

## SCHALLER in der Unterwelt – Sechs Jahrzehnte Bodenzologie

Erhard CHRISTIAN

Runde Zahlen verleiten zu Retuschen. Pedanten könnten einwenden, dass Friedrich SCHALLERS bodenzoologische Tätigkeit vor neunundfünfzig Jahren begann, aber „sechs Jahrzehnte“ macht sich im Titel eben besser. Schauen wir also sechs volle Dekaden zurück, in den Spätherbst 1940:

SCHALLER war im Vorjahr aus dem Bamberger Gymnasium an die Wiener Universität gekommen. In seinem Meldungsbuch steht Ludwig BERTALANFFY, der Begründer der Theoretischen Biologie, neben dem Pflanzenphysiologen Karl HÖFLER und der Paläontologe Kurt EHRENBERG neben Hermann WEBER, dem Autor des Standardwerkes zur Insektenkunde. Für die Spezielle Zoologie firmiert der Extraordinarius Wilhelm MARINELLI, ein Wirbeltiermorphologe von Rang und zugleich ein großer Skeptiker. Elegant präsentierte Theorien krönt er oft mit dem Schlusssatz, alles könne auch ganz anders sein. Schwere Kost für den zoologischen Frischling! Konrad LORENZ, vor kurzem nach Königsberg berufen, hat jedenfalls einen tieferen Eindruck hinterlassen. Die Einführung in die Verhaltensforschung war für den jungen Oberfranken ein „prägendes“ Erlebnis – und das didaktische Kontrastprogramm zur Vorlesung des Dozenten KÜHNELT.

Wilhelm KÜHNELT ist 35, ein hagerer Mann, sogar im Schattenriss unverwechselbar. Er hat zu diesem Zeitpunkt schon die Leitmotive für ein ganzes Forscherleben entwickelt. Die Bodentierwelt gehört dazu. Sie wird in seiner Publikationsliste erst 1948 auftreten, Kriegsdienst und Gefangenschaft liegen noch dazwischen, aber im Unterricht setzt KÜHNELT bereits jetzt einen Akzent darauf, in der ihm eigenen Art. Auch die Anfänger merken, dass hier ein gebildeter Mann mit phänomenaler Sach- und Formenkenntnis aus dem Vollen schöpft, doch mancher Schatz bleibt unbeachtet, wenn er leise nälend wesentliche an weniger wesentliche Einzelheiten reiht und das Fassungsvermögen seiner Hörer mit wackelig an die Tafel gemalten Tiernamen überfordert. Der Asket im grauen Anzug sollte zu Friedrich SCHALLERS Doktorvater werden.

Beim heutigen Anlass darf ein anderes Jubiläum nicht unerwähnt bleiben. Vor genau 50 Jahren hat sich die Bodenzologie als eigenständige Fachrichtung emanzipiert, als KÜHNELTS „Bodenbiologie mit besonderer Berücksichtigung der Tierwelt“ erschien und Herbert FRANZ, der nachmalige Professor und Rektor der Hochschule für Bodenkultur, die „Bodenzologie als Grundlage der Bodenpflege“ herausbrachte. KÜHNELT und FRANZ, ein Linzer und ein Ödenburger, ewige Rivalen und Einander-Tiefschätzer, begannen 1950 fast gleichzeitig ein kurzes professorales Gastspiel an der Universität Graz. Noch im selben Jahr haben sie die ersten zusammenfassenden Werke über die Ökologie der tierischen Bodenbewohner veröffentlicht: die Gründungsmanifeste der Bodenzologie. Seither werden sie in einem Atemzug genannt, wenn von der Geschichte dieser Wissenschaft die Rede ist, und recht geschieht ihnen. Ich bin sicher, dass jeder der beiden, bei aller demonstrativen Distanz, von den Plänen des anderen wusste und sein eigenes Werk entsprechend vorantrieb. So wurde Österreich durch einen von der Eifersucht synchronisierten literarischen Doppelschlag zum Geburtsort der modernen Bodenzologie.

Freilich hat es schon früher bedeutende, in heutigem Verständnis bodenzoologische Arbeiten gegeben, Studien über das Leben und Zusammenleben, die Ansprüche und

Leistungen der Bodentiere. Besonders stolz sind wir auf einen Ahnherrn, der die Rolle der Regenwürmer durch Beobachtung und Experiment aufgedeckt hat: Charles DARWIN. Ich greife so weit zurück, weil DARWINS letztes Buch (1881) oft verkürzt zitiert wird und gerade der Untertitel für die Bodenzologie der SCHALLERSchen Richtung wegweisend erscheint: „Die Bildung der Ackererde durch die Tätigkeit der Würmer *mit Beobachtungen über deren Lebensweise*“

Bei den Methoden, die für eine wissenschaftliche Disziplin ebenso konstitutiv sind wie die Lehr- und Handbücher, kam es in den ersten Jahrzehnten des vergangenen Jahrhunderts zu entscheidenden Entwicklungen. Jeder Zoologe kennt den Namen BERLESE, aber die meisten denken dabei nicht an Antonio BERLESES fundamentale Milben- und Protu- renstudien, sondern an den 1905 vorgestellten Extraktionsautomaten. Der Schwede Albert TULLGREN brachte ihn 1918 mit dem Einsatz einer elektrischen Energiequelle in die gängige Form.

Kurz danach setzte die Synökologie der Bodentiere ein, mit Pionierleistungen, an die (zumindest publizistisch) erst nach dem zweiten Weltkrieg angeknüpft wurde. Besonders beachtenswert sind die von Peter VOLZ durchgeführten Untersuchungen zur Mikroschichtung der Bodenfauna im Leipziger Auwald (1934) und ein zwei Jahre später veröffentlichtes Werk des Breslauer Gerhard FRENZEL über die Tiere des Wiesenbodens. Die Altvorderen sahen sich mehrheitlich als Entomo- oder sonstige spezielle Zoologen, Einzelne bereits als Ökologen. Dass sie selbstbewusst Bodenzologie betrieben hätten, ist nicht nachzuweisen.

