

LUMBRICO

KONSERVIERENDER ÖKOLOGISCHER LANDBAU

BETRIEBS- REPORTAGE

Dammkultur als
Ackerbausystem

QUECKEN

Nachhaltig mecha-
nisch bekämpfen

SAAT-PLATTERBSE

Großkörnige
Leguminose
im Gemengeanbau

BIOSTIMULANZIEN

Trichoderma – ein
nützlicher Bodenpilz





Dr. Konrad Steinert,
Redakteur

Liebe Leser,

die Dammkultur ist ein Anbauverfahren, das bereits seit der Antike bekannt ist. Schon vor Jahrhunderten haben die Menschen den Boden mittels Hakenpflügen aufgehäufelt, wie mit dem „Mecklenburger Haken“ oder dem „Arado Romano“ in Spanien. Der Biolandwirt Rico Platzdasch aus Nordhessen hat sich in den vergangenen Jahren in die Dammkultur eingearbeitet und sieht gegenüber der herkömmlichen Flachkultur viele Vorteile, wie bei Nährstoffmobilisierung und Wasserhaushalt sowie der Beikrautkontrolle. Dazu kommen Einsparungen bei Arbeitszeit, Dieselmotorkraftstoff und Investitionskosten. Wichtig ist jedoch, dass man in der Fruchtfolge konsequent bei der Dammkultur bleibt, damit sich ein tiefreichendes und stabiles Krümelgefüge aufbauen kann.

Sind Sie auf der Suche nach interessanten Anbaualternativen? Die Saat-Platterbse könnte als großkörnige Körnerleguminose in Zukunft Anbaubedeutung erlangen, zeigt sie doch gegenüber ungünstigen Witterungsbedingungen wie Trockenheit eine hohe Toleranz. Die Platterbsen können – ähnlich wie Linsen oder Kichererbsen – auch direkt als proteinreiches Nahrungsmittel verwendet werden, sie bieten dadurch Chancen für die Direktvermarktung. Damit sich die Saat-Platterbse hierzulande wieder als Kulturpflanze etablieren kann, sind allerdings noch einige Fragen zu klären, wie die Sortenwahl oder passende Mischungspartner. Unter unseren Anbaubedingungen scheint eine passende Stützfrucht wie Triticale oder Hafer unbedingt erforderlich zu sein.

Abschließend gehen wir noch auf Biostimulanzien mit dem Schlauchpilz *Trichoderma* ein. *Trichoderma* hat gleich mehrere nachgewiesene Wirkungen, wie eine Unterdrückung von Schadpilzen, die Erschließung von Nährstoffen wie Phosphat sowie die Abgabe wachstumsfördernder Stoffe. Die bemerkenswerte Konkurrenzfähigkeit von *Trichoderma*, seine Flexibilität in Bezug auf pH-Werte und Temperaturen sowie der positive Einfluss flüchtiger organischer Verbindungen auf das Feinwurzelwerk betonen die Vielseitigkeit dieses Schlauchpilzes. Besonders bewährt als Biostimulans hat sich die Kombination von *Trichoderma* mit der Braunalge *Ascophyllum nodosum*, eine vielversprechende Synergie im Ackerbau.

Wir wünschen Ihnen eine interessante Lektüre!



4 Betriebsreportage

Foto: R. Platzdasch



30 Sojaanbau unter ökologischen Bedingungen

Foto: Werkbild



19

Quecken mechanisch bekämpfen

4 Betriebsreportage aus Nordhessen

Popcorn mit Schokoüberzug

Dammkultur als Ackerbausystem

15 Bodenbiologie/Stickstofffreisetzung

Organischen Stickstoff mobilisieren

Die Rolle der Wurzelausscheidungen

19 Ackerbau/Quecken

Auf rollende Technik verzichten

Quecken nachhaltig mechanisch bekämpfen

24 Pflanzenbau/Platterbse

Retterin in Notzeiten

Saat-Platterbse im Gemengeanbau

30 Düngung/Soja

Stickstoff aus der Luft

Sojaanbau unter ökologischen Bedingungen

33 Ackerbau/Agroforstwirtschaft

Vorteile für das Bodenleben

Einfluss der Agroforstwirtschaft
auf die Bodengesundheit

39 Biostimulanzien/Trichoderma

Ein nützlicher Bodenpilz

Trichoderma und Algen als Biostimulanzien

43

Kurz notiert

46

Impressum



Sätechnik: Dammkulturgerät von Turiel mit aufgebautem Accord-Sätank.

Dammkultur als Ackerbausystem

POPCORN MIT SCHOKOÜBERZUG

Dr. Konrad Steinert

Nach der Umstellung auf den Biolandbau 2017 suchte Rico Platzdasch nach einem passenden Anbausystem für seinen Betrieb. Die Umstellung auf Dammkultur führte innerhalb weniger Jahre zu einer optimalen Bodenstruktur mit stabilem Krümelgefüge über die gesamte Krumentiefe. Durch eine tiefere und intensivere Durchwurzelung des Bodens werden sowohl Trockenheit wie auch Nässe besser toleriert, und die Erträge haben sich stabilisiert. Darüber hinaus ermöglicht das Anbausystem eine effiziente Unkrautkontrolle. Im Vergleich mit anderen Anbauverfahren werden weniger Maschinen, Diesel und Arbeitszeit benötigt.



Foto: S. Matzke/STF

BETRIEB:
ECKHARDT & PLATZDASCH GBR
QUELLWIESENHOF
WILDECK-RASSDORF,
LANDKREIS HERSFELD-ROTEBURG,
NORDHESSEN



Fläche: 127 ha Ackerland, 3 ha Grünland

Böden:
Bundsandsteinverwitterungsböden, Sand, Schluff bis Lehm;
20 bis 50 Bodenpunkte

Höhenlage: 250–350 m über NN

Mittlerer Niederschlag: 680 mm/a

Jahresmitteltemperatur: 8,9 °C

www.quellwiesenhof.de

Der Quellwiesenhof der Familie Platzdasch liegt in Wildeck-Raßdorf in Nordhessen nahe an der Landesgrenze zu Thüringen. Landschaftsbeherrschend sind die hohen Abraumhalden des nahen Kalischachtes in Heringen; man spricht deshalb oft vom „Land der Weißen Berge“ oder dem „Monte Kali“. Als Bodenart dominieren hier Buntsandsteinverwitterungsböden, die auf kurze Distanzen oft große Unterschiede aufweisen. Es gibt Lehm-, Sand- und Schluffböden, die nicht selten einen hohen Steinbesatz haben und oft auch nur flachgründig sind. Die Ackerzahlen schwanken zwischen 20 und 55. Wegen der teilweise großen Hangneigungen tritt nach Starkniederschlägen bei konventioneller Bewirtschaftung häufig Bodenerosion auf. Raßdorf liegt am Südrand des Richelsdorfer Gebirges in einer Höhenlage von etwa 255 m über NN in einer Tallage.

Abgeschirmt von den Höhenzügen des Fulda-Werra-Berglandes und des Thüringer Waldes befindet sich der Ort in einer Regenschattenlage, die sich vor allem im Frühjahr und Vorsommer durch häufige Trockenperioden bemerkbar macht. Seit dem Jahr 2018 gab es mehrere Trockenjahre in Folge, die zu hohen Ertragsverlusten geführt haben. Andererseits sind im Frühjahr aber auch Staunässe und eine geringe Tragfähigkeit der Flächen zu beobachten, welche die Feldarbeiten manchmal noch bis in den Mai hinein erschweren.

