

Die Mulchsaat von Zuckerrüben fördert die Entwicklung von Regenwürmern.

Heimische Arten, Lebensweise und Maßnahmen zur Förderung

Regenwürmer - die natürliche Bodenbearbeitung

Prof. Dr. Heinz-Christian Fründ, Fakultät Agrarwissenschaften und Landschaftsarchitektur, Hochschule Osnabrück

Ihr Vorkommen wirkt auf den Landwirt beruhigend – Regenwürmer weisen auf einen fruchtbaren Boden und einen guten Kulturzustand des Bodens hin. Sie sind der sichtbarste Bestandteil des Bodenlebens, das mit einer Biomasse bis zu 2 Tonnen pro Hektar zu 90 % aus Mikroorganismen besteht. Regenwürmer können einen Mengenanteil bis zu 10 % erreichen - also 20 dt hochwertiges Proteinfutter pro ha. Der Futterwert ist allerdings mehr für Maulwürfe, Krähen, und Füchse interessant. Wir Menschen schätzen die Regenwürmer wegen ihres Beitrags zur Bodenfruchtbarkeit.

1. Artenvielfalt und Vorstellung wichtiger Vertreter

Die Artenvielfalt der Regenwürmer ist im Vergleich zu anderen Bodentieren eher gering. In dem Bestimmungsschlüssel für Österreich von Christian und Zicsi (1999) sind 62 Regenwurmarten aufgeführt. In Deutschland ist mit ungefähr 45 Arten zu rechnen. In landwirtschaftlichen Böden sind um die 10 Arten zu finden, an einem Standort oft nur 1 bis 4 Arten. Die Körpergröße der Regenwürmer reicht von einem Zentimeter bei den kleinsten Arten bis zu einem halben Meter bei der auf den Südschwarzwald beschränkten Regenwurmart *Lumbricus badensis*. Aus den Tropen sind bis zu zwei Meter lange Regenwürmer bekannt.

Regenwürmer kann der Landwirt durch Bodenruhe, Bodenbedeckung und Zwischenfruchtanbau fördern.

Nach ihrer Lebensweise können Regenwürmer in vier ökologische Typen eingeteilt werden. **Tab. 1** gibt einen Überblick über die Zuordnung der häufigsten Regenwurmarten und orientiert über das Erscheinungsbild und die Lebensweise der verschiedenen Lebensformen.

Bei der bekanntesten Regenwurmart, dem „Tauwurm“ *Lumbricus terrestris*, ist die anözische Lebensweise am stärksten ausgeprägt. *Lumbricus terrestris* legt ein dauerhaftes Gangsystem als Wohnraum an. Ein Hauptgang wird vertikal bis in eine zuverlässig feuchte Bodentiefe angelegt. Je nach Grundwasserstand kann der Gang bis über 3 m in die Tiefe reichen. Oft schließt der Regenwurmgang an Dränagerohre im Boden an. Zur Bodenoberfläche verzweigt sich der Gang zu mehreren Ausfuhröffnungen.

Bei der Anlage des Ganges drückt sich der Wurm in den Boden (peristaltischer Grabvorgang, **Abb. 1**). Der Boden wird dadurch am Rand der Röhre verdichtet. Nach Messungen von Keudel und Schrader (1999) kann der radial ausgeübte Druck bis zu 140 KPa (1,4 bar) betragen, das ist weniger als ein Fünftel des bei Pflanzen bekannten maximalen Wurzeldrucks. Ist der Boden zu dicht, kann sich der Wurm zusätzlich – anders als die Pflanzen – in den Boden hineinfressen. Die einmal gegrabene Wohnröhre wird von *Lumbricus terrestris* dauerhaft benutzt. In einem Wald in Finnland wurde beobachtet, dass die selbe Röhre mehr als 10 Jahre lang beibehalten wurde (Butt und Nuutinen 2005). Im Laufe der Zeit entsteht an der Wand der Röhre eine Humustapete aus dem über die Haut ausgeschiedenen Schleim und aus Wurmkot. Die Röhrenwand ist damit eine Zone erhöhter Nährstoffversorgung und biologischer Aktivität im Boden (Drilosphäre).

