

## „Soil Regeneration Change your Mind Change your Soil“

**Chris Teachout**, Fremont County Farm, Shenandoah, Iowa, USA

**Kontakt:** [teachout.chris@gmail.com](mailto:teachout.chris@gmail.com)

**Twitter** @He7ifarmer

Ein Farmer im US Bundesstaat Iowa erzielt gute Ergebnisse mit Zwischenfrüchten als Nahrungsangebot und Rückzugsraum für Bodennutztiere.

### Denken Sie um!

Chris Teachout baut in Iowa Mais und Soja an und bezeichnet sich als „Bodennutztierzüchter“. Damit macht ihm die Landwirtschaft heute wieder Spaß. Chris Teachout denkt unkonventionell. So beschäftigt er sich damit, freie Energie von der Sonne zu nutzen, seinen Nutzpflanzen Zugang zu den Nährstoffen über den gesamten Bodenhorizont zu verschaffen und vor allem die so wichtigen biotischen Bodenkleber zu fördern. Mit gleichgesinnten Landwirten und Wissenschaftlern bildet er ein Netzwerk, das von North Dakota über Ohio und Kanada bis nach Europa reicht und er gibt seine Erfahrungen gerne weiter.

Dass man es nicht mit einem gewöhnlichen Landwirt zu tun hat, wird sofort klar, wenn man seinen Hofladen betritt und dort ein Mikroskop entdeckt. Auch gräbt nicht jeder Landwirt tiefe und viele Löcher in seine Mais- und Sojaflächen, um die Wurzelbildung von Zwischenfrüchten und Reihenkulturen zu studieren und jedem zu zeigen, der dafür zu haben ist.

Und man muss schon lange suchen, um jemanden zu finden, der mit sieben Zwischenfrüchten auf Maisflächen experimentiert: Mungo Bohne, Strauchbohne und *Crotalaria juncea* in Kombination mit Früchten der kühleren Saison wie Rüben, Raps, Weißkohl, Blattkohl, etc. Und auch nicht jeder Landwirt fliegt nach Irland, um sich anzuschauen, was führende Landwirte dort für die Bodengesundheit tun.

Chris Teachout ist diese Art von Landwirt. „Die Bewegung Bodengesundheit ist eine weltweite Bewegung“, sagt Chris, der mit seiner Frau Janenne 570 ha Land bewirtschaftet. „Unser Anliegen ist es, die Bodenbiologie zu verstehen.

Denn sie ist der Schlüssel dafür, dass Wasser effizient genutzt wird, dass es tatsächlich im Boden versickert und dass die Nährstoffe im Boden gehalten werden. Entscheidend für gute Bodengesundheit, Wasserqualität und nachhaltige Anbauverfahren sind die biotischen Kleber. Sie halten die Bodenpartikel zusammen und sorgen für die Bildung von Bodenaggregaten.“

## Die Untersuchung der Bodenlebewesen macht Spaß

„Was oberirdisch passiert, ist leicht festzustellen, aber was unter der Bodenoberfläche geschieht, das ist sehr viel schwieriger nachzuvollziehen“, erklärt Chris. Sein Mikroskop schaffte er sich nach Gesprächen mit Dr. Jill Clapperton an, einer Rhizosphären-Ökologin und international anerkannten Expertin für Bodengesundheit. „Sie zeigte mir, wie ich die Nutztiere im Boden selbst suchen kann. Das geht schneller und ich kann die Funde mit eigenen Labortests überprüfen.“

Dabei sucht er nach unterschiedlichen Dingen: zum Beispiel Mykorrhiza Pilze und Kriechtiere wie Arthropoden, Bakterien und Protozoen. Es geht ihm dabei nicht nur um die Anzahl sondern auch um die Vielfalt. Auf eigenen Versuchsfeldern will er herausfinden, wann sich eine Balance oder ein Übergewicht einer Art einstellt. Dabei denkt er zurück als er noch Viehhalter war und in Fruchtfolgen dachte. „Anfangs, als wir noch Gras und mehr Früchte in der Fruchtfolge hatten, machte mir die Landwirtschaft noch Spaß“, erzählt er. „Aber wie viele andere sind wir dann auf Mais und Soja umgestiegen. Jetzt, mit Zwischenfrüchten und einjährigem Bestäuberstreifen ist diese Vielfalt wieder da und mir macht es wieder Spaß“, erklärt er.

