

Die Verteilung der Regenwürmer in der Aue des Mieresch (Siebenbürgen, Banat, Rumänien)

Norbert HÖSER

Artenspektrum und Abundanz der Regenwürmer in den Auenböden des Mieresch wurden auf 0,25 m² großen Untersuchungsflächen entlang einiger Transsekte quer zur Flussrichtung erfasst und zu erhobenen Geländedaten des Bodenstandorts in Beziehung gesetzt. Feuchtigkeit, Textur und organische Substanz sind wichtige Bodenfaktoren, von denen die Verteilung der Regenwurmart in der Aue bestimmt wird. Es herrschen die Mineralboden bewohnenden Arten vor.

Die Textur-Wechselagerung der geschichteten Böden beim Uferwall des Flusses beherbergt Regenwürmer nur in den feinkörnigen, bindigen Schichten, die über größeren lagern. Das weist auf die besondere, Lebensraum sichernde Rolle des hängenden Kapillarwassers hin. Zwei Regenwurmart (*Dendrobaena auriculata*, *Proctodrilus tuberculatus*) bevorzugen Bodenstandorte, an denen intensive Tondurchschlammung stattfindet.

Die drei Arten der Gattung *Proctodrilus* vikarieren in der Aue edaphisch. Diese Vikarianz beruht auf der Bindung an die Bodenstandorte in der Nähe des Uferwalls bzw. in der Auenrandsenke, die sich im Grundwasserregime und in der Auflagerung von Hochflutlehm unterscheiden, und auf der Bindung an mineralische Bodenhorizonte, die sehr in ihrem Gehalt an organischer Substanz voneinander abweichen.

Der interne und der externe Rand der Auenterrassen unterscheiden sich im Artenspektrum der Regenwürmer. Einige Regenwurmart sind Indikatoren fossiler Flussläufe oder fortgeschrittener Entwicklung rezenter und fossiler Böden. Die Dynamik der Aue und ihrer Böden zeigt sich in charakteristischen Artenverbindungen.

HÖSER N., 2003: Distribution of earthworms in the flood-plain soils of the Mureş River (Transylvania, Banat, Romania).

The abundance of earthworms and the spectrum of these species in the flood-plain soil of the Mureş River were recorded by examining areas of 0.25 square metres along bank sections perpendicular to the flowing river. These data were then related to the quality of the soil in this area. Moisture, soil texture and organic substance are important factors that determine the distribution of the earthworm species in the flood-plain. Species preferring mineral soil are predominant.

Earthworms only live in the fine-grained, cohesive soil layers that lie above more roughly textured ones in the variably textured levee. This indicates the essential role of the hanging capillary water in maintaining the habitat of the earthworms.

Two of the earthworm species (*Dendrobaena auriculata*, *Proctodrilus tuberculatus*) prefer soil with an intense lessivage.

The three species of the genus *Proctodrilus* are edaphically vicarious in the flood-plain. On the one hand this vicarism is based on the dependence upon the various kinds of soil near the levee or in the flood-plain edge channel, which differ from each other in their ground water regime and in the sedimentation of flood-plain loam. On the other hand it is based on the dependence upon the mineral soil conditions, which are characterised by quite different amounts of organic substance.

The internal edge of the flood-plain terraces differs from the external one with regard to the earthworm species spectrum. Some of the species indicate fossil river beds or the progressive development of receding and fossil soil types. The dynamics of the flood-plain and its soiltypes is mirrored in the characteristic combination of species.

Key words: Lumbricidae, earthworm communities, Mureş Romania, morphologic units of flood plain, flood-plain soil, soil texture, soil layer.

Einleitung

Die Bodenstandorte zwischen Fluss und Auenrand sind durch unterschiedlichen Einfluss des Flusswassers geprägt. Dieser Einfluss zeigt sich in periodischen Hochfluten und Schwankungen des Grundwasserspiegels und begründet Gradienten ökologischer Faktoren, als auffälligsten den Gradienten der Körnung der Auenböden. Die Hochfluten gestalten die Aue morphologisch, die holozänen gliederten sie in Bereiche unterschiedlichen Flurabstandes des Grundwassers. In Flussnähe verursachen sie durch periodische Anlandung geschichtete Bodenprofile. So bietet die Aue die Möglichkeit, in gut fassbaren, teils steilen ökologischen Gradienten und in klaren Strukturen des Bodenprofils die Verteilung und damit die Präferenzen und die ökologischen Valenzen (HESSE 1924) der vorkommenden Regenwurmarten zu studieren. Von Interesse ist auch, in der Regenwurmfauna Leitformen für Zustand und Veränderungen des Auenbodens aufzufinden, die rezent aktive, elementare Bodenprozesse anzeigen und Hinweise auf die Entwicklungsgeschichte der Aue geben. Regenwürmer sind aufgrund ihrer zumeist engen ökologischen Potenz gut geeignet, zu solcher Charakterisierung von Bodenstandorten herangezogen zu werden (GHILAROV 1978).

Die Aue am Unterlauf des Mieresch empfiehlt sich einer entsprechenden Untersuchung, weil ihr morphologischer Formenschatz reichhaltig, ihre Fluss- und Auendynamik noch natürlich ist und in ihr die drei *Proctodrilus*-Arten vorkommen, die ökologisch vikariieren (HÖSER 1997). Der folgende Beitrag stellt die in der Mieresch-Aue beobachtete Verteilung der Regenwurmarten und ihre Abhängigkeit von der Auenmorphologie und der Feuchtigkeit, Textur und organischen Substanz des Bodens vor.

Methoden

Entlang von Transsekten quer zur Flussrichtung wurden jeweils auf mehreren Untersuchungsflächen die Regenwurmarten und ihre Abundanz ermittelt. Damit wurde ein Schnitt (Catena) durch die Bodenlandschaft der Aue, durch das Auen-Senkengefüge vom Fluss zum Hangfuß am Auenrand geführt. Auf jeder dieser 0,5 x 0,5 m großen Untersuchungsflächen wurden bis in ca. 0,5 m Tiefe alle Regenwürmer ausgegraben und in zweimaliger Durchsicht von Hand ausgelesen. Es wurden ca. 400 derartige Flächen untersucht. Die Auswertung beschränkte sich auf adulte Tiere. Die Systematik und die Artbestimmungen folgen ZICSI (1991) und CHRISTIAN & ZICSI (1999).

Die beim Ausgraben entstandene Schürfgrube diente der Bodenansprache (Angaben zu Farbe, sichtbaren Strukturen, Körnung, Bindigkeit usw.). Gelegentlich wurde in 10 cm Tiefe eine Bodenprobe entnommen, um aus ihr den Glührückstand und pH-Wert zu ermitteln. Die Auenmorphologie konnte anhand der Oberflächengliederung erfasst werden.

Untersuchungsgebiet und Auenmorphologie

Die Untersuchungen fanden 1993–2003 in den Auen am Mittel- und Unterlauf des Mieresch in Siebenbürgen und im Banat statt, so bei Brincovenesti/Wetsch, Spini, Ilia/Elienmarkt, Dobra, Tisa, Pojoga, Vărădia de Mureş, Nicolae Bălcescu/Govojdia, Bata, Belotint, Odvoş, Soimoş, Lipova, Păuliş, Vladimirescu/Glogowatz und Smlac.

Die Nomenklatur der Auenmorphologie und der Auenböden folgt der von SCHIRMER (1983, 1991) verwendeten. Die Auen sind die vom Hochwasser erreichten Teile des Talgrundes. Sie gliedern sich in einen flussnahen Bereich mit starker Hochflutsedimentation (Uferwallfazies), einen weiten Talgrund (Talbodenfazies) und die Randsenke mit starker Grund- und Hochwasserprägung und Sedimentationseinfluss vom Talrand her (Talrandfazies). Es ist möglich, dass eine Aue aus mehreren Auenterrassen besteht, die als Reihenterrassen im Talgrund nebeneinander liegen und sich in der Dauer ihrer Überflutung, im Grundwasserspiegel und im Stand der Bodenentwicklung unterscheiden. Jede Auenterrasse hat eine höhere interne (flussnähere) und eine niedrigere externe Partic. Maximal kommen drei Gruppen solcher Terrassen vor: die Tiefere Auenterrasse, die den Fluss als schmales Hochflutbett begleitet und an Prallufern erodiert ist; die Mittleren Auenterrassen, die ca. 1,5 bis 2,5 m höher als die genannte liegen; die Höheren Auenterrassen, die ca. 1 m über den Mittleren liegen oder mit diesen bei Abtragung ihrer internen Partien höhengleich sind, sich durch Dezimeterbeträge in der Höhenlage untereinander unterscheiden, oft auch höhengleich sind und bis an den Talrand ausgreifen können.

Von den pflanzensoziologischen Auenstufen, die Indikatoren der Höhenlage des Bodens über dem mittleren Flusswasserspiegel sind, wurden vier in den untersuchten Transsekten der Mieresch-Aue erfasst, nämlich die Weichholzaue und drei Glieder der Hartholzaue, so auf großen Strecken die Untere und die von Eschen beherrschte Mittlere Hartholzaue und auf kleiner Strecke die von Stieleichen beherrschte Obere Hartholzaue (vgl. JURKO 1958 in ELLENBERG 1986). Es handelt sich wohl ausschließlich um Stadien der Sukzessionsreihe von der Hohen Weidenau zur Hohen Harten Au (FRANZ et al. 1959, FRANZ 1960). Ein Teil der Transsekte führte durch die gehölzfreien Ersatzgesellschaften dieser Auenstufen. Den Versuch, Auenterrassen und pflanzensoziologische Auenstufen zu korrelieren, enthält Tabelle 1.

