

ÖKOFAUNISTIK – METHODIK – BIOINDIKATION

Zur Ökologie und Faunistik einheimischer Regenwürmer

Mag. Dr. Friedrich SEEWALD
H.-Pfitzner-Straße 9/2
A-5020 Salzburg

Der Regenwurm – ein Verachteter?

Es erscheint bemerkenswert, daß in zoologischen Sammlungen kaum Regenwurm-Kollektionen vorzufinden sind. Käfer und andere Insekten, selbst Spinnen, ferner Schnecken, Muscheln, von Wirbeltieren ganz abgesehen, erfreuen sich da einer viel größeren Wertschätzung unter Zoologen oder sammelnden Laien.

Der Grund mag in einer historischen, seit alters her überlieferten Erziehungseigenart unseres Kulturkreises liegen. Es gibt eben schöne, interessante, giftige, schädliche, nützliche, abscheuliche Tiere. Der Regenwurm wird wohl eher den letzteren zugesellt. Seine schleimige Haut, die reptilienhafte Fortbewegung, sein Leben unter der Erde machen ihn für die meisten Menschen abstoßend. Nichtsdestoweniger gibt es Völker, die ihn oder seine Verwandten auf ihren Speiseplan gesetzt haben. Von einem bedeutenden österreichischen Naturwissenschaftler wird sogar berichtet, daß er in der Lage gewesen sei, die Regenwurmarten nach dem Geschmack voneinander zu unterscheiden. Wenn man bedenkt, daß viele Arten spezifische Lebensraumanforderungen stellen, scheint das nun gar nicht mehr so verwunderlich.

Vielen Menschen ist die Bedeutung und Nützlichkeit der Regenwürmer einigermaßen bewußt. So werden sie wenigstens nicht verfolgt oder bewußt zertreten wie Schnecken oder Giftschlangen.

Die genaue Kenntnis der Lebensweise und ökologischen Bedeutung sollte dazu beitragen, den Ruf und das Prestige dieser Tiergruppe im Bewußtsein der Bevölkerung weiter anzuheben.

Zur Geschichte der Regenwurm-forschung in Österreich

Wenn in dieser Zeitschrift über das Leben der Regenwürmer berichtet wird, so ist einer der Gründe auch darin zu sehen, einem der ersten und

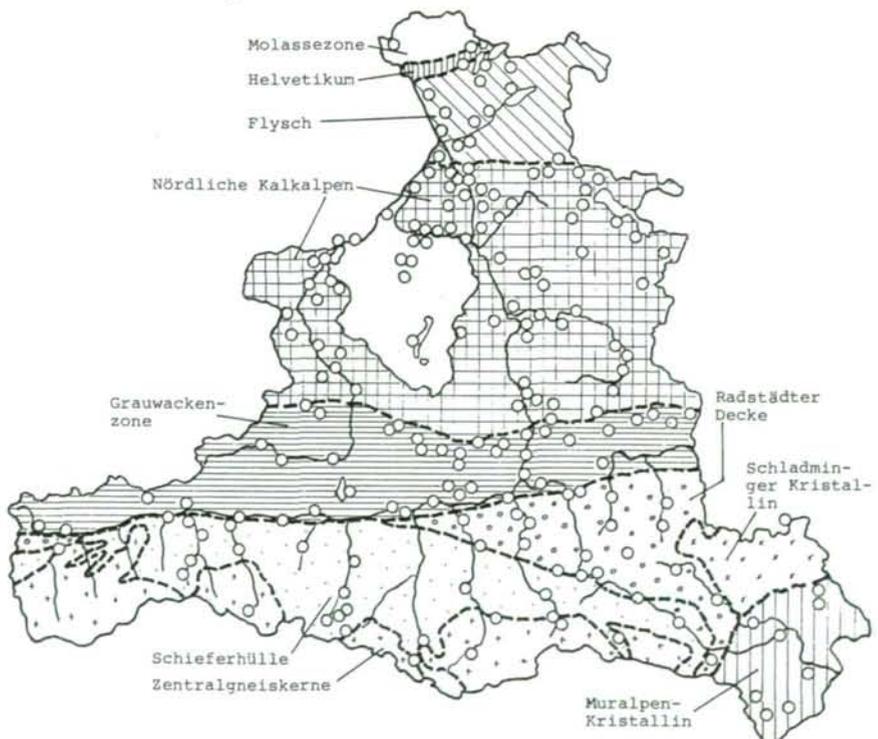
bedeutendsten Forscher auf diesem Gebiet in Österreich, nämlich dem Linzer Handelsakademieprofessor Dr. Karl WESSELY die Reverenz zu erweisen. Man kann mit gutem Gewissen behaupten, daß von Linz die Regenwurm-forschung in Österreich ihren Ausgang genommen hatte. Im Linzer Landesmuseum liegt eine Sammlung von über 2400 gut erhaltenen Tieren aus ganz Österreich vor. Auf seinen Forschungs- und Urlaubsfahrten hat Karl WESSELY besonders den Raum Oberösterreichs und Salzburgs genauer erfaßt.

was schließlich in den Jahren 1969 – 1973 geschah. Dabei wurden fast 4000 Regenwürmer an 300 verschiedenen Fundorten in Salzburg und in den grenznahen Gebieten gesammelt, konserviert und determiniert und ihre Verbreitung und ökologischen Bedürfnisse untersucht.