Um die Wende zum zwanzigsten Jahrhundert taucht die Bezeichnung Bodenbiologie auf. Sie wurde durch die populären Schriften des gebürtigen Wieners Raoul Heinrich FRANCÉ gefördert, der 1911 auch den Terminus Edaphon prägte. Im Zentrum der Forschung standen die Mikroorganismen, doch das Spektrum der Bodenbiologie hatte sich vom freien Enzym bis zum Maulwurf geweitet, als 1961 (so spät!) die erste Fachzeitschrift unter dem Titel *Pedobiologia* erschien. Der Gründer und langjährige Schriftleiter Ekkehard v. TÖRNE sorgte dafür, dass bodenzologische Beiträge nie zu kurz kamen. Er dissertierte übrigens bei Heinz JANETSCHKE in Innsbruck.

Das Wort Bodenfauna hat ebenfalls eine hundertjährige Geschichte („Untersuchungen über die Bodenfauna der Alpen“ des Schweizer Konrad DIEM, 1903), doch Herbert FRANZ war meines Wissens der Erste, der mit programmatischer Absicht von Bodenzologie sprach. Der Titel seines 1944 publizierten Artikels „Bodenzologie als Forschungs- zweig der Bodenkunde“ wurde allerdings durch den Lauf der Dinge widerlegt. Sie ist heute fest in der Zoologie verankert.

Unter dem Jahr 1944 sind aus der Wiener Perspektive noch zwei weitere Ereignisse zu verbuchen: Mit einer Schrift über die Bodentiere der Marchfeld-Dünen habilitiert sich Else JAHN als erste Frau an der Hochschule für Bodenkultur, und Friedrich SCHALLER wird zum Doktor der Naturwissenschaften promoviert. Wenn wir 1950 als Geburtsjahr der Bodenzologie akzeptieren, so reicht SCHALLERS einschlägige Tätigkeit in ihre prä- natale Phase zurück.

Die einschlägige Tätigkeit beginnt im Winter 1941/42 mit einem Meinungs- austausch zwischen Schüler und Lehrer. SCHALLER tauscht seine Meinung über Libellen als lohnen- de Dissertationsobjekte gegen KÜHNELTS Meinung, dass man von diesen spektakulären Insekten ohnehin schon alles weiß. Neuland könne man hingegen bei den unscheinbaren Collembolen erkunden. Neuland erkunden hieß in diesem Zusammenhang: Tiere aus

bisher vernachlässigten Böden sammeln, bestimmen, quantifizieren und Faunentabellen für verschiedene Standorte, Tiefenstufen und Jahreszeiten vergleichen.

Das Rennen war gestartet. FRANZ saß in der Admonter Reichsforschungsanstalt für Alpine Landwirtschaft und hatte dort besoldete Datenzuträger – KÜHNELT musste in Wien Dissertanten anwerben. Beiden wird nachgesagt, dass sie ihre Bestimmungshelfen mehr oder weniger subtil drängten, sich nicht mit taxonomischer Grundlagenarbeit zu belasten. Die Listenökologie hatte Vorrang, auch noch bei KÜHNELT. FRANZ hat sie in späteren Jahren auf die Spitze getrieben. Zu einem seiner oft als „Telefonbücher“ denunzierten Bände schrieb Friedrich SCHREMMER 1977: „Wenn die bodenzöologische Forschung auf dem in diesem Werk beschrittenen Weg fortschreitet, wird sie im Sammeln und Determinieren von Bodentierarten und in der tabellarischen Zusammenstellung und Auswertung vieler ökologisch relevanter Daten ersticken und den Anspruch auf ein wissenschaftliches Reifezeugnis sehr bald vertan haben.“ Das öko-faunistische Lebenswerk des Herbert FRANZ ist über diese Polemik erhaben. Die Bodenzöologie kann aber froh sein, dass ihr Friedrich SCHALLER schon 30 Jahre früher einen anderen Weg wies.

So weit war's 1941 noch nicht. KÜHNELT gewann SCHALLER für die Collembolen von Kalksteinböden im Perchtoldsdorfer Kardinalgraben, Gertrude RIHA untersuchte parallel dazu die Hornmilben. Es ging um die Frage, ob sich eng benachbarte Flächen unterschiedlichen Bodentyps – Braunlehm und Rendsina – im Kleintierbesatz unterscheiden. Deutlich ist hier der Einfluss des Bodengenetikers und -mikromorphologen Walter KUBIENA zu erkennen, der 1938–1945 als mittelbarer Amtsvorgänger von Herbert FRANZ an der Hochschule für Bodenkultur tätig war. Als SCHALLER das Dissertationsthema übernahm, untersuchten KÜHNELT und KUBIENA im Wienerwald die ersten Entwicklungsstadien der Rendsina. Der literarische Ertrag war von bescheidenem Umfang: ein gedruckter Vortrag KUBIENAS aus dem Jahr 1943 und je ein paar Seiten in seiner Entwicklungslehre des Bodens und in KÜHNELTS Bodenbiologie. Zu einer gemeinsamen Zusammenfassung ist es nicht gekommen. KÜHNELT hielt nicht viel von Koautoren, und Zaubersprüche wie „interdisziplinär“ oder „impact factor“ waren unbekannt. „Impact“ hatte diese Untersuchung trotzdem. Sie wird bis heute zitiert.

