



# TARDIGRADA

## Bärtierchen

Hartmut Greven

VW  
N



## Vorwort

Im Jahr 1980 habe ich in der bekannten Reihe „Die neue Brehm-Bücherei“ unter dem Titel „Die Bärtierchen“ die zu dieser Zeit nur relativ wenigen genauer bekannten Tardigraden auf gerade einmal 100 Seiten vorgestellt (das Büchlein wurde sehr viel später unverändert nachgedruckt; zuletzt im Jahr 2015!). Damals war auch die Anzahl derer, die sich gewissermaßen von Berufs wegen intensiver mit diesen Tieren befasst haben, überschaubar. Das ist heute ganz anders. Die Forschung zu Tardigraden „boomt“ wie nie zuvor.

So fand im Jahr 2025 bereits das 16. Internationale Tardigradensymposium in Tsuruoka (Japan) mit über 100 Teilnehmern statt (das nächste Treffen wird in Polen sein) und wieder wurde und wird wohl auch in Zukunft, wie auch schon kurz nach der Entdeckung der ersten Bärtierchen, der Stellung dieser Tiere im zoologischen System sowie ihren Verwandtschaftsverhältnissen untereinander, vor allem aber der Fähigkeit vieler ihrer Vertreter, extreme (Stress-)Perioden im Zustand latenten Lebens zu überdauern, besondere Aufmerksamkeit geschenkt.

Mittlerweile beherrscht die Molekularbiologie mit all ihren Facetten nahezu alle Bereiche der „Tardigradologie“. Die bisher damit erzielten Ergebnisse verändern unsere Vorstellungen von der Evolution und Entwicklung vielzelliger Organismen, bereichern (erschweren aber auch) Taxonomie und Systematik und damit auch die Zoogeografie der Tardigraden (u. a. durch die Entschlüsselung zahlreicher kryptischer Arten) und liefern neue, geradezu spektakuläre Erkenntnisse darüber, wie zahlreiche Bärtierchen extremem Stress (Kälte, Wärme, Trockenheit, Strahlung etc.) begegnen können, indem sie u. a. spezifische schützende Proteine bilden. Solche Schutzmechanismen werden zur Zeit auch im Hinblick auf ihre mögliche medizinische und industrielle Nutzung besonders intensiv untersucht. Bärtierchen werden überdies auch für alles Mögliche als „Modellorganismen“ gehandelt.

Diese besonders dynamischen Bereiche der „Tardigradologie“, welche sich auch in der großen, stetig anwachsenden Zahl diesbezüglicher Publikationen und den in immer kürzeren Abständen folgenden, oft aber auch sehr redundanten Übersichtsartikeln widerspiegeln, können im Folgenden nur global anhand einiger weniger, überwiegend zusammenfassender Arbeiten skizziert werden.

Darüber hinaus gibt es auch zahlreiche neue Ergebnisse zur Morphologie, Physiologie, Ökologie und selbst zum Verhalten dieser Tiere, sodass es auch hier schwierig wird, die gesamte und zudem noch weit verstreute Literatur zu überblicken. Dabei hilft zweifellos das Internet mit seiner überwältigenden Fülle unterschiedlichster Beiträge, u. a. mit Einträgen bei Wikipedia, einem „Tardigrada Newsletter“, der über neueste Literatur und „Sonstiges“ auf dem „Tardigradenmarkt“ informiert ([www.tardigrada.net/newsletter/links.htm](http://www.tardigrada.net/newsletter/links.htm)), sowie ein von M. MACH gestaltetes „Bärtierchen-Journal“ (<https://baertierchen.de/main.html>), das vor allem für den Laien Neues und Altes aus der „Tardigradologie“ aufbereitet und wertvolle Tipps für den Mikroskopiker bereithält.

