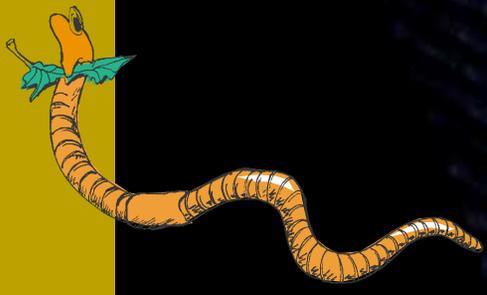


REGENWURM



Impressum

Texte: Fredy Vetter, Zentrum für angewandte Ökologie Schattweid
Redaktion : Peter Herger, Natur-Museum Luzern

Gestaltung/Satz
Illustrationen: Atelier Ruth Schürmann, Luzern

Umschlagbild: M. Kage / Institut für Wissenschaftliche Fotografie

Druck: Druckerei Ebikon AG

Herausgeber: Zentrum für angewandte Ökologie Schattweid 2003

Copyright:
Zentrum für angewandte Ökologie Schattweid
Hackenrüti 8
CH-6110 Wolhusen

Fredy Vetter

REGENWURM

Führer zur Ausstellung

Inhalt

Vorwort	3
Wie der Regenwurm zu seinem Namen kam	4
Stellung der Regenwürmer im Tierreich	6
Stammesgeschichtliche Entwicklung der Regenwürmer	8
Geografische Verbreitung	9
Boden ist nicht gleich Boden	10
Welche Bedingungen brauchen die Regenwürmer im Boden	12
Einheimische Regenwürmer	13
Oberflächliche und tiefschürfende Würmer	14
Wurmdichte in verschiedenen Lebensräumen	16
Körperbau	17
Sinnesorgane, Hautatmung	18
Fortbewegung	20
Fressen	22
Verdauen, Ausscheiden	23
Feinschmecker, aber schlechte Futtermittelverwerter	24
Das Märchen vom zerschnittenen Regenwurm	25
Fortpflanzung	26
Brutfürsorge	28
Jahreszyklus	30
Vielfältiger Nutzen	31
Teamwork	34
Förderung	36
Gefährdung	38
Kompostwurm	40
Kompost macht Schule	41
Vermischtes	42
Literatur	46
Sponsorenliste	47

Vorwort

Unbeachtet und meist versteckt verrichten unzählige kleine und kleinste Organismen tierischer und pflanzlicher Herkunft ihr Werk im Boden und auf der Bodenoberfläche: Dank ihrem gut eingespielten und fein abgestimmtem Recycling von Fallaub oder abgestorbenem Gras kennt die Natur keine Abfallprobleme und bilden sich natürlich fruchtbare Böden - die Grundlage unserer täglichen Ernährung.

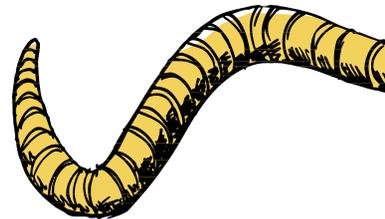
Allseits bekannte und wichtige Bewohner des Bodens sind die Regenwürmer. Auf unserem Sympathiebarometer stehen sie kaum auf der Schönwetterseite, ihr eindrücklicher Leistungsausweis verdient dennoch grosse Wertschätzung. Die Ausstellung «Regenwurm» versucht, einen Einblick in das unbekannte Leben dieser Bodenbewohner und ihren zunehmend gefährdeten Lebensraum zu vermitteln.

Möge den Regenwürmern ebensoviel Interesse entgegengebracht werden wie ihrer Ausstellung. Diese ist nämlich bereits bis ins Jahr 2000 für eine Schweizer Tournee ausgebucht und wird nach Luzern auch in Solothurn, Liestal, Aarau, Winterthur, Frauenfeld, St. Gallen, Bern und Chur zu sehen sein.

Wir danken den Sponsoren und allen, die zur Ausstellung «Regenwurm» in irgend einer Form beigetragen haben (Liste S. 47). Wir wünschen Ihnen viel Spass und Neugier beim Entdecken der unbekannteren Bekannten und gute Unterhaltung mit Karl-Maria ImBoden.

Luzern, Ende Oktober 1996

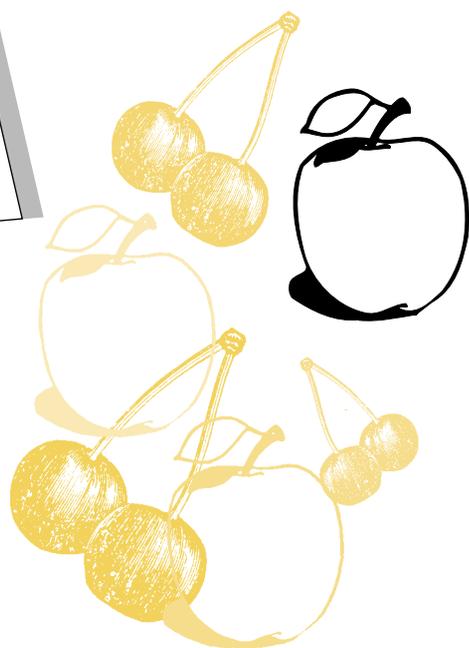
*Peter Herger
Fredy Vetter*



Wie der Regenwurm zu seinem Namen kam

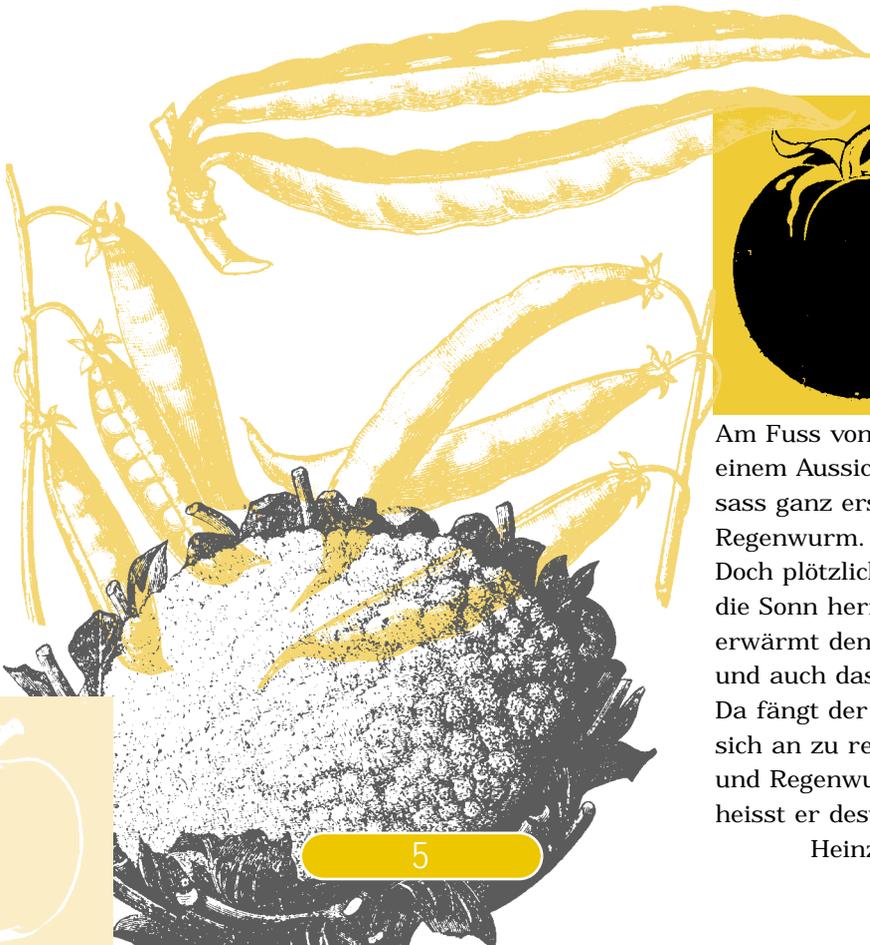
Im 17. Jahrhundert nannte man den Regenwurm im Volksmund noch «regen Wurm». Diese Bezeichnung beschreibt sehr treffend seine Aktivität. Im Laufe der Zeit dürfte aus «reger Wurm» Regenwurm entstanden sein, wohl auch deswegen, weil die Regenwürmer nach starkem Regen oft massenhaft aus dem Boden kommen.

Mein Name ist Karl-Maria
ImBoden. Ich führe
Euch durch diese Broschüre
und zeige Euch, wieso mit mir
Mais und Tomaten, Bohnen und
Äpfel besser wachsen.
Das ist nicht einfach eine
kühne Behauptung von mir!



Auf die Frage, wieso Regenwürmer bei Regen oft massenweise aus ihren Gängen an die Bodenoberfläche kommen, gibt es noch keine eindeutige Antwort. Möglicherweise bleibt diese Reaktion ein Geheimnis der Regenwürmer. Es existieren verschiedene Vermutungen:

- Die Regenwürmer flüchten vor dem Erstickungstod, weil ihre Wohnröhren durch warmes, relativ sauerstoffarmes Wasser überschwemmt werden.
- Die Regenwürmer geraten in Panik, da das eindringende Wasser den Querschnitt der Wohnröhren erweitert und das Aufsteigen an die Bodenoberfläche erschwert.
- Die Regenwürmer nutzen die günstigen Witterungsbedingungen - nur mässiges Sonnenlicht und genügend Feuchtigkeit - bei grosser Nahrungskonkurrenz in neue Gebiete auszuwandern.
- Die Regenwürmer nutzen zur Fortpflanzungszeit die günstigen Witterungsbedingungen in der Dämmerung oder nachts zur Partnersuche.



Am Fuss von einem Aussichtsturm sass ganz erstarrt ein Regenwurm. Doch plötzlich kommt die Sonn herfür, erwärmt den Turm und auch das Tier. Da fängt der Wurm sich an zu regen, und Regenwurm heisst er deswegen.

Heinz Erhardt

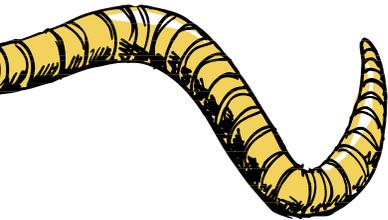




Stellung der Regenwürmer im Tierreich

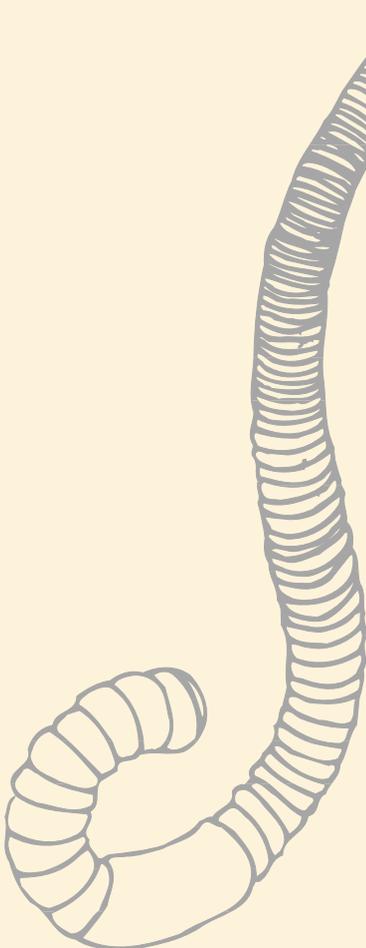
Wurm ist nicht gleich Wurm. Mit seiner strengen Segmentierung ist der Regenwurm ein charakteristischer Vertreter des Stammes der Ringelwürmer. Zur Klasse der Gürtelwürmer gehört er durch die Ausbildung des Gürtels mit Beginn der Geschlechtsreife. Die Zugehörigkeit zur umfangreichen Ordnung der Wenigborster leitet sich von den kurzen Borsten ab, die meist in vier Paaren pro Segment vorkommen. Schliesslich gehören unsere heimischen Regenwürmer alle zur Familie der «Eigentlichen Regenwürmer». Eine der häufigsten Arten ist der Tauwurm *Lumbricus terrestris*.

Systematische Kategorie	Deutsche Bezeichnung	Wissenschaftliche Bezeichnung
Stamm	Ringelwürmer	Annelida
Klasse	Gürtelwürmer	Clitellata
Ordnung	Wenigborster	Oligochaeta
Familie	Eigentliche Regenwürmer	Lumbricidae
Gattung + Art	Tauwurm	<i>Lumbricus terrestris</i>



Durch die Vielfalt der Gebiete und Länder, die die Regenwürmer bewohnen, existiert fast in jeder Sprache ein Wort für Regenwurm.

