

# The Scientific Results of the Hungarian Soil Zoological Expeditions to South America\*

## 15. Tardigraden aus den Sammlungen der ersten und zweiten Expedition

Von

GY. IHAROS\*\*

In den Jahren 1965—1967 suchten ungarische Bodenzooologen mehrere Länder Südamerikas: Argentinien, Bolivien, Brasilien, Chile, Paraguay und Uruguay auf. Das eine Ziel ihrer Expedition war, sich dem International Biological Program anschließend, die Lebewelt der tropischen und subtropischen Böden zu untersuchen. Aus dem von der Expedition gesammelten Material erhielt ich — zwecks Untersuchung der Tardigradenfauna — Boden-, Fallaub-, Moos-, Flechten- und Wasserpflanzenproben, für die ich auch an dieser Stelle meinen lieben Sammlerkollegen herzlichst danke.

In dieser Abhandlung berichte ich auch über die Untersuchungsergebnisse jener Proben, die mir Dr. Herbert FRANZ, Leiter des Instituts für Bodenforschung im Jahre 1965 aus Chile zugesandt hat. Für die Moosproben spreche ich Herrn Prof. FRANZ meinen innigsten Dank aus.

Da das Hauptanliegen der Expedition die Untersuchung der Lebewelt des Bodens war, möchte ich als **Einleitung der** vorliegenden Abhandlung all das zusammenfassen, was uns bisher **über die im Boden** und in dem damit eng zusammenhängenden Fallaub **vorkommenden Tardigraden** aufgrund der verhältnismäßig wenigen Angaben der einschlägigen Fachliteratur bekannt ist.

Die Tardigraden wurden lange Zeit hindurch als die charakteristischen Mitglieder der Zoozönose des Moosbiotops, als bryophile, bryophage Tierchen angesehen. Die neuesten Untersuchungen stellten fest, daß sich die Bärtierchen selbst auf den Moosbiotopen nicht ausschließlich mit dem Zellsaft der Blättchen, sondern mit Algen, Bakterien, dünnen Pilzfäden und auch mit dem Detritus von Moosblättchen ernähren. Es gibt sogar Arten: Nematoden, Rotatorien, Ziliaten, Flagellaten und kleinere Amöben, deren Mitglieder auch tierische

\* Present article is of the material of the First and Second Expeditions (1965-66 and 1966-67). Leader: Prof. Dr. J. BALOGH; other participants: Dr. I. ANDRÁSSY, Dr. I. LOKSA, Dr. S. MAHUNKA and Dr. A. ZICSI.

\*\* DR. GYULA, IHAROS, Balatonfenyves, V.

Nahrung zu sich nehmen. Damit läßt sich erklären, daß Tardigraden auch in anderen Biotopen und nicht nur in Moosen leben können. Obwohl REMY — da er ja selber zur Art *Macrobotus hufelandii* SCHULTZE gehörende Exemplare im Boden fand — schon früher seine Meinung, daß „die Tardigraden auch im Boden zu finden sind“ (9, S. 96) zum Ausdruck brachte, wurde mit der regelrechten Forschung im Boden und Fallaub doch erst in den letzten Jahrzehnten begonnen. Später fanden auch andere Forscher vereinzelt Bärtierchen und ihre Eier im Boden, doch waren sie der Meinung, daß diese nur zufälligerweise hierhergekommen sind (HEINIS, 1916; MARCUS, 1929). Erst in den zwei letzten Jahrzehnten wandte sich die Aufmerksamkeit in gesteigerterem Maße, sowohl dem Boden als auch dem Fallaub zu und die seither durchgeführten Forschungen erwiesen, daß der Boden und das Fallaub das regelmäßige Biotop („Habitat“) der Tardigraden bilden (15, S. 97). Dies ist das größte Verdienst der Forscher DELAMARE-DEBOUTTEVILLE, FRANZ, LÜDI, RAMAZZOTTI und vor allem das von MIHELČIČ, der seit 1948 in den verschiedenen Ländern Europas Boden- und Fallaubuntersuchungen vornimmt. Der Kürze halber berufe ich mich in meiner Abhandlung in erster Reihe auf seine Arbeiten.

Laut MIHELČIČ: „Tardigraden kommen fast regelmäßig in jedem Boden vor.“ „Es wurde festgestellt, daß die Tardigraden im Boden nicht nur als zufällige Gäste vorkommen, sondern, daß sie dort auch leben und sich fortpflanzen; sie sind ständige Bewohner des Bodens“ (12, S. 145.)

Welche Faktoren ermöglichen den Tardigraden die Ansiedlung und die ständigen Lebensmöglichkeiten in irgendeinem Boden? Zwei grundlegende Faktoren: die Struktur und das Klima des Bodens, da diese die übrigen Lebensbedingungen beeinflussen (9, S. 96). **Natürlicherweise** wird auch entsprechende Nahrung benötigt.

Mit der Bodenstruktur hängt die Bewegungsmöglichkeit der Bärtierchen, die Wassermenge des Bodens und seine Durchlüftung zusammen. Die aus Körnchen von verschiedener Größe bestehenden Böden mit krümeliger Struktur sind für die Tardigraden deshalb am günstigsten, weil sie sich in den Lücken zwischen den Körnchen bewegen können. Ihr eigentliches Habitat ist die an der Wand der kleinen Lücken anhaftende Wasserschicht. MIHELČIČ charakterisiert die Tardigraden auf folgende Weise: „Diese Tiergruppe ist Lückensystembewohner“ (12, S. 146). Die an der Wand der Lücken haftende Wasserschicht und das Wasser in den zwischen den Krümchen vorhandenen Kapillaren sichert diesen die wichtigste Lebensbedingung: die ständige Feuchtigkeit. Es kann auch noch das Sicker- und Bodenwasser in Betracht kommen, jedoch unterstehen diese in den verschiedenen Jahreszeiten großen Veränderungen. Auch die Wasserstoffionkonzentration des Bodens und des Wassers muß berücksichtigt werden.

