

Ein Beitrag zur Kenntnis tierischer Lebensformen*).

(Lebensformen in Beziehung zur mechanischen Beschaffenheit des Aufenthaltsortes.)

Von Wilhelm Kühnelt, Wien.

Der Versuch die Gesamtheit der Organismen nach ihren Lebensansprüchen beziehungsweise ihren epharmonischen Merkmalen einzuteilen, wird selbstverständlich ganz verschieden ausfallen, je nach der Auswahl und Wertung der Merkmale. Solche verschiedene Einteilungsprinzipien werden seit langem verwendet, wie aus Bezeichnungen wie Homöotherme-Poikilotherme, Wassertiere-Feuchtlufttiere-Landtiere (Hesse), Patellatypus-Hippüritypus (Abel), territoriale und nicht territoriale Tiere = Tiere mit und ohne Platzbehauptungsinstinkt (E. Howard) hervorgeht. Ansätze zu einer „Lebensformensystematik“ finden sich bei Humboldt, der allerdings nur die Pflanzenwelt berücksichtigt, während spätere Autoren wie Gams (1918), Friedrichs (1931) und Remane (1943) die Tierwelt einbeziehen oder sich auf letztere beschränken.

Eines der ältesten Lebensformensysteme stammt von Raunkiær (1905) und stellt den Versuch dar, die Pflanzen nach der Art ihrer Überwinterung zu gruppieren; es wird also bewußt nur die Einstellung der Organismen zu einem bestimmten Umweltfaktor berücksichtigt. Manche spätere Systeme haben diesen Standpunkt verlassen und versuchen eine allgemeine Einteilung, die alle wichtigen Abhängigkeiten von Umweltfaktoren berücksichtigt. Solche Versuche geben aber immer unbefriedigende Ergebnisse, weil es sehr schwer ist, eine Wertung hinsichtlich der einzelnen Abhängigkeiten durchzuführen (also z. B. zu entscheiden, ob die Abhängigkeit von den Wasserverhältnissen höher zu werten sei als die von den Temperaturverhältnissen). Sofern sich solche Fragen überhaupt beantworten lassen, wird die Antwort bei verschiedenen Organismen verschieden ausfallen, wodurch die Aufstellung eines allgemein gültigen Systems unmöglich gemacht wird. Weiterhin würde ein solches System außerordentlich unübersichtlich werden, weil man versuchen müßte, yieldimensionale Abhängigkeiten linear darzustellen, wodurch sich endlose Wiederholungen

*) Der vorliegende Aufsatz ist Herrn Professor Dr. Wolfgang Freiherr von Buddenbrock-Hettendorf, Direktor des zoologischen Institutes der Universität Mainz zu seinem siebzigsten Geburtstag am 25. März 1954 in Dankbarkeit gewidmet.

derselben Einteilungsprinzipien ergeben würden. Es empfiehlt sich daher Lebensformensysteme nur in der Weise aufzustellen, daß man die Abhängigkeit der Organismen von einem bestimmten Faktor oder Faktorenkomplex darstellt. Solche Systeme lassen sich in beliebiger Anzahl konstruieren. Da sie voneinander vollständig unabhängig sind, kann die verschiedene Stellung, die ein und derselbe Organismus innerhalb dieser Systeme einnimmt nicht als störend empfunden werden (vergleiche hiezu auch Remane 1943). Bei der Unterscheidung von Lebensformen ist zu berücksichtigen, daß die epharmonischen Merkmale eines Organismus mehr oder weniger stark hervortreten und daher verschiedenen Anteil an dem gesamten Habitus besitzen. Dabei hat sich ergeben, daß die epharmonischen Merkmale umso deutlicher hervortreten je extremer die Bedingungen sind, unter denen ein Tier sein aktives Leben abzuwickeln vermag. Hingegen läßt sich keine Beziehung zwischen der ökologischen Wichtigkeit eines Merkmals und seiner habituellen Auffälligkeit feststellen. Es können also rein habituelle (physiognomische) Merkmale bedeutend auffälliger sein als die ökologisch bedeutungsvollen (epharmonischen). Allerdings finden sich bei vielen Organismen mit ähnlicher Lebensweise, aber sehr verschiedenen verwandtschaftlichen Beziehungen Merkmale, die zweifellos „signatorische“ Bedeutung haben, deren Zusammenhang mit bestimmten ökologischen Verhältnissen aber heute noch unbekannt ist. Es sei daher davor gewarnt, in solchen Fällen ohne weiteres von „atelischen Bildungen“ im Sinne von Handlirsch zu sprechen.

Hier sei nochmals ausdrücklich hervorgehoben, daß die Unterscheidung von Lebensformen als Kunstgriff zur Gewinnung von Gruppen ökologisch übereinstimmender Organismen und dadurch als Mittel zur Vereinfachung der Behandlung dienen soll. Eine Nomenklatur für alle einander übergeordneten Kategorien der verschiedenen Lebensformensysteme ist also ebensowenig nötig, wie eine Benennung sämtlicher Lebensformen. Eingebürgerte Bezeichnungen wie „Plankton“, „Nekton“ usw., und Benennung der einzelnen Lebensformen nach ihren charakteristischen Vertretern, z. B. „Maulwurfstypus“ oder „Regenwurmtypus“ erfüllen vollständig ihren Zweck, während Namen wie „Heteroplanobios“ für die passiv beweglichen Tiere also das „Plankton“ des Wassers und der Luft, meiner Ansicht nach keinerlei Vorteile bieten.

Es ist hier nicht beabsichtigt eine größere Zahl von Lebensformensystemen vorzuführen, sondern als Beispiel die Lebensformen zu behandeln, die zu den mechanischen Eigenschaften des Aufenthaltsortes in Beziehung stehen, da diese sich im Habitus der Tiere stark ausprägen; ein Umstand, der eine Übersicht sehr erleichtert. Die unterschiedenen Lebensformen sind selbstverständlich nicht als starre unveränderliche Ausprägungen zu verstehen, sondern beinhalten jeweils Reihen, die Organismen mit leichter Ausprägung bis zu extremer Entwicklung der betreffenden Merkmale umfassen. In vielen Fällen stellen die unterschiedenen Kategorien jeweils Endglieder solcher Reihen dar. Außerordentlich deutlich treten die Unterschiede zwischen aktiv beweglichen und nicht aktiv beweglichen Tieren

hervor *). Die ersten verfügen über eine heteropole Hauptachse des Körpers, an deren vorderem Ende Sinnesorgane und Organe der Nahrungsaufnahme liegen, während letztere entweder radiär oder kugelförmig gebaut sind. Die weitere Gruppierung ergibt sich nach dem ständigen oder doch bevorzugten Aufenthaltsort.

