Evolution in Natur und Kultur

Gerhard Schurz

Evolution in Natur und Kultur

Eine Einführung in die verallgemeinerte
Evolutionstheorie

Gerhard Schurz
Heinrich-Heine-Universität
Institut für Philosophie
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf

Wichtiger Hinweis für den Benutzer

Der Verlag, der Herausgeber und die Autoren haben alle Sorgfalt walten lassen, um vollständige und akkurate Informationen in diesem Buch zu publizieren. Der Verlag übernimmt weder Garantie noch die juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für die Nutzung dieser Informationen, für deren Wirtschaftlichkeit oder fehlerfreie Funktion für einen bestimmten Zweck. Der Verlag übernimmt keine Gewähr dafür, dass die beschriebenen Verfahren, Programme usw. frei von Schutzrechten Dritter sind. Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Buch 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 dürfen. Der Verlag hat sich bemüht, sämtliche Rechteinhaber von Abbildungen zu ermitteln. Sollte dem Verlag gegenüber dennoch der Nachweis der Rechtsinhaberschaft geführt werden, wird das branchenübliche Honorar gezahlt.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer ist ein Unternehmen von Springer Science+Business Media
springer.de

© Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg 2011
Spektrum Akademischer Verlag ist ein Imprint von Springer

11 12 13 14 15 5 4 3 2 1

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Planung und Lektorat: Dr. Andreas Rüdinger, Heidemarie Wolter
Redaktion: Regine Zimmerschied
Satz: klartext, Heidelberg
Umschlaggestaltung: wsp design Werbeagentur GmbH, Heidelberg
Titelfotografie: 10.000 Meisterwerke, The Yorck Projekt: Hieronymus Bosch, Der Garten der Lüste (Detail)

ISBN 978-3-8274-2665-9

Inhaltsverzeichnis

Vorwort und Einleitung	XIII
----------------------------------	------

Teil I

Woher kommen wir? Evolution in der Natur	1
--	---

1. Von der Genesis zur Evolution: Die historische Ablösung der Evolutionstheorie aus metaphysisch-normativen Entwicklungskonzeptionen	3
1.1 Fernab von Darwin: Entwicklungstheorien des Common Sense	3
1.2 Der planvolle Schöpfungsakt: Spielarten des Kreationismus	5
1.3 Zielgerichtete Bildungskraft: Teleologie nach Aristoteles	10
1.4 Beginnende Naturwissenschaft: Entwicklungstheorien vor Darwin	14
1.5 Die Entstehung der Darwin'schen Evolutionstheorie	21
2. <i>The Modern Synthesis</i> : Von Darwin bis zur biologischen Evolutionstheorie der Gegenwart	33
2.1 Mendel und die Mechanismen der biologischen Vererbung	34
2.2 Theoretische und empirische Populationsgenetik	40
2.2.1 Mathematisch-theoretische Populationsgenetik	41
2.2.2 Empirische („ökologische“ und experimentelle) Populationsgenetik.	44
2.3 Genetischer Code und epigenetische Steuerung	45
2.4 Zwischen Stagnation und Revolution: Eckdaten biologischer Evolution	52
2.5 Kategorisierung des Evolvierenden: Das Problem der natürlichen Klassifikation biologischer Arten und Gattungen	61
3. Was man strengen Kreationisten entgegenhält: Evidenzen für die Evolution	71
3.1 Direkter empirischer und praktischer Nachweis der evolutionären Selektion	71

