

## Urzeugung oder Generationswechsel? Zur Erforschung der Blasen- und Bandwürmer

A. Geus

Marburg, Deutschland

### Zusammenfassung

Die Lehre von der Urzeugung postulierte, dass Eingeweidewürmer im Magen-Darmkanal des Menschen und der Tiere aus «nicht gehörig verdauten Nahrungsstoffen entstehen» können. Zwar hatte Peter Simon Pallas (1741–1811) bereits in seiner Dissertation von 1760 erklärt, dass sich auch parasitische Würmer durch Eier fortpflanzen, die Bandwurmfinnen bezeichnete er jedoch deren «krankhaft entartete Schwanzblasen». Erstmals 1856 beschrieb Rudolf Leuckart (1822–1898) indirekt den Generationswechsel als «wunderbare Metamorphosen und eigenthümliche Entwicklungsverhältnisse». Der Däne Johannes Japetus Smith Steenstrup (1813–1897) erkannte schliesslich das Prinzip des Generationswechsels. Gottlob Friedrich Heinrich Küchenmeister (1821–1890), ein Arzt im sächsischen Zittau erkannte schliesslich das spezielle Verhältnis von Zwischen- und Endwirt beim Bandwurm. Beide, Leuckart und Küchenmeister, führten den Beweis ihrer Erkenntnisse in Tier- und Menschenversuchen (!) durch.

Schlüsselwörter: Bandwurm, Generationswechsel

### Abiogenesis or alternation of generation? About the investigation of the cysticercus- and tapeworms

The doctrine of the abiogenesis postulated the origin of human and animal intestinal worms from «not complete digested ingesta». Indeed Peter Simon Pallas (1741–1811) defined already 1760 in his dissertation that endoparasitic worms reproduce themselves by eggs. But he characterised the nature of cysticercus as «pathologically degenerated tail bladder». In 1856 Rudolf Leuckart (1822–1898) paraphrased the alternation of generation with «marvellous metamorphoses and peculiar form of development». The Dane Johannes Japetus Smith Steenstrup (1813–1897) recognised finally the principle of the alternation of generation and Gottlob Friedrich Heinrich Küchenmeister (1821–1890), a physician at the Saxon city Zittau realised the special correlation between the alternate and end host of tapeworms. Both, Leuckart and Küchenmeister proved their insights by animal and human experimentations.

Keywords: tape worm, alternation of generation

### Zur Urzeugung der Eingeweidewürmer

Die Lehre von der Urzeugung wurde, wie Carl Theodor Ernst von Siebold (1804–1885) noch im Jahre 1854 bekennen musste, «mit den gewöhnlichen Übertreibungen und Missbräuchen sowohl auf die Infusorien als auch auf die Eingeweidewürmer angewendet», weshalb sich Ärzte und Naturforscher «zu der Annahme berechtigt fühlten, dass Eingeweidewürmer im Darmkanale des Menschen und der Tiere aus nicht gehörig verdauten Nahrungsstoffen entstehen, oder sich innerhalb der verschiedensten Organe aus verdorbenen Säften hervorbilden könnten; (...) man hatte gelernt, diese Idee mit schönen Worten auszuschnücken, wodurch sie von allen Seiten mit Beifall aufgenommen wurde in den Gemüthern so tiefe Wurzeln schlug, dass jetzt nur mit der grössten Mühe dieser bei Vielen zu einer fixen Idee gewordene Glaube an die Urzeugung ausgerottet werden kann,

um an die Stelle dieser Fantasiegebilde haltbare, den Naturgesetzen entsprechende Erfahrungssätze zu pflanzen.»

Obwohl Peter Simon Pallas (1741–1811) bereits in seiner Dissertation von 1760 erklärt hatte, dass sich auch parasitische Würmer durch Eier fortpflanzen und diese von aussen in den Körper ihrer Wirtstiere gelangen, hat die Königlich Dänische Societät der Wissenschaften auf Anregung des Kopenhagener Naturforschers Otto Friedrich eine Preisfrage ausgeschrieben, nämlich «*ob der Saamen der Intestinalwürmer, als der Bandwürmer (Ascaris), der Egelwürmer (Fasciola) u.s.w. den Thieren angeboren sey, oder von aussen erst hineinkomme? welches durch Erfahrungen und andere Gründe zu erweisen, und im letztern Fall Mittel dagegen vorzuschlagen*» (Goeze, 1782). Eingereicht wurden drei formal und inhaltlich sehr unterschiedliche Arbeiten, nämlich die

Abhandlung von der Erzeugung der Eingeweidewürmer des Berliner Arztes Markus Elieser Bloch (1723–1799), der vorläufige *Versuch einer Naturgeschichte der Eingeweidewürmer* von Johann August Ephraim Goeze (1731–1793), Pastor und Hofdiakon in Quedlinburg, und die *Vermium intestinalium, praesertim Taeniae humanae, brevis expositio* des jungen Leipziger Anatomen Paul Christian Friedrich Werner (1752–1785), der die Ergebnisse von Pallas bestätigte.

