

| | | | | | |
|--|---------|---|----------|------|---|
| Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz | N.F. 18 | 3 | 91 – 109 | 2004 | Freiburg im Breisgau 12. Dezember 2004 |
|--|---------|---|----------|------|---|

Lumbricus badensis - ein Franzose, der in Baden groß wurde

von

ANGELIKA KOBEL-LAMPARSKI & FRANZ LAMPARSKI, Freiburg i. Br. *

Zusammenfassung: Der Badische Regenwurm, *Lumbricus badensis*, ist ein Neoenemite des Südschwarzwaldes. Insgesamt wirkten bei der Entstehung von *L. badensis* die Bedingungen der Nacheiszeit mit ihrer Faunenausbreitung, die günstige geographische Situation mit Rheinebene und Rhein zur Bildung und Separation einer Gründerpopulation sowie die klimatischen Bedingungen des Schwarzwaldes, die Anpassungs- und Selektionsvorgänge auslösten, zusammen. Seine Verbreitung zeigt, dass diese große Regenwurmart in Grundzügen noch die südwesteuropäischen Klimaansprüche seiner Stammart *Lumbricus friendi* besitzt. Dank seiner Größe ist er aber toleranter gegenüber basenarmen Böden, schwer zersetzbarer Streu und Hochlagenklima. Häufig ist er die Ursache von Humusbraunerden. Deren stabile Krümelstruktur beruht auf der mechanischen Leistungsfähigkeit dieser großen Regenwürmer, die sehr effizient den Energieinhalt der Streu auf den Mineralboden übertragen.

1. Einleitung

Der Badische Regenwurm (*Lumbricus badensis*), "ein Franzose, der in Baden groß wurde", ist 1907 von dem Hamburger Zoologen MICHAELSEN entdeckt worden. Entdeckt heißt hier natürlich in die Wissenschaft eingeführt, sozusagen "wissenschaftlich entdeckt". MICHAELSEN fand einen großen Regenwurm bei "Todtmoos im südlichen Schwarzwald unter einem Stein an einer Waldstraße" und beschrieb ihn als *Lumbricus papillosus* var. *badensis*, das heißt, als Rasse von *Lumbricus papillosus*. (Eigentlich war *Lumbricus papillosus* zu dieser Zeit bereits durch COGNETTI (1904) in *Lumbricus friendi* umbenannt worden.) Aufgrund des erheblichen Größenunterschiedes zwischen seinem Fund im Südschwarzwald und Tieren aus Frankreich vermutete MICHAELSEN schon richtig, dass es sich auch um eine eigene Art handeln könnte und legte damit den heutigen Namen *Lumbricus badensis* fest.

* Anschrift der Verfasser: Dr. A. Kobel-Lamparski & Dr. F. Lamparski, Schwarzwaldstr. 60, D-79194 Gundelfingen

Noch 1967, bei seiner Untersuchung über die Regenwürmer im Köhlgartengebiet, behielt ZACHARIAE den Namen *Lumbricus friendi* bei, da es bis dahin keine neuen Erkenntnisse zur Frage Rasse oder eigene Art gab. Bei eigenen Untersuchungen (LAMPARSKI 1985) wurde diese Frage wieder aufgegriffen. Dazu war geplant, möglichst große Exemplare aus dem Elsass mit möglichst kleinen Exemplaren aus dem Südschwarzwald zusammenzubringen und ihre Fähigkeit zur Fortpflanzung zu testen. Glücklicherweise war dieses Experiment schon längst in der Natur vorweggenommen worden. Bei der Kartierung der Arealgrenzen von *L.badensis* wurden eindeutige Exemplare der Art *L.friendi* gefunden und zwar im Dinkelberggebiet, dem Isteiner Klotz und der Weitenauer Vorbergzone. Auch in den Mooswäldern bei Freiburg tritt *L.friendi* sehr zahlreich auf. Damit gibt es in unserem Raum Gebiete, in denen ausschließlich *L.badensis* vorkommt – das ist überwiegend der höhere kristalline Schwarzwald, und Gebiete, in denen ausschließlich *L.friendi* auftritt – dies sind Bereiche der Vorbergzone und die Mooswälder. Am interessantesten sind die Vorkommen in der Weitenauer Vorbergzone, wo beide Arten gemeinsam auftreten, ohne zu bastardieren. *L.badensis* erreicht dort seine normale Größe. Er wird bis zu 35g schwer und bis zu 60 cm lang, sein Vorkommen ist an seiner typischen Bauoberfläche und den dicken Röhren, die bis in eine Tiefe von 2,50 m reichen können, leicht zu erkennen. *L.friendi* wird dagegen hier nur 3-4 g schwer, bei einer Länge von 10-15 cm. Seine Wohnröhre reicht nur bis maximal 1m Tiefe und ist mit ihrem viel kleineren Durchmesser morphologisch von der von *L.badensis* deutlich zu unterscheiden.

Die Vermutung von MICHAELSEN, dass es sich bei dem Riesenregenvurm im Südschwarzwald um eine eigene Art handelt, konnte also dadurch bestätigt werden, dass es einen Überschneidungsbereich der Areale von *L.badensis* und *L.friendi* gibt, in dem die Tiere unterschiedliches Verhalten zeigen und wo keine Bastardierung auftritt.

Das Schlüsselmerkmal, das fast alle weiteren differenzierenden Merkmale bedingt, ist die stark unterschiedliche Größe der Arten. Sie beeinflusst den Bau der Wohnröhre, die mechanische Leistungsfähigkeit bei der Bodenstrukturierung und die mechanische sowie chemische Leistungsfähigkeit beim Streuabbau. Seine Größe ermöglicht es diesem größten Regenwurm Mitteleuropas, auch in relativ basenarmen Böden, in Standorten mit Nadel- und Heidelbeerstreue sowie in Hochlagen zu existieren.

2. Entstehung von *Lumbricus badensis*

Da fossile Regenwurmspuren sehr selten sind, ist der folgende Text bestenfalls eine plausible Spekulation. Sie basiert zum großen Teil auf biogeographischen und paläogeographischen Angaben von BOUCHÉ 1972. Danach besitzen unser allgemein bekannter Tauwurm *Lumbricus terrestris* und *Lumbricus friendi* eine gemeinsame Stammart, welche vor der Eiszeit existierte. Diese

Stammart wurde durch die Eiszeit in zwei Glazialrefugien abgedrängt. Derjenige Populationsteil, aus dem sich *L. terrestris* entwickelte, überdauerte in einem mediterranen-südöstlichen Refugium. Der andere Populationsteil, von dem *L. friendi* abstammt, überdauerte die Eiszeit in einem südwesteuropäischen Refugium. Heute verhalten sich *L. terrestris* und *L. friendi* wie vikarierende Arten.

In den Periglazialgebieten des Schwarzwaldes gab es während der Eiszeiten keine Lebensmöglichkeit für wärme- und feuchtigkeitliebende, waldbewohnende Regenwürmer. Aus der heutigen Verbreitung von *L. friendi*, der Stammart von *L. badensis*, ist es wahrscheinlich, dass sein nächstgelegenes Glazialrefugium im Südwesten Frankreichs lag, d.h. in einer Entfernung von 500-600 km Luftlinie. Vor rund 11000–12000 Jahren könnte die Ausbreitung von *L. friendi* aus seinem Glazialrefugium begonnen haben. Ab dem Boreal vor knapp 9000 Jahren gab es Laubmischwälder in Mitteleuropa (HANDKE 1978), eine Ansiedlung von wärmeliebenden, waldbewohnenden Regenwürmern war danach im Schwarzwald prinzipiell möglich. Irgendwann in dieser Zeit dürfte die Gründerpopulation, aus der *L. badensis* hervorging, über den Rhein gelangt sein. Im Hochwasser treibende Bäume mit Wurzelwerk und Erde ermöglichen Regenwürmern die Überquerung eines Flusses. Bei der starken Aufspaltung des Rheines in zahlreiche Flussarme ist es aber auch möglich, dass eine gesamte Insel langsam durch stetige Verlagerung des Stromstriches von einer Seite des Flusses auf die andere Seite gelangt.