3.2	Biogeografie: Evolutionäre Erklärung geografischer Variation	72
3.3	Unabhängige Methoden der Altersbestimmung	75
3.3.1	Fossilfunde, Serien und Lücken	75
3.3.2	Altersbestimmung durch radioaktive Isotope	77
3.3.3	Altersbestimmung durch neutrale Mutationsraten	78
3.4	Unabhängige Methoden der Generierung evolutionärer Stammbäume	79
3.5	Die Bestätigungskraft unabhängiger Evidenzen	86
4.	Was man liberalen Kreationisten und Teleologen entgegenhält: Evidenzen gegen das Designargument und Auflösung von Denkschwierigkeiten	89
4.1	Suboptimalitäten in der Evolution: Evidenzen gegen das Designargument	89
4.2	Kann das denn alles wirklich ohne das Wirken höherer Kräfte entstanden sein? Fundamentale Denkschwierigkeiten und ihre Auflösung	94
4.2.1	Zur Wahrscheinlichkeit der Entstehung höheren Lebens	94
4.2.2	Die Bedeutung der geschlechtlichen Vermehrung – Ein Argument gegen Klonen	95
4.2.3	Das Problem der Makrotransformationen: Exadaption und Präadaption	98
4.3	Aber wie entsteht die erste Zelle? Kooperation unter RNS-Molekülen und die präbiotische Evolution primitivsten Lebens	101
4.4	Wunder des Lebens und Wunder der Zeit: Quasigöttliche Unvorstellbarkeiten	105
5.	Das anthropische Prinzip: Auferstehung des Kreationismus in der Kosmologie?	107
5.1	Astrobiologie: Wie (un)wahrscheinlich ist die Entstehung von Leben im Universum?	107
5.2	Das anthropische Prinzip: Begründung vs. Erklärung	113
5.3	Alternative Erklärungen des Unwahrscheinlichen: Vier Zugänge zur Letztfrage	115
5.4	In welchem Sinn unwahrscheinlich? Objektive und subjektive Wahrscheinlichkeit	117
5.5	Ist der Erklärungsdurst stillbar? Zur Illusion von Letzterklärungen	119
5.6	Kreationismus von vornherein unwissenschaftlich? Empirisch kritisierbare vs. unkritisierbare Kreationismusformen	120
5.7	Rationalisierter Kreationismus und Voraussagekriterium: Das Abgrenzungsproblem	122
5.8	Bayesianische Bestätigung des Kreationismus?	124
5.9	Wissenschaftliche Erklärungsversuche: Schwarze Löcher und Urknalle – Evolution des Kosmos?	126

Teil II

Evolution überall? Verallgemeinerung

der Evolutionstheorie	129
 6. Prinzipien moderner Evolutionstheorie und ihre Verallgemeinerung.	131
6.1 Die drei Darwin'schen Module: Evolution als rekursiver Algorithmus	131
6.2 Grundlektionen evolutionären Denkens	133
6.2.1 Was wird selektiert?	133
6.2.2 Subversion von Ziel, Fortschritt und Essenz	134
6.2.3 Gerichtete Evolution und Stabilität der Selektionskräfte	135
6.2.4 Elimination und Produktion von Vielfalt.	136
6.2.5 Evolution der Evolutionsfähigkeit.	137
6.2.6 Alternativen zum Darwinismus oder Varianten eines vereinheitlichenden Paradigmas?	138
6.3 Verallgemeinerung der Evolutionstheorie	140
6.3.1 Kulturelle Evolution	140
6.3.2 Individuelle Evolution	141
6.3.3 Verallgemeinerte Evolutionstheorie: Theorie oder Metapher?	142
6.3.4 Weitere Ebenen der Evolution	143
6.4 Protoevolution physikochemischer Strukturen auf der Basis von begrenzter Variation und Retention	143
6.5 Die Protoevolution von Planetensystemen.	145
6.6 Die Verschachtelungshierarchie evolutionärer Systeme: Größenordnungen und Zeitfenster	147
 7. Wissenschaftstheoretische Grundlagen der Evolutionstheorie	149
7.1 Systemtheoretische Grundlagen: Geschlossene vs. offene Systeme	149
7.2 Selbstregulative Systeme, evolutionäre Systeme und ihre normischen Gesetzmäßigkeiten.	151
7.3 Stufen der evolutionären Selbstregulation und Selbstorganisation	154
7.4 Evolutionäre Normalität und genuine evolutionäre Funktion	156
7.5 Survival of the Fittest – Eine Tautologie? Gehalt und Überprüfbarkeit der Evolutionstheorie	161
7.6 Naturgesetze vs. Systemgesetze – Verallgemeinerte Evolutionstheorie als übergreifendes Paradigma „höherer“ Wissenschaften	165
7.7 Supervenienz ohne Reduzierbarkeit: Zum Verhältnis von Biologie (bzw. „höheren“ Wissenschaften) und Physik	167

8.	Konflikte zwischen Evolutionstheorie und humanistischem Weltbild: Die ethische Dimension	171
8.1	Psychologische und gesellschaftliche Widerstände gegen darwinistische Weltbildumwälzungen	171
8.2	Konflikte zwischen Evolutionstheorie und humanistischer Moral?	173
8.2.1	Spencers Sozialdarwinismus	174
8.2.2	Drei Thesen	176
8.2.3	Rassismus	177
8.2.4	Eugenik	177
8.3	Brückenprinzipien für eine evolutionäre Ethik	179
8.3.1	Sein und Sollen	179
8.3.2	Gene vs. Umwelt: Hat die Soziobiologie ideologische Funktion?	180
8.3.3	Brückenprinzipien zwischen Sein und Sollen	181
8.4	Moral aus evolutionärer Sicht: Die Evolution sozialer Kooperation	183
8.5	Sozialdarwinismus vs. soziale Evolutionstheorie	185