Tab. 1: Die Auenterrassen und pflanzensoziologischen Auenstufen, deren Regenwurmfauna am Mieresch untersucht wurde. – Flood-plain terraces which were studied on the Mureş River.

Auenterrassen im Sinne von SCHIRMER (1983)	vorherrschende Auenstufen im Sinne von FRANZ (1960)	Vorherrschende Auenstufen im Sinne von JURKO (1958) in ELLENBERG (1986)	Wichtigste Untersuchungsorte
Tiefere Auenterrasse	Tiefe Weidenau	Weichholzaue	Pojoga
Mittlere Auenterrassen	Hohe Weidenau	Weichholzaue	Pojoga, Bata, Soimoş, Glogowatz
Mittlere Auenterrassen	Tiefe Harte Au (?)	Untere Hartholzaue	Bata, Odvoş, Soimoş
Mittlere Auenterrassen	Hohe Harte Au	Mittlere Hartholzaue	Dobra
Mittlere und Höhere Auenterrassen	Hohe Harte Au	Mittlere und Obere Hartholzaue	Glogowatz

Im flussnahen Bereich stehen Auenrohböden an (Rambla), hinter dem Uferwall A/C-Böden (Paternia, Auenpararendzina), in externen Randsenken auch vergleyte Tschernitza. Auf dem Auenlehm bis Auentonschluff des weiten Talgrundes sind Vega und verbraunte Auenpararendzina entwickelt, die Auenrandsenke zeichnet sich durch Auengley aus. Die Auenböden des Mieresch hat JAKAB (1995) kartiert (Tab. 2). Die Auensedimente stammen größtenteils aus dem Siebenbürgischen Becken, in dem Böden auf Mergel

vorherrschen, der auch die Mergelsteppen auf den Hängen der Siebenbürgischen Heide begründet (HELTMANN & SERVATIUS 1991, WENDELBERGER 1994). In den untersuchten Auenböden wurden die pH-Werte 6,1–7,7 gemessen.

Tab. 2: Die Auenböden am Mieresch, deren Regenwurmfauna in großen Transsekten untersucht wurde. – Flood-plain soils which were studied on the Mureş River.

Auenboden nach JAKAB (1995)	Transsekt-Ort, Bereich	Vorherrschende Auenwaldstufe
AP ₃ : sandig-lehmiger Auenrohboden auf lehmigem Substrat	Bata, flussnah	Weichholzaue
AP ₅ : moderat vergleyter schluffiger Auenrohboden auf schluffigem Substrat	Glogowatz, flussnah	Weichholzaue
AS ₅ : lehmiger Auenboden auf sandigem Lehm	Bata und Glogowatz, flussfern	Untere bzw. Mittlere Hartholzaue
AS ₅ : lehmiger und toniger Auenlehm- und Schluff	Pojoga	Weichholzaue und Untere Hartholzaue

Ergebnisse

Verteilung der Regenwurmartens im Transsekt vom Fluss zum Auenrand

In der Mieresch-Aue wurden fast ausschließlich nicht endemische Regenwurmartens gefunden, obwohl der Fluss einen Teil der Siebenbürgischen Westgebirge entwässert, die ein endemisches Edaphon besitzen, vermutlich ein Artbildungszentrum darstellen (POP 1994) und mit den untersuchten Auen in Kontakt stehen (vgl. die Funde von *O. exacystis* bei Bata und Odvoş). In allen Bereichen der Aue erreicht die ökologische Gruppe der Mineralboden bewohnenden endogäischen Regenwürmer die höchste Besiedlungsdichte und die größte Anzahl der Arten. Unter den epigäischen und oberflächennah lebenden Arten ist die epiendogäische *D. auriculata* stellenweise die häufigste. Anözische Arten sind in den untersuchten Transsekten relativ selten. Im Talgrund der Mieresch-Aue weit verbreitet sind *A. rosea*, *A. georgii*, *A. leoni* und *P. opisthoductus*. Nahe am Fluss leben *A. caliginosa* und *P. tuberculatus*, während am Auenrand *P. antipai* und *O. exacystis* anzutreffen sind.

A. rosea kommt nahezu in allen Teilen des Querschnitts der Flussaue vor, wo die Böden nicht periodisch austrocknen. Nicht gefunden wurde sie in den feinsandigen, von starker Sedimentation und Erosion betroffenen flussnächsten Auenstreifen und in jenen tonreichen Böden der Auenrandsenken, die zeitweise Trockenrisse bilden.

A. caliginosa wurde regelmäßig in einem schmalen Streifen in der Nähe des aktuellen Flussbettes gefunden, wo der Fluss Decken sandigen Lehms und verschlammten Feinsandes in Textur-Wechsellagerung aufgelandet hatte. Die Art kommt in der flussnahen Weichholzaue vor und fehlt auf den untersuchten Hartholzauen-Stufen. Am Auenrand wurde sie im Kontaktbereich von Kolluvium und Auenboden nachgewiesen. Im nicht bestockten, feuchten, sehr bindigen Auenlehm in der Nähe des Flusslaufs, auf der Stufe der Hohen Weidenau, wurde selten auch *A. chlorotica* gefunden.

Im nicht hydromorph geprägten Teil der Aue, der sich durch feinsandig-humose oder schluffig-tonige Hochflutsedimente auszeichnet, lebt *D. auriculata*. Diese Art ist außerhalb der Trockenperioden überwiegend in den obersten ein bis zwei Zentimetern

des Mineralbodens anzutreffen. Hohe Individuendichte erreicht sie stellenweise in der Weichholzaue und auf den flussnahen Uferwällen, wo sie (bei Bata) oberflächennah in einer 5 cm starken Decke von schwach bindigem humosem Hochflutsediment angetroffen wurde, das typischerweise grober gekörntem Material aufliegt. Ihr Bestand zeigt in der Weichholzaue eine geklumpte Verteilung und konzentriert sich dort auf zumeist kleine Flächen von fein geschichtetem, bei Probenahme plattig brechendem, schluffreichem, aber stets bindigem Sediment an der Oberfläche. Die flussnächsten dieser Flächen liegen bei Hochflut im Strömungsschatten der Gehölzvegetation. Günstig ist ihr auch eine wenige Millimeter starke, von der Hochflut hinterlassene, frische feinsandige Auflage auf stark bindigem, von Feinsand unterlagertem Auenlehm unter Grasstreu als Deckung, wo sie kurzzeitig stoßweise Massenvermehrung zeigt und dem epigäischen Lebensformtyp zuzuordnen ist. Stetiger Bewohner, der zufälliger Verteilung auf großer Fläche folgt, ist sie im Mull-Horizont der zur Auenbraunerde reifenden bindigen Böden des größten Teils der Hartholzaue, die von Eschen dominiert wird und wo auch der Regen deutlich erkennbar intensive Durchschlämmung an der Bodenoberfläche erzeugt (z. B. bei Glogowatz). Aber im sichtlich nahezu schichtlosen Bodenprofil dieser Auenwaldformation hat sie eine relativ geringe Individuendichte.

A. georgii bevorzugt den tonreichen Oberboden-Mineralhorizont, der Humus akkumuliert hat (A-Horizont im Mullgley). In den bestockten schluffigen bis lehmigen Böden der Weichholzaue ist sie regelmäßig anzutreffen. Ihre größte Individuendichte hat sie im tiefer liegenden flussferneren Teil der Hartholzaue und im stark bindigen Boden, der einen fossilen Flusslauf ausfüllt. Sie fehlt in den sandigen, humusarmen Bodenprofilen des flussnächsten Auenstreifens, im nicht regelmäßig von der Hochflut erreichten höchsten Niveau des Talbodens der Aue und an Auenrändern, die sich durch sehr hohen Grundwasserstand auszeichnen. Wo im Uferstreifen das Auensediment schluffig und im Transsekt der Gradient der Körnung relativ flach ist, am Gleitufer, tritt *A. georgii* bis an den Fluss heran.

In den bindigen Böden des regelmäßig überfluteten Auentails, jedoch außerhalb des Bereichs sichtbarer Sedimentzufuhr, gelegentlich bis in die Nähe des Gleitufers, kommt auffallend stetig *A. leoni* vor. Das betrifft vor allem jenen weiten Talgrund (z. B. bei Bata), der aus den Terrassenstufen der Weichholzaue und der wenig höheren Unteren Hartholzaue besteht. In einem Transsekt, das über eine 3,5 m hohe Terrassenstufe von der Weichholzaue zur Mittleren Hartholzaue, dem eschenreichen Ulmo-Fraxinetum führt, wurde die Art in flussfernen, externen Randsenken der Terrassen der Weichholzaue und im Bereich eines fossilen Flusslaufs gefunden, der von stark bindigem älterem Material verfüllt ist, fehlte jedoch in der von Eschen geprägten Mittleren Hartholzaue.