Umstellung auf Ökolandbau

Betriebsleiter Rico Platzdasch hatte den Betrieb bereits seit 2003 auf eine pfluglose Bewirtschaftung umgestellt, vor allem wegen der Erosionsprobleme. Im Jahr 2015 besuchte er dann ein Umstellerseminar des Landes Hessen, in



Rico Platzdasch

Foto: K. Steiner

dem die Grundlagen des ökologischen Landbaus vermittelt worden. Aufgrund gesundheitlicher Probleme des Landwirts verzögerte sich die Umstellung auf Ökolandbau dann um weitere zwei Jahre bis 2017, mit einer Umstellungsphase bis 2019. Der Quellwiesenhof ist Mitglied des Bioland-Verbandes.



Im Ökologischen Landbau dürfen keine mineralischen Stickstoffdünger eingesetzt werden, deshalb kommt der organischen Düngung eine große Bedeutung zu.

Die Rolle der Wurzelausscheidungen für eine nachhaltige Stickstoffernährung von Nutzpflanzen

ORGANISCHEN STICKSTOFF MOBILISIEREN

Dr. Maire Holz, ZALF Müncheberg

Eine ausreichende Stickstoffversorgung der Pflanzen ist auch im Ökologischen Landbau ausschlaggebend für die Ertragsbildung. Trotz der Bedeutung, die der organische Stickstoff für die Pflanzenernährung spielt, sind weder seine unterschiedlichen Formen noch die Prozesse, durch die er für die Pflanzen verfügbar wird, ausreichend untersucht. Eine entscheidende Bedeutung kommt dabei dem Rhizosphärenpriming zu, einem Prozess, bei dem Wurzelausscheidungen die Bodenmikroorganismen in der Rhizosphäre aktivieren. Im Zuge des Rhizosphärenprimings wird anschließend der Stickstoff aus mikrobieller Nekromasse mobilisiert und kann von den Pflanzen aufgenommen werden.

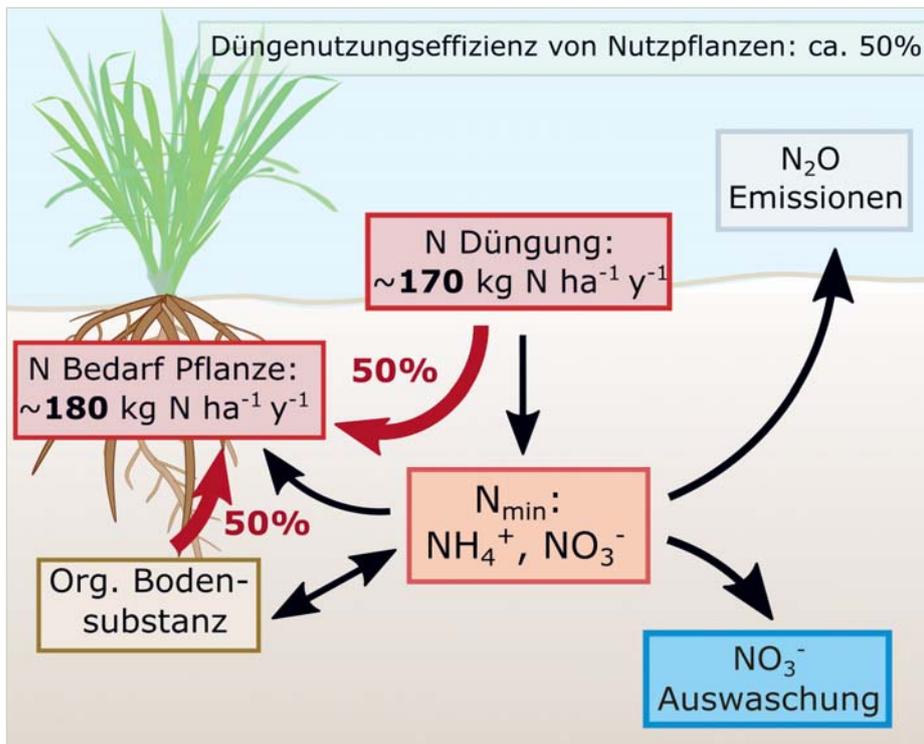


Abb. 1: Veranschaulichung der Stickstoffumsatzprozesse in einem landwirtschaftlichen System.

Die effiziente Nutzung von Stickstoff in landwirtschaftlichen Systemen ist von zentraler Bedeutung für eine nachhaltige Pflanzenproduktion. Traditionell wird mineralischer Stickstoffdünger in Form von Ammonium (NH_4^+) oder Nitrat (NO_3^-) als die wichtigsten Stickstoffquelle für Pflanzen angesehen. Allerdings kann ein übermäßiger Einsatz zu Nährstoffungleichgewichten, einer verringerten biologischen Bodenfunktion sowie erheblichen Umweltproblemen wie Treibhausgasemissionen oder Wasserverschmutzung führen. Eine verringerte Abhängigkeit von mineralischen Stickstoffdüngern bei gleichzeitiger Erhaltung der Erträge ist daher entscheidend für eine langfristige landwirtschaftliche Nachhaltigkeit.

In Abb. 1 ist dargestellt, dass mineralischer Stickstoff (N_{min} in Form von Ammonium (NH_4^+) und Nitrat (NO_3^-) durch die Düngung sowie durch die Mineralisierung der organischen Bodensubstanz bereitgestellt wird. Mineralischer Stickstoff, der nicht von der Pflanze genutzt wird, kann durch die Auswaschung von Nitrat (NO_3^-) in tiefere Bodenschichten oder ins Grundwasser verloren gehen. Ein weiterer Teil entweicht in Form von Lachgas (N_2O), einem Treibhausgas, durch

mikrobielle Prozesse wie Nitrifikation und Denitrifikation in die Atmosphäre. Die Düngung liefert etwa 170 kg Stickstoff pro Hektar und Jahr (Durchschnittswerte für Getreide für Deutschland), während der Stickstoffbedarf der Pflanze bei rund 180 kg N pro Hektar und Jahr liegt. Die Düngeneffizienz von Nutzpflanzen liegt bei etwa 50 %, was bedeutet, dass nur die Hälfte des ausgebrachten Stickstoffs tatsächlich von den Pflanzen genutzt wird und der verbleibende Teil des Stickstoffs durch die Mineralisierung des Stickstoffs aus der organischen Bodensubstanz zur Verfügung gestellt wird.

Die Bedeutung der organischen Bodensubstanz

Die Düngestrategien haben sich lange darauf konzentriert, die Aufnahme mineralischer Düngemittel zu maximieren, da mineralische Stickstoffdünger sofort verfügbare Nährstoffe liefern. Daher wurde die Rolle der organischen Bodensubstanz als eine Stickstoffquelle lange Zeit nicht ausreichend berücksichtigt. Studien haben aber gezeigt, dass lediglich ca. 50 % des jährlich gedüngten Stickstoffs von der Pflanze aufgenommen wird, während der verbleibende Teil durch die Mineralisation des in der

organischen Bodensubstanz gebundenen Stickstoffs bereitgestellt wird (Yan et al. 2020, Abb. 1).

Trotz der Bedeutung, die der organische Stickstoff für die Pflanzenernährung hat, sind weder seine unterschiedlichen Formen noch die Prozesse, durch die er für Pflanzen verfügbar wird, ausreichend untersucht. Ein besseres Verständnis dieser Prozesse könnte die Nährstoffeffizienz der Nutzpflanzen erhöhen und negative Umweltauswirkungen verringern. Dieser Artikel hebt daher die Rolle der Pflanze bei der Mobilisierung organischen Stickstoffs im Wurzelbereich hervor und schlägt Strategien zur Integration dieses Wissens in nachhaltige landwirtschaftliche Praktiken vor.

