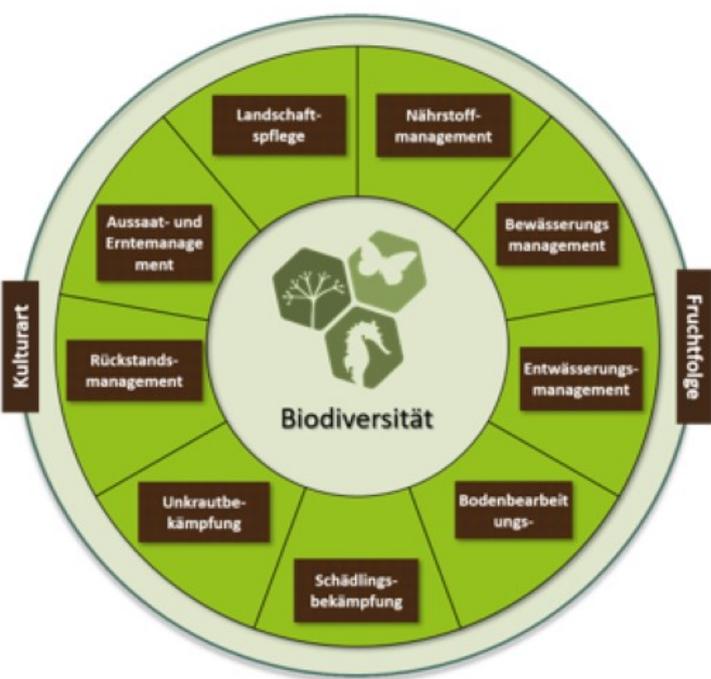




DAS PROBLEM

Die Biodiversität im Boden ist entscheidend für die Bodengesundheit und den Ernteerfolg. Biodiversität im Boden kann ganz einfach als die Vielfalt der Lebensformen definiert werden, die im Boden vorkommen. Die Biodiversität im Boden wird durch zahlreiche landwirtschaftliche Praktiken bedroht und ein Rückgang dieser Biodiversität hat einen Verlust an Artenvielfalt und -reichtum im Boden zur Folge. Diese Verluste zeigen Auswirkungen auf höheren trophischen Ebenen. Außerdem kann sich eine geringe Biodiversität im Boden nachteilig auf das Wachstum von Kulturpflanzen auswirken. Darüber hinaus besteht bei geringer Biodiversität im Boden eine höhere Wahrscheinlichkeit, dass sich bodenbürtige Krankheiten ausbreiten, und daher ist die Aufrechterhaltung der Artenvielfalt für die Sicherstellung hoher Ernteerträge und einer hohen Erntequalität von entscheidender Bedeutung.

Die Aktivität der Bodenbiota ist für die meisten Bodenfunktionen unerlässlich. Sie erbringt die meisten Leistungen des Ökosystems, die als typisch für die Landschaft im weiteren Sinne angesehen werden. Diese reichen von der Unterstützung der Nahrungsmittel- und Faserproduktion bis hin zum Erosionsschutz und einer Verringerung der Umweltverschmutzung.



WIE KÖNNEN BODENVERBESSERENDE ANBAUSYSTEME DEN VERLUST VON BIODIVERSITÄT VERHINDERN UND BEHEBEN?

Bodenverbessernde Anbausysteme sind spezifische Kombinationen von (1) Kulturarten, (2) Fruchtfolgen und (3) Bewirtschaftungstechniken, die darauf abzielen, die Bodendegradation aufzuhalten und/oder die Bodenqualität zu verbessern und sich zugleich positiv auf die Rentabilität und Nachhaltigkeit auswirken.