P. tuberculatus lebt in einem breiten, sich an die Tiefe Auenterrasse oder das aktuelle Flussufer anschließenden Streifen von flussseits mehr geschichtetem, im flussabgewandten Bereich augenscheinlich nahezu ungeschichtetem und nur schwach in Horizonte gegliedertem Boden. Er bevorzugt feinsandig-lehmige bis schluffig-lehmige, humusarme Böden im Niveau der Weichholzaue, kommt aber auch auf den flussseitigen Kanten der etwas weiter vom Fluss entfernt und höher liegenden Auenterrassen vor. So tritt er auch auf der flusszugewandten Kante der flussnächsten Terrasse der Unteren wie auch der Mittleren Hartholzaue auf, fehlt aber im übrigen Teil dieser Auenstufen. Nicht gefunden wurde er in solchen Bereichen des Talgrundes, die in mittlerer Bodentiefe (bei 2–5 dm) die geringste Bodenfeuchte aufweisen und schichtenlos sind. Außerdem kommt er am Rand fossiler Flussläufe vor, die teils als alte Mäanderbögen, natürliche Rinnen

oder Altwässer erhalten geblieben sind. Die Fundschichten zeigen Merkmale der Tondurchschlammung.

P. opisthoductus tritt in einem sehr breiten lückenlosen Bereich des flussfernen Teils der Auenterrassen auf, die von Weichholz bestockt sind oder der Unteren Hartholzaue angehören. Außerdem kommt er stellenweise auf kleinen Flächen inmitten der höher gelegenen, überwiegend von Eschen bestockten Mittleren Hartholzaue vor. Beide Vorkommen liegen stets flussferner als die von *P. tuberculatus*. Es fällt auch auf, dass die Oberbodenhorizonte (zumeist schluffhaltigen Feinsand-Mull bietende Ah-Horizonte), in denen *P. opisthoductus* lebt, humoser, mächtiger und etwas feuchter sind als die benachbarten, die *P. tuberculatus* beherbergen. In der untersuchten Weichholzaue bei Glogowatz betrug die maximale Mächtigkeit der betreffenden Horizonte vergleichsweise 28 bzw. 8 cm. Die Vorkommen von *P. opisthoductus* reichen bis in die hydromorphen Bereiche der flussfernen Seiten der Auenterrassen. Sie nehmen zumeist eine größere Fläche ein als die von *P. tuberculatus*. In Auen mit geringem Abstand zwischen Talboden und Mittelwasserlinie des Flusses ist der Flächenanteil der Vorkommen von *P. opisthoductus* am größten (z. B. bei Odvoš).

Im sehr bindigen, viel Ton und mehr organisches Material enthaltenden Boden der Senken des Auenrandes, die vom Hochwasser und vom hohen Grundwasserstand (im Frühjahr 4–8 dm unter Flur) stark geprägt sind, lebt *P. antipai* im Auengley (z. B. bei Bata). Sein Lebensraum befindet sich am Fuße oder in der Nähe des Talhanges, jedoch außerhalb kolluvialer Geländeformen. *P. antipai* wird zumeist von *E. tetraedra* und *O. exacystis* begleitet. Letzterer tritt auch in Stauwasserböden an anderen Stellen der Aue auf (z. B. bei Odvoš).

Im Transsekt der Aue besteht stellenweise eine bis ca. 30 m breite Überlappung der Vorkommen von *P. tuberculatus* und *P. opisthoductus*, wo die erstgenannte Art im Auenlehm und die andere in der aufgelagerten humoseren Auensedimentdecke lebt (z. B. bei Soimoš und Bata). Im Gegensatz dazu schließen die Lebensräume dieser beiden Arten einerseits und die von *P. antipai* andererseits einander aus.

In den bestockten Bereichen der Mieresch-Aue, wo im Mineralboden Humus akkumuliert und der B-Horizont ausgeprägt ist, so in der Hartholzaue und älteren Weichholzaue, aber auch in geschichteten Böden dieser Weichholzaue, tritt *O. lacteum* auf, und zwar in relativ geringer Individuendichte.

Die stark pigmentierten, homochromen epigäischen Arten leben auf den bestockten Flächen der Aue. So kommt *D. octaedra* stellenweise in den flussfernen Teilen der Weichholzaue und der Hartholzaue vor, wo diese relativ reich an Laubstreu und Totholz sind. Vom Streubewohner *D. rubidus* gibt es nur wenige Funde, da eine geschlossene Laubstreuendecke in den untersuchten Transsekten nicht existierte. Gelegentlich wurden *D. octaedra* und *D. rubidus* in den obersten ein bis drei Zentimetern des plattig strukturierten, Laubblätter und Totholz enthaltenden, sehr bindigen Hochflutsediments nachgewiesen, das auf einem mehrere Meter breiten Streifen der Weichholzaue nahe am Gleitufer des Flusslaufs lag. Auch der epicendogäische *L. rubellus* wurde nur an wenigen Stellen gefunden, so im Mull des flussfernen Teils der Weichholzaue (relativ feuchter externer Terrassenrand) und auf der Stufe der Unteren Hartholzaue. Nur in den reifsten Bodenprofilen der Aue, besonders auf der Stufe der Unteren Hartholzaue, wurden einzelne Individuen der tiefgrabenden Arten *L. terrestris* und *F. platyura* nachgewiesen.

Besiedlung geschichteter Bodenprofile am Fluss

Tab. 3: Zwei Beispiele vertikaler Verteilung der Regenwürmer in geschichteten, flussnahen Bodenprofilen der Aue des Mieresch bei Glogowatz. – Vertical stratification of earthworm community in two soil profiles on the banks of Mureş River near Glogowatz.

Tiefe (cm)	Textur	Vorkommende Arten (Individuen pro 0,25m ²)
	Beispiel 1:	
0–13,5	Wechsellagerung aus je 2 Schichten bindigem Substrat und Feinsand	
13,5–17	Bindiges Substrat	<i>Allolobophora caliginosa</i> (1) bei 16,5 cm
17–20	Feinsand	
20–24	Bindiges Substrat	<i>Proctodrilus tuberculatus</i> (1) <i>Allolobophora caliginosa</i> (1) Juvenile (1); alle bei 23–23,5 cm
24–27	Feinsand	
27–53	Wechsellagerung aus je 3 Schichten bindigem Substrat und Feinsand	
	Beispiel 2:	
0–15	Wechsellagerung aus 1 Schicht bindigem Substrat und 2 Schichten Feinsand	
15–23	Bindiges Substrat	<i>Proctodrilus tuberculatus</i> (3) Juvenile (3); alle bei 21–22,5 cm
23–25	Feinsand	
25–30	Bindiges Substrat	<i>Proctodrilus tuberculatus</i> (1) bei 29,5 cm
30–32	Feinsand	
32–ca. 55	Wechsellagerung aus 2 Schichten bindigem Substrat und 1 Schicht Feinsand	

In den Bodenprofilen am Fluss, die eine Textur-Wechsellagerung von Feinsand, Schluff und Lehm besitzen, ist *P. tuberculatus* stellenweise die einzige Regenwurmart. Hier lebt diese Art im drei bis fünf Dezimeter starken oberen Teil der mineralischen Bodenlage, die bis sechs schmale Bänder oder Schichten von feinerer Körnung und einzelne kleine Krotowinen enthält. Er bewohnt die bindigeren Schichten in der Nähe ihrer unteren Schichtgrenzen. Im Sommer legt er hier eine Schlafhöhle an. Dabei hält er eine Distanz von 0,5–2 cm bis zum grobkörnigeren, sandigen Material der jeweils überlagerten Schicht. In den Bodenprofilen relativ trockener, stark besonnener flussnaher Standorte ist er zumindest in den mittleren der geringmächtigen bindigeren Schichten anzutreffen, die 15–25 cm unter der Oberfläche anstehen (Tab. 3) und anscheinend die feuchtesten im untersuchten Profiltteil sind. An diesen Bodenstandorten gibt es regelmäßige Überflutungen, die größten Grundwasserflurabstände und die größten Grundwasser-schwankungen der Aue. Kennzeichnendes Gras dieser Standorte ist im gehölzlosen Bereich der Hundszahn (*Cynodon dactylon*).

Ähnlich verhält sich *A. caliginosa*. Allerdings siedelt diese Art in geringerer Individuendichte und in den bindigen Schichten von etwas größerer Mächtigkeit.

Etwas weiter von der Hauptströmung der Hochflut entfernt, wo in der Weichholzaue die schluffig-feinsandigen Mineralbodenprofile in den obersten vier Dezimetern nur aus zwei bis drei Schichten bestehen, kommt auch *D. auriculata* in der 1–3 dm starken, bindigen Schicht vor, die einer grober gekörnten aufliegt. Im selben Bodenprofil wird diese Art von *P. tuberculatus*, *A. georgii*, *A. rosea* und *L. rubellus*, gelegentlich auch von *O. lacteum* begleitet. Sie überdauert die Trockenperioden in dieser von feinstschichtigem Sedimentwechsel geprägten, bei Probenahme dünn plattig brechenden Schicht wie die Mehrheit der endogäischen Arten in einer Schlafhöhle.