KUBIENA beriet Frau RIHA und Herrn SCHALLER bei der Auswahl der Probenorte. In der Sicht der Zeit waren solche Vergleichsstudien methodisch unverfänglich. Erst Jahre danach wurde klar, dass der zoozönotische Effekt des Bodentyps oft von kleinräumig variierenden Faktoren zugedeckt wird. In der computerlosen Zeit, ohne multivariate Statistik, konnte man nicht viel mehr tun, als die Zähl- und Messwerte – heute würden wir sagen: die Rohdaten – mit Augenmaß zu kommentieren. Bei allem Interesse an der Aufdeckung von Leitformen (Präsenzdominanten) rechnete KÜHNELT nicht mit exklusiven Zeigerarten für Kalkstein-Braunlehm oder Rendsina. Der Dissertant SCHALLER ging noch weiter und äußerte Zweifel an Hermann GISINS Vikarianz-Konzept, wodurch er bei dem subjektiv unfehlbaren Collembolenpapst für den Rest dessen kurzen Lebens in Ungnade fiel. Unterschiede im Dominanzgefüge waren immerhin zu erwarten, und solche Unterschiede zeichneten sich auch bald ab, sofern das Adverb „bald“ bei der Präparation und Bestimmung von Tausenden Collembolen angebracht ist. Später hat SCHALLER nur noch selten eine derart zermürbende Fleißaufgabe übernommen. In Kenntnis der damals verfügbaren Schlüssel staunt man über seine determinatorische Treffsicherheit, eine taxonomische Ader kann man ihm jedoch nicht nachsagen. SCHALLER musste wissen, wie seine Tiere heißen – von Anfang an aber wollte er wissen, was sie tun und was sie dazu brauchen.

Für „Biologische Beobachtungen an humusbildenden Bodentieren“, die der frischgebakene Doktor 1945 bei Jürgen STAMMER in Erlangen und anschließend zu Hause in Poppendorf durchführte, waren rund 4000 Collembolen zu bestimmen, doch das Studium lebender Tiere stand jetzt schon im Vordergrund. Es entsprach einem Wesenszug des Autors. In seiner Dissertation liest man über Proturen einen Satz von schier zeitloser Gültigkeit: „Es ist mir leider nie richtig gelungen, diese sehr empfindlichen Tiere zu züchten.“ Probiert hat er's also.

Der durch die Kriegs- und Nachkriegswirren erzeugte Publikationsstau entlädt sich 1949 mit der Veröffentlichung der Doktorarbeit. Da war SCHALLER schon im vierten Jahr Assistent bei Wolfgang v. BUDDENBROCK-HETTERSORF, zuerst kurz in Marburg, ab 1946 in Mainz. Die beiden kannten einander seit BUDDENBROCKS Berufung an die Wiener Universität, 1942. Auf sanften Druck des Chefs in Richtung Physiologie reagierte SCHALLER mit einer Untersuchung zum Wasserhaushalt der *Chaoborus*-Larve und den Aufsehen erregenden Experimenten zum Ultraschall-Hörvermögen der Nachtschmetterlinge. Sie führten unseren Jubilar tatsächlich in die Unterwelt: in die unterirdischen Fledermausquartiere. Ich überschreite mein Thema, weil diese nicht-bodenzoologischen Arbeiten gleichzeitig mit der Dissertation bzw. im Folgejahr veröffentlicht wurden, als SCHALLER die Habilitationsschrift „Zur Ökologie der Collembolen des Mainzer Sandes“ vorlegte. Schwer auszumalen, wie der junge Familienvater auch noch Beobachtungen an collembolenfressenden Laufkäfern und Japygiden in seinem Zeitplan unterbrachte. Praktikumsdienst und Studentenbetreuung erforderten ja auch vollen Einsatz, zumal in den schweren Jahren des Wiederaufbaus.

Vermutlich war Prof. BUDDENBROCK sehr zufrieden, dass sein vielfältig begabter Mitarbeiter mit der sinnesphysiologischen Nachtfalter-Untersuchung in Deutschland bekannt wurde (zeitweise unter dem Spitznamen „Ultraschaller“). Auch die Arbeit zur Bioakustik der Ruderwanzen lag auf seiner Linie. In den nebenher betriebenen Bodentierbeobachtungen sah der vergleichende Physiologe eher eine Ablenkung. Ob die Notiz über die „Copula“ der Collembolen (1952) seine Meinung änderte, entzieht sich meiner Kenntnis. Jedenfalls war dies, auf einem ganz anderen Gebiet, SCHALLERS zweiter Streich innerhalb kurzer Zeit: eine Entdeckung, die seine weitere bodenzoologische Forschung und die Arbeit vieler Schüler bestimmen sollte. Der publikationsstrategisch schlaunen Kurzmitteilung folgte 1953 eine ausführlichere Darstellung der indirekten Spermatophorenübertragung.

SCHALLER war nie ein Freund der Listenökologie. In den Mainzer Jahren verlagerte er endgültig den Schwerpunkt von der ökosystemzentrierten auf die organismuszentrierte Forschung. Ich muss es so ausdrücken, weil sich in unserem Fach eine Unterscheidung nach dem Muster Limnologie – Hydrobiologie nie durchsetzen konnte. Seit einiger Zeit floriert die Bezeichnung Bodenökologie, aber das ändert nichts daran, dass auch auf nominell bodenzoologischen Kongressen sehr oft von Mineralisationsraten und Stoffkreisläufen die Rede ist. Solange daneben immer noch tierkundliche Neuigkeiten präsentiert werden, kann man es positiv sehen, als Zeichen des bodenbiologischen Zusammenhalts.

Doch zurück zu den Spermatophoren der Collembolen. Vor SCHALLER hatten schon andere Zoologen die gestielten Köpfchen gesehen. Otto STREBEL war um 1930 sogar auf der richtigen Spur, ließ sich aber von seinem Dissertationsvater Karl v. FRISCH eines Schlechteren belehren („Das ist doch nur ein Schimmelpilz“). Der Collembolen-Kenner STREBEL, im Brotberuf Mittelschullehrer und damals schon um die Vierzig, wurde trotzdem

promoviert. Er hatte aber Tränen in den Augen, als er Herrn SCHALLER später von der fatalen Fehldiagnose erzählte.