Die Nahrung sucht der Tauwurm an der Bodenoberfläche. Pflanzenreste werden in die Röhrenöffnung gezogen und unterliegen in dem feuchten Milieu einer beschleunigten mikrobiellen Zersetzung. Der Wurm ernährt sich von der angerotteten und mit Bakterien angereicherten Pflanzensubstanz. Grundsätzlich ist der Tauwurm das ganze Jahr über aktiv. Ein Ruhestadium wie bei dem nachfolgend beschriebenen Gemeinen Regenwurm gibt es nicht.

Seiner Lebensweise entsprechend findet *Lumbricus terrestris* dort ideale Bedingungen, wo ein regelmäßiges Angebot an gut zersetzlichen Pflanzenresten vorliegt und wo seine Wohnröhren nicht zerstört werden. Außerdem darf der Boden nicht zu sauer sein (pH>5). Das ist zum Beispiel im Grünland, aber auch in vielen Stadtböden der Fall. Die größte Populationsdichte wird in Lehmböden angetroffen. In leichten Sandböden tritt der Tauwurm nur sehr vereinzelt auf. Vermutlich ist



Abb. 1: Anözischer Regenwurm (Aporrectodea longa) beim Eingraben in den Boden.

der Aufwand für die Instandhaltung der Röhren im lockeren Sand zu hoch.
Die häufigste Regenwurmart in Ackerböden ist der Gemeine Regenwurm *Aporrectodea caliginosa*, auch Grauwurm genannt. *Aporrectodea caliginosa* gehört zu den endogäischen Regenwürmern, die oft mit 1–3 Arten an einem Standort auftreten.

Bei endogäischen Regenwürmern wie *Aporrectodea caliginosa* besteht eine enge Verbindung zwischen Grabaktivität und Nahrungsaufnahme. Es sind geophage Arten. Das heißt, sie nehmen Boden auf und verdauen die darin enthaltene organische Substanz – vor allem die leicht zersetzlichen Anteile und die Mikroorganismen. *Aporrectodea caliginosa* hält sich deshalb gerne in der Nähe der Pflanzenwurzeln auf, wo Wurzelausscheidungen und abgestorbene Feinwurzeln mitsamt den dazu gehörigen Mikroorganismen im Boden angereichert sind. Auch dort ist die Nahrungskonzentration im Boden aber relativ gering, so dass der Wurm eine große Substanzmenge durch seinen Darm passieren lassen muss. *Aporrectodea caliginosa* legt kein permanentes Gangsystem an, sondern arbeitet sich fortwährend durch den Boden der Krume, hauptsächlich in der Tiefenzone 0–15 cm. Dabei werden



Abb. 2: Endogäischer Regenwurm in Quieszenz.

große Mengen an Kot produziert, mit dem die Gänge wieder verfüllt werden. Regenwurmlosung wird auch an der Oberfläche abgelegt und weist dort in ihrer charakteristischen traubigen Struktur auf die Regenwurmaktivität im Boden hin.

Der beim Graben ausgeübte seitliche Druck kann mehr als doppelt so hoch sein wie bei *Lumbricus terrestris* (Keudel und Schrader 1999). In Laborversuchen wurde ermittelt, dass ein 1 g schwerer Grauwurm pro Tag ungefähr einen halben Meter Gang im Boden gräbt und ungefähr 4 g verdauten Boden ausscheidet (Martin 1982). Bei einer Population von 100 Tieren bzw. 60 g Biomasse pro m^2 wäre das eine