Dennoch: Wenn man einmal von den zwangsläufig recht kurzen Artikeln in Lehrbüchern der Zoologie, dem 1994 von I.M. KINCHIN verfassten informativen Bändchen „Tardigrada“, den sehr verständlichen, reich bebilderten und überdies noch frei verfügbaren sechs Kapiteln über die Biologie moosbewohnender Tardigraden in Band 5 der „Bryophyte Ecology“ (<https://digitalcommons.mtu.edu/oabooks/4/>) von J. M. GLIME und der 2019 im Springer-Verlag erschienenen, von zahlreichen Autoren verfassten, eher für den Spezialisten gedachten Übersicht (SCHILL 2018) absieht – bis auf die Kapitel in deutschsprachigen Lehrbüchern der Zoologie sind die erwähnten Publikationen in englischer Sprache abgefasst –, gibt es nach wie vor keine neuere Zusammenfassung der Biologie dieser faszinierenden Tiergruppe in deutscher Sprache.

Ich habe daher versucht, in der vorliegenden Neuschrift der „Bärtierchen“ (angesichts der zahlreichen neuen Entwicklungen wäre eine reine Überarbeitung des bestehenden Textes dem Thema nicht gerecht geworden; die Überschneidungen mit dem Bändchen aus dem Jahre 1980 sind marginal) etwas zu bündeln und zumindest einen Teil der neueren Erkenntnisse auch für den „Nicht-Tardigradologen“ überschaubarer zu machen. Weiterhin habe ich mich – wie schon früher – um Verständlichkeit bemüht sowie versucht, Herkunft und Bedeutung zahlreicher Fachtermini je nach Umfang entweder an Ort und Stelle oder in einem Glossar zu erklären. Ganz voraussetzungslos ist das vorliegende Bändchen aber nicht zu lesen.

Eine der größten Herausforderungen war jedoch eine auch nur halbwegs ausgewogene Berücksichtigung der mittlerweile nicht mehr zu bewältigenden Literatur. In der oben erwähnten Übersicht aus dem Jahre 2018 finden sich über 1000 Literaturzitate (diese Auflistung ist nicht einmal vollständig) und der „Tardigrada Newsletter“ führt allein für das Jahr 2025 weit über 100 neue Publikationen auf.

Die Auswahl der Literatur für die vorliegende Neufassung kann daher nur subjektiv sein. Ich habe aber versucht, vor allem solche Arbeiten zu zitieren, mit deren Hilfe man sich weitere Quellen erschließen kann, was aber auch bedeutet, dass ich öfter als mir lieb war auf Übersichtsartikel zurückgreifen musste. In den letzten 20 Jahren sind zudem zahlreiche, naturgemäß oft recht „vorläufige“, vor allem molekularbiologische Untersuchungen zur Stammesgeschichte und Systematik der Tardigraden erschienen sowie immer wieder auch Arbeiten, die Bekanntes an einer weiteren Art bestätigen. Hier bin ich ebenfalls sehr selektiv vorgegangen. Bei strittigen Themen – und davon gibt es viele – habe ich primär solche Artikel ausgewählt, welche die zurzeit vorherrschende Meinung widerspiegeln. Auf manche „veraltete“ Literatur glaubte ich aber nicht verzichten zu dürfen, vor allem dann nicht, wenn darin Vorstellungen und Ideen entwickelt wurden, die spätere Untersucher für sich beansprucht haben. Rein taxonomische Arbeiten, auch die moderneren integrativen, habe ich nur gelegentlich berücksichtigt.

Um den Lesefluss nicht durch allzu viele Hinweise im laufenden Text zu beeinträchtigen, erscheinen die Literaturangaben bisweilen gebündelt erst am Ende eines Absatzes oder (kurzen) Kapitels, sodass dem Leser nicht immer sofort klar wird, was genau welcher der zitierten Autoren zu dem geschilderten Sachverhalt gesagt hat. In den letzten Jahren sind zudem im Rahmen von Revisionen und Neubeschreibungen besonders viele Gattungs- und Artnamen hinzugekommen und darüber hinaus eine Unzahl von bekannten Arten in andere Gattungen verschoben worden; dies ist ein Trend, der ungebrochen anhält. Ich habe daher im laufenden Text die in den zitierten Originalarbeiten verwendeten Namen beibehalten und, soweit mir das überhaupt möglich war, die neuen in Klammern hinzugefügt.