«Ich habe über diese Frage eine Abhandlung mit der Devise: In rerum naturae nil incredibile: der Herr D. Bloch aber in Berlin eine mit der Devise: Non est in Medico & c. eingesand», schrieb Goeze in der Vorrede seiner späteren Monographie. «Beyde Abhandlungen sind am 2 ten März 1781 gekrönt; durch die meisten Stimmen aber dem Hrn, D. Bloch der erste Preis der goldnen, mir aber der zweete, das Accessit der silbernen Medaille zuerkannt und beyde Abhandlungen des Druckes würdig erklärt worden». Der Mitbewerber Werner wurde von ihm mit keinem Wort erwähnt. Abgesehen davon, dass parasitische Würmer tatsächlich nie frei lebend vorkommen, also offenbar «beständig in einem gewissen Grade von Wärme bleiben müssen, wenn sie eine glückliche Entwicklung leiden sollen», würden ausgeschiedene Wurmeier nach Goezes Ansicht wohl bald ihre «Fruchtbarkeit» einbüßen und absterben. Die beträchtlichen Eiermengen in den Proglottiden von *Taenia saginatum* und *Taenia solium* vergleicht er deshalb mit dem «unendlich vielen Pflanzenstaub», aus dem ebenfalls oft «nicht wird, was aus ihm werden könnte», denn würden «alle abgesetzten Wurmeyer (...) ihre Fruchtbarkeit behalten und mit den Nahrungsmitteln, mit dem Wasser, und anderen Dingen, sogar mit der Luft, wieder in thierische und menschliche Körper übergehen, welches Thier, welcher Mensch würde dann ohne Würmer seyn». Auch die Vielfalt der Arten und ihr unterschiedlicher Bau, der immer den anatomischen Verhältnissen des Wirtes entspricht, für den sie bestimmt sind, sowie deren innere Oekonomie, d.h. der bevorzugte Aufenthalt in bestimmten Teilen des Wirtskörpers, sprechen dafür, dass sie zu keiner Zeit freilebend existieren können. Ein weiterer Beweis ist das Fehlen von Augen, die ihnen «die Natur mit Recht versagt hat, da sie nach ihrer sonderbaren Oekonomie in den innersten Theilen thierischer Körper in beständiger Finsterniss leben, und darinnen entweder nicht von der Stelle kommen, oder doch nur sehr kleine Reisen thun».

Entscheidend für die Auszeichnung der Arbeit Blochs mit der Goldmedaille, der zu den gleichen Ergebnissen gekommen war wie Goeze, ist sicherlich die klare Gliederung seines Textes gewesen, in dem er die Preisfrage nach drei Gesichtspunkten untersuchte, «davon der Erste die Thatsachen, der Zweete die Folgerungen und der Dritte die Mittel wider die Würmer» behandelte. Im Gegensatz zu Goeze verzichtete er auf umständliche Artbeschreibungen und beantwortete die

zentrale Frage nach der Herkunft der Eingeweidewürmer mit zwölf Beweisen: 1. Die Abwesenheit der Würmer ausser dem thierischen Körper, 2. Die Gegenwart derselben in neu- und ungebohrenen Kindern und jungen Thieren, 3. Der Aufenthalt der Würmer in den innern Theilen des Körpers, 4. Aus der Fortdauer an solchen Örtern wo andere Körper verdaut werden, 5. Aus den Gedeihen im thierischen Körper, 7. Verschiedene Thiere haben ihre eigenthümlichen Würmer, 8. Der Bau der Würmer, 11. Die Eingeweidewürmer lassen sich nicht aus einem Thiere in das andere fortplanzen und 12. Die Würmer verursachen nicht jederzeit Krankheiten in dem thierischen Koerper.

Bloch folgerte, dass die parasitischen Würmer eine eigene Klasse bilden, denn «sie unterscheiden sich von den übrigen Thierarten in mehr als einer Betrachtung. Das Innere anderer Thiere ist ihre Welt; sie leben da, wo andere Thiere sterben, und sterben da, wo andere leben; ihre Körper sind gleichsam nur Eierstöcke, die bei verschiedenen Arten in Gelenke abgetheilt sind». Der göttliche Schöpfungsplan ermöglicht ihre Existenz und «wenn es uns verstatet waere, in den Plan des Urhebers aller Dinge tiefer einzudringen», erklärt Bloch in einer geradezu helminthologischen Argumentationsweise, «so würden wir auch einsehen, dass die inneren Bewohner eben sowohl zur Erhaltung der Thiere das ihrige mit beitragen, als die ihnen äusserlich zugesellten Insekten. Denn, würden die Menschen wohl so gesund bleiben, wenn sie nicht durch die Flöhe, Kopf- und Wandläuse sich genöthigt fänden, ihren Körper, ihre Zimmer, Betten und Wäsche rein zu halten?».

## Erste Theorien zur Entstehung von Blasenwürmern

Die *Generatio aequivoca* als Modell für die Entstehung parasitischer Würmer blieb also weiterhin unangefochten. Goeze hatte die Einwände des von ihm hoch geschätzten Pallas gegen die Urzeugung ausdrücklich als «Spitzfindigkeit» zurückgewiesen. Zwanzig Jahre danach erörterte Karl Asmund Rudolphi (1771–1832) stattdessen die Möglichkeit einer *Diathesis verminosa*, das heisst die Umwandlung von Bindegewebe und Darmzotten in Würmer und Johann Gottfried Bremser (1767–1827) nahm an, dass Teile des Darmschleims zu einer festen Materie gerinnen, eine Art Epidermis erhalten und schliesslich ein selbständiges Leben zu führen beginnen. Abgesehen davon verteidigte Goeze, was der junge Pallas bereits 1760 über die Natur der Finnenblasen mitzuteilen wusste, die damals ganz allgemein als krankhafte Bildungen und ihrem Aussehen nach als Hydatiden bezeichnet wurden, flüssigkeitsgefüllte Zysten, «die bald durch Ver-

grösserung und Entartung von Drüsen, bald durch Erweiterung von Blut- und Lymphgefässen, bald endlich durch einfache Wassersammlung in den Zwischenräumen der Gewebe ihren Ursprung nehmen». Nirgends bestand abgesehen von einem Hinweis darauf, dass sie in einer selbstständigen thierischen Natur versteckt seien, schrieb Rudolf Leuckart (1822–1898) in der 1856 im Auftrag des *Oberhessischen Vereins für Natur- und Heilkunde zu Giessen* verfassten Festschrift zum fünfzigjährigen Bestehen der *Kaiserlichen Societät der Naturforscher zu Moskau*.

Ein erster Hinweis darauf erfolgte 1684 durch Francesco Redi (1626–1697); er hielt die von ihm in transparenten Wasserblasen entdeckten *lumbrichetti* für Leberegelembryonen, zumal im selben Wirtstier, einem Marder, auch geschlechtsreife Würmer vorhanden waren. Im darauf folgenden Jahr fand der Königsberger Arzt Philipp Jacob Hartmann (1648–1707) im Omentum einer Ziege gleich mehrere Hydatiden, aus denen nach behutsamem Druck ein Hals zum Vorschein kam, der sich im warmen Wasser bald lebhaft zu bewegen begann. Edward Tyson (1660–1708) in England und Marcello Malpighi (1628–1694) in Italien sind kurze Zeit später zu ähnlichen Ergebnissen gekommen.