SCHALLERS Erkenntnis, dass es sich bei den Kugeln am Stiel um Samentropfen handelte, war der Lohn für geduldiges Experimentieren und Beobachten. Zum Geschlechtsleben der Springschwänze waren in der Vergangenheit etliche Mitteilungen erschienen, die man als *facts and fiction* zusammenfassen kann. So berichtete der Norweger Ole Johan LIE-PETTERSEN (1900), dass ein Kugelspringer-Männchen in Gegenwart des Weibchens einen Spermotropfen auf die Erde setzte und diesen mit Mund und Vorderbeinen berührte. Das sind *facts*, wie wir seit den meisterlichen Untersuchungen des SCHALLER-Schülers Gerhard BRETTFELD wissen. Dann aber soll das Männchen die Mundteile mit Sperma beschmiert und die Partnerin mit heftigen Kopfstößen gegen die Geschlechtsöffnung besamt haben. Das ist *fiction*, wenngleich auf hohem Niveau. Seit uns SCHALLER & CO. die ausgefallenen Sexualbräuche vieler Bodentiere verraten haben, müssen wir einigermaßen abgebrüht zugeben: So könnte es auch gehen. Wie es wirklich geht, ist in BRETTFELDS Filmen zu sehen. Kopfstöße stehen bei manchen Arten tatsächlich im Drehbuch – sie haben aber eine ganz andere dramaturgische Funktion.

Frei abgesetzte Samentropfen waren also für Symphypleona (Kugelspringer) dokumentiert, Elemente des Liebespiels ebenfalls. Schon 1880 hatte der Finne Odo Moran REUTER die kuriose Paarbildung der Wasserkugelspringer (*Sminthurides aquaticus*) geschildert: Das Männchen krallt sich mit Klammerantennen an den Fühlern des viel größeren Weibchens fest und lässt sich von diesem oft tagelang herumtragen. Hans-Helmut FALKENHAN steuerte 1932 weitere Details zur Copula und zu anderen Verhaltensweisen des epineustischen Collembolen bei; den Mechanismus der Samenübertragung konnte er aber noch nicht aufklären.

Im Vergleich mit den Symphypleona treiben es die arthropleonen Springschwänze viel heimlicher. Dementsprechend gab es zwar die Fiktion einer Paarung mit direktem Kontakt der Geschlechtsöffnungen, aber keine Fakten. Ein Fall für SCHALLER. Er rückte die Zuchtgefäße mit den possierlichen Kugelspringern weiter nach hinten und konzentrierte sich zunächst auf eine arthropleone Collembolenart, die nicht weniger hübsche *Orchesella villosa*. Was nach einigen Fehlschlägen herauskam, gehört heute zur entomologischen Allgemeinbildung: Das Männchen pflanzt Spermakugeln in die Landschaft und zeigt gar kein Interesse, die Mutter seiner Kinder kennenzulernen. Das war anno 52 noch mehr als sonderbar. Die sprunghaft gestiegene Bekanntheit des Autors entsprach dem Erstaunen über den Fernverkehr der zierlichen Laubstreubewohner.

SCHALLER hat mehrmals betont, dass es ihm anfangs nicht um eine vergleichende Fortpflanzungsbiologie der edaphischen Arthropoden ging, sondern einfach darum, eine Wissenslücke in der Naturgeschichte seiner Lieblinge zu schließen. Nach der großen Resonanz lag es jedoch nahe, auch andere Bodentiere nach ihren intimen Geheimnissen zu befragen. Hier lag Neuland ganz anderer Art. Die Ergebnisse waren so spannend, dass selbst ein weniger gewandter Literat und Redner damit reüssiert hätte. Internationale Anerkennung und neugierige Studenten stellten sich gleichzeitig ein. Dissertationen lagen buchstäblich vor den Füßen.

In bunter Folge nahm man sich die Gliederfüßer des Bodens vor, natürlich auch die Collembolen und die übrigen „Urinsekten“. Helmut MAYER beobachtete alle Details der Copula des Wasserkugelspringers bis zur Samenübertragung und fand eine funktionale Erklärung für das Klammerverhalten. SCHALLER persönlich beschrieb die indirekte Spermatothekenübertragung bei campodeiden Dipluren. Helmut STURM enträtselte die

mit komplizierten Seiltricks verbundene Sexualgymnastik der Felsenspringer und Silberfischchen. Und da die Mainzer bei den Proturen nicht weiterkamen, wissen wir bis heute nichts Genaues über deren Fortpflanzung. Immerhin beobachtete Helmut STURM diese empfindlichen Bodenwinzlinge beim Saugen an Mykorrhizapilzen. Er und Walter HÜTHER ertappten Pauropoden bei der gleichen Tätigkeit.

Herbert RUPPEL, offiziell BUDDENBROCK-Dissertant, aber unverkennbar von SCHALLER beeinflusst, erkannte in diesen Jahren den Ventraltubus der Collembolen als exemplarisches Mehrzweckorgan. Auch der engeren SCHALLER-Truppe ging es nicht immer nur um das „Thema Nummer eins“. Kein Wunder, wenn sich sogar der Chef einen Abstecher nach Neapel gönnt, um dort „Verhaltens- und sinnesphysiologische Beobachtungen an *Squilla mantis*“ anzustellen. Der Heuschreckenkrebs ist bekanntlich kein Collebole, nicht einmal ein Bodentier, und seine eingesattelten Facettenaugen sind als Begattungswerkzeuge ganz und gar ungeeignet. SCHALLERS Wirken – die eigene Arbeit wie das Werk seiner Studenten – zielte eben nie in eine einzige Richtung. „Nur“ als Synökologe, Ultraschaller, Tropenbiologe oder Alpinist könnte er sein Konzept vom Leben als Gesamtkunstwerk nicht verwirklichen.

Um den bodenzoologischen Wegmarken in der gebotenen Eile nachzugehen, muss ich mich auf die engste Definition zurückziehen und viele bedeutende Untersuchungen zur Morphologie der Bodentiere weglassen. Schließlich sind wir noch immer in Mainz, wo Franz PAULY die Fortpflanzung der Hornmilben untersucht und erstaunliche Parallelen zu den Collembolen findet. Hartmut ANGERMANN liefert den Schlüssel zur bekannten *promenade à deux* der Skorpione, inklusive funktionaler Interpretation der komplex gebauten Spermatophoren. Karlheinz SCHÖMANN durchschaut die Verkehrstechnik des Pinselfüßer-Männchens, das Leitschienen und Stoppsignale aufstellt, damit ein Weibchen in der richtigen Stimmung genau über den Samentropfen landet. Hans KLINGEL entdeckt indirekte Spermatophorenübertragung bei *Scutigera*, folgt seinem Lehrer nach Braunschweig und nimmt sich der Reihe nach alle anderen Hundertfüßer vor. Die symbiontenunterstützte Brutpflege der Erdwanze *Cydnus aterrimus* wird von SCHALLER und Hildegard SCHORR untersucht. Wolfgang PABST klärt die Biologie der Brettkanker auf, und damit ist die Liste der Mainzer Bodentier-Rekruten keineswegs komplett.

In diese Ära fällt SCHALLERS erste Tropenreise. Gemeinsam mit dem frisch promovierten Dr. SCHÖMANN sammelte er rund 700 Bodenproben zwischen Pazifik und Amazonasbecken. Während die Franzosen, allen voran Claude DELAMARE DEBOUTTEVILLE, die edaphische Tierwelt Äquatorialafrikas bekannt machten, war die neotropische Bodenfauna noch ziemlich schlecht erforscht. Aus dem Ertrag von SCHALLERS frühen Südamerikareisen greife ich die Dissertationen von Christian WINTER über die Collembolen und von Ludwig BECK über die Oribatiden Perus heraus. Vorwiegend bodenzoologische Motive führten SCHALLER 1961 auch in den Sudan. Fünf Jahre später, als er in Amazonien Geschmack an der Fisch-Bioakustik fand, studierte er gleichzeitig die Überlebensstrategien der Bodenarthropoden im Überschwemmungswald. Aus der Beobachtung, dass auf dem Wasser treibende Springschwänze der Gattung *Lepidocyrtoides* einen rettenden Baumstamm zielgenau ansteuern, wurde die experimentelle Untersuchung zum Formensehen der Collembolen. Immer wieder nahmen Schüler und Kollegen an SCHALLERS Forschungsreisen teil, und manche wurden von ihm zu Feldstudien in den Tropen ermuntert. Dadurch erfuhren wir vom Oralverkehr eines malaysischen Spinnenläufers oder von der Anhängerkupplung am Hinterende gewisser Uropygen-Männchen, die das eingehakte Weibchen zur Spermatophore schleppen.

Zu Hause, seit 1958 also in Braunschweig, ging es mit ungemindertem Elan an die Lösung der nächsten Fortpflanzungsrätsel. Werner SCHLIWA fand eine überraschende Variante bei *Podura aquatica*, einem Collembolen der Wasseroberfläche. Das Männchen errichtet rund um das völlig passive Weibchen einen halbkreisförmigen Lattenzaun von Spermatophoren und drängt die Partnerin anschließend so raffiniert ab, dass ihre Geschlechtsöffnung mit den Samentropfchen in Kontakt kommt. SCHALLER hat damals in einprägsamer Paradoxie von einer „halben Paarbildung“ gesprochen. Gerhard BRETTFELD, der später in Kiel die Paarung der Symphypleonen analysierte, wurde bereits erwähnt. In Braunschweig begann er als Morphologe, mit einer profunden Dissertation über die abdominale Muskulatur der Collembolen (heute ist er ein führender Kugelspringer-Taxonom). Natürlich reichte auch in diesem Lebensabschnitt SCHALLERS bodenzoologisches Teilspektrum weit über die Collembolenforschung hinaus. Heide FAASCH studierte die Phoresie der Schildkrötenmilben, und die Darstellung des Beutefangverhaltens der Sandlaufkäferlarven, die wir aus vielen Büchern kennen, ist ein Werk ihrer Schwester Helga FAASCH.

Ende der fünfziger Jahre war SCHALLERS Renommee so hoch, dass er fortan immer wieder eingeladen wurde, Übersichtsartikel und Buchbeiträge zu verfassen. Eine solche Einladung kam vom Herausgeber der Buchreihe „Verständliche Wissenschaft“, der vielleicht beweisen wollte, dass er doch auch einen Sinn für das Verhalten der Bodentiere hat: Karl v. FRISCH. Der Titel von SCHALLERS 1962 erschienenem Buch „Die Unterwelt des Tierreiches“ wurde zur Redensart. Ich besitze mittlerweile das dritte Exemplar, weil die beiden ersten auf erklärliche Weise abhanden gekommen sind – ein schöneres Kompliment kann man einem Buch kaum machen (ausgenommen die Übersetzung ins Englische; sie erschien 1968). An einen breiten Leserkreis wandten sich später auch die Kapitel in GRZIMEKS Tierleben über die Urinsekten, die biologische Bedeutung der Sexualität und über indirekte Spermatophorenübertragung im Tierreich. Der Collembolen-Part im Handbuch der Zoologie dient bis heute als Referenzwerk.

In der Braunschweiger Zeit fand SCHALLER noch ein ganz besonderes Untersuchungsobjekt. Wie wir wissen, treibt es ihn ins Gebirge. Im Tiroler Pitztal, oberhalb der (nicht nach ihm benannten) Braunschweiger Hütte, schloss er Bekanntschaft mit dem berühmtesten Springschwanz, den freilich nur wenige Menschen von Angesicht zu Angesicht kennen: mit *Isotoma saltans*, dem Gletscherfloh. Der Neuenburger Lithograph Hercule NICOLET hatte ihn 1841 unter dem jetzt wieder gültigen Namen *Desoria saltans* beschrieben und damit seinem Bergkameraden, dem eigentlichen Entdecker und späteren Geologie-Professor Edouard DESOR, ein Denkmal gesetzt. Kein Geringerer als Louis AGASSIZ soll den Artnamen *saltans* vorgeschlagen haben. DESORS Bericht über die Aufsammlung dieser Tiere auf dem Unteraargletscher im Sommer 1840 ist eine hübsche entomologie- und alpingeschichtliche Miniatur: „Ich habe im Tagebuche der Monte Rosa-Reise von dem Funde kleiner Insekten erzählt, die ich auf dem Zermattgletscher gesammelt und nicht gehörig hatte untersuchen können, da sie im Augenblicke entwischten, wo ich sie NICOLET zeigen wollte. AGASSIZ der sie nicht gesehen hatte, behauptete, der Wind habe sie auf den Gletscher geschleudert; – da ich diese Meinung nicht theilte, so hatte ich mir vergebens alle Mühe gegeben, sie auf den Gletschern, die wir später besuchten, wiederzufinden, und ich sah mich genöthigt, bis zum nächsten Jahre auf die Entscheidung unseres Streites zu warten. Indeß hatte ich unsere diesjährigen Reisegefährten darauf aufmerksam gemacht. Ganz in der Nähe des unteren Gletscherendes sah nun POURTALÈS einige, als er zufällig einen Stein aufhob. ‚Kommen Sie geschwind her‘, rief AGASSIZ mir zu, ‚ich glaube, da sind Ihre Flöhe vom Monte Rosa.‘ In der That erkannte ich zu meiner