Eine kurze Darstellung der Regenwurm-Systematik

Die Familie der Regenwürmer (= Lumbricidae) gehört dem großen Tierstamm der Annelida (Glieder-

Abb. 1: Verzeichnis der häufigsten Fundorte und die geologischen Zonen im Bundesland Salzburg



In neuerer Zeit hat sich der ungarische Regenwurm-Spezialist Dr. A. ZICSI um eine Revision der Regenwurm-Fauna Österreichs angenommen. Ich hatte Gelegenheit, ihn auf einigen seiner Fahrten zu begleiten und dabei reifte der Entschluß, das Bundesland Salzburg auf diese Tiergruppe hin genauer zu untersuchen,

oder Ringelwürmer) an, deren Hauptvertreter, die Vielborster, mit ganz wenigen Ausnahmen im Meer leben. Vereinfacht lassen sich die Anneliden in drei Großgruppen gliedern: die Vielborster, die Wenigborster und die Blutegel. Eine etwas detailliertere Übersicht vermittelt folgende Tabelle:

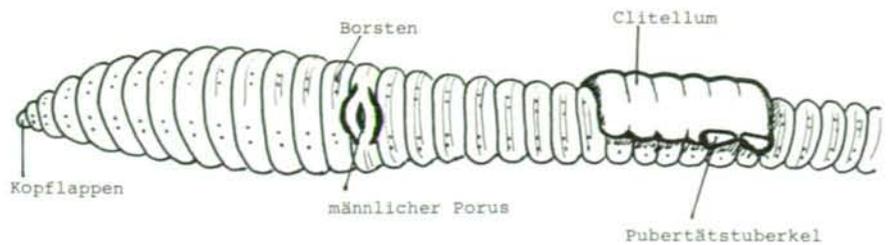
Stamm Gliederwürmer – ANELLIDA, ca. 7000 Arten
1. Klasse: Vielborster – Polychaeta, ca. 4000 Arten, z. B. Palolowurm der Südsee, größtenteils Meeresbewohner
2. Klasse: Saugwürmer, ca. 130 Arten, durchwegs Parasiten an verschiedenen Wirbellosen des Meeres
3. Klasse: Gürtelwürmer – Clitellata, ca. 3000 Arten, vorwiegend Süßwasser und feuchtes Land
Ordnung Egel: z. B. Blutegel, Pferdeegel
Ordnung Wenigborster – Oligochaeta, Familie Schlammröhrenwürmer (z. B. Tubifex), Familie Regenwürmer – Lumbricidae, ca. 170 Arten auf der ganzen Welt

Unter den 170 Regenwurmartens auf der Welt schwankt die Größe beträchtlich: von der kleinen, etwa 2 cm großen einheimischen Art *Octolasion croaticum* bis zum Australischen Riesenregenwurm *Megascolides australis*, der eine Länge von 3 m erreichen soll.

Österreich ist verhältnismäßig reich an Regenwurmartens: 54 verschiedene Arten wurden bei uns bisher nachgewiesen. Dieser Artenreichtum mag an der Vielfalt seiner Klima- und Bodenverhältnisse liegen: im Osten reichen pontisch-asiatische Elemente herein, im Süden mediterrane, im Norden und Westen atlantische und im Norden mitteleuropäische, die in ihrem Überschneidungsgebiet auf alpine Faunenelemente treffen.

Im Bundesland Salzburg wurden bisher 33 Arten gefunden. Der Leser wird sich fragen, an welchen Merkmalen man die anscheinend sehr einförmigen Lumbriciden unterscheiden kann. Es ist die Farbe, die Art und Lage der vier Borstenpaare, die Form des Kopflappens, die zunächst eine erste Grobtaxierung zuläßt. Von grundlegender taxonomischer Bedeutung sind jedoch Lage, Form und Ausdehnung des Clitel-

Abb. 2: Die wichtigsten Bestimmungsmerkmale an einem Regenwurm



lums (Gürtels), eines schleimabscheidenden Körperringes, der bei der Fortpflanzung eine Rolle spielt und das artspezifisch wichtigste äußere Merkmal darstellt. So wird klar, daß sich – von wenigen Ausnahmen abgesehen – nur ausgewachsene, geschlechtsreife Tiere (die also ein Clitellum besitzen) eindeutig bestimmen lassen. Dazu kommen noch als weitere Kennzeichen charakteristisch ausgebildete Poren am 15. Segment, Verdickungen, Höcker oder gar Saugnäpfe im Bereich des Clitellums, die als Bestimmungsmerkmale herangezogen werden. Bei einigen Arten müssen auch die inneren anatomischen Verhältnisse untersucht werden. In jedem Fall ist die Verwendung eines Stereomikroskopes bei der Lumbriciden-Determination eine große Hilfe.

Zur Bestimmung der einheimischen Arten eignet sich gut die von ZICSI 1965 im Naturkundlichen Jahrbuch der Stadt Linz (S. 125 – 201) erschienene Abhandlung „Die Lumbriciden Oberösterreichs und Österreichs unter Zugrundelegung der Sammlung Karl Wesselys mit besonderer Berücksichtigung des Linzer Raumes“. Dabei müssen jedoch einige nomenklatorische Änderungen berücksichtigt werden.

Eine Erstdetermination wird immer mit Fehlern behaftet sein. Selbst determinierte Arten müssen daher am Anfang immer von einem Fachmann revidiert werden.

Die einheimischen Arten verteilen sich auf zwei ökologische Gruppen, die sich grundsätzlich durch die Pigmentierung unterscheiden. Ihre Färbung hängt mit der Lebensweise im Boden zusammen.

Die Bewohner oberer Bodenschichten („Laubstreubewohner“) sind dunkler, meist rotbraun pigmentiert (z. B. Gattung *Lumbricus*, zu der *Lumbricus rubellus*, unser

häufigster Regenwurm gehört), die Besiedler tieferer Bodenschichten („Mineralbodenbewohner“) sind heller, grau, rötlich oder weißbläulich (wie z. B. der „Milchwurm“ *Octolasion lacteum*).