Die Blasenwürmer blieben rätselhafte Geschöpfe bis Pallas unmissverständlich erklärte, dass sie «und zwar alle ohne Ausnahme, in den wesentlichsten Zügen ihres Baues mit den gemeinen Bandwürmern (Taeniae) übereinstimmen, namentlich auch den Kopf dieser Thiere mit Hakenkranz und Sauggruben besitzen». Unterschiede erkannte er nur in der «weniger vollkommenen Entwicklung der dem Kopf nach hinten folgenden Glieder» und in der «Anwesenheit einer kleineren oder grösseren Wasserblase am Schwanzende». Demzufolge klassifizierte sie Pallas als neue Spezies und nannte sie *Taenia hydatigena*. Die mehr oder weniger grosse Schwanzblase der Finnen deutete er als ein Organ, dessen Entwicklung und Inhalt von den jeweiligen physiologischen Verhältnissen des Wirtskörpers abhängig sind. Es sei schliesslich denkbar, meinte er, dass das Hinterende der Blasenwürmer in Wiederkäuern und Schweinen «auf Kosten ihres schwindenden Leibes» zu einer «so ungeheuren Wasserblase anschwillt, weil ihre Wirte» häufig trinken und sehr viel «wässrige Feuchtigkeit in sich haben», wohingegen bei Mäusen, die «durchgängig wenig und fast nichts als ihren eigenen Urin trinken, der Wurm weniger Feuchtigkeit einnehmen, also eine natürliche Gestalt behalten und die Blase (...) niemals zu einer ausserordentlichen Grösse heranwachsen kann» (Pallas, 1767). Vom «schwindenden Leib» der Blasenwürmer zu der Auffassung, ihre Schwanzblasen seien krankhaft entartete Bildungen, war nur ein kleiner Schritt, der noch heftige Kontroversen auslösen sollte, die erst um die Mitte des 19. Jahrhunderts ihren Höhepunkt erreichten.

Die in rascher Folge erschienenen Beschreibungen neuer Blasenwürmer förderte aber nicht, wie man annehmen möchte, die Einsicht, dass zu jeder Bandwurmart auch ein entsprechender Blasenwurm gehört, obgleich Goeze an Finnen aus der Leber einer Maus durchaus zutreffend festgestellt hatte, dass sich in ihnen «gleichsam umgekehrt» ein kleiner Körper befindet, der «schon am Kopfe die vier Sauggruben und den Hakenkranz hat». Wenn er dann den «gehörigen Grad des Wachstums erreicht hat, und die Blase über ihm gross genug ist, so kehrt sich der Körper vermöge seiner Falten und Glieder von innen heraus und wächst dann immer fort, bis zu seiner völligen Gestalt und Grösse».

Der Kurfürstlich-Bambergische Stadt- und Garnisonsphysicus Johann Georg Heinrich Zeder (1763–1837) schuf für die Blasenwürmer sogar eine eigene Familie, weil sie sich seiner Überzeugung nach von den übrigen Gruppen, den Bandwürmern, Saugwürmern, Hakenwürmern und Rundwürmern, so sehr unterscheiden, dass es unbegreiflich ist, «wie diese noch Naturforscher mit den sogenannten Bandwürmern – meinen Kettenwürmern – nach dem Beispiele des sel. Goeze in eine Familie zusammengestellt wissen wollen». Nachdem sich 1819 auch noch Rudolphi, der in systematischen Fragen als Autorität anerkannt war, für eine solche Massnahme aussprach und die Blasenwürmer sogar zur Ordnung erhob, schien die Diskussion hierüber vorläufig beendet. Immerhin hat Zeder erstmals darauf hingewiesen, dass es ausser den bekannten Blasenwürmern der Säugetiere auch noch weitere bei Fischen gibt, z.B. der *Cysticerus lucii* aus der Leber des Hechtes.

Neue Beobachtungen und irritierende Befunde führten indessen bald zu der Einsicht, «dass der Begriff der Species keineswegs überall durch die engen Grenzen einer vollständigen Identität umschrieben werde», betonte Leuckart 1856, zumal «auch die Lebensgeschichte der Helminthen eine Menge von wunderbaren Metamorphosen und eigenthümlichen Entwicklungsverhältnissen aufzuweisen habe. Eine ganze Reihe von geschlechtslosen und eingekapselten Eingeweidewürmern verschwanden aus dem zoologischen System und wurden als Larven oder doch als unvollkommene Entwicklungszustände erkannt, die im Laufe der Zeit entweder ohne Weiteres oder nach Veränderung ihres früheren Wohnortes und Wirthes zu vollständiger Ausbildung und zur Geschlechtsreife gelangten».

Mit den «wunderbaren Metamorphosen und eigenthümlichen Entwicklungsverhältnissen» bezog sich Leuckart auf die Entdeckung des Generationswechsels bei Salpen (Geus, 1972) durch Adelbert von Chamisso (1781–1838) im Jahre 1815. Chamisso nahm als junger Naturforscher an der Expedition des Grafen Nikolai Petrowitsch Romanzoff (1754–1826) unter der Leitung des Kapitäns Otto von Kotzebue (1787–