Anlässlich des «5th International Symposium on Earthworm Ecology» in Columbus, Ohio, wurde von den 27 teilnehmenden Ländern eine Liste erstellt, die nebenstehend ausschnittsweise wiedergegeben wird:



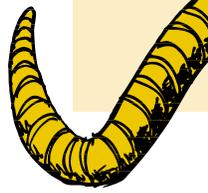
Ägypten (Arabisch)	Doda
Argentinien, Mexiko, Spanien	Lombriz de Tierra
Australien (Umgangssprache)	Diggers downunder
Belgien	Terrick
Brasilien	Minoca
China	Qiu yin
Dänemark	Regnorm
Deutschland	Regenwurm
Estland	Vinmauss
Finland	Liero
Frankreich und Westschweiz	Ver de Terre
Indien (Sanskrit)	Bhoonag
Irland	Peistog
Italien und Tessin	Lombricidi
Japan	Mimizu
Kanada	Dew Worm
Niederlande	Regenworm
Norwegen	Meitemark
Polen	Dzdzownica
Russland	Cheru
Schweden	Daggmask
Schweiz (Deutschschweiz)	Regenwurm
Südafrika	Erdwurm
Ungarn	Giliszt

Stammesgeschichtliche Entwicklung der Regenwürmer

Es ist sehr schwierig, den genauen Zeitpunkt ihrer Entstehung festzulegen. Ausser den chitinartigen Borsten besitzen sie keine festen Hartsubstanzen im Körper, die erhalten bleiben und ihre Existenz zurückverfolgen liessen. Durch die langen Zeiträume ebenfalls praktisch ausgeschlossen sind die Entdeckungen fossiler Lebensspuren wie zum Beispiel Gänge oder Körperabdrücke. Der Deutsche Forscher Dietrich Wilcke versuchte um 1950 diese Frage mit ökologischen Gesichtspunkten zu vernetzen. Er arbeitet unter der Annahme, dass die Regenwürmer ähnliche Lebensräume bewohnten wie heute und die Bodenbildung bereits damals mitprägten. Da der Mull-Humus im Darm der Regenwürmer entsteht, kann indirekt aufgrund der erhalten gebliebenen Bodenbildungen auf das damalige Vorhandensein von Regenwürmern geschlossen werden. Die ersten Mullböden entstanden mit dem Auftreten der Blütenpflanzen vor mehr als 100 Millionen Jahren und geben einen gesicherten Hinweis auf das Vorkommen der Regenwürmer. Die Entstehung der Regenwurmfamilien und Gattungen dürfte nach vorsichtigen Schätzungen vor ca. 200 Millionen Jahren begonnen haben.



Geografische Verbreitung



Regenwürmer sind echte Weltenbürger. Mit Ausnahme der vom ewigen Eis bedeckten Polargebiete und Bergspitzen sowie der vegetationslosen Wüsten treffen wir sie in fast allen Böden der Erde an.

In den Alpen sind sie bis in Höhen von 3000 m nachgewiesen. In den Tropen dürfte dieser Wert noch einiges höher liegen. Weltweit sind heute über 3000 Arten bekannt. Davon leben in unseren Breiten (Schweiz, Deutschland) knapp 40 und in Europa rund 400 Arten. Die überwiegende Mehrheit der geringelten Wühler ist in den Tropen heimisch.

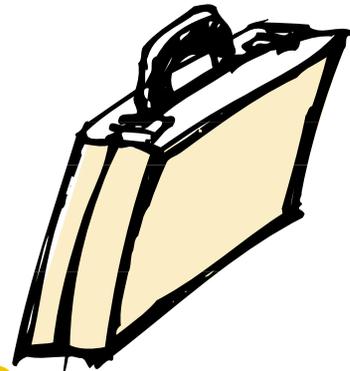
Für die geringe Artenvielfalt bei uns sind die Eiszeiten verantwortlich. Die Würmer haben die Vergletscherungen nicht überstanden. Nach der Eiszeit wurden die Gebiete

vom Südwesten her zwar wieder besiedelt, aber noch heute kommen südwestlich der letzten Vereisungsgrenze bedeutend mehr Regenwurmart vor.

Zur Verbreitung der Regenwürmer hat auch der Mensch viel beigetragen. Im Zuge der Kolonialisierung Nordamerikas und der Südkontinente durch die Europäer wurden viele Regenwurmart verschleppt. Als Transporthilfe dienen beispielsweise Topfpflanzen oder die Ballasterde von Segelschiffen.

Zur Verbesserung der Bodenqualität in Weidegebieten wurden europäische Regenwurmart gezielt nach Neuseeland eingeführt.

Uns
findet Ihr
überall!



Den Boden unter unseren Füßen nehmen die Menschen meistens nur als Fläche, als Oberfläche wahr. Wann habt Ihr das letzte Mal versucht Euch vorzustellen, wie es wohl unter diesem Stück Garten oder jenem Parkplatz aussieht?



Boden ist nicht gleich Boden

Unter dem Einfluss von Wind und Wetter, anspruchsloser Pionierpflanzen sowie erster Bodenorganismen, hat sich an der Erdoberfläche - zwischen nacktem Gestein und der Luft - im Laufe langer Zeiträume eine Verwitterungsschicht gebildet. Diese vielfältige Mischung aus verwittertem Gestein, lebenden und toten Organismen sowie Wasser und Luft heisst Boden. Jeder Boden weist eine charakteristische Abfolge von verschiedenen mächtigen, strukturierten und gefärbten Schichten auf, geprägt durch das Ausgangsgestein, das Klima und die Bodennutzung. Dieser, im schweizerischen Mittelland durchschnittlich 50-80 cm mächtige Boden, bildet die Grundlage für das Pflanzenwachstum. Von besonderem Wert ist dabei die oberste, selten mehr als 30 cm mächtige Humusschicht.

Der Boden ist unterschiedlichsten Einflüssen und Nutzungen ausgesetzt. Wir alle leben auf ihm, er ernährt die Pflanzen und somit auch die Tiere und uns Menschen. Wir bewegen uns und bauen Häuser und Strassen auf ihm. Er reinigt und speichert unser Trinkwasser, lagert Bodenschätze und Abfälle. Boden ist Produktionsfläche, Besitztum, Heimat, Handels- und Spekulationsobjekt. Traditionellerweise wird er auch zur letzten Ruhestätte des Menschen.

«Der Boden ist eines der kostbarsten Güter der Menschheit», heisst es in der Bodencharta des Europarates. Wir alle sind aufgefordert, ihm angemessen Sorge zu tragen, denn ohne fruchtbare Böden ist Leben auf der Erde undenkbar.

Im Durchschnitt leben unter 1ha Land 3 - 4 t Bodenorganismen. Bakterien, Pilze und Regenwürmer sind mit je 1 t vertreten. Alle übrigen Bodentiere, wie Asseln, Springschwänze, Larven usw. weisen zusammen nur eine halb so grosse Biomasse auf, also etwa 0.5 t.

Generell kann man sagen, dass die Biomasse der Tiere im Boden grösser ist als die derjenigen, welche auf dem Boden leben.

In einer Handvoll Erde sind mehr Organismen vorhanden als es Menschen gibt.

Fluvisol/Wiese

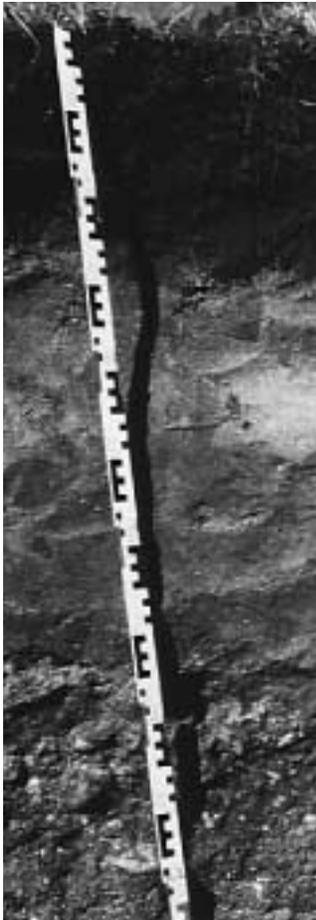


Foto: FAL / Zürich Reckenholz

Kalkbraunerde/Acker

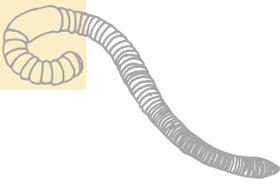


Foto: FAL / Zürich Reckenholz

Regosol/Wald



Foto: J.Heeb / Zentrum f. angew. Ökologie Schattheld



Welche Bedingungen brauchen die Regenwürmer im Boden?



Von zentraler Bedeutung für die Regenwürmer ist das Vorhandensein von ausreichender Nahrung in Form von totem organischem Material wie zum Beispiel Streu oder Ernterückstände. Die begrenzten Fortbewegungsmöglichkeiten bedingen eine Lebensweise nahe der Nahrungsquellen. Ihr länglicher, dünner Körper mit der relativ grossen Oberfläche sowie die Hautatmung setzen genügend Feuchtigkeit im Bereich von 10 bis 30 Volumenprozent voraus. In staunassen oder regelmässig austrocknenden Böden kommen Regenwürmer praktisch nicht vor. Dennoch wurde in Extremfällen schon beobachtet, dass einzelne Arten eine beinahe einjährige Überschwemmung oder längere Zeit in Leitungswasser überlebten. Auf die zunehmende Bodenaustrocknung im Sommer reagieren die Tiere mit dem Aufsuchen von feuchteren Bodenschichten in grösserer Tiefe oder rollen sich in einer mit Kot ausgekleideten Kammer für eine Art Sommerschlaf zusammen.

Ein weiterer Faktor für die Verbreitung der Regenwürmer ist der Säuregrad, der sogenannte pH-Wert. Trotz artspezifischer Vorlieben und unterschiedlichen Toleranzbereichen bevorzugen die heimischen Arten pH-Werte im eher sauren Bereich von pH 3.5 bis pH 7.5. In stark sauren Torfböden hingegen mit noch tieferen pH-Werten sind keine Regenwürmer mehr zu finden. Überlebensfähig sind die Regenwürmer in einem relativ schmalen Temperaturbereich zwischen 0° und 25° Celsius. Die meisten Arten haben ihr Temperaturoptimum um 10° bis 15° Celsius und zeigen dann ihre grösste Aktivität. Das Optimum entspricht ungefähr den zu erwartenden Temperaturen der oberflächennahen Bodenschichten im Frühling und Herbst. Als Lebensraum bevorzugen die Regenwürmer mittelschwere Lehm- bis leichte Sandböden. Schwere, eher trockene Böden behindern die Grabtätigkeit und sind meist auch für das Pflanzenwachstum nicht optimal.