Der dauernde Aufenthalt in einem Medium verursacht eine ökologische Gleichwertigkeit aller Richtungen des Raumes und es ist daher verständlich, daß Tiere ohne aktive Fortbewegung in der Regel kugelförmig (z. B. *Thalassicola*), solche mit aktiver Fortbewegung zylindrisch (z. B. *Pyrosoma*) gebaut sind. Für die an der Grenzfläche zweier Medien lebenden Tiere ist die Unterscheidung einer der Unterlage zugewandten und einer von ihr abgewandten Richtung von besonderer Bedeutung. Bei festsitzenden Tieren ist die der Unterlage zugewandte Fläche abgeplattet und da sonst keine Bevorzugung einer bestimmten Richtung besteht, oft kreisförmig (z. B. *Actinia*, *Patella*) während die Differenzierung von „oben“ und „unten“ bei aktiv beweglichen Tieren zu bilateraler Symmetrie führt (z. B. *Porcellio*).

Innerhalb der Tiere ohne aktive Fortbewegung muß zwischen Ruhestadien und aktiven Stadien unterschieden werden. Die Ruhestadien schränken ihre Beziehungen zur Umwelt weitgehend ein und sind entweder kugel- oder scheibenförmig, oder wenn sie einem Substrat aufsitzen, halbkugelförmig gebaut, während aktive Stadien durch besondere Organe (z. B. Tentakel und Wimpern) den Stoffaustausch mit der Umwelt bewerkstelligen und gelegentlich bedeutende Oberflächenvergrößerungen aufweisen (z. B. *Cerianthus*, *Spirographis*). Während im festen Medium Dauerstadien z. B. Eier und Puppen keine besonderen Eigenschaften aufzuweisen brauchen, müssen im Wasser schwimmende Formen über geringes spezifisches Gewicht (Öltropfen, Gallertschichten) oder Einrichtungen zur Erhöhung des Formwiderstandes (Schwebefortsätze) verfügen (z. B. planktonische Fischeier). Im gasförmigen Medium können sich dagegen nur solche Ruhestadien längere Zeit schwimmend erhalten, die so klein und leicht sind, daß Luftströmungen zusammen mit der Viskosität der Luft ein Absinken verhindern (z. B. Protozoencystern). Aktive Stadien ohne eigene Lokomotionsfähigkeit sind bisher nur aus flüssigen Medien bekannt. Für sie gilt dasselbe, was von den entsprechenden Ruhestadien gesagt wurde, nur daß hier die Oberflächenvergrößerungen auch einen intensiveren Stoffaustausch mit der Umwelt ermöglichen (z. B. Radiolarien: *Thalassicola*).

Für die Gestaltung der an Grenzflächen zweier Medien festsitzenden Tiere ist außer den schon angeführten Unterschieden zwischen Ruhestadien und aktiven Stadien die Art der Nahrungsaufnahme wichtig. So sind an der Grenzfläche von festem und gasförmigem Medium vorwiegend solche festsitzende Tiere bekannt, die dem Substrat ihre Nahrung entnehmen und

*) An die im strengen Sinn festsitzenden Tiere schließen sich Formen an, die zu wesentlichen Ortsveränderungen unfähig sind (z. B. viele Muscheln). Diese werden hier als nicht aktiv bewegliche, beziehungsweise „festsitzende“ Tiere behandelt.

zwar als Parasiten von Tieren und Pflanzen (z. B. *Sarcopsylla penetrans* und Schildläuse). Als nicht parasitische Formen dieses Typus wären Fallensteller wie die Ameisenlöwen, der zu den Dipteren gehörige *Vermileo* und gewisse Spinnen zu nennen, die horizontale Netze an der Oberfläche des Bodens anlegen. Die an der Grenzfläche von Wasser und Luft lebenden Tiere entnehmen ihre Nahrung durchwegs dem Wasser und werden entweder nur von den Wasserströmungen bewegt oder nützen Luftströmungen aus (z. B. *Velella*). Die an der Grenzfläche fester und flüssiger Medien festsitzenden Tiere entnehmen ihre Nahrung entweder als Parasiten dem Substrat (z. B. *Sacculina*) oder sie gewinnen ihre Nahrung an der Oberfläche des Grundes (Schlamm oder Sand), beziehungsweise aus dem Wasser. Eine eigenartige Form der Nahrungsaufnahme findet sich bei einzelnen Polychaeten (*Aduuinia*) und Muscheln (*Yoldia*), die in lockerem Grund eingegraben leben und sich organische Teilchen von der Oberfläche des Bodens mit Hilfe langer Cirren (*Aduuinia*) oder Mundlappen (*Yoldia*) heranholen. Bei Planktonfressern sind zwei Ausbildungen möglich: entweder das dem Substrat abgewandte Körperende trägt Tentakel, die größere Nahrungskörper ergriffen (*Hydra*), oder kleinere durch Bewegungen heranholen (*Spirographis*, *Cirripedia*, *Chironomidenlarven*). Hierher gehören auch als eigenartige Formen die Wurmschnecken (*Vermetus*), die ihre Nahrung dadurch erlangen, daß sie aus einer Kopfdrüse Schleim in das Wasser abgeben, der sich zu großen Flächen ausbreitet, an denen Planktonorganismen und andere organische Teilchen ankleben und später samt der Schleimmasse von der Schnecke aufgenommen werden. Oft erzeugt das Tier kräftige Wimperströmungen durch die große Wassermengen durch die Vorräume des Körpers (Mantelhöhle der Muscheln, Kiemenkorb der Ascidien) gepumpt werden, wo die freßbaren Teilchen durch Filter zurückgehalten werden. Die festsitzenden Wassertiere können in verschiedener Weise mit ihrer Unterlage verbunden sein. Sie können im Substrat ganz oder teilweise eingesenkt sein, sie können mit wurzelartigen Organen in ihm verankert sein oder an der Oberfläche haften oder frei auf dem Boden liegen. Nach der Konsistenz des Untergrundes lassen sich die eingesenkten Formen in grabende (in plastischem Grund) und bohrende (in hartem Grund) einteilen. Unter den in harten Substraten eingesenkten Formen finden sich allerdings solche, die die von ihnen bewohnten Löcher nicht selbst herstellen können, sondern von anderen Organismen erzeugte oder durch die Verwitterung des Gesteines entstandene Höhlungen besiedeln. Diese Tiere werden in der Regel bei weiterem Wachstum in den Wohnhöhlen dadurch eingeschlossen, daß diese an der Mündung verengt sind. Die so am Verlassen des Loches gehinderten Tiere werden bei weiterem Wachstum behindert und erleiden auf diese Weise Deformationen, die durch die Form des Wohnraumes veranlaßt werden. Beispielsweise erhalten Exemplare von *Arca barbata*, die sich in leeren Bohrlöchern der Steindattel (*Lithodomus lithophagus*) angesiedelt haben, eine nahezu zylindrische Form (Kühnelt 1930), während Stücke von *Saxicava rugosa*, die sich mit Vorliebe in den unregelmäßigen Furchen und Spalten des Kieselschwamms *Geodia gigas*