Mit der Struktur des Bodens hängt auch der Luftdurchtritt, die Durchlüftungsfähigkeit zusammen. Da die Tardigraden in ergiebiger Menge Sauerstoff beanspruchen, ist auch dieser Faktor für sie wichtig und damit steht auch ihr quantitatives Vorkommen in den Bodenschichten in Zusammenhang. Die Sauerstoffmenge nimmt von der oberen Schicht des Bodens nach unten zu ab und in direktem Verhältnis damit vermindert sich auch die Zahl der Bärtierchen. Die lockeren Böden sind reicher an Tardigraden, als die bindigen oder die äußerst feinkörnigen, staubigen, da die Versorgung mit Sauerstoff in den letzteren ärmlich ist. Geradeso sind auch diejenigen Böden ungünstig, die oft und anhaltend von irgendeinem Wasser überschwemmt werden, da dadurch der

günstige Sauerstoffumsatz des Bodens verhindert wird, so z. B. im Falle der Überschwemmungs-, Moor- und Schlammböden, in welchen eventuell Abbauprodukte: Kohlendioxyd, Methan, Schwefelwasserstoff sich anhäufen können. Unter solchen Umständen gehen die Tardigraden zugrunde.

Der zweite grundlegend wichtige Faktor ist das Makro- und Mikroklima. Das Mikroklima weicht oft von dem Makroklima ab, insbesondere in Gebieten, die mit dichter Pflanzendecke bewachsen sind. Die Vegetation schützt den Boden nicht nur vor dem raschen Austrocknen und mäßigt nicht nur die Aufwärmung seiner oberen Schicht, sondern schützt ihn auch vor dem Wind, sowie vor dem Ausspülen durch Regenwasser und Schneematsch. Die dicke Fallaubschicht mäßigt hingegen die Wirkung der Kälte im Boden. Die Tardigraden sind eurythermische Tiere, sie vertragen die Temperaturschwankungen gut, weshalb der Temperaturfaktor auf sie nicht direkt auswirkt. Die indirekte Wirkung kommt in der rascheren und langsameren Änderung des Feuchtigkeitsgehaltes des Bodens zum Ausdruck, was von der Schnelligkeit der Verdunstung abhängt. Diese hängt wiederum mit der Wasserversorgung, Bedecktheit oder Ungeschützttheit, Struktur, geographischen Lage des Bodens, sowie mit der Lage seiner Schichten (waagrecht, schräg), der Insolation usw. zusammen. Da die Tardigraden nur unter feuchten Verhältnissen ein aktives Leben führen können, ist der Feuchtigkeitsgehalt des Bodens ihre wichtigste Lebensbedingung. Es genügt ihnen schon eine ganz minimale Feuchtigkeit zum aktiven Leben.

Unter den mikroklimatischen Faktoren können wir die Lichtverhältnisse erwähnen. Das Licht ist bloß in der obersten Schicht des Bodens stärker, dort kommen die meisten Tardigraden, insbesondere die Licht beanspruchenden Arten vor. In tieferen Bodenschichten finden wir nur Arten, die weniger Licht beanspruchen. Da die Färbung der Tardigraden in gewisser Hinsicht mit der Lichtstärke zusammenhängt, ist der größte Teil der sich im Boden befindlichen Arten farblos.

Eine wichtige Bedingung der Ansiedlung im Boden ist die entsprechende Nahrung. Hier ernähren sie sich statt des Zellsaftes der Moosblättchen mit Algen, mikroskopischen Pilzen, Hyphen, Bakterien, kleineren Amöben, Flagellaten und Ziliaten, ferner mit Fadenwürmern und Rädertierchen. Eine große Bedeutung fällt der Verzehrerung des organischen pflanzlichen Detritus zu, weil sie diesen verdauend und entleerend für den weiteren Abbau durch Bakterien geeignet machen. Die Qualität der im Boden vorfindbaren Nahrung bestimmt die Zusammensetzung der Tardigradenpopulation des Bodens, insofern die sich ausschließlich mit frischem pflanzlichem Zellsaft ernährenden, sowie über eine engere Schlundröhre verfügenden und kleineren Arten fehlen oder nur selten anzutreffen sind.

Die Nahrung verteilt sich im Boden nicht gleichmäßig, deshalb ist die Individuendichte der Tardigraden stellenweise sehr wechselnd: entweder kommen sie selten vor oder bilden an den Stellen, die reicher an Nahrungen sind sog. „Inseln“ (15, S. 97) oder „Nester“ (12, S. 155), in welchen sich bloß wenige Arten, jedoch mit großer Individuenzahl befinden. Solche Nester sind des öfteren auch um den Wurzeln der Pflanzen zu finden, diese durchbohren nämlich den Boden und durch diese Röhren gelangt ein Teil der Tardigraden dorthin (12, S. 148).

Die Bärtierchen kommen im allgemeinen bis zu einer Bodentiefe von 5—10 cm vor, jedoch wurden sie auch in größere Tiefe angetroffen, z. B. wurden

von RAMAZZOTTI mehrere Arten am Ufer des Mergozzo-Sees in einer Tiefe von 2—8 m im Seesediment gefunden (14, S. 47).