Foto: FAL / Zurich Reckenholz

Einheimische Regenwürmer



lebt im Kompost

Kompostwurm *Eisenia foetida*



lebt in Mineralböden,

Grauwurm *Nicodrilus caliginosus caliginosus*



lebt in Mineralböden

Schleimwurm *Allolobophora rosea*



lebt in Gärten

Gartenwurm *Allolobophora chlorotica chlorotica*



lebt im Waldboden

Rotwurm *Lumbricus rubellus rubellus*



lebt auf der Wiese

Tauwurm *Lumbricus terrestris*



lebt im morschen Holz
des Waldes

Stubbenwurm *Dendrobaena octaedra*

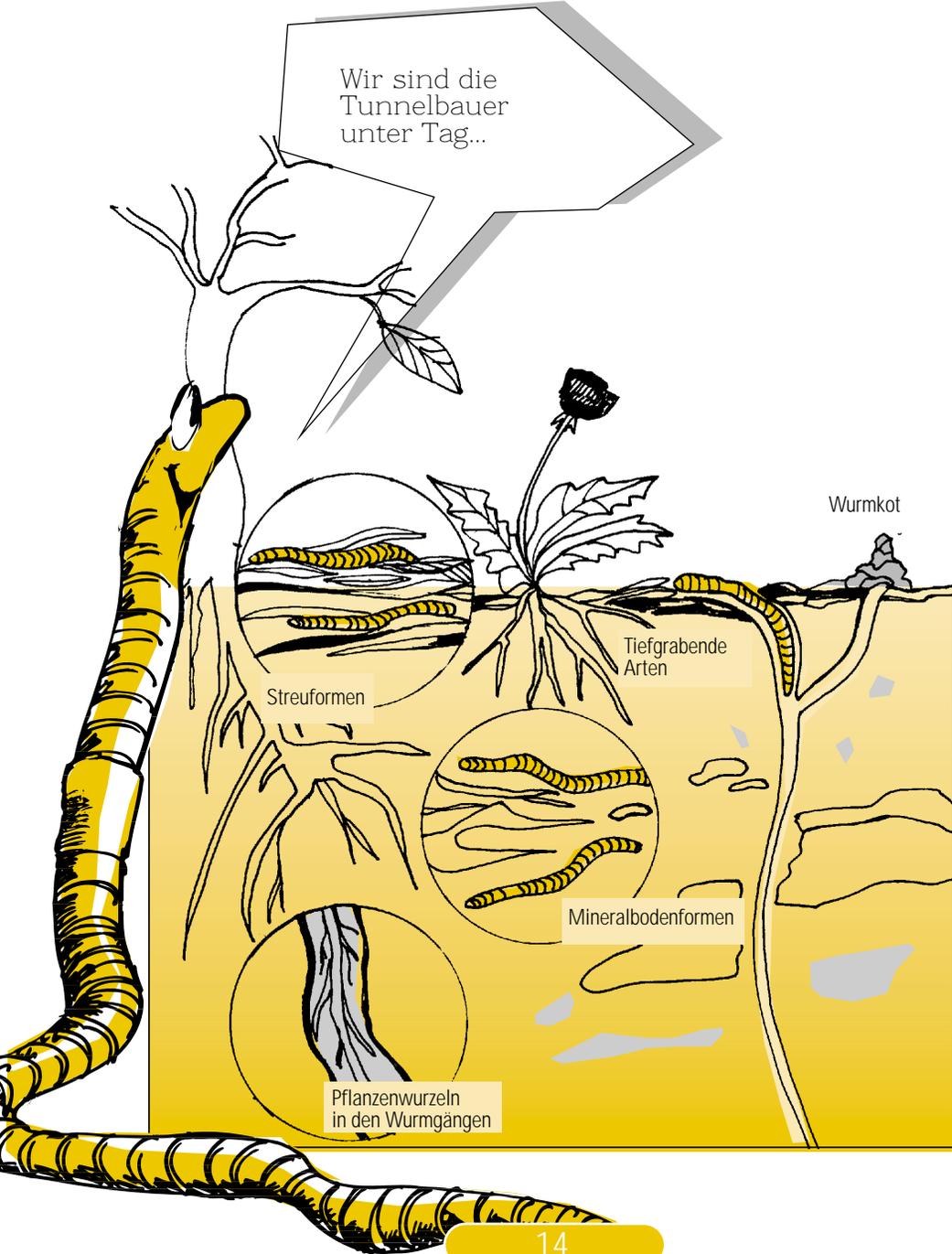


lebt im Acker

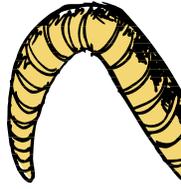
Bläulicher Regenwurm *Octolasion cyaneum*

Oberflächliche und tiefschürfende Würmer

Wir sind die Tunnelbauer unter Tag...



Zeichnung nach G. Cuendet und M. Bieri



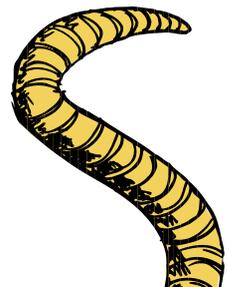
Die Regenwürmer haben sich je nach Art an das Leben in verschiedenen Stockwerken des Bodens angepasst. Drei Lebensformen können unterschieden werden:

Die **kleinen und agilen Streuformen** leben nahe der Bodenoberfläche. In Wiesen- und Waldböden bewohnen sie den mit organischem Material angereicherten Oberboden. Im Wald bauen sie mit Kot Wohnröhren zwischen den Blättern der Streuschicht. Sie ernähren sich von totem Pflanzenmaterial oder Tierkot auf der Bodenoberfläche. Zum Schutz vor UV-Strahlung sind sie über die gesamte Körperlänge dunkel gefärbt. Typische Vertreter dieser Lebensform sind der Rotwurm (*Lumbricus rubellus rubellus*) und der vom Komposthaufen her bekannte Kompostwurm (*Eisenia foetida*).

Die **kräftigen und grossen tiefgrabenden Arten** legen im Boden annähernd senkrechte Wohnröhren an, die je nach Bodengründigkeit bis in eine Tiefe von mehr als zwei Metern reichen können. Sie sind nur im vorderen Körperbereich zwecks Tarnung und Schutz vor UV-Strahlung dunkel gefärbt. Die tiefgrabenden Arten ernähren sich von organischem Material, das sie nachts oder in der Dämmerung an der Bodenoberfläche einsammeln und in den obersten Bereich der Wohnröhre einziehen. Die Wände der Wohnröhre werden wiederholt mit Kot und Schleim tapeziert, die dadurch eine grössere Stabilität erhalten und oft jahrelang bestehen bleiben. Der bekannteste Vertreter dieser Lebensform ist der weitverbreitete Tauwurm (*Lumbricus terrestris*), der «Regenwurm» schlechthin.

Die **trägen Mineralbodenformen** leben hauptsächlich im Wurzelbereich der Pflanzen, ohne jedoch die lebenden Pflanzenteile zu schädigen. Vielmehr fressen oder drängen sie sich durch den Boden und ernähren sich zum Beispiel von abgestorbenen Wurzelteilen, die sie beim Fressen des Bodens aufgenommen haben. Ihre Gänge kleiden sie kaum mit Kot aus.

Da die Vertreter dieser Lebensform nur selten an die Bodenoberfläche kommen, sind sie über die gesamte Körperlänge durchscheinend bleich gefärbt. Ein Vertreter dieser Lebensform ist der Grauwurm (*Nicodrilus caliginosus caliginosus*).





Wurmdichte in verschiedenen Lebensräumen

Oberirdisch leben vom Gras eines Hektars Dauerweide zwei Kühe mit einem Lebendgewicht von 1000 kg. Unterirdisch ernährt dieses Stück Land die doppelte Biomasse an Regenwürmern.



Unter diesem
Fussballplatz
leben vielleicht
eine Million
Regenwürmer !



Die Besiedlung eines Lebensraumes ist im Wesentlichen abhängig von dessen Nahrungs- und Feuchtigkeitsangebot. Die nachfolgenden Werte für die Anzahl Regenwürmer pro Quadratmeter belegen dies genau:

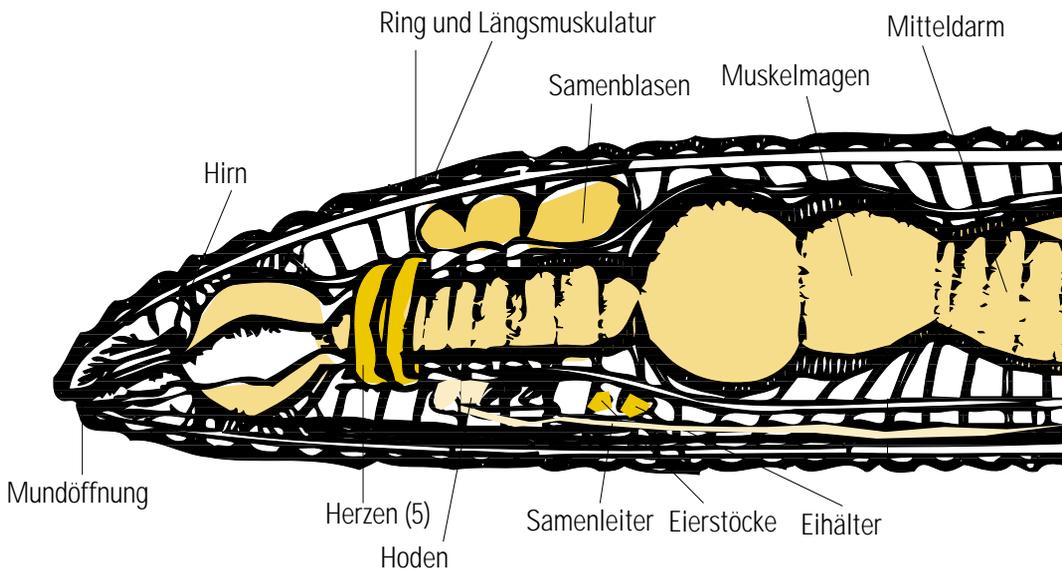
	Fichtenwald	10 Individuen
	Magerwiese	30 Individuen
	Laubwald	250 Individuen
	Weide	500 Individuen

Körperbau

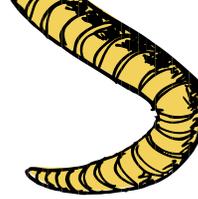
Unsere Regenwurmarten zeichnen sich durch ihren langgestreckten, drehrunden Körperbau aus. Der Wurmkörper setzt sich aus bis zu 200 gleichgestalteten Abschnitten oder Segmenten zusammen, die wir äusserlich als Ringelung wahrnehmen. Nur im vorderen Drittel des Wurmes unterscheidet sich der innere Bauplan von dem der übrigen Körpersegmente durch die zusätzlich vorhandenen Verdauungs- und Fortpflanzungsorgane.

Die grössten Arten erreichen eine Länge von ungefähr 30 cm. Die Haut ist glatt, leicht irisierend und unterschiedlich gefärbt. Die Farbpalette reicht von Rotbraun oder fast Schwarz über verschiedene grünliche Farben bis zum Weinrot. Die Schleimschicht der Haut dient als Austrocknungsschutz und als Gleitmittel beim Kriechen.

Unter der Haut befindet sich die Ring- und die Längsmuskulatur. Durch den ganzen Haut-Muskel-Schlauch ziehen sich von vorne bis hinten Darm, Bauchnervenstrang, Bauch- und Rückenblutgefässe. Der Rest der Leibeshöhle ist mit Körperflüssigkeit gefüllt.



Sinnesorgane



Regenwürmer besitzen weder Augen und Ohren, noch haben sie eine Nase. Sie sind jedoch mit verschiedenen anderen einfachen Sinnesorganen speziell an das Leben im Boden angepasst.

Licht	Mittels Licht-Sinneszellen am Vorder- und Hinterende können sie Hell und Dunkel unterscheiden.
Tasten	Damit sie sich im Dunkel des Erdreiches und in ihren Wohnröhren zurechtfinden, orientieren sie sich mit Hilfe eines Tast- und Gravitätssinnes. Spalten und Hindernisse sowie das Oben und Unten im Boden können so problemlos geortet werden.
Druck	Bodenerschütterungen werden mit dem Drucksinn wahrgenommen. Dies ermöglicht die rechtzeitige Flucht vor einem herannahenden Fressfeind, zum Beispiel einem Maulwurf.
Geschmack	Sinnesknospen in der Mundhöhle und dienen der Geschmackswahrnehmung.

Hautatmung

Die Regenwürmer besitzen weder Lungen noch Kiemen, sie atmen durch die Körperoberfläche. In feinen Gefäßen strömt das Blut unter der stets feuchten Haut durch und tauscht hier die Atemgase aus. Regenwürmer ertrinken daher auch nicht, wenn Regen ihre Gänge füllt, solange im Wasser genügend Sauerstoff gelöst ist. Der Regenwurm hat wie der Mensch rotes Blut, das in einem geschlossenen Blutgefäßssystem zirkuliert, angetrieben durch 5 Paar «Herzen».

Die Vorfahren der heutigen Regenwürmer lebten im Wasser. Auch ihre landlebenden Nachfahren sind für die Hautatmung auf genügend Feuchtigkeit angewiesen. Als Austrocknungsschutz dienen die Ausscheidungen der feinverteilten Schleimzellen und der an den Segmentgrenzen liegenden Rückenporen. Als eine Art Nieren dienen die Nephridien. Die Wasserverluste durch Verdunstung, Urinabgabe und Schleimproduktion müssen kompensiert werden. Es wurde schon beobachtet, dass Regenwürmer im Extremfall Wasserverluste von bis zu 70% des Körpergewichtes ertragen, ohne dass sie dabei geschädigt wurden.

Kalkdrüsen

Die Luft im Boden enthält durch die vielen atmenden Organismen und Wurzeln eine höhere CO_2 -Konzentration als die Luft ausserhalb. Bei Wurmarten, die in Kompost, in Laubstreu oder in tiefen Bodenbereichen leben, kann der hohe CO_2 -Gehalt die Sauerstoffaufnahme stark erschweren und zu einer Übersäuerung des Blutes führen. Mit Hilfe der Kalkdrüsen, die Calciumverbindungen aus der Nahrung aufnehmen, kann überschüssiges CO_2 mittels gelöstem Kalk (Bikarbonat) gebunden und als Calciumkarbonat ausgeschieden werden.

