

Tiere des Waldbodens (3. Teil)

Regenwürmer – die Dauerwühler

Bereits Charles Darwin erkannte im Jahr 1840 die grosse Bedeutung der Regenwürmer. Nach eingehenden Studien zur Anatomie, zum Verhalten und zur Ökologie berechnete er, dass Regenwürmer pro Jahr 0,25 bis 0,5 Millimeter Boden aufschichten, indem sie Bodenmaterial aus der Tiefe heraufholen und verarbeitet auf der Oberfläche ablagern. Das ergäbe in hundert Jahren theoretisch ein bis zu 5 Zentimeter dickes Bodenprofil¹. Regenwürmer gelten seither in Fachkreisen als «wichtigste Tiere überhaupt».

Fotos: Michèle Glasstetter



Senkrecht bohrender
Regenwurm
(*Lumbricus terrestris*,
Basler Jura).

In Mitteleuropa sind bis heute 156 Arten von *Ringelwürmern* bekannt. Die grösste einheimische Art, der mit seinen 40 Zentimetern riesige *Lumbricus badensis*, ist freilich im Vergleich zu den austra-

Vielseitige Haut

Die Haut der Regenwürmer ist *wasserdurchlässig*; sie kann also in trockenen Zeiten keinen Schutz bieten. Die Oberflä-

Von Peter Reutimann
und Michèle Glasstetter*

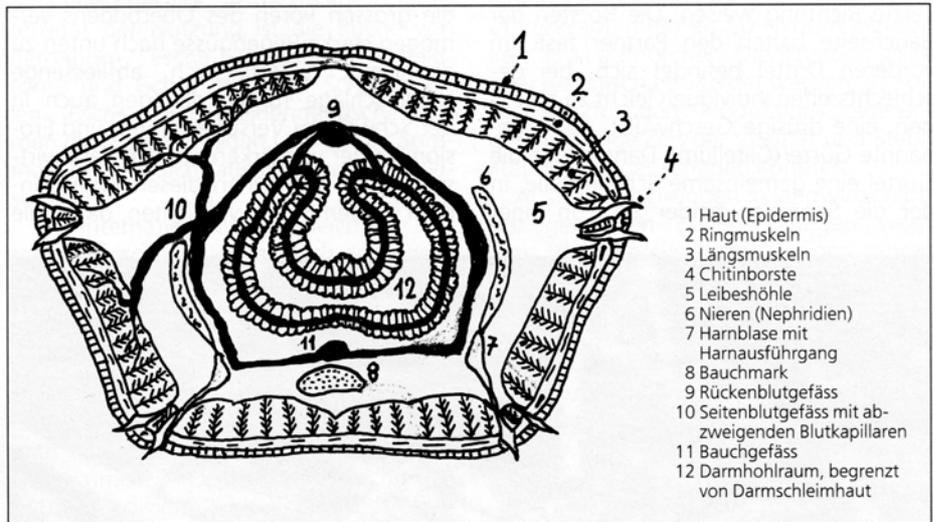
lischen Riesenwürmern eher als klein zu bezeichnen, denn diese werden bis zu drei Meter lang.

* Dr. Peter Reutimann ist Zoologe in Basel, Dr. Michèle Glasstetter ist Zoologin und Geographin in Basel.

Tiere im Waldboden

Im Waldboden ist viel mehr los, als von blossen Auge zu erkennen ist. In drei Folgen gibt WALD und HOLZ einen Einblick in die vielfältige Welt der Bodentiere. Die ersten beiden Beiträge sind in der Nr. 5/94 und in der Nr. 6/94 erschienen.

Querschnitt durch die Mitte des Regenwurmkörpers (*Lumbricus terrestris*; zusammengestellt von Michèle Glasstetter aus verschiedenen Lehrbuch-Abbildungen).



che ist vielmehr wichtiges Organ zur Aufnahme von Sauerstoff und Abgabe von Kohlendioxid. Der Sauerstoff ist an rote Blutkörperchen mit Hämoglobin (!) gebunden und wird von einem ausgeklügelten Blutgefäß-System im ganzen Körper verteilt.