Auf diese beiden ökologischen Lebensformgruppen verteilen sich in Österreich insgesamt 6 Gattungen:

Laubstreubewohner	
Gattung	Artenzahl *
Dendrobaena	16
Lumbricus	7
Eisenia	3
Summe	26

Mineralbodenbewohner	
Gattung	Artenzahl *
Octolasion	10
Allolobophora	14
Eiseniella	3
Summe	27

* Die Artenzahl bezieht sich auf den Salzburger Raum.

Methodik der Freilandarbeit

Das Sammeln der Regenwürmer geschah vorwiegend nach der „Aufschüttungsmethode mit Formalin“. Die Tiere werden dabei mit einer schwachen Formalinkonzentration aus dem Boden gelockt. Diese Methode eignet sich besonders gut für quantitative Fänge in großräumigen Biotopen (z. B. in Feldern, auf Wald- und Ackerböden). Allerdings müssen die Tiere, sofern sie nicht in geeigneter Weise abgetötet werden, vor dem Transport in Wasser ausgewaschen werden, weil sie durch den Gehalt an Formalin einer unvorteilhaften, oberflächlichen Mazeration unterliegen würden, die die Bestimmung erschwert.

Kleinbiotope (Baumstrünke, Moospolster, Borken, Komposthaufen, Kuhmist), Bachränder, tiefgründige Auböden und flachgründige Gebirgsböden wurden von Hand aus mit Pinzetten abgesehen. In

dieser Weise gesammelte Tiere sind in Plastiksäckchen, zusammen mit nicht zu wenig Substrat je nach Art einige Tage lebensfähig. Daheim bzw. im Labor müssen sie in Wasser zunächst gereinigt werden. Das Abtöten soll in dreißigprozentigem Alkohol, die Konservierung und Aufbewahrung in fünfprozentigem Formalin erfolgen. Dabei wird die für die Bestimmung, Untersuchung und Präparierung notwendige Härte erreicht. Mit wenigen Ausnahmen (z. B. bei der grünen *Allolobophora smaragdina*) tritt auch nach längerer Konservierungsdauer bei den pigmentierten Tieren kein nennenswerter Farbverlust ein.

Einigen großen Regenwurmspezies ist durch oben angeführte Sammelmethode nicht beizukommen. Die einzige Möglichkeit, derartige Tiere zu erhalten, besteht allenfalls in der Anwendung einer List. Regenwürmer sind im allgemeinen gegenüber Erschütterungen äußerst empfindlich. Sie nehmen einen sich annähernden Menschen über die Schallwellen im Boden wahr. Dabei entwickeln besonders die größeren Formen in ihren Röhren eine Fluchtgeschwindigkeit, gegen die jede Fangmethode machtlos ist, und die den Mythos vom eher langsamen und trägen Wurm für alle Mal Lügen straft. Bereits DARWIN erkannte dies und schrieb seine Beobachtungen in dem 1881 erschienenen Buch „Die Bildung der Ackererde durch die Thätigkeit der Würmer mit Beobachtung über deren Lebensweise“ nieder: „Obgleich sie für Schwingungen in der Luft, die für uns hörbar sind, unempfindlich sind, so sind sie doch äußerst empfindlich für Schwingungen in jedem festen Körper. Wenn die Töpfe, welche die zwei Würmer enthielten, die für den Klang eines Claviers vollständig unempfindlich geblieben waren, auf dies Instrument gestellt wurden und der Ton c im Baßschlüssel angeschlagen wurde, so zogen sich beide augenblicklich in ihre Löcher zurück. Nach einiger Zeit kamen sie wieder heraus, und als nun der Ton g“, über dem System im Violinschlüssel, angeschlagen wurde, so zogen sie sich wieder zurück.“

Die oft mehrere cm hohen Kothäufchen auf der Bodenoberfläche verraten die Anwesenheit großer Lumbricidenformen, die mit Formalin nicht herausgelockt werden können. Die Anwendung der List besteht nun in einem äußerst vorsichtigen und leisen Anschleichen und einem blitzartigen, schrägen Einstoßen einer scharfen Schaufel unter das Exkrementhäufchen.

Ein weiteres unüberwindliches Hindernis beim Regenwurmfang stellen die trockenen und harten Böden südlicher Gebiete dar. Selbst hier vermögen die Würmer ihre Gänge zu graben, was ihre große Bedeutung für die Durchlüftung dieser Bodenformen unterstreicht.

Die von den Fischern angewandten elektrischen Methoden sind für wissenschaftliche Zwecke weniger geeignet.

Je nach Fragestellung läßt sich eine Lokalität quantitativ bzw. qualitativ (= faunistisch) untersuchen. Im ersteren Fall muß getrachtet werden, alle Individuen einer abgesteckten Untersuchungsfläche (z. B. eines Quadratmeters) auszuzählen, zu reinigen und schließlich zu wägen. In manchen Fällen ist es zweckmäßig, das Trockengewicht der Population zu ermitteln. Dabei ergeben sich Biomassewerte, die je nach Lebensraum stark variieren können. FINCK (1952) gibt folgende Werte an:

Grünland: 3 bis 5 Millionen Individuen je Hektar, entspricht einem Gewicht von 2 bis 3 Tonnen bzw. dem Gewicht von 3 bis 4 Kühen
Ackerland: 1 Million Individuen je Hektar, entspricht 0,5 Tonnen

Die höchste Besiedlungsdichte und damit auch Biomasse weisen Waldböden (insbesondere reiner Laubwald) auf, da hier

Die faunistische Erforschung eines Gebietes (Schwerpunkt meiner eigenen Untersuchungen) berücksichtigt ausschließlich geschlechtsreife Tiere, die zur Bestimmung geeignet sind. Juvenile Exemplare werden nicht registriert. Diese Fragestellung befaßt sich unter anderem mit der Autökologie der Lumbriciden. Bei autökologischer Betrachtung wird die einzelne Art in ihren Beziehungen zu den Umweltfaktoren in den Mittelpunkt gestellt. Dabei ist es notwendig, möglichst viele Daten aufzunehmen:

Z. B.: Luft- und Bodentemperatur und Feuchtigkeit (Mikroklima), Säurewert

Das Karteblatt einer beliebig ausgesuchten Lokalität trägt folgende Daten:

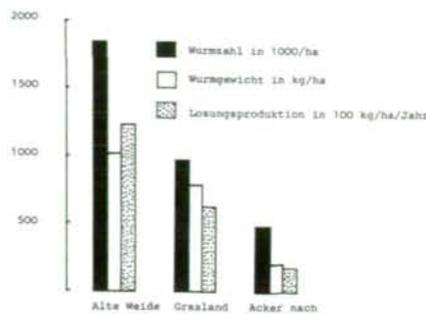
S 21	Kitzlochklamm	15. 6. 1968
	Sig. 172 - 176	
	Klamm Anfang	700 m
	172: 3 <i>L. rubellus</i> 173: 1 <i>D. octaedra</i> 174: 2 <i>O. lacteum</i> 175: 3 <i>A. rosea</i> 176: 1 <i>E. tetr. typ.</i>	Mischwald Vegetationstyp: c Braunerde - Lessivé durchwässerter Boden Bodentyp: 6 Radstädter Tauern Klammkalk

Verbreitung und Umweltbeziehungen der Lumbriciden

Zur Lösung dieser Fragen wurde versucht, die Beziehungen der Lumbriciden zu signifikanten Gegebenheiten ihrer Umwelt herauszuarbeiten.

den Lumbriciden die größte Menge von organischem Bestandsabfall in Form von Fallaub zur Verfügung steht.

Abb. 3: Die Umarbeitung von Grünlandböden durch Regenwürmer (veränd. n. WURMBACH 1970)



Es zeigt sich deutlich eine Abnahme der Individuenzahlen mit der Intensität der Bearbeitung der Landschaft: Waldböden (größte Biomasse) - alte Weide - Dauerwiese - Acker (geringste Biomasse, Individuenarm).

(pH) des Bodens, Bodentyp, Bodenqualität, Vegetation, Zusammensetzung der Laubstreu, ferner die großräumigen Gegebenheiten wie geologische Verhältnisse, Vegetationszone, Großbiotop und meteorologische Jahresdaten wie Durchschnittswerte von Temperatur und Niederschlag (Makroklima) und die Beeinflussung durch den Menschen.

Aus dem Datenvergleich aller Lokalitäten und der Heranziehung von Literaturergebnissen läßt sich eine exakte Autökologie erstellen.

Nach Erstellung einer allgemeinen Verbreitungskarte und der speziellen Verbreitungskarten für jede einzelne Art konnte dazu übergegangen werden, rechnerisch die Konstanz-, Präsenz- und Dominanzprozente z. B. für geologische Zonen, Vegetations-

formen und -stufen und Bodentypen herausarbeiten. Dabei stellte sich heraus, daß solche Regenwürmer, die alle oder überwiegend alle geologische Zonen besiedeln (das sind mehr als 50 Prozent), auch keine besonderen Ansprüche an ihren Lebensraum stellen.

Von wenigen, kleineren Arten abgesehen, die sich auf bestimmte Kleinbiotope spezialisiert haben (z. B. *Dendrobaena attemsi* im Fallaub und im Holz, *Octolasion bretscheri* v. a. im Mischwald u. a.), orientieren sich die meisten Regenwürmer nach den geologischen Gegebenheiten und den damit zusammenhängenden Bodentypen. Vegetationsverhältnisse (Vegetationsformen oder Vegetationsstufen) spielen dabei erst sekundär eine Rolle. Von sechs Arten (*Dendrobaena vej dovskyi*, *Eiseniella tetraedra intermedia*, *Eisenia foetida*, *Allolobophora longa*, *Allolobophora georgii*, *Dendrobaena veneta*) liegen teilweise nur Einzelfunde vor. Hier ist es nicht möglich, detaillierte Angaben zu machen. Der größte Artenreichtum ist auf kalkhaltigen Böden vorzufinden.

Der Laubstreubewohner *Lumbricus rubellus* (Länge 60 bis 150 mm), der häufigste und gewöhnlichste Regenwurm Österreichs, kommt praktisch überall vor, wo nur Regenwürmer vorkommen können.

Lumbricus terrestris dagegen, der seinen Namen dem großen Ordner des Tier- und Pflanzenreiches, Karl LINNÉ, aus dem Jahre 1758 verdankt und seither in den meisten Lehrbüchern als Prototyp aufgenommen wird, ist im Untersuchungsgebiet selten zu sehen, auf Kulturland (Gärten und Parkanlagen) beschränkt und in den tiefen Bodenschichten daheim.

Im Gegensatz dazu zeigt der, von Geheimnissen umwitterte, grüne Regenwurm (Smaragd-wurm: *Allolobophora smaragdina*) eine erheblich weitere Verbreitung, als allgemein angenommen wird. Bekannte, die zufällig auf den grünen Wurm stießen, glaubten eine kleine Sensationsentdeckung gemacht zu haben. Er ist jedoch allgemein verbreitet. Nur seine Lebensweise verhindert einen größeren Bekanntheitsgrad. Er wurde bisher ausschließlich im modernen Holz und unter der Borke alter Baumstrünke eher in tieferen Lagen gefunden. Auf meinen Untersuchungen stellte sich heraus, daß diese Art sogar bis eine Höhe von 1600 m

emporsteigt und dort in den fetten, schwarzen Gebirgsrendsinen lebt. Diese Erkenntnis ist neu und veranlaßte sogar den weltberühmten Lumbricidenspezialisten Dr. A. ZICSI aus Budapest herbeizueilen, um sich von dieser auch ihm neuen Tatsache persönlich zu überzeugen.