Eine Gründerpopulation schlägt dann eine eigene Entwicklungsrichtung ein, wenn sich die Lebensbedingungen des Neulandes deutlich vom Stammgebiet unterscheiden und wenn nach ihrem Fußfassen eine längere Zeit der Separation folgt. Dazu waren die Bedingungen im Älteren Atlantikum günstig. Zu dieser Zeit war das Klima in der Oberrheinebene so trocken und heiß, dass rubifizierte Parabraunerden, Böden mit einem tiefroten Toneinwaschungshorizont, entstehen konnten (MOLL 1970). Dadurch konnte die gesamte Rheinebene für Regenwürmer mit warmfeuchten Klimaansprüchen als Schranke wirken. Spätestens mit dem Beginn des Ackerbaus muss mit einer anthropogen verursachten Faunenverschleppung gerechnet werden, d.h. *L. friendi* könnte erneut über den Rhein gekommen sein.

Mit dieser Entwicklung ist *L. badensis* ein Neoendemit im Südschwarzwald und ein Beispiel für eine äußerst rasche Artbildung am Arealrand einer weiter südwestlich verbreiteten Stammart (Abb. 1). Erleichtert wurde diese rasche Artbildung durch den Gründereffekt, nach dem sich kleinere Populationsteile schneller an neue Lebensbedingungen anpassen können als große Populationen. Dazu kommt, dass der Prozess der Artbildung auf dem Größerwerden von *L. badensis* beruht und dass der Größenunterschied gleichzeitig die beiden Arten *L. badensis* und *L. friendi* isoliert.

Triebfeder der Größenentwicklung von *L. badensis* müssen die Selektionsbedingungen im Schwarzwald gewesen sein. Fast alle *Lumbricus*-Arten können zwischen epigäischer und anecischer Lebensweise wechseln (Abb. 2). BOUCHÉ (1976) fand z.B. adulte *Lumbricus terrestris* an Standorten mit dicker

Streuaufgabe als Oberflächenbewohner – normalerweise gilt diese Art als tiefgrabend. *Lumbricus rubellus* ist als vorwiegend epigäische Art bekannt, am trocken-heißen Kaiserstuhl führt er aber schon als Jungtier in Gebieten mit geringer Streudecke eine anecische Lebensweise. Die Jungtiere von *L. badensis* leben in ihrer ersten Vegetationsperiode epigäisch, danach gehen sie zu einer anecischen Lebensweise über (KOBEL-LAMPARSKI & LAMPARSKI 1987). An die Körpergröße stellen diese beiden Lebensweisen allerdings völlig unterschiedliche Anforderungen:

- Epigäische Regenwürmer suchen sich zusagende Lebensräume. Das Angebot an geeigneten Mikrohabitaten steigt mit abnehmender Körpergröße.
- Anecische Regenwürmer dagegen gestalten ihren direkten Lebensraum für sich günstig. Dabei ist die mechanische Leistungsfähigkeit ausschlaggebend und daher ist es besser, groß zu sein.

Der Vergleich zwischen Schwarzwald und Vogesen zeigt nun folgendes: *L. badensis* hat sich im Schwarzwald an die Bedingungen der Mittelgebirgs-hochlagen durch Größerwerden angepasst, das Gewicht seiner Lebensweise liegt dort voll auf der anecischen Seite. *L. friendi* ist dagegen nach unseren Funden am Ballon d'Alsace und am Ballon de Servance kleiner als im Sundgau. Seine Anpassung an die lebensfeindlicheren Hochlagen wurde durch eine stärkere Gewichtung der epigäischen Lebensweise erreicht.

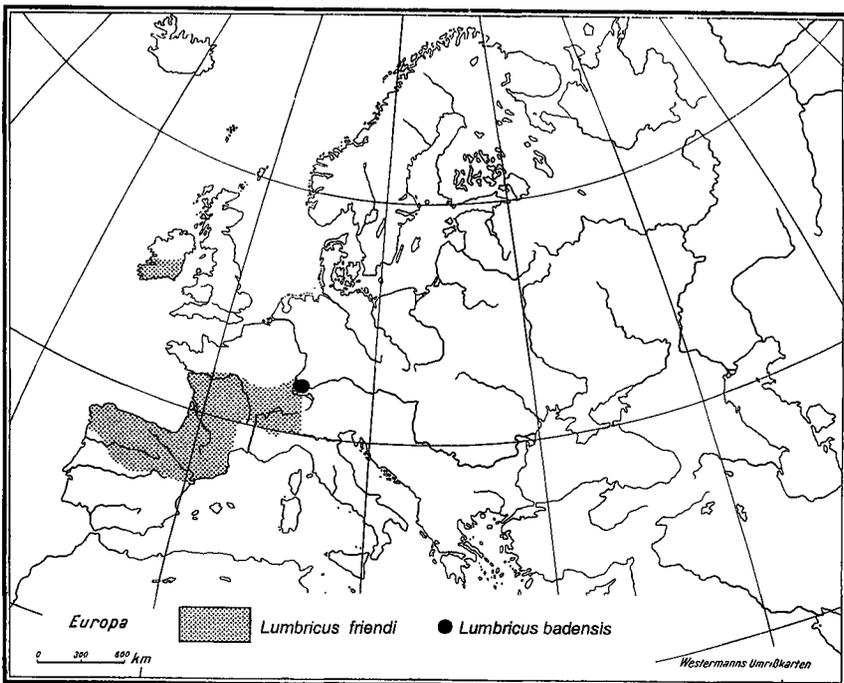


Abb. 1: Vorkommen von *Lumbricus friendi* und *Lumbricus badensis*.

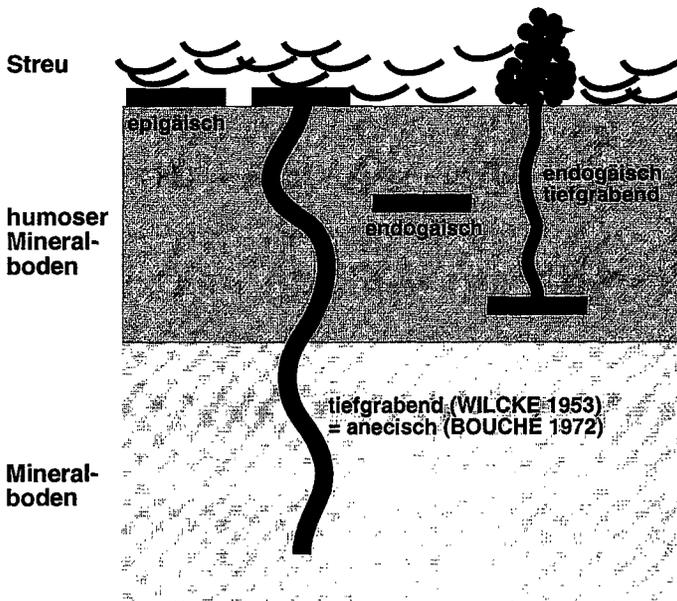


Abb. 2: Lebensformtypen: Epigäische Regenwürmer sind Bewohner der Bodenoberfläche. Anecische Regenwürmer gewinnen ihre Nahrung an der Bodenoberfläche; mit ihren tief reichenden Röhren können sie sich ins geschützte Bodeninnere zurückziehen. Endogäische Arten sind echte Bodenbewohner.

3. Böden mit *Lumbricus badensis*-Einfluss

Jeder Boden mit genügend hoher Regenwurmdichte zeigt die typischen Merkmale ihrer Tätigkeit: Röhren, Humusflecken, Krümel- bis Wurmlösungsgefüge. Dieselben Merkmale kennzeichnen auch die von *L. badensis* bewohnten Böden, nur sind sie, entsprechend der Körpergröße der Tiere, viel größer, deutlicher ausgeprägt und dadurch leichter zu erkennen.