Biodiversitätsspezifische bodenverbessernde Anbausysteme können drei Mechanismen beinhalten: (i) Veränderung der Zufuhrparameter, (ii) Substitution und (iii) Umstellung. Der erste Mechanismus beinhaltet die Zufuhr von energiereichen organischen Substanzen als Substrat, wodurch sich die verfügbare Stickstoffquelle verändert. Der zweite Mechanismus umfasst die mögliche Substitution von chemischen (Pestizide), physikalischen (Bodenbearbeitung) und/oder biologischen Maßnahmen (Mykorrhiza-Zusätze). Der dritte Mechanismus, die Umstellung, beinhaltet die Diversifizierung der Fruchtfolgen, d. h. verschiedene Anbauformen in Folge und/oder in Mischungen (Mischkulturanbau), Deckfrüchte, Brachflächen, Stilllegung sowie die Einbindung von Hecken und anderen Landschaftselementen.

Die vielversprechendsten biodiversitätsspezifischen bodenverbessernden Anbausysteme beinhalten diversifizierte Fruchtfolgen, die Erhöhung der organischen Bodensubstanz und die Verringerung der Ansammlung von bodenbürtigen Krankheitserregern. Eine verringerte Intensität der Bodenbearbeitung verringert auch den Verlust von Biodiversität im Boden (es ist bekannt, dass sich die konventionelle Bodenbearbeitung nachteilig auf viele Organismengruppen auswirkt, von Mykorrhizapilzen bis zu Regenwürmern). Ein geringerer Einsatz von Pestiziden ist ebenfalls hilfreich, ebenso wie ein kontrolliertes Befahren der Flächen, um die Bodenverdichtung zu minimieren.



BODENVERBESSERENDE ANBAUSYSTEME ZUR ERHÖHUNG DER BIODIVERSITÄT IM BODEN: GRUNDPRINZIPIEN

Komponente	Grundprinzip
FRUCHTFOLGEN	Lange Fruchtfolgen mit Mischkulturanbau und Deckfrüchten
NÄHRSTOFFMANAGEMENT	Ausbringung von Viehdung und anderen organischen Düngemitteln
BEWÄSSERUNGSMANAGEMENT	Optimale Bewässerung
ENTWÄSSERUNGSMANAGEMENT	Optimale Entwässerung
BODENBEARBEITUNGS-MANAGEMENT	Minimale Bodenbearbeitung
SCHÄDLINGSBEKÄMPFUNG	Integrierter Pflanzenschutz
UNKRAUTBEKÄMPFUNG	Mechanische Unkrautbekämpfung
RÜCKSTANDSMANAGEMENT	Rückführung von Rückständen
MECHANISIERUNGSMANAGEMENT	Kontrolliertes Befahren
LANDSCHAFTSPFLEGE	Baumreihen, Hecken, Randstreifen

DIE BEDEUTUNG DER ORGANISCHEN BODENSUBSTANZ FÜR DIE BIODIVERSITÄT IM BODEN

Böden mit einem geringen Anteil an organischer Substanz werden wahrscheinlich eine geringere Artenvielfalt sowohl im Boden als auch auf der Bodenoberfläche aufweisen. Zu den Maßnahmen, die den Anteil der organischen Bodensubstanz erhöhen, gehören vielfältige Fruchtfolgen, der Anbau von Gründüngung und Mischkulturen, das Mulchen und organische Bodenverbesserer. Wenn sie erfolgreich und unter den richtigen Bedingungen eingesetzt werden, können diese Methoden die Biodiversität im Boden fördern. Monokulturen und Pflügen können dagegen das Gegenteil bewirken.

Eine geringe organische Bodensubstanz kann zu einer unzureichenden Sauerstoffdiffusion in den Böden führen, was einen Rückgang der Populationen von Makroorganismen und aeroben Mikroorganismen zur Folge hat. Zu den Bedingungen, die zu einer schlechten Sauerstoffdiffusion führen, gehören Überflutung, schlechte Bodenstruktur und ein geringer Gehalt an organischer Substanz. Auch diese Bedingungen werden häufig durch eine fehlende Fruchtfolge, den Einsatz schwerer Maschinen und die Beibehaltung eines geringen Anteils an organischer Substanz verursacht.



