

Ist der Lebensvorgang bei den Tieren der Moosfauna im erstarrten Zustand nur herabgesetzt oder ganz unterbrochen?

Von

P. G. Rahm.

Seit der merkwürdigen Entdeckung A. van Leeuwenhoecks (1), daß im ausgetrockneten Staube der Dachrinne kleine Lebewesen sich aufhalten, die nach Befeuchten im Wasser die Fähigkeit besitzen ihre Lebensfunktionen, die im erstarrten Zustand zu ruhen scheinen, wieder aufzunehmen, ist die Frage nach der Art und Weise des Lebensvorganges im Zustand der Ruhe immer wieder aufgeworfen worden. Leeuwenhoek (1) selbst nahm an, daß die Tiere überhaupt nicht austrocknen, sondern genügend Wasser im Körper aufzuspeichern vermögen. Ein ausgetrockneter Organismus unterscheidet sich nach ihm in keiner Weise von einem toten. Andererseits waren Needham (1750) (2), Baker (1753) (3), Fontana (1771) (4), Spallanzani (1776) (5) überzeugt, daß die ausgetrockneten Tiere sich in nichts von den toten unterscheiden und daß manche aus dem toten Zustand in den lebendigen zurückkehren können. Seit Carus (1834) (6) in seinen naturphilosophischen Abhandlungen zum ersten Male vom latenten Lebenszustand sprach, glaubte man die rätselhafte Erscheinung der Anabiose, wie die Fähigkeit des Wiederauflebens nach dem Eintrocknen genannt wurde, auch dazu rechnen zu müssen. Im latenten Lebenszustand befinden sich Organismen, bei denen wir nach unseren jetzigen Forschungsmethoden zwar keine Stoffwechseläußerung mehr wahrzunehmen vermögen, bei denen aber unmerklich eine „vita minima“, ein geringster Lebensvorgang noch stattfinden soll. Auf den Streit der Meinungen soll nicht weiter eingegangen werden.

Baumann (7) hat dies bereits in übersichtlicher Weise im Zoologischen Jahrbuch dargelegt. Es sei hier nur kurz auf Ehrenberg (1838) (8), Doyère (1842) (9), Davis (1873) (10) und in neuerer Zeit Lance (1896) (11), Zacharias (1896) (12), Jacobs (1909) (13), Schultz und Singol (14) und auch Baumann (1922) (7) hingewiesen, die alle eine völlige Unterbrechung der Lebensvorgänge in der Anabiose für ausgeschlossen halten, teils weil sie an eine tatsächliche Austrocknung nicht glauben oder bei noch so geringem Wasservorrat einen sehr verlangsamten Stoffwechsel annehmen.

An anderen Orten (15 und 16) bin ich bereits der entgegengesetzten Auffassung, die in neuerer Zeit von Preyer (1873) (17), Claude Bernard (1878) (18), Pflüger (1889) (19), Kochs (1890) (20) und Verworn (1922) (21) vertreten wird, beigetreten, obwohl ich anfangs von einer völligen Unterbrechung der Lebensvorgänge in der Starre nicht überzeugt war (vgl. 22). Preyer (17) geht von einer ganz mechanischen Auffassung des Lebens in der lebendigen Substanz aus, das sich seiner Meinung nach von den anorganischen Körpern nicht unterscheidet. Er sucht seine Ansicht zu stützen mit dem Hinweis auf die eingefrorenen und ausgetrockneten Tiere und Pflanzen, die man „im kalten, luftleeren Raume ohne Nahrung, ohne Wasser jahrelang aufbewahren könne, so daß sie an jedem beliebigen Tage nach Anfeuchtung an der Luft, in der Wärme, auferstehen“, usw. Die Tatsache des völligen Stillstandes der Lebensvorgänge steht ihm so „unumstößlich fest“, daß er sich nicht wundern würde, „wenn man selbst vorweltlichen Pflanzensamen aus dem Magen eines der unversehrt in natürlichen Sarkophagen aus hunderttausendjährigen im sibirischen Eise erhaltenen Mammuths zum Keimen brächte“. Claude Bernard (18) schloß sich ganz Preyers Auffassung an und meint, daß die Beziehung des Tieres zur Umwelt während des latenten Lebenszustandes aufgehoben sei. Das Tier könne nichts mehr empfinden, da der Stoffwechsel bis in die Zellen hinein still stehe. Aber eine Entscheidung in der Frage, ob wirklicher Stillstand eingetreten sei oder noch eine *vita minima* stattfinde, hält er vorläufig für ausgeschlossen,

da man erst eine uneingeschränkte Lebensdauer der Tiere in der Anabiose nachweisen müßte. Da dies aber überhaupt unmöglich sei, läßt er die Frage ungelöst. Auf die Versuche Kochs (20) wurde bereits an anderer Stelle hingewiesen (22). Die Versuche scheinen mir nicht einwandfrei, da die zu Gebote stehenden Hilfsmittel auch heute noch nicht gestatten, die geringste Stoffwechseläußerung bei den winzigen Tieren der Moosfauna nachzuweisen. Bei Pflanzensamen, mit denen Kochs die Versuche anstellte, wurde übrigens schon öfters eine Stoffwechsellätigkeit — es kommt nur die dissimilatorische Phase in Betracht — nachgewiesen. Verworn erkennt die Beweiskraft der Kochschen Versuche auch in der nach seinem Tode von Fröhlich besorgten 7. Auflage seiner „Allgemeinen Physiologie“ ganz und gar an und meint: „Nach den Ergebnissen dieser Versuche können wir keinen Zweifel mehr hegen, daß in den eingetrockneten Organismen das Leben in der Tat vollkommen still steht“. Sie sind aber auch nicht als tote Organismen zu bezeichnen, sondern nehmen zwischen den aktuell lebenden und toten eine Mittelstellung ein, die er nach dem Beispiel von Carus und Claude Bernard latentes Leben nennt (21).

Auf Grund zahlreicher Untersuchungen mit den Tieren der Moosfauna, zu denen im engeren Sinne die Nematoden, Rotatorien und Tardigraden gehören, nehme ich auch einen vollkommenen Stillstand der Lebensfunktionen im anabiotischen Zustand an. Die Versuche, so verschiedenartig sie auch sein mögen, unterscheiden sich von den vorher von Kochs angestellten dadurch, daß ein Stoffwechsel in direktem Sinne nicht nachgewiesen werden sollte, was ich bei der geringen Menge an Versuchstieren, die für gewöhnlich zur Verfügung stehen und bei der Kleinheit der Objekte für ausgeschlossen halte, so lange uns nicht feinere Methoden einen luftleeren Raum herzustellen bekannt sind. Die verwandten Agentien, seien sie chemischer oder physikalischer Natur, sollten die Möglichkeit eines Lebensvorganges, in unserm Falle kann es sich nur um Stoffwechselvorgänge handeln, ausschließen. Es wurden zunächst die Versuchsröhrchen mit Edelgasen gefüllt, die man

physiologisch einwandfrei im verdampften Zustand gewonnen hatte (16). Hinzuzufügen ist noch, daß außer Helium und Wasserstoffgas auch Argon zur Verwendung kam. Das Ergebnis der Versuche, die unter wechselnden Versuchsbedingungen im Laufe mehrerer Jahre angestellt wurden, war wesentlich dasselbe. Es erwachte nach dem Aufbrechen der zugeschmolzenen Röhrchen und beim Anfeuchten der größte Prozentsatz der im Moose eingetrockneten Nematoden, Rotatorien und Tardigraden. Das gleiche war der Fall mit den im Röntgenvakuum eingeschlossenen Tiere, obwohl man bei diesem Versuche noch an manche Fehlerquellen denken könnte. Es ist zwar nicht gut möglich, daß Teile des mit eingeschlossenen Moosrasens durch Assimilation Sauerstoff erzeugen, da ein solcher Stoffwechselfvorgang ohne Anwesenheit von freiem Wasser nicht denkbar ist. Aber so lange es uns nicht gelingt ein ganz einwandfreies vollkommenes Vakuum herzustellen, muß man immer noch mit, wenn auch kleinsten Teilchen Sauerstoffs rechnen, die so fest haften, daß sie mit unsern Mitteln ohne die Lebewesen etwa durch starkes Erwärmen abzutöten nicht zu entfernen sind, die freilich aus denselben Gründen zum Stoffwechselfvorgang kaum in Betracht kommen.

Die Gegner unserer Auffassung stellen mit Recht die Gegenfrage, weshalb ein noch so starkes Erwärmen den Tieren, deren Lebensfunktionen doch zum gänzlichen Stillstand gekommen seien, schädlich sein sollte. An anderer Stelle (15) habe ich bereits darauf hingewiesen, daß das Protoplasma als kolloidale Lösung den manigfachsten chemischen Veränderungen auch im ausgetrockneten Zustand unterworfen ist. Möglich wäre es, daß die allzu lang andauernde Starre die chemische Beschaffenheit des Protoplasmas auch ohne Annahme eines Stoffwechsels so beeinflußt, daß es beim Zusatz von Wasser nicht mehr im Stande ist, die Bedingungen für einen geordneten Verlauf der Stoffwechselfvorgänge zu liefern. Ebenso wenig kann man die Unmöglichkeit des Stoffwechselstillstandes dadurch beweisen, indem man auf die Tatsache hinweist, daß ein Leben von unbegrenzter Dauer in der Starre noch nicht nachgewiesen werden konnte, daß im Gegenteil die Tiere nach

einer je nach der Art wechselnden, aber bestimmten Zeitdauer auch im Starrezustand zu Grunde gehen. Mit Recht hat schon Kochs (20) darauf aufmerksam gemacht, daß „ein Gemenge kompliziert zusammengesetzter Substanzen, welche sich wohl zumeist im labilen Gleichgewicht befinden, bei wechselnder Temperatur nicht unverändert bleiben. Die chemische Zusammensetzung muß sich durch Umlagerungen allmählich so weit ändern, daß die Grundbedingung einer bestimmten chemischen Zusammensetzung, aus der das Leben entstehen kann (besser müßte es heißen, ohne die das Leben nicht bestehen kann), nicht mehr zutrifft. Eine unbegrenzte Aufbewahrung völlig scheinototer Objekte scheint mir demnach unmöglich“.

Bei den in Betracht kommenden Tieren der Moosfauna wurden im anabiotischen Zustande noch folgende Beobachtungen gemacht, die meiner Meinung nach auch für einen gänzlichen Stillstand des Lebensvorganges sprechen. Nach Baumanns (7) Untersuchungen und meinen eigenen Erfahrungen nimmt der Darminhalt und die Verfärbung desselben während der Starre nicht ab. Gelingt es den Tieren nicht in der Periode des aktuellen Lebens sich des Darminhaltes, also der Exkreme zu entledigen, so kann dieser Umstand leicht zu einer Vergiftung des Organismus beitragen oder beim Wiederaufwecken wirkt der im Darm festsitzende Nahrungspfropfen schädigend auf die Umlagerung der innern Organe ein. Es mag noch hinzugefügt werden, daß die schädlichen Einwirkungen, die Baumann an den Trockenformen durch Schnittserien feststellen konnte (7), immer von außen her erfolgten, nicht etwa durch Hungereinwirkung, also Stoffwechsellerscheinung. Die Epidermis flacht sich stark ab und zeigt keine besondere Struktur mehr. Die Kerne unter der Kutikula sind flach gedrückt und nur schwer nachweisbar; das Plasma ist zu einem „verschwommenen Syncytium verquollen“. Die Beobachtung Baumanns, daß sich während der Anabiose ein Sekret durch Stoffwechsellvorgang bildet, das das Tierchen gegen allzu starke Austrocknung schützt, ist insofern richtig zu stellen, daß dieses Sekret beim Übergang aus dem manifesten Leben in den Starrezustand, also noch unter dem Einwirken der letzten

Stoffwechslerscheinungen zu Stande kommt. Zum Schlusse — die kurz zusammengestellten Ausführungen werden in erweiterter Form demnächst erscheinen — sei noch darauf hingewiesen, daß die Kälteexperimente — besonders der Dauer-versuch von mehr als 1 1/2 Jahren in der flüssigen Luft (16) — Stoffwechselvorgänge, seien sie assimilatorisch oder dissimilatorisch, die nach den Ausführungen Baumanns die Anwesenheit von Wasser voraussetzen, ausschließen. Aus demselben Grunde wäre auch der Einwand einer anaeroben Stoffwechslerscheinung zurückzuweisen.

Literatur.

1. Leuwenhoek, A. van, Epistolæ ad societatem regium Anglicam et alios illustres viros seu continuatio mirandorum arcanorum naturae detectorum. Lugd. Bat. 1719.
2. Needham, T., Nouvelles observations microscopiques avec des découvertes intéressantes sur la composition et la décomposition des corps organisés. Paris 1750.
3. Baker, H., Employment for the microscope. London 1753.
4. Fontana, F., Expériences sur la propagation et la sexualité des Anguillules. Nouvelle letterarie di Firenze-supplemento al N. 30. 1771.
5. Spallanzani, L., Opuscoli di fisica animale e vegetabile Osservazioni e sperienze intorno ad alcuni prodigiosi animali ch'è in balia del l'osservatore il farli tornare da morte a vita. op. 4. V. 2. Modena 1776.
6. Carus, C., G. Archiv Anat. Physiol. 1834.
7. Baumann, H., Die Anabiose der Tardigraden. Zool. Jhrb. Abt. Syst. 1922.
8. Ehrenberg, G., Die Infusionstierchen. Berlin 1838.
9. Doyère, L., Mémoire sur les Tardigrades. Ann. Sc. nat. (2). 1842.
10. Davis, H., New Callidina(vaga) with the result of experiments on the dessication of Rotifers. Monthly microsc. Journ. V. 9. 1873.
11. Lance, D., Contribution à l'étude anatomique et biologique des Tardigrades. Paris 1896.
12. Zacharias, O., Können die Rotatorien und Tardigraden nach vollständiger Austrocknung wieder aufleben oder nicht? Biol. Centralbl. V. 6. 1886–1887.
13. Jacobs, M. H., The effects of the dessication on the Rotifer *Philodina roseola*. Journ. exp. Zool. V. 6. 1909.
14. Schultze, E. und Singol, A., Einige Beobachtungen und Experimente über Anabiose. Biol. Centralbl. V. 34. 1914.

15. Rahm, G., Gibt es einen Stillstand des Lebens, ohne daß der Tod eintritt? Umschau 1924.
 16. Ders., Beitrag zur Kenntnis der Moostierwelt der preußischen Rheinlande. Archiv f. Naturg. Jhrg. 90. 1925.
 17. Preyer, W., Über die Erforschung des Lebens. Jena 1873.
 18. Bernard, Claude, Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et végétaux. 1878.
 19. Pflüger, W., Die allgemeinen Lebenserscheinungen. Bonn 1889.
 20. Kochs, W., Kann die Kontinuität der Lebensvorgänge zeitweilig unterbrochen werden? Biol. Centralbl. 10. B. 1890.
 21. Verworn, M., Allgemeine Physiologie. 7. Auflage von Fröhlich. Jena 1922.
 22. Rahm, G., Biologische und physiologische Beiträge zur Kenntnis der Moosfauna. Zeitschr. Allg. Physiol. B. 20. 1921.
-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen des naturhistorischen Vereines der preussischen Rheinlande](#)

Jahr/Year: 1926

Band/Volume: [82](#)

Autor(en)/Author(s): Rahm P. G.

Artikel/Article: [Ist der Lebensvorgang bei den Tieren der Moosfauna. im erstarrten Zustand nur herabgesetzt oder ganz unterbrochen ? 377-383](#)