Der kleine Vierkantwurm (*Eiseniella tetraedra*) und der große, gelb gestreifte, leicht irisierende Leuchtwurm (*Eisenia lucens*) leben sogar in ständig durchwässerten bzw. sehr

feuchten Biotopen. Ihre Lebensweise kann als limnisch bis amphibisch bezeichnet werden.

Eine besondere Überraschung brachte der Fund einer Regenwurm-art (*Allolobophora limicola*), die bisher in Österreich noch nicht nachgewiesen war, in einem Garten im Stadtbereich von Salzburg. Diese Tatsache zeigt, daß selbst auf dem Gebiet der Regenwurm-forschung noch unerwartete Ergebnisse auftreten können.

Tabelle: Lumbriciden und Vegetationsformen

Art	Acker	Dauerwiese	Almwiese Hutweide	Gärten, Park, Kulturböden	Überschwemmungs- gebiet, Bachufer	Hochgebirge	Laubwald	Mischwald	Nadelwald	Auwald	Holz	Kompost	Kühmist
	LAUBSTREUBEWohner												
<i>Lumbricus rubellus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Dendrobaena rubida</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Dendrobaena octaedra</i>		+	+		+	+	+	+	+				+
<i>Lumbricus castaneus</i>	+	+	+	+	+		+	+		+			+
<i>Lumbricus polyphemus</i>	+	+	+	+	+			+	+				
<i>Octolasion argoviense</i>		+	+		+	+	+	+					
<i>Dendrobaena platyura depressa</i>	+	+		+			+	+	+	+	+		
<i>Eiseniella tetraedra tetraedra</i>		+	+		+	+	+	+	+				
<i>Eisenia lucens</i>					+	+	+	+	+			+	
<i>Lumbricus meliboeus</i>					+	+	+	+	+				
<i>Dendrobaena attemsi</i>			+		+			+				+	
<i>Allolobophora smaragdina</i>						+	+	+	+				
<i>Eiseniella tetraedra intermedia</i>					+					+			
<i>Lumbricus terrestris</i>		+		+									
<i>Dendrobaena vej dovskyi</i>								+					
<i>Dendrobaena veneta</i>			+										
<i>Eisenia foetida</i>													+
MINERALBODENBEWOHNER													
<i>Octolasion lacteum</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Allolobophora caliginosa</i>	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+		
<i>Allolobophora rosea</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>Octolasion pseudotranspadanum</i>	+			+				+	+	+			
<i>Octolasion transpadanum</i>			+		+	+	+						
<i>Allolobophora handlirschi</i>		+	+					+					
<i>Octolasion bretscheri</i>							+	+	+				
<i>Allolobophora limicola</i>				+									
<i>Allolobophora georgii</i>								+					
<i>Allolobophora longa</i>								+					

Verzeichnis der Lumbriciden und ihr Vorkommen in den verschiedenen Vegetationsformen

Die Tabelle führt nun alle in Salzburg von mir vorgefundenen Arten an und zeigt ihre Verbreitung in den für Lumbriciden bedeutsamen Biotopen.

Es ist dieser Zusammenstellung sogleich zu entnehmen, daß die Waldbiotope zu ihren wichtigsten Lebensräumen gehören.

Der Übereinstimmungsgrad im Artbestand einzelner Faunationen

Der schwedische Botaniker T. SØRENSEN entwickelte 1948 für die pflanzensoziologische Forschung eine Vergleichsmethode, die sich auch in der Zoologie gut anwenden läßt. Dabei werden verschiedene Lebensräume bezüglich ihres Artbestandes miteinander verglichen und der gemeinsame Artbestand in Prozenten ausgedrückt. Aus dem so bezeichneten Sørensen-Quotienten lassen sich interessante Aussagen zur Faunistik machen: z. B. über Wanderungen, Neubesiedlung oder Rückzug von Arten.

Dies sei am Beispiel der geologischen Zonen aufgezeigt.

Abb. 4: Übereinstimmungen im Artenbestand der geologischen Zonen

Geologische Zonen	Vorland (20)	Kalkalpen (22)	Werfen. Schief. (12)	Grauwacke (13)	Hohe Tauern (12)	Radst. Tau. (11)	Lung. Krist. (9)	Anzahl der übereinstimmenden Arten
Vorland (20)	—	17	10	11	9	8	7	
Kalkalpen (22)	80,9	—	12	12	11	11	9	
Werfener Schiefer (12)	62,5	70,6	—	11	11	10	8	
Grauwacke (13)	66,7	68,5	88	—	10	9	8	
Hohe Tau. (12)	56,2	64,7	91,7	80	—	10	8	
Radstädt. Tauern (11)	51,6	66,7	86,9	75	86,9	—	9	
Lungauer Kristall. (9)	48,2	58	76,2	76,2	76,2	90	—	
Übereinstimmungsgrad								

Die Zahlen in Klammern bedeuten die Gesamtzahl der Arten in den entsprechenden geologischen Zonen.

Die Zahlen rechts von der Diagonale stellen die in den beiden Zonen gemeinsamen Arten, die links von der Diagonale den Übereinstimmungsgrad in Prozenten (Sørensen-Quotient) dar.

Die größten Übereinstimmungen liegen naturgemäß zwischen geologisch

ähnlichen Gebieten (z. B. zwischen Vorland und Kalkalpen). Bemerkenswert ist die Tatsache, daß die Übergangszone der Werfener Schiefer große Beziehungen sowohl zu den nördlich gelegenen Kalkalpen als auch zur südlich davon befindlichen Grauwackenzone aufweist. Daraus kann geschlossen werden, daß die Lumbriciden sowohl von Norden als auch von Süden her in diese Zone zugewandert sind.