## Organische Masse verdoppelt

„Ein großer Anteil der Bodennützlinge ist in einer Art Ruhezustand“, erklärt Teachout. „Man kann sie aber in sehr kurzer Zeit wieder zum Leben erwecken. Ich habe das auf meinem eigenen Land erlebt.“ So erzählt er, dass die Biomasse auf seinen Flächen in den 1980er Jahren von 2,4 % auf 2,7 % anstieg ist. Das konnte er bei der Bodenbearbeitung beobachten. „Ungefähr vor 20 Jahren fingen wir mit der Direktsaat an. Und allmählich wuchs das Aufkommen an organischer Masse auf 3,4 %. Bei diesem Wert ist es dann in etwa geblieben. Bis wir vor fünf Jahren mit Zwischenfrüchten anfangen. Da stieg das Aufkommen an organischer Masse auf 5,4 %!“

## Aha-Erlebnis mit Roggen

Chris' Hauptzwischenfrucht ist Roggen, was kein Neuland für ihn ist. „Mein Vater hatte Mitte der achtziger Jahre einen Schweinezucht- und mastbetrieb. Wir bauten Roggen an, sowohl für Saatgut als auch für den Verkauf. Das Stroh verwendeten wir zur Einstreu. „Auf den Flächen graste im Frühjahr unsere Kuhherde mit ihren Kälbern. Auf einer 8 ha großen Roggenfläche konnten 80 Kühe mit ihren Kälbern 40 Tage lang weiden. Aber in den 90er Jahren war es dann einfacher, Maisstängel in Ballen zu pressen und sie entweder zur Einstreu zu verwenden oder zu verkaufen. Und damit war Schluss mit Roggen. Heute ist mir klar, dass wir damit Kohlenstoff aus unseren Böden geradezu exportiert haben.“

Chris erinnert sich wie er 1984 die Roggenfläche mit der Scheibenegge bearbeitete (Direktsaat war noch kein Thema) und danach aus Soja umstellte. „In einem Jahr lagen die Erträge pro halben Hektar bei sage und schreibe 1469 t Sojabohnen! Im Vergleich: bei den ertragreichsten anderen Bohnen lag der Ertrag bei 1306 t.“

Erst als ich vor fünf Jahren eine Veranstaltung zum Thema Zwischenfrüchte besuchte ging mir ein Licht auf und ich verstand, dass der gute Soja-Ertrag mit dem Roggen zusammenhing! Das hat mich überzeugt und von nun an war ich dabei“, erklärt er.

### **Effektivere Unkrautbekämpfung, Bodentemperaturen**

Auf den meisten Flächen setzt Teachout Zwischenfrüchte ein. Ständig überprüft und analysiert er die Ergebnisse auf den einzelnen Flächen. „Roggen hat wirklich bewiesen, dass er bei der Unkrautbekämpfung gute Dienste tun kann“, erklärt Chris. „Ich versuche die Ergebnisse noch weiter zu optimieren, indem ich in schon sehr hochstehenden Roggen sähe. Dazu kommt, dass ich bei der Aussaat auch walze, was für eine wirklich gute Bodenbedeckung sorgt. Die Pflanzen wirken wie eine Matratze: bei Überfahrt mit der Maschine legen sie sich um und richten sich danach wieder auf. Mit so einer Matratze ist der Boden noch geschützter als einfach nur durch Direktsaat.“

Im letzten Jahr war Chris mit dem Bodenthermometer unterwegs um zu prüfen, wie sich nach einer Woche Hitze die Bodentemperatur auf den Flächen mit und ohne Roggenbedeckung entwickelt hatte. „Die Oberflächentemperatur auf der Direktsaat-Fläche mit zum großen Teil verschwundenen Pflanzenrückständen betrug 65 °C – so heiß wie Asphalt“, erklärt er. „Jegliche mikrobiologische Aktivität hat damit längst aufgehört.“