Organische Stickstoffpools und Umsetzungsprozesse im Boden

Über 90 % des Bodenstickstoffs ist organisch und liegt zum Beispiel in Form von Pflanzenrückständen oder in Form von abgestorbener mikrobieller Biomasse (nachfolgend mikrobielle Nekromasse) vor. Organischer Bodenstickstoff kann grundsätzlich in zwei Pools eingeteilt werden, und zwar zum einen in partikuläre organische Substanz und mineralassoziierte organische Substanz. Diese Pools repräsentieren verschiedene Stufen der Degradation der organischen Bodensubstanz und unterscheiden sich in ihrer Stabilität, mit der sie im Boden gespeichert werden.

Partikuläre organische Substanz besteht vor allem aus frischem, wenig zersetztem Pflanzenmaterial. Sie wird üblicherweise in größeren Aggregaten gefunden und weist ein relativ hohes C/N-Verhältnis auf. Aufgrund ihrer groben Struktur und der geringen Assoziation mit mineralischen Bodenpartikeln wird die partikuläre Bodensubstanz relative schnell abgebaut und weist eine geringere Stabilität als die mineralassoziierte Bodensubstanz auf. Diese besteht aus kleineren Molekülen, die bereits mikrobiell umgesetzt wurden und ist häufig an Mineraloberflächen im Boden gebunden. Dieser Pool weist ein niedrigeres C/N-Verhältnis auf und ist widerstandsfähiger gegenüber der Zersetzung, wodurch er als langfristiger Stickstoffspeicher im Boden dient.



Großfederzahneggen wie die Guttler SuperMaxx BIO enterden die Queckenrhizome und legen sie zum Vertrocknen an der Bodenoberfläche ab.

Quecken nachhaltig mechanisch bekämpfen

AUF ROLLENDE TECHNIK VERZICHTEN

Dr. Rudolf Haberland, Oschersleben

Die Gemeine Quecke ist ein schwer bekämpfbares ausdauerndes Ungras, welches Ertrag und Qualität negativ beeinflusst. Quecken erfordern wegen ihrer Rhizombildung – im Unterschied zu anderen Ungräsern – vielfach besondere Bekämpfungsmaßnahmen. Besonders effektiv ist eine Bekämpfung der Quecke in den Monaten Juni bis August auf der Stoppel durch eine mehrfach wiederholte Bodenbearbeitung. Dabei sollten die Rhizome herausgearbeitet und auf der Bodenoberfläche abgelegt werden. Zu vermeiden ist der Einsatz rollender Werkzeuge wie der Scheibenegge.

Oft breiten sich auf Getreide- und Maisflächen gerade im ökologischen Landbau Quecken mit ihren hochwachsenden und samenbildenden Trieben schnell aus. Sorgen bereiten sie vor allem auf leichten Standorten. Der Queckenbesatz nimmt aufgrund veränderter Anbau- und Bodenbearbeitungsverfahren ständig zu. So bieten unter anderem Fruchtfolgen mit einem hohen Anteil von Wintergetreide, die Zunahme der pfluglosen Bodenbearbeitung oder von nicht aktiv begrüneten Stilllegungsflächen besonders günstige Voraussetzungen für eine zügige Vermehrung der Quecke. Ein am Anfang schwacher, nur wenig beachteter Besatz kann schnell zum Schadfaktor werden und in der weiteren Fruchtfolge vor allem stark trockengestresste Bestände zusätzlich belasten.

Biologie und Auftreten

Die Gemeine Quecke (*Agropyron repens*) ist ein ausdauerndes, einkeimblättriges Ungras, das zur Familien der Süßgräser (Poaceae) gehört (Tab. 1). Quecken sind Allrounder, das heißt, sie sind auf allen Böden und Kulturen anzutreffen. Das ausdauernde Ungras mit unterirdischen Ausläufern (Rhizome) treibt jedes Frühjahr intensiv aus und kann dann ohne Bekämpfung bis zu 1,50 m hoch werden. Im Herbst sterben die Blätter und Halme ab, während die Wurzeln und Rhizome im Boden überwintern. Die Quecke ist sehr anpassungsfähig und treibt im Früh-

Tab. 1: Steckbrief (Dossier) der Quecke

Deutscher Pflanzename	Gemeine Quecke (Süßgras)
Wissenschaftlicher Name	<i>Agropyron repens</i> (Gramineae)
Pflanzencode 5stellig	AGRRE (ersten drei Stellen = Gattung, folgende Stellen = Art)
Standort	alle Böden, bevorzugt nährstoffreiche, humose Böden
Vorkommen im Ackerbau	Hackfrüchte, Getreide, Mais und übrige Feldkulturen
Keimzeit	Frühjahr, Herbst
Erscheinungsbild	ausdauernd, mit Ausläufern (Rhizome), 20–150 cm hoch
- Jungpflanze	Laubblätter schmal, oft eingerollt mit rötlichem Grund
- Halme	aufrecht, glatt, rund
- Blätter	Blattscheide glatt, Blatthäutchen sehr kurz, fein gezähnt
- Blüten	zweizeilig, mit bis zu achtblütigen Ähren, begrannt
- Früchte	je Ähre ca. 50 Samen, Samen flach, am Scheitel behaart
- Samen im Boden	8–10 Jahre keimfähig
Verbreitung	vor allem durch Ausläufer u. abgerissene Rhizomteile, Samen
Bedeutung primär	stark ertrags- und qualitätsmindernd, störend bei der Ernte
Bedeutung sekundär	Wirt von Pilzkrankheiten wie Halmbruch oder Schwarzbeinigkeit
Bekämpfung	mehrmalige mechanische Bodenbearbeitung, tiefes Pflügen

jahr bereits bei niedrigen Temperaturen aus.

Als Fremdbefruchter erfolgt die Ausbreitung der Quecke auch über Samen. Vor allem vermehrt sie sich aber mit ihren unterirdischen Wurzeläusläufern, den Rhizomen. Ihre Ausläufer bilden ein weit verzweigtes unterirdisches System. Bereits ab der Bildung des vierten Laubblattes entstehen Rhizome, die später bis zu einem Meter Tiefe wachsen. Bereits kleine Rhizomteile von wenigen Zentimeter Länge genügen für einen neuen Austrieb, denn über die ganzen Rhizome sind Knospen verteilt, aus denen

die Quecke austreiben und wachsen kann. Diese Wachstumspunkte können während einer Vegetationsperiode bis zu 50 Ausläufer bilden.

Das ausdauernde Ungras gilt als hartnäckig und ist schwer bekämpfbar, es beeinflusst den Ertrag und die Qualität negativ (Bild 1). Bei Druschfrüchten verzögert ein Queckenbesatz die Ernte, die Kornfeuchte nimmt zu und die Ernte wird behindert. Die Quecke besitzt eine überdurchschnittliche Konkurrenzkraft durch ihre hohe Nährstoffaneignung sowie den frühen Wachstumsbeginn. Das Ungras kann außerdem auch Pilzkrankheiten

Tab. 2: Bausteine zur mechanischen Queckenbekämpfung

Queckenbesatz pro 10 m ²	Arbeitsschritt	Handlungsanleitung
–	Ernte	- Drusch mit kurzer Stoppel u. Stroh kurz gehäckselt - beste Strohverteilung über gesamte Schnittbreite - notfalls Strohsriegel zur gleichmäßigen Verteilung
gering bis mittel Besatz 1 bis 5	1. Stoppelbearbeitung Nachbearbeitung Pflugfurche	- unmittelbar nach der Ernte ca. 10 cm - ca. zwei Wochen nach der 1. Bearbeitung - Auskämmen der Rhizome mit Arbeitstiefe 10 cm - anzustrebende Arbeitstiefe > 25 cm mit Vorschäler
mittel bis stark Besatz 5 bis 10	1. Stoppelbearbeitung Nachbearbeitung 2. Stoppelbearbeitung Pflugfurche	- unmittelbar nach der Ernte ca. 10 cm - ca. zwei Wochen nach der 1. Bearbeitung - Auskämmen der Rhizome mit Arbeitstiefe 10 cm - ca. 3 Wochen nach 1. Bearb. bzw. bei Neuaustrieb und/oder Spezialgeräte mit hoher lockernder Wirkung - anzustrebende Arbeitstiefe > 25 cm mit Vorschäler
extrem stark Besatz > 10	1. u. 2. Stoppelbearb. s. o. plus 3. Bodenbearbeitung Pflugfurche	- Unkrautneuauflauf/Rhizome mit Grubbertechnik - und/oder Spezialgeräte mit hoher lockernder Wirkung - Anzustrebende Arbeitstiefe > 25 cm mit Vorschäler



Bild 1: Aufgrund ihrer Lagerneigung muss die Saat-Platterbse in Deutschland im Gemenge mit Stützpflanzen angebaut werden.

