

Inhalt

Vorwort XI

1 Einleitung 1

2 Fundamentale Größen 11

Erwartung an Konstanz im kosmischen Geschehen 11

Erwartung an konstante Größen und Gleichungen 13

Fundamentalkonstanten 15

3 Kosmologische Modelle 23

Der Ausgangspunkt 23

Ein Universum ohne fortwährenden lokalen Energieeintrag 26

Ein quasistatisches Universum 31

Ein Universum wachsender Energie und abnehmender globaler
Dichte 32

Entstehung von Strukturen im Raum und Sternentstehung 34

4 Die Entstehung der chemischen Elemente 37

Vom trüben zum transparenten Kosmos 37

Die Interpretation der homogenen kosmischen Mikrowellen-
hintergrundstrahlung als »Echo« des transparent werdenden,
weitgehend homogenen Frühuniversums 39

Wasserstoff und Helium 40

Sternentstehung und Hauptreihensterne 43

Die Bildung mittelschwerer Elemente 49

Die Entstehung schwerer Elemente 53

5 Die Bildung chemischer Verbindungen 63

Reaktionen in thermischen Plasmen 63

6 Entstehung von Festkörpern und Grenzflächen 71

7 Die molekulare Evolution 79

Das naturwissenschaftliche Verständnis des Lebens als besondere
Form molekularer Selbstorganisation 79

Selektion und Anpassung von Molekülen in hierarchisch
organisierten Systemen 81

Das modulare Prinzip in den Molekülarchitekturen
von Proteinen 94

Information in Molekülen 97

Raumorganisation durch Dimensionsreduzierung 100

Definition von »Innen« und »Außen« durch molekulare
Selbstassemblierung zu Membranen 103

Der »Aggregatzustand« des Zellplasmas – eine Hierarchie
abgestufter molekularer Beweglichkeit 109

Autokatalytische Systeme im Raum 111

Molekulare Evolution und »RNA-Welt« 118

Funktionstrennung im molekularen Informationsmanagement 124

8 Die »Erfindung« der Zelle 131

Die Zelle – Entstehungshypothesen 131

Die Zelle als Prinzip der zeitlichen Organisation 135

Die Zelle als Instrument der funktionellen Integration 138

Hypothetische Funktionen einer Minimalzelle 141

Frühe Zellen in der Evolution 142

Die Rolle der Prokaryonten in der frühen Evolution 145

Exobiologie – extraterrestrische Zellen 146

Prokaryonten und Ökosysteme 148

9 Eukaryontische Zellen 151

Aufbau und Merkmale eukaryontischer Zellen 151

Die Entstehung eukaryontischer Zellen in der Evolution 153

Eukaryontische Einzeller (Protisten) 156

10 Vielzeller 159

Klone, Kolonien und vielzellige Organismen 159

Schleimpilze – vom amöboiden Mikroorganismus zum vielzelligen
System 160

Typen mehrzelliger Organismen 165

Individuelle Morphogenese 167
Adaptation von Organismen durch Selektion von Zellen 171

11 Wechselbeziehungen zwischen Organismen 173

Abstammung 173
Konkurrenz 174
Biozöosen 177

12 Hypothesen zur Entwicklung der Erde als Gesamtsystem 179

Die Frühzeit der Erde 179
Entstehung anaerober Biozöosen 183
Ökologische Katastrophen der anaeroben Biosphäre 184
Autotrophe Organismen, Stoffwechselumbau und Umbau
der Atmosphäre 186
Anpassung des atmosphärischen Treibhauseffektes 189

13 Die kulturelle Evolution 193

Menschwerdung und Sprache 193
Objektunabhängige Verständigung und Tradition 197
Subjektunabhängige Tradierung durch Schrift 198
Direktionalität der Informationsübertragung 200

14 Grundlegende offene Fragen 203

Der Ursprung des Weltalls – wie und warum ist die Welt ent-
standen? 203
Die ersten Augenblicke – was geschah, bevor sich Elementarteilchen
bildeten? 204
Die Natur der Materie – warum gibt es Elementarteilchen? 204
Das Geheimnis der Biologie – was ist Leben? 205
Die Entstehung des Lebens – wie entstand die erste Zelle? 206
Leben außerhalb der Erde – wo entsteht Leben und wie breitet es
sich im Weltall aus? 207
Außerirdische Zivilisationen – gibt es intelligentes Leben außerhalb
der Erde? 208
Unendliche Synthese – sind Leben und Kultur sterblich? 210

Namensliste 213

Ausgewählte Literatur 215