Im Boden kommen zumeist solche Arten vor, die auch auf den pflanzlichen Standorten des Bodenniveaus (Moose, Flechten, Fallaub) angetroffen werden können und sich den eigenartigen Lebensverhältnissen des Bodens anpassen können. Laut den Daten des Schrifttums war bisher eine einzige Art, als ausgesprochen Bodenbewohner — euedaphysch — bekannt, u. zw. *Hypsibius tuberculoides* MIH. (9, S. 99; 15, S. 546). Im Zuge der Untersuchung der Bodenproben aus Chile kam aus dem feuchten Uferboden des Chungara-Sees ein neues Genus: *Echinursellus* IHAROS, 1968 zum Vorschein (6, S. 357—360). Aus einer mit Moosdetritus gemischten vietnamesischen Bodenprobe stammt auch die neue Art: *Macrobiotus diphascoides* IHAROS.

Im Boden kommen viel weniger Tardigradenarten vor, als in anderen Biotopen. Diese Arten reiht MIHELČIČ in den euryöken Typus ein (12, S. 155). Systematisch gehören sie den zwei Ordnungen: Heterotardigrada MARCUS, 1927 und Eutardigrada MARCUS, 1927, sowie den vier Familien: Onychopodiidae MARCUS, 1934, Scutechiniscidae MARCUS, 1934, Macrobiotidae THULIN, 1928 und Arctiscidae THULIN, 1928 an.

Die Zahl der im Boden vorkommenden Arten stieg auf Grund der Untersuchung der heimischen und ausländischen Proben beträchtlich an.

MIHELČIČ hat mehrere Bodenarten untersucht und von diesen qualifizierte er für die Tardigraden diejenigen als ungünstig, deren Struktur massiv ist, z. B. die Lehmböden oder die stark verwitterten Kalksteinböden, in denen es keine Lücken gibt und die rasch austrocknen. Ebenso ungünstig sind die im größten Teil des Jahres unter Wasser stehenden Böden, Moore und Sümpfe. Die rasch austrocknenden und über lockere Struktur verfügenden Sandböden, wie auch die sehr sauren Böden sind ebenfalls keine günstigen Biotope für die Bärtierchen (12, S. 149, 150; 9, S. 97, 99, 100). Gleicherweise arm an Tardigraden sind die xerothermen Böden, die tropischen und subtropischen Böden, die in den regnerischen Jahreszeiten zu stark durchfeuchten, verschlammten und in den trockenen Jahreszeiten dagegen steinhart austrocknen. In den bebauten Ackerböden sind wenige Tardigraden zu finden, weil in diesen Gebieten der Boden oft umgeackert und gedüngt wird (organische und künstliche Düngung, Unkrautbekämpfer, Spritzmittel) und dies verändert die für die Tardigraden so wichtigen Lebensbedingungen: die Bodenstruktur, Qualität und chemische Zusammensetzung in wesentlichem Maße. Im Falle der übertriebenen Behandlung mit Chemikalien kann die Mikro- und Mezofauna des Bodens eine bedeutende Schädigung, insbesondere in der oberen Bodenschicht erleiden (5, S. 72).

Hingegen sind die Böden von körniger Struktur, in welchen das Lückensystem die Ortwechslung, die Durchlüftung, den häufigen Wechsel der Feuchtigkeit und der Trockenheit ermöglicht, günstig. Solche sind die aus Kalkstein oder Dolomit stammenden Rendzinaböden. Sehr günstige Lebensbedingungen bieten der Rohbodenhumus, in welchem auch die xerophilen Arten zu finden sind, wie z. B. die einzelnen Arten des Genus *Echiniscus*; sodann der Rendzinamoder, ferner die Wiesen- und Waldböden, insbesondere die Böden am Waldrand, sowie die obere Schicht des Tangelhumus sind reich an Tardigraden (12, S. 149, 150; 9, S. 97, 99, 100).

So wie sich die Bodenstruktur und -qualität verändert, so sind auch ihre Lebensbedingungen einer günstigen oder ungünstigen Änderung unterworfen. Damit zugleich verändert sich auch die Zusammensetzung der Tardigraden-

population, bereichert sich an Arten und Individuen oder wird ärmer, hört eventuell völlig auf, wenn sich die Qualität des Bodens ungünstig verändert hat. Aus der Gegenwart der Tardigraden oder aus ihrem Fehlen, aus dem Arten- und Individuenreichtum kann daher auf die Güte oder schlechte Bodenbeschaffenheit geschlossen werden. Dies drückt MIHELČIČ nach Bornebusch folgenderweise aus: „Die Tardigraden dürfen... als gute Indikatoren der Bodengüte... angenommen werden“ (11, S. 155).

Obwohl die Tardigraden winzige Lebewesen sind und die Individuen kleine Stoff- und Energievorräte in ihrem Körper konzentrieren, fällt ihnen zufolge ihrer großen Anzahl in der Lebensgemeinschaft dennoch eine beträchtliche Rolle zu. Informationshalber sollen hier einige Daten aus der zusammenfassenden Arbeit von RAMAZZOTTI angeführt werden: FRANZ berechnete 300 000 Tardigraden für je einen  $m^2$ , MIHELČIČ 500—2000 Exemplaren je  $dm^2$ , LÜDI je Bodenkilogramm 20—5000 Individuen (15, S. 99). Unter idealen Verhältnissen kann ihre Zahl auf einem Gebiet von  $1 km^2$  auch die 10 Milliarden erreichen (13, S. 280).