Saat-Platterbse im Gemengeanbau – Potenzial für ein erfolgreiches Anbausystem in Deutschland?

RETTERRIN IN NOTZEITEN

Christine Boldischar und Dr. Sabine Zikeli, Zentrum Ökologischer Landbau, Universität Hohenheim
 Dr. Moritz Reckling und Jéssica Bubolz, Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF)
 Tamara Lebrecht, Institut für Agrarwissenschaften, ETH Zürich

Die Saat-Platterbse ist eine alte Kulturpflanze, die sowohl Staunässe als auch Trockenheit tolerieren kann. Darüber hinaus hat sie eine hohe Schädlings- und Krankheitstoleranz, auf eine Saatgutimpfung kann verzichtet werden. Als Körnerleguminose hat sie einen hohen Proteingehalt und ein günstiges Aminosäureprofil. Zudem kann sie als ganzes Korn ohne aufwendige Bearbeitung für die menschliche Ernährung genutzt werden. Im Rahmen des Projektes CiLaKlima werden unterschiedliche Herkünfte der Saat-Platterbse auf ihre Anbaueignung in Deutschland geprüft und selektiert.

Die Auswirkungen des Klimawandels wie Fröhsommertrockenheit und Starkregenereignisse sind immer häufiger zu beobachten und beeinträchtigen die landwirtschaftliche Produktion in Deutschland. Gesucht sind deshalb „neue“ Kulturen, die besser an die sich verändernden Bedingungen angepasst sind. Besonders im Bereich der Hülsenfrüchte zeigen verbreitete Kulturen wie die Ackerbohne oder Erbse vermehrt starke Ertragschwankungen. Da gleichzeitig die Nachfrage nach in Deutschland erzeugten Eiweißpflanzen stetig steigt, werden an der Universität Hohenheim und dem Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) neue Leguminosen für den heimischen Anbau getestet.

Die Saat-Platterbse: Eine alte Kulturpflanze

Eine potenziell interessante Kultur ist Saat-Platterbse (*Lathyrus sativus L.*), die auch als „deutsche Kichererbse“ bezeichnet wird. Sie sollte nicht mit der Wiesen-Platterbse (*Lathyrus pratensis*) verwechselt werden. Durch ihre Eigenschaft, Trockenheit und gleichzeitig auch Staunässe zu tolerieren, könnte diese alte Kulturpflanze in Zukunft an Bedeutung gewinnen. Als „Retterin“ in Notzeiten wurde die Platterbse vom 16. bis zum 19. Jahrhundert u. a. in Mitteleuropa angebaut, da sie in Dürreperioden oft als einzige Kultur einen Ertrag brachte. Heute ist der Anbau der Platterbse kaum noch verbreitet und findet hauptsächlich in Ländern wie Bangladesch, Indien, Nepal oder Äthiopien statt. Im Mittelmeerraum wie z. B. in Spanien, Italien oder Griechenland hat sie nur noch regional eine Bedeutung und wird vor allem für die Zubereitung traditioneller Speisen eingesetzt. Ein Grund für das Verschwinden der Kultur liegt an einem in den Samen und Keimlingen enthaltenen Toxin, der Oxalyldiaminopropionsäure (β -ODAP), das bei übermäßigem und einseitigem Konsum von Platterbsen zu Nervenschäden und Lähmungen führen kann. Vergiftungserscheinungen treten dabei jedoch erst auf, wenn die Platterbse über einen Zeitraum von mindestens drei Monaten als Hauptnahrungsmittel gegessen wird.



Bild 2: Reinsaat von Platterbsen mit starkem Lager.



Bild 3: Platterbse „Fischauer“ im Gemengeanbau mit Triticale.

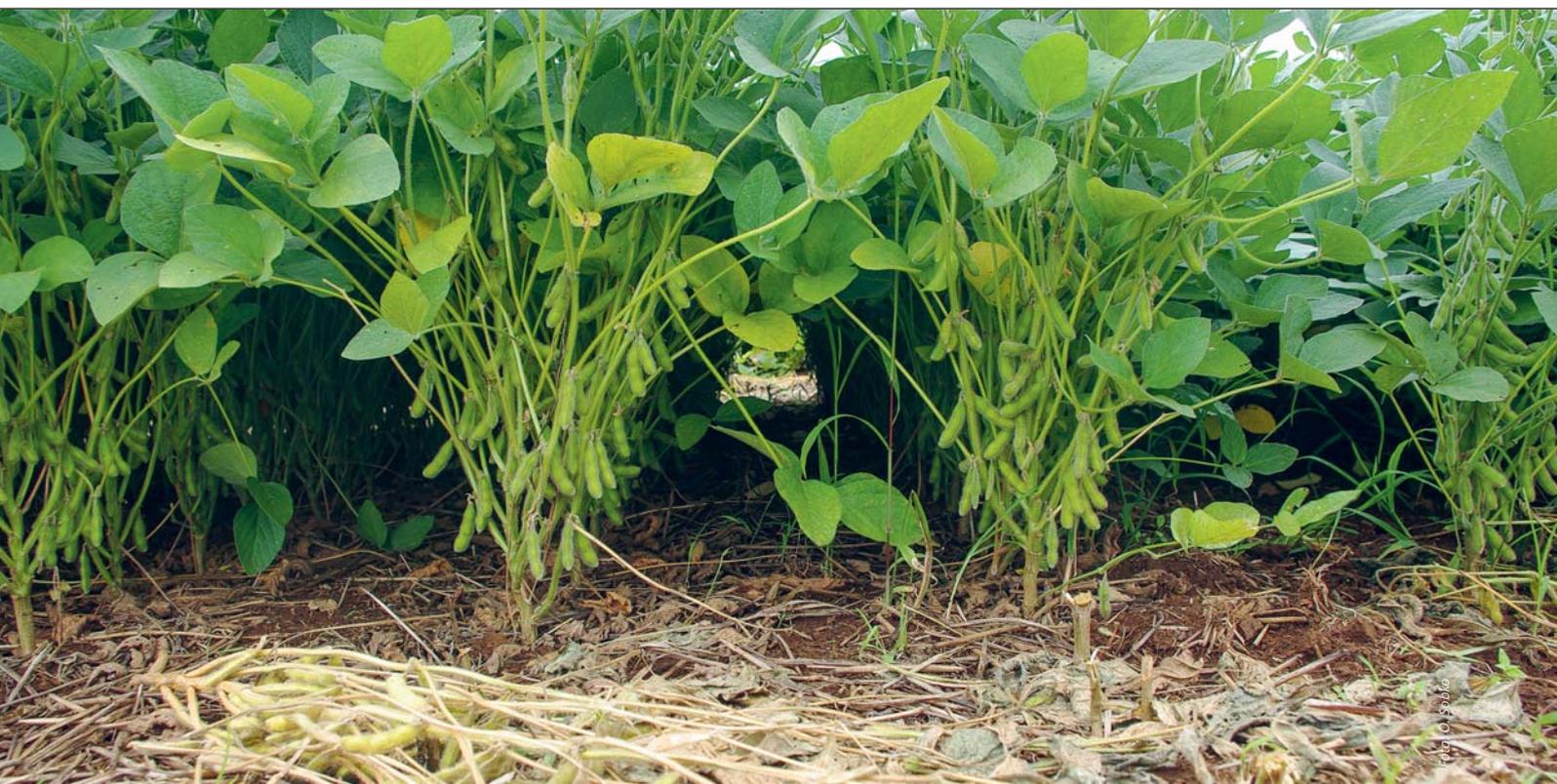
Tab. 1: Übersicht über die Getreidepartner mit Art, Sorte und Aussaatstärke (Platterbse: Getreide in % der üblichen Reinsaatstärken der Gemengepartner) an den zwei Versuchsstandorten Kleinhohenheim und Dedelow in den Versuchsjahren 2023 und 2024 (*nur im Jahr 2024 getestet).