Teil III

Menschlich – Allzu menschlich: Evolution der Kultur 189

9.	Kulturelle Evolution	191
9.1	Meme: Entstehung und Grundprinzipien der kulturellen Evolutionstheorie	192
9.2	Evidenzen für kulturelle Evolution	197
9.2.1	Nichtreduzierbarkeit der KE auf biologisch-genetische Evolution	198
9.2.2	Unbegrenzte geistig-kulturelle Kreativität und Nichtreduzierbarkeit der KE auf individuelle Einzelleistungen	201
9.2.3	Die Nichtintentionalität der KE: Nichtreduzierbarkeit auf Handlungstheorie	203
9.2.4	Scheitern alternativer Theorien – Kritik soziologischer Lerntheorien	205
9.2.5	Parallelitäten zwischen BE und KE	206
9.3	Kritik an der Memetik als eigene Wissenschaft	208
9.4	Das Problem der Lokalisation und Identität von Memen	210
9.5	Mechanismen der kulturellen Reproduktion	214
9.5.1	Imitation und Lernen	214
9.5.2	Kulturelle Evolution bei Tieren	216
9.5.3	Replikation, Reproduktion, Informationsübertragung und Retention	217
9.5.4	Mischvererbung, Stammlinienvereinigung und kulturelle Quasispezies	222
9.6	Detailfragen der kulturellen Variation	225
9.6.1	Gerichtete Variation	225
9.6.2	Makromutationen	226
9.6.3	Hohe Variationsrate	226

9.6.4	Variation als Interpretation: Interpretative Wissenschaften aus evolutionstheoretischer Perspektive	227
9.7	Detailprobleme der kulturellen Selektion	229
9.7.1	Fertilitätsfitness und Vitalitätsfitness von Memen	229
9.7.2	Selektionskriterien und Rationalitätskriterien – Ein Zusammenhang?	231
9.7.3	Fundamentalismus und Aufklärung: Weltanschauungen als Selektionsmechanismen	232
9.7.4	Autoselektion: Kopplung von Variation und Selektion.	233
9.7.5	Kulturelle Nischenkonstruktion und Umweltinduktion	234
9.8	Häufigkeitsabhängige Selektion.	235
9.8.1	Reflexive Häufigkeitsabhängigkeit	235
9.8.2	Negativ-reflexive Häufigkeitsabhängigkeit und nachhaltige kulturelle Vielfalt	236
9.8.3	Interaktive Häufigkeitsabhängigkeit und evolutionäre Spieltheorie	236
9.9	Zusammenfassung der Unterschiede der KE gegenüber der BE.	237
10.	Leistungen und exemplarische Anwendungsbereiche der kulturellen Evolutionstheorie	239
10.1	Beispiele für überzogene oder unfaire Kritiken an der KE-Theorie	239
10.2	Diamonds Menschheitsgeschichte als Musterbeispiel implizit-evolutionärer Geschichtsschreibung	242
10.3	Das Beispiel der technologischen Evolution	249
10.4	Weitere Anwendungen der KE-Theorie im Überblick	255
11.	Interaktionen zwischen der kulturellen, biologischen und individuellen Evolution	257
11.1	Individuelle Evolution und Arten des individuellen Lernens	257
11.1.1	Prägung	257
11.1.2	Klassische Konditionierung als Umweltinduktion	258
11.1.3	Operante Konditionierung als Evolutionsprozess	259
11.1.4	Einsicht und Konstruktion kognitiver Modelle.	260
11.2	Relative Vorteile von BE, KE und IE	261
11.3	Interaktionen zwischen KE und IE.	261
11.3.1	Arten sozialen Lernens.	261
11.3.2	Transfer von IE zu KE und verallgemeinerter Lamarckismus	262
11.4	Interaktionen zwischen KE und BE	263
11.4.1	Wilson-Effekt und Baldwin-Effekt – Ein Quasi-Lamarckismus	263
11.4.2	Gene vs. Kultur: Gegenläufigkeiten zwischen KE und BE	265
11.5	Ein „heißes Eisen“: Invers-korrelierte Reproduktion am Beispiel des IQ	267

Teil IV

Gedankliche Akrobatik: Mathematische Grundlagen und theoretische Modelle der verallgemeinerten