1846) teil. Zwischen England und den Kanarischen Inseln holte er zusammen mit dem Schiffsarzt und Entomologen Johann Friedrich Escholtz (1793–1831) einige dieser «durchsichtigen Weichtiere» aus dem Wasser, an denen sie die «wichtig dünkende Entdeckung machten, dass bei denselben eine und dieselbe Art sich in abwechselnden Generationen unter zwei sehr wesentlich verschiedenen Formen darstellt; dass nämlich eine einzeln freischwimmende Salpa anders gestaltete, fast polypenartig aneinander gekettete Junge lebendig gebiert, deren jedes in der zusammen aufgewachsenen Replik wiederum einzeln freischwimmende Tiere zur Welt setzt, in denen die Form der vorvorigen Generation wiederkehrt. Es ist, als gebäre die Raupe den Schmetterling und der Schmetterling hinwiederum die Raupe». Aus dem besamten Ei einer Salpe entwickelt sich demnach das asexuelle Oozoid, die Solitärsalpe, von Chamisso «*Ammentier*» genannt, die an einem ventralen Fortsatz, dem sogenannten *Stolo prolifer* gerade oder ringförmig geschlossene Ketten sexueller Blastozooide produziert, aus deren Eiern wiederum Solitärsalpen hervorgehen. Jedes Individuum kann daher nur entweder geschlechtlich oder ungeschlechtlich aktiv sein. Hinsichtlich ihres Körperbaues unterscheiden sich die beiden Generationen kaum, vom Vorhandensein oder Fehlen des sogenannten *Stolo prolifer* und der Geschlechtsorgane abgesehen. Lediglich die Haftfortsätze der etwas kleiner bleibenden Kettensalpen und die kräftiger ausgebildete Muskulatur der Oozooide fallen als äussere Merkmale auf.

### Erste Erkenntnisse zum Generationswechsel

Das für und wider den Generationswechsel, das sofort nach Erscheinen der ersten Mitteilungen Chamissos einsetzte, wurde 1841 von dem norwegischen Theologen und Naturforscher Michael Sars (1805–1869) mit Beobachtungen an Medusen positiv entschieden. Es zeigte sich bei der Zucht von Ohrenquallen, dass zunächst polypenartige Organismen entstehen, die sich zu tannenzapfenähnlichen Gebilden umformen und schliesslich wie ein Stapel aufeinander getürmter Medusen aussehen. Sars stellte fest, dass diese sich tatsächlich nacheinander ablösen, eine freischwimmende Lebensweise führen und zu adulten Quallen heranwachsen. «Es ist demnach nicht die Larve oder das aus dem Ei entwickelte Individuum, welches sich in eine vollkommene Akalephe verwandelt», schrieb er, «sondern es ist ihre durch Querteilung entstandene Brut. Ich weiss unter den bekannten Tatsachen mit keiner diese Entwicklungsart besser zu vergleichen, als mit derjenigen der Salpen, obgleich diese vielfach von jener abweicht. Meine im vergangenen Herbst angestellten, zahlreichen Beobachtungen über die Salpen, welche ich bei einer anderen Gelegenheit

mitteilen werde, haben mit nämlich den Beweis geliefert, dass Chamisso (welcher von mehreren Naturforschern so üble Wort über seine redlichen Beobachtungen hören musste, weil diese nicht in ihr System passten), doch im wesentlichen ihre Entwicklung richtig beobachtet hat».

Unabhängig von Sars aber fast zur gleichen Zeit sammelte der Däne Johannes Japetus Smith Steenstrup (1813–1897) während eines Islandaufenthaltes im Frühjahr 1840 ähnliche Erfahrungen bei der Untersuchung von Hydroidpolypen. Überzeugt, dass es sich dabei nicht um vereinzelte Erscheinungen, sondern um in bei wirbellosen Tiere weit verbreitetes Prinzip handelt, verfasste er die berühmt gewordene Monographie *Ueber den Generationswechsel oder Fortpflanzung und Entwicklung durch abwechselnde Generationen, eine eigentümliche form der Brutpflege in den niederen Thierclassen*. Im Vorwort heisst es: «Der eigentliche Inhalt dieser Abhandlung ist der Grundgedanke, welcher sich im Generationswechsel ausspricht: in dieser merkwürdigen, bisher unerklärbaren Erscheinung in der Natur, dass ein Thier eine Brut gebährt, die nicht dem Mutterthiere ähnlich ist oder wird, sondern, diesem unähnlich, selbst eine Brut hervorbringt, die zur Form und ganzen Bedeutung des Mutterthieres zurückkehrt, so dass also ein Mutterthier nicht in seiner eigenen Brut, sondern erst in seinen Nachkommen des zweiten, dritten usw. Gliedes oder Generation seines Gleichen wiederfindet; – und immer geschieht dies bei den verschiedenen Tieren, bei denen sich das Phänomen zeigt, in einer bestimmten Generation, oder mit bestimmten dazwischenliegenden Generationen». Smith Steenstrup betonte, wie wichtig es ihm sei, den Generationswechsel von der Metamorphose zu unterscheiden und zu bedenken, dass eine «Metamorphose nur die an demselben Individuum stattfindenden Veränderungen umschliessen könne; wenn aber aus diesem andere Individuen entstehen, dann liege dies ausserhalb des Bezirks der Metamorphose». Ungleich schwieriger als für die Aufklärung des Generationswechsels bei Hydrozoen, Scyphozoen und Salpen war die Situation bei parasitischen Würmern. Für die Trematoden, genauer gesagt für die digenen Trematoden oder Doppellöcher, wie man sie früher wegen der beiden deutlich erkennbaren Saugnäpfe hiess, gelang es Smith Steenstrup, das Chaos vorhandener Tatsachen und widersprüchlicher Deutungen zu entwirren. Weshalb er es aber unterlassen hat, fragte Leuckart erstaunt, «bei dem Gedanken an eine weitere Metamorphose der Blasenwürmer [auch] die Bandwürmer zu erwähnen, die denselben doch in mehrfacher Beziehung so ähnlich sind, wollen wir hier nicht untersuchen; wir wollen auch zugeben, dass die Gründe, die derselbe für seine Ansicht anfährt und den Leser ahnen lässt, weit davon entfernt, die Bedenken des Kritikers hinwegzuräumen. Aber den Scharfblick des grossen Mannes müssen wir bewundern, der



ahnungsvoll das Rechte erkennt, auch wo er ausser Stande ist, dasselbe zu beweisen». Leuckart war es offenbar entgangen, dass der Wirtswechsel der Cestoden nur ausnahmsweise, beispielsweise bei den Arten der Gattung *Echinococcus*, auch mit einem Generationswechsel im Sinne Smith Steenstrups verbunden ist. Bei den Trematoden begann Smith Steenstrup seine Überlegungen mit den Cercarien, die inzwischen in einer kaum mehr überschaubaren Anzahl von Arten beschrieben und oft als Infusionstierchen angesehen wurden; er verfolgte ihr aktives Eindringen in Schnecken, wobei sie den Ruderschwanz abwerfen und beobachtete ausserdem, dass eine Cercarie «noch eine merkwürdige Verwandlung durchmacht, bevor sie als ein echter Eingeweidewurm in dem gewöhnlichen Sinne des Wortes herkömmt». Die noch ungeklärte Frage nach der Herkunft der Cercarien hatte der Veterinärmediziner Ludwig Heinrich Bojanus (1776–1827) insofern schon 1818 beantwortet, als er beobachtete, wie aus den Redien, die er Königsgelbe Würmer genannt und in grosser Zahl in der Leibeshöhle von Spitzhorn- und Sumpfdackelschnecken gefunden hatte, viele geschwänzte Cercarien schlüpfen. Smith Steenstrup folgerte: «In diesen Königsgelben Würmern werden die Cercarien entwickelt, welche die Larven der wirklichen Doppellöcher sind; und da wir nun wissen, dass die Doppellöcher vollkommen entwickelte Thiere sind, welche selbst keine Umbildung mehr erleiden, und dass sie sich durch Eierlegen fortpflanzen, kommen wir hier wieder auf die Ansicht zurück, dass eine Brut ihren Ursprung und ihre Entwicklung [den] Thierchen verdankt, welche in der äusseren Form und zum Theil in der inneren Organisation von den Thieren verschieden sind, zu welchen die Brut sich später entwickelt: das heisst mit anderen Worten ausgedrückt, wir finden hier wieder am Ende Generationen, und die gelben, cylindrischen bojanischen Würmer in dem Inneren der Schnecke sind die Ammen der Cercarien oder Doppellöcher».

### Die Finne – ein kleiner Bandwurm?

Der französische Helminthologe Felix Dujardin (1801–1860), der selbst weit über einhundert Bandwurmartarten beschrieben hat, nahm in seiner 1845 erschienenen Monographie mehrfach Bezug auf die Äusserungen Smith Steenstrups, erklärte aber, dass Finnen in jedem Falle unvollständig entwickelte Jugendstadien von Cestoden sind, andererseits jedoch nicht alle Bandwürmer Finnenstadien durchlaufen müssen. Wenn sie statt in den Darm in das Körperparenchym ihrer Wirtstiere geraten, entwickeln sie unter dem Einfluss des veränderten Milieus die charakteristischen Blasen. Dies sei zwar eine Hypothese, meinte Leuckart, «aber diese Hypothese musste sich umso mehr empfehlen, als sie zum ersten Male eine wissen-

schaftliche Erklärung der Eigenthümlichkeiten des Blasenwurmzustandes in Aussicht stellte. Alles das, was man früher sowohl für, als auch gegen die Bandwurmnatur der Blasenwürmer hervorgehoben hatte, schien in der Annahme, dass diese Thiere gewisse Entwicklungszustände von Bandwürmern darstellen, seine Erledigung zu finden. (...) Hinzu kommt, dass die Verbreitung der Helminthen ja nicht bloss eine active, sondern auch eine passive ist, eine solche also, bei der sich eine Menge der mannichfaltigsten Zufälligkeiten geltend machen. Wer wollte von vorn herein läugnen, dass die Helminthen nicht eben so gut an ungünstige Localitäten gelangen und unter dem Einflusse der äusseren Verhältnisse nicht eben so gut (im Buffon'schen Sinne) entarten können, wie die Haustiere und Pflanzen!».

Auffallend ist, dass Siebold im ersten Teil seines Lehrbuches der vergleichenden Anatomie noch der Ansicht war, man sei wegen der «frappanten Ähnlichkeit» des Kopfes der geschlechtslosen Blasenwürmer mit dem Kopf «gewisser Bandwürmer» versucht, jene für «unentwickelte und larvenartige Bandwürmer» zu halten, aber kurze Zeit später, vielleicht sogar unter dem persönlichen Einfluss Dujardins, mit dem er einen ausgedehnten Briefwechsel führte, zu der «bestimmtesten Ueberzeugung» kam, dass die Blasenwürmer vielmehr «verirrte, unentwickelt gebliebene und ausgeartete Bandwürmer seien, deren Leib auf dem fremdartigen Boden zu einer Blase auswucherte, ohne Geschlechtsorgane zur Entwicklung zu bringen». Siebold hielt, ebenso wie Dujardin, eine direkte Entstehung der Blasenwürmer aus Bandwurmeiern für ausgeschlossen, er deutete sie als pathologische Störung eines bereits bis zu einem bestimmte Grade entwickelten Bandwurms. Kurioserweise begründete er seine neue Sicht der Dinge mit einem bekannten Beispiel, nämlich mit der auffälligen Übereinstimmung des Kopfes der Mäusefinne mit dem des Katzenbandwurms. Die Blasenwürmer der Maus könnten sich dennoch normal entwickeln und geschlechtsreif werden, wenn finnige Mäuse von Katzen verzehrt werden.