Ich glaube, bei etwa 32° ist Schluss. Im Vergleich dazu: unter der Matte flach gewalzten Roggenstrohs waren es 27°C. Das ist enorm. Und es ist wichtig, denn schließlich soll biologische Aktivität ja die ganze Zeit stattfinden“, erklärt er. „Dabei werden die Wurzeln kühl gehalten, so dass Wasser und Nährstoffe nach oben in die Pflanze aufsteigen können.“

### **Bodenkleber**

Er hat mithilfe des Kalktests die Bodenstruktur sowohl auf langjährigen Direktsaatflächen ohne zusätzliche Bedeckung als auch auf seit fünf Jahren mit Bedeckung bewirtschafteten Direktsaatflächen verglichen. „Der Unterschied ist so groß wie der zwischen Tag und Nacht – auch was die Wasserrückhaltekraft betrifft. Auf Direktsaatflächen ohne organische Bedeckung verrotten die Maisstängel nicht so schnell. Und die Kleber, die den Boden zusammenhalten, sind nicht zu vergleichen mit denen auf Flächen mit einer Auflage organischer Masse“, erklärt er. Und nach schweren Niederschlägen im Jahr 2017 mit einer Niederschlagsmenge von fast 9 cm beobachtete er auf einer Direktsaatfläche einen Oberflächenabfluss, der die Farbe von Kakao hatte. „Dagegen war der Abfluss auf den Flächen mit Strohauflege erstens geringer und zweitens war das Wasser klar. Ich schätze, die Abflussmenge hier betrug nur ein Drittel von der auf den Flächen ohne Bedeckung. Und kein Landwirt will erleben, wie sich seine Grasflächen in Wasserströme verwandeln. Das Wasser soll im Boden versickern.“

## **In gesundem Boden entwickeln sich gute Wurzeln**

In der Regel bilden Mais- und Sojawurzeln ein unterirdisches Dreieck, so Chris. „Aber bei Reihenabständen von 76 cm bedeutet das, dass die Wurzeln nicht an alle Nährstoffe im Oberflächenbereich herankommen. Denn sie wachsen nach unten. Doch wie gelingt es, dass die Wurzeln auch seitwärts wachsen? In gesunden Böden mit einer guten Bodenstruktur wachsen Wurzeln sowohl in Richtung Reihenmitte als auch in die tieferen Schichten.“

Das jedenfalls beobachtet Chris, wenn er Löcher auf seinem Acker gräbt. Zu seinen Entdeckungen gehören auch Knoten von Sojapflanzen in 2,5 cm Tiefe in der Reihenmitte, Roggenwurzeln in 1,20 m Tiefe und bis zu 60 cm tiefe Regenwurmtunnel. „Alle diese Roggenwurzeln – egal wie tief sie sind – sind mit Pilzen und Bakterien besetzt,“ erklärt Chris. „Die wandern an den Wurzeln nach oben und unten und zur Seite. Bakterien und Pilze halten zwar Winterschlaf, aber bis zu einer Temperatur von -2° sind sie noch aktiv.“

Und die in den tieferen Schichten bleiben noch länger aktiv. Es ist uns vielleicht nicht bewusst, aber auch Regenwürmer tragen Kohlenstoff tiefer in das Bodenprofil.“ Er weiß, dass seine Roggenwurzeln Stickstoff ausscheiden. „Ich habe im Januar nach Soja Roggenwurzeln ausgegraben, die in Sojaknoten eingewachsen waren. Also ist klar, dass sie Stickstoff verbrauchen.“

## **Wasser und Nährstoffe im Boden halten**

„Bodenaggregate und eine gute Bodenstruktur sind das Ergebnis von Leben im Boden“, erklärte Clapperton mehr als 100 Landwirten, die den Iowa Feldtag zu Anbaupraktiken auf Teachouts Farm Ende August besuchten. „Im Prinzip geht es darum was alles im Boden lebt. Ohne stabile Bodenaggregate kann Wasser weder abfließen noch zurückgehalten werden. Ein Boden mit reger Lebewesenaktivität kann in niederschlagsreichen Jahren Wasser aufnehmen und es in trockenen Jahren zurückhalten.“