Evolutionstheorie 273

12. Mathematische Grundlagen der verallgemeinerten Evolutionstheorie 275

- 12.1 Dynamische Systeme, Differenz- und Differenzialgleichungen . . 275
- 12.2 Stabilität, Indifferenz und Instabilität von Trajektorien 278
- 12.3 Populationsdynamische Beschreibung evolutionärer Systeme . . 281
- 12.4 Genotypengleichgewichte ohne Selektion – Das Hardy-Weinberg-Gesetz 283
- 12.5 Einfache Evolution unter den Kräften der Selektion 284
 - 12.5.1 BE: Selektion eines dominanten Allels 284
 - 12.5.2 BE: Selektion eines rezessiven Allels 290
 - 12.5.3 KE: Selektion eines kulturellen (ungeschlechtlichen) Reprons 291
 - 12.5.4 Der allgemeine Fall: Differenz- vs. Differenzialgleichung 293

13. Theoretische Modelle I: Gerichtete Evolution ohne Häufigkeitsabhängigkeit 295

- 13.1 Evolution unter den Kräften von Selektion und Mutation 295
 - 13.1.1 BE: Selektion eines (rück)mutierenden dominanten Allels 295
 - 13.1.2 BE: Selektion eines (rück)mutierenden rezessiven Allels – Eine Bifurkation . . 297
 - 13.1.3 KE: Selektion eines (rück)mutierenden vorteilhaften Reprons 299
- 13.2 Arten von Polymorphismus 301
 - 13.2.1 Heterozygotenpolymorphismus in der BE. 301
 - 13.2.2 Multiple Nischen, Speziesvielfalt und Polymorphismus 303
 - 13.2.3 Multiple Nischen ohne Segregation führen nicht zu Vielfalt 304
 - 13.2.4 Freie Wahl der optimalen Nische führt zu Speziesvielfalt 305
 - 13.2.5 Multiple Nischen mit Migration führen zu genuinem Polymorphismus. . . . 306
 - 13.2.6 Der mathematisch allgemeine Fall ungeschlechtlicher Evolution 310

14. Theoretische Modelle II: Evolution mit Häufigkeitsabhängigkeit 311

- 14.1 Reflexive Häufigkeitsabhängigkeit 311
 - 14.1.1 Negative Häufigkeitsabhängigkeit – Wenn Evolution zyklisch wird 311
 - 14.1.2 Positive Häufigkeitsabhängigkeit – Wenn Evolution zu Extremen tendiert . . 313
 - 14.1.3 Gemischte Häufigkeitsabhängigkeit und Modezyklen 315
- 14.2 Ökologische Populationsdynamik I: Logistisches Wachstum . . . 316
- 14.3 Interaktive Häufigkeitsabhängigkeit und ökologische Populationsdynamik II 318
 - 14.3.1 Interspezieskonkurrenz 318
 - 14.3.2 Räuber-Beute-Dynamik. 321

15. Theoretische Modelle III: Evolutionäre Spieltheorie	323
15.1 Grundbegriffe der evolutionären Spieltheorie	323
15.1.1 Klassische Spieltheorie	323
15.1.2 Evolutionäre Spieltheorie.	326
15.2 Grundtypen symmetrischer Zweierspiele	332
15.2.1 Defektion-Kooperation (Gefangenendilemma) und die Paradoxie individueller Nutzenmaximierung.	332
15.2.2 Kampf-Kompromiss (Habicht-Taube) und das Gleichgewicht von Beharren und Nachgeben	335
15.2.3 Koordination und das Problem der Einigung	337
15.3 Spiele mit vielen Strategien: Sensitivität gegenüber Anfangs- und Randbedingungen und chaotische Evolutionsverläufe	341

Teil V

Gut und Böse, Wahr und Falsch: Die Evolution von Moral, Wissen und Glaube

345

16. Wie gut ist der Mensch? Die Evolution der Kooperation	347
16.1 Kooperation, Egoismus und Altruismus	347
16.2 Gruppenselektion bei ständiger Neuformierung	349
16.3 Korrelierte Paarung und Absprache: Die Evolution von Signalbedeutung	352
16.4 Tit for Tat: Reziprozität und das iterierte D-K-Spiel mit Gedächtnis	355
16.5 Entstehung von Kooperation aus Intraspeziesymbiose	358
16.6 Gemeinschaftliche Sanktion und Belohnung: Die evolutionäre Bedeutung von institutionalisierten Sanktionssystemen	360
16.7 Spezifisch menschliche Mechanismen der Kooperationsförderung	366
16.7.1 Intentionalverstehen, Mitgefühl und Fairness.	366
16.7.2 Betrugsaufdeckung und konditionales Schließen	367
16.7.3 Erfolgsabhängige Nachahmung und Nachbarschaftsstrukturen.	369
16.7.4 Die Doppelrolle der Religion: Stabilisator von Gruppenidentität und Legitimierer von Gruppenkonflikten.	372
16.7.5 Gewaltenteilung und moderne Demokratien	373
17. Wie vernünftig ist der Mensch? Zur Evolution von Kognition und Weltanschauung	375
17.1 Sprachevolution und linguistische Abstammungsbäume	375
17.2 Sprache und soziale Kognition, Intention und Kausalität: Zur kognitiven Differenz von Schimpanse und Mensch	380
17.3 Zwischen Modularität und Universalität: Die evolutionäre Architektur menschlicher Kognition	383