3.1 Humusbraunerde

Der häufigste Bodentyp mit *L. badensis* Besiedlung ist eine Braunerde mit der Humusform Mull (Abb. 3). Der humose Oberboden (Ah-Horizont) ist mit rund 1 dm oft relativ dünn, kann aber in Hochlagen über 4 dm mächtig werden. Typisch ist der darunter folgende Übergangshorizont, der nicht darauf beruht, dass Merkmale des Oberbodens graduell durch Merkmale des braunen Unterbodens ersetzt werden, sondern es ist ein Verzahnungshorizont (Ah+Bv), in dem Humusflecke teils mit diffusen teils mit scharfen Grenzen auftreten. Je weiter man in die Tiefe kommt, umso schärfer fallen die Humusflecke und die mit einer dunklen Humustapete ausgekleideten 12-16 mm dicken Wurmröhren im zunehmend helleren Boden auf.

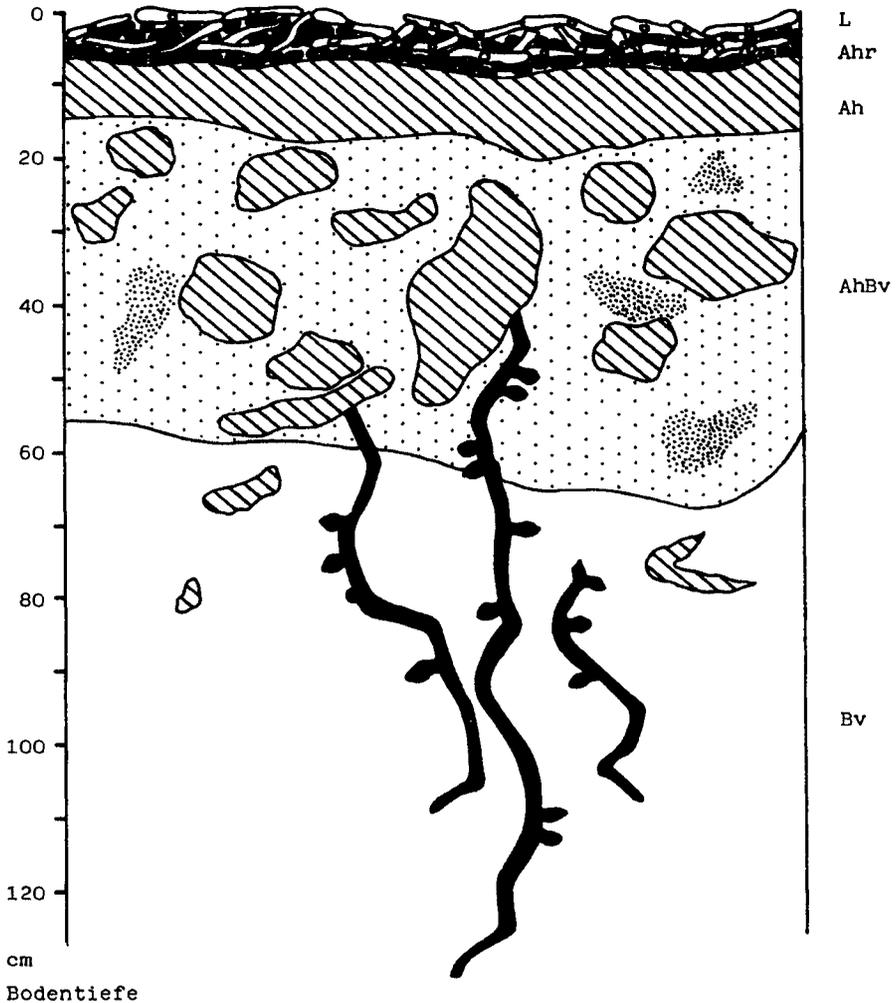


Abb. 3: Mullbraunerde mit *Lumbricus badensis*-Spuren. Mit seiner Größe hinterlässt *Lumbricus badensis* deutliche Spuren im Boden. Neben den Wurmröhren fallen besonders die Humusflecke auf. Derartige Humusflecke bis in über 2m Bodentiefe sind eine Besonderheit von Schwarzwaldböden. Sie entstehen durch ein Zusammenwirken von Wurmröhrenbau und Wurzelwachstum über lange Zeiträume. Gleichzeitig erhalten die Böden dadurch ein Gedächtnis. Auch dort, wo Regenwürmer z.B. durch mehrere Generationen Fichtenreinanbau verschwunden sind, findet man noch ihre Spuren.

3.2 Schutt- und Blockranker

Ebenfalls charakteristisch sind Schutt- und Blockranker mit *L.badensis*-Besiedlung. Sie bestehen im typischen Fall aus mehrere dm bis über 1m mächtigen Steinlagen, in denen die Zwickel vollständig mit humosem bis sehr humosem Mineralboden und Wurmröhren gefüllt sind. Kennzeichen solcher Böden ist eine fast normale Produktion an organischer Substanz, die von Regenwürmern tief eingemischt wird, sich aber aufgrund des hohen Steingehalts der Profile nur über ein geringes Bodenvolumen verteilen kann. Dies erklärt den ungewöhnlich hohen Humusgehalt in großer Bodentiefe.

3.3 Podsole

Mit Hilfe dieser beiden Bodentypen lassen sich Besonderheiten der Bodenbildung erklären, die man in Hochlagen mit grusig verwitterndem Granit als Ausgangsmaterial finden kann. Es sind in sich stark gefleckte, relativ bunte Böden, die man auf den ersten Blick als gestörte Böden abtun möchte.

Beschäftigt man sich genauer mit ihnen, erkennt man, dass sie aus einer Mischung von Podsolbereichen mit dunklen humosen Bahnen bestehen. (Podsole sind Böden, bei denen der Oberboden bei tiefen pH-Werten unter Weglösung von Humus und Eisen ausgebleicht, während der darunter liegende Horizont durch die Wiederausfällung von Humus und Eisen aus der Bodenlösung intensiv gefärbt wird.) Die podsolierten Bereiche einer solchen Profilwand sind grobkörnig, die humosen Bereiche sind feinsandig bis schluffig. Gräbt man ein Bodenprofil mit Hacke und Spaten, fallen diese Korngrößenunterschiede allerdings nicht auf. Regenwürmern wie *L.badensis* müssen sie aber aufgefallen sein! Röhrenbau und Humusakkumulation konzentrierten sich über Jahrhunderte hinweg auf die Zwickel zwischen vergrusteten Granitblöcken, vergleichbar der Humusakkumulation in den oben erwähnten Rankern. Dadurch ergibt sich heute der Eindruck, als ob ein in Flecken aufgelöster Podsol in einer humosen Matrix schwimmt.

Interessant ist die Frage, ob die tief reichende Humusakkumulation durch Regenwürmer und die Podsolierung der Granitgrusblöcke etwa gleichzeitig abliefen oder nacheinander. Vermutlich ist letzteres der Fall: Die intensive Humusakkumulation in Bahnen deutet auf eine Regenwurmdichte hin, die zur Humusform Mull führt und einer Versauerung entgegensteht. Erst die Übernutzung der Wälder im ausgehenden Mittelalter und die Aufforstung mit Fichte Anfang des 19. Jahrhunderts dürfte die Regenwurmdichte derart reduziert haben, dass sich eine Podsolierung durchsetzen konnte. Dies aber nur in den durchlässigeren Granitgrusbereichen und nicht in den feinkörnigen, humusakkumulierten Zonen. Die humosen Bahnen wären damit ein Relikt hoher Regenwurmdichte unter Laubwald, während die Podsolflecke eine Folge der Waldgeschichte seit dem Mittelalter sind.

4. Einfluss von *Lumbricus badensis* auf Streuabbau und Humusform

Im Bereich des Hotzenwalds findet man alle Übergänge von hoher flächendeckender Besiedlung durch *L. badensis* im Westen bis zur Auflösung des Vorkommens in einzelne Flecken im Osten. Daran lässt sich die Wirkung dieser Regenwürmer auf den Oberboden in Wäldern exemplarisch darstellen.