Fruchtfolgen sind ein zentraler Bestandteil bodenverbessernder Anbausysteme und können die Biodiversität im Boden erhöhen, zum Beispiel durch den abwechselnden Anbau von tief- und flachwurzelnden Pflanzen oder durch den Wechsel zwischen dem Anbau mehrgliedriger Fruchtfolgen und einer Anbauperiode mit Feldgras und der Anpflanzung von Deckfrüchten. Beim zu häufigen Anbau bestimmter Kulturpflanzen ist es wahrscheinlich, dass in vielen Kulturpflanzen pathogene Populationen auftreten. Artenreiche Kulturen und Mischkulturanbau können die Biodiversität im Boden fördern, da sich die oberirdische Biodiversität auf die unterirdische Biodiversität auswirkt.

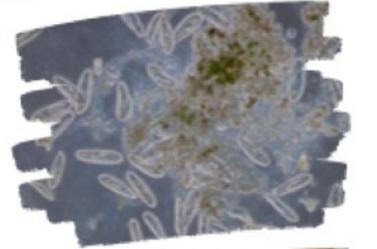
Kulturarten

Verschiedene Studien haben gezeigt, dass mit zunehmender Intensität der Anbaupraktiken die Abundanz und Biodiversität der Bodenbiota abnimmt. Die Umwandlung von Grünland in Ackerland verringert den Gehalt an organischer Bodensubstanz und die ökologische Stabilität, während die Einbindung des Feldgrasanbaus in eine Fruchtfolge wahrscheinlich positive Auswirkungen auf die biologische Vielfalt hat.

Deckfrüchte

Es ist erwiesen, dass Deckfrüchte den Gehalt an organischer Bodensubstanz erhöhen. Die Art der Deckfrüchte wirkt sich auf die Biodiversität aus. So schaffen beispielsweise tief wurzelnde Deckfrüchte (z. B. Rettich) einen besseren Lebensraum für Regenwürmer in der Folgekultur und ermöglichen es diesen Pflanzen zudem, tiefere Bodenschichten zu nutzen und Nährstoffe und Wasser aus dem Unterboden aufzunehmen. Darüber hinaus hat man festgestellt, dass Deckfrüchte andere nützliche Bodenorganismen wie Mykorrhizen und stickstoffbindende Bakterien begünstigen und gleichzeitig bodenbürtige Krankheitserreger bekämpfen. Mehrere Studien haben außerdem gezeigt, dass die biologische Vielfalt größerer Arten durch den Anbau von Deckfrüchten im Vergleich zum kahlen Boden erhöht wird.

Die Abundanz der Nematodenfauna war auf den mit Deckfrüchten bestellten Feldern doppelt so hoch wie auf den brachliegenden. Grundsätzlich erhöht der Einsatz von Deck- und Zwischenfrüchten den Gehalt an organischer Bodensubstanz und verringert die Bodenverdichtung, was sich positiv auf die Erhaltung der Biodiversität im Boden auswirken dürfte. Die Auswahl der besten Deckfrucht hängt vom Bodentyp und der Hauptkulturart ab.



Mischkulturanbau

Ähnlich wie bei Deckfrüchten beeinflusst die Auswahl der Pflanzenarten auch beim Mischkulturanbau das Ergebnis. Generell hat eine größere Pflanzenvielfalt eine größere Vielfalt an Mykorrhizapilzen zur Folge. So wiesen beispielsweise Tomaten in Mischkultur mit Lauch eine um 20 % höhere Besiedlungsrate mit Mykorrhizapilzen (bei Tomaten) auf als Tomaten in Einzelkultur.

Bei der Bodenbearbeitung wird die Lagerungsdichte des Bodens verringert, wodurch eine höhere Anzahl von luftgefüllten Hohlräumen entsteht. Dies führt zu einem schnelleren Rückgang der organischen Substanz im Vergleich zu Direktsaatsystemen. Dieser schnelle Rückgang der organischen Substanz spornt die Aktivität von Bakterien und Pilzen, die die organische Substanz abbauen, vorübergehend an, worauf ein Rückgang der Aktivität folgt. Die bei der Bodenbearbeitung eingesetzten schweren Geräte können zu einer Verdichtung des Unterbodens führen, was wiederum die Durchwurzelungsfähigkeit und die Wasserinfiltration beeinträchtigen kann. Dies kann bei starken Regenfällen zu wassergesättigten Böden führen, was sich nachteilig auf die Ernteerträge und die Biodiversität im Boden auswirken kann.