Versuchsstandort	Getreideart	Sorte	Aussaatstärke (Platterbse: Getreide)
Kleinhohenheim	Spelzhafer	Lion	110:10*, 95:25
	Triticale	Impetus	95:25
	Hartweizen	Durago Prossimo* Inizio*	95:25 95:25 95:25
Dedelow	Spelzhafer	Lion	110:10, 95:25, 80:40
	Nackthafer	Patrik	80:40
	Triticale	Impetus	95:25, 80:40
	Sommerweizen	Diavel	95:25, 80:40
	Hartweizen	Prossimo Inizio	95:25, 80:40 95:25

Bei sachgemäßer Zubereitung und bei einer ausgewogenen Ernährung, wie sie heutzutage üblich ist, sind deshalb keine Probleme zu befürchten. Der hohe Proteingehalt, ein günstiges Aminosäureprofil, eine hohe Stickstofffixierungsleistung, keine Notwendigkeit der Saatgutimpfung sowie eine hohe Schädlings- und Krankheitstoleranz sprechen für einen verstärkten Anbau und die Verwendung der Platterbse als eiweißreiches Lebensmittel in Deutschland. Zudem muss die Platterbse im Gegensatz zu Soja oder Lupine vor der Verwendung als Nahrungsmittel nicht aufwendig bearbeitet werden – sie kann als ganzes Korn ähnlich wie Kichererbsen oder Linsen zubereitet werden.

Erfahrungen in Deutschland

In Deutschland wird die Platterbse momentan nur von wenigen Pionierbetrieben angebaut. Dabei muss sie aufgrund ihres rankenden Wuchses und der dünnen Stängel im Gemenge mit einer Stützfrucht angebaut werden, um Lager zu vermeiden und eine maschinelle Ernte zu ermöglichen. In trockenen Regionen – wie Indien oder Nordafrika – ist auch ein Anbau ohne Stützfrucht möglich, in Deutschland funktioniert dies jedoch nicht. Eigene Versuche zeigen, dass die Platterbsen in Reinsaat stark lagern und nicht maschinell geerntet werden können. Außerdem können ein Pilzbefall der Hülsen sowie eine unzureichende Produktqualität Pro-



Für hohe Erträge brauchen Sojabohnen eine ausgewogene Nährstoffversorgung.

Sojaanbau unter ökologischen Bedingungen: Es geht nur mit einer ausgewogenen Düngung

STICKSTOFF AUS DER LUFT

Dr. Olena Sobko

*Als Körnerleguminose kann Soja durch die Symbiose mit den Knöllchenbakterien (*Bradyrhizobium japonicum*) einen Großteil des benötigten Stickstoffs aus der Luft selbst fixieren, so dass eine Stickstoffdüngung normalerweise nicht sinnvoll ist. Wichtig ist jedoch eine Impfung des Saatgutes mit den spezifischen Knöllchenbakterien. Darüber hinaus ist eine ausgewogene Düngung mit den Grundnährstoffen Kalium und Phosphor erforderlich. Eine Düngung mit Mikronährstoffen führt nur dann zu spürbaren Mehrerträgen, wenn daran im Boden ein Mangel besteht.*

Die vergangenen Jahre haben uns eindrücklich vor Augen geführt, wie wichtig eine stabile Rohstoffversorgung im eigenen Land ist. Neben globalen Krisen wie der Corona-Pandemie und der Kriege in der Ukraine und im Nahen Osten beeinflussen auch die Wetterextreme in Südamerika die weltweite Landwirtschaft. Zwar ist Soja nicht das wichtigste Agrargut in Deutschland, doch sowohl Sojaprotein als auch Sojaöl spielen eine

essenzielle Rolle in der landwirtschaftlichen Produktion. Daher stellt sich die Frage: Warum sollte man auf Importe angewiesen sein, wenn man die eigene Produktion ausweiten kann? Seit 2008 wächst die Sojaanbaufläche in Deutschland kontinuierlich, sodass im vergangenen Jahr fast 41.000 Hektar mit Soja bestellt wurden, etwa ein Drittel davon ökologisch. Die geerntete Menge kann jedoch nur etwa 3,5 % des

jährlichen deutschen Bedarfs an Sojashrot (über 3,5 Mio. Tonnen) decken. Aufgrund der klimatischen Anforderungen kann Soja nicht überall angebaut und geerntet werden, doch laut der Anbauwürdigkeitskarte des Julius-Kühn-Instituts (**siehe unten**) könnten in Deutschland bis zu 750.000 Hektar mit Soja bebaut werden. Damit ließe sich über die Hälfte des Bedarfs im Inland decken.

Bedeutung der Nährstoffversorgung im Sojaanbau

Die Sojabohne gehört zur Familie der Hülsenfrüchte und stammt ursprünglich aus China. Da diese Kultur hierzulande noch relativ jung ist, sind angepasste Anbaumethoden entscheidend für hohe Erträge. Neben Saatbettvorbereitung, Saatstärke, Reihenabstand und Unkrautkontrolle spielt die gezielte Nährstoffversorgung eine zentrale Rolle.

Für ein optimales Wachstum benötigt Soja sowohl Makronährstoffe wie Stickstoff (N), Phosphor (P), Kalium (K), Magnesium (Mg) und Schwefel (S) als auch essenzielle Mikronährstoffe wie Molybdän (Mo), Zink (Zn), Kupfer (Cu), Chlor (Cl), Mangan (Mn), Bor (B) und Eisen (Fe). Ein ausgewogener pH-Wert zwischen 6 und 7 ist ebenfalls entscheidend; fällt er unter 5,8, kann Aluminium toxisch auf die Pflanze wirken. Sollte der pH-Wert zu niedrig sein, schafft eine Kalkung vor dem Sojaanbau Abhilfe.

Grunddüngung und Nährstoffbedarf im Entwicklungsverlauf

Die Grunddüngung mit Phosphor und Kalium sollte basierend auf der Bodenversorgung und dem Ernteentzug erfolgen. Sojapflanzen benötigen für die Erzeugung einer Tonne Bohnen zwischen

- 70 und 90 kg Stickstoff,
- 16 bis 27 kg P₂O₅ und
- 36 bis 60 kg K₂O

sowie die entsprechende Menge an grüner Biomasse. Bei der Ernte werden damit pro Tonne Bohnen etwa

- 60 kg Stickstoff,
- 11 bis 14 kg P₂O₅ und
- 20 bis 23 kg K₂O

abgefahren. Der Rest der Nährstoffe wird durch das Einarbeiten der Ernterückstände wieder in den Boden zurückgeführt. Entzieht man die Ernterückstände jedoch wiederholt vom Feld, verringert sich der Nährstoffvorrat im Boden. Daher ist es wichtig, die durch die Ernte entzogenen Nährstoffe in einem ausgewogenen Verhältnis zu ersetzen.

Der Nährstoffbedarf variiert jedoch je nach Entwicklungsstadium der Pflanze, wie in **Tab. 1** dargestellt.

Die größte Nährstoffaufnahme erfolgt während der Blüten- und Hülsenbil-

dungsphase, in der die Sojapflanze ca. 60 % ihres gesamten Bedarfs benötigt. In dieser Phase entscheidet sich maßgeblich der spätere Ertrag. Während der Hülsenfüllung bis zur Reife wird weiterhin eine hohe Nährstoffmenge benötigt, um die Assimilate in Protein und Öl umzuwandeln. In den frühen Wachstumsphasen hingegen sind Wärme und Wasser wichtiger als eine intensive Nährstoffversorgung.

Wenn es sich entsprechend der Bodenuntersuchung herausstellt, dass ein zukünftiger Sojaschlag Defizite in der Grunddüngung mit Phosphor und /oder Kalium hat, dann sollten diese Nährstoffe mineralisch vor der Grundbodenbearbeitung ausgebracht werden. Darüber hinaus ist auch zur Vorfrucht eine mineralische, aber auch eine organische Düngung möglich (Bitte die Anforderungen der Düngerverordnung berücksichtigen!).

Die Sojabohne kann Phosphor sehr effizient über ihre gesamte Wurzelzone aufnehmen. Es ist daher nicht ratsam, Phosphordünger direkt vor dem Drillen auszubringen. Darüber hinaus ist die Sojabohne in der Lage, die Phosphorreste aus der vorhergehenden Kultur zu nutzen, weshalb auch eine Düngung zur Vorfrucht sinnvoll sein kann.

Die Aufnahme von Kalium erreicht ihren Höhepunkt während des vegetativen Wachstums, nimmt jedoch mit der Bildung der Hülsen wieder ab. Ein Mangel an Kalium zeigt sich durch Nekrosen an den Rändern und Spitzen der älteren Blätter. Daher ist es entscheidend, die Sojabohne nur in der Menge an Kalium zu düngen, die sie tatsächlich benötigt. Ein übermäßiger Gehalt an bestimmten Nährstoffen kann durch antagonistische Wechselwirkungen und die Umwandlung in nicht verwertbare Formen dazu führen, dass die Pflanzen diese Nährstoffe nicht nutzen können. Schwefel ist zwar ein wichtiger Baustein der Sojapflanze, allerdings ist eine extra Düngung oft nicht rentabel, da unsere Böden relativ gut mit S versorgt sind.

Stickstoffversorgung durch Symbiose

Die Hülsenfrucht Soja mit mindestens 40 % Protein im Korn braucht dafür gro-



Abb. 1: Sojapflanze, an der man die Knöllchen finden kann.

ße Mengen an Stickstoff, kann sich damit aber bis zu 50–70 % selbst versorgen, das entspricht bis zu 280 kg N pro Hektar und Jahr. Dies erfolgt durch eine Symbiose mit den Knöllchenbakterien, wobei Stickstoff aus der Luft fixiert wird. Die restliche benötigte Stickstoffmenge wird aus dem Boden durch Mineralisierung von organischem Material oder Stickstoff aus der Vorfrucht zur Verfügung gestellt. Daraus erklärt sich, dass Soja – im Vergleich mit anderen großkörnigen Leguminosen – die niedrigsten N_{min}-Werte im Boden hinterlässt.

Die Knöllchenbakterien der Soja (*Bradyrhizobium japonicum*) kommen in unseren Böden nicht natürlich vor. Daher sollten wir diese Bakterien möglichst nah an das Saatgut heranbringen, um diese Symbiose zu gewährleisten. Von einigen bekannten Methoden ist die Impfung des Saatgutes am meisten verbreitet und besonders effektiv. Es sind bereits viele Impfmittel auf dem Markt, die von fast allen Händlern bezogen werden können (**Link siehe unten**). Eine richtig durchgeführte Inokulation ist der Schlüssel zur erfolgreichen Stickstofffixierung und Versorgung der Soja.



Abb. 1: Silvoarables Agroforstsystem, bestehend aus sich abwechselnden Pappel- und Ackerstreifen (Alley Cropping) im Winter in Deutschland.

Förderung des Bodenlebens und der Bodengesundheit durch Agroforstwirtschaft

VORTEILE FÜR DAS BODENLEBEN

Vera Marlene Thoss, Anna Vaupel und Lukas Beule
 Julius Kühn-Institut (JKI) – Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für ökologische Chemie,
 Pflanzenanalytik und Vorratsschutz, Berlin

Bei der Agroforstwirtschaft werden Gehölze mit Ackerkulturen und/oder Tierhaltung auf einer Fläche kombiniert. Agroforstsysteme können die Windgeschwindigkeiten stark mindern, wovon besonders erosionsgefährdete Standorte profitieren. Durch den Schattenwurf der Bäume wird auch die Boden- und Luftfeuchte erhöht. Zudem kann das fallende Laub die organische Substanz im Boden erhöhen und somit die Bodenstruktur verbessern. Im Vergleich zu einem Acker ohne Bäume können sich sowohl die Populationsdichte als auch die Artenvielfalt von Mikroorganismen erhöhen. Viele Regenwurmarten profitieren dabei vom ungestörten Habitat innerhalb der Baumstreifen eines Agroforstsystems.

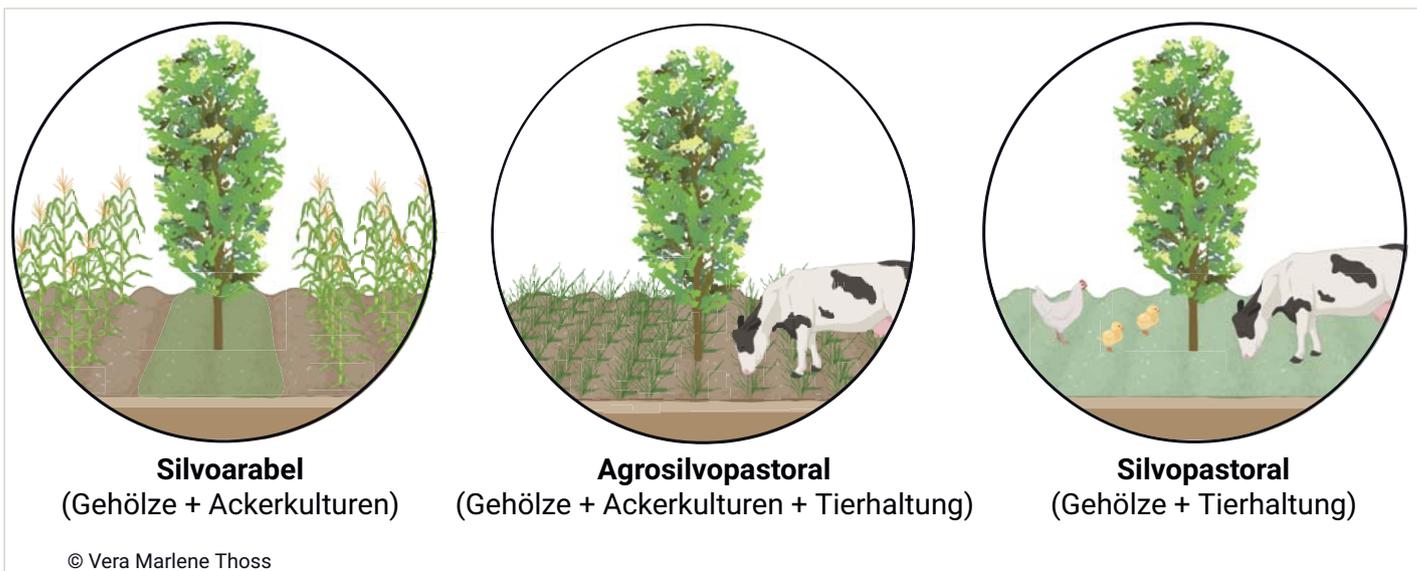


Abb. 2: Unterscheidung verschiedener Typen von Agroforstsystemen (Graphik erstellt mit BioRender, Baum-Icon wurde mit Genehmigung des Integration and Application Network (ian.umces.edu/media-library) zur Verfügung gestellt).