17.4	Egozentrischer Bias und verallgemeinerter Placeboeffekt:	
	Die Grenzen der evolutionären Erkenntnistheorie	390
17.5	Evolution von Religion	394
17.5.1	Multiple Beibehaltungsgründe für Religion: Der verallgemeinerte Placeboeffekt	395
17.5.2	Multiple Entstehungsgründe für Religion	397
17.6	Gefahren der Religion: Aufklärung, Religion und Metaaufklärung	399
17.6.1	Fundamentalismus	400
17.6.2	Aufklärung	402
17.6.3	Metaaufklärung und Schlussplädoyer	403
	Literatur	405
	Personenregister.	421
	Sachregister.	429

Vorwort und Einleitung

Die von Darwin begründete Evolutionstheorie hatte lange Zeit große Schwierigkeiten, nicht missverstanden zu werden und allgemeine Anerkennung zu finden. Zu ihrer Zeit stieß sie auf heftigen Widerstand. Immerhin lehrte sie, dass alles Leben auf der Erde bis hin zum Menschen in vielen Jahrmillionen durch natürliche Anpassungsprozesse entstanden sei, ohne dass dabei eine höhere zielgerichtete Schöpfungskraft, eine „lenkende Hand“ im Spiel war. Dadurch geriet die Darwin'sche Evolutionstheorie nicht nur mit Kirche und Religion, sondern auch mit alltäglichen Vorstellungen des Common Sense in heftigen Konflikt.

Mittlerweile hat die biologische Evolutionstheorie eine kaum zu überbietende wissenschaftliche Erfolgsgeschichte aufzuweisen. Zumindest in der akademischen Fachwelt bildet sie die unbezweifelte Grundlage der Lebenswissenschaften. Gerade in den letzten beiden Jahrzehnten war eine stetig anwachsende Flut von Berichterstattungen über die Evolution des Lebens zu konstatieren, die mithilfe der neuen computergestützten Visualisierungsmethoden auch die visuellen Medien erobert hat. Zwar tobt die ideologische Auseinandersetzung zwischen Evolutionstheorie und religiös-kreationistischer Welterklärung nach wie vor, doch wird heute längst nicht mehr darüber verhandelt, ob die Evolutionstheorie eine akademisch akzeptable Theorie ist oder nicht. Es geht vielmehr umgekehrt um die Frage, ob eine rein naturalistische Welterklärung durch natürliche Evolutionsprinzipien ausreicht oder ob nicht doch, zumindest auf irgendeiner Ebene, auf intelligente Schöpfungskräfte zurückgegriffen werden muss, so wie dies in jüngster Zeit von Vertretern des anthropischen Prinzips in der Kosmologie vorgeschlagen wurde.

Wenn wir uns also in der Zeit einer stetig anwachsenden Flut von Literatur über Evolution befinden, warum dann ein weiteres Buch über Evolutionstheorie aus der Hand eines Wissenschaftsphilosophen? Weil sich in der Zwischenzeit, über die biologische Evolutionstheorie hinaus, ein wesentlich umfassenderes wissenschaftliches Theoriegebilde bzw. Paradigma herausgebildet hat, zu dem es bislang kaum eine Gesamtdarstellung gibt. Ich nenne dieses Paradigma bzw. Theoriegebilde die *verallgemeinerte* Evolutionstheorie. In einigen Fachgebieten wurde teilweise unabhängig voneinander die Darwin'sche Evolutionstheorie nämlich derart verallgemeinert, dass sie auf ganz neuartige Gebiete angewandt werden konnte, die außerhalb des Bereichs der Biologie liegen. Dabei werden die drei Darwin'schen Prinzipien der Reproduktion, Variation und Selektion von ihren biologisch-genetischen Grundlagen abgelöst und als abstrakte Eigenschaften dynamischer Systeme aufgefasst.

