

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: Von Darwin bis zur biologischen Evolutionstheorie der Gegenwart</i>	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 Bestätigkraft 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: Exadaptation und Präadaptation	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 Letzfrage	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 soziologistischer 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 Intraspeziessymbiose	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 Betragusaufdeckung und konditionales Schließen	367
16.7.3 Erfolgsabhängige Nachahmung und Nachbarschaftsstrukturen.	369
16.7.4 Die Doppelrolle der Religion: Stabilisator von Gruppenidentität und Legitimator 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 Schlusspläoyer	403
Literatur	405
Personenregister	421
Sachregister	429