„In einem gesunden Boden werden keine Nährstoffe ausgeschwemmt“, erklärt Clapperton. „Das Ziel ist ein geschlossenes System, in dem kein Austrag stattfindet. Das spart Mineraldünger zur chemischen Ergänzung der biologischen Fruchtbarkeit. Teachout sagt, sein Ziel sei nicht, sich vollständig von industriellem Dünger zu verabschieden, aber er wolle ihn sehr wohl reduzieren. „Der Haney Test zeigt mir, dass ich P und K nicht brauche, dass mein Boden gesund ist. Mein unterster Wert ist 17,6! Vergleichen Sie das mit 4-7 auf Flächen mit herkömmlichen Anbauverfahren. Das heißt, in meinen Böden gibt es sehr viel mehr Leben.“



## Wo soll man anfangen?

Teachout sagt, dass er inzwischen aus den Kinderschuhen raus ist und sicherlich auch die typischen Anfängerfehler gemacht hat. „Unser Ziel ist es, anderen zu helfen, nicht unsere Fehler zu wiederholen“, beschreibt er die Arbeit seiner Gruppe. Auf folgende Punkte sollten Anfänger achten:

- (1) Für den Anfang empfiehlt sich eine Fruchtfolge aus Roggen nach Mais, dann Soja.
- (2) Legen Sie einige Testreihen an und vergleichen Sie die Ergebnisse unterschiedlicher Verfahren.
- (3) Lassen Sie sich von jemandem beraten, der mit Zwischenfrüchten Erfahrung hat.
- (4) Nehmen Sie den Spaten in die Hand und sehen Sie nach was im Boden passiert.
- (5) Wenn Sie etwas nicht verstehen, suchen Sie Rat in den sozialen Netzwerken.
- (6) Haben Sie keine Hemmungen Fragen zu stellen! Es gibt keine dummen Fragen.

## Experimente mit Zwischensaat

Teachout verwendet als Zwischensaat hauptsächlich Roggen, hat aber auch andere Früchte ausprobiert: Sommerhafer, Sommergerste, Senf, Rettich und Erbsen. Zum Beispiel säte er im vergangenen Herbst nach dem Mähdrusch auf einigen Teilparzellen eine Mischung aus 70% Roggen und 30% Hafer. Dabei wurde für eine grüne Bedeckung im Frühjahr auf einigen Flächen zusätzlich Roggen zugemischt.

„Mein Ziel ist eine große Vielfalt verschiedener Früchte“, erklärt er. Im vergangenen Jahr experimentierte er mit einigen ungewöhnlichen Zwischenfrüchten auf seinen Versuchsflächen. „Ziel war es herauszufinden, welche der Leguminosen, die ich wollte, überleben würden und wie viel mehr an Stickstoff sie in die Maisfläche eintragen würden“, erklärt Teachout.

Dazu verwendete er nicht die üblichen Kleesorten. Stattdessen testete er Guar Bohnen, Mungo Bohnen, Ackerbohnen, zwei Augenbohnenarten (iron und clay), Baumkohl, Straucherbse und *Crotalaria juncea*. Jede der genannten Leguminosen wurde zusammen mit Rüben, Raps, Nitrat-Rettich, Senf, Rettich, Weißkohl und Blattkohl in eine Reihe Mais gesät.

Die Aussaat erfolgte im Entwicklungsstadium V4/V5. Nur 23 kg Stickstoff wurden dabei ausgebracht.

„Die Pflanzen für die kühlere Saison litten unter dem Schatten und überlebten nicht“, erklärt Teachout. „Was ich gelernt habe, war dass sich *Crotalaria juncea* gut mit Augenbohne verträgt. Und die Strauchbohne hat sich im Mais gut gehalten. Sie hat eine enorm lange Pfahlwurzel.“

Ebenfalls gelernt habe ich, dass Rotwild *Crotalaria juncea* mag und dass sich die Pflanze nach den Fraßschäden wieder erholt und nachwächst. Das sind wichtige Informationen für Nutztierzüchter und -halter“, erklärt er.