großen Freude meine Thierchen wieder, deren Verlust ich voriges Jahr so sehr bedauert hatte; sie sind gerade nicht schön, vielmehr sehr häßlich, allein sie lieferten doch den Beweis, daß ich mich nicht getäuscht hatte, wenn ich gegen AGASSIZ behauptete, daß sie wirklich auf dem Gletscher wohnen, und nicht durch Zufall dahin gekommen seien. [...] Man beschloß auf der Stelle, sie provisorisch *Desoria saltans* (springende Desorien) zu taufen.“ – Also noch ein Jubiläum: 160 Jahre Gletscherfloh!

In Österreich hatte sich der Innsbrucker Professor Otto STEINBÖCK bereits 1931 mit *Desoria saltans* beschäftigt. SCHALLER konnte nun erstmals im Tiefland Jungtiere aus Gletscherfloh-Eiern ziehen, in einem zum Brutkasten umgewidmeten Eiskasten: nicht anders möglich bei Insekten, die bei 10 °C schon mit lebensbedrohenden Atembeschwerden kämpfen. Die Kenntnis der Atmungsphysiologie verdanken wir dem Braunschweiger Dissertanten Dietmar ZINKLER, der vor wenigen Monaten unerwartet gestorben ist. – Nebenbei: SCHALLER und seine Schüler hatten die echte *Desoria saltans* vor sich, während der unfehlbare Hermann GISIN eine ganz andere Art für den Gletscherfloh hielt.

Die zweite Wiener Epoche begann für Prof. SCHALLER im März 1967. KÜHNELT hatte seinen Favoriten für die MARINELLI-Nachfolge durchgebracht. In zwei Jahrzehnten betreute SCHALLER morphologische, funktionsanatomische, sinnesphysiologische und sogar karyologische Untersuchungen an Bodentieren. Die Doktorarbeiten von Hannes PAULUS, Thomas BAUER und meiner Wenigkeit sind darunter. Bodenzoologische Freilandstudien, wie die Dissertationen von Roswitha BAUER, Norbert MILASOWSKY und Klaus Peter ZULKA, wurden seltener. SCHALLER hatte sehr reizvolle tropenbiologische und bioakustische Themen auf Lager und fand damit bei den Studierenden großen Anklang.

Es bot sich aber eine kaum noch erhoffte Chance, als ein Student (aus dem pannonischen Hügelland!) die Biologie des Gletscherfloh erforschen wollte. Hubert KOPESZKI ging in der Manier seines Lehrmeisters ans Werk und wies nach, dass *Desoria saltans* den gesamten Lebenszyklus am und im Gletscherfirn vollenden kann. Die Dissertation erschien 1988, im Emeritierungsjahr Prof. SCHALLERS. Kurz danach konnten er und KOPESZKI den alpinen Gletscherfloh mit *Cryptopygus antarcticus* vergleichen, weil der Seniorautor Hunderte Individuen, wohlgeerntet lebend, von einer Antarktisreise mitgebracht hatte.

In seiner Autobiographie bezeichnet SCHALLER das als seine letzte Springschwanz-Aufklärungsaktivität. Ich bin da nicht so sicher. Und zuversichtlich hoffe ich auf eine bodentierkundliche Publikation mit dem Datum 2001, damit wir ohne Augenzwinkern „sechs Jahrzehnte Schaller in der Unterwelt“ feiern können!

## Literatur

- ANGERMANN H., 1958: Über Verhalten, Spermatophorenbildung und Sinnesphysiologie von *Euscorpis italicus* HBST. und verwandten Arten (Scorpiones, Chactidae). Z. Tierpsychol. 14, 276–302.
- BAUER R., 1990: Ökologische Untersuchungen an Collembolen auf Granitblöcken im nördlichen Waldviertel. 65 pp., Diss. Univ. Wien.
- BAUER T., 1974: Ethologische, autökologische und ökophysiologische Untersuchungen an *Elaphrus cupreus* DFT. und *Elaphrus riparius* L. (Coleoptera, Carabidae). Oecologia 14, 139–196.
- BECK L., 1963: Zur Ökologie und Taxonomie der neotropischen Bodentiere I. Zur Oribatidenfauna Perus. Zool. Jb. Syst. 90, 299–392.



