitur der Triebzahl signifikant höher als die Kontrolle (INOQ%, Micosat Uno%).
- Auch am Standort Wiesental lagen beide Mykorrhizaprodukte in der Triebzahl höher als die Kontrollvariante, INOQ nur in der Tendenz (.....%), Micosat Uno mit% war auch hier signifikant höher.
- Der Vorteil der Mykorrhizaprodukte war im Jahr 2015 in Seckenheim als Tendenz erkennbar, in Wiesental jedoch noch nicht. Dies deutet darauf hin, dass die Mykorrhizierung der Spargelwurzeln durch Inokulation eine gewisse Zeit braucht um sich in einer Anlage zu etablieren.
- Entsprechend diesen Ergebnissen zeigten auch die Untersuchungen zur Mykorrhizierung der Spargelwurzeln nach Inokulation mit beiden Präparaten auf beiden Standorten eine verstärkte Mykorrhizierung im Vergleich zu den Kontrollvarianten.
- Der positive Einfluss war erkennbar trotz einem ausreichenden (Wiesental) bzw überhöhten (Seckenheim) Phosphorangebot im Boden.
- Der stärkste positive Abweichung der Triebzahl von der Kontrolle erzielte das Produkt Micosat Uno auf dem Nachbaustandort Wiesental.

Bodenhilfsstoffe zur Spargelpflanzung

Herzlichen Dank

.....an die Landwirte Jörg Schreiber und Markus Michl für die Bereitstellung Ihrer Flächen und die gute und kooperative Zusammenarbeit im Versuchsverlauf.

Ebenfalls danken möchte ich für die fachliche Unterstützung den Kollegen Dr. Mareile Zunker und Dr. Holger Flaig, LTZ Augustenberg, Dr. Karin Rather, LVG Heidelberg, Arno Fried und Dr. Ludger Aldenhoff BDSE, Hassloch.

Danke auch an die Firmen für die zur Verfügung gestellten Produkte, welche in diesem Versuch untersucht wurden.

Und nicht zuletzt meinen Dank an alle Kollegen und Helfer, ohne deren Einsatz dieser Versuch nicht möglich gewesen wäre:

