



Förderung der Bodengesundheit

Bodentiere dezimieren Schadpilze und ihre Toxine

Die landwirtschaftliche Produktion von pflanzlichen Lebens- und Futtermitteln sowie nachwachsenden Rohstoffen setzt einen gesunden Boden voraus. Bodenbürtige Krankheitserreger gefährden jedoch Qualität und Quantität des Ernteguts. Ökologische Leistungen aus dem Biodiversitätspool unserer Böden können die nachhaltige Bekämpfung von Bodenschadpilzen und die Vorsorge gegen hohe Toxinbelastung unterstützen. Das zeigen Forschungsarbeiten einer langjährigen Kooperation zwischen Fachinstituten des Thünen-Instituts und des Julius Kühn-Instituts (JKI).

Ein wesentlicher Schritt zur Umsetzung von Bodenschutzmaßnahmen ist der Verzicht auf konventionelle, d. h. wendende Bodenbearbeitung mit dem Pflug. Dadurch werden Erntereste nicht mehr in den Oberboden eingearbeitet,

sondern verbleiben auf der Bodenoberfläche. Diese bodenbedeckende Multschicht aus Stroh ist für bodenschonende Verfahren der konservierenden Bodenbearbeitung typisch. Sie bewahrt den Boden vor Verschlammung und Erosion, minimiert Schwankungen der Feuchte- und Temperaturverhältnisse und dient darüber hinaus der Erhaltung und Förderung biologischer Vielfalt im Boden. Diese umfasst jedoch nicht nur erwünschte Organismengruppen, die zur Sicherung der Bodenfruchtbarkeit beitragen, sondern schließt auch Schadorganismen ein. So finden z. B. bodenbürtige Schadpilze günstige Überlebensbedingungen in der Multschicht. Potenziell besteht damit eine Infektionsgefahr für die Folgefrucht.

Bei Getreide kann ein Befall mit Schadpilzen der Gattung *Fusarium* Krankheiten im Bestand auslösen. Dies führt unter anderem zu Symptomen der Ährenfusariose mit partieller Taubährigkeit (Abb. 1). Als Folge



Abbildung 1: Ähren der Winterweizensorte „Ritmo“ nach der Ernte: links gesunde Ähren; rechts mit Fusarien befallene Ähren zeigen das Krankheitsbild der partiellen Taubährigkeit



Abbildung 2: Mesokosmen mit Boden, Stroh und Bodentieren: links in Klimakammer; rechts eingegrabene Mesokosmen im gemulchten Feld

können erhebliche Ertragsverluste und qualitative Beeinträchtigungen des Ernteguts auftreten. Arten der Gattung *Fusarium* zählen weltweit zu den bedeutendsten Schadpilzen, da sie häufig auftreten und Pilzgifte (Mykotoxine) produzieren. Aufgrund der potenziellen Gesundheitsgefahr hat die EU Höchstmengen für verschiedene Mykotoxine in pflanzlichen Rohstoffen und Lebensmitteln festgelegt. Bei Überschreiten der Grenzwerte darf das Erntegut nicht in den Handel gelangen. Eines der in Getreide am häufigsten nachgewiesene Mykotoxin ist das zu den Trichothecenen zählende Deoxynivalenol.

Gemäß guter fachlicher Praxis dienen Vermeidung enger Fruchtfolgen, Anbau gering anfälliger Sorten und nachhaltige Fungizid-Behandlung der Vorsorge und Bekämpfung von Schadpilzen. Diese Instrumente landwirtschaftlicher Maßnahmen führen jedoch nur teil-

weise zum gewünschten Erfolg. Vor diesem Hintergrund gehen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Thünen-Instituts und des JKI der Frage nach, inwiefern weit verbreitete Bodentiere wie Regenwürmer sowie pilzfressende Springschwänze (Collembolen) und Fadenwürmer (Nematoden) der Entwicklung von Fusarien und einer Kontamination mit ihren Toxinen auf natürlichen Wegen Einhalt gebieten können. Diese ökologischen Dienstleistungen stehen im Mittelpunkt ihrer gemeinsamen Forschung. Kenntnisse über das Leistungspotenzial antagonistischer Bodentiergruppen und ihre Förderung durch nachhaltige Managementmaßnahmen sind im Kontext der Bodengesundheit und des Bodenschutzes ökonomisch und ökologisch bedeutend. Sie erlauben Rückschlüsse auf Prozessabläufe, die eine sichere landwirtschaftliche Produktion gewährleisten.

Welchen Beitrag leisten pilzfressende Tiere im Boden?