Die sagen von mir,
ich sei einfach
ein blinder Muskel-
schlauch

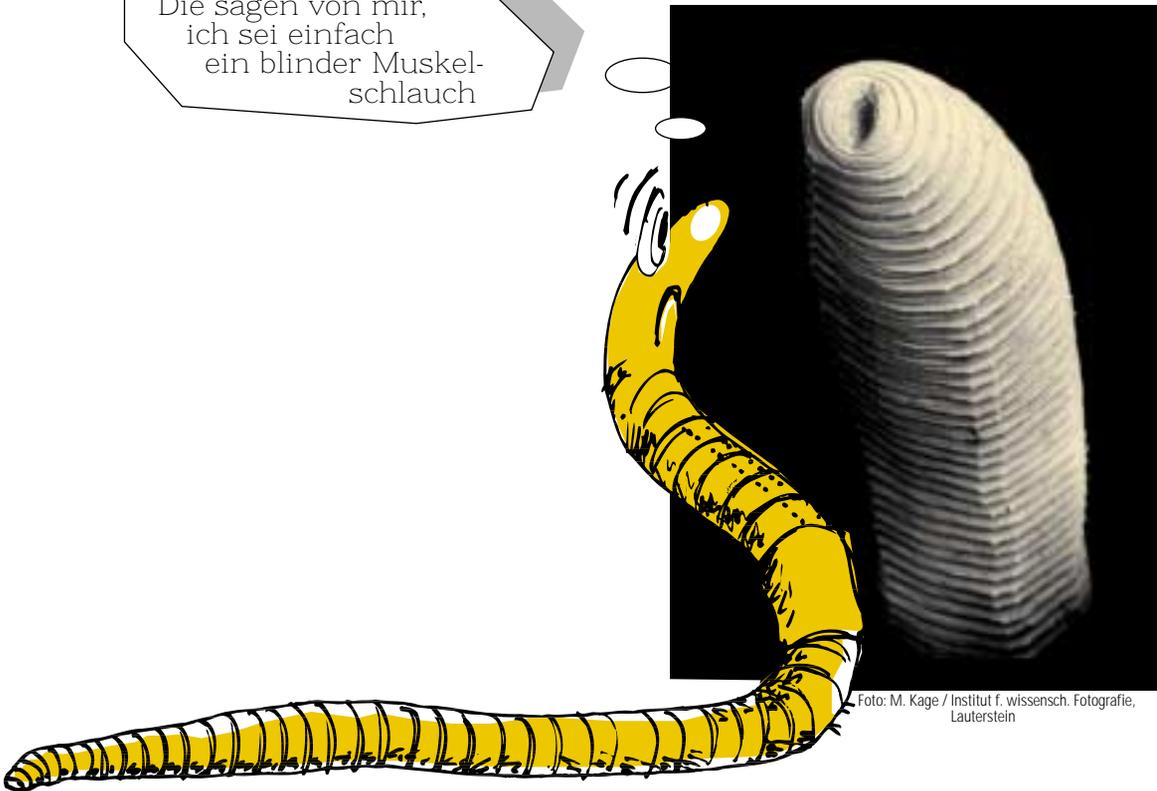


Foto: M. Kage / Institut f. wissensch. Fotografie, Lauterstein

10

20

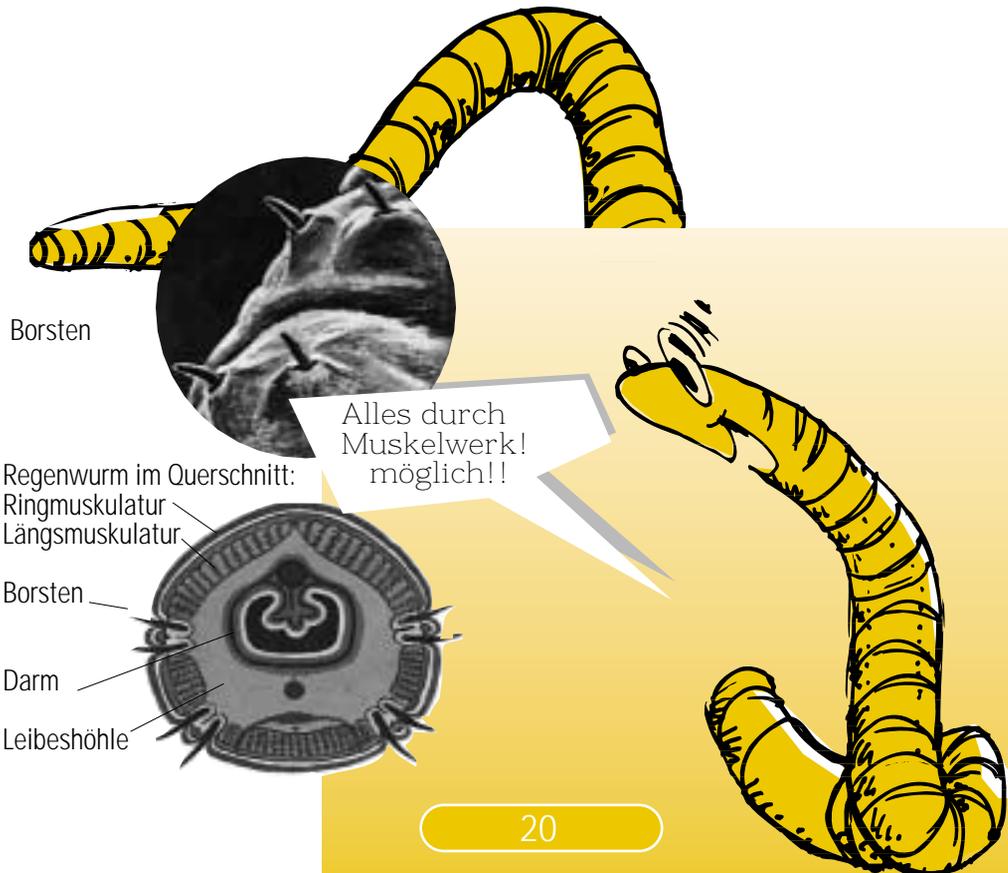
30cm

Fortbewegung

Zum besseren Verständnis seiner Fortbewegungsweise kann der Regenwurm als ein mit Wasser gefüllter, elastischer Schlauch angesehen werden, umgeben von Längs- und Ringmuskeln. Ziehen sich die Ringmuskeln zusammen, so wird der Wurm dünn und lang. Zieht sich die Längsmuskulatur zusammen, wird er dick und kurz.

Durch das abwechselnde Strecken und Zusammenziehen einzelner Körperabschnitte kommt es zur typisch kriechenden Fortbewegung. Das Zurückrutschen des Wurmkörpers verhindern vier kurze Borstenpaare an jedem Segment, die aus ihren Versenkungen herausgeschoben und wie Spikes in den Boden gestemmt werden.

Beim Eindringen in den Boden benutzt der Regenwurm das zugespitzte und besonders muskulöse Vorderende als Keil und schiebt es zwischen die Erdteilchen. Nach dem Eindringen in die feine Spalte werden die Segmente zusammengezogen und verdickt, wodurch die Bodenspalte ausgeweitet wird. Dann wird der restliche Wurmkörper durch den erweiterten Gang nachgezogen.

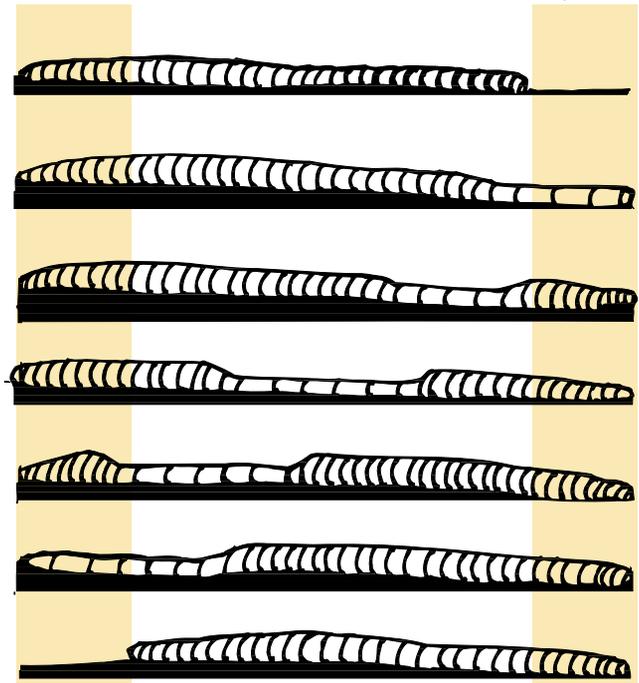


Seine Stabilität und Steifigkeit erhält der Wurm nicht durch ein Knochenskelett, sondern durch die im Haut-Muskel-Schlauch unter Druck stehende Körperflüssigkeit. Man kann dies vergleichen mit einem prall gefüllten Gartenschlauch. Regenwürmer können so eine beachtliche Kraft nach aussen lenken. Messungen ergaben Höchstwerte von über einem Kilogramm pro Quadratcentimeter (1323 g/cm^2). Zum Vergleich: ein Mensch mit 60 kg Körpergewicht und einer Fussfläche von 300 cm^2 erzeugt einen Druck von 200 g/cm^2 .

Der Regenwurm ist im Verhältnis zu seiner Grösse eines der stärksten Tiere der Erde, vermag er doch das 50 bis 60-fache seines eigenen Körpergewichtes zu stemmen.



Peristaltisches Kriechen: Kontraktionswellen laufen von vorne nach hinten durch den Wurmkörper



Fressen

Die Grösse des Regenwurmbestandes hängt sehr stark vom Angebot an verwertbarem organischen Material wie Laub oder Ernterückstände ab.

Zu ihrer Ernährung verwerten die Regenwürmer die Kohlenhydrate und Eiweisse der abgestorbenen Pflanzenreste und die darauf lebenden Mikroorganismen. Zudem werden Bakterien, Algen, Einzeller und Pilzmyzelien oberflächlich rund um die Wohnröhre abgeweidet oder beim Durchwühlen des Bodens mit der Erde aufgenommen. Damit die zahnlosen Regenwürmer das organische Material überhaupt fressen können, muss es vorgängig von Pilzen und Bakterien aufgeschlossen werden. Zu diesem Zweck werden Blätter und Ernterückstände in die Wohnröhre eingezogen und im obersten Bereich der Röhre kompostiert.

Die Würmer sind wahre Kompostiermeister: Sie kleben ihre Nahrung an die Wand der Röhre, überschichten sie mit Kot und bieten damit den vorverdauenden Mikroorganismen ideale Lebensbedingungen.

Beim Fressen von verrottetem organischen Material werden auch grössere Mengen Mineralerde aufgenommen und mit den im Darm lebenden Mikroorganismen vermischt.

Würmer

fressen pro

Tag

bis zur

Hälfte

ihres

Eigen-

gewichtes



R e c

Verdauen

Im muskulösen, hartwandigen Magen der Regenwürmer werden die angerotteten Pflanzenreste zwischen Mineralteilchen, die mit der Nahrung aufgenommen wurden, zerrieben. Im Darm schliesslich hilft eine ganze Palette von Enzymen und Mikroorganismen den Nahrungsbrei weiter aufzuschliessen und zu verdauen.

Ausscheiden

Im Regenwurm Kot ist ein Grossteil der Nährstoffe, die mit der Nahrung aufgenommen wurden, noch vorhanden. Durch das mehrmalige Fressen und Ausscheiden sogar in konzentrierterer Form als im umliegenden Boden. So enthält Regenwurm Kot im Vergleich mit der Umgebungserde durchschnittlich fünfmal mehr pflanzenverfügbaren Stickstoff, siebenmal mehr Phosphor und elfmal mehr Kalium.

reiner Humus

Foto: F. Vetter / Zentium f. angew. Ökologie



y c l i n g



Feinschmecker, aber schlechte Futterverwerter

Die Regenwürmer haben ihre Ernährungsweise den Bedingungen ihres Lebensraumes angepasst. So bevorzugen Mineralböden bewohnende Arten abgestorbene Pflanzenwurzeln und bereits stark angerottetes organisches Material mitsamt den darauf lebenden Mikroorganismen. Die Streubewohner ernähren sich meist vom Falllaub. Einige Arten haben sich spezialisiert auf Bodenalggen, Mist, Kompost oder morsches Holz. Frassversuche mit grossen, vertikalgrabenden Regenwürmern an verschiedenen Laubarten haben ergeben, dass stickstoffreiche und gerbsäurearme Blätter wie Schwarzerle, Esche oder Ulme bevorzugt werden. Andere Blattarten werden erst in einem fortgeschrittenen Abbaustadium gefressen. Ganz zu unterst auf dem Speisezettel steht die Nadelstreu. Charles Darwin (1881) attestierte den Regenwürmern einen gut entwickelten «sense of taste», zu deutsch Geschmackssinn.

Regenwürmer sind keine guten Futterverwerter, wird doch ein Grossteil der aufgenommenen organischen Substanz unverdaut wieder ausgeschieden. So frisst der bekannte Tauwurm *Lumbricus terrestris* pro Tag etwa sein halbes Eigengewicht an Nahrung. Der gut durchmischte und mit Nährstoffen angereicherte Kot ist in jedem Fall ein gefundenes Fressen für die anderen Bodenorganismen.

Bevorzugte Nahrung Erle und Ulme



Das Märchen vom zerschnittenen Regenwurm

Fest verankert in der Volksmeinung ist die irrige Vorstellung, beide Hälften eines in der Mitte getrennten Regenwurmes würden sich wieder zu je einem lebensfähigen Exemplar entwickeln. Tatsache ist, dass nur der Vorderteil mit den lebenswichtigen Organen («Gerhirn», Magen, «Herzen» u.a.) weiterlebt, sofern hinter dem Gürtel noch genügend Segmente einen funktionsfähigen Darm gewährleisten und keine Wundinfektion eintritt. Das abgetrennte Hinterende stirbt in jedem Falle nach kurzer Zeit ab.

