

Zehn Tonnen Leben pro Hektar



Bodenfruchtbarkeit

Das Bodenleben spielt sich im Verborgenen ab, entscheidet aber über Erträge und Qualitäten. Würmer, Springschwänze und Bakterien zu fördern, ist für jeden Betrieb möglich.

Wer freut sich nicht über viele Regenwürmer oder nützliche Insekten und Spinnentiere auf seinen Schlägen? Das Bodenleben spielt bei den Bemühungen um eine optimale Bodenfruchtbarkeit eine wichtige Rolle. Die Bedeutung für den Erhalt und die Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit ist enorm. Aber:

- Bodenorganismen wirken nicht direkt auf den Ertrag und damit auf das wirtschaftliche Ergebnis des Betriebs.
- Bodenleben besteht nicht ausschließlich aus nutzbringenden Organismen. Das Fördern der Nützlinge bedeutet oft auch Ärger mit bodenbürtigen Schädlingen.
- Eine nachhaltige Förderung des Bodenlebens ist nicht so einfach zu bewerkstelligen wie eine gute Nährstoffversorgung. Ganzheitliche Ansätze sind nötig, die oft an ökonomischen Zwängen scheitern.

Wachsende Ansprüche an den Boden- und Wasserschutz sowie die biologische Vielfalt und nicht zuletzt steigende Energiekosten sind gewichtige Argumente dafür, den Gratileistungen des Agrarökosystems wieder mehr Beachtung zu schenken. Aktive Bodenorganismen verbessern die Rotte, Mineralisierung und Humusbildung, sorgen für stabile, Wasser speichernde Gefüge und hohes Puffervermögen.

Bodenorganismen lassen sich als Motor der Stoff- und Energiekreisläufe im Boden bezeichnen. Nahrungsketten greifen ineinander: Am Abbau von Stroh und Ernterückständen sind nicht nur Regenwürmer, sondern auch Tausendfüßer, Insektenlarven, Asseln, Milben und Springschwänze beteiligt. Sie zerkleinern die Pflanzenreste. Andere Organismen haben sich auf den nährstoffreichen Kot solcher „Primärzersetzer“ spezialisiert und bauen ihn

Der Regenwurm gilt als guter Indikator für Bodenaktivität. Tendenziell abnehmende Bodenbearbeitung fördert den Nützlichling.

weiter ab. Ihre Hinterlassenschaften wiederum bieten die Lebensgrundlage für Bakterien, die daraus mineralische Pflanzennährstoffe formen. Bakterien stellen ihrerseits die Nahrung von Einzellern dar, die wiederum von größeren Räubern erbeutet werden. An der Spitze dieser Nahrungskette stehen Hundertfüßer, Spinnen, Laufkäfer und schließlich Insekten fressende Kleinsäuger, bis auch sie wieder in den Kreislauf der Stoffumsetzungen eingehen.

Millionen kleiner Arbeiter

Die Gesamtheit der Bodenorganismen kann auf landwirtschaftlich genutzten Flächen eine Masse von mehr als 10 t/ha erreichen. Davon entfallen mehr als 40 Prozent auf Pilze, 15 bis 30 Prozent auf Bakterien, jeweils etwa 10

Zahl der Regenwürmer nimmt vielerorts zu



Individuen/m² in Bayern

- stark abnehmend
- leicht abnehmend
- gleichbleibend
- leicht zunehmend
- stark zunehmend



Die faszinierende Welt der Bodenmilben erschließt sich erst unter dem Mikroskop, hier eine räuberische Art.

Effekte des Tauwurms auf Boden und Ökosystem



Prozent auf Algen und tierische Einzeller, der Rest mit bis zu 25 Prozent auf mehrzellige Bodentiere. Sichtbar im Ackerboden sind meist nur die größeren Käfer, Spinnen, Tausendfüßer, Regenwürmer, Maulwürfe und Wühlmäuse. Unter ihnen erreichen allein die Regenwürmer mit bis zu 20 Prozent einen großen Masseanteil.

Mehr als eine Billiarde Lebewesen je Quadratmeter

Beeindruckend groß ist die Zahl der Mikroben. Schon eine Handvoll Boden enthält Milliarden von ihnen. Auf jedem Quadratmeter eines fruchtbaren Ackers leben mehr als eine Billiarde Bakterien. Wie alle Lebewesen benötigen auch die Bodenorganismen einen angemessenen Lebensraum. Gerade in Ackerböden spielt dabei die Nahrung, wie lebende Pflanzen und Tiere, abgestorbene organische Substanz in verschiedenen Zerfallsstadien und selbst Mineralboden-Humus-Verbindungen die wichtigste Rolle. Ernte- und Wurzelrückstände sowie organische und Mineraldüngung bilden die Basis aller Nahrungsketten.