Ohne vielseitige Unterstützung hätte das Projekt jedoch nicht realisiert werden können. An erster Stelle danke ich vor allem meiner Frau WILMA GREVEN für ihre unendliche Geduld. Von ihr stammen auch einige nach Vorlagen aus der Literatur gezeichnete Abbildungen aus dem Tardigradenbändchen von 1980; die meisten (ebenfalls nach Vorlagen aus der Literatur) verdanke ich jedoch Frau CHRISTINE OPFERMANN-RÜNGELER (Köln); sie hat mich wiederholt auf Ungereimtheiten aufmerksam gemacht und geradezu gezwungen, manches noch einmal zu überdenken. Herr Prof. Dr. R. SCHILL (Tübingen) hat sich kritisch mit dem Kapitel zur Kryptobiose auseinandergesetzt und Frau Dr. K. HOHBERG (Görlitz) hat mir wertvolle Informationen zum Lebensraum „Boden“ gegeben; viele Kolleginnen und Kollegen (sie sind in den Abbildungslegenden genannt) haben zudem

Fotos beige-steuert. Stellvertretend für diese sei hier Herr Dr. H. DASTYCH (1947–2023) (Hamburg) erwähnt, der mir einen großen Teil seiner REM-Fotos zur freien Verfügung überlassen hat. Ohne Herrn MICHAEL RICHTER (Düsseldorf) wäre das Buch allerdings nie fertig geworden; er hat in zahlreichen, oft gemeinsamen „Sitzungen“ die Buchgestaltung (Satz, Layout, Zusammenstellung und Beschriftung der Bildtafeln etc.) übernommen.

Allen sei hiermit herzlich gedankt!

Düsseldorf, im Januar 2026

HARTMUT GREVEN

## Aus dem Vorwort der Ausgabe von 1980

Tardigraden (lat.: *tardus* = langsam; *gradi* = schreiten) oder Bärtierchen, wie sie wegen ihres Aussehens und ihrer unbeholfenen Bewegungen auch genannt werden, kennt man seit Ende des 18. Jahrhunderts. Obwohl diese Tiere nicht selten sind, haben doch nur wenige eines dieser interessanten Lebewesen, mit denen sich bereits so namhafte Gelehrte wie LAZZARO SPALLANZANI (1729–1799) befasst haben, jemals lebend gesehen.

Allerdings fehlte bisher (...) ein Buch, das dem Fachmann und dem interessierten Laien die Möglichkeit gibt, sich rasch über diese bemerkenswerte Tiergruppe zu informieren, und das zugleich neuere Ergebnisse der „Tardigradologie“ zusammenfasst. Der vorliegende Band ist der Versuch, diesen Mangel zu beheben (...).

Dank gebührt (...) dem Verlag, der das Risiko eingegangen ist, einen Band über eine so „aberrante“ und wenig bekannte Tiergruppe in die Reihe „Die Neue Brehm-Bücherei“ aufzunehmen.

Kaum ein Buch, und sei es noch so wenig umfangreich, ist ganz frei von Druck- und Sachfehlern. Berichtigungen und Verbesserungsvorschläge sind mir daher jederzeit willkommen.

Münster, im Februar 1979

HARTMUT GREVEN

# Inhaltsverzeichnis

	<b>Vorwort</b>	5
<b>1</b>	<b>Was sind Tardigraden?</b>	13
<b>2</b>	<b>Struktur und Funktion</b>	17
<b>2.1</b>	<b>Gestalt und Färbung</b>	17
<b>2.2</b>	<b>Integument</b>	19
2.2.1	Cuticula	19
2.2.2	Epidermis	23
2.2.3	Häutung	25
<b>2.3</b>	<b>Leibeshöhle</b>	27
<b>2.4</b>	<b>Nervensystem, Sinnesorgane und Sinnesleistungen</b>	28
2.4.1	Nervensystem	28
2.4.2	Sinnesorgane und Sinnesleistungen	31
<b>2.5</b>	<b>Muskulatur und Fortbewegung</b>	33
2.5.1	Somatische und viszerale Muskulatur	34
2.5.2	Unterschiede in der Feinstruktur der Muskeln	35
2.5.3	Fortbewegung	36
<b>2.6</b>	<b>Darm, Nahrungsaufnahme, Exkretion und Osmoregulation</b>	38
2.6.1	Vorderdarm	38
2.6.2	Mitteldarm	44
2.6.3	Enddarm	44
2.6.4	Nahrungsaufnahme und Verdauung	44
2.6.5	Exkretion und Osmoregulation	47
<b>2.7</b>	<b>Fortpflanzung und Entwicklung</b>	48
2.7.1	Geschlechtsmerkmale, Geschlechterverhältnis und Chromosomen	48
2.7.2	Fortpflanzungsstrategien	51
2.7.3	Fortpflanzungsorgane	53
2.7.3.1	Ovar, Oogenese und Eier	54
2.7.3.2	Hoden, Spermiogenese und Spermien	56
2.7.3.3	Zwittergonade	58
2.7.3.4	Spermien-speicherung	59