Teachout ergänzte, dass er auch plane, die Maiserträge zu vergleichen, die Stickstoffmenge in den Stängeln zu messen und die Körner auf ihren Nährstoffgehalt zu analysieren. Er meinte, es sei durchaus möglich, dass in Zukunft für nährstoffreichen Mais Prämien gezahlt würden. Entsprechend dokumentiert er seine Messungen, um bei zukünftigen Tests Orientierung zu bieten.

[www.cornandsoybeandigest.com/soil-health/be-soil-livestock-producer?NL=SO-08&Issue=SO-08\\_20171106\\_SO-08\\_303&sfvc4enews=42&cl=article\\_2\\_b&utm\\_rid=CPG02000000709362&utm\\_campaign=22150&utm\\_medium=email&elq2=93b88486b0d642428e60bc831d407ce4](http://www.cornandsoybeandigest.com/soil-health/be-soil-livestock-producer?NL=SO-08&Issue=SO-08_20171106_SO-08_303&sfvc4enews=42&cl=article_2_b&utm_rid=CPG02000000709362&utm_campaign=22150&utm_medium=email&elq2=93b88486b0d642428e60bc831d407ce4)

Lynn Betts 1 | 6. November, 2017

# Know-how-Transfer: Mykorrhiza als Biostimulantien für die Landwirtschaft

## Mykorrhiza für landwirtschaftliche Anwendung

**Hans-Joachim Heermann, Dr. Carolin Schneider;** Institut für Pflanzenkultur e.K.,  
Schnega

**Kontakt:** [heermann@pflanzenkultur.de](mailto:heermann@pflanzenkultur.de)

Eine in Nordost-Niedersachsen gegründete Projektgruppe mit zwei landwirtschaftlichen Betrieben, dem Projektkoordinator Institut für Pflanzenkultur (IFP) und dem Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ) hat Projektmittel über das EU-Förderprogramm EIP Agri bewilligt bekommen. Seit Mai 2016 arbeitet die Gruppe daran, Verfahren weiterzuentwickeln, die einen gezielten Einsatz von Mykorrhiza in den landwirtschaftlichen Kulturen Speisekartoffeln, Körnermais und Soja wirtschaftlich machen. Praxisorientierung steht an erster Stelle – die Kooperation mit dem Kartoffelspezialbetrieb Hof Truman/Groß Gaddau und dem Biolandhof Cordts/Molden ist optimale Voraussetzung dafür. Die Technik zur Mykorrhiza-Anwendung muss effektiv und unkompliziert im Betriebsablauf integriert werden.

## Was bewirkt Mykorrhiza?

Tatsache ist: 90 % aller Pflanzenfamilien gehen eine Lebenspartnerschaft, die sogenannte Mykorrhiza, mit Pilzen ein. Dabei spielt der Pilz je nach Pflanzenfamilie verschiedene Rollen mit ganz unterschiedlichen Bedeutungen. Mal wird er von der Pflanze (!) parasitiert, mal unterstützt er mit Hormongaben die Keimung (Orchideenmykorrhiza). Die Familie der Kreuzblütler zeigt sich dagegen vollkommen ignorant, sie ist nicht in der Lage eine Lebenspartnerschaft mit diesen Bodenpilzen einzugehen.

Alle anderen Pflanzen sind befähigt echte Symbiosen mit Pilzen einzugehen. Diese Lebenspartnerschaften sind geprägt von gegenseitigem Nutzen: Der Pilz bekommt von der Pflanze Kohlenhydrate aus ihrer Photosynthese, die Pflanze kann dafür von einigen guten Eigenschaften ihres Pilzes profitieren: Das feine Pilzgeflecht, Myzel genannt, kann erstens aufgrund seiner größeren Oberfläche besser Wasser aufnehmen und speichern als die deutlich dickeren Haarwurzeln.