Mit ackerbaulichen Arbeiten lässt sich das Bodenleben nachhaltig beeinflussen, vor allem durch Fruchtfolge, Düngung und Bodenbearbeitung. Sie wirken sich entscheidend auf die Raumstruktur, das Mikroklima sowie den Wasser- und Gashaushalt aus, und damit auf die Lebensraumqualität des Bodens. Daneben spielen auch der Pflanzenschutz oder der Verdichtungsgrad eine Rolle. Jede Bodenbearbeitung, jeder Fruchtwechsel, auch jede organische Düngung wirken komplex auf den Lebensraum. Nahrungsreichtum an



der Bodenoberfläche lässt sich sowohl durch geeignete Fruchtfolgen als auch durch eine intensive organische Düngung oder auch durch reduzierte Bodenbearbeitung erreichen.

Regenwürmer lieben Grünland

n	Acker		Grünland	
	Indiv./m ³	g/m ²	Indiv./m ³	g/m ²
1	11	15,0	179	124,2
2	8	4,0	160	130,2
3	13	9,1	274	161,7
4	20	15,0	260	210,3
5	14	11,8	262	239,0
6	4	12,0	-	-
7	4	0,7	-	-
8	1	2,7	-	-
9	7	3,3	-	-
10	6	1,6	-	-
Ø	9	7,5	227	173,3

Pfarrkirchen, Herbst 2007, 10 Proben auf einem Acker und 5 Proben auf angrenzender Mähwiese

dlz 2009

Bestandsaufnahme: Mit Hilfe einer Formalinlösung lassen sich innerhalb weniger Minuten alle Regenwürmer austreiben.

Fruchtfolge, Düngung, Bodenbearbeitung und Pflanzenschutz sind eng miteinander verknüpft. Sie lassen sich nicht einfach separat austauschen oder anpassen. Meist ist es nicht möglich, einen einzelnen Baustein in diesem System für das Bodenleben zu optimieren, ohne die anderen Arbeitsgänge ebenfalls anzupassen.

Weite Fruchtfolge und ausreichend Nahrung

Entscheidend für ein aktives Bodenleben ist die Verfügbarkeit von organischem Material. Die lässt sich vielfach verbessern.

- **Fruchtfolge:** Eng und humuszehrend reduziert sie die biologische Vielfalt. Extensive und humusmehrende Fruchtfolgen bewirken das Gegenteil. Eine möglichst über lange Zeiträume geschlossene Pflanzendecke wirkt positiv. Förderlich ist auch jede Form der

Bodenruhe, unter Brachen, mehrjährigem Ackerfutter oder Zwischenfrüchten.

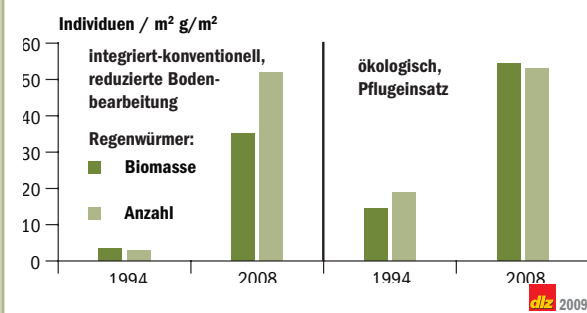
Die Untersuchung von 76 Ackerschlägen in ganz Bayern über mehr als 20 Jahre ergab mehrheitlich eine steigenden Regenwurmbesatz (siehe Grafik „Zahl der Regenwürmer nimmt vielerorts zu“). Zunehmender Zwischenfruchtanbau und abnehmende Intensität der Bodenbearbeitung dürften die Hauptursachen sein.

Die Umstellung von Acker- auf Grünlandnut-

Konventionell und Bio gleich auf

Ökologischer Landbau gilt als klassischer Fall einer komplexen Umstellung des Landnutzungssystems. Aktuelle Versuche auf dem Versuchsgut Scheyern zeigen einen signifikanten Anstieg des Regenwurmbesatzes in den letzten 15 Jahren: Nach Umstellung auf Ökolandbau bei weiterhin konventioneller, wendender Bodenbearbeitung lässt sich eine erhöhte Aktivität im Boden feststellen – gemessen an Zahl und Gewicht der Würmer. Gleiches gilt aber auch bei weitgehend pflugloser Bearbeitung und weiterhin integriert-konventioneller Nutzung (siehe Grafik rechts). Das erfreuliche Ergebnis wird also auf zwei völlig unterschiedlichen Wegen erreicht. – tk –

Mehr Bodenleben in beiden Betrieben



zung ist der Extremfall einer Fruchtfolgeveränderung. An die Stelle wechselnder Kulturen und periodischer Bodenbearbeitung treten weitgehende Bodenruhe sowie ein permanenter Pflanzenbestand. Die Regenwurmfänge auf einem Acker und auf einer unmittelbar angrenzenden Mähwiese zeigen eindrucksvoll die Veränderung des Bodenlebens. Zahl und Masse der gefundenen Regenwürmer haben sich im Grünland auf dem zuvor einheitlich genutzten Schlag innerhalb weniger Jahre um den Faktor 25 erhöht (siehe Tabelle „Regenwürmer lieben Grünland“).