Die Höhenverbreitung der Lumbriciden

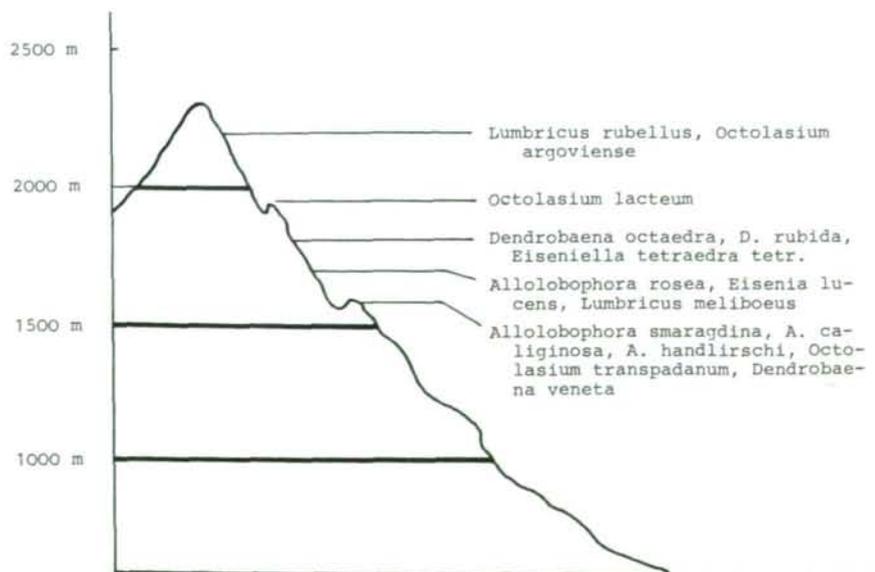
Das Vorkommen in größeren Höhen hängt stark von der Bodenbeschaffenheit, den Geländeverhältnissen, der Bodenfeuchtigkeit und der Dauer und Tiefe des Bodenfrostes ab. So kann es vorkommen, daß dieselbe Art in verschiedenen Gebieten unterschiedliche Höhenverbreitung aufweist. Die höchsten bekannten Vorkommen in den O-Alpen liegen im Bereich der Nördlichen Kalkalpen bei 2600 m (Solstein/Tirol), im Bereich der Zentralalpen bei 2900 m (Zillertaler Alpen).

In den Hohen Tauern wurden die Kosmopoliten *Lumbricus rubellus* und *Octolasion argoviense* noch auf 2340 m gefunden (Großglockner Hochalpenstaße). Die durchschnittliche Hauptverbreitung der Lumbriciden liegt zwischen 400 m und 1100 m Seehöhe. Ausgespochene „alpine“ Arten gibt es nicht. Alle Regenwürmer, die im Gebirge angetroffen wer-

den, sind genauso in den Tallagen verbreitet.

Übersicht über die höchststeigenden Arten in Salzburg:

Abb. 5: Übersicht über die höchststeigenden Arten in Salzburg



Neue ökologische Aspekte in der Lumbricidenforschung: Regenwürmer als Indikatoren für Schwermetallbelastung des Bodens (vgl. WIESER, 1979)

Untersuchungen, die die Verträglichkeit von Bodentieren gegenüber Schwermetallen (z. B. Blei, Kupfer, Quecksilber, Zink, Cadmium, Nickel) erkunden, wurden v. a. an Asseln und anderen Krebsen, ferner an Schnecken, Muscheln (im Meer) und Regenwürmern durchgeführt.

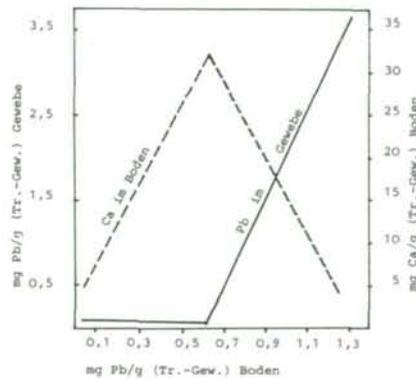
Den Schwermetallen kommt in der Natur eine zweifache Bedeutung zu: sie sind in geringen Mengen (als Spurenelemente) Bestandteile von Enzymen und daher für den Zellstoffwechsel lebensnotwendig. Zum zweiten können sie in der Nähe von Lagerstätten, Metallhütten, Fabriken, Industrieanlagen oder Autobahnen über lebende Pflanzen und das Falllaub in Nahrungsketten zu einer Anreicherung führen. Manche Tiere vermögen die Giftstoffe mit Hilfe geeigneter Mechanismen unschädlich zu machen. Asseln z. B. speichern Kupfer in bestimmten Zellen der Mitteldarmdrüsen, den sogenannten Cuprosomen. Derartige metallspeichernde Organellen sind äußerst leistungsfähige Entgiftungseinrichtungen. Der Cu-Gehalt in den

Asseln ist demnach proportional zum Cu-Gehalt der Umgebung. Somit werden Asseln Indikatoren für den Cu-Gehalt ihres Lebensraumes.

Lumbricus rubellus besitzt ähnliche Einrichtungen in den Chloragosomen, d. s. membranumschlossene Organellen im Speicher- und Exkretionsgewebe der Würmer. Allerdings hängt die Speicherkapazität vom Bodenchemismus, z. B. dem Ca-Pb-Verhältnis, ab.