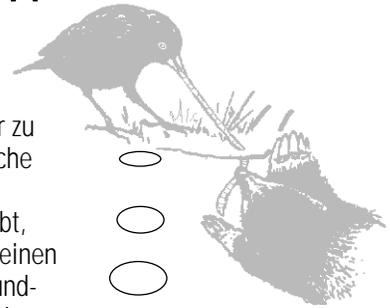
Würde die wundersame Vermehrungstheorie zutreffen, so müsste es auf den viel gepflügten Äckern nur so wimmeln von Regenwürmern. Das Gegenteil ist der Fall: die Bodenbearbeitung, insbesondere der intensive Pflugeinsatz führt im Ackerbau zu einer starken Dezimierung des Regenwurmbestandes.

Was tun bei Gefahr?????

Der Lebensraum Boden bietet den Regenwürmern einen guten Schutz. Die Wahrnehmung bereits sehr schwacher Erschütterungen erlaubt ihnen meist eine rechtzeitige Flucht.

Wird ein Wurm trotzdem von einer Amsel gepackt, die versucht, ihn am Schwanz aus der Wohnröhre zu zerrren, so kann er sich mit Hilfe seiner Borsten und der starken Muskelspannung in der Röhre fest verankern. Im Notfall kann er sogar das festgehaltene Hinterende abschnüren und flüchten. Durch starke Kontraktion der Ringmuskulatur an der Durchschnürungsstelle können nämlich am Hinterende gut 50 Segmente abgetrennt werden. Zum Teil wachsen diese später wieder nach.

Feinde können auch durch die Absonderung von übelriechendem Schleim abgeschreckt werden.

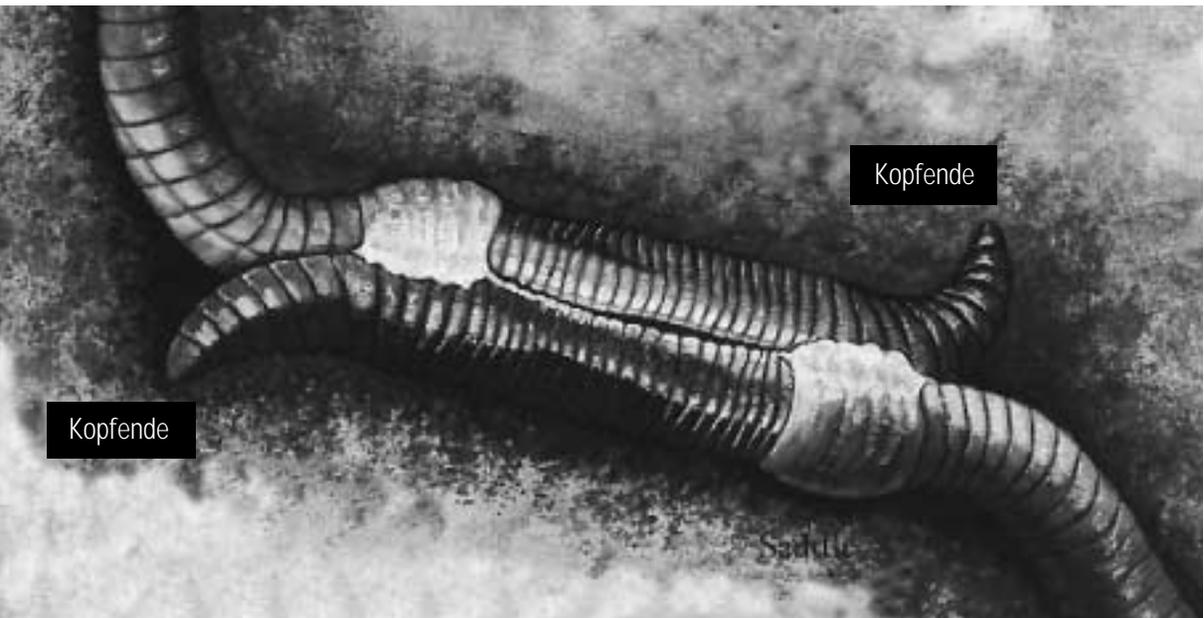


Fortpflanzung

Regenwürmer sind Zwitter. Sie besitzen gleichzeitig männliche und weibliche Fortpflanzungsorgane (Hoden/Eierstöcke). Trotzdem sie sowohl Spermien als auch Eier selber produzieren, wurde Selbstbefruchtung nur selten beobachtet. Regenwürmer pflanzen sich hauptsächlich im Frühling und im Herbst fort, wenn die Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse im Boden für sie günstig sind. Meist nach Regenfällen, im Schutze der Dämmerung oder nachts, kommen die fortpflanzungsfähigen Würmer zur Paarung an die Bodenoberfläche.

Die Geschlechtsreife der Individuen zeigt sich an der Hautverdickung im vorderen Drittel des Körpers, dem sogenannten Gürtel. Mit der Geschlechtsreife klärt sich endgültig die Unsicherheit bezüglich dem Vorne und Hinten beim Regenwurm: Der Gürtel liegt näher beim «Kopfende» des Wurmes.

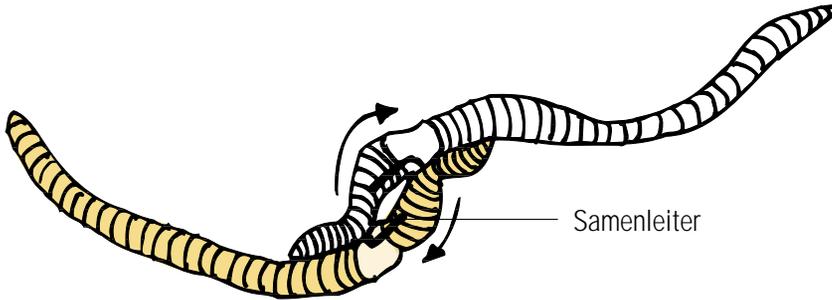
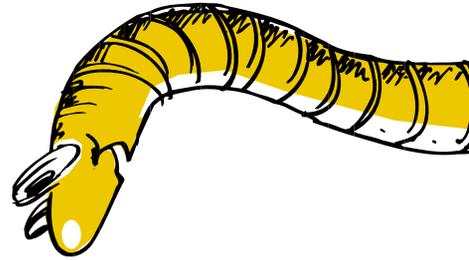
Bei der Paarung «funktionieren» beide Partner als Männchen. Zu dem oft mehrstündigen Akt legen sie sich gegengleich aneinander. Klebriger Schleim und spezielle Klammerborsten halten die Bauchseiten beim Samenaustausch eng aneinandergedrückt. Der Samen tritt dabei aus den männlichen Geschlechtöffnungen aus und wird in den Samenrinnen bis zu den Samentaschen des anderen Wurmes transportiert, wo er aufbewahrt wird. Dann trennen sich die Partner wieder.



Jedes Tier ist männlich und weiblich

Illustration: Sadie und Suzanne Pascoe

Hier erfahrt Ihr, wieso
ich Karl-Maria heisse!



Der männliche Samen wird vom 15. Segment durch die beiden Samenrinnen nach hinten bis zu den Samentaschen des Partners befördert, wo er aufbewahrt wird.



Am Gürtel wird ein Schleimring gebildet, aus dem sich der Wurm langsam herauszieht.

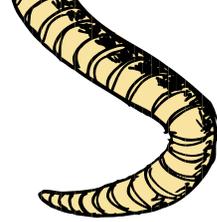


Beim Passieren des 14. Segmentes werden einige Eier in den Schleimring abgegeben. Diese werden beim Passieren des 9. und 10. Segmentes mit dem in den Samentaschen aufbewahrten fremden Samen befruchtet.



Der Wurm streift den rasch härtenden Schleimring ganz ab und die elastischen Enden schliessen sich zu einem blassgelben, zitronenförmigen Kokon.

Brutfürsorge



Zum Schutz vor negativen Umwelteinflüssen umgeben viele Wurmart die im Boden oder in der Streu abgelegten Kokons mit einer dicken Schicht Regenwurm-kot. In dieser vorverdauten Schutzschicht findet der frisch geschlüpfte Wurm zugleich seine erste Nahrung.

Die Entwicklungsdauer ist von Art zu Art verschieden. Schlüpft der Kompostwurm bei 25° C bereits nach 16 Tagen, so benötigt der Tauwurm bei 12° C im Boden bis zu 135 Tage.

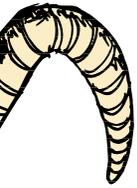
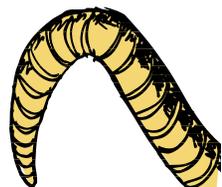


Foto: Hans Ramseier / Schweiz. Ingenieurschule für Landwirtschaft





Der Wurmkokon entspricht in seiner Form ziemlich genau einer Zitrone und hat etwa die Grösse eines Zündholzkopfes.



Foto: Hans Ramseler / Schweiz. Ingenieurschule für Landwirtschaft

Januar

Jahreszyklus

Februar

März

Aktivste
Zeiten

April

und
Fortpflanzung
im Frühling

Mai

und Herbst

Juni

Juli

Ruheknoten für
Winter- und Sommerschlaf

August

September

Oktober

November

Dezember

Regenwürmer können ihre Körpertemperatur nicht selbständig regulieren. Sie müssen ihren Lebensrhythmus der Umgebungstemperatur aber auch den Feuchtigkeitsverhältnissen im Boden anpassen. Grosse Mengen ausgestossener Regenwurmlosung an der Bodenoberfläche verraten es: die Jahreszeiten der grössten Wühlaktivität sowie der Fortpflanzung sind das Frühjahr und der Herbst. Anhaltende Trockenzeiten im Sommer und starker Frost im Winter verunmöglichen die Nahrungsaufnahme und das Leben in der obersten Bodenschicht. Die meisten Arten ziehen sich dann tiefer in den Boden zurück und fallen in eine Art

Sommer- oder Winterschlaf.

Zu diesem Zweck erstellen sie eine mit Wurm Kot ausgekleidete Kammer und ringeln sich darin ein. So verringern sie ihre Körperoberfläche und reduzieren dadurch die Verdunstung von Körperflüssigkeit. Sobald die äusseren Bedingungen wieder günstig sind, erwachen die Würmer zu neuer Aktivität.



Foto: H. Kilar / Zoologisches Inst. TU Braunschweig

Vielfältiger Nutzen

Achtung!
Ungeheuer wichtige
Bauarbeiten!



DRAINAGE
BIOTURBATION
SCHAFFEN von
WURZEL- und
LEBENSRAUM
KEIMABTÖTUNG
BELÜFTUNG
RECYCLING

Regenwürmer sind wichtige Elemente der Wald- und Grünland-Ökosysteme. Mit bis zu 3 t Lebendmasse pro ha (100m x 100m) stellen sie ein enormes Proteinreservoir dar. Sie sind von zentraler Bedeutung für die Humusbildung und leisten damit einen wichtigen Beitrag für die langfristige Erhaltung der natürlichen Bodenfruchtbarkeit.

In einer Weide produzieren 3 t Regenwürmer bis zu 600 t Wurm Kot pro ha und Jahr. Die Kotablagerung im Boden und an der Oberfläche führt zu einer intensiven Durchmischung des Oberbodens. Dieser biologisch umgesetzte Boden hat wesentlich andere Qualitäten als mechanisch gelockterter Boden: Regenwurmkot behält selbst bei intensiven Regenfällen seine Form und zerfällt nicht so leicht zu Schlamm. Alle Pflanzennährstoffe liegen darin in erhöhter Konzentration vor. Das Einarbeiten und Verdauen der abgestorbenen Pflanzenreste reduziert die Zahl der Schadpilze stark und schafft günstige Bedingungen für die zersetzenden und mineralisierenden Mikroorganismen.

Durch die Grabtätigkeit der Würmer entsteht im Boden ein weitläufiges Röhrensystem, das unzähligen andern Bodenbewohnern als Lebensraum dient und die Sickerfähigkeit der Böden um das Vier- bis Zehnfache steigert. Bis zu 1000 Röhren mit Durchmessern von 2 - 11 mm wurden auf einem Quadratmeter Wiese schon gezählt. Ein derart durchlöcherter Boden saugt sogar starke Platzregen auf wie ein Schwamm. Regenwurmfreie oder nur schwach besiedelte Böden dagegen verschlammten bei schweren Regenfällen und das Wasser fließt oberflächlich ab. Dies führt besonders bei Kulturen ohne Bodenbedeckung und in Hanglage zu massiver Bodenzerstörung durch Erosion.

Die Regenwurmgänge verbessern auch die Sauerstoffversorgung im Boden und erleichtern den Pflanzenwurzeln das Eindringen in tiefere, feuchtere Bodenschichten.

Beitrag zur natürlichen Stickstoffversorgung

Die Regenwürmer tragen in vielfältiger Weise zur natürlichen Stickstoffversorgung der Pflanzen bei. Ihr Kot ist mit Stickstoff angereichert und in ihren Wohnröhren leben rund 40% der stickstoffbindenden Mikroorganismen. Selbst tote Würmer erbringen noch einen Beitrag zur natürlichen Bodenfruchtbarkeit: ein toter Regenwurm enthält bis zu 10 mg Stickstoff. Auf einer Wiese mit einem Bestand von 400 Tieren pro m² ergibt sich - unter der Annahme, dass 75% der Würmer nicht älter als ein Jahr werden - eine Freisetzung von 30 kg Stickstoff pro ha und Jahr. Diese Menge entspricht ungefähr dem Stickstoff-Eintrag über die Luft.