Zahlreiche Drüsenzellen der Haut scheiden eine schleimige Flüssigkeit aus, die zusammen mit anderen Sekreten dafür sorgt, dass die Oberfläche konstant feucht bleibt. Mit dem Schleim gelangen auch Botenstoffe in die Umwelt. Damit markieren die Tiere den Eingang ihrer eigenen Wohnröhre, locken Geschlechtspartner an und warnen Artgenossen bei Gefahr.

In jedem Abschnitt des Körpers können wir feine Borsten fühlen, wenn wir den Wurmkörper mit beiden Händen sanft von hinten nach vorn durch die Finger ziehen.

Verschiedene einfache Sinnesorgane sind besonders am vorderen Ende des Körpers über die Haut verteilt und ermöglichen erst die Orientierung. Dazu gehören auch einfache, unscheinbare Augen. Das Hinterende der Tiere ist dagegen oft als Halteorgan ausgebildet und spatelförmig abgeflacht.

Mit Muskeln und Hydraulik

Unter der Haut befindet sich eine Schicht aus Muskeln. Im Bereich des spitzen Vorderendes ist sie besonders kräftig. Wenn nun die radialen (ringförmigen) Fasern betätigt werden, erschlaffen die längs verlaufenden Fasern. Das Tier wird an der betreffenden Stelle lang und dünn. So kann es sich grabend in feine Spalten hineinschieben. Dann verkürzt sich die Längsmuskulatur. So werden Risse erweitert, entstehen Röhren.

Während sich die Borsten in den Bodenkralen, laufen von vorn nach hinten wellenförmig Kontraktionen durch den ganzen Körper. Ein Wurm kann aber nur deshalb so mühelos in seiner Röhre kriechen, weil er ihre Innenwand mit Losung und Schleim austapeziert. Dieser «Kitt» verfestigt die Gänge, so dass sie oft jahrelang unverändert bestehen bleiben.

Der Bewegungsapparat braucht im Inneren eine Stütze: Anstelle eines Skeletts

übernimmt ein mit Flüssigkeit gefüllter Hohlraum unter der Muskulatur, die sogenannte Leibeshöhle, diese Funktion. Sie steht wie ein Gartenschlauch stets unter Druck. Ein Wurm kann so eine beachtliche Kraft nach aussen lenken: Messungen ergaben Werte von fast einem Kilogramm pro Quadratzentimeter.

Graben und fressen

Die äusserlich auffällige Unterteilung des Körpers in zahlreiche ringförmige Abschnitte wird durch Organe im Inneren also zum Teil durchbrochen. Das Vorderende trägt einen weichhäutigen Mundlappen, der Nahrung und Bodenpartikel ergreifen kann. Beim Graben wird der «Aushub» gefressen; die darin befindlichen Pflanzenreste und Bakterien werden gleich als Nahrung verwertet. Der Darm ist im Querschnitt U-förmig; er ist das wichtigste Organ des Tieres.



Junger Regenwurm im Sommerruhe-Knäuel (aufgebrochene Erdscholle).

Die dunkle Erdfüllung des Darms schimmert oft durch die wenig pigmentierten Hautpartien hindurch. Kräftige Darmbewegungen führen zur Durchmischung der aufgenommenen mineralischen und pflanzlichen Bestandteile.

Sommer- und Winterruhe

Der Name «Regenwurm» ist eigentlich unrichtig, denn nur bei langen und starken Regenfällen verlassen die Tiere den Boden. Das hat damit zu tun, dass sie sich nur bei grosser und anhaltender Luftfeuchtigkeit in der Dämmerung auf die Suche nach neuen Lebensräumen begeben können. Sie sind trotz ihrer mehr oder weniger dichten Pigmentschicht relativ empfindlich auf ultraviolette Strahlung. Bei Tageslicht können sie nur kurze Zeit überleben. In den feucht-dämmerigen Tropenwäldern allerdings sind dunkle Arten häufig auf Sträuchern und Bäumen anzutreffen.