Lebensformtyp	Erscheinungsbild	Lebensweise
Epigäisch: Streubewohner z.B.: *Lumbricus castaneus, Lumbricus rubellus, Dendrobaena octaedra*	Überwiegend kleine bis mittelgroße, dunkel gefärbte Würmer	In Mulch oder Streu auf dem Boden. Ernährung von verrottenden Pflanzenresten. Kurzlebige Arten mit geringer Grabaktivität.
Endogäisch: Mineralbodenbewohner (Horizontalgräber) z.B.: *Aporrectodea caliginosa, Aporrectodea rosea, Allolobophora chlorotica, Octolasion cyaneum, Octolasion lacteum*	Überwiegend mittelgroße grau, braun bis rosa gefärbte Würmer. Körperinhalt mehr oder weniger durchscheinend.	Im Mineralboden, v.a. in der Nähe von Pflanzenwurzeln. Ernährung von organischer Substanz, die mit dem Boden aufgenommen wird. Hohe Grabaktivität. Gänge nicht dauerhaft, werden mit ausgeschiedenem Boden verfüllt.
Anözisch: Tiefgräber z.B.: *Lumbricus terrestris, Aporrectodea longa*	Große Würmer mit stark pigmentiertem Vorderkörper und hellerem Hinterkörper. Schwanzende spatelförmig.	Wohnen im Boden, Ernährung von Pflanzenresten an der Bodenoberfläche. Dauerhafte Röhren, bis zu 3 m tief reichend. Boden der Röhrenwand mit Humus angereichert und verpresst. Langlebige Arten.
Kompostwürmer z.B.: *Eisenia fetida, Eisenia veneta*	Kleine bis mittelgroße rote Würmer. Segmentgrenzen beim gestreckten Tier hell.	Massenansammlungen in Komposthaufen und intensiv verrottendem Material. Hohe Vermehrungsrate. In normalem Boden nicht vorkommend.

Tab. 1: Lebensformtypen der Regenwürmer mit jeweils häufigen Arten.

Strecke von 30 Meter Regenwurmgang, die in guten Zeiten täglich unter einem Quadratmeter Boden gegraben wird! Werden die Zeiten schlechter, wenn der Boden also austrocknet oder auf Frostgrade abkühlt, dann stellt *Aporrectodea caliginosa* die Aktivität ein, entleert den Darm, rollt sich in einer Kammer im Boden zu einem Knäuel ein und verfällt in einen Ruhezustand (Quieszenz, s. **Abb. 2**).

Aporrectodea caliginosa wird durch Bodenbearbeitung weniger beeinträchtigt als *Lumbricus terrestris* und kommt auch in leichten Sandböden vor, wenn eine ausreichende Durchwurzelung gegeben ist. Die Art ist wie auch der Tauwurm empfindlich gegenüber Bodenversauerung.

Zur Fortpflanzung legen die Regenwürmer Eikokons ab. Das sind zitronenförmige Kügelchen, etwas kleiner als ein Weizenkorn, deren pergamentartige Haut einen wirksamen Verdunstungsschutz bietet und im Inneren mit einer Lage Dottersubstanz belegt ist. Im Kokon befinden sich ein bis mehrere Eier. Der Regenwurmembryo ernährt sich vom Dotter und schlüpft nach einer mehrmonatigen Entwicklungszeit aus dem Kokon. Die Eikokons werden am Rand der Gänge im Boden abgelegt und sind das wirksamste Überdauerungsstadium, aus dem sich eine Regenwurmpopulation nach einem Zusammenbruch wieder erholen kann.