Beziehung der Regenwurmfauna zur Auenmorphologie

Wird die Verteilung der Arten in ihrer Beziehung zur Morphologie der Aue betrachtet, so ergeben die bisherigen Befunde, dass die erkennbaren beiden unterschiedlichen Ränder einer Auenterrasse von charakteristischen, aber jeweils anderen Regenwurmartentypen bevorzugt werden. Dabei hängt das Artenspektrum von der Lage der Auenterrasse ab. Auf flussnahen, nicht hydromorph geprägten Auenterrassen wurde festgestellt, dass der dem Fluss zugewandte (interne) höher liegende Terrassenrand, der zumeist einen Uferwall enthält, von *P. tuberculatus*, *D. auriculata* und *A. georgii* bevorzugt wird, während am entgegengesetzten (externen) Rand, dem tiefsten und feuchteren Bereich der Terrasse, regelmäßig *P. opisthoductus* anzutreffen ist. Auf den flussfernen Auenterrassen fehlen *P. tuberculatus* und *D. auriculata* gewöhnlich am internen Rand und rückt *D. auriculata* wenigstens in die etwas feuchtere Mitte der Terrasse (z. B. in der Mittleren Hartholzaue), während *P. opisthoductus* am externen Rand auszuhalten scheint. Am externen Rand der flussfernen Auenterrasse, also in der Auenrandsenke, kommt im stark hydromorph geprägten Boden *P. antipai* vor. Gelegentlich tritt an humusreicheren oder grundwassernäheren internen Rändern *P. opisthoductus* an die Stelle von *P. tuberculatus* und an tonreicheren, nicht vom Grundwasser geprägten externen Rändern *A. georgii* an die Stelle von *P. opisthoductus*.

Im allgemeinen leben in Flussnähe, d. h. im Bereich häufigster Überflutung und Sedimentzufuhr, mehr Regenwurmartentypen als in der übrigen Aue. Eine zweite Häufung von Arten befindet sich am Auenrand. Auch die größten Abundanzen werden in Flussnähe und in der Auenrandsenke erreicht. Dementsprechend sind in der Weichholzaue die Anzahl der Arten und die Abundanzen größer als in der Hartholzaue. An den Stellen der größten Bodenfeuchtigkeit erreichen einige Arten ihre größte Besiedlungsdichte (Tab. 4). An der konkaven Innenseite der Flusskrümmungen nimmt die Breite der von den einzelnen Arten lückenlos besiedelten flussbegleitenden Streifen in der Reihenfolge *D. auriculata*, *P. tuberculatus*, *P. opisthoductus*, *A. georgii* stark zu.

Tab. 4: Die Regenwurmartentypen der Aue des Mieresch und ihre maximalen Individuendichten adulter Tiere. – The earthworm species and the maximal abundance of this species in the flood-plain soil of the Mures River.

Art	max. Ind.dichte (Adulte/0,25 m ²)	Ort des Maximums der Individuendichte
<i>Lumbricus rubellus</i> Hoffm. 1843	28	Externer Rand einer flussnahen Auenterrasse, Weichholzaue; Bata
<i>Lumbricus terrestris</i> L. 1758	2	Externer Rand einer Auenterrasse, Untere Hartholzaue; Spini
<i>Fitzingeria platyura depressa</i> Rosa 1897	1	Untere Hartholzaue; Dobra, Bata

Art	max. Ind.dichte (Adulte / 0,25 m ²)	Ort des Maximums der Individuendichte
<i>Dendrodrilus rubidus</i> Sav. 1826	3	Flussnahe Weichholzaue; Pojoga
<i>Dendrobaena octaedra</i> Sav. 1826	17	Flussnahe Weichholzaue; Pojoga
<i>Dendrobaena auriculata</i> Rosa 1897	23	Uferwall, Weichholzaue; Bata
<i>Eiseniella tetraedra</i> Sav. 1826	12	Nasse Auenrandsenke; Bata
<i>Octolasion lacteum</i> Örley 1885	15	Weichholzaue; Nicolae Bălcescu
<i>Octodrilus exacystis</i> Rosa 1896	9	Stauanasse Stelle am externen Rand einer Auenterrasse, Untere Hartholzaue; Bata
<i>Allolobophora rosea</i> Sav. 1826	35	Externer Rand einer Auenterrasse, Untere Hartholzaue; Bata
<i>Allolobophora caliginosa</i> Sav. 1826	8	Uferwall, Weichholzaue; Soimos
<i>Allolobophora chlorotica</i> Sav. 1826	2	Flussnahe Weichholzaue; Bata
<i>Allolobophora leoni</i> Mich. 1891	22	Nasse Auenrandsenke; Bata
<i>Allolobophora georgii</i> Mich. 1890	16	Schluffig-toniger Boden am externen Rand einer Auenterrasse, Untere Hartholzaue; Wetsch
<i>Proctodrilus antipai</i> Mich. 1891	31	Nasse Auenrandsenke; Bata
<i>Proctodrilus tuberculatus</i> Černosv. 1935	14	Geschichteter Boden am internen Rand einer Auenterrasse, Untere Hartholzaue; Bata
<i>Proctodrilus ophisthoductus</i> Zicsi 1985	21	Externer Fuß eines Uferwalls, Weich- holzaue; Bata

Diesbezügliche Unterschiede zwischen konkaver Innenseite und konvexer Außenseite der Flusskrümmung sind bei *D. auriculata* am auffälligsten: so beträgt die Breite des von dieser Art besiedelten flussbegleitenden Streifens an der einen bzw. der anderen Seite z. B. ca. 50 m (bei Pojoga) bzw. ca. 600 m (terrassenübergreifend bei Glogowatz). Allerdings treten an der konvexen Außenseite die von der Terrassengliederung der Aue verursachten Lücken im Vorkommen der Arten auf.

Mit großer Stetigkeit gliedert sich die Mineralboden bewohnende Regenwurmfauna der Mieresch-Aue in drei standortbeschreibende Artenverbindungen, die nicht spezifisch für Bodentypen oder pflanzensoziologische Auenstufen, jedoch charakteristisch für ihre Position im Auenquerschnitt sind. So gibt es die flussnahe mit den Kennarten *P. tuberculatus* und *A. caliginosa*, die im weiten Talgrund siedelnde artenärmere, von der sich eine Kennart nicht nennen lässt, und die am Auenrand vorkommende mit der Kennart *P. antipai*. In der flussnahen Artenverbindung auf der Stufe der Weichholzaue und in der Artenverbindung der Auenrandsenke fehlen nach bisherigen Ergebnissen die anözischen Arten. Die kennartenlose Artenverbindung des weiten Talgrundes enthält

auf der Stufe der Unteren Hartholzaue regelmäßig *A. rosea* und *A. leoni*, gelegentlich auch die anözischen Arten *L. terrestris* und *F. platyura*, und auf höheren Standorten *A. rosea*, die stellenweise von *O. lacteum* begleitet wird. Die flussnahe und die im weiten Talgrund siedelnde Artenverbindung sind einander insoweit ähnlich, als in beiden die Arten *D. auriculata*, *P. opisthoductus* und *A. georgii* enthalten sein können, deren Vorkommen sich in der genannten Reihenfolge im Transsekt vom Fluss zum Auenrand einordnen. Die Verteilung dieser drei Regenwurmartenspezies ist sichtlich regelhaft an bestimmte Bereiche der Gradienten von Korngröße, Humusgehalt und Menge des vom Fluss zurückgelassenen Materials gebunden. Von der Artenverbindung mit der Kennart *P. antipai* sind sie ausgeschlossen. An Ufern mit reichlicher Ablagerung von Feinsediment unterscheidet sich die flussnächste Artenverbindung am deutlichsten von den übrigen der Aue, indem sie sich durch das gemeinsame Vorkommen der Arten *P. tuberculatus*, *A. caliginosa* und *D. auriculata* auszeichnet. Im Transsekt quer zum Gleitufer eines niedrigen, die Untere Hartholzaue nicht übersteigenden Talbodens (z. B. bei Bata und Odvoš) erweist sich *A. leoni* als Kennart höherer soziologischer Kategorie, tritt also im gesamten Auenquerschnitt auf.

Diskussion

Regenwürmer als Indikatoren des Bodenzustandes

Feuchtigkeit, Textur, Tiefgründigkeit, pH-Wert und organische Substanz sind die für Regenwürmer wichtigsten Bodenfaktoren (CURRY 1998). Unsere Beobachtungen zeigen wie die von VOLZ (1976), dass in der Aue die Besiedlungsdichte und das Artenspektrum der Regenwurmfauna am auffälligsten vom Feuchtigkeitsregime bestimmt wird, das auenmorphologischen und auendynamischen Gegebenheiten entspricht.