TRADITIONELLES PFLÜGEN

Es ist allgemein anerkannt, dass die Intensität der Bodenbearbeitung die Abundanz und Funktion von Mikroorganismen beeinflusst. Die gesamte Bodenfauna, die vom Pflügen betroffen ist, profitiert von Direktsaat oder reduzierter Bodenbearbeitung. Die nachteiligen Auswirkungen der Bodenbearbeitung auf die Zusammensetzung und Abundanz von Regenwurmgemeinschaften hängt oft von der Bearbeitungsintensität und -häufigkeit ab - je weniger intensiv der Boden gestört wird, desto weniger schädlich ist die Bodenbearbeitung für Regenwürmer. Die Bodenbearbeitung ist bekanntermaßen schädlich für andere Bodenlebewesen wie Springschwänze, Milben und in geringerem Maße auch für Nematoden.



DIREKTSAAT

FOTO: FARMERSGUIDE

Wo eine Bodenbearbeitung erfolgt, kann der Schaden für die Biodiversität im Boden durch kontrolliertes Befahren, kleinere Maschinen und Niederdruckreifen minimiert werden. Es hat sich gezeigt, dass sich stark befahrene Flächen nachteilig auf die Bodenstruktur und damit auf die Dichte und Biomasse aller drei Regenwurm-Funktionsgruppen auswirken; die Verwendung eines kontrollierten Befahrungssystems würde diese Auswirkungen für den gesamten landwirtschaftlichen Betrieb verringern.

Ein Rückgang von Springschwänzen ist nachweislich auf mechanische Störungen infolge konventioneller landwirtschaftlicher Praktiken zurückzuführen; der Einsatz einer kontrollierten Befahrung als bodenverbesserndes Anbausystem würde diese Auswirkungen verringern. Dieser Effekt wäre bei Mykorrhizapilz-Populationen ähnlich, wobei eine Verringerung der Störungen die Populationsgröße erhöht.

EINIGE WICHTIGE BODENORGANISMEN



Nematoden (oder Fadenwürmer) sind nützliche Indikatoren für die Bodengesundheit. Sie helfen bei der Bekämpfung von Bodenkrankheiten und fördern den Nährstoffkreislauf.



Springschwänze (oder Collembola) sind gute Indikatoren für die Bodengesundheit und kommen häufig im Oberboden vor. Sie sind am Nährstoffkreislauf beteiligt und fördern das Wachstum von nützlichen Bodenbakterien.



Mykorrhizapilze sind Pilze, die symbiotische Beziehungen mit Pflanzen eingehen. Sie gehören zu den nützlichsten Bodenorganismen, da sie das Pflanzenwachstum fördern.



Agroforstwirtschaft/Baumpflanzung

Die Erhaltung der biologischen Vielfalt ist auch einer der wichtigsten Beiträge, den die Agroforstwirtschaft für das Ökosystem/die Umwelt leistet. Die Tatsache, dass die meisten Bäume mehrjährig sind, hat tiefgreifende Auswirkungen auf die Bodeneigenschaften und damit auf die Biodiversität im Boden, auf die Reichhaltigkeit und die Funktion des Bodens. Es besteht eine enge Verbindung zwischen ober- und unterirdischen Organismen; gesunde unterirdische Populationen erhöhen die Wahrscheinlichkeit, dass die biologische Vielfalt auch oberirdisch zunimmt. Darüber hinaus beeinflussen Bäume Faktoren wie Bodentemperatur, Feuchtigkeit, Erosion und Nährstoffkreislauf.



Hecken

Ähnlich wie bei Bäumen kann die organische Substanz, die dem Boden durch Hecken zugeführt wird, die unterirdische Biodiversität erhöhen. Diese lokal begrenzte biologische Vielfalt kann breitere Auswirkungen weiter oben in der Nahrungskette zeigen. So kann beispielsweise die mit Hecken verbundene erhöhte unterirdische Artenvielfalt zu einer erhöhten oberirdischen Aktivität von Wirbellosen führen und damit eine Nahrungsquelle für Fledermäuse, Vögel und andere Wildtiere darstellen.