### Die Entdeckung des Generationswechsels bei Bandwürmern

Die Erklärungen Siebolds erregen den Verdacht, dass er die ein halbes Jahrhundert vor ihm veröffentlichten Mitteilungen des dänischen Veterinärmediziners Peter Christian Abildgaard (1740–1801) nicht zur Kenntnis genommen hat. Ihm war nämlich aufgefallen, dass die relativ kleinen Taenien aus *Gasterosterus aculeatus*, dem Dreistacheligen Stichling, erwachsenen Bandwürmern aus dem Darm von Gänsesägern und Trottelummen ausserordentlich ähnlich sehen. Er vermutete deshalb, dass sie, um geschlechtsreif zu werden, in den

Darm der Vögel gelangen müssen. Daraufhin fütterte er zwei Hausenten an drei aufeinander folgenden Tagen mit befallenen Stichlingen. Der Versuch verlief in beiden Fällen erfolgreich, im Darm der Enten befanden sich zahlreiche Bandwürmer der gleichen Art. Die Sieboldsche Theorie von der Existenz hydropisch degenerierter Blasenwürmer fand in Gottlob Friedrich Heinrich Küchenmeister (1821–1890) ihren entschiedensten Gegner. Er war praktischer Arzt und Geburtshelfer im sächsischen Zittau und in der Helminthologie, wie er von sich selbst sagte, ein *homo novus*. Wegen einer grassierenden Cysticercose im Kaninchenstall seines Schwiegervaters, die fälschlicherweise als Typhus diagnostiziert wurde, obduzierte er einige verendete Tiere, wobei er erstmals mit *Cysticercus pisiformis* in Berührung kam.

Das Studium der Schriften seines späteren Kontrahenten Siebold und der des Greifswalder Zoologen Friedrich Christian Heinrich Creplin (1788–1863) brachte ihn auf den Gedanken, frische Kaninchenfinnen an Karnivoren zu verfüttern. Am 18. März 1851 verabreichte er vier jungen Rotfüchsen insgesamt vierzig Blasenwürmer. Das Versuchsergebnis übertraf alle Erwartungen: er fand fünfunddreissig wohl entwickelte Bandwürmer, deren Scolex mit dem der Blasenwürmer identisch war. *Cysticercus pisiformis* war demzufolge weder eine eigene Tierart noch ein hydropisch degenerierter Blasenwurm, sondern die Larve bzw. das Jugendstadium von *Taenia serrata*, eines bei Fleischfressern relativ häufigen Parasiten, der Feldhasen und Kaninchen als Zwischenwirte aufsucht.

Küchenmeister hatte damit den Wirtswechsel bei Bandwürmern sowie das spezielle Verhältnis von Zwischen- und Endwirt aufgeklärt. Weitere, positiv verlaufene Versuche bestärkten ihn in der Absicht, entsprechende Experimente auch an Menschen durchzuführen. Anfangs 1853 bemühte er sich, «einer dem Schwerte des Nachrichters verfallenen Mörderin Finnen beibringen zu dürfen». Seine Anstrengungen blieben aber «trotz der freundlichen Zusage befreundeter Ärzte fruchtlos». In einem längeren Brief vom 18. Mai 1853 an Rudolf Virchow (1821–1902), der damals in Würzburg lehrte, warb er unverhohlen für seinen Plan. «Ihre Regierung ist den Bestrebungen der Wissenschaft durch Versuche an Delinquenten günstiger, als die Untergerichte und Medicinalbehörden meines Vaterlandes. Füttern Sie also solche Leute mit – aber versteht sich – frischen, nicht allzu lange nach dem Schlachten gewonnen Finnen», empfahl er, «aber nicht bloss mit *Cysticercus cellulosa*, sondern auch mit *Cysticercus pisiformis*». Wie schwierig es war, Ärzte für einen solchen Plan zu gewinnen, ist dem letzteren Satz in dieser Angelegenheit zu entnehmen. «Ich sendete Kaninchen aus Finnenställen nach Dresden an einen jetzigen Medicinalrath», heisst es in dem Brief, «der mir zu füttern versprach und als er soweit gekommen war, weich wurde, so dass ich umsonst reisen musste».

### ... «dem Delinquenten hatten Wurst und Suppen so gut gemundet» ...

Voller Zuversicht berichtete Küchenmeister, dass es durch Vermittlung wohl gesonnener Kollegen, «deren Namen ich zur Zeit leider nicht nennen darf», doch noch gelang, das «im Jahre 1853 nutzlos Versuchte in der That zur Ausführung zu bringen». In Ermangelung von *Cysticercus cellulosa* wurden dem Verurteilten, der mit dem «Fallschwert vom Leben zum Tode befördert» werden sollte, ungefähr einhundertachtzig Stunden vor der Hinrichtung durch den Gefängnisarzt mehrere Exemplare von *Cysticercus tenuicollis* und *Cysticercus pisiformis* beigebracht. Zu diesem Zwecke hatte Küchenmeister vorgeschlagen – *nomen est omen* könnte man hier sagen – «da es Sitte ist, sobald die höchste Bestätigung des Todesurteils erfolgt ist, dem Delinquenten in seiner Kost gewisse Begünstigungen noch zu gestatten», die Blasenwürmer zweckmässigerweise in schmackhaften «Bouillonsuppen mit Faconnudeln (in Stern- und Gräupchenform) oder ähnlichen Amylaceen» anzubieten. Ausserdem präparierte er die Finnen, «denen die Schwanzblase theils geöffnet, theils abgeschnitten» wurde, so dass «dieselben etwa die Grösse der betreffenden Faconnudeln hatten». Wie es der Zufall wollte, entdeckte die Ehefrau Küchenmeisters fünf Tage vor der Exekution zahlreiche Finnen in einem für den häuslichen Verzehr bestimmten Schweinebraten, den sie im gegenüber gelegenen Gasthaus eingekauft hatte. «Wo diese Finnen herkommen», folgerte er scharfsinnig, «da gibt's auch noch andere, und ich beeilte mich in jener Restauration selbst weitere Nachforschungen nach ungekochtem, frischen Schweinefleisch anzustellen».

Durch gutes Zureden und nachdem es ihm gelungen war, den Gastwirt zu überzeugen, «dass ich meiner Wurmuntersuchungen wegen nach solchem Fleische schon, weil es meist verheimlicht wird, vergebens getrachtet hatte, [...] erhielt ich endlich ein Pfund des am stärksten finnigen rohen Fleisches, das bis dahin im Keller aufbewahrt worden war». Am frühen Morgen des vierten Tages vor der Hinrichtung fuhr Küchenmeister gemeinsam mit einem Gerichtsarzt an den «Ort der Retention des Delinquenten», wo ihm unverzüglich ein üppiges Frühstück zubereitet wurde. Da eine Suppe um diese Zeit zu auffällig gewesen wäre, sollten Butterbrote mit Cervelatwurst belegt, deren Pfefferkörner «entfernt und herausgeschält, und die dadurch entstandenen Lücken mit Finnen ausgefüllt werden». Weil in der Gefängnisküche keine Cervelatwurst vorrätig war, behelfen sich die Herren mit entsprechend präparierten Blutwurstscheiben. «So erhielt der Delinquent 72 Stunden vor seinem Tode 12 Stück *Cysticerci cellulosa*, 60 Stunden vor dem Tode in einer Reissuppe 18, 36 Stunden vor dem Tode in Nudelsuppe 15, 24 Stunden vor dem Tode in Wurst 12, und 12 Stunden vor dem Tode in Suppe noch einmal

18 Stück *Cysticerci cellulosa*, also in Summe 75 Stück von letzteren». Küchenmeister versichert, «dem Delinquenten hatten Wurst und Suppen so gut gemundet, dass er noch am Abend vor seinem Tode dem betreffenden Arzte seinen warmen Dank dafür aussprechen zu müssen glaubte».

Zu seinem grössten Leidwesen konnte Küchenmeister die Untersuchung des Darmes erst zwei Tage nach der Hinrichtung vornehmen. Die Finnen von *Cysticercus tenuicollis* und *Cysticercus pisiformis* hatten sich offenbar nicht weiterentwickelt, hingegen entdeckte er im Duodenum einen ersten kleinen Schweinebandwurm, der mit den unverkennbaren Haken seines ausgestreckten Rostellums noch an der Schleimhaut hing. «Wie man sich leicht denken kann» bekannte er freimütig, «war ich durch den Fund freudig erregt». Insgesamt isolierte er schliesslich zehn Bandwürmer, die sich seiner Ansicht nach aus den Finnen der ersten beiden Mahlzeiten entwickelt haben mussten, denn die meisten *Cysticerci cellulosa* sterben drei bis vier Tage nach Tötung ihrer Zwischenwirte ab. Zur moralischen Rechtfertigung seines Experiments äusserte sich Küchenmeister nur mit einem einzigen Satz am Schluss des Berichtes: «Im Falle stattfindender Begnadigung der Verbrecher kann man ja leicht die Bandwürmer abtreiben und auf diese Weise dem ängstlichen Gemüthe genügen und der Wissenschaft zugleich nützen». Viel mehr bekümmerten ihn die kritischen Einwände seiner Gegner, dass die geringe Anzahl der vorgefundenen Bandwürmer kein ausreichender Beweis für deren Herkunft aus Finnen von *Cysticercus cellulosa* sei.

Obwohl Leuckart, damals Professor für Zoologie an der Universität in Giessen, inzwischen eine «freiwillige Ansteckung mit *Taenia solium*» nach Finnengenuss mitgeteilt hat, wollte Küchenmeister seinen ersten Versuch dennoch wiederholen, aber zeitlich besser vorbereiten und nur Finnen frisch geschlachteter Schweine verwenden. Der Gefängnisarzt überbrachte wiederum einem zum Tode verurteilten Manne im Abstand mehrerer Wochen zunächst am 24. November 1859 und noch einmal am 18. Januar 1860 einige belegte Brötchen, die jeweils mit zwanzig Finnen präpariert waren. «Bei der Section des am 31. März a. c. mit dem Fallschwert geköpften Delinquenten fand ich fast 50 pCt. der gefütterten Cysticercen als Bandwürmer wieder», schrieb Küchenmeister erleichtert, «und zwar 11 Stück mit reifen Gliedern, die theils noch an der Colonie befindlich waren, theils losgetrennt, frei im untersten Theile des Darmkanals herumkriechend (getrennte Proglottiden waren auf dem Wege in die Aussenwelt), und 8 Stück der Reife nahe, aber noch nicht vollendet reif».

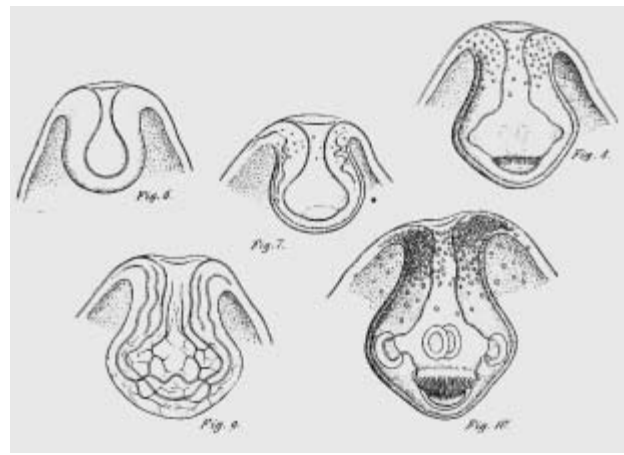


Abbildung 1: Entwicklung der Kopfanlage eines Bandwurms. Aus: Rudolf Leuckart, Giessen 1856, Tafel III.

Leuckart war in der glücklichen Lage, dass sich ihm «im Interesse der Sache» ein junger, etwa dreissigjähriger «gebildeter Mann von gesunder Constitution, den er zuvor ausführlich über die Entwicklungsgeschichte der Bandwürmer aufgeklärt hatte, «freiwillig zu einem derartigen Experimente erbot». Im Beisein Leuckarts nahm er vier Finnen zusammen mit einem Schluck lauwarmer Milch zu sich. «Drittelhalb Monate später bemerkte derselbe in seinem Kothe einzelne Bandwurmglieder, die er früher niemals entleert hatte (siehe Abb. 1). Der Versuch war also geglückt, und nach abermals vier Wochen lagen mir zwei etwa 2 Mtr. lange Würmer zur Untersuchung vor, die dem Patienten auf ein paar Dosen Cusso (bei Cusso handelt es sich um *Flores Koso*, die Blüten von *Hagenia abyssinica*, die als wirksames Antihelminthicum gebräuchlich waren) abgegangen waren. Nur ein einziger dieser Würmer hatte ein Kopfende», räumte Leuckart ein, «das natürlich die Bildung der *Taenia solium* trug, wie denn auch sonst die Organisation der Würmer über ihre Natur keinen Zweifel liess».

Erwähnenswert ist, dass Leuckart danach noch zwei weitere, jedoch ergebnislose Übertragungsversuche mit jeweils zwölf Finnen «bei einem mit Geld erkauften Manne, der an *Morbus Brightii* litt», und an einem «von profusen Diarrhöen heimgesuchten Phthisiker» durchführte, «der wider Wissen zum Experiment gedient hatte». Seine grundsätzliche Haltung zur Praxis solcher Forschungsmethoden dürfte kaum anders als diejenige Küchenmeisters gewesen sein. Eine moralische Bewertung nach Massstäben ethischer Diskussionen, wie sie gegenwärtig geführt werden, wäre ebenso unhistorisch wie verfehlt.

## Literatur

- Abildgaard P.C.*: Allgemeine Betrachtungen über Eingeweidewürmer, Bemerkungen bei dem Bandwurm des Stachelbarsches oder der Egelschnecke und Beschreibung einiger neuen Bandwürmer (). Schriften der Naturforschenden Gesellschaft zu Copenhagen 1793, 1: 24–59.
- Bloch M.E.*: Abhandlung von der Erzeugung der Eingeweidewürmer und den Mitteln wider dieselben. Berlin 1782.
- Bremser J.G.*: Ueber lebende Würmer in lebenden Menschen. Wien 1819.
- Chamisso von A.*: De Salpa. Berlin 1819.
- Chamisso von A.*: Gesammelte Werke, Hrsg. M. Koch. 4 Bde. Stuttgart 1898. Bd. 3, S. 35.
- Dujardin F.*: Histoire naturelle des Helminthes ou vers intestinaux. Paris 1845.
- Geus A.*: Der Generationswechsel. Die Geschichte eines biologischen Problems. Medizinhistorisches Journal 1972, 7: 159–173.
- Goeze I.A.E.*: Versuch einer Naturgeschichte der Eingeweidewürmer thierischer Körper. Blankenburg 1782. S. 2.
- Hartmann P.J.*: Vermes vesiculares sive hydatides caprearum in omentis et in pulmonibus alterius furfuracea. In: Miscellanea curiosa medico-physica sive Ephemerides Academiae Caesareae Leopoldino-Carolinae Naturae Curiosorum. Decuriae II. Norimbergae 1686. Observatio LXXIII, 152–157.
- Küchenmeister F.*: Experimenteller Nachweis, dass Cysticercus cellulosae innerhalb des menschlichen Darmkanals sich in Taenia solium umwandelt. Offenes Sendschreiben an die KK. Gesellschaft der Aerzte zu Wien. Wien. Med. Wschr. 1855, 5: 1–4. Spalte 4.
- Küchenmeister F.*: Schreiben an Rudolf Virchow im Jahr 1853. Handschriftensammlung der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften, Berlin. Signatur HS ABBAW; NL Virchow, Nr. 117a.
- Küchenmeister F.*: Erneuter Versuch der Umwandlung des Cysticercus cellulosae in Taenia solium hominis. Deutsche Klinik 1860, 12: 187–189.
- Leuckart R.*: Die Blasenwürmer und ihre Entwicklung, Zugleich ein Beitrag zur Kenntnis der Cysticercusleber. Giesesen 1856.
- Leuckart R.*: Die menschlichen Parasiten und die von ihnen herrührenden Krankheiten. Leipzig und Heidelberg 1863, 1: 233–234.
- Malpighi M.*: Opera posthuma. Amstelodami 1698.
- Pallas P.S.*: Beschreibung derer hauptsächlich im Unterleibe wiedererkäuender Thiere anzutreffenden Hydatiden oder Wasserblasen, welche von einer Art von Bandwurm ihren Ursprung haben. Stralsundisches Magazin, oder Sammlungen auserlesener Neuigkeiten zur Aufnahme in der Naturlehre, Arzneiwissenschaft und Haushaltungskunst 1767, 1: 64–83.
- Pallas P.*: Dissertatio inauguralis de infestis viventibus intra viventi. Lugduni Batavorum 1760.
- Rudolphi K. A.*: Entozoorum sive vermium intestinalium historia aturalis. Amstelodami 1808–1810.
- Rudolphi K.A.*: Entozoorum synopsis, cui accedunt mantissa duplex et indices locupletissimi. Berolini 1819.
- Sars M.*: Über die Entwicklung der Medusa aurita (Ohrenqualle) und der Cyanea capillata. Erichsons Archiv für Naturgeschichte 1841, 7: 9–34.
- Siebold von C.Th.E. und Stannius H.*: Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. 2 Theile. Berlin 1845.
- Siebold von C.T.E.*: Über die Band- und Blasenwürmer nebst einer Einleitung über die Entstehung der Eingeweidewürmer. Leipzig 1854.
- Smith Steenstrup J.J.*: Über den Generationswechsel oder die Fortpflanzung und Entwicklung durch abwechselnde Generationen, eine eingethümliche Form der Brutpflege in den niederen Thierclassen. Kopenhagen 1842.
- Tyson E.*: Lumbricus hydropicus or essay to prove that hydatides often met with in morbid animal bodies, are a species of worms or imperfect animals. Philosophical Transactions 1688, XVI: 506–510.
- Werner P.C.F.*: Vermium intestinalium, praesertim Taeniae humanae, brevis expositio. Lipsiae 1782.
- Zeder J. G. H.*: Anleitung zur Naturgeschichte der Eingeweidewürmer. Bamberg 1803.

---

## Korrespondenzadresse

Prof. Dr. rer. nat. Armin Geus, Hirschberg 5, D-35037 Marburg

Manuskripteingang: 14. Oktober 2006

Angenommen: 30. Oktober 2006