Ihre Rolle in dem Boden läßt sich folgendermaßen zusammenfassen: 1. Mit anderen kleineren oder größeren Tierchen zusammen, können sie mit ihrer Bewegung die Ausbildung der krümeligen Struktur des Bodens fördern, was vom Gesichtspunkt der Qualität einen sehr wichtigen Faktor bildet. — 2. Sie nehmen an der Ausbildung des Urbodens und der zoogenen Phase der Humusbildung teil. — 3. Durch Verzehrerung des im Boden befindlichen pflanzlichen organischen Detritus gewinnen sie einen Teil der potentiellen Energie der zum Abbau gelangenden Stoffe zurück und schalten diese in den lebenden Stoffwechsel ein. Auf diese Weise verhindern sie, daß ein beträchtlicher Teil der in den organischen Abfällen gespeicherten Energie für die Lebensgemeinschaft verlorenggeht. — 4. Durch Verzehrerung der organischen Moderstoffe tragen sie zu den Abbauprozessen bei und machen diese für die den Abbau zu Ende führenden Bakterien zugänglich. — 5. Sie fördern die Aufrechterhaltung der biologischen Ertragsfähigkeit des Mutterbodens: führen dem Boden organische Stoffe zu (Exkrement, Exuvien, Kadaver). — 6. Durch die Abbauprodukte ihrer Eiweißkörper steigern sie den Stickstoffgehalt und mit ihren kalziumhaltigen kleinen Organen zugleich den Kalkgehalt des Bodens. — 7. Anderen, größeren Tierchen dienen sie als Nahrung. — 8. Wo der Boden von Fallaub bedeckt ist, dort fällt ihnen auch **in der Zerbröckelung** der unteren Moderschicht des Fallaubes und deren Vermischung mit dem Boden eine Rolle zu.

Da die Fallaubdecke und der Boden miteinander eng zusammenhängen und auch die in ihnen vorfindbaren tierischen Gemeinschaften sich untereinander vermischen, lohnt es sich, all das was wir von den im Fallaub lebenden Tardigraden bisher wissen, kurz zusammenzufassen. Mit den Tardigraden in Zusammenhang ist die Untersuchung des Fallaubes noch jünger als die Bodenuntersuchung. MARCUS (1929) liefert über das Vorkommen der Tardigraden im Fallaub nur einzelne Angaben ohne jede nähere Bemerkungen. Regelmäßig wurde die Tardigradenpopulation des Fallaubes von MIHELČIČ erforscht, der festgestellt hat, daß auch das Fallaub ein bedeutendes Biotop dieser bildet. Auch in den Arbeiten von RAMAZZOTTI finden wir bezüglich dieses Biotops wertvolle Feststellungen. Der Verfasser führt seit 1960 in heimischen und ausländischen Relationen regelmäßige Untersuchungen des Fallaubes durch.

Die Bedingungen zur Ansiedlung und zum Weiterleben der Tardigraden im Fallaub sind dieselben, wie im Boden. Diesen schließt sich noch ein besonderer

Faktor an, u. zw. der Vermoderungszustand der Fallaubdecke. Hier stellt MIHELČIĆ nach BORNEBUSCH (1930) und KÜHNELT (1950) 3 Stufen fest: 1. Die Schicht der oberen, noch unverzehrenen Blätter, in der nur eventuell Tardigraden vorkommen. — 2. Die Mittelschicht, die bereits aus stark modernden, zerfallenden Blätterrestchen besteht und zum Teil mit winzigen Mineralteilchen vermischt ist. Hier finden wir schon ausgebildete Tardigradenzönosen vor. — 3. Die unterste Schicht, die sich bereits stark mit dem Boden vermischt hat und einen feinen Humus bildet. In dieser treffen wir bereits weniger Tardigraden als in der Mittelschicht an (11, S. 152, 153).

Die Zusammensetzung und Individuendichte der Tardigradenpopulation bildet sich nach dem Moderungsgrad der Fallaubschicht und den in den einzelnen Schichten vorfindbaren Lebensbedingungen aus. Unter den lockeren Blättern der oberen Schicht gibt es mehr Licht, als in den unteren Schichten. Auch die Sauerstoffversorgung ist besser, jedoch trocknet diese Schicht leichter aus. Hier kommen verhältnismäßig wenige Tardigraden vor, insbesondere nur jene Arten, die in den mit dem Fallaub in Berührung kommenden Moosen und Flechten leben, daher mehr Licht, sowie mehr Sauerstoff beanspruchen. Sie kommen vielmehr auf passive Weise: durch Wind, Wasserströmung und Verschleppung durch die Tiere in das Fallaub. Die hier vorkommenden Arten gehören zu den Gattungen *Echiniscus*, *Pseudechiniscus*, *Macrobiotus*, *Hypsibius* und *Milnesium*.

Aus der mittleren Schicht fehlen die viel Licht und Sauerstoff in ausgiebiger Menge beanspruchenden Arten. Es werden vor allem die den Umständen sich besser anpassenden Arten *Macrobiotus*, *Hypsibius* und *Itaquascon* angetroffen.

In der dritten Schicht, die sich bereits mit dem Boden vermischt, setzen sich die Tardigradenzönosen vor allem aus jenen Arten zusammen, die auch im Boden vorgefunden werden können. Die Arten- und Individuenzahl ist gering.

Mit der ununterbrochenen qualitativen Änderung der Fallaubdecke verändert sich auch die Zusammensetzung der Tardigradenpopulation.

Wir müssen betreffs des Fallaubes zwischen den Laub- den Nadelblättern einen Unterschied machen. Im allgemeinen leben in dem Fallaub der Laubblätter mehr Tardigradenarten als in dem der Nadelblätter und auch die Individuenzahl ist im ersten Falle größer. Die obere Schicht des aus Nadelblättern bestehenden Fallaubes ist sehr locker und trocknet rasch aus; die Nadelblätter sind hart und eignen sich nicht als Nahrung. Sie enthalten auch keine Moose und Pilzfäden, deshalb kommen in dieser Schicht keine Tardigraden vor. Hingegen ist in der unteren, bereits vermoderten Schicht der dicken nadelblättrigen Streu ein reiches Algen- und Pilzfadengeflecht zu finden, es gibt reichlich Bakterien und auch die Feuchtigkeit ist häufig, weshalb für die Tardigraden günstige Lebensbedingungen geboten werden. In dieser Schicht fand ich oft eine reichere Tardigradenpopulation vor als in dem aus Laubblättern bestehenden Fallaub.