Die curytoppe *A. rosea* ist in den Böden der Mieresch-Aue ebenso weit verbreitet wie in den mitteleuropäischen Flusssauen (z. B. VOLZ 1976, ZAJONC 1982, HÖSER 1994). Einige der übrigen regelmäßig angetroffenen Arten zeigen mit der Lage ihrer Vorzugsbereiche in der Aue des Mieresch wahrscheinlich die Orte rezent aktiver, elementarer auentypischer Bodenprozesse an. Die Arten *P. antipai*, *E. tetraedra* und *O. exacystis* können als Zeiger für starke Hydromorphierung im Solum aufgefasst werden. Sie kennzeichnen unseren Beobachtungen zufolge die feuchtere Variante der von KÜHNELT (1960) charakterisierten Feuchtluftböden. Die Wasserspannung dieser Böden schwankt um $pF=2,0$ (NORDSTRÖM & RUNDGREN 1974). Schon ZICSI (1959) fand *P. antipai* an Standorten, die sich durch sehr hohen Grundwasserstand auszeichnen. *A. chlorotica* ist an nasse Böden der Tiefen Weidenau gebunden (FRANZ et al. 1959, FRANZ 1960), daher in den am Mieresch untersuchten Transekten nicht zu erwarten. *A. caliginosa* scheint Zeiger für auengeschichtlich junge, tiefgreifende Umlagerungen von Boden und Sediment zu sein. Dem entsprechen Literaturangaben (EDWARDS 1983, LOFS-HOLMIN 1983), dass diese Art, wie auch *A. chlorotica*, den Bodenumbruch gut übersteht und auf Äckern vom Einpflügen der Erntereste Vorteil hat. Ihr Vorkommen in den grundwasserfernen, flussnahen Mineralhorizonten am Mieresch spricht für ihre hohe Austrocknungstoleranz, die sie auch als Erstbesiedler von Kippenrohböden auszeichnet (DUNGER 1991). Sie vermag sich unter solchen extremen Bedingungen einzugraben und in der Diapause die Trockenperioden zu überstehen (EVANS & GUILD 1947).

Einige Regenwurmartenspezies scheinen der regelmäßigen Überflutung ihres Lebensraumes zu bedürfen, so z. B. *A. leoni*, die an Bereiche terrestrischer Bodenentwicklung auf re-

regelmäßig überfluteten Auenstufen gebunden ist, jedoch in der nächst höher liegenden, von Eschen beherrschten, selten überfluteten Stufe der Mittleren Hartholzaue fehlt. *A. leoni* zeigt offenbar jene Böden an, in denen die Hochflut regelmäßig einen prägenden Bodenchemismus auslöst, aber mit ihrer Auflandung geringer Mengen schluffig-tonigen Sediments die terrestrische Bodenentwicklung nicht hemmt.

P. tuberculatus und *P. opisthoductus* zeigen klar unterschiedliche Qualitäten der Auen-sedimente an, nämlich der erstere humusarmes Material, dessen organischer Anteil infolge guter Belüftung weitgehend mineralisiert ist, der andere reichlich humushaltiges Material. Die Überlappung ihrer Vorkommen gründet sich offensichtlich auf einen lokalen Wechsel in der Überflutungsdynamik, der dahin führte, dass Material anderer Zusammensetzung auf das Bodenprofil aufgelandet wurde. Aus ihr ist zu schlussfolgern, dass aufgrund der Bindung von *P. tuberculatus* an den Auenlehm und von *P. opisthoductus* an die darüber liegende humose Auen-sedimentdecke eine ökologische Isolation beider Arten besteht. Beide Arten vikariieren ökologisch im Bodenprofil, beide nutzen offenkundig deutlich verschiedene Umweltressourcen, was möglicherweise ihre parapatrische Artbildung fundierte. Die auch am Mieresch gefundene Vikarianz von *P. tuberculatus* und *P. antipai* im Auenquerschnitt, die in Mitteldeutschland entdeckt wurde (HÖSER 1986) und seitdem auch in Tab. 28 bei FRANZ (1975) zu erkennen ist, beruht offensichtlich auf der Anpassung an deutliche Unterschiede in der Textur sowie in der Art und dem Ausmaß des Dargebots von Wasser und organischem Material am besiedelten Bodenstandort.

Die im Transsekt vom Fluss zum Auenrand erkennbare Reihenfolge *P. tuberculatus*, *P. opisthoductus*, *P. antipai* entspricht offenbar der zunehmenden Höhe des Grundwasserstandes. Besonders das Größenverhältnis der von *P. tuberculatus* und *P. opisthoductus* besiedelten Flächen scheint Hinweis auf den mittleren Grundwasserflurabstand in der Aue zu sein.

Die Vorkommen der Arten *D. auriculata*, *P. opisthoductus* und *P. antipai* machen deutlich, dass die feinverteilte organische Substanz, an die *D. auriculata* in den humosen Decken geschichteter sandiger Uferwälle und *P. opisthoductus* in den schluffhaltigen Feinsand-Mull-Auflagen gebunden ist, als Feuchtigkeit sicherndes Requisit den gleichen Stellenwert hat wie die Tonfraktion des Bodens für *P. antipai* am Auenrand und *D. auriculata* in der Mittleren Hartholzaue.

O. lacteum, als stenotoper Bewohner von Tonböden bekannt (WILCKE 1953), bedarf sichtlich der Horizontbildung im Bodenprofil (HÖSER 1994). Anscheinend ist er an die Tonanreicherung gebunden, die im B-Horizont gipfelt und den Abfluss des Sickerwassers hemmt (KLIMES-SZMIK 1962). Infolgedessen tritt er mit der Anreicherung von Tonhumus-Tapeten auf, gleichwohl mit der, die in der Hartholzaue den genannten Wasserstau markiert, oder mit der im geschichteten Boden der Weichholzaue. Er zeigt damit Feuchtigkeit haltende Bodenprofile und fortgeschrittene Bodenentwicklung an, sowohl in rezenten als auch in fossilen Böden, am ehesten in den unter Bestockung entwickelten (HÖSER 1994). Auch die Präferenz für schluffigen bis tonreichen Boden, dem *A. georgii* und *A. leoni* gelegentlich bis ans Gleitufer folgen können, ist als Bindung an einen Bodenstandort mit ausreichender Feuchteversorgung zu werten.

Als Anzeiger von Totholz im Boden erweist sich *D. octaedra*, die an der Verarbeitung schon stark veränderten Holzes beteiligt ist (KÜHNELT 1958), und *D. rubidus* ist Indikator des Vorkommens von dauerhaft feuchter Laubstreu als Bodenauflage oder im Fluvio-soliment. Da in den untersuchten Auenwäldern des Mieresch wie zu erwarten (DUNGER

1958, BECK 2000) die Streuzersetzung rasch verläuft, konnten beide Arten nicht häufig gefunden werden. Die Bodenstandorte der Aue genügen uneingeschränkt nur den endogäischen Arten, die Mineralboden fressen und in Trockenperioden in die Diapause eintreten (BOUCHÉ 1977). Offensichtlich bewirkt der festgestellte Mangel an Streu, dass sich der r-Strategie *L. rubellus* in den humosen Mineralboden eingräbt und damit zur K-Strategie tendiert (SATCHELL 1980). Er bedarf unseren Ergebnissen zufolge nicht nur der Laubstreu, sondern auch der Hochwasserdynamik, die er in der Weichholzaue und der Unteren Hartholzaue vorfindet. Dem entspricht, dass er als sehr feuchtigkeitsbedürftige Art (VOLZ 1976) in der seltener von der Hochflut erreichten laubstreuereichen Mittleren Hartholzaue fehlt. Mit der Abnahme der Überflutungsfrequenz und Sedimentation, beim Übergang von der Weichholzaue zur Hartholzaue, scheint auch *D. auriculata* von der r-Strategie zur K-Strategie zu wechseln und damit eine erhöhte Stabilität des Lebensraumes anzuzeigen. Der Strategiewechsel stellt also in den Auen für einige Regenwurmarten eine charakteristische Form der Anpassung an den Lebensraum dar. Er ist bei *L. rubellus* und *D. auriculata* vom Wechsel des Lebensformtyps begleitet, wobei LEE (1985) bestätigt wird, dass die epigäische Lebensform mit der r-Strategie und die endogäische mit der K-Strategie verknüpft ist.

Zur Bedeutung von Bodenschichtung und Textur-Wechselagerung für Regenwürmer

In der Nähe des Flusslaufs, am Uferwall, herrschen sandreiche Sedimente vor und sind die hoch über dem Grundwasser liegenden Standorte relativ trocken. Es fällt auf, dass aber gerade hier kleine Regenwurmarten in den mineralischen Bodenlagen vorkommen, wo Hochwässer durch unterschiedliche Sedimentzufuhr eine Textur-Wechselagerung („geschichteter Schwemmlandboden“ bei WALTER & BRECKLE 1994) geschaffen haben. Aus dieser Beobachtung schlussfolgern wir, dass diese Regenwürmer die ihnen relativ günstige Wasserhaltung geringmächtiger feinkörniger Bodenarten nutzen, die über größeren lagern. Ursache dieser Gunst sind die Porensprünge an Schichtgrenzen. Sie bilden an der unteren Grenze der feinkörnigeren Schicht Menisken, die hängendes Kapillarwasser tragen, und bewirken Wasserstau (MÜCKENHAUSEN 1993, KUNTZE et al. 1994), halten also versickerndes Hoch- und Niederschlagswasser oder Wasser aus zeitweiligem Kapillaraufstieg des Grundwassers zurück und sichern damit die Wassersättigung der Bodenluft. Mit diesen Tatsachen läßt sich der beobachtete Aufenthalt von *P. tuberculatus* und *D. auriculata* auf der feiner gekörnten Seite im Bereich der Schichtgrenzen erklären. Aufgrund ihres Kontakts mit der kapillaren Wasserschicht leben diese wasserbedürftigen Tiere in engem osmotischem Austausch mit der Bodenlösung (KÜHNELT 1961).