Im Hochsommer und in kalten Wintern folgen die Tiere einem geheimnisvollen inneren Antrieb: Sie dringen tiefer in den Boden ein, graben eine Höhle, tapezieren diese mit Kot aus, rollen sich in einer doppelten Spirale eng ein, wobei das Vorderende in der Mitte der Spirale senkrecht nach unten gestossen wird. So verharren sie inaktiv über Wochen in Sommer- oder Winterruhe.

Vereinigung der Zwitter

In der Fortpflanzungszeit, das heisst meist im Herbst, finden die Paarungen nach dem Regen auf der Bodenoberfläche statt². Sie können mitunter mehrere Stunden dauern. Dabei legen sich zwei Tiere so mit den Bauchseiten aneinander, dass ihre Körperenden in entgegenge-

setzte Richtung weisen. Die Borsten der Bauchseite halten den Partner fest. Im vorderen Drittel befindet sich, bei geschlechtsreifen Individuen leicht zu erkennen, eine drüsige Geschwulst, der sogenannte *Gürtel* (Clitellum). Dann bilden die Gürtel eine gemeinsame Schleimhülle, in der die Spermien beider Tiere in einer

die grossen Poren des Oberbodens vermögen starke Regengüsse nach unten zu drainieren. Oberflächlich abfliessende Niederschläge führen dagegen auch in der Schweiz zu Verschlammung und Erosion. Leider verstärken schwere landwirtschaftliche Maschinen diesen Effekt, indem sie den Boden verdichten, damit die

Regenwürmer erdrücken, eventuell auch noch zerschneiden.

Eine besondere Bedeutung kommt der *Losung* auf der Bodenoberfläche zu: In Dauerwiesen des nordwestschweizerischen Juras beispielsweise enthalten die sogenannten «Regenwurmhäufchen» im Mittel 1,4mal mehr Gesamtstickstoff, 2mal soviel Kalium und 6mal mehr Phosphat als der umgebende Oberboden. Vor allem in nährstoffärmeren Böden wird an der Bodenoberfläche (im lockeren Waldhumus auch in unterirdischen Hohlräumen) viel Regenwurmkot produziert, dessen Nährstoffe für die Pflanzen direkt verfügbar sind³.

Eine *naturnahe Bewirtschaftung* fördert die Regenwürmer nachhaltig. Sie vermeidet Bodenverdichtung, setzt auf organische Düngung, beachtet eine gesunde Fruchtfolge, verzichtet teilweise oder ganz auf chemische Pflanzenschutzmittel. Sie ist in Zukunft unbedingt nötig, wenn Regenwürmer nicht ganz aus unserem Kulturland verschwinden sollen⁴.

Regenwürmer im Jurawald

Im Jura-Mittelgebirge blieben die Wälder nur in Lagen bestehen, die eine intensivere Nutzung verunmöglichen: auf den harten Jurakalkschichten, auf den blockschuttreichen Hängen unterhalb davon und auf tonig-mergeligen Steilhängen, welche oft von Kalkbändern unterbrochen sind. In einer Höhenlage von 600 bis 1200 Metern über Meer herrschen dort

«Regenwurmhäufchen»
(*Losung*).



längsgerichteten Rinne ausgetauscht werden. Trotz ihrer zwittrigen Veranlagung – sie verfügen über männliche und weibliche Geschlechtsorgane – können sie sich als Einzeltiere nicht fortpflanzen.