2.7.4	Fortpflanzungsverhalten	60
2.7.4.1	Balz und Paarung	60
2.7.4.2	Eiablage, Brutfürsorge und Schlupf	61
2.7.5	Entwicklung	63
2.7.5.1	Embryonalentwicklung	63
2.7.5.2	Wachstum, Altern und Tod	65
<b>3</b>	<b>Ökologie und Verbreitung</b>	<b>69</b>
<b>3.1</b>	<b>Lebensräume und Populationsdynamik</b>	<b>70</b>
3.1.1	Marine Lebensräume	70
3.1.2	Limnische Lebensräume	74
3.1.3	Terrestrische Lebensräume	77
3.1.3.1	Moose, Flechten und „höhere Pflanzen“	78
3.1.3.2	Streuauflage und Boden	86
3.1.4	Besiedlung neuer Lebensräume	89
3.1.5	Reaktionen auf Umweltverschmutzung	90
<b>3.2</b>	<b>Beziehungen zu anderen Organismen</b>	<b>91</b>
3.2.1	Nahrungsnetze	91
3.2.2	„Symbiosen“ und Mikrobiome	92
<b>3.3</b>	<b>Aspekte der Zoogeografie</b>	<b>96</b>
<b>4</b>	<b>Phasen der Inaktivität (Dormanzen)</b>	<b>101</b>
<b>4.1</b>	<b>Diapausen</b>	<b>101</b>
4.1.1	Variierende Schlupfzeiten	101
4.1.2	Encystierung	101
4.1.3	Cyclomorphose	105
<b>4.2</b>	<b>Kryptobiosen (Quieszenzen)</b>	<b>107</b>
4.2.1	Anhydrobiose	108
4.2.1.1	Vorbereitung, Dauer und Rehydrierung	109
4.2.1.2	Toleranzbereiche	112
4.2.1.3	Tardigraden im Weltall	114
4.2.1.4	Schutzstrategien	116
4.2.2	Kryobiose	120
4.2.2.1	Vorbereitung, Dauer und Auftauphase	120
4.2.2.2	Toleranzbereiche	121
4.2.2.3	Schutzstrategien	122
4.2.3	Osmobiose	123

---

4.2.4	Anoxybiose	123
4.2.5	Implikationen	124
4.2.5.1	Evolution	124
4.2.5.2	Panspermie und Transpermie	125
4.2.5.3	Weltanschauung.	125
4.2.5.4	Tot oder lebendig?	126
4.2.5.5	Zukunftsvisionen	128
<b>5</b>	<b>Stammesgeschichte (Phylogenie)</b>	131
<b>5.1</b>	<b>Ecdysozoa und Panarthropoda</b>	131
<b>5.2</b>	<b>Herkunft und Alter der Tardigraden</b>	134
<b>5.3</b>	<b>Morphologische Belege</b>	137
<b>5.4</b>	<b>Verwandtschaftliche Beziehungen innerhalb der Tardigraden</b>	138
<b>6</b>	<b>Taxonomie und Systematik</b>	139
<b>6.1</b>	<b>Artenreichtum und Bestimmungsmerkmale</b>	140
6.1.1	Cuticula	141
6.1.2	Buccopharyngealapparat	141
6.1.3	Krallen	143
<b>6.2</b>	<b>Systematische Übersicht</b>	144
<b>7</b>	<b>Untersuchungsmethoden</b>	149
<b>7.1</b>	<b>Sammeln</b>	149
7.1.1	Marine Lebensräume	151
7.1.2	Limnische Lebensräume	152
7.1.3	Terrestrische Lebensräume	153
<b>7.2</b>	<b>Lebendbeobachtung</b>	155
<b>7.3</b>	<b>Konservierung und Dauerpräparate</b>	156
7.3.1	Fixierungsgemische	156
7.3.2	Einschlussmittel	157
7.3.3	Anfertigung von Totalpräparaten	157
7.3.4	Quetschpräparate	158
<b>7.4</b>	<b>Haltung und Zucht</b>	159

---

<b>8</b>	<b>Geschichte der Tardigradenforschung</b>	163
8.1	Das 18. Jahrhundert	163
8.2	Das 19. Jahrhundert	167
8.3	Das 20. Jahrhundert	173
<b>9</b>	<b>Benennung, Visualisierung, Wahrnehmung</b>	183
9.1	Benennung	183
9.2	Visualisierung und Wahrnehmung	185
9.2.1	Die (ambivalente) Wahrnehmung	186
9.2.2	Die (wissenschaftliche) Darstellung	186
9.2.3	Die Popularisierung	190
	<b>Glossar</b>	205
	<b>Literaturverzeichnis</b>	216
	<b>Taxonomische Begriffe</b>	237
	<b>Stichwortregister</b>	238





Prof. i. R. Dr. rer. nat. HARTMUT GREVEN, Jahrgang 1942, ist im vorigen Jahrhundert (1971) an der Universität Münster mit der Arbeit „Funktionsmorphologische und ökologische Untersuchungen an heimischen Tardigraden“ promoviert worden. Seitdem hat er diese faszinierende Tiergruppe nie ganz aus den Augen verloren, sodass er trotz vielfältiger Interessen sowie zeitweise anderer (überlebens-)wichtiger Projekte und Verpflichtungen immer wieder einmal zusammen mit Kollegen und Kolleginnen über Bärtierchen publiziert hat.

Statt einer kurzen Auflistung dessen, was die Leserinnen und Leser der vorliegenden Kurzmonographie erwartet, sollen hier vier frühe „Tardigradologen“ mit Äußerungen zitiert werden, welche die auch heute noch höchst aktuellen Kernprobleme der „Tardigradologie“ betreffen, d. h. die Stellung der Bärtierchen im System der Tiere und die Frage, wie es möglich ist, im Zustand der Anhydrobiose extremste Umwelteinflüsse zu überleben:

*„Seltsam ist dieses Thierchen, weil der ganze Bau seines Körpers ausserordentlich und seltsam ist, und weil es in seiner äusserlichen Gestalt, dem ersten Anblicke nach, die größte Aehnlichkeit mit einem Bäre im Kleinen hat. Dies hat mich auch bewogen, ihm den Namen des kleinen Wasserbärs zu geben.“* (GOEZE 1773, S. 368)

*„Ein Tier, das von den Toten aufersteht [...], beflügelt neue Ideen und wird zu einem Objekt, das für Forschungen des Naturwissenschaftlers nicht weniger interessant ist als für die Spekulationen des tiefgründigen Metaphysikers“* ( SPALLANZANI 1776; übersetzt nach der englischen Ausgabe, s. DALYELL 1803, S. 160; Vol. II).

*„... den Milben, die in die Klasse der Insecten gehören, kömmt es in der Gestalt, der Zahl und dem Gebrauch seiner Füße am nächsten.“* (MÜLLER 1785, S. 26)

*„Aschelminthen, Anneliden und Arthropoden sind die großen Gruppen, deren Beziehungen zu den Tardigraden zu prüfen sind“* (MARCUS 1929, S. 131), und *„so mag es genügen, wenn [...] diese als Klasse der Arthropoden bezeichnet und zwischen den Protracheaten und den Eutracheaten eingereiht werden.“* ( MARCUS 1929, S. 144)



**Verlag Natur & Wissenschaft**  
**www.verlagnw.de**  
**ISBN 978-3-96212-015-3**