Die Untersuchungen erfolgen mit Regenwürmern, Collembolen und Nematoden. Dazu werden repräsentative Arten ausgewählt, die sehr verbreitet und häufig sind und von denen bekannt ist, dass sie Bodenpilze fressen. Zylinderförmige, feinmaschige Gazebeutel unterschiedlicher Größe (Mikro- und Mesokosmen, Abb. 2) werden mit Boden und Stroh, infiziert und nicht infiziert, befüllt sowie mit einem definierten Besatz an Bodentieren versehen. Diese halboffenen Systeme erlauben einen Austausch mit dem umgebenden Boden, verhindern aber ein Zu- und Abwandern von Bodentieren. Nach Ergebnissen unter standardisierten Bedingungen im Labor ist die Fortsetzung der Untersuchungen im Feld ein wesentlicher Schritt zur Verifizierung der Erkenntnisse und zum Prozessverständnis unter Praxisbedingungen.

Ein wichtiges Leistungsmerkmal der eingesetzten Bodentiere ist der selektive Fraß von Schadpilzen. Die Untersuchungen mit Weizenstroh zeigen, dass die Regenwurmart *Lumbricus terrestris* im verbliebenen Reststroh

Ein wichtiges Leistungsmerkmal der eingesetzten Bodentiere ist der selektive Fraß von Schadpilzen. Die Untersuchungen mit Weizenstroh zeigen, dass die Regenwurmart *Lumbricus terrestris* im verbliebenen Reststroh



Abbildung 3: Blick in zwei Boden-Mesokosmen nach acht Wochen Exposition im Feld: links Kontrolle ohne Bodentiere; rechts Variante mit Regenwurm-Aktivität

Fusarium culmorum nach acht Wochen zu 98 Prozent abgebaut hat. Die Deoxynivalenol-Gehalte waren bereits zu 99 Prozent gegenüber Versuchsbeginn reduziert. Neben direktem Fraß ist die Förderung mikrobiellen Abbaus von Fusarien und ihrer Toxine wahrscheinlich. Der von Regenwürmern bei der Fortbewegung an die Umgebung abgegebene Körperschleim enthält biologisch leicht abbaubare Verbindungen, die als Initialzündung für erhöhte mikrobielle Aktivität dienen, die wiederum den Abbau von Fusarien und ihrer Toxine beschleunigt.

Regenwürmer sorgen außerdem für eine effiziente Zersetzung der Erntereste (Abb. 3). Sie fressen teilweise Stroh direkt; teilweise ziehen sie es zunächst nur in die obere Bodenschicht in ihre mit Losung (Regenwurmkot) und Schleim ausgekleideten Gänge. Hier herrscht eine hohe mikrobielle Aktivität, die eine zügige Mineralisierung der Strohrefeste bewirkt. Interessant sind die Ergebnisse zur

	Nematoden	Collembolen	Interaktion	tierfreie Kontrolle
Sand-Boden	90%	67%	92%	83%
Schluff-Boden	79%	88%	95%	65%
Ton-Boden	6%	34%	39%	20%

Tabelle 1: Reduktion der Deoxynivalenol-Gehalte in *Fusarium*-infiziertem Weizenstroh durch Nematoden, Collembolen, Interaktion beider Gruppen und in einer Kontrolle in Abhängigkeit der Bodenart nach 4 Wochen Versuchsdauer. Stärkster Effekt in Sand- und Schluff-Böden bei Zusammenwirken beider Bodentiergruppen.

Reaktion der Regenwürmer auf *Fusarium*-infiziertes Weizenstroh. Sowohl im Labor als auch im Feld unter Praxisbedingungen nahm der Bedeckungsgrad des Bodens mit infiziertem Stroh durch die Aktivität von Regenwürmern deutlich schneller ab als mit nicht-infiziertem Kontrollstroh. Der Bedeckungsgrad ist hier ein Indikator dafür, wie viel Stroh Regenwürmer gefressen und in ihr Gangsystem eingearbeitet haben. Damit haben sie einen Teil der Schadpilze mit ihrem Substrat gefressen, während sie den anderen Teil dem Abbau durch weitere Bodenorganismen zugeführt haben.

Neben konkurrierenden Mikroorganismen sind pilzfressende Collembolen und Nematoden weitere wichtige Akteure in Bodennahrungsnetzen bei der Reduktion von Fusarien und ihren Toxinen. Bei Versuchen mit *Aphelenchoides saprophilus* (Nematoden) und *Folsomia candida* (Collembolen) zeigt sich zudem eine deutliche

Leistungsabhängigkeit von der Bodenart (Tab. 1). Die Reduktion der Deoxynivalenol-Gehalte ist bei beiden Tiergruppen in Sand- und Schluffböden um ein Mehrfaches höher als in Tonböden. Das gilt ebenfalls für die tierfreie Kontrolle, in der ausschließlich mikrobielle Aktivität herrschte. Allerdings liegen die Werte meis-