2. Beitrag der Regenwürmer zur Bodenfruchtbarkeit

Regenwürmer leisten einen vielfältigen Beitrag zur Bodenfruchtbarkeit. Sie fördern die Durchlüftung des Bodens, sie stabilisieren das Bodengefüge, sie begünstigen die Infiltration von Niederschlägen, sie mischen Ernterückstände in den Boden ein und beschleunigen deren Mineralisierung. An einem Lößstandort in Bayern wurde gemessen, dass die Regenwurmpopulation auf einer Frässaatfläche knapp 60 dt Stroh pro ha vom Dreschen bis zur Maisansaat in den Boden eingearbeitet hatte (Bauchhenß 2005). Das Aufarbeiten der Pflanzenreste trägt auch zur Bodenhygiene bei. Schadpilze wie *Monilia* im Obstbau und Fusarium im Getreidebau werden durch *Lumbricus* terrestris reduziert (Kennel und Niklas 1980, Oldenburg et al. 2008). Selbst eine antagonistische Wirkung von *Lumbricus terrestris* auf den Rübennematoden *Heterodera schachtii* wurde in Mikrokosmosversuchen nachgewiesen (Bell 1997).

Die Lebensformtypen der Regenwürmer ergänzen sich in ihren ökologischen Wirkungen. Epigäische und anözische Regenwürmer leisten die Arbeit der Primärzersetzer. Sie schließen Ernterückstände für die Mikroorganismen auf. Anözischen Würmern kommt dabei eine besondere Bedeutung zu, weil

Steckbrief Tauwurm

Lumbricus terrestris Linnaeus 1758
anözischer Lebensformtyp



Körpergröße: bis zu 30 cm Länge, Durchmesser bis 9 mm
Entwicklungszeit: ca. 90 Tage Reifezeit des Eikokons, ca. 230 Tage Jugendentwicklung bis zur Geschlechtsreife
Nachkommenzahl: ca. 7 bis 10 pro Jahr
Lebensalter: 6 bis 8 Jahre; in der Natur oft früherer Tod durch Fressfeinde und Witterung

sie die organische Substanz von der Bodenoberfläche in die Tiefe transportieren. Endogäische Regenwürmer können unmittelbar mit den Pflanzenresten wenig anfangen, sorgen aber für die Vermischung der organischen Substanz im Boden und tragen zur Mineralisierung von Stickstoff und Phosphor bei.

Ein ähnliches Zusammenwirken zwischen anözischen und endogäischen Regenwürmern ergibt sich bei der Beeinflussung des Wasserhaushalts im Boden. Die großen senkrechten Poren der anözischen Regenwürmer bewirken eine schnelle Infiltration und auch einen schnellen vertikalen Abfluss des Wassers im Boden. Das horizontale Gangsystem der endogäischen Regenwürmer mit weniger verdichteten Röhrenwänden sorgt für eine gute Verteilung des infiltrierten Wassers im Wurzelraum.

3. Was zu tun ist, um die Regenwürmer zu fördern

Einflussfaktoren und natürliche Populationsschwankungen

Die Häufigkeit der Regenwürmer an einem Standort wird von vielen Faktoren beeinflusst (**Abb. 3**). Einen starken Einfluss haben klimatische Faktoren. Dürreperioden oder plötzliche strenge Kahlfröste können die Regenwurmpopulation auf weniger als ein Zehntel der Ausgangsgröße dezimieren. Starke Schwankungen werden auch als Reaktion auf unterschiedliche Nahrungsversorgung beobachtet – z.B. Populationsrückgang unter Hackfrüchten, Populationserholung unter Feldfutterbau. Die Eigenschaften des Bodens bestimmen vor allem die Gunst oder Ungunst des Lebensraums. Daraus ergibt sich, wie viel Energie die Regenwürmer in das



Der Anbau mehrjähriger Futterpflanzen wie Luzerne wirkt sich durch Bearbeitungsruhe und ein optimales Nahrungsangebot führt zu einer starken zunahme der regenwurmpopulation.