Springschwänze sind urtümliche, flügellose Insekten. Sie fressen Pilze, Aas, Kot und Pflanzenreste.

Wichtige Nützlinge im Boden

Bodenleben umfasst viele Organismen, die die Grundlagen der Nahrungskette bilden:

- **Regenwürmer:** Sie verwandeln Ernterückstände in Humus, sorgen für stabile Strukturen, belüften und drainieren den Boden. Sie fördern das Pflanzenwachstum, schaffen Lebensräume für andere Tierarten oder stehen auf deren Speiseplan. Als einzige Wirbellose graben sie sich aktiv durch den Boden. Die Tiefgräber unter den Regenwürmern können organisches Material bis in den Unterboden bringen und damit dem C-Kreislauf Kohlenstoff entziehen.
- **Bakterien** tragen die Hauptlast beim Abbau organischer Substanz. Sie sind an wichtigen Stoffumsetzungen wesentlich beteiligt. Mikroorganismen bauen Kohlenhydrate ab, zersetzen Eiweiß und sind maßgeblich am N-Kreislauf beteiligt.
- **Algen** sind Erstbesiedler auch extremer Standorte. Sie fördern besonders die biologische Verwitterung von mineralischem Boden.
- **Pilze** sind an den Abbauvorgängen wesentlich beteiligt. Viele Arten leben auf toter organischer Substanz, andere parasitär, einige auch in Symbiose mit Pflanzen. Oft bilden sie ein feines, dichtes Geflecht, das den Boden intensiv durchsetzt.

- **Asseln** sind kleine Landkrebse. Sie gelten als Primärzersetzer von Stroh und Blättern.

- **Tausendfüßer** sind vielbeinige Gliederfüßer und gehören zu den besonders gut beweglichen Bodentieren. Unter ihnen gibt es sehr flinke Räuber, aber auch Zersetzer und Vertilger von Pflanzenresten.

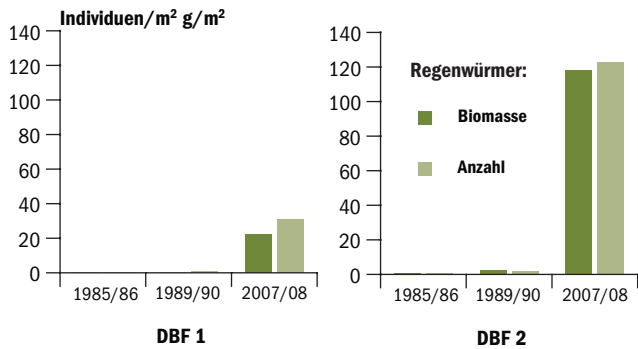
- **Milben** besiedeln Böden in großer Arten- und Individuenzahl. Pro Quadratmeter sind es oft Hunderttausende der kleinen Spinnen. Sie ernähren sich überwiegend von Pflanzenresten oder räuberisch, fressen aber auch Bakterien, Pilze, Algen oder Kot.

- **Springschwänze** sind flügellose Urinsekten, die durch imposante Sprünge auffallen. Sie fressen Pflanzenreste, Pilze, Aas und Kot. Auch räuberische Arten besiedeln die Ackerböden.

- **Weitere Insekten** und Spinnentiere: Insekten sind die artenreichste Tiergruppe überhaupt. Besonders groß ist die Vielfalt der Käfer in und auf unseren Ackerböden. Viele leben räuberisch, darunter Lauf- und Kurzflügelkäfer. Andere ernähren sich von Aas, einige fressen Pflanzenreste und Pilze. Neben den Milben kommen auch andere Spinnen als Nützlinge meist in großer Zahl und Vielfalt in landwirtschaftlich genutzten Böden vor.

– tk –

Pflugverzicht fördert Regenwürmer



konsequenter Pflugverzicht auf zwei Bodenbeobachtungsflächen (DBF) in Bayern dtz 2009



Fotos: Kreuter, agrarfoto (1), landpixel (1)

● **Düngung:** Mangelnde Nährstoffversorgung bewirkt ein geringes Pflanzenwachstum und damit auch eine schlechte Ernährung für Bodentiere. Sowohl mineralische als auch organische Düngung wirken demnach generell positiv, weil durch besseres Pflanzenwachstum mehr Nahrung für Bodentiere anfällt. Organischer Dünger bringt dabei neben Nährstoffen auch Kohlenstoff in den Boden und trägt damit zum Humusaufbau bei. Organisches Material ist für Bodenorganismen oft der limitierende Faktor.