ansiedeln, unregelmäßig deformiert werden. Unter den zu eigener Bohrtätigkeit befähigten Tieren lassen sich chemisch und mechanisch arbeitende unterscheiden. Die chemisch arbeitenden sind an Kalziumkarbonat (Kalksteine, Korallenkalk) gebunden, da sie ihre Substrat dadurch anätzen, daß sie ihre Körperoberfläche (bei Muscheln den Mantelrand) an das Substrat dauernd anlegen und (von der Gewebsatmung stammendes) Kohlendioxyd ausscheiden, das die Unterlage unter Bildung von wasserlöslichen Kalziumhydrokarbonat anätzt (Kühnelt 1930). Mechanisch arbeitende Bohrtiere verfügen über raspelartig arbeitende Apparate und sind an kein bestimmtes Substrat gebunden, obwohl weiche Gesteine harten entschieden vorgezogen werden. Als Widerlager beim mechanischen Bohren dient entweder ein kräftiger Byssus (z. B. *Tridacna crocea*) oder der mit einer Saugscheibe versehene Fuß (z. B. bei *Pholas*). Im Zusammenhang mit mechanischer Bohrtätigkeit finden sich auch charakteristische Umgestaltungen der Muskulatur wie z. B. bei *Pholas*, wo der vordere Schließmuskel soweit dorsal verlagert ist, daß er über den Drehpunkt der Schalen zu liegen kommt und so zum Antagonisten des hinteren Adduktors wird. Die durch diese Muskelverlagerung an die Oberfläche gerückten Weichteile scheiden die für die Pholadiden so bezeichnenden akzessorischen Schalenplatten ab. Auch unter den in plastischem Material (Sand, Schlamm) grabenden Formen lassen sich chemisch und mechanisch arbeitende Formen unterscheiden. Die chemisch arbeitenden Formen, die also an Kalksande (Korallensand usw.) gebunden sind, ätzen nicht nur die Sandkörner an sondern durchbohren auf ihrem Weg liegende größere Kalkgebilde (Molluskenschalen) und scheiden nach Abschluß ihres Wachstums eine Kalkröhre ab, in der die Schale entweder frei liegt (*Fistulana*) oder eine Klappe (*Clavagella*) oder beide (*Brechites*) in die Kalkröhre eingekittet sind. Die mechanisch grabenden Tiere, die also von der chemischen Zusammensetzung des Substrates unabhängig sind, zerfallen in zwei Gruppen. Die Angehörigen der ersten Gruppe arbeiten durch peristaltische Bewegungen des Körpers und sind in der Regel wurmförmig (z. B. *Cerianthus*). Falls sie Schalen besitzen, sind diese zylindrisch (z. B. bei den Scaphopoden). Bei Muscheln klaffen die zylindrischen Schalen an beiden Enden (*Solen*, *Mycetopus*). Unter den Brachiopoden gehört *Lingula* hieher. Lang wurmförmig gebaute Vertreter, wie *Chaetopterus*, *Arenicola* und *Balanoglossus* fertigen U-förmige Röhren an. Die zweite Gruppe bilden solche Tiere, die sich mit Hilfe der Schalen eingraben. So verankert sich die Herzmuschel (*Cardium*) zuerst mit ihrem wurmförmigen Fuß im Sand und klappt dann die Schalen mehrmals auf und zu. Durch die so erzeugte Wasserströmung wird der Sand beiseitegedrängt und die Muschel sinkt in die entstandene Vertiefung ein. (Auf ähnliche Weise gräbt sich *Mactra inflata* ein [nach Jordán]). Anhangsweise seien hier gewisse Raumparasiten genannt, die man in lebenden Substraten eingesenkt antrifft, die aber ihre Nahrung dem Wasser entnehmen. Manche von ihnen verhalten sich wie bohrende Tiere, z. B. die Muschel *Modiolaria marmorata*, die man regelmäßig im Mantel von Ascidien oder die Balane *Anelasma squalicola*, die man in der Haut von Haien antrifft. Anders liegen

die Verhältnisse dort, wo der Raumparasit das Wachstum seines Wirtes mitmachen muß um nicht eingeholt und überwachsen zu werden. Solche Tiere zeigen dann extrem verlängerte Körperperformen, wie sie von Cirripedieren (*Pyrgoma* und *Tubicinella*) und Muscheln (*Pedum*, *Vulsella*) bekannt sind.

Die nicht im Substrat eingesenkten festsitzenden Bodentiere sind je nach der Konsistenz des Grundes verschieden verankert. In lockerem Grund können sich Tiere mit wurzelähnlichen Bildungen befestigen, wie z. B. *Pinna* mit Hilfe ihres Byssusschopfes. Auch die sehr eigenartig gebaute Muschel *Hemicardium cardissa* ist mit einer langen Byssuswurzel im Sand befestigt. Einzelne Byssusfäden heften sich dabei an den Sandkörnern und kleinen Steinen an und ermöglichen eine sehr feste Verankerung. Hier wären auch die Kieselschwämme (*Hexactinelliden*) mit ihren Wurzelschöpfen zu nennen. Auf hartem Grund heften sich dagegen die Tiere mit oberflächlich dem Gestein anliegenden Organen an (Byssus von *Mytilus*) (verkalkter Byssus von *Anomia*) oder sie verwachsen direkt mit der Unterlage (Austern, *Chama*) wobei anfangs eine Festkittung mit Hilfe eines erhärtenden Sekrets erfolgen kann (Zement der Cirripedier) während später die ganze Schalenbasis mit der Unterlage verwächst.

Die Ausgestaltung des frei ins Wasser ragenden Teiles an harten Unterlagen festsitzender Tiere steht in deutlicher Beziehung zur Wasserbewegung. Tiere aus bewegtem Wasser zeigen breite Basis und flach kegelförmigen Körper (z. B. *Balanen*), während Stillwasserformen schmale Basis und weit von der Unterlage abstehenden Körper mit oft beträchtlicher Oberfläche (z. B. *Gorgonia*) besitzen. Dabei sind die selben Ausbildungsformen auf ruhendem Substrat in bewegtem Wasser (*Balanen* der Brandungszone) und auf beweglicher Unterlage (*Chelonobia testudinaria* auf dem Panzer von Seeschildkröten) festzustellen. Dabei kann eine Tierart sowohl Brandungs- als Stillwasserformen mit ihren charakteristischen Merkmalen ausbilden (*Patellen* und *Balanen*). Allerdings wirkt bei der Ausbildung extrem hoher becherförmiger Formen (*Balanus balanoides*) der Umstand mit, daß diese Tiere sehr dicht neben einander wachsen und durch den Raummangel zur Ausbildung extrem hoher Gehäuse gezwungen sind. Dasselbe gilt beispielweise für *Ostrea cucullata*. Sehr eigenartige Ausbildung weisen solche Tiere auf, die sich an sehr schmalen Unterlagen (z. B. an dünnen Gorgonienzweigen) anheften. Sie können dort entweder mit Byssus befestigt sein (z. B. *Avicula*) oder angekittet sein (*Balanus navicula*). Bei größeren Tieren reicht die ursprüngliche Anheftungsstelle nicht aus und es werden sekundäre Verankerungen durch Fortsätze des Tieres gebildet. Solche finden sich in sehr eigenartiger Ausbildung bei *Ostrea frons*, wo sie basale Fortsätze der Schalenrippen darstellen. Unter den nicht aktiv beweglichen Bodentieren finden sich einige, die vollständig frei auf dem Untergrund liegen. Diese verfügen entweder über eine sehr stabile Lage, die durch Ausbildung von Fortsätzen erreicht wird (z. B. *Malleus* und *Ranella pulchra*) oder sie besitzen eine Körperform, die den Wellen entsprechende Angriffspunkte bietet, so daß die Schalen nicht im

Grund versinken, sondern immer wieder herumgerollt werden und in bestimmten Lagen auf der Oberfläche zur Ruhe kommen (z. B. *Parallelepipedum* und *Gryphaea*).

Während die bisher behandelten Tiere sich gegenüber den Einwirkungen der Umwelt im allgemeinen passiv verhalten, steht bei den folgenden Formen die eigene Fähigkeit der Ortsveränderung im Vordergrund und ermöglicht einerseits eine größere Unabhängigkeit von der nächsten Umgebung andererseits die Ausbildung spezieller verschiedenen Lebensräumen angepaßter Lebensformen. Die Fähigkeit zu ausgiebiger Ortsveränderung ermöglicht zahlreichen Tieren das Eindringen in Lebensräume, in denen sie sich ohne eigene Kraftentfaltung nicht halten können (z. B. dynamisches Fliegen und Schwimmen). Ein Individuum kann somit Merkmale zweier recht verschiedener Lebensformen tragen, die je nach dem augenblicklichen Aufenthalt entsprechend zur Geltung kommen (z. B. *Tettix* fliegend, schwimmend und springend).

Wie schon erwähnt, lassen sich die zu Ortsveränderung befähigten Tiere nach dem bevorzugten Aufenthalt in einem Medium oder an der Grenzfläche zweier Medien einteilen. Die im Medium lebenden Formen verhalten sich je nach dessen Aggregatzustand verschieden. Unter den festen Medien sind formbeständige und fließende zu unterscheiden. Tiere die in formbeständigen Medien leben, legen Gänge und Höhlungen an, die entweder ohne Zutun des Tieres oder durch seine Tätigkeit (Tränkung der Wände mit Sekreten oder Auskleidung mit Spinnseide) ihre Form beibehalten. Die verschiedene Festigkeit des Bodens ermöglicht verschiedene Grabmethoden. In plastischen Substraten herrschen Tiere vor, die sich durch peristaltische Bewegungen vorwärtsarbeiten (z. B. Regenwürmer, Gymnophionen und Amphisbaeniden). In härteren Böden grabende Tiere scharren mit ihren Extremitäten (z. B. Grabwespen) oder nehmen die Kiefer dabei zu Hilfe (*Dyschirius*). Dabei muß in der Regel die weggescharre Erde aus dem Loch entfernt werden, was durch Rückwärtskriechen (das auch durch die Flügel unterstützt sein kann) bewerkstelligt wird. Einzelne Tiere verfügen dagegen über die Fähigkeit sich im Boden ohne Unterbrechung vorwärts zu bewegen, wodurch ihre Bewegungsart mehr dem Schwimmen gleicht (z. B. Maulwurf). Während bei den bisher angeführten grabenden Tieren mit Ausnahme der Regenwürmer das Medium nicht als Nahrung dient, fressen sich andere durch das Medium durch, weshalb auch bei ihnen die Mundwerkzeuge oft zum abtragen des Mediums verwendet werden. Die erwähnten Formen finden sich vorwiegend in Holz, das unter Wasser von Asseln (*Limnoria*) und Schiffsbohrwürmern (*Teredo*); am Land von zahlreichen Insekten sowohl Imagines (*Platypus*, *Ipiden*) als auch Larven (*Sirex*, *Temnostoma*, Bockkäfer) durchnagt wird. (*Teredo* läßt sich aber mit gleicher Berechtigung unter den nicht zur Ortsveränderung fähigen Tieren einreihen!) Dieselbe Art der Nahrungsaufnahme findet sich bei in weichen organischen Stoffen grabenden Tieren, z. B. bei Kot- und Aasfressern (*Necrophorus*- und *Aphodius*larve). Bei Tieren, die in nicht formbeständigen Medien leben, gestaltet sich die Graptätigkeit insofern etwas

anders, als dadurch keine bleibenden Gänge und Höhlen entstehen, sondern der gegrabene Gang sich hinter dem Tier bald wieder schließt. Das ist sowohl in wasser durchtränktem Schlamm als auch in trockenem Sand der Fall. Als Beispiel für Schlammgräber seien Oligochaeten (z. B. Criodrilus) genannt, als ausgesprochene „Sandschwimmer“ Scincus und die Tenebrioiden der Gattung Zophosis (z. B. Zophosis plana), die einem Schwimmkäfer sehr ähnlich sind. Auch in organischen fließenden Stoffen (z. B. Aas) kommen entsprechende Tierformen vor, z. B. Fliegenmaden.