Nach der Paarung bildet jedes Tier rund um den Gürtel eine schleimige Hülle, in welches es Nährflüssigkeit sowie die eigenen Eier und die eingespeicherten Spermien des Partners ausstösst. Es streift diese rasch härtende Hülle ab. Nachdem sich die Ränder festverschnürt haben, entsteht ein gelbbrauner, pergamenthäutiger *Kokon*. Dieser ist kugelig-oval und misst je nach Art etwa 2 bis 7 Millimeter. 45 bis 90 Tage dauert dann die Embryonalentwicklung bis zur Schlüpfreife der Jungwürmer.

Hochleistungs-Landwirte

Die Wühlarbeit (Bioturbation) der Bodentiere führt nachweisbar zu *verbesserten Bodeneigenschaften*, denn gerade

Foto: Peter Reutimann



Regenwurmkokons und schlüpfender Jungwurm einer senkrecht bohrenden Art. Originalgrösse der Kokons: 7 x 4 Millimeter (Aufnahme mit Binokularlupe).



Profil durch die oberen 40 Zentimeter einer Braunerde auf Hanglehm (Buchenwald mit Weisstanne und Bergahorn im Basler Jura).

Von grösster Wichtigkeit

Die Regenwürmer spielen in den Wald- und Grünland-Ökosystemen eine herausragende Rolle:

- Sie stellen mehr als 90 Prozent der Tiermasse im Boden dar.
- Sie sind an der Regelung des Wasser-, Luft- und Nährstoffhaushaltes der Böden aktiv beteiligt.
- Sie verbessern die Bodenstruktur und durchmischen die Bodenschichten.
- Sie bauen viel organisches Material ab und bringen es in den Boden ein.
- Ihre Losungshäufchen bilden stabile Bodenaggregate. Sie sind reich an organo-mineralischen Komplexen, an pflanzenverfügbaren Nährstoffen, Schleimstoffen und Mikroorganismen.
- Ihre Wohnröhren dienen der Drainage und dem Luftaustausch der Böden. Sie erleichtern den Pflanzenwurzeln das Eindringen in tiefere Bodenschichten.
- Die Regenwürmer fördern die Ansiedlung und Vermehrung nützlicher Bakterien und Strahlenpilze in ihren Gängen und Losungshäufchen.
- Sie sind eine wichtige Protein- und Nährstoffquelle für die meisten freilebenden Vögel und Säugetiere sowie für zahlreiche räuberische Gross-Gliederfüssler.

Buchenwälder vor. Je nach Lage und Intensität der Nutzung ist die Buche von Bergahorn, Esche, Weisstanne, Waldföhre und Fichte begleitet. Schmale Erlen-, Eschen- und Weidengebüsche säumen die steilen, tonigen Ufer der im Sommer gelegentlich austrocknenden Wiesenbäche.

Im internationalen Vergleich ist der schweizerische Jura sehr reich an Regenwürmern. Es gibt einerseits Wälder auf Blockschutt, die unter einer oft mächtigen, tiefschwarzen Humusschicht nur wenig feinkrümeliges, lehmig-braunes Bodenmaterial aufweisen. Darunter beginnen die Kalksteinblöcke. Hier zählte man «nur» 40 bis 80 Regenwürmer pro Quadratmeter. Dies entspricht bis zu 800000 Individuen mit einem Gesamtgewicht von 250 bis 500 Kilogramm pro Hektare. In den Buchenwäldern auf Lehmböden mit praktisch fehlender Humusaufgabe, aber auch mit weniger Steinen im dichten Boden, konnten hingegen bis zu 200 Tiere mit einem Gesamtgewicht von 60 bis 70 Gramm pro Quadratmeter gefunden werden. Dies entspricht etwa 1,5 Millionen Tieren mit einem Gewicht von über 600 Kilogramm pro Hektare.

Von den 17 Arten, die bei dieser Jura-Studie gefunden wurden, konnten 13 an den sechs untersuchten Waldstandorten festgestellt werden³. Jeder Standort beherbergte eine Gemeinschaft von 3 bis 5 Arten (über Blockschutt) bzw. 4 bis 10 Arten (in lehmigen Waldböden).