### Bericht über die Untersuchungen

Ich erhielt insgesamt aus 4 lateinamerikanischen Ländern Proben: aus Argentinien (1), Bolivien (67), Brasilien (21) und Chile (137). 2. Die Proben verteilen sich zahlenmäßig folgenderweise:

Bodenproben . . . . .	43,	+8,	—35
Fallaubproben . . . . .	130,	+34,	—96
Moosproben . . . . .	42,	+9,	—33
Flechtenproben . . . . .	4,	+2,	—2
Grashalme u.a. . . . .	7,	—,	—7

insgesamt 226 Proben, (positiv 53, negativ 173).

Auffallend ist die große Zahl der ein negatives Ergebnis zeigenden Proben. Dies hat mehrere Gründe: 1. Aus vielen Proben erhielt ich bloß wenig Material, da diese unter mehreren Forschern verteilt wurden. Es gab auch eine solche Probe, in der sich kaum 1 gr Material befunden hatte. — 2. Auch von anderen Forschern erhielt ich untersuchtes Material, welches bloß selten oder überhaupt keine Tardigraden enthielt. — 3. Der Großteil bestand aus durch den Berlese-Ausleseapparat gewonnenem oder gesiebttem Material. Da die Tardigraden bei der Eintrocknung des Materials nicht vor der Trocknung „fliehen“, sondern zusammenschrumpfen und in einen kryptobiotischen Zustand kommen, bleiben sie bei der Auslese in dem Originalmaterial und fallen nicht in das Sammelröhrchen. Dorthin gelangen sie nur zufälligerweise. Deshalb war die Individuen-, Arten- und auch die Eierzahl der gesiebten oder der Berlese-Proben so gering. Dies beobachtete ich auch im Zusammenhang mit den Rotatorien, die in der Berlese-Probe ebenfalls in geringerer Anzahl vertreten waren. Zur Bewegung und Lageveränderung der Rotatorien war ebenso Feuchtigkeit benötigt, wie im Falle der Tardigraden. Die Nematoden waren bereits in größerer Zahl vertreten, weil ihre Vagilität viel größer ist als die der beiden erwähnten Tiergruppen und sie auf diese Weise bei der Trocknung des Materials rascher zur feuchteren Sammelstelle wandern und dort hineingelangen können. Damit läßt sich in den Proben auch ihr häufigeres und mehrere Individuen aufweisendes Vorkommen erklären. — 4. Viele Proben erhielt ich in Berlese-Lösung konserviert. Diese Lösung hat die Tierchen von größerem Wassergehalt, wie z. B. die Tardigraden und Rotatorien stark zusammengeschrumpft, weshalb sie schwer zu erkennen waren. Auf diese Weise entgingen unserer Aufmerksamkeit auch unter den Bodenkrümchen und den Teilchen des Fallaubdetritus mehrere Exemplare.

Unter Berücksichtigung dieser müssen wir feststellen, daß das Untersuchungsergebnis der Proben weder von qualitativem, noch von quantitativem Gesichtspunkt aus nicht immer ein reales Bild über die Tardigradenpopulation des ursprünglichen Fundortes geben. Die Biotope, aus denen die Proben stammen, sind wahrscheinlich viel reicher an Tardigradenarten als wie dies die Proben beweisen.

Es kamen insgesamt 19 Arten aus den Proben hervor. Von diesen sind die zwei Arten: *Echinursellus longiunguis* IHAROS (die zugleich auch Vertreter eines neuen Genus ist), sowie *Echiniscus murrayi* n. sp. für die Wissenschaft neu.

Die angetroffenen Arten sind die folgenden: *Echinursellus longiunguis* IHAROS, *Echiniscus testudo* DOY., *E. murrayi* n. sp., *E. loxophthalmus* RICHT., *Pseud-echiniscus ramazzottii* MAUCCI, *Macrobotus richtersi* MURR., *M. hufelandii* SCHULTZE, *M. intermedius* PLATE, *M. furcatus* EHRBG., *M. areolatus* MURR., *M. sp.* (cysta), *Hypsibius convergens* URB., *H. schaudinni* RICHT., *H. nodosus* MURR., *H. brevispinosus* IHAROS, *H. bakonyiensis* IHAROS, *H. scoticus* MURR., *H. bullatus* MURR., *H. sp.* (cysta), *Itaquascon bartosi* WEGL. und *I. ramazzottii* IHAROS.

Da es zwischen den Tardigraden, Nematoden und Rotatorien eine starke zöologische Affinität gibt und diese zumeist gemeinsam vorkommen, teile ich zwecks Vergleich ihr Vorkommen bezüglich mehrerer Proben mit.

Im weiteren teile ich die gefundenen Arten in der Zeitfolge der Expeditionen, nach Ländern, Fundorten und Biotopen mit.

Zeit der ersten Expedition: 23. Aug. 1965—1. Feb. 1966. Mitglieder: Dr. J. BALOGH, als Leiter der Expedition, ferner Dr. I. ANDRÁSSY, Dr. I. LOKSA, Dr. S. MAHUNKA und Dr. A. ZICSI. Sammelgebiet: Einzelne Gegenden von Argentinien, Brasilien und Chile. Proben habe ich aus argentinischem und chilenischem Material erhalten.

1. Argentinien: Fanti, Sierra de Córdoba, 11. Jan. 1966. Auf freiem Gelände gesammelte und in Berlese-Lösung konservierte Moosstückchen. Sie enthielten bloß Nematoden.

2. Chile, Nordchile: Vorgebirge von Altiplano, 3100 m. Feuchtes Moos vom Ufer eines durch einen Engpaß fließenden Bächleins, 19. Nov. 1965. (ANDRÁSSY I.) *Macrobiotus hufelandii* und *Hypsibius schaudinni*.