Es ist anzunehmen, dass *P. tuberculatus* im geschichteten feinsandig-schluffig-lehmigen Profil jene Bezirke nutzt, die auch nach dem Ende des Wasserstaus am Porensprung als Feuchtluftboden überdauern, wo wahrscheinlich vom hängenden kapillaren Porenwasser funikuläres oder schließlich penduläres Wasser übrig bleibt (VERSLUYS 1917, KLIMES-SZMIK 1962). Diese Präferenz wird aus unserer Beobachtung geschlussfolgert, dass *P. tuberculatus* zumeist ohne Neigung zur Massenvermehrung eines r-Strategen an der unteren Grenze der feiner gekörnten, bindigen und feuchtesten Schichten einer Wechselagerung auftritt. Die Erhöhung der Abundanz von *P. tuberculatus*, die vom Grundwasseranstieg oder von der Hochflut, besonders von der Frühjahrsflut hervorgerufen wird (ZAJONC 1970, 1985), deuten wir als Zeichen dafür, dass das Reservoir hängenden Kapillarwassers wieder aufgefüllt ist.

Das gehäufte Auftreten von *D. auriculata* nahe an der Oberfläche einer frischen Auflage von Hochflutlehm oder eines verschlammten Bodens weist auf die Bindung der Art an die syngenetische Tondurchschlammung hin, die mit der Auflandung von Hochflut-sediment beginnt und im Zusammenhang steht (KOPP 1964), aber auch beim Zerfall der Bodenaggregate durch Regen (Verschlammung) zu erwarten ist. Das feinstschichtige Auftragen von Hochflut-sediment erzeugt ein ziemlich dichtes Gefüge, das die vertikale Bewegung von Wasser reduziert (MÜCKENHAUSEN 1993) und als unterlagernde Schicht eine Zeitlang durch Wasserstau den Regenwürmern Bodenfeuchtigkeit sichert. Ähnliches scheint aus der Tondurchschlammung zu resultieren, die infolge intensiver Durchspülung zur Texturdifferenzierung führt, auf die sich Säume hängenden Kapillarwassers gründen. Dafür sprechen die beobachtete stoßweise Massenvermehrung von *D. auriculata* nahe an der Oberfläche feingeschichteten flussnahen Bodens der Weichholzaue und das Vorkommen dieser Regenwurmart im oberflächennahen Boden der Mittleren Hartholzaue des Mieresch, wo Regen regelmäßig Verschlammung der Bodenoberfläche hervorruft, dabei also in gleicher Weise auf die Bodenteilchen wirkt wie die Durchspülung (Perkolation, auf- und abwärts gerichtete Grundwasserschwankungen) des tieferen Auenbodens.

Treffen diese Annahmen zu, so zeigen sowohl *P. tuberculatus* als auch *D. auriculata* in der Aue das beim Porensprung hängende Kapillarwasser und die rezente Tondurchschlammung an, die sowohl mit der Sedimentation des Hochflutlehms als auch mit der Auenboden-Dynamik auftritt. Unsere Beobachtungen sprechen dafür, dass *D. auriculata* überwiegend der erstgenannten und *P. tuberculatus* der zweiten Form des Prozesses folgt, daher *D. auriculata* nahe der Bodenoberfläche (epiendogäisch) und *P. tuberculatus* tiefer im Boden (endogäisch) lebt. Die Tondurchschlammung (Lessivierung) setzt Entkalkung voraus. Schon ZICSI (1959) fiel auf, dass *P. tuberculatus* an den Kalkgehalt des Bodens geringere Ansprüche als *P. antipai* stellt.

Die Textur-Wechselagerung am Fluss stellt für *P. tuberculatus* das Analogon jenes ebenfalls von ihm besiedelten Teils des geschichteten Kolluviums dar, dessen oberste Schichten aus abgetragenem Unterboden bestehen (HÖSER 1994). Die alluviale und die kolluviale Bodenschichtung gewährleisten *P. tuberculatus* so weit den Lebensraum wie ihre Genese reicht und die von dieser Genese geprägten Eigenschaften nicht gelöscht sind, also vermutlich über den augenscheinlich geschichteten Bereich hinaus. In mitteleuropäischen Auen wurde *P. tuberculatus* oft in scheinbar schichtlosen, vertikal wenig differenzierten Schlufflehm-Profilen angetroffen (HÖSER 1986). Möglicherweise ist dort der Kapillaraufstieg des Grundwassers mehr an der Wassersättigung der Bodenluft beteiligt als in den geschichteten flussnahen Böden der Mieresch-Aue, vermutlich übernimmt aber in den scheinbar schichtlosen Profilen die Front der Feintonfraktion der Tondurchschlammung die Funktion einer fein gekörnten Schicht der Textur-Wechselagerung. Die Beobachtungen am Mieresch zeigen, dass das Pessimum (niedriges Jahresmittel des Gehalts an Bodenwasser, hohe Wasserspannung), das sandige Böden für Regenwürmer darstellen (GUILD 1948), dank der Bodenfeuchtigkeit sichernden Textur-Wechselagerung sogar bei starker Sonnenstrahlung und extremem Wechsel der Wasserstände überwunden wird, und zwar zuerst von *P. tuberculatus*. Auch ZICSI (1959) beobachtete, dass *P. tuberculatus* eine größere ökologische Valenz als *P. antipai* hat.

Die Zunahme der Entfernung zu den Strömungen der Hochflut verursacht im weiten Talgrund eine Abnahme der Sedimentationsrate, mittleren Korngröße der Sedimente und Spanne des lokalen Wechsels der Hochflutverhältnisse. Damit verlöschen die Bodenschichtungen, der Erfolg der Turbationen nimmt zu, und die Rolle des hängenden

Kapillarwassers tritt in den Hintergrund, so dass *P. tuberculatus* vermutlich bei zu tief liegendem Kapillarsaum verschwindet.

Im Gegensatz zu den geschichteten, gut durchlüfteten flussnahen Böden haben die intensiv farblich zeichnenden, ungeschichteten, von *P. antipai* besiedelten in der Auenrandsenke keine extremen Porensprünge, jedoch höheren Tongehalt und hoch anstehendes Grundwasser. Aus diesen Bedingungen resultieren ungehinderte abwärts gerichtete Perkolation (HÖSER 1993), Kapillaraufstieg aus dem Grundwasser ins Habitat, hohe Bodenfeuchte und begrenzte, flachgründige Durchlüftung.

Regenwürmer als Indikatoren der Entwicklungsgeschichte, Morphologie und Hochwasserdynamik der Aue

Offensichtlich gibt es Funde, aus denen sich Tatsachen der Entwicklungsgeschichte der Aue erschließen lassen. Das ist möglich, weil einige gefundene Arten Bodeneigenschaften bevorzugen (mineralische Grundausrüstung, Horizonte, textuelle Schichten usw.), die über eine lange Zeit Bestand haben (DUNGER 1982) und die natürliche Umgestaltung der Aue im Laufe der holozänen Talentwicklung überdauern, sofern der Boden nicht erodiert. So zeigt *P. tuberculatus* im flussferneren Teil der Aue die Uferbereiche fossiler Flussläufe an, was aus seiner Bindung an die Böden der Altwasser-Ufer und der internen Ränder der flussnahen Auenterrassen zu schließen ist. *A. caliginosa* weist absceits rezenter Flussufer offensichtlich auf den Verlauf historischer Uferlinien hin. Die Verteilung der Regenwurmart im Auenquerschnitt folgt einer Regel, die von der rezenten Flussdynamik und von der Entwicklungsgeschichte der Aue bestimmt ist und unter anderem die beobachtete Beziehung der *Proctodrilus*-Arten zu den unterschiedlichen Rändern der Auenterrassen enthält. Störungen dieser Regel sind zusätzliche Hinweise auf die Geschichte der Aue. Ist z. B. ein interner rezenter Rand einer Auenterrasse durch *P. opisthoductus* besiedelt, so spricht das dafür, dass die ursprüngliche, von *P. tuberculatus* bevorzugte flusszugewandte Seite der Terrasse der Erosion zum Opfer gefallen ist. Daneben können die geringen Vorkommen von *P. tuberculatus* und *P. opisthoductus* auf der Stufe der Mittleren Hartholzaue als Spuren früherer Zustände und damit die betreffenden Böden als Reliktböden (FRANZ 1954) gewertet werden. Zu den früheren andersartigen Standortbedingungen gehörte in diesem Falle die Nachbarschaft des Flussbetts, und heute sind jene Bodenmerkmale, die die beiden Arten bedürfen, in dieser Hartholzaue zwar strukturell vorgeprägt, jedoch nicht durch ausreichende Wirkung von Hochflut und Grundwassergang funktionsfähig ausgeprägt.