Regenwürmer, die fleissigen Tunnelbauer unter Tag

Untersuchungen zur Ausdehnung der Regenwurmgänge in einer Dauerwiese ergaben, dass 200 g Regenwürmer pro m² in einem Bodenblock von 1 m² Grundfläche und 1.5 m Tiefe ein Röhrensystem mit einer maximalen Ausdehnung von 900 m anlegten! Das maximale Volumen dieses Gangsystems wurde auf 90 dm³ mit einer Oberfläche von rund 5 m² geschätzt. Umgerechnet auf eine ha sind dies 2 t Regenwürmer mit einem Röhrensystem von 9'000 km, einem Porenvolumen von 90 m³ und einer Oberfläche von 7 Fussballfeldern.

Wurzelwachstum und Regenwurmgänge

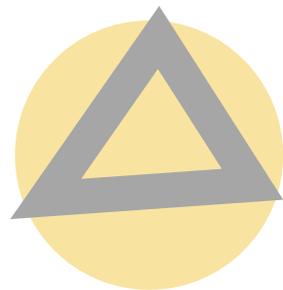
Regenwurmgänge sind durchgehende Röhren von der Bodenoberfläche bis in Tiefen von 2 m. Sie lockern, durchlüften und drainieren den Boden und werden von Pflanzenwurzeln bevorzugt als Wachstumskanäle verwendet. Die mit Wurm Kot ausgekleideten Wohnröhren fördern das Wachstum der für die Nährstoffaufnahme verantwortlichen Feinwurzeln. Mehrfach wurde in regenwurmreichen Böden die Ausbildung grösserer Wurzelwerke beobachtet, was den Pflanzen eine bessere Wasser- und Nährstoffversorgung ermöglicht. In Holland konnte in neu gewonnen Poldern (eingedeichtes Land) nachgewiesen werden, dass die Erträge in Versuchsfeldern mit Regenwürmern zum Teil erheblich grösser waren als in solchen ohne: bei Winterweizen ergab sich eine Steigerung um das 2fache, bei Heu um das 4fache und bei Klee gar um das 10fache.

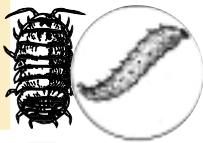


Foto: O. Graff / Institut für Bodenbiologie

Biologische Schädlingsbekämpfung im Obstbau

Bei genügend grossem Bestand arbeiten Regenwürmer in Obstanlagen den grössten Teil des Fallaubes in den Boden ein und eliminieren damit beispielsweise überwinternde Sporen des Apfelschorfs oder die Apfelblatt-Miniermotten. Eine Neuinfektion mit Apfelschorf im Frühling wird dadurch stark reduziert oder gar verhindert, die Apfelblatt-Miniermotten erreichen die Schadensschwelle gar nicht erst. Damit das Potential der Regenwürmer jedoch genutzt werden kann, dürfen keine für den Regenwurm schädlichen Kupferpräparate als Fungizide eingesetzt werden.



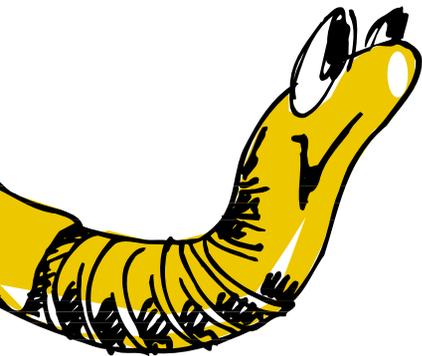


Teamwork

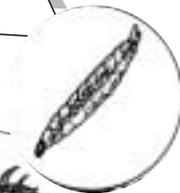
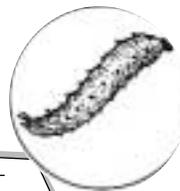
Regenwürmer und eine artenreiche Frassgemeinschaft vorverdauender Bodenlebewesen sorgen dafür, dass die Bodenoberfläche nicht von einer wachsenden Schicht aus Fallaub, abgestorbenem Gras und toten Tieren zugedeckt wird. Die zum Teil kaum sichtbaren Bodenorganismen erbringen miteinander enorme Leistungen. Laut einer wissenschaftlichen Untersuchung brachten diese aktiven Bodentiere in einem Robien-Erlenwald innerhalb eines halben Jahres fast 10 t Blätter (Trockensubstanz) pro ha zum Verschwinden. Versuche in Bayern ergaben, dass ein Regenwurmbestand von 2 t pro ha durchaus in der Lage ist, bis zu 40 t Stroh während des Winterhalbjahres in den Boden einzuarbeiten.

Der Abbau eines Laubblattes erfolgt in mehreren Phasen mit unterschiedlichen Akteuren:

- 1) Bakterien, holzabbauenden Pilze, Algen und Einzeller besiedeln und «knacken» die vom Regen aufgeweichte harte Blatthaut.
- 2) Grosse Milben und Springschwänze fressen als erste Löcher in das abgestorbene Pflanzengewebe und machen das Blattinnere für Pilze und Bakterien zugänglich.
- 3-7) Mücken- und Fliegenlarven vergrössern die Löcher. Tausendfüssler, Asseln und Schnecken zerstückeln die Blätter und fressen an den Blattnerven. Ihr Kot wird von ihnen selbst oder kleinen Milben und Springschwänzen gefressen. Die mit dem Abbau einhergehende Oberflächenvergrösserung erhöht die biologische Aktivität der Mikroorganismen.
- 8) Mit der Nahrung aufgenommene Mineralerde und die Kotballen anderer Bodentiere werden im Verdauungstrakt der Regenwürmer vermischt und ausgeschieden. Die Regenwürmer verarbeiten organische «Abfälle» zur wertvollsten Humusform, dem Mull.



Wir bilden ein gut eingespieltes Team: die vorverdauenden Organismen und ich!



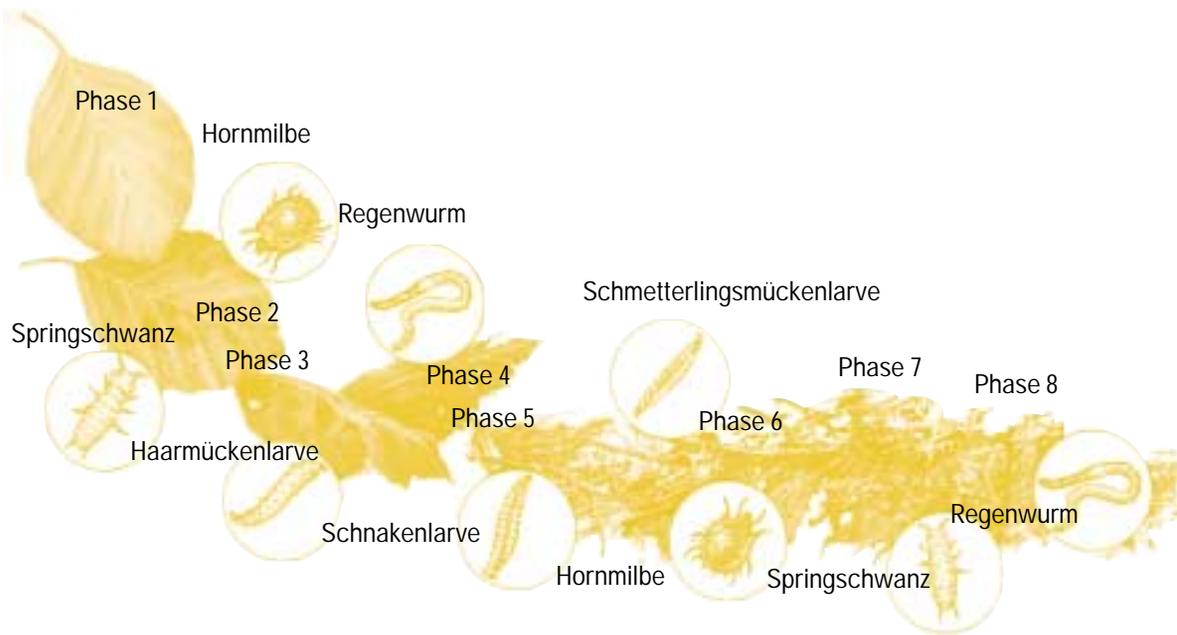
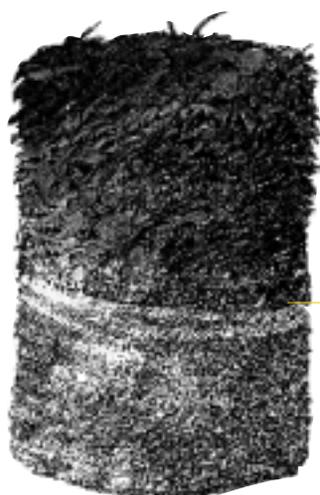


Illustration: Atelier A.Rissler

Blattabbau nach 174 Tagen:
 ohne Regenwürmer mit Regenwürmern



10 cm

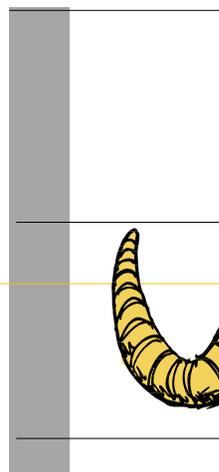


Illustration: Atelier A. Rissler

Förderung

Mischkultur

Foto: B. Alonsob / foterra



Bodenbedeckung im Maisanbau

Foto: W.G. Sturmy / BSF-Bern



Direktsaat aufs Getreidefeld

Foto: W.G. Sturmy / BSF-Bern



Ein prachtvoller Regenwurm

Foto: FAL / Zürich Resckenholz



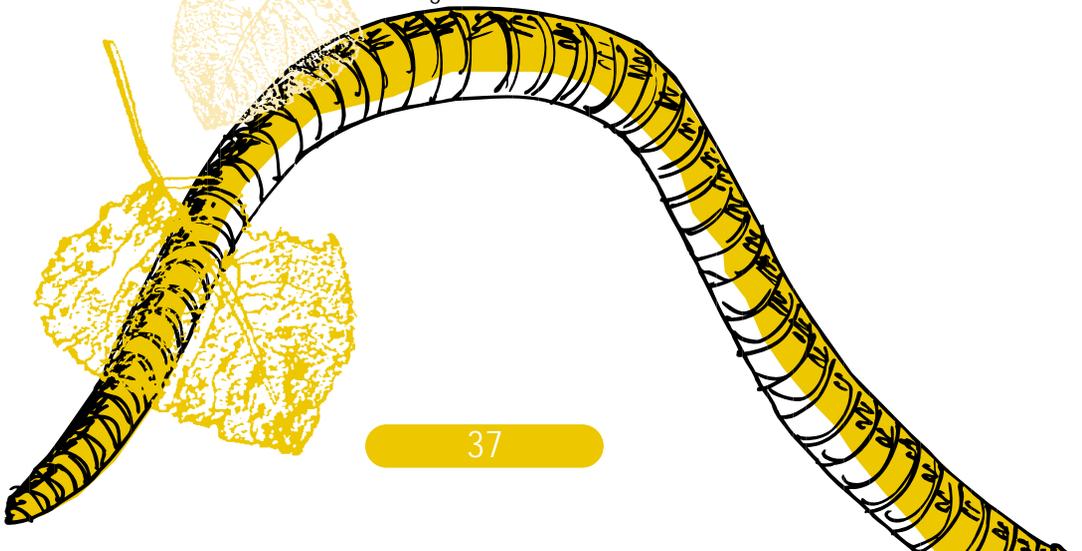
Sparsamer Spateneinsatz

Foto: Chr. Lanz



Wegen ihres vielfältigen Nutzens sollten der Regenwurm und seine Mitstreiter im Garten und auf dem Feld unbedingt gefördert werden. Dazu bestehen verschieden Möglichkeiten:

1. Spaten, Pflug und Bodenfräsen sind nur sparsam einzusetzen, da sie die Wohnröhren mit den Nahrungsvorräten zerstören und die Würmer häufig mechanisch verletzen. Flaches Pflügen während Trockenperioden schont den Wurmbestand, da sich die Tiere dann in tiefere Bodenschichten zurückgezogen haben.
2. Die Nahrungsgrundlage in Form von organischem Material ist ausreichend sicherzustellen. Dies kann mittels organischer Düngung (Mist, Kompost) und konsequenter Bodenbedeckung (Mulchen) erreicht werden.
3. Regenerierend auf den Bestand wirken sich Fruchtfolgen mit mehrjähriger Kunstwiese sowie Winterbegrünung mit Gründüngungspflanzen aus.
4. Streifen- und Direktsaaten im Mais- und Getreideanbau beschränken die Bodenbearbeitung auf schmale Streifen und schonen so das gesamte Bodenleben. Die bewachsene Bodenoberfläche ist zudem weniger anfällig für Bodenverdichtung.
5. Der Einsatz von regenwurmschädigenden Pflanzenbehandlungsmitteln ist zu unterlassen. Erfreulicherweise werden heute im Bewilligungsverfahren neue Pflanzenbehandlungsmittel auf Regenwurmverträglichkeit geprüft.
6. Verschiedene mehrjährige Forschungsprojekte in der Schweiz und im Ausland belegen die positiven Wirkungen der erwähnten Förderungsmöglichkeiten auf das gesamte Leben im und auf dem Boden. Im Vergleich verschiedener Bewirtschaftungsintensitäten schont und fördert die biologische Bewirtschaftung den Regenwurmbestand am nachhaltigsten.