Ein einzelner Regenwurm schafft in seinem Einflussbereich die Humusform Mull. Der pH-Wert ist angehoben, das Kohlenstoff/Stickstoffverhältnis wird enger. Der Abbau der Streu erfolgt innerhalb einer Vegetationsperiode und vollständig. Die Bauoberfläche von *L. badensis* wird dadurch zu einem kleinen Mullfleck von 15-30 cm Durchmesser. Bei geringerer Siedlungsdichte entstehen so Mullinseln inmitten einer schlechteren Humusform. Im östlichen Bereich des Areals von *L. badensis* sind dies oft Mullinseln im Moder. Bei genügend hoher Siedlungsdichte wachsen diese Inseln zusammen, wodurch großflächig die Humusform Mull entsteht.

Einer der Hauptgründe für einen raschen Streuumsatz ist die Einmischung der Streu in den Mineralboden. Dadurch gerät die Streu in eine Zone mit ausgeglichenem Mikroklima und trocknet nicht aus. Beim Streuabbau gelöste Stoffe können im Mineralboden oberflächennah festgelegt werden. Nährstoffzufuhr vom Mineralboden in die Streu kann eine Limitierung des Streuabbaus durch Nährstoffmangel verhindern. Für den Boden selbst stellt die eingemischte Streu eine Energiequelle dar. Bei der Photosynthese gespeicherte Energie wird durch die Einmischung auf den Mineralboden übertragen. Diese Energie ermöglicht es den Bodentieren, am Boden Arbeit zu verrichten und wird so zur Grundlage einer lockeren Bodenstruktur. Dies ist ein grundlegender Unterschied zwischen den Humusformen Mull und Moder, denn beim Moder wird ein Großteil der Streuenergie auf der Mineralbodenoberfläche, also außerhalb des Mineralbodens, freigesetzt und kommt nicht der Bodenstruktur zugute.

Ein weiterer Unterschied ist die Vollständigkeit der Verwertung der Streu. Ein notwendiger Schritt beim Abbau von Streu ist ihr Vorzersetzung durch Mikroorganismen. Er ist die Voraussetzung dafür, dass Bodentiere die Streu überhaupt verwerten können. Dieser mikrobielle Vorzersetzung lässt sich an Dünnschliffen sichtbar machen. Nicht vorzersetzte Pflanzenreste leuchten im polarisierten Durchlicht, vorzersetzte bleiben dunkel.

Der wesentliche Unterschied zwischen Mull und schlechteren Humusformen wie Moder und Rohhumus besteht also darin, dass bei der Humusform Mull der Streuabbau im Mineralboden und weitgehend vollständig erfolgt, wodurch der Energieübertrag auf den Mineralboden maximal wird.

5. Das Areal von *Lumbricus badensis*

Nach DE LATTIN (1968) versteht man unter einem Areal das Gebiet, in dem eine Art normalerweise lebt und überlebt und nicht das Gebiet, wo man sie gelegentlich antrifft. Der zweite Punkt ist bei der geringen Beweglichkeit der Regenwürmer für die Arealabgrenzung relativ unbedeutend. Nur im Bereich von Flüssen mit höherer Erosionsleistung oder bei anthropogenem Transport besteht die Möglichkeit, dass Regenwürmer gelegentlich in Gebiete gelangen, die weit von ihrem Areal entfernt sind.

Arealgrenzen entstehen dadurch, dass durch eine allmähliche räumliche Veränderung von Existenzfaktoren der Toleranzbereich einer Art überschritten wird. Im Grenzbereich besteht ein dynamisches Gleichgewicht: Verstärkte Mortalität, verringerter Reproduktionserfolg und Zuwanderungsgewinn halten sich die Waage und summieren sich zu einer geringeren Populationsdichte als normal oder zu einer Konzentration der Population auf günstigen Kleinfleichen.

Prinzipiell können Grenzen auch innerhalb eines Areals bestehen, an Orten wo die Art fehlt. Im Grenzbereich solcher Verbreitungslücken sind günstige Einwanderungsmöglichkeiten und geringere Konkurrenz wahrscheinlich (am Beispiel von *L. badensis*: Unbesiedelte Muschelkalkinseln im Buntsandstein), wodurch diese "inneren" Grenzen mit ihren edaphischen Bedingungen weiter vom Optimum einer Art entfernt liegen können als "äußere" Grenzen. Solchen inneren Grenzen wurde im Rahmen unserer Untersuchung nicht nachgegangen. Äußere Grenzen erlauben einen Besiedlungsgewinn nur von einer Richtung. In vielen Fällen wird ihr Verlauf noch durch Konkurrenz mit anderen Arten modifiziert, die sich der Ungunst der Existenzfaktoren überlagert.

Eine Arealgrenze kann in manchen Abschnitten auch durch Schranken gebildet werden. Schranken sind Hindernisse, welche von einer Population nicht zu überwinden sind. Sie entstehen durch eine scharfe und oft regional begrenzte Verschlechterung der Lebensbedingungen. Kennzeichen von Schranken sind, dass die Population ohne Dichtegradient bis an die Schranke reicht und dass in der Mehrzahl der Fälle aufgrund ihrer geringen regionalen Erstreckung jenseits der Schranken Lebensmöglichkeiten für die betreffende Art vorhanden wären. (Bei Regenwurmart mit geringer Ausbreitungsmöglichkeit genügen schon regional eng begrenzte Schranken, um die weitere Ausbreitung der Population zu unterbinden.)

Die wichtigsten Existenzfaktoren für Regenwürmer unter natürlichen Bedingungen sind, neben der Nahrung, Temperatur und Feuchte des Bodens und der Bodenoberfläche. Letzteres gilt besonders für die Jungtiere, welche bei den meisten Arten in der Streu oder oberflächennah leben. Weiterhin spielen auch der pH-Wert, die Nährstoffsituation und die Gründigkeit des Bodens eine wichtige Rolle. Andere Faktoren werden erst in zweiter Linie wirksam: So kann die Bodenart den Klimaeinfluss verschärfen oder abmildern, während die Lagerungsdichte eines Bodens, die für bodenbewohnende Regenwürmer den

Raumwiderstand darstellt, eine angespannte Nahrungs- oder Klimasituation verschärfen kann.

Über das Vorkommen von *L. badensis* waren aus der Literatur nur zwei Fundgebiete bekannt. Dies waren der Bereich um Todtmoos und der Bereich Belchen/Blauen (MICHAELSEN 1907, WITTICH 1963, ZACHARIAE 1967). Das Ziel der Arealkartierung (Abb. 4) bestand darin, aus dem Muster der Verbreitung und aus der Reaktion von *L. badensis* bei einem Wechsel der edaphischen Faktoren Hinweise auf die Ansprüche dieser Art an ihre Umgebung zu finden. Hierbei erschienen besonders die Randbereiche wichtig, da die Reaktionen einer Art etwas entfernt vom Optimum in der Regel klarer sichtbar werden.