1. Einleitung

Unsere Böden stehen unter Druck: Die Veränderungen der Nährstoffkreisläufe, der Verlust von Bodenkohlenstoff, Verdichtung und Erosion führen zur Degradation von Böden, deren natürliche Funktionen durch den Klimawandel weiter eingeschränkt werden. Gesunde Böden sind von großer Bedeutung, auch da die Böden etwa 59 % aller Arten des Planeten beherbergen (*Anthony et al. 2023*).

Die Bodengesundheit beschreibt die Kapazität des Bodens, als lebendiges Ökosystem verschiedene Ökosystemfunktionen zu erfüllen und kann aus agronomischer sowie ökologischer Sicht beurteilt werden. Wichtige Indikatoren, die zur Beurteilung der Bodengesundheit herangezogen werden, sind u. a. die Wasser-, Luft- und Nährstoffverfügbarkeit, die Wirkung als Puffer- und Filtersystem für Schadstoffe sowie die Bereitstellung von Lebensräumen (Biodiversität). Dabei können sowohl die konservierende Bodenbearbeitung als auch bestimmte Diversifizierungsmaßnahmen (z. B. vielfältige Fruchtfolgen, Zwischenfrüchte, Untersaaten) einen positiven Beitrag zur Bodengesundheit leisten. Auch die Integration von Gehölzen auf Ackerflächen – die Agroforstwirtschaft – erlangt besonders vor dem Hintergrund des Klimawandels Aufmerksamkeit für den Schutz unserer Böden und ihrer Bewohner.

Was verstehen wir unter Agroforstwirtschaft?

Die Agroforstwirtschaft beschreibt komplexe Landnutzungssysteme, in welchen Gehölze (Bäume und Sträucher zur Produktion von Holz, Fasern, Früchten und /oder Nüssen) mit Ackerkulturen und /oder Tierhaltung auf einer Fläche kombiniert werden (**Abb. 2**). Bei der Kombination von Gehölzen mit Ackerkulturen wird von silvoarablen Agroforstsystemen gesprochen. Hierzu zählen beispielsweise streifenförmige Systeme wie beim Alley Cropping (**Abb. 1**). In silvopastoralen Systemen wird Tierhaltung mit Gehölzanbau verknüpft, wie auf beweideten Streuobstwiesen. Agrosilvopastorale Systeme verbinden alle drei Elemente: Gehölzanbau, Ackerbau und Tierhaltung. Silvopastorale Systeme, wie beweidete Streuobstwiesen, sind in Deutschland auch sehr häufig. Uns liegen keine eindeutigen Daten vor, welches System häufiger besteht.

2. Effekte von Agroforstwirtschaft auf die Bodengesundheit

In großen Teilen Europas ist die Kombination von Gehölzen und Ackerbau ein etabliertes System der effizienten Landnutzung, das heute als Teil der nachhaltigen Intensivierung der Landwirtschaft viel diskutiert wird. Im Gegensatz zur Landnutzung ohne Gehölze können durch die Agroforstwirtschaft bestimmte Ökosystemdienstleistungen gefördert

werden. Im folgenden Kapitel werden diese Dienstleistungen und ihre Einflüsse auf die Umwelt diskutiert.

2. 1. Einfluss von Agroforstsystemen auf abiotische Faktoren:

Wechselwirkungen zwischen Gehölzen, Ackerkulturen und Boden

Einer der bekanntesten Vorteile von Agroforstsystemen ist ihre Fähigkeit, Windschwindigkeiten stark zu mindern, wovon besonders erosionsgefährdete Standorte profitieren. Mit einer standortangepassten Planung kann das Winderosionspotenzial um über 80 % reduziert werden (*van Ramshorst et al. 2022*).

Zudem kann das fallende Laub (**Abb. 3.1**) die organische Substanz im Boden erhöhen und somit die Bodenstruktur verbessern, was sich wiederum positiv auf die Wasserhaltekapazität, Durchlüftung und Nährstoffspeicherung auswirkt. Mehrere Studien stellten maßgeblich höhere Bodenkohlenstoffgehalte in den Baumstreifen verschiedener silvoarablen Agroforstsysteme als im Acker ohne Bäume fest. Dies ist vor allem mit dem Laubeintrag und dem Verzicht auf Bodenbearbeitung innerhalb des Baumstreifens zu erklären (*Cardinael et al. 2019*). Allerdings sind starke Effekte auf den Bodenkohlenstoffgehalt erst in älteren, etablierten Systemen sichtbar (*Pardon et al. 2017*).