- BERLESE A., 1905: Apparecchio per raccogliere presto ed in gran numero piccoli Artropodi. *Redia* 2, 85–90.
- BRETFELD G., 1963: Zur Anatomie und Embryologie der Rumpfmuskulatur und der abdominalen Gliedmaßen der Collembolen. *Zool. Jb. Anat.* 80, 309–384.
- BRETFELD G., 1973, 1976: (Filme E 2015, E 2248 und E 2252, IWF Göttingen: Balz und Spermato-phorenübertragung bei *Heterosminthurus bilineatus*, *H. insignis* und *H. chaetocephalus*).
- CHRISTIAN E., 1979: Der Sprung der Collembolen. *Zool. Jb. Phys.* 83, 457–490.
- DARWIN C., 1881: *The Formation of Vegetable Mould, through the Action of Worms, with Observations on their Habits.* 298 pp., John Murray, London.
- DELAMARE DEBOUTTEVILLE C., 1951: *Microfaune du sol des pays tempérés et tropicaux.* 360 pp., Hermann & Cie., Paris.
- DESOR E., 1844: *AGASSIZ geologische Alpenreisen.* Frankfurt am Main, Literarische Anstalt, 180–182.
- DIEM K., 1903: *Untersuchungen über die Bodenfauna der Alpen.* 187 pp., Diss. Univ. Zürich.
- FAASCH H., 1967: Beitrag zur Biologie der einheimischen Uropodiden *Uroobovella marginata* (C. L. KOCH 1839) und *Uropoda orbicularis* (O. F. MÜLLER 1776) und experimentelle Analyse ihres Phoresie-Verhaltens. *Zool. Jb. Syst.* 94, 521–608.
- FAASCH H., 1968: Beobachtungen zur Biologie und zum Verhalten von *Cicindela hybrida* L. und *Cicindela campestris* L. und experimentelle Analyse ihres Beutefangverhaltens. *Zool. Jb. Syst.* 95, 477–522.
- FALKENHAN H.-H., 1932: Biologische Beobachtungen an *Sminthurides aquaticus* (Collembola). *Z. wiss. Zool.* 141, 525–580.
- FRANCÉ R. H., 1911: Das Edaphon – eine neue Lebensgemeinschaft. *Die Kleinwelt* 3, 147–153.
- FRANZ H., 1944: Bodenzologie als Forschungszeitung der Bodenkunde. *Bodenkundl. Forschungen* 8, 129–145.
- FRANZ H., 1950: *Bodenzologie als Grundlage der Bodenpflege.* Mit besonderer Berücksichtigung der Bodenfauna in den Ostalpen und im Donaubecken. 316 pp., Akademie-Verlag, Berlin.
- FRENZEL G., 1936: *Untersuchungen über die Tierwelt des Wiesenbodens.* 130 pp., G. Fischer, Jena.
- HÜTHER W., 1959: Zur Ernährung der Pauropoden. *Naturwiss.* 46, 563–564.
- HÜTHER W., 1961: Ökologische Untersuchungen über die Fauna pfälzischer Weinbergböden mit besonderer Berücksichtigung der Collembolen und Milben. *Zool. Jb. Syst.* 89, 243–368.
- JAHN E., 1951: Bodentieruntersuchungen in den Flugsandgebieten des Marchfeldes (Untersuchungen über die Bevölkerungsdichte von Bodentieren in Düne und verschieden alten Beständen der ersten Waldgeneration). *Z. angew. Entomol.* 32, 208–274.
- KLINGEL H., 1956: Indirekte Spermato-phorenübertragung bei Chilopoden (Hundertfüßer), beobachtet bei der „Spinnenassel“ *Scutigera coleoptrata* LATZEL. *Naturwiss.* 43, 311.
- KLINGEL H., 1960: Vergleichende Verhaltensbiologie der Chilopoden *Scutigera coleoptrata* L. („Spinnenassel“) und *Scolopendra cingulata* LATREILLE (Skolopender). *Z. Tierpsychol.* 17, 11–30.
- KOPESZKI H., 1988: Zur Biologie zweier hochalpiner Collembolen – *Isotomurus palliceps* (UZEL, 1891) und *Isotoma saltans* (NICOLET, 1841). *Zool. Jb. Syst.* 115, 405–439.
- KUBIENA W., 1943: Beiträge zur Bodenentwicklungslehre: Entwicklung und Systematik der Rend-sinen (Vorläufige Mitteilung). *Bodenkunde und Pflanzenernährung* 29, 108–119.
- KUBIENA W., 1948: *Entwicklungslehre des Bodens.* 215 pp., Springer, Wien.

- KÜHNELT W., 1948: Ein Beitrag zur Kenntnis der Bodentierwelt einiger Waldtypen Kärntens. *Carinthia* II 137/138, 165–173.
- KÜHNELT W., 1950: Bodenbiologie. Mit besonderer Berücksichtigung der Tierwelt. 368 pp., Herold, Wien.
- LIE-PETTERSEN O. J., 1900: Biologisches über norwegische Collembola. *Bergens Mus. Aarb.* 7, 1–12.
- MAYER H., 1957: Zur Biologie und Ethologie einheimischer Collembolen. *Zool. Jb. Syst.* 85, 501–570.
- MILASOWSKY N., 1990: Zur Biologie und Ökologie zweier Collembolenarten an einer alkalischen Salzlacke im Seewinkel (Burgenland, Österreich) – *Proisotoma crassicauda* (TULLBERG, 1871) und *Proisotoma schoetti* (DALLA TORRE, 1895). 70 pp., Diss. Univ. Wien.
- PAULUS H. F., 1972: Zum Feinbau der Komplexaugen einiger Collembolen. Eine vergleichend-anatomische Untersuchung (Insecta, Apterygota). *Zool. Jb. Anat.* 89, 1–116.
- PAULY F., 1956: Zur Biologie einiger Belbiden (Oribatei, Moosmilben) und zur Funktion ihrer pseudostigmatischen Organe. *Zool. Jb. Syst.* 84, 275–328.
- REUTER O. M., 1880: Sur l'accouplement chez deux espèces de l'ordre des Collemboles. *Entomol. Tidskr.* 1, 159–161.
- RIHA G., 1951: Zur Ökologie der Oribatiden in Kalksteinböden. *Zool. Jb. Syst.* 80, 407–450.
- RUPPEL H., 1953: Physiologische Untersuchungen über die Bedeutung des Ventraltubus und die Atmung der Collembolen. *Zool. Jb. Physiol.* 64, 429–469.
- SCHALLER F., 1949: Zur Ökologie der Collembolen in Kalksteinböden (nebst einigen Bemerkungen über Proturen). *Zool. Jb. Syst.* 78, 263–293.
- SCHALLER F., 1949: *Notiophilus biguttatus* F. (Coleopt.) und *Japyx solifugus* HALIDAY (Diplur.) als spezielle Collembolenräuber. *Zool. Jb. Syst.* 78, 294–296.
- SCHALLER F., 1949: Osmoregulation und Wasserhaushalt der Larve *Corethra plumicornis* mit besonderer Berücksichtigung der Vorgänge im Darmkanal. *Z. vergl. Physiol.* 31, 684–695.
- SCHALLER F., 1950: Biologische Beobachtungen an humusbildenden Bodentieren, insbesondere an Collembolen. *Zool. Jb. Syst.* 78, 506–525.
- SCHALLER F., 1951: Lauterzeugung und Hörvermögen von *Corixa (Callicorixa) striata* L. *Z. vergl. Physiol.* 33, 476–486.
- SCHALLER F., 1951: Zur Ökologie der Collembolen des Mainzer Sandes. *Zool. Jb. Syst.* 79, 449–513.
- SCHALLER F., 1952: Die „Copula“ der Collembolen (Springschwänze). *Naturwiss.* 39, 48.
- SCHALLER F., 1953: Untersuchungen zur Fortpflanzungsbiologie arthropleoner Collembolen. *Z. Morph. Ökol. Tiere* 41, 265–277.
- SCHALLER F., 1953: Verhaltens- und sinnesphysiologische Beobachtungen an *Squilla mantis*. *Z. Tierpsychol.* 10, 1–12.
- SCHALLER F., 1954: Indirekte Spermatophorenübertragung bei *Campodea* (Apterygota, Diplura). *Naturwiss.* 41, 406–407.
- SCHALLER F., 1962: Beobachtungen am Gletscherfloh *Isotoma saltans* (NICOLET 1841). *Verh. Dtsch. Zool. Ges.* 1962, 440–447.
- SCHALLER F., 1962: Die Unterwelt des Tierreiches. Kleine Biologie der Bodentiere. 126 pp., Springer, Berlin etc.
- SCHALLER F., 1968: Zur Frage des Formensehens bei Collembolen. *Verh. Dtsch. Zool. Ges.* 1968, 368–375.