Zwar sind die Jurawälder reich an Regenwürmern; in den sie umgebenden intensiv bewirtschafteten Dauerwiesen findet man jedoch mehr als doppelt so viele Regenwürmer. Warum? Die Antwort ist einfach: Die Masse der Regenwürmer wird im Grünland des Juras von einigen wenigen Arten dominiert, die in den mit Gülle und Mist gedüngten, aber nie gepflügten Dauerwiesen mit ihrer ganzjährig dichten, schützenden und streuliefernden Grasdecke absolut ideale Wachstums- und Vermehrungsbedingungen vorfinden. Im Wald leben aber vor allem kleinere Regenwurmartensorten, und gerade diese leben weniger dicht beieinander.

Im Dienste der Forstwirtschaft?

Die Frage, ob es im Hinblick auf die Holzproduktion lohnend wäre, Regenwürmer künstlich zu vermehren und im Wald auszusetzen, wurde zwar wiederholt in Forschungsprojekten untersucht, konnte aber bis heute nicht eindeutig geklärt werden⁵. Dass sich in Verbindung mit künstlicher Düngung der Flächen in

einem Versuch ein *Zuwachs der Holzproduktion* von mehr als 50 Prozent erzielen liess, lässt aufhorchen. Die Situation sollte aber realistisch betrachtet werden, da solche kurzfristigen Produktionssteigerungen auf lange Zeit der Vitalität und Stabilität des Waldes schaden könnten.

Aus Untersuchungen in landwirtschaftlich genutzten Böden dagegen weiss man, dass bereits nach wenigen Jahren eine Steigerung von Bodenfruchtbarkeit und Produktion erreicht werden kann⁶. Die Wühl- und Düngeleistung der Tiere ermöglicht nämlich auch, dass Wurzeln in den Wurmröhren bis in grössere Tiefen hineinwachsen können.

Eine gehaltvolle Beute

Auch über den Tod hinaus leistet der Regenwurm Wertvolles: Er wird von den meisten grösseren Tierarten des Waldes als *Nahrung* geschätzt, von den räuberischen Käfern und ihren Larven bis zu Maulwurf, Fuchs, Dachs und Wildschwein. Viele Vögel sind auf diese eiweissreiche Nahrung angewiesen.

Für einen Dachs im Berner Mittelland sind Regenwürmer offenbar ganzjährig der häufigste Nahrungsbestandteil⁷. Man darf daher annehmen, dass ein Regenwurm, der bis drei Jahre alt werden kann, selten eines natürlichen Todes stirbt. Allerdings sind Räuber nicht daran schuld, dass die Zahl der Regenwürmer zurückgeht. Dies konnte jedenfalls am Beispiel der Möwen in frischgepflügten Äckern gezeigt werden⁸. □

Literatur

- ¹ Darwin, 1881: London, 298 S.
- ² Graff, 1984: Verlag M.&H.Schaper, Hannover, 112 S.
- ³ Glasstetter, 1991: In: Physiogeographica, Basler Beitr. Physiogeogr. 15. (Dissertation Univ. Basel).
- ⁴ Zeitschrift Z.B.: *Zum Beispiel*. (Institut für Bio-Landbau Oberwil (BL), 7. Jhrg., Nr. 10. Nov. 1989).
- ⁵ Muys und Grandval, 1990: In: Proc. FAO/ECE/ILO Seminar on forest site conservation and improvement for sustained yield. München, Juni 1990, 11 S.
- ⁶ Cuendet und Bieri, 1989: ETH Lausanne und ETH Zürich.
- ⁷ Lüps und Mitarb., 1991: In: Naturhistorisches Museum der Burgergemeinde Bern, Kleine Mitteilungen, Nr. 14, Juli 1991.
- ⁸ Cuendet, 1983: In: Satchell (Hrsg.): Earthworm Ecology. From Darwin to vermiculture.