

# 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	<b>Biogeografie: Evolutionäre Erklärung geografischer Variation . .</b>	72
3.3	<b>Unabhängige Methoden der Altersbestimmung . . . . .</b>	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	<b>Unabhängige Methoden der Generierung evolutionärer Stammbäume . . . . .</b>	79
3.5	<b>Die Bestätigungskraft unabhängiger Evidenzen. . . . .</b>	86
4.	<b>Was man liberalen Kreationisten und Teleologen entgegenhält: Evidenzen gegen das Designargument und Auflösung von Denkschwierigkeiten . . . . .</b>	89
4.1	Suboptimalitäten in der Evolution: Evidenzen gegen das Designargument . . . . .	89
4.2	<b>Kann das denn alles wirklich ohne das Wirken höherer Kräfte entstanden sein? Fundamentale Denkschwierigkeiten und ihre Auflösung . . . . .</b>	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	<b>Aber wie entsteht die erste Zelle? Kooperation unter RNS- Molekülen und die präbiotische Evolution primitivsten Lebens . .</b>	101
4.4	<b>Wunder des Lebens und Wunder der Zeit: Quasigöttliche Unvorstellbarkeiten . . . . .</b>	105
5.	<b>Das anthropische Prinzip: Auferstehung des Kreationismus in der Kosmologie? . . . . .</b>	107
5.1	<b>Astrobiologie: Wie (un)wahrscheinlich ist die Entstehung von Leben im Universum? . . . . .</b>	107
5.2	<b>Das anthropische Prinzip: Begründung vs. Erklärung . . . . .</b>	113
5.3	<b>Alternative Erklärungen des Unwahrscheinlichen: Vier Zugänge zur Letztfrage . . . . .</b>	115
5.4	<b>In welchem Sinn unwahrscheinlich? Objektive und subjektive Wahrscheinlichkeit . . . . .</b>	117
5.5	<b>Ist der Erklärungsdurst stillbar? Zur Illusion von Letzterklärungen .</b>	119
5.6	<b>Kreationismus von vornherein unwissenschaftlich? Empirisch kritisierbare vs. unkritisierbare Kreationismusformen . . . . .</b>	120
5.7	<b>Rationalisierter Kreationismus und Voraussagekriterium: Das Abgrenzungsproblem . . . . .</b>	122
5.8	<b>Bayesianische Bestätigung des Kreationismus? . . . . .</b>	124
5.9	<b>Wissenschaftliche Erklärungsversuche: Schwarze Löcher und Urknalle – Evolution des Kosmos? . . . . .</b>	126

## Teil II

### Evolution überall? Verallgemeinerung

<b>der Evolutionstheorie</b> . . . . .	129
 <b>6. Prinzipien moderner Evolutionstheorie und ihre Verallgemeinerung.</b> . . . . .	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
 <b>7. Wissenschaftstheoretische Grundlagen der Evolutionstheorie</b> . . . . .	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

<b>8.</b>	<b>Konflikte zwischen Evolutionstheorie und humanistischem Weltbild: Die ethische Dimension . . . . .</b>	<b>171</b>
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

<b>Menschlich – Allzu menschlich: Evolution der Kultur . . . .</b>	<b>189</b>
--	------------

<b>9.</b>	<b>Kulturelle Evolution . . . . .</b>	<b>191</b>
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
<b>9.7</b>	<b>Detailprobleme der kulturellen Selektion . . . . .</b>	<b>229</b>
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
<b>9.8</b>	<b>Häufigkeitsabhängige Selektion. . . . .</b>	<b>235</b>
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
<b>9.9</b>	<b>Zusammenfassung der Unterschiede der KE gegenüber der BE. . . . .</b>	<b>237</b>
<b>10.</b>	<b>Leistungen und exemplarische Anwendungsbereiche der kulturellen Evolutionstheorie . . . . .</b>	<b>239</b>
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
<b>11.</b>	<b>Interaktionen zwischen der kulturellen, biologischen und individuellen Evolution . . . . .</b>	<b>257</b>
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

<b>15. Theoretische Modelle III: Evolutionäre Spieltheorie . . . . .</b>	<b>323</b>
<b>15.1 Grundbegriffe der evolutionären Spieltheorie . . . . .</b>	<b>323</b>
15.1.1 Klassische Spieltheorie . . . . .	323
15.1.2 Evolutionäre Spieltheorie. . . . .	326
<b>15.2 Grundtypen symmetrischer Zweierspiele . . . . .</b>	<b>332</b>
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
<b>15.3 Spiele mit vielen Strategien: Sensitivität gegenüber Anfangs- und Randbedingungen und chaotische Evolutionsverläufe . . . . .</b>	<b>341</b>

## Teil V

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

345

<b>16. Wie gut ist der Mensch? Die Evolution der Kooperation. . . . .</b>	<b>347</b>
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 Legitimater von Gruppenkonflikten. . . . .	372
16.7.5 Gewaltenteilung und moderne Demokratien . . . . .	373
<b>17. Wie vernünftig ist der Mensch? Zur Evolution von Kognition und Weltanschauung . . . . .</b>	<b>375</b>
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

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