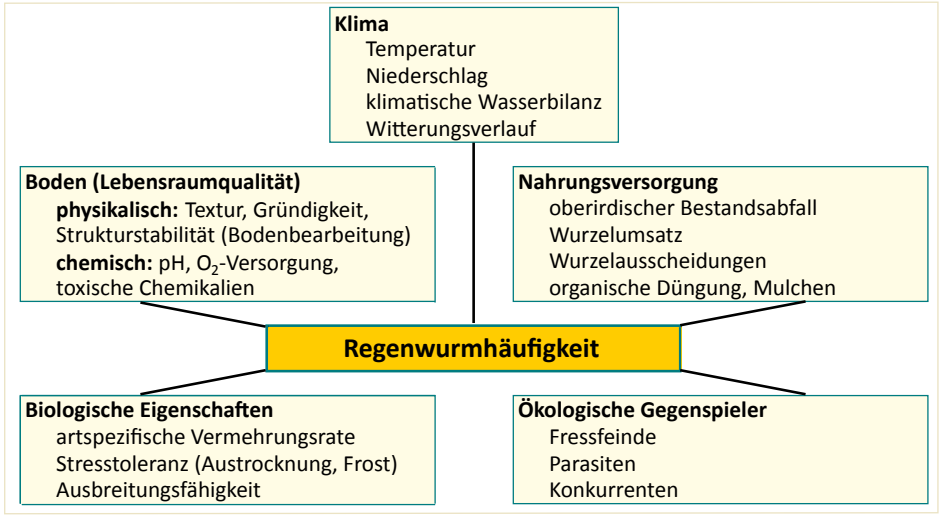


Abb. 3: Einflussfaktoren auf die Häufigkeit von Regenwürmern.

„nackte Überleben" investieren müssen und wie viel noch für die Vermehrung übrig bleibt. Die in **Abb. 3** genannten biologischen Eigenschaften haben Einfluss darauf, wie stark eine Regenwurmart von den Schwankungen ihrer Lebensbedingungen betroffen wird und wie schnell sie in guten Phasen wieder ihre Population aufbauen kann. Ökologische Gegenspieler scheinen sich eher stabilisierend auf die Regenwurmpopulationen auszuüben.

Nur wenige der in **Abb. 3** genannten Einflussfaktoren sind durch die Bewirtschaftung des Bodens direkt beeinflussbar, nämlich die Nahrungsversorgung (über organische Düngung, Fruchtart und Ernterückstände), der pH-Wert des Bodens und die Bodenruhe.

Bei guter Nahrungsversorgung, Bodenruhe und günstiger Witterung kann man in eineinhalb bis drei Jahren mit der Erholung einer zusammengebrochenen Regenwurmpopulation aus dem im Boden vorhandenen Reservoir an Eikokons rechnen. Vollkommen regenwurmfreie Böden (z. B. Polderböden in Holland) werden nur langsam mit Geschwindigkeiten zwischen 5 und 10 m pro Jahr besiedelt.

Steckbrief Gemeiner Regenwurm

Aporrectodea caliginosa (Savigny 1826),
Synonyme: *Allolobophora caliginosa*, *Nicodrilus caliginosus*
endogäischer Lebensformtyp



Körpergröße:	bis zu 17 cm Länge, Durchmesser bis 5 mm
Entwicklungszeit:	ca. 65 Tage Reifezeit des Eikokons, ca. 150 Tage Jugendentwicklung bis zur Geschlechtsreife
Nachkommenzahl:	ca. 30 pro Jahr
Lebensalter:	2 bis 3 Jahre

Bodenruhe

Zahlreiche Untersuchungen (z.B. Maurer-Troxler et al. 2006) haben nachgewiesen, dass eine reduzierte Bodenbearbeitung sich vorteilig auf die Regenwurmbesiedlung auswirkt und zwar um so stärker, je geringer die Tiefe und Intensität der Bearbeitung ist. Je häufiger und je tiefer in die Bodenstruktur eingegriffen wird, desto mehr sind die anözischen Lebenswürmer gezwungen, in die Wiederherstellung ihrer Wohnröhren zu investieren. Damit verschlechtert sich die Energiebilanz der Population.



Zwischenfruchtanbau in Verbindung mit konservierender Bodenbearbeitung und Mulchsaat begünstigt die Vermehrung der Regenwürmer.