Das Neuartige des vorliegenden Werkes soll darin liegen, diese verallgemeinerte Evolutionstheorie in interdisziplinärer und philosophischer Gesamtsicht dem Leser nahezubringen. Die biologische Evolution auf dem neuesten Wissensstand darf in diesem Werk selbstverständlich nicht fehlen, ebenso wenig wie die aktuelle philosophische Auseinandersetzung mit dem Kreationismus und dem anthropischen Prinzip. Doch dies bildet nur einen Teil einer Gesamtdarstellung, in der auch die kulturelle Evolutionstheorie und die evolutionäre Spieltheorie, die evolutionäre Erkenntnistheorie und Psychologie sowie die evolutionäre Ethik ihren Platz haben, bis hin zu neuen Theorien der präbiologisch-kosmischen Protoevolution, zur mathematischen Evolutionstheorie und zur wissenschaftstheoretischen Fundierung der abstrakten Theorie evolutionärer Systeme.

Mit etwas Wagemut kann die wissenschaftsphilosophische These formuliert werden, dass die verallgemeinerte Evolutionstheorie derzeit im Begriff ist, sich über ein Leitparadigma der Lebenswissenschaften hinaus zu einem übergreifenden Rahmenparadigma aller gegenstandsbezogenen Wissenschaften und der zugehörigen Wissenschaftsphilosophien zu entwickeln, von der Kosmologie bis zu den Kulturwissenschaften. Dies schließt nicht aus, dass daneben auch noch andere Leitparadigmen, beispielsweise die Systemtheorie oder die Handlungstheorie, eine bedeutende Rolle spielen können. Wir werden an entsprechenden Stellen dieses Buches herausarbeiten, wie solche Paradigmen in die verallgemeinerte Evolutionstheorie eingebettet werden können.

Zwar gab es schon Ende des 19. Jahrhunderts, noch zu Lebzeiten Darwins, Verallgemeinerungsversuche der Evolutionstheorie, jedoch in Gestalt des sogenannten Sozialdarwinismus, der auf mehreren gravierenden Fehlinterpretationen der Darwin'schen Evolutionstheorie beruhte. Beispielsweise gibt es in der modernen Evolutionstheorie keinen Automatismus zur Höherentwicklung, wie es der Sozialdarwinismus lehrte. Schon gar nicht gibt es ein Gesetz der Selektion des Stärksten, sondern nur eine Selektion des Bestangepassten, welche auch die Evolution von Altruismus und Kooperation befördern kann. Aufgrund solcher ideologischer Missdeutungen waren Verallgemeinerungsversuche der Evolutionstheorie bis in die frühen 1970er Jahre im geisteswissenschaftlichen Lager schlecht angesehen, was sich auch in der überwiegenden Ablehnung der Wilson'schen *Soziobiologie* seitens sozial- und geisteswissenschaftlicher Disziplinen äußerte. Die bahnbrechenden Erfolge der Evolutionstheorie, von der „modernen Synthese“ (*modern synthesis*) bis zur Entdeckung des genetischen Codes, haben sich bis in die 1970er Jahre vorwiegend auf die Naturwissenschaften beschränkt. Dort führten sie jedoch durch zahlreiche neue Erkenntnisse, z. B. über die Existenz von Zufallsdriften und anderen nicht adaptivistischen Prozessen, zu einem wesentlich fortgeschritteneren Bild von biologischer Evolution, verglichen zu früheren Vorstellungen von biologischer Arterhaltung oder universalem Anpassungsdrang.

Die entscheidenden wissenschaftlichen Anstöße zur Entwicklung einer verallgemeinerten Evolutionstheorie erfolgten dagegen erst ab den späten 1970er Jahren. In diesem Zeitraum entwickelte Richard Dawkins den Begriff des *Mems* als kulturellem Gegenstück des Gens. Meme sind nicht angeborene, sondern erworbene menschliche Ideen und Fertigkeiten, die durch den Mechanismus der kulturellen Tradition reproduziert werden. Dawkins postulierte damit eine eigenständige Ebene der kul-

turellen Evolution, und diese Idee wurde seither von vielen bekannten Wissenschaftlern weiterentwickelt. Der Begriff der Kultur wird dabei im weiten Sinne verstanden – er umfasst nicht nur Religion, Moral und Kunst, sondern auch Rechtssysteme und soziale Institutionen sowie insbesondere Sprache, Wissen und Technologie.