Unter den in flüssigen und gasförmigen Medien lebenden Tieren ist zu unterscheiden zwischen solchen, deren Körperkräfte fast nur dazu ausreichen das Tier schwebend zu erhalten und solchen, die zu beträchtlicher aktiver Ortsveränderung befähigt sind. Die erste Gruppe umfaßt also Schwebeformen (Planktonen), die sowohl im Wasser als in der Luft vorkommen. Die Schwebeformen des Wassers sind entweder durch geringes spezifisches Gewicht (Ölkugeln oder Gasblasen) oder durch Oberflächenvergrößerungen gekennzeichnet, die den Formwiderstand erhöhen. Durch Öltropfen schwebt beispielsweise die einzige bekannte dauernd planktonische Muschel Planktomya Hensenii und die calycoptophoren Siphonophoren (z. B. Hippopodius) durch Luftblasen die „pneumatophoren“ Siphonophoren (z. B. Stephalia). Als Schwebeformen mit auffälligen Oberflächenvergrößerungen sei der Copepode Calocalanus pavo, die Schnecke Glaucus eucharis und die Zoëa der Garnele Sergestes genannt. Die Fortbewegung der Planktonen kann durch Rudern (z. B. Daphnia) oder durch Rückstoß (Quallen, Siphonophoren) erfolgen. Die Schwebeformen der Luft deren spezifisches Gewicht durchwegs über dem der Luft liegt, sind durch Oberflächenvergrößerungen ausgezeichnet, die einerseits Luftströmungen wirkende Angriffsflächen bieten, andererseits ein Absinken bei Windstille verlangsamen. Solche Einrichtungen sind selbstverständlich nur bei absolut leichten Tieren wirksam, da nur bei ihnen die Viskosität der Luft eine entsprechende Wirkung erreicht. Weit verbreitet sind bei ihnen Fransenbildung an den Flügeln, die die Flügelfläche oft um ein Mehrfaches übertreffen. Solche Formen finden sich in verschiedenen Insektengruppen z. B. Thysanopteren (bei der Gruppe der Terebrantia trägt nur der Hinterrand der Flügel Fransen, z. B. bei Aeolothrips), während die Tubulifera am ganzen distalen Flügelrand lange Fransen tragen (z. B. Liothrips). Unter den Schmetterlingen ist dieser Typus bei der Gattung Lithocletis stark ausgeprägt, bei den Käfern in der Familie der Trichopterygiden und ebenso bei Hymenopteren (Prestwichia und Mymarinen). Manche Blattläuse erreichen eine solche Schwebefähigkeit durch einen Ballen von Wachsfäden, der am Abdomen hängt.

Die Schwimmer (Nektonen) und Flieger lassen sich nach ihrer besonderen Fortbewegungsart in Gruppen einteilen. So lassen sich unter den Schwimmern torpedoförmige Schwimmer (Delphine), Ruderer (Seeschildkröten [Chelone]), schlängelnde Schwimmer (Aal, Seeschlangen), und Rückstoßschwimmer (Cephalopoden [Loligo]) unterscheiden, während die Flieger in Fallschirmflieger (Rhacophorus, Draco), Drachenflieger (Exo-

coetus), Flatterflieger (Fledermäuse, Kleinvögel), Schwirrflieger (Kolibris) und Segelflieger (Diomedea) eingeteilt werden können.

Ökologisch wichtiger ist die Art der Nahrungsbeschaffung. Ein großer Teil der Schwimmer entnimmt die Nahrung dem umgebenden Wasser, wobei einander Großtierfresser (z. B. Delphine, Pinguine, Seeschildkröten, Carcharias, Loligo) den Kleintierfressern und zwar Seiher (Bartenwale, Coregonen, Chlamydoselache, Selache maxima) und Strudler (Daphnia) gegenüberstehen. Andere pflegen ihre Nahrung von Boden oder Aufwuchs aufzunehmen. Hier lassen sich nach der Art der Nahrung hauptsächlich 3 Gruppen unterscheiden: 1. Tiere die sehr harte Nahrung (Muscheln und Schnecken samt Schale, Steinkorallen) zu sich nehmen und mit entsprechenden Gebissen ausgestattet sind (z. B. Pseudoscarus, Tetroden, Chrysophrys); 2. Tiere mit Pinzettschnauzen, die kleine Objekte von der Oberfläche oder aus Spalten des Grundes aufnehmen (z. B. Chaetodontiden [extrem lange Schnauze bei Chelmo longirostris]); 3. Tiere mit Pipettschnauzen, die ihre Beute in das entweder vorstülpbare (Karpfen, Ammodytes) oder sehr kleine und am Ende einer Röhre stehende Maul (z. B. bei Centriscus scolopax) einsaugen. Auch von der Oberfläche des Wassers wird die Nahrung aufgenommen (viele Cyprinodontiden, Pantodon Buchhodzii), von manchen Arten auch aus der Luft, wobei entweder Sprünge aus dem Wasser ausgeführt werden (Forellen) oder die Beute mit Wassertropfen beschossen und dadurch zum herunterfallen veranlaßt wird (z. B. Toxotus jaculator).

Verhältnismäßig wenige fliegende Tiere ernähren sich ausschließlich von fliegender Beute, wie bei Tag Schwalben und Segler, Libellen, bei Nacht und in der Dämmerung Fledermäuse und Nachtschwalben (Caprimulgiden). Viele Flieger holen ihre Nahrung aus dem Wasser oder vom Boden, indem sie sich auf eine erspähte Beute stürzen (z. B. Raubvögel am Land, Stoßtaucher [Extrem Sula bassana] am Wasser). Sehr eigenartig ist die Nahrungsaufnahme des Scherenschnabels (*Rhynchos nigra*), der die Spitze des Unterschnabels ins Wasser taucht und fliegend das Wasser pflügt. Dabei nimmt er verschiedene kleinere Tiere (auch Fische) auf. Manche Tiere nehmen aus dem Flug ihre Nahrung am Land auf. Hierzu müssen sie über die Fähigkeit verfügen ruhig in der Luft zu stehen, wie z. B. die Kolibris, Schwärmer, Bombyliiden und Syrphiden. Die Kolibris nehmen dabei Nektar aus Blüten und kleine Insekten auf, die anderen genannten Tiere nur Nektar.

Für die an der Grenzfläche zweier Medien lebenden frei beweglichen Tiere ist, wie schon erwähnt, die bilaterale Symmetrie besonders kennzeichnend. Infolge des wenig über 1 liegenden spezifischen Gewichtes der Organismen ist bei vielen Tieren, die sich an der Grenzfläche von Boden und Wasser aufhalten, die Fähigkeit entwickelt sich zeitweise vom Boden lösgelöst zu bewegen. Diese Beziehung zu frei schwimmenden Tieren wird besonders deutlich bei solchen Tieren, die sich im Aufwuchs des Bodens aufhalten. Eine Sonderstellung nehmen solche Tiere ein, die in treibenden Tangbüscheln (*Sargassum*) leben und die häufig starke Oberflächenvergrö-