● **Bodenbearbeitung:** Die Intensität der Bodenbearbeitung ist für Regenwürmer, Laufkäfer, Tausendfüßer oder Bodenmilben entscheidend. Dabei ist die Ernährung wichtiger als eine mechanische Verletzung oder die Zerstörung des Lebensraums. Tief in den Boden eingearbeitetes organisches Material gerät leicht unter Luftabschluss und kann dann von vielen Bodenorganismen nicht mehr aufgenommen werden. Förderlich ist daher eine flache, nicht wendende Bearbeitung. Dadurch bleiben Strukturen unversehrt, Pflanzenreste überdauern als Nahrung und Schutz nahe der Oberfläche. Würmer gelten bei der Bearbeitung als empfindlich. Aktuelle Resultate verdeutlichen, wie stark sich konsequentes Umstellen von wendender auf pfluglose Bearbeitung auswirkt (siehe Grafik „Pflugverzicht fördert Regenwürmer“).

● **Bodenverdichtung:** Die zunehmende Belastung durch schwere Technik bleibt ebenfalls nicht ohne Folgen. Ein Langzeitversuch auf Dauergrünland zeigt, dass sowohl die Biomasse als auch die Zahl der Tauwürmer auf den unverdichteten Parzellen signifikant größer ist (siehe Tabelle „Bodenverdichtung verdrängt vor allem Tauwürmer“).



Mulchsaat kann die Zahl an Bodenlebewesen innerhalb weniger Jahre vervielfachen.

Der Tauwurm schafft durch weite Röhren Lebensräume für kleinere Organismen. Entscheidend für alle Bodenlebewesen ist das Nahrungsangebot an der Bodenoberfläche.

● **Ökolandbau:** Die damit meist verbundenen, reicheren Fruchtfolgen, die intensivere Zufuhr organischer Substanz, die artenreichere Beikrautflora und die oft einheitlicheren Bestände fördern die Vielfalt. Das kann, muss aber nicht das Bodenleben betreffen. Für die Bodenorganismen ist das Nahrungsangebot an der Bodenoberfläche entscheidend. Ist dort trotz regelmäßig wendender Bearbeitung ein reichhaltiges Angebot an zersetztem organischem Material verfügbar, lässt sich die mechanische Beeinträchtigung meist kompensieren. Fruchtfolgebedingte Ruhephasen durch mehrjähriges Ackerfutter oder ausgedehnter Zwischenfruchtanbau wirken zudem förderlich. Auf Ökoflächen finden sich oft mehr Regenwürmer als auf konventionellen Schlägen.

Fazit

Das Bodenleben zu fördern, ist eine komplexe Aufgabe, und vielfältig sind die Ansätze dazu. Winterzwischenfrüchte als Teil der Fruchtfolge stellen da eine relativ unkomplizierte Ausnahme dar. Schwieriger wird schon eine reduzierte oder gar konsequent pfluglose Bodenbearbeitung. Pflugverzicht führt zu mehr Regenwürmern und einer hohen Gefügestabilität. Er kann aber auch ungünstige Bodeneigenschaften fördern, wie höhere Lagerungsdichte sowie verlangsamte Erwärmung und Abkühlung, und damit einen gleichmäßigen Feldaufgang behindern. Oft bringt einem Pflugverzicht Probleme mit Unkräutern, Schädlingen und Schadpilzen mit sich. Um dennoch dauerhaft Erfolg zu haben, ist folglich das gesamte System anzupassen.

ks/kb ■

Bodenverdichtung verdrängt vor allem Tauwürmer

Regenwurm-Besatz	Biomasse (g/m²)		Individuen/m²	
	Kontrolle	verdichtet	Kontrolle	verdichtet
Jungwurm (überwiegend <i>L. terrestris</i>)	130,2	69,4	411	218
Tauwurm (<i>Lumbricus terrestris</i>)	50,7	25,1	12	8
<i>Aporrhectodea caliginosa</i>	46,4	50,1	117	124
<i>Lumbricus rubellus</i>	19,5	27,0	15	21
<i>Lumbricus castaneus</i>	2,5	4,5	12	22
<i>Aporrhectodea rosea</i>	2,1	3,2	11	13
<i>Octolasion lacteum</i>	0,4	0,4	0,3	0,3
Summe	251,84	198,65	579	406

Versuchsgut Puch, Fürstenfeldbruck, Frühjahr 2007.

dtz 2009

Dr. Thomas Kreuter



Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising