

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität Graz.)

## Können Landtiere unter Wasser leben?

Von

**Bruno Schaerffenberg.**

Landtiere vertragen es im allgemeinen nicht, wenn sie für längere Zeit unter Wasser gebracht werden. Das Wasser raubt ihnen die Atemluft, so daß sie früher oder später unweigerlich ersticken müssen, zumal sie ja nicht wie viele Wassertiere mit Einrichtungen zur Mitnahme von Luft unter Wasser versehen sind.

Aber es gibt auch hier Ausnahmen: sozusagen unbegrenzt halten die Endoparasiten, Schmarotzer, die im Inneren anderer Tiere leben wie Spulwürmer (Ascariden), Band- und Madenwürmer (Cestoden und Oxyuren), die Magenbremsen (*Gastrophilus*) unter Wasser aus. Sie zählen zwar nicht zu den Landbewohnern im eigentlichen Sinne, zumal die wurmartigen unter ihnen auch in Wassertieren schmarotzen. Aber ihr Lebensraum, der Magen oder Darm, ist immerhin so arm an Sauerstoff, daß sie sich von ihm unabhängig gemacht haben und ihre Lebensenergie ganz oder doch teilweise durch anoxybiotische Spaltungsprozesse gewinnen, auf die gleiche Weise also wie die anaeroben Bakterien und Pilze (*Bunge* 1890, *Weinland* 1901 u. 1904/04, *Kemnitz* 1914, *Schulte* 1917, *Fischer* 1924, *Weinland* und *Brand* 1926, *Slater* 1927 u. 1928). Ein grundsätzlicher Unterschied ist aber doch vorhanden. Während nämlich die anaeroben Bakterien und Pilze nicht den geringsten Sauerstoffpartialdruck aushalten, können die Endoparasiten auch an der Luft oder unter Sauerstoff leben. Für gewöhnlich, d. h. unter natürlichen Bedingungen, müssen sie aber ganz ohne ihn auskommen oder doch zumindesten sehr sparsam mit ihm umgehen. Es kann daher nicht verwundern, daß sie, ohne in ihrer Lebensfähigkeit beeinträchtigt zu sein, für lange Zeit unter Wasser aushalten können (siehe auch zusammenfassendes Referat von *Brand* 1934).

Unter den freilebenden, normalerweise luftatmenden Landtieren sind es wiederum in erster Linie Insekten und Würmer, die mitunter sehr weitgehend zur anoxybiotischen Lebensweise befähigt sind. Man hat alle diese Tiere als fakultative Anoxybionten bezeichnet (*Brand und Harnisch 1933*), die im allgemeinen in ihrem Stoffwechsel auf Sauerstoff angewiesen sind, wahlweise aber, sofern es die äußeren Umstände erheischen, auch ohne ihn auskommen können. Sehr lange halten es allerdings die meisten von ihnen unter Wasser nicht aus. So konnten, um einige Beispiele zu nennen, Mist- und Nashornkäfer bis zu 96 Stunden unter Wasser am Leben gehalten werden. Goldlaufkäfer starben schon nach 71stündigem Untertauchen. Noch geringere anoxybiotische Fähigkeiten zeigten der Maikäfer und Dungkäfer der Gattung *Aphodius*, die bereits nach 63- bzw. 50stündiger Überflutung eingingen. Am empfindlichsten aber gegen Luftabschluß sind Schaben und Grillen, die kaum länger als 7 Stunden unter Wasser aushalten (*Bodine 1928*). Die Tiere verfallen bald nach dem Untertauchen in einen der Winterstarre ähnlichen Zustand (*Asphixie*), der ebenfalls durch starke Einschränkung der Lebensvorgänge gekennzeichnet ist. Stoffwechselprodukte, die während der Anoxybiose gebildet werden, beseitigen die Tiere, wie bei Grille und Küchenschaben nachgewiesen wurde (*Davis und Slater 1926 u. 1928 a, Bodine 1928*), durch eine sogenannte Erholungsatmung (*Restitutionsphase*, sekundäre Oxybiose, *Brand und Harnisch 1933, Brand 1934*).

Bedeutend länger, ja mitunter sogar unbegrenzt halten viele Bodentiere, wie Lumbriciden, Enchytraeiden und Insektenlarven unter Wasser aus (*Schaerffenberg 1944 a, b u. c*). Bei den Würmern beruht dies freilich nicht auf großen anoxybiotischen Fähigkeiten — diese sind nur gering (*Davis und Slater 1928, Kupka und Schaerffenberg 1947*) — sondern ist vielmehr auf Hautatmung zurückzuführen, welche es ihnen ermöglicht den geringen Sauerstoffgehalt des Wassers zur Gewinnung ihrer Lebensenergie auszunutzen.

Ein ganz anderes Verhalten zeigen die im Boden lebenden Insektenlarven. Setzt man solche — z. B. Elateridenlarven oder irgendwelche Dipterenlarven — unter Wasser, so kann zweierlei geschehen. Entweder quellen die Tiere auf und sind dann in wenigen Tagen prall mit Wasser gefüllt und steif, oder aber sie bleiben normal beweglich ohne zu quellen. Der erste Fall tritt ein,

wenn es sich um Insektenlarven trockener bis mittelfeuchter Lagen handelt, deren Körpersäfte in Angleichung an die relativ hohe Saugkraft des Außenmediums einen ziemlich hohen osmotischen Wert haben, so daß Wasser für sie stark hypotonisch ist. Untergetaucht müssen sie daher in verhältnismäßig kurzer Zeit aufquellen (*Schaerffenberg* 1944 a, b u. c). Dieser Quellungsprozeß ist bei entsprechend niedriger Wassertemperatur von 8 bis 14° C im Frühjahr und Herbst noch nach zwei bis drei Wochen reversibel, d. h. wenn die Tiere nach dieser Zeit wieder an Land gebracht werden, entquellen sie innerhalb von 1 bis 2 Tagen und erwachen wieder zu neuem Leben. Im Sommer hingegen gehen die gequollenen Tiere infolge der höheren Temperaturen schon in wenigen Tagen in Zersetzung über. Dieses Verhalten erklärt ohneweiteres, warum Herbst-, Winter- und Frühjahrsüberschwemmungen Insektenlarven relativ trockener Standorte keinen Abbruch tun, Sommerüberschwemmungen dagegen ihnen stets gefährlich werden (*Schaerffenberg* 1944 a, b u. c).

Im zweiten Sinne verhalten sich alle Insektenlarven ausgesprochen feuchter Standorte, die wegen des geringen osmotischen Drucks ihrer Umgebung nur über eine relativ geringe Säftekonzentration verfügen. Wasser ist für sie somit nur schwach hypotonisch bis isotonisch, so daß eine Quellung unter Wasser entweder ganz unterbleibt oder nur so langsam vor sich geht, daß die Tiere wochenlang beweglich bleiben. Genau so verhalten sich die Larven in den oberen Schichten des überschwemmten Bodens, in den unteren aber, wo der Gasaustausch fast vollkommen oder gänzlich unterbunden ist, fallen sie in eine Art Starre (ohne zu quellen), aus der sie aber jederzeit wieder zu normalen Leben erwachen (*Schaerffenberg* 1944 a, b u. c).

Diese hier in Kürze geschilderte Wirkung des Wassers auf bodenbewohnende Insektenlarven hat *Schaerffenberg* zunächst für Elateridenlarven und Maikäferengerlinge nachgewiesen. Später wurden die Untersuchungen auf alle möglichen Dipteren- und Coleopterenlarven des Erdbodens [Tabaniden (Bremsen), Bibioniden (Haarmücken), Tipuliden (Schnaken), Rhagioniden (Schneppenfliegen), Thereviden (Stiletfliegen), Empididae (Tanzfliegen), Dolichopodidae (Langbeinfliegen) und Asiliden (Raubfliegen), sowie Staphyliniden (Kurzflügler), Carabidae (Laufkäfer), Byrrhidae (Pillenkäfer), Tenebrionidae (Schwarzkäfer), Curculionidae

(Rüsselkäfer)] ausgedehnt, die in gleicher Weise wie die Elateriden- und Mellolonthalarven reagierten, so daß wir es hier mit allgemeinen ökologischen Beziehungen zu tun haben.

Die Ergebnisse lassen keinen Zweifel darüber, daß die Wirkung des Wassers auf Insektenlarven des Erdbodens eine rein osmotische ist. Diese gehen daher bei Überschwemmungen niemals durch Erstickten, sondern höchstens infolge Quellung mit nachfolgender Zersetzung zugrunde. Hiervon werden jedoch im wesentlichen nur die Bewohner trockener bis mittelfeuchter Lagen betroffen. Aber auch die Quellung wird ihnen nur im Sommer gefährlich, wenn durch reichliches Vorhandensein von Fäulnis-erregern im Wasser oder überschwemmten Boden die Zersetzung beschleunigt wird. Im Frühjahr und Herbst — also in den Hauptüberschwemmungszeiten — ist dagegen der Quellungsprozeß noch nach Wochen reversibel, so daß die meisten Tiere mit dem Leben davonkommen dürften.

Interessant ist, daß das Tracheensystem frisch gequollener Tiere und solcher, die unter Wasser beweglich geblieben sind, noch normal mit Luft gefüllt ist (*Schaerffenberg* 1944 a). Erst ein bis zwei Tage nach Beginn der Quellung war es dem Wasser gelungen, die Luft größtenteils zu verdrängen. Offenbar ist also erst nach maximaler Quellung der unter normalen Verhältnissen geschlossene Stigemenspalt so weit geöffnet, daß Wasser eindringen kann. Die Wasserfüllung des Tracheensystems schädigt die Tiere also nicht.

Die große Lebensfähigkeit der bodenbewohnenden Insektenlarven unter Wasser läßt auf bedeutende anoxybiotische Fähigkeiten derselben schließen. Wahrscheinlich spielen die anoxydativen Vorgänge schon bei normaler Oxybiose eine bedeutsame Rolle (*Kupka* und *Schaerffenberg* 1947), so daß es den Tieren nicht schwer fällt auch unter Wasser ihren Lebensprozeß uneingeschränkt in Gang zu halten. Im überschwemmten Boden, zumindest in den tieferen Schichten, die von jeglicher Sauerstoffzufuhr so gut wie abgeschlossen sind, muß freilich die anaerobe Energiegewinnung die Oxybiose vollkommen ersetzen. Dabei haben wir es aber wahrscheinlich nicht mit Gärungs-(Spaltungs-)vorgängen zu tun, sondern mit intramolekularer Atmung. Dies bedeutet nichts anderes, als daß Glykogen als sauerstoffreiche Substanz in Fett, also eine sauerstoffarme Substanz, umgewandelt wird, wobei der freier-

dende Sauerstoff zur Energiegewinnung zur Verwendung kommt (*Kupka* und *Schaerffenberg* 1947). Das Fehlen einer Erholungsatmung nach der Anoxybiose bei den bodenbewohnenden Insektenlarven läßt auf diese Form der anoxydativen Energiegewinnung schließen.

### Literatur.

- Brand, Th. v.* (1934): Das Leben ohne Sauerstoff bei wirbellosen Tieren. Ergebnisse Biol. 10, 37—100. — *Brand, Th. v.* u. *Harnisch, O.* (1933): Die Einteilung der Tiere nach der Eigenart ihres Betriebsstoffwechsels. Zool. Anz. 104, 334—355. — *Bodine, J. H.* (1928): The anaerobic metabolism of an insect (Orthoptera). Biol. Bull. Mar. biol. Labor. 55, 395—403. — *Bunge, G.* (1890): Weitere Untersuchungen über die Atmung der Würmer. Zs. physiol. Chemie 14. — *Davis, J. G.* u. *Slater, W. K.* (1926 u. 1928): The aerobic and anaerobic metabolism of the common cockroach (*Periplaneta orientalis*). Biochem. Journ. 20, 1167—1172 u. 22, 331—337. — (1928): The anaerobic metabolism of the earthworm (*Lumbricus terrestris*). Biochem. Journ. 22, 338—343. *Fischer, A.* (1924): Über Kohlehydratstoffwechsel von *Ascaris megalcephala*. Biochem. Zs. 144. — *Kemnitz, G. A. v.* (1913/14): Untersuchungen über Stoffwechselbestand und Stoffwechsel der Larven von *Gastrophilus equi*. Verh. Dtsch. Zool. Ges. Jg. 1914, 294—307. — *Kupka, E.* u. *Schaerffenberg, B.*: Untersuchungen über die Kohlensäureresistenz und den Sauerstoffverbrauch bei einigen Bodentieren. Österr. Zool. Zs. 1, 345—363, 1947. — *Schaerffenberg, B.* (1944): Untersuchungen über die Wirkung von Überschwemmungen auf Drahtwürmer. Journ. Landw. 90, 55—68. — (1944): Untersuchungen über die Wirkung des Wassers auf verschiedene Bodentiere. Zool. Anz. 144, 115—119. — (1944): Zur Bekämpfung der Maikäferengerlinge (Untersuchungen über die Wirkung des Wassers und von Überschwemmungen auf den Maikäferengerling). Forschungsdienst 17, 520—523. — *Slater, W. K.* (1927): The Nature of the metabolic Processes in *Ascaris lumbricoides*. Biochem. Journ. 21. — (1928): Anaerobic Life in Animals. Rev. Cambridge philos. Soc. 3. — *Schutte H.* (1917): Versuche über Stoffwechselvorgänge bei *Ascaris lumbricoides*. Pflügers Archiv 166. — *Weinland* (1901): Über Kohlehydratzersetzung ohne Sauerstoffaufnahme. Zs. Biol. 42. — (1903/04): Über die von *Ascaris lumbricoides* aus verschiedenen Fettsäuren. Zs. Biol. 45. — *Weinland* u. *Brand v.* (1926): Beobachtungen an *Fasciola hepatica*. Zs. vergl. Phys. 4.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichische Zoologische Zeitschrift](#)

Jahr/Year: 1950

Band/Volume: [02](#)

Autor(en)/Author(s): Schaerffenberg Bruno

Artikel/Article: [Können Landtiere unter Wasser leben? 159-163](#)