

Springer-Lehrbuch

Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

B. Wiesemüller • H. Rothe • W. Henke

Phylogenetische Systematik

Eine Einführung

Mit 70 Abbildungen und 2 Tabellen



Springer

Dipl.-Biol. BERNHARD WIESEMÜLLER
Professor Dr. HARTMUT ROTHE
Universität Göttingen
Institut für Zoologie & Anthropologie
Ethologische Station Sennickerode
Sennickerode 11
37130 Gleichen
bwiesem@gmx.de
hrothe@gwdg.de

Professor Dr. WINFRIED HENKE
Universität Mainz
Institut für Anthropologie
Colonel Kleinmann Weg 2 (SB II)
55128 Mainz
erasmus@mail.uni-mainz.de

ISBN 978-3-642-62841-2 ISBN 978-3-642-55799-6 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-642-55799-6

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Wiesemüller, Bernhard:
Phylogenetische Systematik / Bernhard Wiesmüller ; Hartmut Rothe ; Winfried
Henke. - Berlin ; Heidelberg ; New York ; Barcelona ; Hongkong ; London ;
Mailand ; Paris ; Singapur ; Tokio : Springer, 2002
(Springer-Lehrbuch)

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben auch bei nur auszugsweiser Verwertung vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

<http://www.springer.de>

©Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2003
Ursprünglich erschienen bei Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York in 2003
Softcover reprint of the hardcover 1st edition 2003

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Produkthaftung: Für Angaben über Dosierungsanweisungen und Applikationsformen kann vom Verlag keine Gewähr übernommen werden. Derartige Angaben müssen vom jeweiligen Anwender im Einzelfall anhand anderer Literaturstellen auf ihre Richtigkeit überprüft werden.

Satz: Druckfertige Vorlagen der Autoren
Einbandgestaltung: deblik Berlin
Umschlagfoto: Nebelwald (Prof. Dr. D. Lüpnitz, Mainz); die drei Primaten *Callicebus torquatus* (links), *Alouatta seniculus* (Mitte) und *Ateles belzebuth* (rechts) stammen aus De la Torre, Stella (2000) Primates de la Amazonía del Ecuador.
SPIN 10878586 29/3130 - 5 4 3 2 1 0 -

Vorwort

„Aufgabe einer wissenschaftlichen Systematik ist es nicht, in die Fülle der Einzelerscheinungen Ordnung hineinzubringen, sondern die ihr innewohnende Ordnung zu ergründen und darzustellen.“ (Hennig 1950, S. 7)

Die Suche nach einem natürlichen System der lebendigen Welt ist eine basale Aufgabe der Biologie. Die Phylogenetische Systematik ist eine Disziplin, die hierzu einen besonderen und vielversprechenden Weg beschreitet. Anders als andere Schulen der biologischen Systematik setzt sie Merkmalsbefunde nicht direkt zur Definition biologischer Einheiten ein. Statt dessen geht sie davon aus, daß sich ein natürliches phylogenetisches System mit allen seinen Einheiten allein aus historischen Beziehungen der Abstammung ergibt. Merkmale sind hierbei nur dann von Belang, wenn sie sich als Kennzeichen solcher Abstammungsgemeinschaften erweisen, nehmen also den Charakter von Indizien an.

Das vorliegende Buch gibt einen allgemeinen Überblick über Grundlagen und Methoden der phylogenetischen Systematik. Nach einer Darstellung wissenschaftshistorischer Aspekte und konkurrierender Schulen der biologischen Systematik befaßt es sich zunächst mit dem theoretischen Fundament der phylogenetischen Systematik. Dabei ergibt sich schrittweise die Struktur eines Systems, das auf vergangenen Tatsachen beruht. Anschließend werden die Methoden erläutert, mit deren Hilfe man dieses historisch gewachsene System aus Merkmalsbefunden rekonstruieren kann. Schließlich werden Paläontologie und Computerkladistik als wichtige Arbeitsrichtungen mit besonderen Fragestellungen und Problemen näher diskutiert.

Wir haben uns darum bemüht, durch Beispiele und Erläuterungen eine Darstellung des Themas zu liefern, die auch für Einsteiger verständlich ist. Das bedeutet jedoch nicht, daß problematische Aspekte und kontroverse Themen der phylogenetischen Systematik ausgeklammert werden, womit auch für Fortgeschrittene anregende Inhalte geboten werden.

Beim Zustandekommen dieses Bandes sind wir vielfach tatkräftig unterstützt worden. In diesem Zusammenhang ist insbesondere folgenden Personen zu danken: Frau Iris Lasch-Petersmann und Herrn Dr. Dieter Czeschlik für die Annahme und Betreuung des Projektes durch den Springer-Verlag sowie Frau Stefanie Wolf und Herrn Karl-Heinz Winter für die Lösung drucktechnischer Probleme. Für die Mitarbeit bei der Erstellung der Abbildungen danken wir in erster Linie Herrn Michael Stang sowie Herrn Erik Becker, aber auch Herrn Matthias Herrgen für wertvolle Ratschläge. Für ihre kompetente Layout-Beratung seien Holger Zierdt und Dr. Alexander Fabig dankend erwähnt. Für die photographische Unterstützung gilt unser Dank Frau Claudia Lennartz und Frau Sibylle Hourticolon. Wich-

tige Literaturinformationen lieferte dankenswerterweise Herr Prof. Dr. Helmut Hemmer, und das Hintergrundfoto des Covers stellte Herr Prof. Dr. Dieter Lüpnitz freundlicherweise zur Verfügung. Bei der sprachlichen Herleitung der Fachtermini unterstützte uns Herr Dr. Thomas Hidber, dem ebenfalls gedankt sei.

Göttingen und Mainz, im April 2002

BERNHARD WIESEMÜLLER
HARTMUT ROTHE
WINFRIED HENKE

Inhaltsverzeichnis

1 Historisches zur biologischen Systematik	1
1.1 Der systematische Ansatz von Linné	2
Box 1.1	4
1.2 Vorläufer der Evolutionstheorie.....	4
1.3 Entwicklung des Homologiebegriffs.....	5
1.4 Darwins Evolutionstheorie	6
1.5 Genetik und Populationsgenetik	8
1.6 Synthetische Evolutionstheorie und „neue Systematik“.....	9
Box 1.2	10
1.7 Phylogenetische Systematik und spätere Entwicklungen	12
Box 1.3	14
1.8 Überblick.....	15
2 Mit der phylogenetischen Systematik konkurrierende Schulen	17
2.1 Numerische Klassifikation	18
Box 2.1	19
2.2 Evolutionäre Klassifikation	24
2.3 Überblick.....	26
3 Individuen und ihre genetischen Beziehungen	27
3.1 Semaphoronten und Ontogenese.....	28
3.2 Genetische Beziehungen zwischen Individuen.....	28
3.3 Überblick.....	32
4 Die Art	33
4.1 Artkonzepte	34
4.2 Die Art in der phylogenetischen Systematik.....	37
4.3 Das Problem ausschließlich-uniparentaler Fortpflanzung	40
4.4 Unterarten, Populationsketten und Ringarten	41
4.5 Sind Arten Individuen?	43
4.6 Überblick.....	44
5 Das phylogenetische System	45
5.1 Die Hierarchie der Arten	45
5.2 Monophyletische Gruppen	47
5.3 Einwände gegen die phylogenetische Systematik.....	49
Box 5.1	50
5.4 Speziation durch Hybridisierung.....	51
5.5 Überblick.....	57

6 Merkmale und ihre Variation	59
6.1 Merkmale und Merkmalszustände	60
6.2 Der Metamorphismus.....	63
6.3 Der Polymorphismus.....	65
6.4 Der Cyclomorphismus	68
6.5 Unterschiede zwischen Arten bzw. monophyletischen Gruppen	70
6.6 Genotypische und phänotypische Merkmale	72
6.7 Qualität und Quantität von Merkmalen	73
6.8 Proportionen als Merkmale	76
6.9 Überblick.....	77
7 Homologie	79
7.1 Homologie als Abstammungsbegriff.....	80
Box 7.1	83
7.2 Kontroversen zum Homologiebegriff	85
Box 7.2.....	85
Box 7.3.....	88
7.3 Homologiekriterien.....	90
Box 7.4.....	94
7.4 Überblick.....	97
8 Plesiomorphie und Apomorphie	99
8.1 Identifikation unterschiedlicher Merkmalszustände.....	100
8.2 Geordnete und ungeordnete Merkmale	101
8.3 Die besondere Bedeutung abgeleiteter Merkmalszustände.....	103
Box 8.1	106
8.4 Methoden zur Identifizierung von Plesiomorphie und Apomorphie	109
Box 8.2.....	114
8.5 Überblick.....	115
9 Homoplasie und Merkmalskonflikte	117
9.1 Kongruenz und Inkongruenz von Merkmalsbefunden	118
9.2 Drei Formen von Ähnlichkeit: Symplesiomorphie, Synapomorphie, Homoplasie	119
9.3 Paraphyletische und polyphyletische Gruppen	122
9.4 Ansätze zur Lösung von Merkmalskonflikten	124
Box 9.1	127
9.5 Überblick.....	128
10 Phylogenetische Systematik und Fossilien	129
10.1 Die Lückenhaftigkeit der fossilen Überlieferung.....	130
10.2 Berücksichtigung von Meta- und Polymorphismen	133
10.3 Abgrenzung und Einordnung von Arten.....	135
10.4 Die Aussagekraft von Fossilien für die phylogenetische Systematik	138
10.5 Formale Integration von Fossilien ins System	139
Box 10.1	139
10.6 Überblick.....	142

11 Computerkladistik.....	143
11.1 Vorannahmen.....	144
11.2 Merkmalskodierung	145
11.3 Das Parsimonieverfahren.....	147
11.4 Ansätze zur Beurteilung der Zuverlässigkeit von Stammbaumrekonstruktionen	150
Box 11.1	154
11.5 Maximum-Likelihood-Verfahren zur Stammbaumrekonstruktion.....	155
11.6 Überblick.....	156
 12 Ausblick.....	 157
 Glossar.....	 159
 Literatur.....	 165
 Autoren- und Namenverzeichnis	 175
 Verzeichnis der Tier- und Pflanzennamen	 179
 Sachverzeichnis	 183