Durch den Schattenwurf der Bäume (**Abb. 3.2**) wird die Boden- und Luft-

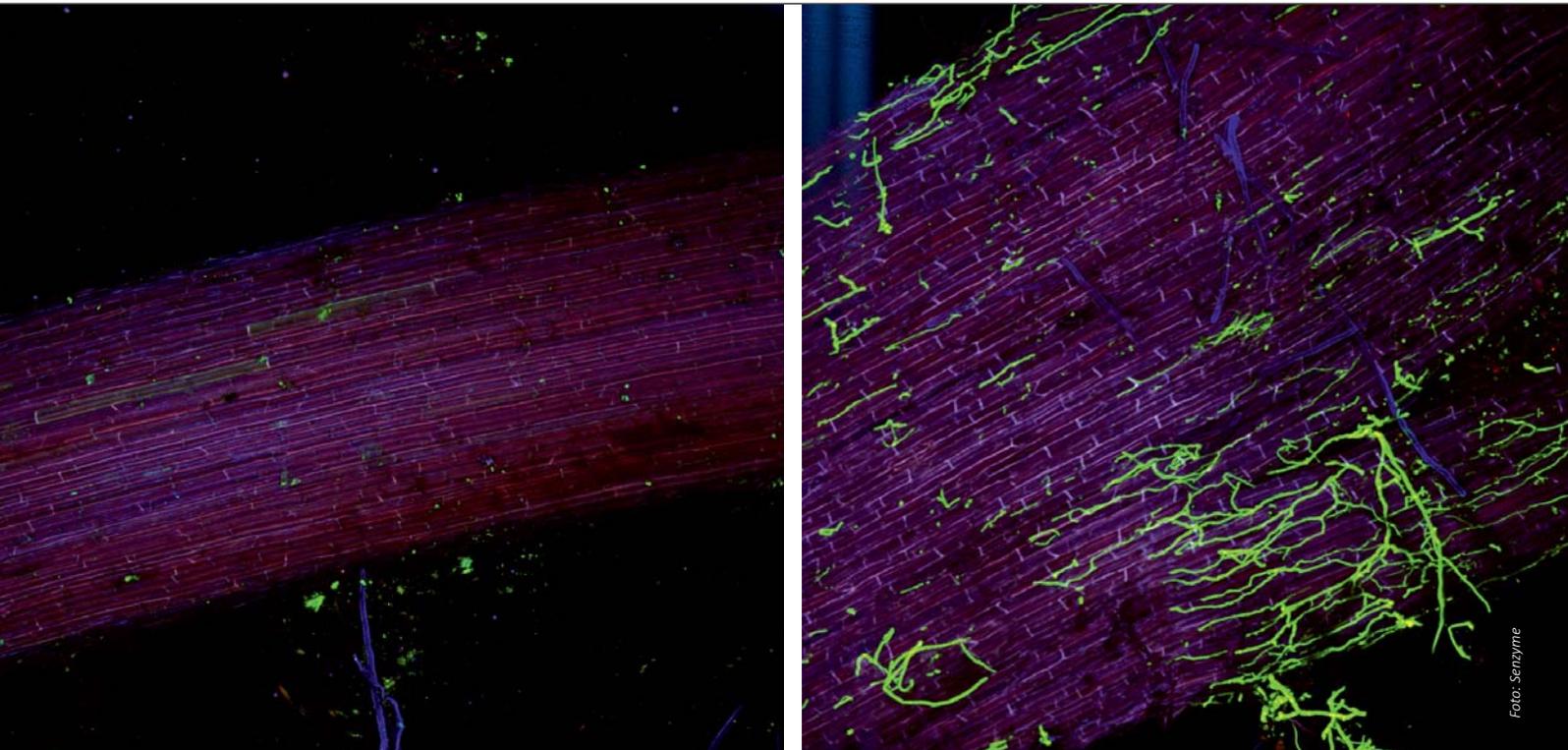


Abb. 1: Konfokales Mikroskopie-Foto der Maiswurzeloberfläche ohne (links) und mit (rechts) Trichoderma.

Foto: Senzyme

Trichoderma und Algen als Biostimulanz im Ackerbau

EIN NÜTZLICHER BODENPILZ

Sebastian Büning

Biostimulanzien gewinnen im Ökologischen Landbau zunehmend an Interesse. Eine besondere Bedeutung kommt dabei den Schlauchpilzen der Gattung Trichoderma zu, die im Boden äußerst wettbewerbsfähig sind. Sie konkurrieren hier mit anderen Mikroorganismen erfolgreich um Nährstoffe und Lebensraum, wobei ihre Myzelien wurzelbegleitend wachsen. Dabei kann Trichoderma Nährstoffe wie Phosphor erschließen und für die Pflanze nutzbar machen. Trichoderma scheidet überdies Verbindungen wie die VOCs aus, welche das Pflanzenwachstum fördern können. Besonders bewährt als Biostimulans hat sich die Kombination von Trichoderma mit der Braunalge Ascophyllum nodosum als vielversprechende Synergie im Ackerbau.

Nährstoffeffizienz, Einschränkungen im Pflanzenschutz und zunehmend extreme Wetterbedingungen – die Herausforderungen im Ackerbau werden stetig größer. Die bewährten Dünge- und Pflanzenschutzmaßnahmen decken das Spektrum dieser neuen Herausforderungen nicht mehr komplett ab. Im Laufe der letzten Jahre haben deshalb in diesem Rahmen Biostimulanzien an Bedeutung gewonnen.

Eine besondere Stellung nimmt hierbei der Schlauchpilz Trichoderma ein. Dieser umfasst eine große Gattung der Krustenkugelpilzverwandten aus der Abteilung Schlauchpilze. Dieser Artikel widmet sich der Vielfalt der positiven Effekte, die Trichoderma in Kombination mit der Braunalge *Ascophyllum nodosum* bieten kann und zeigt so neue Werkzeuge des modernen Pflanzenbaus.

Bodenfruchtbarkeit, Nährstoffeffizienz und Konkurrenzstärke

Trichoderma-Pilze sind im Boden äußerst wettbewerbsfähig. Sie konkurrieren mit anderen Mikroorganismen um Nährstoffe und Lebensraum. Häufig nehmen sie eine dominante Rolle in der mikrobiellen Gemeinschaft ein. Die Konkurrenzfähigkeit wird durch die Bildung von Myzelien (**Abb. 1**), die sich schnell ausbreiten und

wurzelbegleitend wachsen, verstärkt. Die Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit ist eine zentrale Herausforderung im Ackerbau. Trichoderma trägt wesentlich zur Vitalität des Bodens bei. Durch den Abbau organischen Materials und die Förderung einer vielfältigen mikrobiellen Gemeinschaft steigert Trichoderma die biologische Aktivität im Boden. Eine solch gesunde mikrobielle Gemeinschaft ist entscheidend für die Bildung einer stabilen Bodenstruktur, die wiederum die Wasseraufnahme und die Luftzirkulation im Boden verbessert.

Einer der Haupteffekte ist die Mobilisierung und Verfügbarkeit von Nährstoffen im Boden. Die Steigerung der Nährstoffeffizienz ist von zentraler Bedeutung für das Gelingen einer nachhaltigen Landwirtschaft. Trichoderma kann die Verfügbarkeit von Nährstoffen erhöhen, insbesondere die von Phosphor. Dabei liegt Phosphor in den Böden oft in einer Form vor, die für Pflanzen nur schwer zugänglich ist. Dies geschieht durch die Bildung eines robusten, fein verzweigten Myzels, das es den Pflanzen ermöglicht, Nährstoffe effizient aus dem Boden zu extrahieren (Abb. 2). Dies trägt zu einem gesünderen und produktiveren Ökosystem bei. Somit leistet Trichoderma einen wesentlichen Beitrag zur Ertragssteigerung und zur Verbesserung der Qualität der Ernte.

Die Anwendung von Trichoderma erweist sich als effektiv, um die Erträge nachhaltig zu steigern. Unter der Voraussetzung eines gut versorgten Standortes kann so eine Reduzierung der Düngemittelmengen



Abb. 2: Unbehandelte Kontrolle gegen Kombination aus *Ascophyllum nodosum* und Trichoderma.



Abb. 3: Vergleich Keimverhalten und Feinwurzelbildung ohne (links) und mit Trichoderma (rechts).

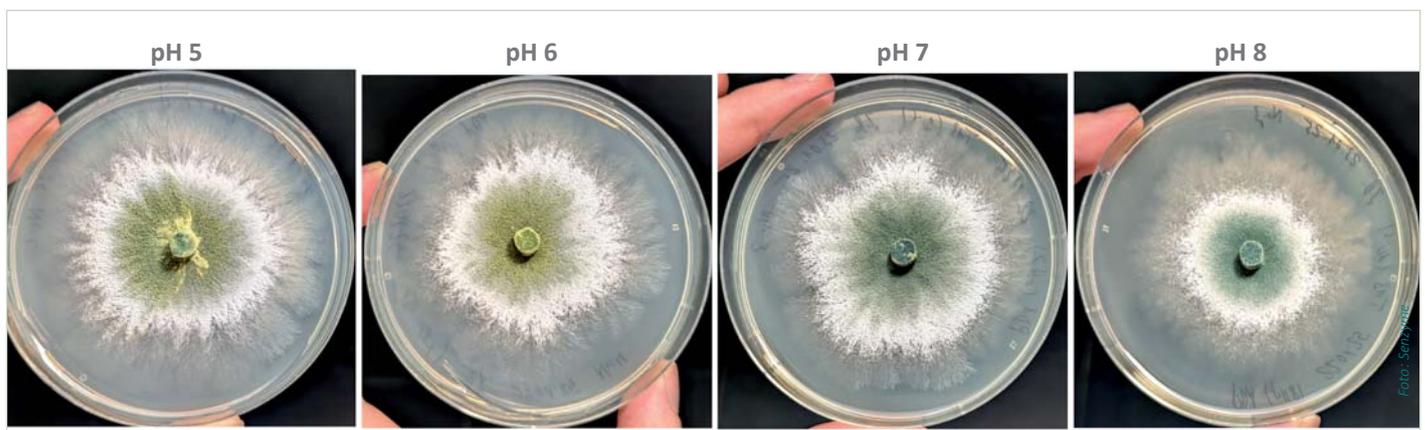


Abb. 4: Vergleich Trichoderma unter unterschiedlichen pH-Werten.