In etwa dieselbe Zeit fällt die Entwicklung der *evolutionären Spieltheorie* durch John Maynard Smith, die sich in der Ökonomie und den Sozialwissenschaften mittlerweile zum bedeutendsten Theorienansatz weiterentwickelt hat, mit dem die Evolution von Handlungsinteraktionen beschreibbar und durch Computersimulationen voraussagbar ist. Ebenfalls in den 1970er Jahren hat Neil A. Campbell seine auf Begriffen der Variation, Selektion und Retention basierende verallgemeinerte Evolutionstheorie entwickelt, die auch präbiologische Prozesse in der Chemie oder im Kosmos erfasst und sich ebenfalls zwanglos in die hier entwickelte Konzeption der verallgemeinerten Evolutionstheorie einfügt.

Campbell hat auch wesentlich zur *evolutionären Erkenntnistheorie* beigetragen, die schon in den 1940er Jahren durch Lorenz angeregt wurde. Die ältere evolutionäre Erkenntnistheorie steht mit ihrem Glauben an den evolutionären Wahrheitsfortschritt in interessantem Kontrast zur jüngeren Disziplin der *evolutionären Psychologie*, insbesondere der evolutionären Kognitionspsychologie. Für die Analyse dieses Gegensatzes erweist sich der Rahmen der verallgemeinerten Evolutionstheorie als ebenso nützlich wie für die Analyse zweier weiterer Gebiete, die den Abschluss dieses Buches bilden. Das erste Gebiet bildet die Frage nach den Möglichkeiten der Evolution von *sozialer Kooperation*, einer der Hauptfragen der evolutionären Spieltheorie, zu der es mittlerweile eine Flut von Spezialliteratur gibt. Soziale Kooperation kann zwar vergleichsweise leicht entstehen, doch ihre nachhaltige evolutionäre Stabilisierung gegenüber „Ausbeutern“ sieht sich bekanntlich hartnäckigen Schwierigkeiten gegenüber und erfordert komplexe soziale Mechanismen wie z. B. gemeinschaftliche Reputations- oder Sanktionssysteme. Das zweite Gebiet ist die Erklärung der evolutionären Nachhaltigkeit von *Religionen*, auch noch in den zivilisatorisch fortgeschrittensten Teilen dieser Welt. Als Erklärung dieses Phänomens wird der *verallgemeinerte Placeboeffekt* vorgeschlagen. Auch dieser Effekt lässt sich nur im Rahmen der verallgemeinerten Evolutionstheorie befriedigend erfassen.

Fastet man die gesamte Literatur in jenen Disziplinen ins Auge, die in das so umschriebene Gebiet der verallgemeinerten Evolutionstheorie fallen, so erreicht diese Literatur einen hohen Grad an Interdisziplinarität und eine für Laien wie Spezialisten verwirrende Komplexität. Im vorliegenden Buch wird diese Komplexität systematisiert, sprachlich vereinheitlicht und allgemein verständlich dargestellt, ohne besondere Vorkenntnisse vorauszusetzen. Das besondere Augenmerk gilt dabei den philosophischen Grundlagen und Letztfragen, die immer wieder angesprochen werden.

Als weitere Besonderheit dieses Buches werden wir aufzeigen, wie sich die Beschreibungsmodelle der biologischen Populationsgenetik, der Memtheorie und der evolutionären Spieltheorie auf Variationen ein und desselben Grundmodells zurückführen lassen. Durch all ihre vielfältigen und sehr konkreten Anwendungen hindurch wird nämlich die Gesamtdisziplin der verallgemeinerten Evolutionstheorie in ihrem Kern von einer einheitlichen und mathematisch im Detail ausformulierten

Theorie zusammengehalten, und diese erst rechtfertigt es, von der verallgemeinerten Evolutionstheorie nicht nur in einem metaphorischen, sondern *genuin theoretischen* Sinn zu sprechen.

Der besseren Orientierung halber ist das Buch in fünf aufeinander aufbauende Teile gegliedert, die Kapitel sind jedoch fortlaufend durchnummeriert. Abbildungen, Tabellen und Boxen (die allgemein-philosophische Erläuterungen enthalten) sind kapitelweise nummeriert (z. B. Abb. 3.4 = Abb. 4 von Kap. 3). Kapitel- und Abschnittsverweise mit Literaturbezug beziehen sich auf das genannte Buch (z. B. Meier 2000, Kap. 5) und mit Verweisfeilen auf das vorliegende Buch (► Kap. 5).