ßerungen aufweisen (z. B. *Phyllopteryx eques*) oder dieselbe Wirkung durch weit auseinander gespreizte Extremitäten erreichen (Krabbe: *Planes minutus*). Unter den Tieren des echten Aufwuchses finden sich vornehmlich zwei verschiedene Ausbildungsformen: zylindrisch gebaute Tiere, die zwischen den Stämmen und Zweigen durchkriechen oder schwimmen (z. B. *Syngnathus*) und Tiere mit Klammereinrichtungen, die im Aufwuchs klettern (z. B. *Caprella*). Nach der Bewegung des Wassers läßt sich die Tierwelt des freien Grundes einteilen. Im Stillwasser ist die Bildung lockeren Grundes begünstigt, der als Schlamm oder Sand ausgebildet sein kann. Bewohner der Oberfläche des Schlammes zeigen meist Einrichtungen, die ein Einsinken verhindern, wie Liegeflächen (z. B. *Ostracoden*) oder lange Extremitäten, die das Gewicht des Tieres auf eine große Fläche verteilen und so ein Einsinken verhindern (*Isopoden*). Viele Tiere lockerer Böden, insbesondere solche auf Sandböden, verfügen über die Fähigkeit sich schnell soweit einzugraben, daß nur die wichtigsten Sinnesorgane (Augen, Antennen) herausragen, die dann häufig weit nach oben gerückt sind (z. B. *Uranoscopus*). Nicht zu lockerer Grund in ruhigem Wasser ermöglicht zahlreichen kriechenden und schreitenden Tieren den Aufenthalt (z. B. *Asellus*, *Maja*, *Triton*). Im bewegten Wasser herrscht fester Grund vor und seine Bewohner verfügen in der Regel über gut ausgebildete Klammereinrichtungen und Körperperformen, die dem Wasser geringe Angriffsflächen bieten (z. B. *Patella*). Viele von ihnen sind dem vollen Anprall der Wellen oder Strömung nicht gewachsen und werden häufig losgerissen und von den Wellen gerollt, z. B. *Purpura lapillus*, oder halten sich dauernd an Stellen mit schwächerer Wasserbewegung auf. Als solche sind Spalten im Gestein zu nennen oder die dem Anprall des Wassers abgewandten Felsflächen. Als Beispiele solcher Tiere seien *Porcellana*, die Larve des Dryopiden *Helmis* und der Fisch *Lepadogaster* genannt. Bei den an der Grenzfläche von Boden und Luft lebenden Tieren verursacht die Differenz zwischen den spezifischen Gewichten von Tier und Luft eine festere Bindung an die Unterlage. Deshalb weisen die Klettertiere des Landes vielfach ausgeprägtere Einrichtungen auf, deren Komplikation sich mit zunehmendem Gewicht des Tieres steigert. Die Klettereinrichtungen sind in erster Linie verschieden nach der Ausbildung der Unterlage. An glatten Stämmen kommen Krallen (*Sciurus*) und Hafteinrichtungen (Bockkäfer, *Hyla*, *Gecko*) zur Anwendung, während Astwerk den Klammer-Extremitäten bessere Angriffspunkte liefert. Eine besondere Art des Kletterns findet sich bei Baumschlangen, die eigentlich im dichten Gezweig wühlen und infolge der guten Verteilung des Gewichtes keine besonderen Klettereinrichtungen benötigen. (Von solchen „Wühlkletterern“ sind auch die zu kurzem Fallschirmflug befähigten Baumschlangen [*Chrysopelea ornata*] abzuleiten.) Auch die Fortbewegung der Flöhe im Fell der Säugetiere kann als „Wühlklettern“ bezeichnet werden, bei dem insbesondere die Stachelkämme des Kopfes mitwirken, während die Fortbewegung der Läuse als Klammerklettern bezeichnet werden muß. Die bei den genannten Ektoparasiten angebahnte Abflachung des Körpers erfährt eine bedeutende Steigerung bei solchen

Tieren, die sich in engen Spalten, speziell unter der Rinde von Bäumen aufhalten. Ihre Fortbewegungsart ist teils ein Wühlen in einem deutlich geschichteten Substrat (z. B. *Hololepta*, *Aradus*), teils ein Kaminklettern (*Pyrochroalarve*) unter lockerer Rinde. In diesem Sinne sind auch die Körperformen zwischen Laublagen lebender Tiere (z. B. Raupe von *Adela* mit Sack) zu verstehen. Bei Bewohnern von Spalten des Bodens herrscht die „Asselform“ vor, die abgeplattete schildförmige Tiere umfaßt (*Porcellio*, Nacktschnecken), während in Hohlräumen, die keine Bevorzugung einer bestimmten Dimension erkennen lassen, zylindrische, langgestreckte und nach allen Richtungen biegsame Formen hervortreten (*Campodea*, viele Käferlarven, *Staphiliniden*, *Juliden*). Die frei am Boden lebenden Tiere sind in ihrer Form in keiner Weise eingeschränkt und zeigen oft hoch gewölbte fast kugelförmige Körper (*Timarcha*, *Pimelia*). Mit zunehmender Bewegungsgeschwindigkeit zeigt sich die Tendenz zur Abhebung des Körpers von der Unterlage, die mit einer Abnahme der Zahl der Extremitäten parallel geht. Am Ende solcher Reihen stehen biped laufende Tiere, wie die Strauße und die springenden Nager (*Dipus*, *Pedetes*).

Eine Sonderstellung nehmen solche Tiere ein, deren Körpergewicht ausreicht um beim Darüberlaufen die Teilchen des Untergrundes zu verschieben, was insbesondere bei Sand und Schnee in Betracht kommt. In der Regel besitzen solche Tiere Verbreiterungen an den Füßen, wie dies bei sandbewohnenden Eidechsen (*Palmatogecko*, *Psammodromus*), Käfern (z. B. den *Tenebrioniden* *Argyrophana* und *Pimelia* [Untergattung *Piesterotarsa*]) und Orthopteren (manche *Gryllacriden*) bekannt ist. Auf Schnee kommen die Verbreiterungen der Zehen des Schneehuhnes (*Lagopus*) und der Füße des Schneehasen in Betracht. Auf Sumpfboden spielen die großen weit abspreizbaren Afterklauen des Elchs und der Sumpfantilopen eine ähnliche Rolle. Einen Grenzfall stellt *Parra jacana* dar, die mit ihren enorm verlängerten Zehen über die Schwimmblätter an der Oberfläche tropisch südamerikanischer Gewässer läuft. Die an der Grenzfläche von Wasser und Luft lebenden Tiere können sehr verschiedene Ausbildung aufweisen. Ein Teil von ihnen sind echte Wassertiere, die von unten her die Grenzfläche erreichen, während andere Lufttiere sind, die von oben auf die Wasserfläche gelangen. Unter den ersten sind solche Formen zu nennen, die unter Ausnutzung der Oberflächenspannung an der Wasserfläche hängen. Hier sind z. B. die *Limnaea*arten und die *Cladocere* *Scapholeberis* zu nennen. Andere tauchen aus dem Wasser auf und schwimmen an der Oberfläche. *Histiophorus* und *Plagyodus ferox* lassen sich dabei vom Wind treiben, dem die stark vergrößerte Rückenflosse als Angriffsfläche dient. *Anableps tetraphthalmus* schwimmt knapp unter der Oberfläche und erhebt den oberen Teil der hochgewölbten Augen über die Wasserfläche, während *Gyrinus*, der über eine ähnliche Differenzierung der Augen verfügt, mit dem Rücken weit herausragt. Umgekehrt schwimmen zahlreiche Vögel mehr oder weniger tief eingetaucht an der Grenze von Wasser und Luft. Eine sehr eigenartige Tiergruppe stellen die auf der Wasserfläche laufenden Insekten dar, deren unbenetzbare Enden der Beine zwar einen Eindruck im

Oberflächenhäutchen hervorrufen, es aber nicht durchstoßen können. Hier sind die Collembolen der Wasserfläche (*Podura aquatica* und *Sminthurus aquaticus*) und die Gerriden zu nennen, unter denen die pfeilschnell über die Meeresoberfläche laufenden Vertreter der Gattung *Halobates* besonders bemerkenswert sind.