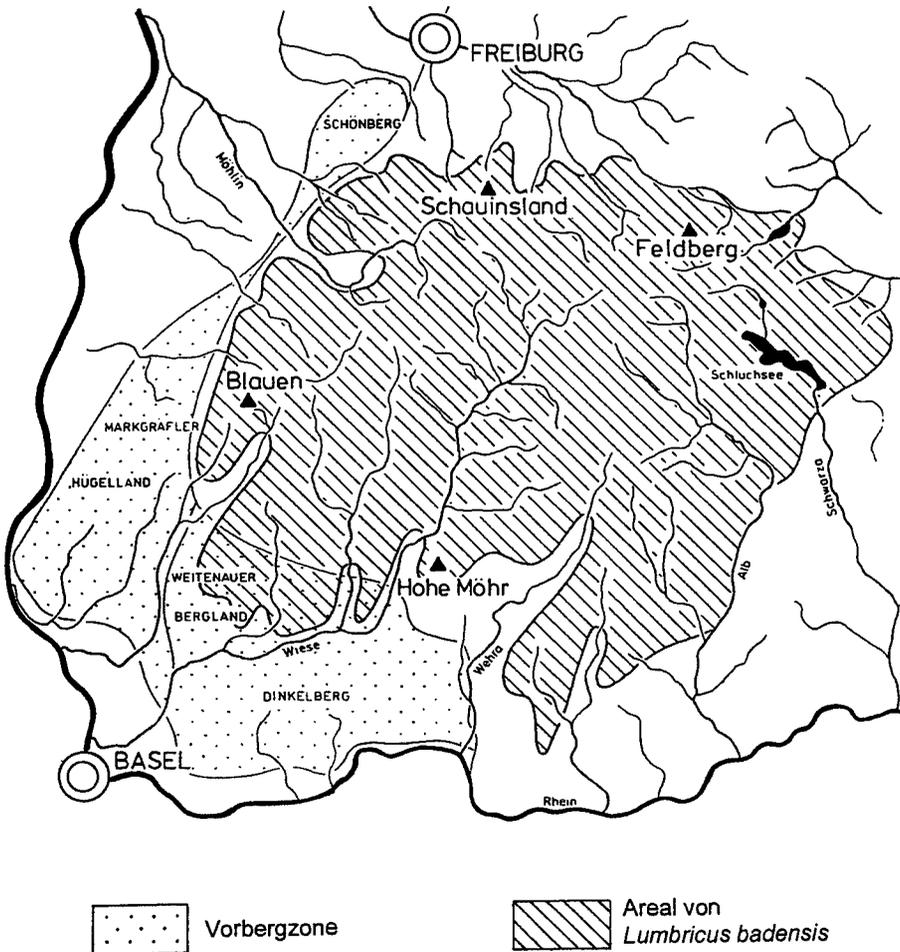


Abb. 4: Verbreitung von *Lumbricus badensis* im Südschwarzwald.

5.1 Kartiermethode

Die ersten Hinweise auf höhere Dichten von *L.badensis* ergeben sich aus seinem Einfluss auf Boden und Humusform. Fast immer treten dann auch Maulwurfshaufen und dünne Steinlagen auf der Bodenoberfläche auf. Diese Steinlagen gehen ebenfalls auf Maulwürfe zurück: Beim Auswurf ihrer Haufen bringen die Tiere auch Steine mit maximal 2-3 cm Kantenlänge nach oben. Durch selektive Erosion wird der Feinboden des Maulwurfhaufens weggespült. Als charakteristische Bildung entstehen dabei kleine Erdmännchen, kleine aufrecht stehende Zapfen, an deren Spitze ein Stein die Abspülung des Feinbodens durch Niederschläge eine Zeitlang verhindert. Wenn später dann der gesamte Feinboden verspült wird, bleibt als Rest des Maulwurfhaufens eine kleine Steinlage an der Bodenoberfläche zurück. In Gebieten mit schlechter Humusform sind diese Steinchen an der Bodenoberfläche oft der erste Hinweis auf aktuelle oder frühere Vorkommen von *L.badensis*.

Folgende direkte Kriterien wurden verwendet, um *L.badensis* an einem Standort nachzuweisen:

- **Fang von adulten oder juvenilen Tieren,**

die sich anhand ihrer Merkmale sicher der Art *L.badensis* zuordnen ließen. Schon allein durch ihre Größe, aber auch durch ihr typisches Verhalten bei Reizung lassen sich die Juvenilen von *L.badensis* nach einiger Übung recht leicht als solche erkennen. Die Tiere selbst sind die wichtigsten Belege. Eine intensive Suche danach wurde immer dann eingeschaltet, wenn erhebliche Änderungen im Grenzverlauf einen solchen Fixpunkt erforderten.

- **Morphologie der Wohnröhre und der Bauoberfläche**

Das Erkennen der Wohnröhren und die Kenntnis ihres artspezifischen Baues war die Grundlage der Arealkartierung. Dadurch gelang es, das Punktnetz so eng zu legen, dass das Ziehen von Arealgrenzen möglich wurde. Die Dichte wurde anhand der Regenwurmbaue festgestellt; ob diese bewohnt waren, ergab sich aus der eingezogenen Streu und dem Grad der Verpilzung.

Die deutliche Überformung der Bodenoberfläche im Bereich der Röhrenmündung ergab meist den ersten Hinweis auf die Anwesenheit von *L.badensis*. Das heißt, der erste Schritt bei der Beurteilung einer Untersuchungsfläche war die Bestimmung der Humusform. Handelte es sich um einen L-Mull, der unter Regenwurmeinfluss entstanden war, wurden die Wurmbaue näher untersucht und den verschiedenen Arten zugeordnet. Bei anderen Humusformen oder beim Dominieren anderer Regenwurmartens wurden in einem größeren Bereich Stellen abgesucht, die aufgrund früherer Erfahrung die Ansiedlung von *L.badensis* begünstigen. Weitere Information brachte dann ein Nachgraben im Bereich der Wohnröhre.

Benutzt wurden im Wesentlichen zwei Kriterien:

1. die fingerdicken Wurmrohren mit ihren Abzweigungen sind im Bodenprofil ab dem AhBv und tiefer meistens gut sichtbar, so dass steile (noch bes-

ser überhängende Wegeinschnitte) die Anwesenheit von *L.badensis* bei leichtem Nachgraben sehr rasch anzeigen

2. durch die Humustapete sind die Röhren im hellen Mineralboden sehr auffällig.

Als äußerst rasche und nützliche Informationsquelle erwies sich das Befragen von Forstleuten und Landwirten, da diese von Waldarbeiten oder vom Waldwegebau her die großen Regenwürmer meistens in Erinnerung hatten. Zur Demonstration von Farbe und Größe wurde dafür ein adulter *L.badensis* in einer Kühlbox mitgeführt. In der Regel ermöglichten so gewonnene Hinweise eine sehr gezielte Suche.

5.2 Unterscheidung der *Lumbricus badensis* -Baue von anderen Wurmbauen

Verwechslungsmöglichkeiten bestehen im Untersuchungsgebiet mit folgenden Arten: *Lumbricus polyphemus*, *Lumbricus terrestris*, *Aporectodea* spec.

Für die Ansprache eines *Lumbricus badensis* -Baues sind folgende Merkmale wichtig:

- Die Bauoberfläche bildet eine lockere Mischung aus Regenwurmexkrementen und Streu in einem flachen, unregelmäßig-rundlichen Haufen von 15 - 30 cm Durchmesser.
- Die Regenwurmexkremeute sind nur gering miteinander verklebt und Sandkörnchen sowie große von *L.badensis* wieder ausgeschiedene Streufetzen sind leicht zu finden.
- Eingemischte Streu, besonders gut sichtbar bei Buchenblättern, ist oft senkrecht gestellt, so dass die Bodenoberfläche ein raues Aussehen erhält.
- Bei Streumangel und auch im Nadelwald werden Reisig und kleine Ästchen in den Bereich der Wohnröhre gezogen.
- Die Bauoberfläche ist nicht verpilzt.
- Die Röhrenausfahrten sind offen, leicht zu finden und besitzen einen Durchmesser von 12 – 16 mm.
- Zu einem Bau gehören jeweils mehrere Ausfahrten. Sie verlaufen von der Oberfläche zuerst flach, dann steiler nach unten und vereinigen sich v-förmig ungefähr in der Mitte der Bauoberfläche.
- Sind größere Äste oder Steine vorhanden, findet man fast immer einen *L.badensis*-Bau darunter. Die Röhrenmündungen liegen dabei an der Grenze Stein/Bodenoberfläche. Die einzelnen Röhren ziehen halboffen zwischen Boden und Stein zur Mitte des Baues. Am tiefsten Punkt taucht die Röhre nach unten ab.
- Der Röhrendurchmesser verengt sich nach unten hin nicht.