- SCHALLER F., 1969: Die Urinsekten. In: GRZIMEK B. (Hg.), Grzimeks Tierleben, Bd. 2, 59–72.
- SCHALLER F., 1970: Collembola (Springschwänze). In: HELMCKE J.-G., STARCK D. & WERMUTH H. (Hg.), Handbuch der Zoologie 4 (2) 2/1, 72 pp., Walter de Gruyter & Co., Berlin.
- SCHALLER F., 1974: Die biologische Bedeutung der Sexualität. In: GRZIMEK B. (Hg.), Grzimeks Tierleben, Ergänzungsband Verhaltensforschung, 392–405.
- SCHALLER F., 1974: Indirekte Spermatophoren-Übertragung im Tierreich. In: GRZIMEK B. (Hg.), Grzimeks Tierleben, Ergänzungsband Verhaltensforschung, 406–418.
- SCHALLER F., 2000: Erfüllte Endlichkeit. Autobiografie des Zoologen Friedrich SCHALLER. 328 pp., Stapfia 70, Linz. – Hier die komplette Bibliographie des Autors bis zum Jahr 1998.
- SCHALLER F. & KOPESZKI H., 1990: Zur Biologie von *Cryptopygus antarcticus* (WILLEM, 1902). Sitz.-ber. Österr. Akad. Wiss., math.-nat. Kl. Abt. 1, 198, 217–228.
- SCHALLER F. & TIMM C., 1950: Das Hörvermögen der Nachtschmetterlinge. Z. vergl. Physiol. 32, 468–481.
- SCHLIWA W. & SCHALLER F., 1963: Die Paarbildung des Springschwanzes *Podura aquatica* (Apterygota, Urinsekten, Collembola). Naturwiss. 50, 698–699.
- SCHÖMANN K., 1956: Zur Biologie von *Polyxenus lagurus* (L. 1758). Zool. Jb. Syst. 84, 195–256.
- SCHORR H., 1957: Zur Verhaltensbiologie und Symbiose von *Brachypelta aterrima* FÖRST. (Cydniidae, Heteroptera). Z. Morph. Ökol. Tiere 45, 561–602.
- SCHREMMER F., 1977: Herbert FRANZ: Die Bodenfauna der Erde in biozönotischer Betrachtung. (Buchbesprechung). Erasmus 29, 763–766.
- STEINBÖCK O., 1931: Zur Lebensweise einiger Tiere des Ewigschneegebietes. Z. Morph. Ökol. Tiere 20, 707–718.
- STURM H., 1955: Beiträge zur Ethologie einiger mitteldeutscher Machiliden. Z. Tierpsychol. 12, 337–363.
- STURM H., 1957: Die Paarung beim Silberfischchen *Lepisma saccharina*. Z. Tierpsychol. 13, 1–12.
- STURM H., 1959: Die Nahrung der Proturen. Naturwiss. 46, 90–91.
- TULLGREN A., 1918: Ein sehr einfacher Ausleseapparat für terricole Tierformen. Z. angew. Entomol. 4, 149–150.
- VOLZ P., 1934: Untersuchungen zur Mikroschichtung der Fauna von Waldböden. Zool. Jb. Syst. 66, 153–210.
- WINTER C., 1963: Zur Ökologie und Taxonomie der neotropischen Bodentiere II. Zur Collembolenfauna Perus. Zool. Jb. Syst. 90, 393–520.
- ZINKLER D., 1966: Vergleichende Untersuchungen zur Atmungsphysiologie von Collembolen (Apterygota) und anderen Boden-Kleinarthropoden. Z. vergl. Physiol. 52, 99–144.
- ZULKA K. P., 1991: Überflutung als ökologischer Faktor: Verteilung, Phänologie und Anpassungen der Diplopoda, Lithobiomorpha und Isopoda in den Flußauen der March. 65 pp., Diss. Univ. Wien.

**Autor:**

Univ.-Prof. Mag. Dr. Erhard CHRISTIAN, Institut für Zoologie, Universität für Bodenkultur Wien, Gregor-Mendel-Straße 33, A-1180 Wien.