Die am Mieresch beobachtete relativ geringe Vielfalt der Regenwurmart in der unbestockten flussfernen Talaue hat vermutlich Ursache in der geringen Bodenfeuchte, die in mittlerer Bodentiefe solcher nicht vom Grundwasser erreichten Auenbereiche herrscht (HEINRICH et al. 2000). Die festgestellte Häufung der Anzahl der Regenwurmart im flussnahen Bereich gründet sich auf die hier zusätzlichen genetischen Faktoren der Anlagerung, Umlagerung und Schichtung des Bodens, die einigen Arten wie *A. caliginosa*, *P. tuberculatus*, *P. opisthoductus* und *D. auriculata* spezifischen Lebensraum eröffnen, den sie dank einer Anpassung besiedeln, die sie als Reaktion auf die Flussarbeit und die periglazialen Prozesse während des Eiszeitalters erworben haben (HÖSER 1986, DUNGER 1998). So sind diese flussnahen Bodenprofile trotz geringsten Grades der Bodenentwicklung schon standortsbedingt ökologisch reife Profile im Sinne von FRANZ (1954). Die hohe Abundanz einiger Regenwurmart in der flussnahen Weichholzaue scheint aus den Hochfluten zu resultieren, die r-Strategen begünstigen. So folgt *D. auriculata* in der regelmäßig überfluteten Weichholzaue offenbar der r-Strategie, die nach

jeder Hochflut, die eine zeitweilig unbegrenzte Ressource an Nahrung schafft, zu einer Massenvermehrung der Art führt. Diese Strategie gehört zu den Anpassungen an die Instabilität des Lebensraumes im Überflutungsbereich. Sie wurde auch bei epigäischen Laufkäferarten in der Aue beobachtet (ZULKA 1994). Auch an der Donau bei Wien konnten BAUER et al. (1998) nachweisen, dass Artenvielfalt und Abundanz der Regenwürmer in der Weichholzaue größer als in der Hartholzaue sind. Ebenfalls das vollständig ausgestattete Horizontprofil, so das in der Auenrandsenke, gewährt eine Häufung der Regenwurmarten, da es sowohl eine Zone des Mangels an organischer Substanz bietet, die den oligohumosen und mesohumosen Arten im Sinne von LAVELLE (1988) genügt, als auch im oberen Teil Nahrung für die (polyhumosen) Arten bereithält, die eine feine, an organischem Material reiche Bodenfraktion fressen. Mithin sind diese beiden Häufungen von Regenwurmarten der Hinweis auf die zwei genetischen Grundformen der Bodenprofile einer Aue: des ökologisch reifen geschichteten Profils und des pedogenetisch reifen Horizontprofils (HÖSER 1993, 1994).

Die Habitate der am Mieresch festgestellten drei standortbeschreibenden Artenverbindungen der Regenwürmer sind im wesentlichen deckungsgleich mit den von SCHIRMER (1978, 1991) abgegrenzten Auenbereichen, die aus der tatsächlichen, von Hochflut und Grundwassergang getragenen Auendynamik resultieren. Die Artenverbindung des weiten Talgrunds gehört zu den von VOLZ (1962) beschriebenen Regenwurmgesellschaften frischer Auenböden und ist zumindest an einigen Bodenstandorten mit dem Lumbricion von GRAEFE (1993) identisch. Im Falle der untersuchten Hartholzauen des Mieresch gründet sich diese Zuordnung auf wenige Funde von *L. terrestris* und *F. platyura*. Die Artenverbindung mit der Kennart *P. antipai* scheint eine der von VOLZ (1962) charakterisierten semiterrestrischen Regenwurmgesellschaften zu sein und dem Eiseniellion von GRAEFE (1993) zu entsprechen, das durchnässte, luftarme Böden kennzeichnet und dem die tiefgrabenden (anözischen) Regenwürmer fehlen. Aufgrund von Beobachtungen in der Aue der Elbe ordnen GRAEFE et al. (2002) die Bodenbiozönosen der Weichholzaue dem Eiseniellion zu und verallgemeinern, dass die Bodenbiozönosen der Hartholzaue überwiegend als Lumbricion ausgebildet seien, d. h. in gut durchlüfteten Böden tiefgrabende Regenwurmarten aufweisen. Diese Kongruenz von Regenwurmgesellschaft und Vegetation trifft jedoch nur teilweise zu, was die widersprüchlichen Beobachtungen am Mieresch zeigen: So fehlen zwar in den geschichteten Böden großer Teile der Weichholzaue des Mieresch die anözischen Arten, aber die flussnahe Artenverbindung mit *P. tuberculatus* und *A. caliginosa* lebt dort in sichtlich gut durchlüfteten Böden. Andererseits gibt es in höher liegenden Teilen der Weichholzaue (Hohe Weidenau bei Spini) Funde von *L. terrestris*, jedoch in vielen untersuchten Hartholzauen des Mieresch keine anözischen Arten. Offenbar hat die Regenwurmfaua zur Vegetation nur mittelbare Beziehung, aber eine wesentlich engere zur Auenmorphologie, Auendynamik, Bodenschichtung und Bodenreifung. Das zeigt, dass bei der Charakterisierung der ökologischen Bedingungen der Auenböden durch Bodentiergesellschaften mehr Beziehungen zu berücksichtigen sind als die minimal zum Abbau und Umbau der organischen Substanz nötigen.

Die Beobachtung, dass *D. auriculata* und die endogäische *A. georgii* nicht nur die häufig, sondern auch die selten überfluteten Böden der Aue, so auch die von Eschen beherrschte Mittlere Hartholzaue, in ihren Lebensraum einbeziehen, zeigt deutlich, dass auch die terrestrisch geprägten Auenbereiche von der Hochwasserdynamik betroffen und damit typisch für eine Aue sind. Insofern wird die Auffassung von SCHIRMER (1991) bestätigt, dass terrestrische Bodenentwicklung kein Grund ist, die natürliche

Bodenlandschaft der Aue in Auenböden im engeren Sinn und weiteren Sinn zu gliedern.

Literatur

- BAUER R., KÜPPER K. & MÜLLER H. W., 1998: Characterization of the lumbricid fauna in alluvial soils in the Danube River floodplain area east of Vienna. *Linzer biol. Beiträge* 30, 11–20.
- BECK L., 2000: Streuabbau und Bodenfauna in Wäldern gemäßigter und tropischer Breiten. *Carolinaea* 58, 243–256.
- BOUCHÉ M. B., 1977: Strategies lombriciennes. In: LOHM U. & PERSSON T. (Eds.), *Soil Organisms as Components of Ecosystems*. *Ecol. Bulletin* 25, 122–132.
- CHRISTIAN E. & ZICSI A., 1999: Ein synoptischer Bestimmungsschlüssel der Regenwürmer Österreichs (Oligochaeta: Lumbricidae). *Bodenkultur* 50, 2, 121–131.
- CURRY J. P., 1998: Factors affecting earthworm abundance in soils. In: EDWARDS C. A. (Ed.), *Earthworm ecology*, p. 37–64. St. Lucie Press, Boca Raton.
- DUNGER W., 1958: Über die Zersetzung der Laubstreu durch die Boden-Makrofauna im Auenwald. *Zool. Jahrb. Syst.* 86, 139–180.
- DUNGER W., 1982: Die Tiere des Bodens als Leitformen für anthropogene Umweltveränderungen. *Decheniana-Beihefte* 26, 151–157.
- DUNGER W., 1991: Wiederbesiedlung der Bergbaufolgelandschaft durch Bodentiere. *Abhandlungen Sächs. Akad. Wissenschaften Leipzig* 57, 3, 51–61.
- DUNGER W., 1998: Die Bindung zwischen Bodenorganismen und Böden und die biologische Beurteilung von Böden. *Bodenschutz* 2, 62–68.
- EDWARDS C. A., 1983: Earthworm ecology in cultivated soils. In: SATCHELL J. E. (Ed.), *Earthworm ecology – from Darwin to vermiculture*, p. 123–137. Chapman & Hall, London.
- ELLENBERG H., 1986: *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht*. 4. Aufl. Ulmer, Stuttgart.
- EVANS A. C. & GUILD W. J. MCL., 1947: Studies on the relationships between earthworms and soil fertility. I. Biological studies in the field. *Annals Appl. Biology* 34, 307–330.
- FRANZ H., 1954: Die Verschmelzung von Bodenkunde und Ökologie in der wissenschaftlichen Erfassung des Gesamtstandortes. *Angewandte Pflanzensoziologie* 1, 255–273.
- FRANZ H., 1960: *Feldbodenkunde als Grundlage der Standortsbeurteilung und Bodenwirtschaft*. Verlag G. Fromme & Co., Wien.
- FRANZ H., 1975: *Die Bodenfauna der Erde in biozönotischer Betrachtung*. Steiner Verlag, Wiesbaden.
- FRANZ H., GUNHOLD P. & PSCHORN-WALCHER H., 1959: Die Kleintiergemeinschaften der Auwälder der Umgebung von Linz und benachbarter Flussgebiete. *Naturkundl. Jahrbuch Stadt Linz* 1959, 7–64.
- GHILAROV M. S., 1978: Bodenwirbellose als Indikatoren des Bodenhaushaltes und von bodenbildenden Prozessen. *Pedobiologia* 18, 300–309.
- GRAEFE U., 1993: Die Gliederung von Zersetzergruppen für die standortsökologische Ansprache. *Mitteil. Deutsch. Bodenkundl. Gesellschaft* 69, 95–99.
- GRAEFE U., BEYLICH A. & HAFE M., 2002: Untersuchungen zur Kongruenz von Typen der Bodenbiozönose und der Vegetation in einem Auengebiet. *Mitteil. Deutsch. Bodenkundl. Gesellschaft* 99, 185–186.