Im Vergleich zweier Felder mit einerseits konventioneller Direktsaat, andererseits biologisch-dynamischer Bewirtschaftung mit Pflug stellte die Tübinger Biologin Suska Weller fest, dass ausgewachsene Tauwürmer in dem gepflügten Boden nicht nur seltener waren, sondern auch signifikant häufiger weniger Segmente hatten. Dies weist darauf hin, dass die direkte Verletzung der Tiere während der Bodenbearbeitung auch eine Rolle spielen könnte. Auf jeden Fall werden anözische Regenwürmer am deutlichsten von Bodenruhe und reduzierter Bodenbearbeitung begünstigt.

Bodenbedeckung

Die Versorgung der anözischen (und epigäischen) Regenwürmer mit Pflanzenresten an der Bodenoberfläche ist die wichtigste Maßnahme zur Förderung der Populationen. Eine gute Bodenbedeckung kann den Stress der Bodenbearbeitung teilweise kompensieren. Im Boden vergrabene Pflanzenreste sind den Regenwürmern nicht zugänglich und werden auch von den endogäischen Arten nur unzureichend aufgeschlossen. Bodenbedeckung mit Pflanzen im Winter wirkt sich sehr günstig auf die Regenwürmer aus. Die Aktivitätszeit der Regenwürmer reicht weit in den Dezember hinein.

Zwischenfruchtanbau

Zwischenfrüchte fördern die endogäischen Regenwürmer durch ihr Wurzelsystem im Boden und die anözischen Regenwürmer durch den oberirdischen Bestand. Leguminosen und Kleegras – besonders als mehrjährige Fruchtfolgeglieder – führen zu sehr starker Zunahme der Regenwürmer. Aber auch Kruziferen und Phacelia als winterliche N-Zwischenspeicher haben einen günstigen Effekt auf die Regenwürmer.

4. Schlussfolgerung

Für die Förderung der Regenwürmer ergibt sich der Dreiklang Bodenruhe-Bodenbedeckung-Zwischenfruchtanbau. Wegen ihrer Schlüsselstellung zwischen Bodenoberfläche und Unterboden ist die Förderung der anözischen Regenwürmer von besonderer Bedeutung. ■

Literatur

Bauchhenß J. (2005): Bodenleben und Bodenfruchtbarkeit - Bestandsaufnahme zum Wissensstand in Deutschland. FNL Heft 10/2005: 15-29

Bell D. (1997): Eignung integrierter und biologischer Verfahren zur Bekämpfung von Heterodera schachtii Schmidt 1871 auf rekultivierten Böden aus Löß im Rheinland. Dissertation Universität Bonn

Butt K.R., Nuutinen V. (2005): The dawn of the dew worm. Biologist 52: 218-223

Christian E., Zicsi A. (1999): Ein synoptischer Bestimmungsschlüssel der Regenwürmer Österreichs (Oligochaeta: Lumbricidae). Die Bodenkultur 50: 121-131

Kennel W., Niklas J. (1980): Vorkommen und Bedeutung von Regenwürmern in Obstanlagen. Erwerbsobstbau 22: 217-221

Keudel M., Schrader S. (1999): Axial and radial pressure exerted by earthworms of different ecological groups. Biology and Fertility of Soils 29: 262-269

Martin N.A. (1982): The interaction between organic matter in soil and the burrowing activity of three species of earthworms (Oligochaeta: Lumbricidae). Pedobiologia 21: 439-445

Maurer-Troxler C., Chervet A., Ramseier L., Struney W.G. (2006): Zur Bodenbiologie nach 10 Jahren Direktsaat und Pflug Ähnlich wie auf Dauergrünland. Landwirtschaft ohne Pflug 6/2006: 14-19

Oldenburg E., Kramer S., Schrader S., Weinert J. (2008): Impact of the earthworm Lumbricus terrestris on the degradation of Fusarium-infected and deoxynivalenol-contaminated wheat straw. Soil Biology & Biochemistry 40: 3049–3053