In den übrigen 4 Moos- und Pachonarproben befanden sich keine Tardigraden.

3. Anden, unmittelbar in der Nähe von Santiago de Chile, El Arrayan-Tal, 800 m. (Siehe Prof. H. FRANZ, 1965.) Moosprobe: *Pseudechiniscus ramazzotii facettalis*, *M. intermedius* und *H. brevispinosus*.

4. Azapa (Prov. Tarapaca), 25 km östlich von Arica, am Ufer des Flusses Rio Lauca, 18. XI. 1965. (I. ANDRÁSSY) Feuchter Boden vom Gebiet einer Bambusplantage: Nematoden, Rotatorien und *Macrobiotus richtersi*. — B: Von ebenhier Bodenprobe von einem Alfalfafeld: nur Nematoden. — C: Tockenes Fallaub unter Büschen: Nematoden. — E: Feuchtes Fallaub unter den Büschen des Ufers: Nematoden. — F: Bodenprobe aus dem Überschwemmungsgebiet: Rotatorien.

5. Bofedal de Bajuco (Prov. Tarapaca), 26. XI. 1965. In Berlese-Lösung konservierte Probe aus dem Boden unter roten Kakteen: Nematoden und *M. richtersi*, *Hypsibius convergens*.

6. Cerro El Roble, Cordillera de la Costa (Prov. Santiago), 84 km NW von Santiago de Chile, 29. XI. 1965. Von Schneematsch feuchtes Fallaub unter Büschen (1900 m): Nematoden und *M. richtersi*. — B: Trockenes Fallaub zwischen Büschen (1700 m): Nematoden und *M. richtersi*. (Berlese-Proben).

7. Concón (Prov. Valparaiso), 5 km von der nach Quintero führenden Straße, 10. X. 1965. Berlese-Sammlung unter Bäumen am Seeufer. Fallaub: Nematoden.

8. Cuesta El Melón (Prov. Santiago), 130 km NW von Santiago de Chile, 3. XI. 1965. Berlese-Proben von einem mit Büschen und Bäumen bewachsenen Gebiet. A: Waldfallaub eines geschlossenen Hügelhanges: Nematoden. — B: Bodenprobe von einem mit Büschen und Bäumen bewachsenen Gebiete: Nematoden.

9. Curacavi (Prov. Santiago), Los Cerillos, 72 km nach W von Santiago de Chile, 3. X. 1965. Berlese-Proben von einer Savanne mit Akazienbäumen. A: Rasenstücke aus einem Akazienwald: Nematoden und Rotatorien. — B: Trockenes Akazienfallaub: Nematoden.

10. Farellones (Prov. Santiago), 30 km östlich von Santiago de Chile, 6. X. 1965. Berlese-Proben von einem buschigen Gelände. A: Fallaub, 2000 m-Höhe: Nematoden und Rotatorien. — B: Detritus und Boden unter Büschen, 2300 m: Nematoden, Rotatorien und *M. richtersi*. — C: Feuchtes Moos aus einer Felsenhöhle: Nematoda, Rotatoria und *M. richtersi*. — D: Detritus aus nitrophiler Vegetation: Nematoden, Rotatorien und *M. richtersi*.

11. Fray Jorge (Prov. Coquimbo), 12. XI. 1965. Berlese-Proben aus einem nebeligen Wald (900 m). A: Bodenmoos: Nematoden. — B: Fallaub: Nematoden, Rotatorien, *M. richtersi* und ein Ei von *Macrobiotus* sp., dessen Form rundlich ist und an deren Oberfläche sich halbkugelige Wülste befinden. Durchmesser mit Anhängen 145  $\mu$ , ohne diese 125  $\mu$ . Gleich den Eiern der Arten *M. echinogenitus* und *M. montanus*. — C: Baummoos: Nematoden.

12. Lago de Chungará (Prov. Tarapaca), etwa 30 km östlich von Parinacota, 27. XI. 1965. Berlese-Proben aus dem Boden und Fallaub entlang des Seeufers und aus 4500 m-Höhe. Feuchter Uferboden: *Echinursselus longiunguis*, *Macrobiotus* sp. und *Hypsibius* sp. (Zysten); Nematoden und Rotatorien.

13. Laguna La Cotacotani, 26. XI. 1965, 4800 m. Berlese-Proben aus trockenem Gebiet. Aus einer Tolar-Vegetation stammendes Fallaub: Nematoden und mehrere Tardigradenarten: *Echiniscus testudo*, *E. loxophthalmus*, *E. murrayi*, *M. richtersi* und *M. hufelandii*, auch Zysten. *Hypsibius convergens* (Zyste).



*Echiniscus murrayi* sp. n.

(Abb. 1)

Körperlänge 230  $\mu$ . Orangengelb. Kutikula von etwa gleichgroßen runden Körnern geschmückt, die sich regelmäßig verteilen. Die 3. intersegmentale Schaltplatte fehlt. Endplatte eingekerbt. *Cirrus lateralis* 55  $\mu$  lang, andere Seitenanhänge nicht vorhanden. An den Rückenseite sitzen bei  $C_1$  40  $\mu$  lange, bei  $D_1$  30  $\mu$  lange, schwach gebogene, starke Borsten. Auf dem IV. Bein ist eine kleine Papille zu sehen. Die Dornreihe besteht aus 4—5 voneinander weit sitzenden, kleinen Dornen. Von den Krallen befindet sich auf den inneren je ein Nebenhaken, an der Ansatzstelle der äußeren gibt es keine Nebendorne.