- GUILD W. J. McL., 1948: Studies on the relationship between earthworms and soil fertility. III. The effect of soil type on the structure of earthworm populations. *Annals Appl. Biology* 35, 181–192.
- HEINRICH K., RINKLEBE J., BÖHNKE R., POTESTA H., GEYER S. & NEUE H.-U., 2000: Zusammenhang zwischen bodenphysikalischen Kennwerten und der Fluviodynamik in Auenböden der mittleren Elbe. *Angewandte Landschaftsökologie* 37, 283–286.
- HELTMANN H. & SERVATIUS G., 1991: Die naturräumliche Gliederung Siebenbürgens. In: HELTMANN H. (Hrsg.), *Naturwiss. Forschungen über Siebenbürgen* 4, Siebenbürg. Archiv 25, 91–120.
- HESSE R., 1924: *Tiergeographie auf ökologischer Grundlage*. Fischer Verlag, Jena.
- HÖSER N., 1986: Die Bindung zweier Unterarten von *Allolobophora antipai* (Lumbricidae) an Lössböden unterschiedlicher Genese. *Pedobiologia* 29, 319–326.
- HÖSER N., 1993: Regenwürmer als Leitformen von Perkolation und Umlagerung des Bodens. *Mitteil. Deutsch. Bodenkundl. Gesellschaft* 69, 175–178.
- HÖSER N., 1994: Verteilung der Regenwürmer am Hang und in der Aue: Abhängigkeit von Bodenschichtungsvorgängen. *Zool. Jahrb. Syst.* 121, 345–357.
- HÖSER N., 1997: Standörtliche Bindung als Kriterium der Artentrennung bei der Regenwurm-Gattung *Proctodrilus* Zicsi, 1985. *Abh. Berichte Naturkundemuseum Görlitz* 69, 2, 159–164.
- HÖSER N., 1999: Zur Verteilung der Regenwurmarten im Auenquerschnitt. *Mitteil. Deutsch. Bodenkundl. Gesellschaft* 89, 139–142.
- HÖSER N., 2000: Die Verteilung der azonalen Elemente der Regenwurmfauna in Auenquerschnitten von Kockel und Mieresch. In: HELTMANN H. & VON KILLYEN H. (Hrsg.), *Naturwiss. Forschungen über Siebenbürgen* 6, Siebenbürg. Archiv 36, 219–232.
- JAKAB S., 1995: Soils of the flood plain of the Mures (Maros) River. In: HAMAR J. & SÁRKÁNY-KISS A. (Eds.), *The Maros/Mureş River valley*, p. 25–46. Tisza Klub, Szolnok, Szeged, Turgu Mures.
- KLIMES-SZMIK A., 1962: Der Boden und das Wasser. In: DI GLERIA J., KLIMES-SZMIK A. & DVORACEK M. (Eds.), *Bodenphysik und Bodenkolloidik*, p. 512–650. Fischer Verlag, Jena.
- KOPP E., 1964: Zur Genese der Böden aus Hochflutlehm auf der Niederterrasse im Raume Bonn – Köln – Krefeld. *Eiszeitalter und Gegenwart* 15, 81–91.
- KÜHNELT W., 1958: Die Tierwelt der Landböden in ökologischer Betrachtung. *Verhandl. Deutsch. Zool. Ges. Graz 1957; Zool. Anzeiger, Suppl.* 21, 39–103.
- KÜHNELT W., 1960: Inhalt und Aufgaben der Festlandsökologie. *Anzeiger Österr. Akad. Wissensch., Math.-Nat. Kl.* 97, 52–61.
- KÜHNELT W., 1961: Der Wasserhaushalt des Bodens als entscheidender Faktor für seine tierische Besiedlung. *Verhandl. Deutsch. Zool. Ges. Bonn 1960, Zool. Anzeiger, Suppl.* 24, 307–315.
- KUNTZE H., ROESCHMANN G. & SCHWERDTFEGGER G., 1994: *Bodenkunde*. 5. Aufl. Ulmer, Stuttgart.
- LAVELLE P., 1988: Earthworm activities and the soil system. *Biol. Fertil. Soils* 6, 237–251.
- LEE K. E., 1985: *Earthworms, their ecology and relationships with soils and land use*. Academic Press, Sydney, etc.
- LOFS-HOLMIN A., 1983: Earthworm population dynamics in different agricultural rotations. In: SACHELL J. E. (Ed.), *Earthworm ecology – from Darwin to vermiculture*, p. 151–160. Chapman & Hall, London.
- MÜCKENHAUSEN E., 1993: *Die Bodenkunde und ihre geologischen, geomorphologischen, mineralogischen und physiologischen Grundlagen*. 4. Aufl. DLG-Verlag, Frankfurt am Main.
- NORDSTRÖM S. & RUNDGREN S., 1974: Environmental factors and lumbricid associations in southern Sweden. *Pedobiologia* 14, 1–27.

- POP V. V., 1994: On speciation in the Genus *Octodrilus* Omodeo, 1956 (Oligochaeta, Lumbricidae). Mitt. Hamburg. Zool. Mus. Inst. 89, Ergbd. 2, 37–46.
- SATCHELL J. E., 1980: r worms and K worms: a basis for classifying lumbricid earthworm strategies. In: DINDAL D. L. (ed.), Soil biology as related to land use practices, p. 848–864. Environ. Protect. Agency, Washington.
- SCHIRMER W., 1978: Aufbau und Genese der Talau. Schriftenreihe Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft 7, 145–154.
- SCHIRMER W., 1983: Die Talentwicklung an Main und Regnitz seit dem Hochwürm. Geol. Jahrbuch A 71, 11–43.
- SCHIRMER W., 1991: Zur Nomenklatur der Auenböden mitteleuropäischer Flussauen. Mitteil. Deutsch. Bodenkundl. Ges. 66, 839–842.
- VERSLUYS J., 1917: Die Kapillarität der Böden. Internat. Mitteil. Bodenkunde VII, (3/4), 117–140.
- VOLZ P., 1962: Beiträge zu einer pedozoologischen Standortlehre. Pedobiologia 1, 242–290.
- VOLZ P., 1976: Die Regenwurm-Populationen im Naturschutzgebiet „Hördter Rheinaue“ und ihre Abhängigkeit vom Feuchtigkeitsregime des Standorts (Annelida: Oligochaeta: Lumbricidae). Mitt. Pollichia 64, 110–120.
- WALTER H. & BRECKLE S.-W., 1994: Spezielle Ökologie der Gemäßigten und Arktischen Zonen Euro-Nordasiens. 2. Aufl. Fischer, Stuttgart, Jena.
- WENDELBERGER G., 1994: Die Siebenbürgischen Mergelsteppen. In: HELTMANN H. & WENDELBERGER G., Naturwiss. Forschungen über Siebenbürgen 5, Siebenbürg. Archiv 30, 95–105.
- WILCKE D. E., 1953: Über die vertikale Verteilung der Lumbriciden im Boden. Zeitschr. Morphol. Ökol. Tiere 41, 372–385.
- ZAJONC I., 1970: Synusia analysis of earthworms (Lumbricidae) living in the oak-hornbeam forest in south-west Slovakia. Res. Project Báb, Progr. Rep. I, 149–163, Bratislava.
- ZAJONC I., 1982: Communities of earthworms (Lumbricidae: Oligochaeta) in meadows of the Slovakian Carpathians. Pedobiologia 23, 209–216.
- ZAJONC I., 1985: Earthworm (Lumbricidae) community. In: PENKA M., VYSKOT M., KLIMO E. & VASICEK F. (Eds.), Floodplain Forest Ecosystem. I. Before Water Management Measures, p. 373–385, Academia, Praha.
- ZICSI A., 1959: Beitrag zur geographischen Verbreitung und Ökologie von *Allolobophora antipai* (Michaelsen) 1891. Annales Univers. Sci. Budapestinensis, Sect. Biol. 2, 283–292.
- ZICSI A., 1991: Über die Regenwürmer Ungarns (Oligochaeta: Lumbricidae) mit Bestimmungstabellen der Arten. Opusc. Zool. Budapest 24, 167–191.
- ZULKA K. P., 1994: Natürliche Hochwasserdynamik als Voraussetzung für das Vorkommen seltener Laufkäferarten. Wiss. Mitt. Niederösterreich. Landesmuseum 8, 203–215.

Manuskript eingelangt: 2003 05 04

Anschrift:

Dr. Norbert HÖSER, Naturkundliches Museum Mauritianum, Parkstraße 1, D-04600 Altenburg/Thür.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien. Früher: Verh. des Zoologisch-Botanischen Vereins in Wien. seit 2014 "Acta ZooBot Austria"](#)

Jahr/Year: 2003

Band/Volume: [140](#)

Autor(en)/Author(s): Höser Norbert

Artikel/Article: [Die Verteilung der Regenwürmer in der Aue des Mieresch \(Siebenbürgen, Banat, Rumänien\) 99-116](#)