Pufferstreifen

Der Anbau von Wildblumenmischungen auf marginalen Flächen oder an Feldrändern kann wiederum die organische Bodensubstanz und damit die Biodiversität im Boden erhöhen.

SCHÄDLINGS- UND UNKRAUTBEKÄMPFUNG

Viele Insektizide und Fungizide töten Nichtzielarten und verringern auf diese Weise die Biodiversität im Boden. Schneckenkörner verschiedener Formulierungen/Wirkstoffe (z. B. Metaldehyd) haben sich als schädlich für nicht zu den Zielorganismen gehörende wirbellose Bodenlebewesen erwiesen. Metaldehyd ist jedoch für Regenwürmer etwas weniger giftig als eine weit verbreitete Alternative, Eisenphosphat.



Durch eine hohe Biodiversität im Boden können Landwirte Geld sparen, da sie weniger Pestizide einsetzen müssen; wo die Biodiversität hoch ist, ist es weniger wahrscheinlich, dass bodenbürtige Krankheiten entstehen. Die Verringerung der Anzahl und Menge von Schneckenkornanwendungen und die Einhaltung der Herstelleranleitung senken das Risiko, dass sich die Biodiversität im Boden verringert. Die Verwendung von Pestiziden in Form von Köderpellets (anstelle eines breiten Sprühstrahls) hat nachweislich keine Auswirkungen auf die Dichte und Vielfalt der Meso- und Makrofauna im Boden. Eisenphosphat ist eine ökologische Alternative zu Schneckenkorn auf chemischer Basis und wirkt sich weniger nachteilig auf die Biodiversität im Boden aus.



Der Einsatz von anorganischen Düngemitteln (Mineraldüngern) verringert die Abundanz verschiedener bodenbewohnender Arten. Der Einsatz von tierischem Dünger erhöht in der Regel die Abundanz und Aktivität anderer Bodenbiota (insbesondere Nematoden, Springschwänze, Milben und Regenwürmer). Daher ist es für die Biodiversität im Boden von Vorteil, wenn man, wo immer möglich, organische Düngemittel anstelle von chemischen Düngern einsetzt. Organische Bodenverbesserer regen die mikrobielle Aktivität im Boden an und erhöhen so möglicherweise die Fähigkeit des Bodens, Krankheiten durch Verdrängung bodenbürtiger Krankheitserreger zu bekämpfen.

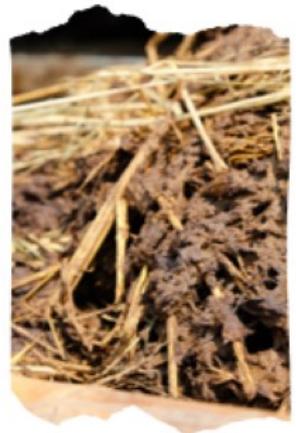
Die Präzisionslandwirtschaft (Einsatz von Düngemitteln und Pestiziden auf Grundlage historischer Felddaten und Aussaat variabler Saatstärken) kann sich möglicherweise auch auf die Abundanz und Vielfalt arbuskulärer Mykorrhizapilze auswirken.

Tierische Dünger

Die Ausbringung von Wirtschaftsdünger kann die organische Bodensubstanz erhöhen, was zu einer größeren Biodiversität im Boden führt, da sie die Vermehrung verschiedener im Boden lebender Organismen, darunter Regenwürmer und Mikroorganismen, begünstigt.

Bodenverbesserer

Die Verringerung des Säuregehalts im Boden durch Kalkdüngung kann im Laufe der Zeit die Regenwurmabundanz und die Springschwanzvielfalt fördern. Jedoch können Gruppen, die einen geringeren optimalen pH-Wert benötigen (z. B. Pilze), durch einen zu hohen pH-Wert geschädigt werden, obwohl dies durch einige Studien widerlegt wurde. Die Kalkdüngung ist eine geeignete Methode zur Bekämpfung der Kohlhernie bei Kohlgemüsen.