Gefährdung



Foto: Zentrum f. angew. Ökologie Schattweid/F. Veiter

Fressfeinde, aber
auch die Menschen
machen uns das
Leben schwer!



Regenwürmer wurden im Labor schon bis zu 10 Jahre alt, bevor sie an Altersschwäche starben. In der Natur werden sie kaum so alt, denn die Regenwürmer stehen auf dem Speisezettel vieler Tierarten. Ihr grösster Fressfeind ist der Maulwurf, aber auch Wildschwein, Fuchs, Dachs, Igel, Kröte, Schlange, Ameise, Laufkäfer und andere verschmähen sie nicht. Mit listiger Fangtechnik stellen ihnen Amseln, Drosseln und Stare nach, und Lachmöven picken gleich scharenweise die vom Pflug freigelegten Würmer aus der Krume. Fressfeinde

Meist mit tödlichem Ausgang endet der nächtliche Ausflug auf Strassen und Plätze: Ultraviolettes Sonnenlicht führt am nächsten Tag bei den nur ungenügend gefärbten Wühlern zu Atemnot und nach einem Lähmungszustand zum Tod. UV-Licht

Ähnlich wirken auch kupferhaltige Spritzpräparate, wie sie zum Teil noch heute im Obst- und Weinbau zum Einsatz kommen. Durch Schädlingsbekämpfungsmittel vergiftete Regenwürmern können über die Nahrungskette auch Greifvögeln und deren Bruten zum Verhängnis werden. Spritzmittel

Überhöhte Gaben an konzentrierter und schlecht belüfteter Rinder- oder Schweinegülle dezimieren den Wurmbestand auf landwirtschaftlichen Flächen empfindlich. Gülle

Den krassesten Eingriff stellt der Kulturlandverlust dar. Unter den verbauten und versiegelten Flächen gibt es kein Bodenleben mehr. Landverlust



Fotos: F. Vetter / Zentrum f. angew. Ökologie Schattweid - W.G. Stumy / BSF-Bern

Kompostwurm

Der Kompostwurm (*Eisenia foetida*) wird durchschnittlich 6 - 13 cm lang. Er ist rötlich mit gelblichen Ringen und dadurch deutlich von den anderen Arten zu unterscheiden. In bedrohlichen Situationen sondert der Kompostwurm übelriechenden Schleim ab. Dieser Umstand führte zum Artnamen *foetida*: stinkend.

Der Kompostwurm lebt ausschliesslich im Mist oder Kompost und ist im normalen Garten-, Acker- oder Wiesenboden nicht anzutreffen. Zum Überleben benötigt er genügend Wärme und grosse Mengen an organischem Material. Die guten Lebensbedingungen im Kompost ermöglichen ihm die kürzeste Entwicklungszeit aller Regenwurmarten und eine entsprechend hohe Vermehrungsrate: Schon 3 Wochen nach Eiablage schlüpfen die Jungtiere und nach weiteren 9 Wochen sind diese bereits geschlechtsreif.

Ich und
meine Freunde die
Kompostwürmer!

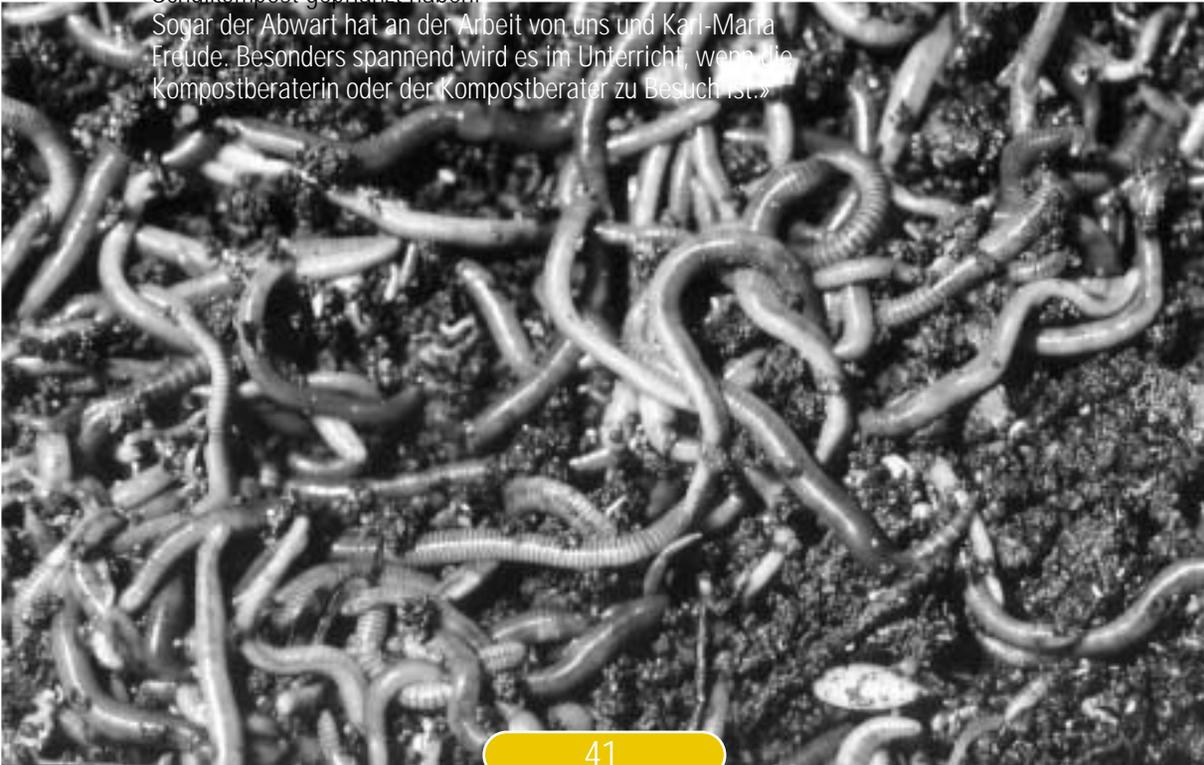


Kompost macht Schule

Der Kompostplatz ist ein idealer Beobachtungsposten für die praxisnahe Umwelterziehung, ein einzigartiges Biotop voller Lebewesen. Er bietet eine ausgezeichnete Gelegenheit, einen wunderbaren Kreislauf der Natur handgreiflich und hautnah zu erleben, was erst noch Spass macht:

«Toll, da ist ja der Wurm drin, in unserem Schulkompost. Lautlos und ohne Abgase verarbeitet der Kompostwurm gemeinsam mit Pilzen, Bakterien und andern Kleinstlebewesen unsere Küchenabfälle in wunderbaren Humus. Ohne dass wir was dazutun. Unsere Schulklasse braucht nur das Kompostsilo mit den Küchenabfällen zu füttern und jedes Mal Häckselmaterial dazuzumischen. Den Rest besorgen Karl-Maria und unsere Parallelklasse. Die ist nämlich dafür verantwortlich, dass das Silo geleert und ein schöner Komposthaufen aufgeschichtet wird. Nach einem halben Jahr haben die Würmer ihre Arbeit getan und wir sieben die wunderbar riechende Komposterde ab. Die verwenden wir dann für den Schulgarten, unsere Topfpflanzen im Schulzimmer und die einheimischen Büsche und Sträucher, die wir rund um den Schulkompost gepflanzt haben.

Sogar der Abwart hat an der Arbeit von uns und Karl-Maria Freude. Besonders spannend wird es im Unterricht, wenn die Kompostberaterin oder der Kompostberater zu Besuch ist.»



VERMISCHTES

Ein Wurm für alle (Ab) Fälle

Unter Marktnamen wie 'Tennessee Whiggler', oder 'Soilution Earthworm' eroberten die Kompostwürmer Kleingärten und Garten-Center. Jedes Tier setzt pro Tag sein eigenes Körpergewicht um. Womöglich liesse sich seine Gefrässigkeit sogar in den Dienst der Abfallentsorgung stellen ?

Amerikanische Forscher prüften in der Reagan-Ara die Klärschlamm-Entsorgung mit Hilfe des Regenwurmes. Das Projekt scheiterte damals am kargen Budget, aber das letzte Wort zum Thema ist sicher noch nicht gesprochen. China liess bereits Ende der siebziger Jahre Papier und Rückstände aus der Nudelproduktion von Regenwürmern aufarbeiten. Und wie steht es mit den wuchernden Abfallbergen in der Schweiz ?

Dezentrales Kompostieren zu Hause im eigenen Garten oder gemeinsam im Quartier wird immer populärer. Die schon bald nicht mehr überblickbare Zahl von Kompostbehältern bestätigt diesen Trend. Das Geschäft mit der Regenwurmerde läuft gut. Ständige Kontrollen und Qualitätsmerkmale des Endproduktes zum Schutz des Konsumenten tun jedoch Not.

Regenwürmer als Eiweiss-Lieferant für Mensch und Tier?

Würmer fressen nicht nur, sie sind ihrerseits hochwertige Nahrung. Regenwurmehl besteht zu über 60 % aus Eiweiss und enthält mehr essentielle Aminosäuren als Fischmehl. Regenwürmer könnten das zukünftige Rohmaterial für Tierfuttermehl werden. Aber es geht auch ohne Umwege über den Stall: Bei etlichen Naturvölkern galten Regenwürmer nicht nur als essbar sondern sogar als Hochgenuss. Bei den Maoris Neuseelands war eine bestimmte Wurmart ausschliesslich dem Häuptling vorbehalten. Stämme Süd-Afrikas pflegten Regenwürmer zu braten, und in Japan bereitete man Pasteten aus ihnen.

Und heute ? Auf den Philippinen bemühte man sich, den Markt um den «Earthworm-Burger» zu bereichern. Testpersonen liess man Hackfleischklopse aus einem Schweinefleisch/Regenwurm-Gemisch essen. Die ersten Versuche verliefen ermutigend, der erhoffte Durchbruch aber blieb aus.

Was tun ? Mehr Aufklärung ? Vielleicht in der Art: «Millionen Amseln können nicht irren: Esst Regenwürmer!»

Golfplätze: Reviere für Wurmsammler

Liebling der Angler ist der Wurm schon lange, sofern er agil und trotzdem fest am Haken sitzt. Das muss er, sonst ist er als Köder nicht tauglich. In Kanada und den USA floriert der Wurm-Ködermarkt seit Jahren. Allerdings wird die Nachfrage von 50 Millionen nordamerikanischen Anglern (Zahlen aus dem Jahre 1980) weniger aus Wurmschichten als vielmehr durch eine perfekt durchrationalisierte «Wurmernte-Industrie» befriedigt. Sogenannte «worm picker» sammeln den «Canadian night crawler» von

Golfplätzen und Weiden. Im Jahre 1980 wurden etwa 500 Millionen Exemplare an Abnehmer in den USA geliefert. Handelswert der Ernte: 17 Millionen US-Dollar. Vorzugsweise zwischen 22 Uhr und 5 Uhr ziehen straff organisierte «picker crews» über die nächtlichen Erntegründe, mit Grubenlampen und umgeschnallten Sammeldosen ausgerüstet. Ein guter Picker bringt es in einer ertragreichen Nacht (hohe Luftfeuchtigkeit, nicht zu kalt) auf 10'000 Tiere. Die werden in codierten Kisten, nach Zwischenlagerung in gekühlten Lagerhäusern, per Speziallaster an die Verkaufsstellen geliefert. Der letzte Bestimmungsort ist in jedem Fall ein Haken.

In Nordamerika lacht keiner über den Wurm-Job: Ein routinierter Picker verdient umgerechnet 200 bis 300 Franken pro Nacht. Golfplatz- und Weidenbesitzer kassieren fette Pachten. Der Wurm wirft was ab in der Neuen Welt. In der Alten dagegen definiert man seinen Wert meist über seine Leistungsfähigkeit im Naturhaushalt: vor allem Bodenlockerung und Humusproduktion.