5.2.1 Abgrenzung zum *Lumbricus polyphemus* -Bau

- Die Bauoberfläche ist weniger rundlich als bei *L.badensis*; sie ist länglich-oval und fest. Sie besteht wie bei *L.badensis* aus Exkrementen. Diese sind stark miteinander verkittet. Hinzu kommt, dass sie durch Pilzhypen und Wurzeln zusätzlich verfilzt sind.
- Die Exkremente sind sandärmer, ausgeschiedene Blatt- oder Nadelreste sind beim Aufbrechen weniger gut sichtbar als bei *L.badensis*.
- Die Röhrenmündung liegt an einem Ende der längs-ovalen Exkrementlage und ist im Herbst oft schwer zu finden. Im Frühjahr ist sie in der Regel durch eingezogene Blätter markiert.
- *L.polyphemus* legt seinen Bau selten unter Steinen oder Fallholz an (Die Ursache liegt wahrscheinlich schon im unterschiedlichen Verhalten der Juvenilen).
- Die Röhre ist mit 10 - 13 cm Durchmesser etwas enger als die von *L.badensis*. Sie verläuft unter der Exkrementlage an der Bodenoberfläche entlang und taucht am anderen Ende des Ovals abrupt nach unten ab.
- Relativ rasch - oft schon in 10 - 15 cm Bodentiefe - verengt sich der Röhrendurchmesser auf die Hälfte.
- Da *L.polyphemus* die Streu nur in die Röhre einzieht und nicht wie *L.badensis* auch in den Boden einarbeitet, bleibt seine Wirkung auf die Bodenoberfläche geringer, so findet man ihn häufig in Verbindung mit F-Mull oder mullartigem Moder.

5.2.2 Abgrenzung zum *Lumbricus terrestris* -Bau

Als nach oben hin verzweigte Wohnröhre ähnelt ein *L.terrestris*-Bau im Grundtyp dem von *L.badensis*. Die Röhrenmündung ist aber weniger durch Exkremente geprägt als durch Büschel von fädigen Elementen wie Blattadern, Gräsern oder dünnen Stöcken, welche in einem Geflecht an der Röhrenmündung zusammengezogen und auch in die Röhre gezogen sind. Der Röhrendurchmesser bleibt unter 8mm.

5.2.3 Abgrenzung zu *Aporectodea* -Arten

Diese Arten stellen Exkrementtürme oder -haufen her, welche in zerfallenem Zustand auf einer lockeren, feuchten Bodenoberfläche *L.badensis*-Baue vortäuschen können. Die Röhren dieser Arten sind aber mit ungefähr 6mm Durchmesser sehr dünn.

In frischem, gut ausgebildetem Zustand stellt die Unterscheidung der einzelnen Regenwurmbaue in der Regel kein Problem dar. Bei der großräumigen Kartierung mussten aber doch häufig verwaschene Regenwurmbaue oder Baue in besonderen Lagen, wie an trockenen Steilhängen oder in feuchten Mulden zugeordnet werden, so dass es nötig war, mehrere "Bestimmungskriterien" zu verwenden. Besonders wichtig war hierbei die Unterscheidung zwischen *L.polyphemus* und *L.badensis*. Das Vorkommen, die weite Verbreitung und

die Größe von *L.polyphemus* im Südschwarzwald wurde erst im Laufe der Kartierung bekannt. An einigen Stellen, die gerade zur Deutung des *L.badensis*-Areals wichtig sind, wird eine *L.badensis*-Dominanz durch eine *L.polyphemus*-Dominanz abgelöst, so im Schauinslandgebiet, im Hotzenwald und in der Weitenauer Vorbergzone.

5.3 Bewertung der Funddaten

Gelingt es, die Anwesenheit einer Art nachzuweisen, steht einer weiteren Verwertung des Fundpunktes nichts im Wege. Schwieriger wird es, wenn der Nachweis nicht gelingt, da dann zwei Möglichkeiten offen stehen:

- die Art fehlt wirklich
- es wurde nicht genügend, an der falschen Stelle, zur falschen Zeit oder nach den falschen Merkmalen gesucht

Das bedeutet, Schlüsse, welche auf einem nicht gelungenen Nachweis beruhen, sind prinzipiell anzweifelbar.

Aus diesem Grunde wurde bei der Kartierung des *L.badensis*-Areals in einem solchen Fall die weitere Nachsuche systematisch vorgenommen und standardisiert. Dadurch wurde die Wahrscheinlichkeit, ein Vorkommen zu übersehen, sehr gering:

Wurde *L.badensis* in einem Gebiet nicht gefunden, so wurde großflächig im Kilometerbereich die Umgebung abgegangen. Dabei wurden gezielt Punkte aufgesucht, die nach früheren Erfahrungen für eine *L.badensis*-Ansiedlung günstig waren. Dies sind besonders am Ostrand der Verbreitung etwas frischere Verebnungen, flache Mulden oder im Nadelwald Flächen mit Laubeinwehung oder einer Krautschicht. Verließ diese Suche ebenfalls negativ, so wurden zusätzlich mindestens 20 Einzelpunkte (z.B. unter Fallholz, Steinen oder Baumwurzeln), die normalerweise einen *L.badensis*-Bau beherbergen, eingehend untersucht, bevor der Schluss gezogen wurde, dass die Art in diesem Gebiet fehlt. Ein solches Vorgehen war auch deswegen nötig, weil sich in Grenzbereichen die *L.badensis*-Vorkommen in Flecken auflösen, so dass es keineswegs möglich ist, allein schon aus einer verschlechterten Humusform auf das Fehlen dieser Art zu schließen.

5.4 Grenzen des Areals

Arealgrenzen sind nach KRAUSE (1978) besonders gut geeignet, Aufschlüsse über die ökologischen Ansprüche einer Art zu liefern. Normalerweise ist es ein Faktor, der ins Minimum gerät. Bevor sich dieser jedoch regional auswirken kann, erfolgt in der Regel eine Verschlechterung von Faktorenkombinationen, die eine Art an den Rand ihres Toleranzbereiches bringen, wodurch sich die weitergehende, vielleicht nur geringfügige Verschlechterung eines Faktors erst auswirken kann. Auch ist es möglich, dass die Änderung eines edaphischen Faktors eine konkurrierende Art stark begünstigt, wodurch dann die Konkurrenz zur eigentlichen Ursache einer Grenze wird.

5.4.1 Grenzverlauf im Westen

Eine solche Konkurrenzsituation liegt wahrscheinlich an der Westgrenze des *L.badensis*-Areals vor. Die Grenze wird hier durch eine Arealschranke gebildet. Sehr oft stößt *L.badensis* mit hohen Dichten an die Schotter der Rheinebene oder an die kalkreiche Vorbergzone, ohne sie zu besiedeln. Durch dieses Verhalten zeigt sich *L.badensis* acidophil und gleicht damit seiner Stammart *L.friendi*, welche nach BOUCHÉ (1972) acidophil bis neutrophil ist. Während *L.friendi* aber immerhin am Isteiner Klotz und auch in der Rheinebene im Elsass vorkommt, ist *L.badensis* eindeutig acidophil. Er wurde bis jetzt noch nie in kalkbeeinflussten Bodentypen gefunden. Es gelingt jedoch noch nicht zu entscheiden, ob *L.badensis* hohe pH-Werte nicht toleriert oder ob andere Regenwurmarten wie *L.polyphemus* oder *L.terrestris* bei geringeren Niederschlägen und höherem Kalziumangebot begünstigt werden. Südlich der Kander wird der Grenzverlauf nämlich schon durch Trockenheit mitbestimmt: in diesem Bereich setzt an trockenen Hängen das Siedlungsgebiet von *L.badensis* erst in etwa 800m Höhe ein, in feuchteren Taleinschnitten zieht es dagegen sehr viel tiefer.

In der Weitenauer Vorbergzone meidet *L.badensis* die Muschelkalk- und Keuperflächen. Auch hier hat die Grenze den Charakter einer Schranke, da fast schlagartig im oberen Buntsandstein eine hohe *L.badensis*-Besiedlung einsetzt, während in den Muschelkalkflächen vorwiegend *L.polyphemus* auftritt.

5.4.2 Grenzverlauf im Süden

Nach Süden bilden der Lauf der Wiese und das südlich anschließende Muschelkalk-Keuper-Gebiet eine Schranke. In den Keuper- und Muschelkalkflächen des Dinkelberges wurde *L.badensis* nicht gefunden, dafür *L.polyphemus*, stellenweise in hohen Dichten. So bildet der Lauf der Wiese bis auf die Höhe von Zell die Grenze des *L.badensis*-Gebietes. Aber noch im Bereich der Weitenauer Vorbergzone sieht man, wie nach Osten hin *L.badensis* auf eine reliefbedingte Verschlechterung des Wasserhaushaltes mit einem Dichterückgang reagiert. Aus demselben Grund weicht die Arealgrenze an den trockenen Hängen des Wiese- und Wehra-Tales weit nach Norden zurück.