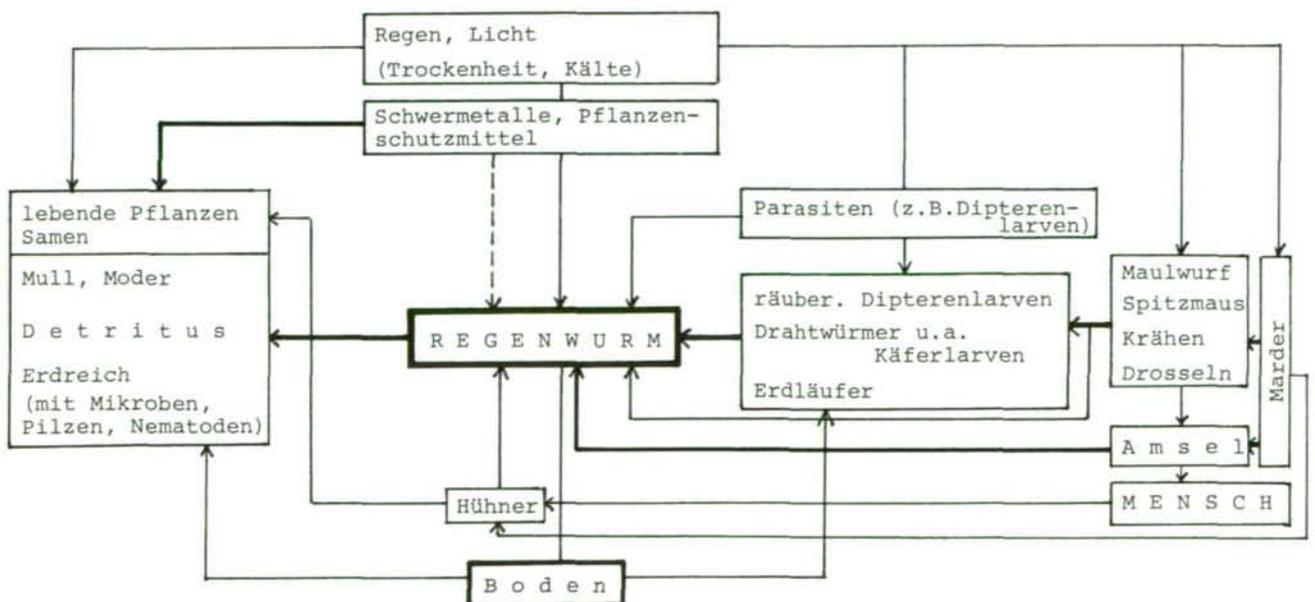
Die Abbildung zeigt die Fähigkeit der Bleiaufnahme im Regenwurm *Lumbricus rubellus* in Abhängigkeit vom Ca-Pb-Gehalt des Bodens: bei steigendem Ca-Gehalt und geringen Pb-Mengen des Bodens wird Pb im Regenwurm nicht aufgenommen, also wieder unverändert ausgeschieden. Bei abnehmendem Ca-Gehalt und höheren Bleimengen des Bodens wird Blei im Regenwurmgewebe in immer höherem Maße gespeichert.

Abb. 6: Die Bleikonzentration in den Geweben von *Lumbricus rubellus* im Verhältnis zur Blei- sowie Kalziumkonzentration des Bodens. Tr. Gew. = Trockengewicht (n. WIESER 1979)



Die Aufnahmefähigkeit bzw. Speicherkapazität der Bodentiere, also die Möglichkeit, giftige Schwermetalle unschädlich zu machen, mag für den einzelnen Organismus von großer Bedeutung sein. Derartige Aspekte dürfen aber nie für sich allein gesehen werden. Alle Lebewesen eines Ökosystems (eben z. B. des Ökosystems „Boden“) unterliegen über Nahrungsketten und Nahrungsnetze (über den Weg von Fressen und Gefressenwerden) einem komplexen Beziehungsgefüge und mannigfaltigen Wechselwirkungen. Die Schwermetalle verbleiben also keinesfalls dauernd in den Speicherzellen des Tieres. Die Abbildung zeigt – vom Gesichtspunkt des Regenwurmes aus gesehen – die wechselseitigen Abhängigkeiten einiger biogener und abiotischer Faktoren in seinem Ökosystem.

Abb. 7: Ökologisches Beziehungsgefüge des Regenwurms zu seiner biotischen und abiotischen Umwelt (→ bedeutet: frisst... oder wirkt ein auf...) (Orig.)



Die Schwermetalle unterliegen im Ökosystem einem „Fluß“, der von unzähligen Variablen beeinflusst wird. Einige seien angeführt:

- klimatische und andere Umweltfaktoren
- Umsatz- und Freßraten der Organismen
- Art der Bindung der Schwermetalle in den Organismen
- Leistungsfähigkeit der Verdauungssysteme, Verweildauer der Nahrung im jeweiligen Organismus
- Flußgeschwindigkeit des Metalls im Organismus und im Ökosystem
- Vielfältigkeit der Nahrungsketten und ihrer Glieder u. v. a.

„Fluß der Schwermetalle in einem Ökosystem“ bedeutet also, daß die gesamten Schwermetalle von den Organismen aufgenommen und in teilweise veränderter Form wieder an das Ökosystem abgegeben werden. Dies bedeutet also nicht unbedingt, daß sich giftige Substanzen in der Nahrungspyramide eines Ökosystems nach oben zu immer mehr anreichern müssen. Die chemische Bindung und/oder Veränderung der Substanz in den dafür eingerichteten Organellen des Organismus führt

möglicherweise zu einer Einstellung neuer biologischer Gleichgewichte und gibt die Hoffnung und den Hinweis, daß zumindest in den Anfangsphasen einer Umweltbelastung die Ökosysteme nicht sogleich zusammenbrechen, sondern die Möglichkeit eines Anpassungsspielraumes besitzen.