Über das verzweigte Myzel macht der Symbiosepilz zweitens mehr Nährstoffe für die Pflanze verfügbar. Die Effizienz der gegebenen Pflanzennährstoffe wird damit verbessert.

Weiterhin können Mykorrhizapilze im Zusammenspiel mit Bodenbakterien im Boden festgelegten Phosphor, der nicht direkt aufgenommen werden kann, für die Pflanze verfügbar zu machen.

Die Symbiose mit den Pilzen findet an den Pflanzenwurzeln statt. Die meisten Pilze dringen erst in das Wurzelgewebe, dann in die Zellen ein und bilden eine Endomykorrhiza. Dabei bilden sie Saugorgane aus, die unter dem Mikroskop wie Bäumchen aussehen. Weil das lateinische Wort für Bäumchen „arbusculum“ lautet, spricht man bei der Endomykorrhiza auch von Arbuskulärer Mykorrhiza. Die Pflanze kann in den ersten Tagen nicht zwischen dem Mykorrhizapilz und einem vermeintlichem Schädling unterscheiden. Als Reaktion auf das Einwachsen des Pilzes startet die Pflanze ihr Abwehrsystem. Dieses bleibt auch nach dem Entwarnungssignal aktiviert. Zukünftige Angriffe von Pathogenen auf die Pflanze können dadurch effektiver abgewehrt werden.

Schließlich geben die Mykorrhizapilze eine Substanz an den Boden ab, die ein Zwitter aus Eiweiß und Kohlenhydrat ist: Das Glomalin ist ein Glykoprotein, das die Bodenpartikel zusammenkleben lässt und attraktiv auf Bodenmikroorganismen wirkt. Die Folge davon ist ein lockerer, durchlüfteter Boden mit guter Krume.

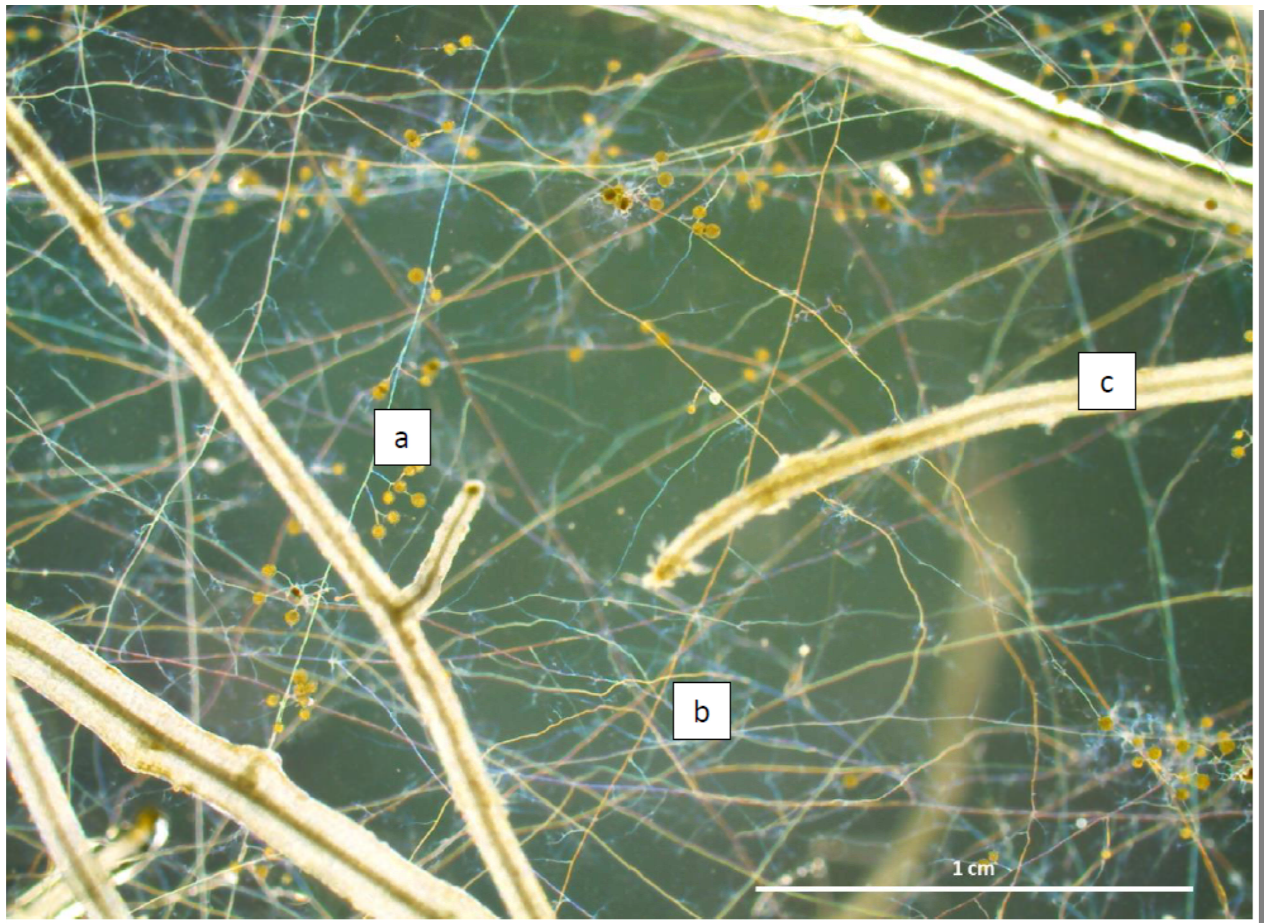
### **Umsetzung in die landwirtschaftliche Praxis**