Besonders eigenartig ist der Lebensraum der „Fauna hygropetrica“. Diese Tiere halten sich in dünnen Wasserschichten an der Oberfläche fester Medien auf und sind so groß, daß sie beide Grenzflächen berühren. Sie befinden sich also in einer ähnlichen Lage wie die Bewohner von Fels- und Rindenspalten. Als Beispiel sei die Mückenlarve *Dixa* genannt, die sich durch horizontal schlängelnde Bewegungen fortbewegt.

Um die Einordnung eines Tieres in das dargestellte System von Abhängigkeiten zu erleichtern, seien die wichtigsten Ergebnisse nachfolgend in einer Tabelle zusammengestellt, die nach Art einer Bestimmungstabelle angelegt ist. Dabei soll ausdrücklich hervorgehoben werden, daß es sich nicht um ein spekulativ entwickeltes Schema handelt, sondern um den Versuch einer übersichtlichen Anordnung der empirisch festgestellten Lebensformen.

T a b e l l e.

1	Ohne aktive Fortbewegung	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
—	mit aktiver Fortbewegung	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	19
2	im Medium	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
—	an der Grenzfläche zweier Medien	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7
3	Ruhestadien	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
—	aktive Stadien	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6
4	in festen Medien	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5
—	in flüssigen Medien	.	.	.	.	.	.	.	planktonische Eier)	.	.	.	
—	in gasförmigen Medien	.	.	.	.	.	.	.	(Aeroplankton)	.	.	.	
5	parasitisch	.	.	.	.	.	.	.	(Cysticercoide, Muskeltrichine)	.	.	.	
—	nicht parasitisch	.	.	.	.	.	.	.	(Eier, Puppen)	.	.	.	
6	durch Auftrieb schwebend	.	.	.	.	.	.	.	(Cercaria duplicata)	.	.	.	
—	durch Formwiderstand schwebend	.	.	.	.	.	.	.	(Radiolarien)	.	.	.	
7	an der Grenzfläche von festem und flüssigem Medium	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8
—	an der Grenzfläche von festem und gasförmigem Medium	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	16
—	an der Grenzfläche von flüssigem und gasförmigem Medium	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	17
—	in einer dünnen Wasserschicht auf fester Unterlage	.	.	.	.	.	.	.	hygropetrische Tiere (Dixalarve)	.	.	.	
8	Ruhestadien	.	.	.	.	.	.	.	(Eier, Puppen)	.	.	.	
—	aktive Stadien	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9
9	parasitisch	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10
—	nicht parasitisch	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	11
10	eingesenkt	.	.	.	.	.	.	.	(Modiolaria marmorata)	.	.	.	
—	wurzelnd	.	.	.	.	.	.	.	(Sacculina)	.	.	.	
—	haftend	.	.	.	.	.	.	.	(Myzostoma)	.	.	.	
11	im Substrat eingesenkt	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12
—	nicht im Substrat eingesenkt	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	13
12	in hartem Substrat	.	.	.	.	.	.	.	(Vioa, Bohrmuscheln)	.	.	.	
—	in weichem Substrat	.	.	.	.	.	.	.	(Cerianthus)	.	.	.	
13	wurzelnd	.	.	.	.	.	.	.	(Pinna)	.	.	.	
—	haftend	.	.	.	.	.	.	.	(Parallelepipedum, Malleus)	.	.	.	14
—	freiliegend	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

14	am Boden	15
—	im Aufwuchs	(<i>Ostrea frons, Balanus navicula</i>)
15	in ruhigem Wasser	(<i>Vermetus, Aktinien</i>)
—	in bewegtem Wasser	(<i>Balanus</i>)
16	Ruhestadien	(<i>Eier, Kokons z. B. Microdon</i>)
=	aktive Stadien, parasitisch	(<i>Cocciden</i>)
=	aktive Stadien, nicht parasitisch	(<i>Myrmeleo, Vermileo</i>)
17	Ruhestadien	(<i>Statoblasten, Ephippien, Eiflösser</i>)
—	aktive Stadien	18
18	an der Oberfläche	(<i>Porpita</i>)
—	teilweise herausragend	(<i>Velella</i>)
19	im Medium	20
—	an der Grenzfläche zweier Medien	34
20	in festen Medien	21
=	in flüssigen Medien	29
—	in gasförmigen Medien	32
21	in formbeständigem Substrat	22
—	in fließendem Substrat	27
22	in anorganischem Substrat	23
—	in organischem Substrat	25
23	in nassem Substrat	(<i>Nereis cultrifera, Bledius</i>)
—	in trockenem Substrat	24
24	Scharrgräber	(<i>Ammophila</i>)
=	Schwimmgräber	(<i>Talpa</i>)
—	peristaltisch arbeitende Gräber	(<i>Lumbricus</i>)
25	in Holz	26
—	in Aas und Kot	(<i>Necrophorus, Aphodius</i>)
26	in nassem Substrat	(<i>Limnoria</i>)
—	in trockenem Substrat	(<i>Platypus, Sirex, Cossus</i>)
27	in anorganischem Substrat	28
—	in organischem Substrat	(<i>Aas oder Kot</i>) (<i>Fliegenlarven</i>)
28	in nassem Substrat	(<i>Schlamm</i>) (<i>Criodrilus, Chironomus</i>)
—	in trockenem Substrat	(<i>Sand</i>) (<i>Zophosis, Scincus, Eryx</i>)
29	Körperkraft gegenüber den Außenkräften gering (Planktonen)	30
—	Körperkraft gegenüber den Außenkräften bedeutend (Nektonen)	31
30	Ruderer	(<i>Daphnia</i>)
—	Rückstoßschwimmer	(<i>Aurelia</i>)
31	Torpedoförmige Schwimmer	(<i>Delphin</i>)
—	Ruderer	(<i>Chelone</i>)
=	schlängelnde Schwimmer	(<i>Aal</i>)
—	Rückstoßschwimmer	(<i>Sepia</i>)
32	Körperkraft gegenüber den Außenkräften gering	(<i>Thysanopteren, Trichopterygiden</i>)
—	Körperkraft gegenüber den Außenkräften bedeutend	33
33	Fallschirmflieger (<i>Rhacophorus, Draco, Dendrophilus pictus, Chrysopelea ornata</i>)	
=	Drachenflieger	(<i>Exocoetus</i>)
=	Flatterflieger	(<i>Fledermäuse, Kleinvögel</i>)
—	Schwirrflieger	(<i>Kolibri</i>)
—	Segelflieger	(<i>Diomedea, Cathartes</i>)
34	an der Grenzfläche von festem und flüssigem Medium	35
=	an der Grenzfläche von festem und gasförmigem Medium	40
—	(auch in Hohlräumen und Spalten)	
—	an der Grenzfläche von flüssigem und gasförmigem Medium	51
35	am Boden	36
—	im Aufwuchs	(<i>Caprella, Rioluslarve, Hippocampus, Syngnathus</i>)
36	in ruhigem Wasser	37
—	in bewegtem Wasser	38