5.4.3 Grenzverlauf im Osten

Auch im Bereich des Hotzenwalds reagiert *L.badensis* nach Osten hin zunehmend schärfer auf eine Veränderung der Bodenart und der Hangexposition. Skelettreiche lehmige Sande, welche in der Gegend von Todtmoos noch eine hohe Besiedlung ermöglichen, werden im südlichen und östlichen Hotzenwald gemieden. Hier konzentriert sich das Vorkommen von *L.badensis* auf Flecken mit einem frischen bis feuchten Wasserhaushalt. Aufschlussreich ist auch, dass die Inseln von Oberem Buntsandstein im Hotzenwaldgebiet nicht mehr besiedelt werden. Dies bildet einen scharfen Gegensatz zur hohen Besiedlungsdichte im Oberen Buntsandstein der Weitenauer Vorbergzone. Es ist relativ unwahrscheinlich, dass die Ursache darin liegt, dass der obere Buntsandstein nach Osten hin sandiger wird oder die Lössbeimengung geringer ist. Nach SCHLENKER

& MÜLLER (1978) besitzt der Buntsandstein des Hotzenwalds überwiegend tongründige, sandige Verwitterungsdecken; lösslehmartige Beimengungen sind bis 600 m Höhe nachgewiesen.

Dieses Ausdünnen der Population und ihre geringere Toleranz als im Westen des Areals legen den Schluss nahe, dass der gesamte Grenzverlauf im Südosten und Osten den Charakter einer echten Grenze besitzt, die durch das Zunehmen der kontinentalen Bedingungen gezeichnet wird. Dagegen lässt sich einwenden, dass der Grenzverlauf von Görwihl bei Häusern entlang dem Albtal, entlang der Schwarza und danach bis zum Schluchsee viel eher einer Schranke gleicht. Dies ist insofern richtig, als die beiden Flüsse selbst, aber auch ihre trockenen, steilen West-Nordwest-Hänge sicher Ausbreitungsschranken für Regenwürmer darstellen. Dazu treten noch östlich der Alb größere Flächen mit Buntsandstein, die das Fußfassen von zugewanderten Individuen erschweren. Wahrscheinlich ist es so, dass Areale selten reine Grenzen im Sinne eines Ausdünnens der Population besitzen, sondern dass im Grenzbereich schon eine sehr niedrige Schranke genügt, um die weitere Ausbreitung einer Art zu stoppen. Für das Areal von *L.badensis* heißt dies, dass zunehmend kontinentales Klima - in erster Linie Trockenheit - die Wirkung der beiden Schranken Albtal und Schwarzatal voll zur Geltung bringt.

5.4.4 Grenzverlauf im Norden

Eine ähnliche Überlagerung von Schrankenwirkung im Grenzbereich bestimmt auch den Grenzverlauf von Grünwald bis Hinterzarten, also im Nordostabschnitt des Areals. Von Südosten nach Nordwesten ist es zuerst die Buntsandsteindecke, die eine Arealausweitung erschwert, dann die südexponierten Hänge des Hochfirstes. Der gesamte Nordbereich des Hochfirstes wurde an frischen Wegabschnitten intensiv abgesucht. Dabei fanden sich auch keine Hinweise einer früheren Besiedlung. Eigentlich wäre zu erwarten, dass die dunklen, durch Humus gezeichneten Röhren im helleren Unterboden auch noch nach einigen hundert Jahren ihre Spuren hinterlassen. Wahrscheinlich war also dieses Gebiet auch vor den Rodungsperioden nicht von *L.badensis* besiedelt.

Zwischen Titisee und Hinterzarten stellte der flache, nasse Talboden, in dem auch das Hinterzartener Moor liegt, ein Ausbreitungshindernis dar. Bei einer Ausbreitungsgeschwindigkeit von 8 - 10m pro Jahr ist ein Bereich von 500 - 1000m Breite, der den Zusammenhalt einer Population unterbricht, ein nicht zu unterschätzendes Hindernis. Dazu kommt, dass die Ausbreitung nach Norden in ein Gebiet mit flacherem Relief führt, in dem auch der anthropogene Einfluss sehr stark die Wälder beeinflusste. In diesem weniger steil reliefierten ehemaligen Talsystem der Donau bilden sich Kaltluftseen leichter aus als im Südschwarzwald mit seinem starken Relief. So dürfte auch der flache Talboden, durch den heute die Eisenbahn und Bundesstraße führt, neben dem hochstehenden Grundwasser durch Kaltluftseebildung eine besiedlungsfeindliche Barriere für die Ausbreitung von Regenwürmern darstellen. Immerhin siedelt

L. badensis heute an mehreren Punkten sogar auf der Nordseite dieser Verebnung.

Im Höllental hat die Grenze dann wieder den Charakter einer Schranke, da die *L. badensis*-Besiedlung am Nordosthang mit mittlerer Dichte bis ins Tal des Höllenbachs zieht. Als Ausbreitungshindernis wirkt hier aber weniger der reißende Bach, sondern die gegenüberliegenden schroffen und trockenen Südhänge.

Sehr wichtig für die biogeographische Deutung der *L. badensis*-Verbreitung wird der nun folgende Nord-Nordwest-Bereich seines Areal. Vom Gestein und von den Ausbreitungsbedingungen her wäre zu erwarten, dass *L. badensis* bis an den Südrand der breiten Talung von Oberried und dem Zartener Becken und bis ins Dreisamtal bei Freiburg vorkommt. Die Grenze ist jedoch ein ganzes Stück nach Süden versetzt. Besonders gut ist dies im Gebiet des Schauinslands zu sehen, wo die Arealgrenze nur ein bis zwei Kilometer über die höchsten Erhebungen nach Norden reicht. Als Parallele zu den Verhältnissen in den Weitenauer Vorbergen gibt es auch hier wieder Stellen, wo eine hohe *L. badensis*-Dichte von einer hohen Dichte des pontisch-kontinentalen *L. polyphemus* abgelöst wird. In den Weitenauer Vorbergen ist jedoch ein Gesteinswechsel die Ursache, während hier die nördlich bis nordöstlich hinter dem Schauinsland liegenden Bereiche in dessen Lee-Wirkung gelangen, so dass sie geringere Niederschläge erhalten.

5.5 Interpretation der Arealgrenzen von *Lumbricus badensis*

Fasst man die Beobachtungen an den verschiedenen Abschnitten des *L. badensis*-Areal zusammen, so besitzen die West- und Südwestabschnitte dort geologisch bedingte Schranken, wo ein Wechsel zu kalkhaltigem Gestein erfolgt. Im übrigen Bereich bestehen vom Klima vorgezeichnete Grenzbereiche, in denen schon geringe Schranken eine weitere Ausbreitung der Population unterbinden. Solche Schranken sind durch die Ausbildung des Reliefs gegeben.

Innerhalb des Areal wird die Populationsdichte vom Klima und vom menschlichen Einfluss auf die Waldgebiete bestimmt. Im Westteil des Areal, wo nach den Populationsdichten und seinen Ansprüchen die besten Bedingungen für *L. badensis* vorliegen, ist das Klima atlantischer geprägt als weiter im Osten. Auch der menschliche Einfluss auf die Waldgebiete war weniger gravierend.

Da das Areal von *L. badensis* doch relativ klein ist, ist es gerechtfertigt, als arealbestimmendes Element einen einzigen Faktor zu suchen. Ein Vergleich mit dem REICHEL'schen Trockenheitsindex (Abb. 5) zeigt, dass die Arealgrenzen über weite Bereiche die Isolinien des Trockenheitsindex nachzeichnen. Natürlich kann dieser Index nur ein grobes Maß darstellen. Vermutlich benötigt *L. badensis* eine Mindestzeit im Jahr, während der die Bodenoberfläche über 5 °C warm und gleichzeitig feucht ist. Diese mikroklimatischen Bedingungen braucht *L. badensis* deshalb, weil seine Nahrung aus mikrobiell vorzersetzer Streu und Mikroorganismen selbst besteht. Sobald die Streu austrocknet, wird die mikro-

bielle Aktivität unterbunden; auf die Temperaturgrenze von 5 °C als untere Schwelle für nennenswerte Mikroorganismen-tätigkeit haben WITKAMP (1966) und ZACHARIAE (1967) hingewiesen.