Teil I behandelt die historische Entwicklung und die modernen Grundlagen der biologischen Evolutionstheorie sowie aktuelle Theorien zu protoevolutionären Entwicklungsprozessen im Kosmos. Dabei konzentrieren wir uns auf die philosophische Auseinandersetzung mit dem Kreationismus, dem anthropischen Prinzip und den letzten Warum-Fragen. In **Teil II** werden die grundsätzlichen Schritte zur Verallgemeinerung der Evolutionstheorie vorgenommen sowie die wissenschaftstheoretischen Grundfragen und ethischen Konsequenzen der verallgemeinerten Evolutionstheorie behandelt. Bei den wissenschaftstheoretischen Grundfragen geht es insbesondere um das moderne Verständnis des Begriffs der *Funktion* und um die Frage der *Reduzierbarkeit* bzw. Nichtreduzierbarkeit von „höheren“ Wissenschaften wie z. B. der Biologie auf die Physik. Das ethische Schlusskapitel enthält eine Kritik des Sozialdarwinismus sowie eine Diskussion von Prinzipien einer evolutionären Ethik und ihrer Beziehung zu Prinzipien der humanistischen Ethik.

Teil III enthält die Übertragung der verallgemeinerten Evolutionstheorie auf die kulturelle Evolution. Nach einer kritischen Einführung in die aktuelle Kontroverse um die Theorie der Meme werden aktuelle Anwendungen der kulturellen Evolutionstheorie vorgestellt sowie die Wechselwirkungen zwischen biologischer, kultureller und individueller Evolution analysiert. Daran anknüpfend werden in **Teil IV** die mathematischen Modelle der Populationsgenetik und der Populationsdynamik von Memen in vereinheitlichter Weise dargestellt und nahtlos in die Modelle der evolutionären Spieltheorie übergeführt. Dieser Teil ist aus zwei Gründen fundamental. Erstens, weil in ihm das einheitliche Kernstück der verallgemeinerten Evolutionstheorie herausgearbeitet wird. Zweitens, weil darin gezeigt wird, warum bedeutende evolutionstheoretische Einsichten erst durch die präzisen Modelle der Populationsdynamik und ihrer mathematisch-computergestützten Analyse ermöglicht werden. Zugleich ist Teil IV der einzige der fünf Teile, welcher dem Leser etwas „Gedankenakrobatik“ in Form mathematischer Gleichungen vom Niveau gymnasialer Oberstufenmathematik zumutet, deren wesentlicher Gehalt aufgrund der grafischen Illustrationen, aber auch ohne genaues mathematisches Verständnis nachvollzogen werden kann. **Teil V** beschließt das Buch schließlich mit einer vertieften Analyse des Problems der Evolution von sozialer Kooperation sowie der Evolution von menschlicher Kognition, Weltanschauung und Religion im Spannungsfeld zwischen Rationalität und Irrationalität.

Für wertvolle Hilfestellungen bei der Erstellung und Abfassung des Buchmanuskripts danke ich insbesondere meinem Kollegen Axel Bühler, meinen Mitarbeitern Katja Ludwig, Erasmus Scheuer, Hakan Beseoglu und Veronika Linke, meiner Frau Dorothea Schurz-Weisheit und meiner Tochter Christine Schurz, sowie meinen

geschätzten Düsseldorfer Diskussionspartnern und Kollegen Dieter Birnbacher, Werner Kunz, Hans Geisler, Klaus Lunau, Michael Baurmann, Markus Werning, Ioannis Votsis, Ludwig Fahrbach, Eckhart Arnold, Elmar Hermann, Jens Fleischhauer und Matthias Unterhuber. Dank für hilfreiche Korrespondenz schulde ich ferner Gerhard Vollmer, Wolfgang Wickler, Lucie Salwiczek, Marcel Weber, Martin Carrier, Paul Hoyningen-Huene, Hannes Leitgeb, Hartmut Kliemt, Heinz Wimmer, Josef Perner, Gernot Kleiter, Niki Pfeifer, Ruth G. Millikan, Samir Okasha, Philip Kitcher, Brian Skyrms, Alvin Goldman, Simon Huttegger, Reiner Hegselmann, Igor Douven und Kevin Kelly. Für die gute Zusammenarbeit mit dem Verlag bedanke ich mich bei Andreas Rüdinger und Heidemarie Wolter. Mich selbst hat das Gebiet der verallgemeinerten Evolutionstheorie im Laufe meiner Arbeit immer mehr fasziniert, und ich wünsche mir, dass etwas von dieser Faszination auf die geschätzte Leserin bzw. den geschätzten Leser übergeht.

Düsseldorf, im März 2010

Gerhard Schurz