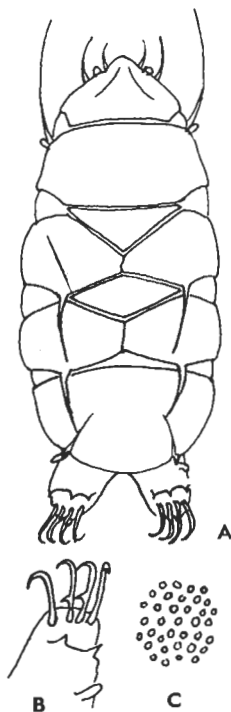


Abb. 1. *Echiniscus murrayi* n. sp. A: Habitusbild; B: Krallen des IV. Beines; C: Skulptur der Kutikula

Eier wurden nicht gefunden.

Die neue Art ist dem von J. MURRAY 1913 beschriebenen *E.* sp. 3 gleich. Seine Beschreibung ist jedoch nicht genau und mehrere Angaben fehlen. Deshalb reiht sie MARCUS unter die „spec. dub. et inquir.“. Zur Beschreibung hat MURRAY auch keine Zeichnung beigefügt. Er fand das einzige Exemplar in Südafrika, nähere Daten bezüglich des Fundortes stehen nicht zur Verfügung. Auf Grund dessen, daß an den gefundenen Exemplaren sich bloß ein Seitenanhang befindet: der *Cirrus lateralis* und sich auch auf der Rückenseite an der gleichen Stelle dornartige Anhänge befinden, identifiziere ich die von mir gefundene

Art mit der von MURRAY beschriebenen *E. sp.* 3 und benenne sie ihm zu Ehren *E. murrayi*.

14. Las Cardas (Prov. Coquimbo), 4. XII. 1965. Berlese-Proben unter Büschen. Fallaub: Nematoden und *M. richtersi*-Tönnchen.

15. Los Vilos (Prov. Coquimbo), 5. XII. 1965. Berlese-Proben aus dem Dschungel: mit Boden vermischtes Fallaub. Nematoden, Rotatorien, *M. richtersi* und *H. schaudinni*.

16. Maipu, Quebrada, La Plata (Prov. Santiago). Fundo: La Rinconada, 25 km nach SW von Santiago de Chile, 28. IX. 1965. Berlese-Proben aus dem Boden und Fallaub von waldigen und buschigen Gebieten. A: Fallaub unter Seifenwurzelbäumen: Nematoden. — B: Fallaub aus dem sich einem Bache entlang ziehenden Waldes: Nematoden und Exuvien von *Hypsibius sp.* mit Eiern. — C: Baummoos: Nematoda, Rotatoria und *M. hufelandii*.

17. Quebrada, La Plata, 10. XII. 1965. A: Von einem mit Büschen bewachsenen Berghang stammendes Felsenmoos: *M. hufelandii*, *M. richtersi*, *M. furcatus*, *M. intermedius*. — B: Flechte von Felsen: *M. richtersi*, *M. intermedius* und *H. convergens*.

18. Salto de Laja (Prov. Biobio), 27. X. 1965. Berlese-Proben aus der Nähe des Wasserfalles. A: Moose: Rotatorien. — B: Moos von der Felsenwand: Nematoden, Rotatorien und *M. richtersi*.

19. Santiago, San Cristobal-Berg. 12. XII. 1965. Felsenmoos: Nematoden, Rotatorien und *M. richtersi*.

20. Sapahuira (Prov. Tarapaca), etwa 80 km nach NO von Azatapata, 3000 m. Berlese-Proben aus dem Fallaub, 19. XI. 1965. Gesiebtes Fallaub unter Büschen: Nematoden.

21. Tiltit, Cuesta La Dormina (Prov. Santiago), 5. XI. 1965. Berlese-Proben: A. Tockener Waldboden des Hügelhanges: Rotatorien und Ei von *M. areolatus*. — B. Fallaub aus ähnlicher Stelle: Nematoden, Rotatorien und *H. bullatus*, Exuvie einer in die Gruppe von *H. tuberculatus* gehörenden Art mit Eiern, Ei von *M. areolatus* und *M. hufelandii*. — C. Boden aus einem trockenen Wald: Nematoden, Rotatorien und *H. convergens*, *H. bakonyiensis*. — D. Fallaub eines Dschungels: Nematoden, Rotatorien und *M. richtersi*.

Die zweite Expedition hielt vom 8. Nov. 1966 bis den 19. Jan. 1967. Teilnehmer: Dr. J. BALOGH, als Leiter der Expedition, Dr. S. MAHUNKA und Dr. A. ZICSI. Sammelgebiet: Brasilien, Bolivien und Uruguay.

1. Bolivien: Zwischen Alcoche und Puerto Linares (La Paz), 20 km von Alcoche, in 800 m-Höhe, 17. XII. 1966. Berlese-Proben aus dicken, schattigen Moosen: *M. richtersi* und *M. hufelandii*.

2. Coroico (La Paz), 5 km nach N von der Stadt, 1600 m, 20. XII. 1966. Aus der oberen Schicht des feuchten Fallaubes einer Citrus- und Kaffeeplantage: *M. richtersi*.

3. Copacabana (La Paz), 28. XII. 1966. Etwa in 4100 m-Höhe gesammeltes Fallaub in einer Stipa-Vegetation: *M. richtersi*.