(Aus C.-P. Lieckfeld: Ein Geschäft, in dem der Wurm drin ist)

Der Regenwurm und sein Würger

Ein regenwurm-fressender Plattwurm versetzt Europas Gärtner in

Er wird bis zu 15 cm lang, gehört zum Stamm der Plattwürmer und trägt den wissenschaftlichen Namen *Artioposthia triangulata*. In den sechziger Jahren wurde er von Neuseeland nach Irland eingeschleppt. Seither hat er sich über Schottland und England bis nach Dänemark ausgebreitet. Seine Lieblingsspeise: Regenwürmer.

Der fremde Plattwurm umschlingt seine Opfer und spritzt ihnen hochwirksame Verdauungsenzyme ein. Binnen kurzer Zeit verwandeln

diese das Innere eines Regenwurms in eine breiige Masse, die der räuberische Wurm schliesslich durch seine Mundöffnung aufsaugt. Gärtner in Irland mussten mitansehen, wie der neuseeländische Plattwurm innerhalb weniger Jahre die Regenwurmbestände vieler ihrer Beete völlig vernichtete. Regenwürmer spielen eine wesentliche Rolle bei der

Foto: B.Boag / Scottish Crop Research Institute



Angst und Schrecken.

Humusbildung und der Bodendurchlüftung. Ihr Verschwinden könnte deshalb für die Fruchtbarkeit der Böden dramatische Folgen haben. In Mitleidenschaft würden auch alle Tiere gezogen werden, die von Regenwürmern leben, wie Maulwürfe und zahlreiche Vogelarten. Schon fahndet die Königliche Gesellschaft für Gartenkultur in Grossbritannien mit einem Steckbrief nach dem neuseeländischen Plattwurm - «Dead or alive!».

Für unsere einheimischen Regenwürmer besteht vorerst keine Gefahr: Der Regenwurmfräser vermehrt sich nur in feuchtkalten Gegenden des Nordens.

Volksmedizin

Regenwürmer oder Teile davon kamen in der Volksmedizin bei vielen Anwendungen zum Einsatz. Es gab kaum eine Krankheit, bei der sie nicht helfen sollten. Sie galten ganz allgemein als schweisstreibend und schmerzlindernd. Die Regenwürmer fanden Verwendung bei jeglicher Art von Wunden, Frostbeulen, «zerhauenen» Adern, Kropf, Bruch, Harnverhaltung, Gliederschwind, Blutungen, Blutstockungen, Fieber, Zahnschmerzen, «schlimmen» Augen, Ohrenbeschwerden, Halsschmerzen, Magenbeschwerden, Gicht, Rheumatismus, Gelbsucht, Trunksucht und Tollwut, um nur einige zu nennen. Regenwürmer förderten zudem angeblich einerseits die Empfängnis und andererseits sollten sie den Abort des Ungeborenen bewirken.

So vielfältig wie die Verwendung der Regenwürmer war auch deren Zubereitung: So wurden die Tiere tot oder lebend verschluckt oder eingenommen, in einem Tuch an den kranken Körperteil gebunden, oder zerstoßen, zerhackt, gebraten, gedörrt, pulverisiert oder zu Öl destilliert und zu allerlei Pülverchen und Salben gemischt.

Alte Regenwurmrezepte (nicht krankenkassenzulässig)

- Bei Gicht werden Regenwürmer lebend auf die kranke Stelle gebunden bis sie verenden. Diese Behandlung wird so oft wiederholt, bis Linderung des Leidens eintritt.
- Regenwürmer werden in Branntwein ertränkt und die ganze «Arznei» (Würmer inklusive) geschluckt. (Altes Rezept aus Oldenburg)
- Zahnschmerzen können durch Einträufeln von in Öl gekochten Würmern in das gegenüberliegende Ohr beseitigt werden.
- Fein zerrieben aufgelegt können Regenwürmer durchgehauene Sehnen verbinden und vom dreitägigen Fieber befreien.
- In Gänsefett gekochte Regenwürmer eingetröpfelt heilen Ohrenscherzen.

Regenwurm und Aberglaube

Von der naturkundlichen Seite her wurden die Würmer früher wie folgt charakterisiert: Sie haben keine Augen, können sich nicht weit bewegen, gedeihen am besten in weissem und unfruchtbarem Boden und fressen Erde. Der Regenwurm entsteht ohne Zeugung aus reiner Erde. Man glaubte, dass bei Zerstückelung des Wurmes beide Teile weiter leben, und würde ein Teil den anderen wieder antreffen, so könnten sie wieder zusammenwachsen.

Regenwürmer, die aus der Erde kamen, wurden allgemein als Zeichen für Regen angesehen. Es hiess, wer einen Regenwurm tottritt, ruft Regen hervor.

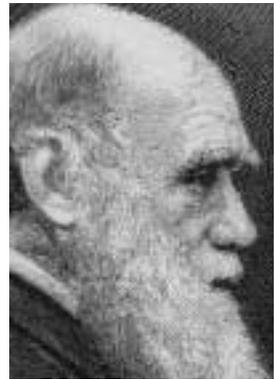
Den Regenwürmern wurde sogar Zauberkraft zugesprochen: Pulverisiert und in Kugeln oder Schiesspulver gemischt, erhöhten sie die Treffsicherheit. Destillierte oder pulverisierte Regenwürmer, mit anderen Ingredienzien vermengt, dienten zur Härtung des Stahles.

(Aus Bächthold-Stäubli: Handwörterbuch des deutschen Aberglaubens, gekürzt).

Die Wertschätzung der Regenwürmer im Wandel der Zeiten

Noch zu Beginn des 19. Jahrhunderts waren in landwirtschaftlichen und gärtnerischen Fachblättern Beiträge zum Thema «Mittel gegen die Regenwürmer» zu lesen. Es wurde ihnen hauptsächlich vorgeworfen, sie würden die Wurzeln der Pflanzen «zernagen». Die Ansicht, Regenwürmer seien schädlich und nach Möglichkeit zu vernichten, wich nur langsam besserer Einsicht. In England wurden die Regenwürmer erstmals 1835 in der «Encyclopaedia of gardening» als unschädliche Tiere angesehen. Charles Darwin schliesslich erkannte die grosse Bedeutung der Regenwürmer für die Humusproduktion und beschrieb sie in seiner letzten, 1881 veröffentlichten Arbeit mit dem Titel «Die Bildung der Ackererde durch die Tätigkeit der Würmer». In Deutschland zum Beispiel liess die Wertschätzung der Würmer allerdings noch etwas auf sich warten. Beobachtungen mit Regenwürmern aus Blumentöpfen, die aufgrund der engen Platzverhältnisse tatsächlich die Pflanzen schädigten, wurden einfach auf das Freiland übertragen. So ist es nicht weiter erstaunlich, dass die Regenwürmer noch 1867 in einem Lehrbuch als landwirtschaftliches Ungeziefer betrachtet wurden.

(Aus O. Graff: Die Regenwurmfrage im 18. und 19. Jh. und die Bedeutung Victor Hensens, gekürzt)



Der Kreislauf der Natur:

Mein Vetter hat einen Cousin, dessen Stiefnichte ist mit ihrem Grosszwilling verheiratet. Und sein Onkel pflegt zu sagen: «Mein liebes Kind, da sind nun also die Würmer.

Die Würmer werden von den Fröschen gefressen; die Frösche von den Störchen; die Störche bringen Kinder, und die Kinder haben Würmer. So schliesst sich der Kreislauf der Natur.»

Kurt Tucholski

Literatur

- BÄCHTHOLD-STÄUBLI, H. : Handwörterbuch des deutschen Aberglaubens.
De Gruyter, Berlin und Leipzig, 1927 - 1942.
- BIERI, M. & CUENDET, G. : Die Regenwürmer, eine wichtige Komponente von Ökosystemen. - Schweiz. Landw. Forsch., 28 (2) 1989.
- BUCH, W. : Der Regenwurm im Garten. - Ulmer-Verlag, Stuttgart 1986.
- DARWIN, C. : The formation of vegetable mould through the action of worms, with observations of their habits.
Appleton & Co., New York and London 1915.
- DUNGER, W. : Tiere im Boden. - Die Neue Brehm-Bücherei,
Verlag A. Ziemsen, Wittenberg 1983.
- FRANKEL, S. Z. : A worm by any other name.
Worm Digest 7, Eugene (Oregon) 1994.
- FÜGLISTER, K. : Der Regenwurm. ETH Fallstudien. - Orell-Füssli Verlag, Zürich 1991.
- GRAFF, O. : Die Regenwurmfraße im 18. und 19. Jahrhundert und die Bedeutung Victor Hensens. - Zeitschrift für Agrargeschichte und Agrarsoziologie, 27 (2), S. 232-243, 1979.
- GRAFF, O. : Unsere Regenwürmer.
Verlag M. & H. Schaper, Hannover, 2. Auflage 1983.
- HÄBERLI, R., LÜSCHER, C., PRAPLAN CHASTONAY, B. & WYSS C. : Boden Kultur - Kulturboden. - Verlag der Fachvereine, Zürich 1991.
- HANSCH, K. : Der Regenwurm: Bedeutung - Vermehrung - Einsatzmöglichkeiten.
Leopold Stocker Verlag, Graz 1988.
- KAPPELER, M. & HALDER, U. : Lebensraum Boden. - SBN-Sondernummer 1985.
- LEE, K. E. : Earthworms. Their Ecology and Relationships with Soils and Land Use. - Academic Press, Sydney, New York etc. 1985.
- LIECKFELD, C.-P. : Ein Geschäft, in dem der Wurm ist. - Natur 5, 1985.
- MEINHARDT, U. : Der unbekannte Regenwurm. - Kosmos 12, 1982.
- PETERS W. & WALLDORF V. : Der Regenwurm Lumbricus terrestris L. - Eine Praktikumsanleitung.
Quelle & Meyer Verlag, Heidelberg und Wiesbaden 1986.
- PIFFNER, L. : Einfluss biologischer und konventioneller Bewirtschaftung auf den Regenwurmbesatz. - zB 6, 1992.
- REUTIMANN, P. & GLASSTETTER, M. : Regenwürmer - die Dauerwühler. - Wald und Holz 7, 1994.
- STUCKI, P., TURRIAN F. : Auf den Spuren von Maulwurf Grabowski. Eine Einführung in die Geheimnisse des Bodens. - WWF-Schulservice 10, Zürich 1994.
- SULZBERGER, R. : Kompost und Wurmhumus. - BLV, München, Wien, Zürich 1993.
- THIELEMANN, U. : Die «wühlenden» Kühe unter der Erde.
DLG-Mitteilungen/agrar inform 1, 1993.
- WITT, R. : Ein reger Wurm. - Natur 5, 1985

Sponsorenliste

Wir danken folgenden Institutionen, welche die Realisierung der Regenwurm-Ausstellung unterstützt haben:

Finanzielle Beiträge:

- Aargauisches Baudepartement, Abteilung Umweltschutz, Sektion Grundwasser und Boden
- Amt für Umweltschutz des Kantons St. Gallen
- Amt für Umweltschutz und Energie, Bodenschutzfachstelle des Kantons Basel-Landschaft
- Amt für Umweltschutz des Kantons Solothurn
- Anna Zemp-Stiftung für umfassenden Mitweltschutz «SUMS»
- Bodenschutzfachstelle des Kantons Bern
- Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Umweltberatung und -erziehung
- Departement für Erziehung und Kultur des Kantons Thurgau, Fachstelle für Kultur
- Migros-Genossenschafts-Bund

Ausstellungsmaterial:

- Forbo Teppichwerke AG
- GAWO Gasser AG
- Osram AG
- Spychiger AG, Holz und Imprägnierungen
- Pastorini Spielzeug AG, Zürich und Dübendorf

An der Realisierung der Wurm-Ausstellung haben mitgewirkt:

Zentrum für angewandte Ökologie Schattweid:

Fredy Vetter, Roman Bucher, Richard Bürgi, Regula Meier

Atelier Ruth Schürmann:

Ruth Schürmann, Thomas Küng,

Beni Egli – Bildhaueratelier, Marco Bürkli, Edi Rölli

Natur-Museum Luzern:

Edy Felder, René Heim, Peter Herger, Sabine Russe

Druck der Ausstellungstafeln:

Kornmätt Ineichen, Reproduktionsservice, Luzern

Aufziehservice:

Coatex, Luzern

Wissenschaftliche Beratung:

Markus Bieri, Rüschiikon; Gérard Cuendet, Vauderens; Wolfram Dunger, Görlitz;

Otto Graff, Braunschweig; Franz Lamparski, Gundelfingen.

Internet-Auftritt

www.regenwurm.ch

Besuche Karl-Maria ImBoden auch auf dem Internet und navigiere selbst durch die virtuelle Ausstellung. Die Rubrik «Aktuell» gibt Auskunft, wo und wann die Ausstellung zu sehen ist. Viel Spass!

Wormly

Fredy Wetter

Zu beziehen im:

Zentrum für angewandte Ökologie Schattweid

Hackenrüti 8

CH-6110 Wolhusen

Tel. 041 492 50 90

e-mail: vetter@schattweid.ch

Verkaufspreis Fr. 8.–

Tschüss, und daran
denken! Ohne mich
bricht
der Kreislauf der
Natur zusammen!!