Das Vorkommen von *L. badensis* ist auf den Südschwarzwald be-schränkt. Vergleicht man großräumig sein Areal mit dem seiner Stammart, so sieht man, dass es zum Areal von *L. frieundi* passt. Das heißt, *L. badensis* hat in großen Zügen dieselben atlantischen Ansprüche wie die mit ihm verwandte südwesteuropäische Art. Diese Ansprüche spiegeln sich in differenzierter Form an seinen Arealgrenzen wider, die nach Norden durch abnehmende Bodentem-peratur und Trockenheit, nach Osten durch zunehmend kontinentale Bedin-gungen gekennzeichnet sind.

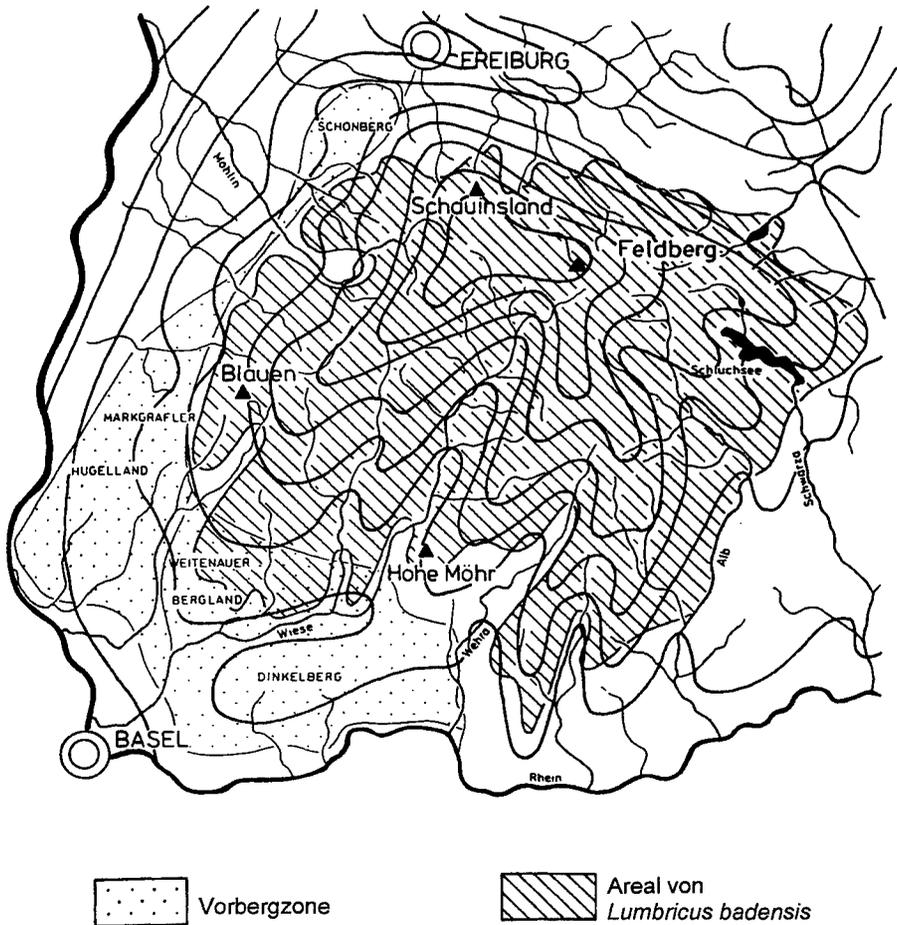


Abb. 5: Verbreitung von *Lumbricus badensis* im Südschwarzwald und REICHEL'scher Trockenheitsindex (Klimaatlas von Baden-Württemberg).

Obwohl in großen Zügen das Areal von *L.badensis* in das *Lumbricus friendi* -Areal "passt", zeigen sich im Untersuchungsgebiet dennoch Unterschiede: *Lumbricus friendi* kommt auch in kalkbeeinflussten und dichteren Böden vor. Das Areal von *L.badensis* reicht dagegen weiter in Hochlagen hinauf, und nach den bisherigen Funden von *L.friendi* auch weiter nach Osten. Der Grund dafür ist, dass es *L.badensis* mit seiner Größe schafft, seine Umgebung für sich günstig zu gestalten.

Literatur

- BOUCHÉ, M.B. (1970): Relations entre les structures spatiales et fonctionnelles des écosystèmes, illustrées par le rôle pédobiologique des vers de terre. - In P. PESSON (ed): *La vie dans le sol. Aspects nouveaux. Études expérimentales*. Ed. Gauthiers Villars, Paris 187-209.
- BOUCHÉ, M.B. (1972): Lombriciens de France. Écologie et Systématique. - INRA, Ann. Zool. Ecol. Anim. Numero special 2, 671 S.
- BOUCHÉ, M.B., (1977): Lumbricid strategies. - In: U. LOHM & T. PERSSON (eds): *Soil Organisms as Components of Ecosystems*. Ecol. Bull. (Stockholm) 25, 122-132.
- COGNETTI DE MARTIIS, L. (1904): Lombricidi dei Pirenei. - Boll. Mus. Zool. Anat. Comp. Torino 19, 476, 1-14.
- DE LATTIN, G. (1967): Grundriss der Zoogeographie. - Fischer, Jena 602 S.
- HANDKE, R. (1978): Eiszeitalter. Die jüngste Erdgeschichte der Schweiz und ihrer Nachbargebiete. Ott Verlag Thun/ Schweiz, Bd. 1, 468 S., Bd. 2, 703 S.
- KOBEL-LAMPARSKI, A. & LAMPARSKI, F. (1987): Burrow constructions during the development of *Lumbricus badensis* individuals. - *Biology and Fertility of Soils* 3, 125-129.
- KRAUSE, R. (1978): Untersuchungen zur Biotopbindung bei Rüsselkäfern der Sächsischen Schweiz. - Ent. Abh. Staatl. Mus. F. Tierkde Dresden 42, 1-201.
- LAMPARSKI, F. (1985): Der Einfluss der Regenwurmart *L.badensis* auf Waldböden im Südschwarzwald. - Freiburger Bodenkundl. Abh. 15 206 S.
- MICHAELSEN, W. (1907): Zur Kenntnis der deutschen Lumbricidenfauna. - Mitt. naturhist. Museum Hamburg 24, 191 S.
- Moll, W., (1970): Beiträge zur Genese und systematischen Stellung rubifizierter Parabraunerden aus alpinen Schottern und Geschieben. - Freiburger Bodenkundl. Abh. 3, 180 S.
- SCHLENKER, G. & MÜLLER, S. (1978): Erläuterungen zur Karte der regionalen Gliederung von Baden-Württemberg. III. Teil (Wuchsgebiet Schwarzwald). - Mitt. des Vereins f. Standortskart. 26, 3-51.
- WITKAMP, M. (1966): Decomposition of leaf litter in relation to environment, microflora and microbial respiration. - *Ecology* 47, 194-201.
- WITTICH, W. (1963): Bedeutung einer leistungsfähigen Regenwurmfaua unter Nadelwald für Streuzersetzung, Humusbildung und allgemeine Bodendynamik. - *Schriftenrth. Forstl. Fak. Univ. Göttingen* 30, 3-60.
- ZACHARIAE, G. (1967): Die Streuzersetzung im Köhlgartengebiet. - In: GRAFF, O. & SACHELL, J.E. (Hrsg.): *Progress in Soil Biology*. Braunschweig, 490-506.

(Am 22. März 2003 bei der Schriftleitung eingegangen.)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz e.V. Freiburg i. Br.](#)

Jahr/Year: 2004

Band/Volume: [NF_18_3](#)

Autor(en)/Author(s): Kobel-Lamparski Angelika, Lamparski Franz

Artikel/Article: [Lumbricus badensis - ein Franzose, der in Baden groß wurde 91-109](#)