Was in gartenbaulichem Maßstab (Jungpflanzenanzucht, Garten- und Landschaftsbau) bewährte Praxis ist, muss jetzt in den Feldanbau übertragen werden. Gezielte und genau dosierte Ablage des mykorrhizierten Bodenhilfsstoffs wird in Feldversuchen mit den beteiligten Landwirten erprobt werden. Favorisiert wird die Dosierung per Mikrogranulatstreuer direkt in Saatband und Damm zur Aussaat und Pflanzung. Um das Verfahren wirtschaftlich zu machen, ist ein sehr vitales und hoch konzentriertes Inokulum erste Bedingung.

Die Chancen im Pflanzenbau sind verbesserte Nährstoffeffizienz, dadurch reduzierte Nährstoffeinträge in Grund- und Oberflächenwasser (Stichwort Düngeverordnung), besonders im Kartoffelbau gesteigerte Pathogenabwehr und insgesamt verbesserte Bodenstruktur mit gestärktem Bodenleben.

Der Einsatz von Mykorrhiza als Teil eines ackerbaulichen Systems, in Kombination mit anderen wachstumsfördernden Mikroorganismen (Rhizobien, Trichoderma, phosphatlösende Bakterien) ermöglicht neue Konzepte in der Pflanzenernährung. Im Mittelpunkt steht die Ressource Boden und die vielfältigen Interaktionen zwischen den Mikroorganismen im Bodenleben, die gefördert und genutzt werden.





Sporen (a) und dichtes Gespinnst von Pilzfäden (b) des Mykorrhizapilzes *Rhizoglyphus irregularis*, Wurzeln der Wirtspflanze Karotte (c)