4. Guayaramerin (Beni), Estancia Esperanza, 7. XII. 1966. Berlese-Proben aus dem Galerienwald dem Flusse Mamore entlang. A: Untere Schicht des Fallaubes: *M. richtersi* und *H. schaudinni*. — B: Obere Schicht des Fallaubes: *M. richtersi*, *H. convergens*. — C: Obere Schicht des Fallaubes in der Nähe des Wassers: *M. richtersi*. — D: Modernde Blätter aus einer Bananenplantage: *M. richtersi* und *Itaواسcon ramazzottii*. — E: Trockeneres Fallaub: *M. richtersi*. — F: Obere Schicht des Fallaubes einer Kakaoplantage: *M. richtersi*, *H. schaudinni*. — G: Berlese-Proben aus dem Fallaub eines Waldes dem Bache entlang: *Itaواسcon bartosi*. — H: Aus dem Boden einer Leguminosa-Plantage: *M. richtersi*, *H. scoticus*, *Itaواسcon ramazzottii*. — I: 15 km nach W von der Stadt Fallaub eines immergrünen Waldes: *M. richtersi*, *H. nodosus* und *Itaواسcon bartosi*. — J: 15 km von der Stadt in der oberen Schicht des Fallaubes an der Straße nach Riberalta: *M. richtersi*.

5. Unduavi (La Paz), 20. XII. 1966. 5 km nach N von der Siedlung, in 3100 m-Höhe. Berlese-Proben aus *Vaccinium*-Plantage: Fallaub und Bodenproben: *M. richtersi*.

6. Zwischen Unduavi und dem Paß (La Paz), etwa in 4000 m-Höhe, 29. XII. 1966. Berlese-Proben vom Ufer des Flusses. Sehr feuchtes Fallaub unter den Büschen: *M. richtersi*.

7. Brasilien: Manaus (Amazonas), etwa 20 km nach S von der Stadt, 13. XI. 1966. Berlese-Proben aus einem immergrünen Wald. Fallaub: *M. richtersi*.

## SUMMARY

### Tardigrada from the Collections of the First and Second Expeditions to South America

On the basis of literature data and his own observations, the author summarizes the conditions of Tardigrada occurring in the soil and surface litter, the requirements of their colonization and distribution as well as their role in these habitats. The species found partly in Hungary partly in soil and litter samples originating from abroad are listed in two Tables. The results of studies made on samples collected by Hungarian soil zoologists in South America are published in detail. A total of 226 samples have been examined, of which merely 53 contained Tardigrada. Owing to divers causes, the samples fail to present a true picture of the Tardigrada populations inhabiting the habitats in question. Nineteen species have been found, of which *Echinursellus longiunguis* IHAROS, and *Echiniscus murrayi* n. sp. are new for science.

## SCHRIFTTUM

1. BAUMANN, H.: *Über den Lebenslauf und die Lebensweise von Milnesium tardigradum Doyère.* — Veröff. Überseemus. Bremen, 1964, 3. p. 161—171.
2. BORNEBUSCH, C. H.: *The fauna of forest soil.* — Forst. Försögsvaesens Medd. Bereta, 96, Kjöbenhavn, 1930.
3. FEHÉR, D.: *Talajbiológia (Bodenbiologie).* — Budapest, 1954, p. 1—1263.
4. IHAROS, GY.: *The zoological results of Gy. Topál's collectings in South Argentina. Tardigrada.* — Ann. Hist.-nat. Mus. Nat. Hung., 55, 1963, p. 293—299.
5. IHAROS, GY.: *A Bakony hegység Tardigrada-faunája (Die Tardigradenfauna des Bakony-Gebirges), III.* — Állatt. Közlem., 63, 1966, p. 69—78.
6. IHAROS, GY.: *Eine neue Tardigraden-Gattung von mariner Verwandtschaft aus dem chilenischen Altiplano.* (The scientific results of the Hungarian soil zool. exp. to South America). — Opusc. Zool. Budapest, 8, 1968, p. 357—361.
7. MARCUS, E.: *Tardigrada.* — In: Klassen und Ordnungen des Tierreiches, 1929.
8. MARCUS, E.: *Tardigrada.* — In: Das Tierreich, 66, 1936, pp. 340.
9. MIHELČIČ, FR.: *Können Tardigraden im Boden leben?* — Pedobiol., 1963, 2, S. 96—101.
10. MIHELČIČ, FR.: *Tardigraden einiger Auwälder in Osttirol.* — In: Veröffentl. aus dem Haus der Natur, Salzburg, 1965.
11. MIHELČIČ, FR.: *Zur Kenntnis der Entwicklung der Tardigradenzönosen während der Verrottung der Streu.* — Zool. Anz., 174, 1965, p. 150—156.
12. MIHELČIČ, FR.: *Der Boden als Wohnraum für Tardigraden.* Anales Edaf. Agrobiol. Madrid, 26, 1967, p. 145—157.
13. RAMAZZOTTI, G.: *I Tardigradi delle Alpi.* — Mem. Ist. Ital. Idrob., 9, 1956, p. 273—290.
14. RAMAZZOTTI, G.: *Tardigradi del Lago di Mergozzo e descrizione della nuova specie Macrobiotus nocentini.* — Mem. Ist. Ital. Idrob., 13, 1961, p. 45—49.
15. RAMAZZOTTI, G.: *Il Phylum Tardigrada.* — Mem. Ist. Ital. Idrob. Verb. Pallanza, 14, 1962, pp. 595.
16. RAMAZZOTTI, G.: *Tardigradi del Cile, con descrizione di quattro nuove specie e di una nuova varietà.* — In: Atti Soc. Italiana Sci. Nat. Mus. Civ., Milano, 101, 1962, p. 275—287.
17. RAMAZZOTTI, G.: *Tardigradi del Cile, II.* — Milano, 103, 1964, p. 89—100.
18. RAMAZZOTTI, G.: *Tardigradi del Cile, III.* — Milano, 103, 1964, p. 347—355.
19. VARGA, L.: *Az erdőtalajban élő állati véglények (Protozók) életét meghatározó tényezők.* — Erdészeti Lapok, 3, 1936, p. 1—20.
20. VARGA, L.: *Über die Mikrofauna der Waldstreu einiger auf Szikböden angelegter Waldtypen.* — Acta Zool. Budapest, 6, 1960, p. 211—225.