Vielleicht könnte der gezielte Einsatz derartiger anpassungsfähiger Organismen (z. B. Asseln, Regenwürmer etc.) zu einer Regeneration vergifteter Lebensräume führen (biologische Entgiftung).

Der Regenwurm trägt also eine neu zu überdenkende Rolle im Ökosystem. Er ist nicht nur „nützlich“, weil er den Boden lockert und ihm wertvolle Ton-Humus-Komplexe zuführt usw. Er ist nicht nur „intelligent“, wie es DARWIN in seinem Buch behauptet, weil er die Blätter mit dem geeigneten Ende in die Röhren einzieht und den Kot fein säuberlich vor den Röhren aufschichtet. Der Regenwurm steht in einem neuen Licht der Ökosystemforschung. Man möge dies bedenken, wenn man ihn an einem regnerischen Tag achtlos zertritt.

Literatur

BRAUNS, A., 1968: Praktische Bodenbiologie. Fischer. Stuttgart.

DARWIN, Ch., 1899 (2. Aufl.): Die Bildung der Ackererde durch die Thätigkeit der Würmer mit Beobachtung über deren Lebensweise. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart.

FINCK, A., 1952: Ökologische und bodenkundliche Studien über die Leistung der Regenwürmer für die Bodenfruchtbarkeit. Z. Pfl. ern., Düng., Bodenk. 58. S. 120-145.

FÜLLER, H., 1954: Die Regenwürmer. Neue Brehm Bücherei. 140. Ziemsen. Wittenberg.

PALISSA, A., 1964: Bodenzologie. Wissenschaftl. TB. Akademie Verl. Berlin.

SEEWALD, F., 1974: Die Lumbriden des Landes Salzburg. Diss. Naturwiss. Fak. Innsbruck. Unveröff.

SEEWALD, F., 1979: Die Regenwürmer (Lumbricidae) des Landes Salzburg. Alpin-biologische Studien XII. Univ. Innsbruck.

WIESER, W., 1979: Schwermetalle im Blickpunkt ökologischer Forschung. BLUZAR. 3. 9. Jg. S. 80-89. Verl. Chemie. Weinheim.

WURMBACH, H., 1970: Lehrbuch der Zoologie I. Fischer. Stuttgart.

ZICSI, A., 1965: Die Lumbriden Oberösterreichs und Österreichs unter Zugrundelegung der Sammlung Karl Wesselys mit besonderer Berücksichtigung des Linzer Raumes. Naturkundl. Jb. Stadt Linz. S. 125-201. Landesmus. Linz.

METEOROLOGIE – ÖKOSYSTEM BAGGERSEE

Die Eisverhältnisse am Pichlinger See im Winter 1979/80

Dipl.-Ing. Otto KRETSCHMER
Pachingerstraße 8
A-4020 Linz

Der letzte kältere Winter war 1970/71 – ein obermittelkalter Winter – an der Grenze zu kalten (strengen) Wintern. Die Winter 1971/72 bis 1979/80 – neun an der Zahl – waren fast nur milde Winter; darunter war jener von 1978/79 ein untermittelkalter, etwas kälter als ein milder Winter. Der Winter 1979/80 brachte es in Wien auf $-106,5^{\circ}\text{C}$ und in Enns auf $-150,0^{\circ}\text{C}$ Winterkältesummen. Enns bzw. Linz sind wegen der größeren Meereshöhe gegenüber Wien etwas kälter. Gefühlsmäßig kam den Leuten der letzte Winter kalt vor, da die Monate März und April kühler waren als in vielen Jahren vorher und damit die Heizperiode lang dauerte.

Abbildung 1 zeigt den Pichlinger See mit Umgebung; so auch die Donau

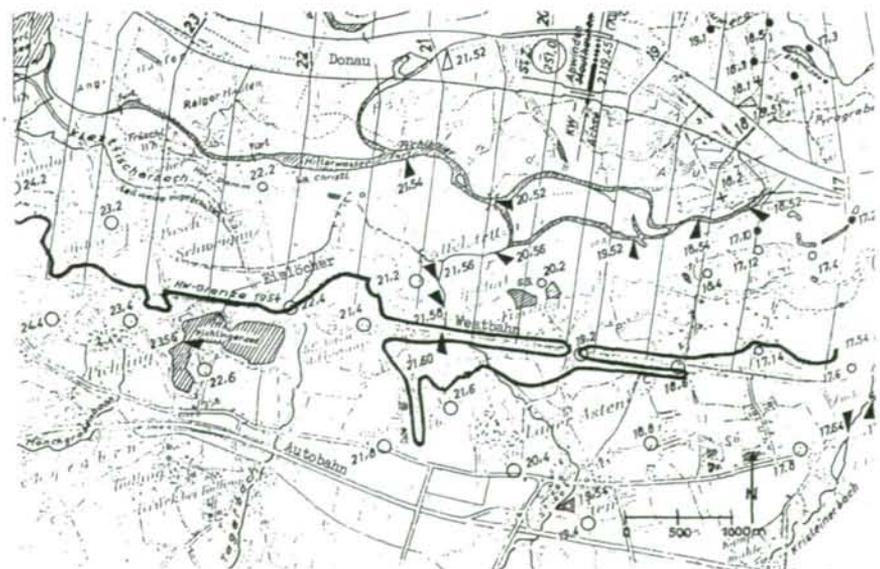


Abb. 1: Lage des Pichlinger Sees mit Beweissicherungsbrunnen und Pegel

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [ÖKO.L Zeitschrift für Ökologie, Natur- und Umweltschutz](#)

Jahr/Year: 1980

Band/Volume: [1980_3](#)

Autor(en)/Author(s): Seewald Friedrich

Artikel/Article: [Zur Geschichte der Regenwurmforschung in Österreich 7-13](#)