ERNTERRÜCKSTÄNDE UND MULCHMATERIAL

Mulchmittel

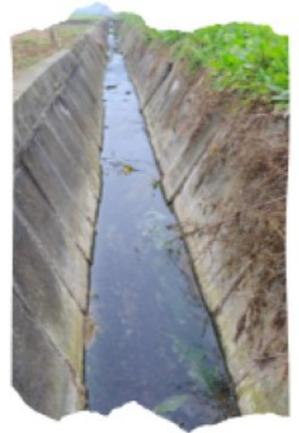
Mulchen kann die Biodiversität im Boden fördern, indem es die organische Bodensubstanz erhöht. Es wurde festgestellt, dass sich bei langfristiger Verwendung von Lebendmulch und organischem Dünger die Regenwurmpopulationen um das 1,5- bis 2,3-Fache im Vergleich zu konventionell gedüngten Populationen erhöhen. In zahlreichen Studien wurde eine Zunahme von saprotrophen* Pilzen und des Verhältnisses von Pilzen zu Bakterien nach Gründüngung oder Mulchen beobachtet. Dies dürfte dazu beitragen, den organischen Kohlenstoffpool im Boden durch saprotrophe Pilze zu stärken.



*Saprotrophe Pilze = Pilze, die sich von abgestorbenen organischen Substanzen ernähren.



Die Entwässerung des Bodens kann sich auf die Gemeinschaftsstrukturen von Aktinomyceten und Pseudomonaden auswirken und auch die Vermehrung robusterer Arten, einschließlich bestimmter Milben, fördern. Einige bodenbürtige Krankheitserreger gedeihen gut unter feuchten Bodenbedingungen, wie z. B. Pythium*- und Phytophthora*-Arten, sowie auch der Ackerfuchsschwanz; ein angemessenes Entwässerungsmanagement kann hier Abhilfe schaffen. Darüber hinaus verringert eine schlechte Bodenentwässerung die Toleranz der Pflanzen gegenüber vielen opportunistischen Pflanzenpathogenen. Es ist jedoch wichtig, die Bedeutung einer angemessenen Drainage je nach Bodenart zu berücksichtigen. So kann beispielsweise eine verstärkte Entwässerung von torfhaltigen Böden einen Anstieg der Treibhausgasemissionen zur Folge haben.



*Pythium = parasitärer Wasserschimmel, der Wurzelfäule und andere Krankheiten bei Pflanzen und Tieren verursachen kann

Phytophthora = pilzähnlicher Wasserschimmel, der bei verschiedenen Kulturpflanzen Wurzel- und Stängelgrundfäule verursacht

BEWÄSSERUNGSMANAGEMENT

Eine Bewässerung, die je nach Bodenart und Topografie angemessen eingesetzt wird, kann bestimmte bodenbewohnende Arten fördern, indem sie sie in Trockenperioden mit der dringend benötigten Feuchtigkeit versorgt.



AUSSAAT-/ERNTEMANAGEMENT

Für die Erhaltung der Biodiversität im Boden ist es wichtig, dass Ernte und Aussaat zu geeigneten Zeitpunkten im Jahr erfolgen. Erfolgen Aussaat oder Ernte unter ungeeigneten Witterungsbedingungen (z. B. nach starken Regenfällen), kann dies aufgrund der daraus resultierenden Verdichtung die Biodiversität im Boden stark verringern.



VERNETZTEN SIE SICH MIT UNS

DIE SOILCARE-WEBSITE



Autorinnen dieses Factsheets: Charlotte Chivers, Jane Mills

Hauptautorin des zugehörigen SoilCare Berichts: Felicity Crotty



@SoilCare_eu



Das SoilCare-Projekt wird durch das EU-Programm für Forschung und Innovation Horizont 2020 im Rahmen von Fördervereinbarung Nr. 677407 finanziert.