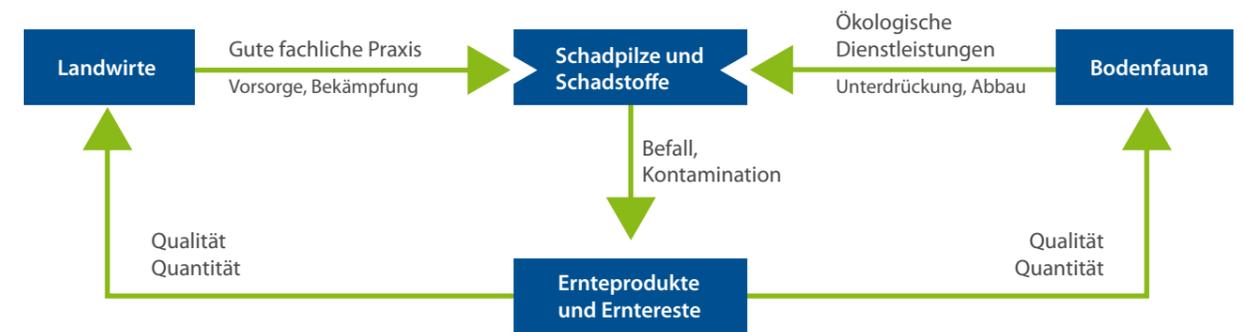


Abbildung 4: Synergistisches Zusammenwirken zwischen Maßnahmen der Landwirte und Aktivität der Bodenfauna zur Förderung der Bodengesundheit

tens deutlich unter denen der Tiervarianten. Die höchste Toxin-Reduktion von mehr als 90 Prozent erfolgt, wenn beide Tiergruppen gemeinsam in einer Wechselbeziehung stehen und die Nahrungsquelle in Sand- oder Schluffböden vorliegt.

Selbstregelungsmechanismen im Boden unterstützen

Bodentiere tragen dank ihrer ökologischen Leistungen wie Abbau pflanzenpathogener Pilze, Reduktion der Mykotoxinbelastung oder Förderung der Strohersetzung zur Bodengesundheit bei. Diese Erkenntnis ist insbesondere für pfluglos mit Mulchsaat bewirtschaftete Ackerflächen bedeutsam. Die Förderung der Strohrötte ist neben dem Anbau wenig anfälliger Sorten und erweiterter Fruchtfolgen eine Maßnahme zur wirksamen Fusarien-Bekämpfung. Hierzu sind möglichst kurze und gespleißte Häcksel anzustreben, die im Vergleich zu längeren und nicht gespleißten Häckseln für Zersetzer eine relativ größere Angriffsfläche bieten. Diese kurzen, gespleißten Häcksel können mehr Feuchtigkeit aufnehmen und halten, wodurch die Zersetzbarkeit weiter verbessert wird. Eine Förderung der Strohrötte unterstützt somit ökologische Selbstregelungsmechanismen im Boden. Solche Selbstregelungsmechanismen dienen letztlich der Produktionssicherheit für menschliche Nahrung, Futtermittel und nachwachsende Rohstoffe.

Vorteil für die Praxis

Managementmaßnahmen der Landwirte und die Aktivität pilzfressender Bodentiere können eine wirksame Synergie bilden, die die Bodengesundheit fördert (Abb. 4). Gute fachliche Praxis und ökologische Dienstleistungen gehen bei der Reduktion von Schadpilz-Befall und Schadstoff-Kontamination Hand in Hand und unterstützen dadurch die das Pflanzenwachstum bestimmenden Prozesse. Somit verbessern sich Qualität und Quantität

der Ernteprodukte für den Landwirt und der Erntereste als Nahrungsressource für Bodenorganismen.

Eine standortangepasste Reduktion der Bodenbearbeitungsintensität begünstigt zahlreiche nützliche Bodenorganismen und muss nicht zwangsläufig, wie oft angenommen, mit einem Anstieg des Befallsdruckes durch bodenbürtige Schaderreger einhergehen. Vielmehr kann die gleichzeitige Förderung antagonistisch wirkender Bodenorganismen zu einem Rückgang bodenbürtiger Schaderreger führen. Ein erhöhter Einsatz von Pflanzenschutzmitteln ist bei der Umstellung von konventioneller auf konservierende Bodenbearbeitung somit nicht zwingend erforderlich.



¹Prof. Dr. Stefan Schrader, ¹Friederike Wolfarth, ²Dr. Elisabeth Oldenburg, ³PD Dr. Joachim Brunotte

¹ Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Biodiversität, Braunschweig

² Julius Kühn-Institut, Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland, Braunschweig

³ Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Agrartechnologie, Braunschweig

E-Mail: stefan.schrader@ti.bund.de