37	ohne Extremitäten	· · · · ·	(Schnecken)
—	mit Extremitäten	· · · · ·	(<i>Aphrodite aculeata</i> , <i>Asellus</i> , <i>Triton</i>)
38	ohne Extremitäten	· · · · ·	(<i>Purpura lapillus</i>)
—	mit Extremitäten	· · · · ·	39
39	frei an der Oberfläche des Substrates	· · · · ·	(<i>Patella</i>)
—	in Spalten	· · · · ·	(<i>Porcellana</i> , <i>Lepadogaster</i> , <i>Helmislarve</i>)
40	am Boden	· · · · ·	41
—	auf Organismen	· · · · ·	44
41	frei an der Oberfläche des Substrates	· · · · ·	42
—	in Hohlräumen und Spalten	· · · · ·	(<i>Oniscus</i> , <i>Polydesmus</i> , <i>Gecko</i>)
42	auf lockerem Substrat (Sand, Schnee, Morast, Schwimmblätter)	· · · · ·	(<i>Palmatogecko</i> , <i>Lagopus</i> , <i>Tridactylus</i> , <i>Parra</i>)
—	auf formbeständiger Unterlage	· · · · ·	43
43	mit Sprungvermögen	· · · · ·	(<i>Acridiidae</i> , <i>Dipus</i>)
—	ohne Sprungvermögen	· · · · ·	(<i>Arion</i> , <i>Carabus</i> , <i>Lacerta</i> , <i>Struthio</i>)
44	auf Tieren	· · · · ·	45
—	auf Pflanzen	· · · · ·	46
45	mit Sprungvermögen	· · · · ·	(Flöhe)
—	ohne Sprungvermögen	· · · · ·	(<i>Mallophagen</i> und Läuse)
46	frei	· · · · ·	47
—	in Hohlräumen und Spalten	· · · · ·	(<i>Hololepta</i> , <i>Aradus</i> , <i>Pyrochroalarve</i>)
47	am Stamm	· · · · ·	48
—	im Astwerk	· · · · ·	50
48	Krallenkletterer	· · · · ·	(Spechte, Marder)
—	Haftkletterer	· · · · ·	49
49	ohne Extremitäten	· · · · ·	(Schnecken, Landplanarien)
—	mit Extremitäten	· · · · ·	(<i>Lamia</i> , <i>Hyla</i>)
50	Klammerkletterer	· · · · ·	(Spannerraupen, <i>Chamaeleon</i>)
≡	Wühlkletterer	· · · · ·	(Baumschlangen)
≡	Hängekletterer	· · · · ·	(<i>Bradypus</i>)
—	Schwingkletterer	· · · · ·	(Gibbon)
51	am Oberflächenhäutchen hängend	· · · · ·	(<i>Limnaea</i> , <i>Scapholeberis</i> , <i>Montacuta</i>)
≡	an der Oberfläche schwimmend	· · · · ·	(<i>Gyrinus</i> , Schwimmvögel, <i>Anableps tetrophthalmus</i> , <i>Histophorus gladius</i>)
—	auf dem Oberflächenhäutchen stehend	· · · · ·	(<i>Podura</i> , <i>Gerris</i> , <i>Halobates</i>)

L i t e r a t u r

- A b e l O. 1909: Palaeobiologie der Wirbeltiere. Verlag Schweizerbart.
- B ö k e r H. 1935: Einführung in die vergleichende biologische Anatomie der Wirbeltiere. Verlag Fischer, Jena.
- F r i e d e r i c h s K. 1930: Grundfragen und Gesetzmäßigkeiten der land- und forstwirtschaftlichen Zoologie. Verlag P. Parey.
- G a m s H. 1918: Prinzipienfragen der Vegetationsforschung. Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft Zürich Bd. 63.
- K ü h n e l t W. Bohrmuschelstudien I—III, Palaeobiologica Wien.
- Teil I, 1930, Bd. III, p. 53—91.
- Teil II, 1933, Bd. V, p. 371—408.
- Teil III, 1942, Bd. VII, p. 428—447.
- 1932: Über Kalklösung durch Landschnecken. Zool. Jahrb. (Abt. f. Syst.) Bd. 63, 131—144.
- 1933: Über Anpassungen der Muscheln an ihren Aufenthaltsort. Biologia generalis, Wien, Bd. IX, 2. Hälfte, 189—200.
- 1937: Versuch einer Deutung der Schalenformen der Congerien. Verh. d. Zoologisch-Botanischen Gesellschaft Wien, Bd. 86/87, 375—381.
- 1938: Der Anpassungstypus der Hammermuschel. Palaeobiologica, Bd. VI, 230—241.

- 9
- Kühnelt W. 1939: Funktionell anatomische Untersuchungen an Muscheln. *Zool. Jahrb. (Abt. f. Anatomie)* Bd. 65, 601—644.
— 1940: Aufgaben und Arbeitsweise der Ökologie der Landtiere. *Der Biologe*, Jahrg. IX, 108—117.
— 1948: Moderne Gesichtspunkte in der Ökologie der Landtiere. *Wissenschaft und Weltbild*. Verlag Herold Wien, I. Jahrg. Heft 2, 189—194.
— Bodenbiologie. Verlag Herold Wien.
- Raunkiaer C. 1905: Types biologiques pour la géographie botanique. *Acad royale de science et de lettres. Danemark* Nr. 5, p. 347.
- Remane A. 1944: Die Bedeutung der Lebensformtypen für die Ökologie. *Biologia Generalis*, Bd. XVII, 164—182.
- Tischler W. 1948: Grundzüge der terrestrischen Tierökologie. Verlag Vieweg.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1953

Band/Volume: [93](#)

Autor(en)/Author(s): Kühnelt Wilhelm

Artikel/Article: [Ein Beitrag zur Kenntnis tierischer Lebensformen \(Lebensformen in Beziehung zur mechanischen Beschaffenheit des Aufenthaltsortes.\) 57-71](#)