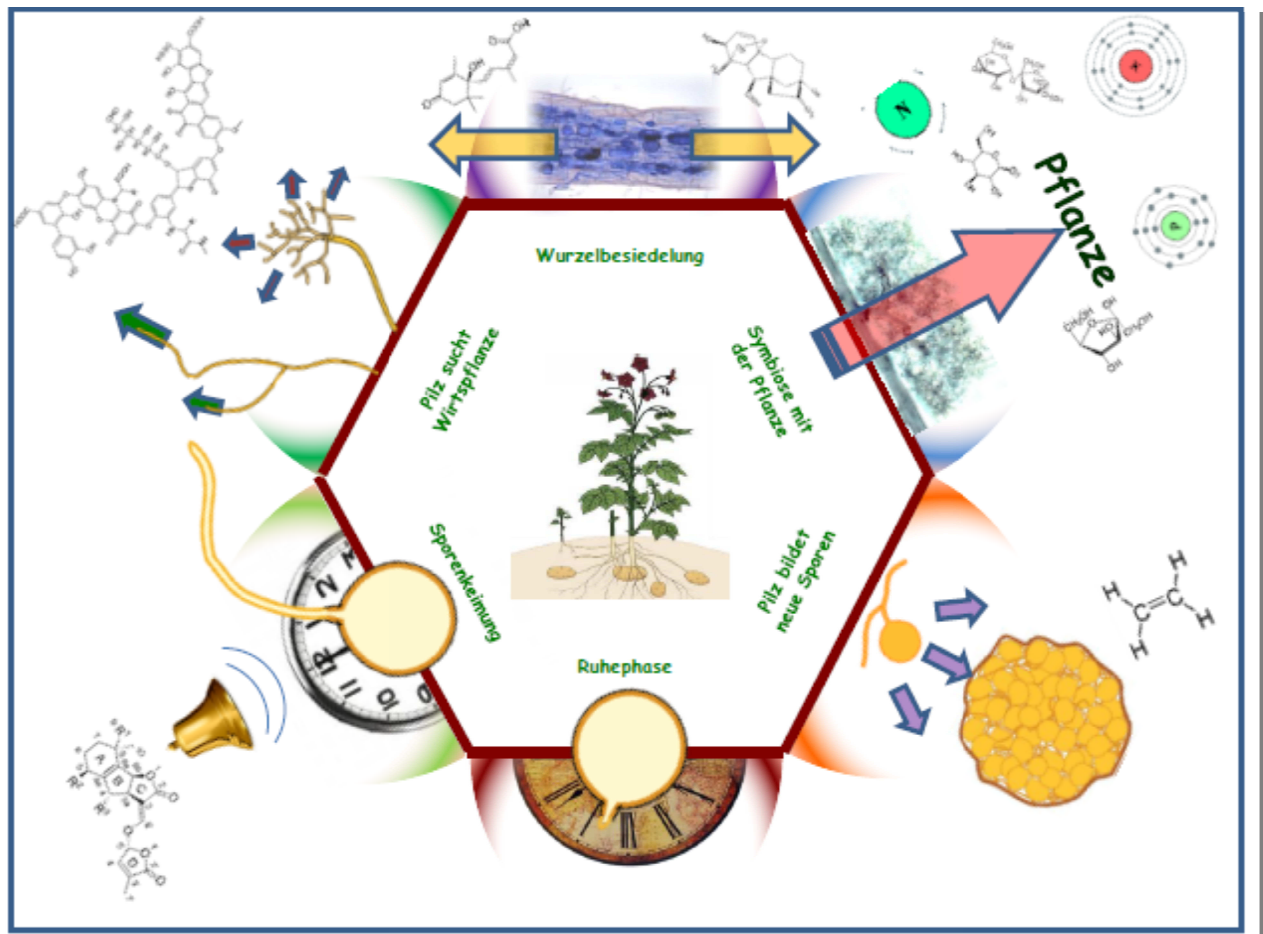
Foto: Alberico Bedini, Inoq GmbH, mit einer EVOS xl core 2x/0.25



Nahaufnahme: Sporen und Pilzfäden des Mykorrhizapilzes *Rhizoglyphus irregularis*

Foto: Alberico Bedini, Inoq GmbH, mit einer EVOS xl core 2x/0.25





Vielfältige Stoffwechselvorgänge während des Lebenszyklus' eines Mykorrhizapilzes:  
 Sporenkeimung, Symbiose mit der Pflanze, Bildung von neuen Sporen  
 Abbildung: Louis Mercy, Inoq GmbH



Abdrehprobe mit Mykorrhiza am Mikrogranulatstreuer zur Maisaussaat

Foto: Hans-Joachim Heermann, Inoq GmbH



# Notizen