

Inhalt

1 Einleitende Gedanken — 1

- 1.1 Die Frage nach der Schöpfung der Welt — 1
- 1.2 Eine naturwissenschaftliche Schöpfungsgeschichte entsteht — 3

2 Am Anfang war der Wasserstoff — 16

- 2.1 Das Universum dehnt sich aus — 16
- 2.2 Die kosmische Hintergrundstrahlung — 21
- 2.3 Die Evolution des Universums – das Standardmodell — 28
- 2.4 Kurze thermische Geschichte des Universums — 33
- 2.5 Primordiale Nukleosynthese — 52
- 2.6 Das ganz frühe Universum – Spekulationen und Fakten — 61
- 2.6.1 Hadronisierung – Quarks verschwinden für immer in Nukleonen — 62
- 2.6.2 Inflation im Universum — 68

3 Galaxien und Sterne – Strukturen im Universum — 80

- 3.1 Dichtefluktuationen, gravitative Instabilitäten und die Jeans-Masse — 88
- 3.2 A star is born — 97

4 Das lange Leben der Sterne — 107

- 4.1 Ein Stern wird modelliert — 108
- 4.2 Gamows Idee — 115
- 4.3 Am Anfang brennt der Wasserstoff — 123
- 4.4 ...und immer wieder geht die Sonne auf — 135
- 4.4.1 Botschafter aus dem Sonneninneren – solare Neutrinos — 138
- 4.4.2 Der Klang der Sonne – Helioseismologie — 147
- 4.5 Heliumbrennen – Zukunft der Sonne als Roter Riese — 153
- 4.6 Heliumbrennen in massereichen Sternen – Rote Riesen als Quelle des Lebens — 165
- 4.7 Fortgeschrittene Brennphasen – nun geht alles ganz schnell — 169
- 4.8 Kurzer Lebenslauf eines Sterns — 178
- 4.9 Erstes Licht — 182

5 Das Sterben von Sternen — 187

- 5.1 Massearme Sterne: Planetarische Nebel und Weiße Zwerge — 193
- 5.2 Sterne im intermediären Massenbereich:
 - Elektroneneinfang-Supernova — 199
- 5.3 Massereiche Sterne: Supernovae und Neutronensterne — 210
- 5.3.1 Ein wissenschaftlicher Glückssfall: SN1987a — 211
- 5.3.2 Der Anfang vom Ende: Kollaps des Eisencores — 214
- 5.3.3 Die Macht der Neutrinos: Der Stern explodiert — 225

- 5.3.4 Heller als Milliarden Sonnen: die Supernova-Lichtkurve — **233**
5.3.5 Supernovae strahlen in Neutrinos — **235**
5.3.6 Nuklide produziert durch Neutrinos — **239**
5.3.7 Angeheizt durch die Stoßwelle: explosive Nukleosynthese — **244**
5.3.8 Historische Beobachtungen und Klassifikation — **251**
5.3.9 Heller als Millionen Supernovae: Gammablitze und Hypernovae — **258**
5.3.10 Untergang nach der Paarung: Paar-Instabilitäts-Supernova — **265**
5.4 Unvorstellbar kompakt: Neutronensterne und Schwarze Löcher — **270**
5.4.1 Labore der Starken Wechselwirkung: Neutronensterne — **271**
5.4.2 Materie in ihrem ultimativen Extrem: Schwarze Löcher — **289**
- 6 Die Wiedergeburt — 304**
6.1 Vampire am Himmel: Nova-Explosionen — **310**
6.2 Große Vampire am Himmel: Thermonukleare Supernovae — **320**
6.3 Alltägliche Routine: Röntgenausbrüche — **341**
- 7 Die Faszination des Goldes — 353**
7.1 Das Dilemma der Goldproduktion — **356**
7.2 S-Prozess – die langsame Produktion schwerer Elemente in
Riesensternen — **362**
7.3 R-Prozess – der schnelle Weg zu den schwersten Elementen — **383**
7.4 Die kernphysikalische Zukunft — **414**
- 8 Die Milchstraße – Hexenkessel der Elemente — 428**
8.1 Galaxie im Kasten – Entwicklung der Metallizität — **432**
8.2 Sauerstoff und Eisen – Wettstreit der Supernovae — **436**
8.3 Chemie in der Nachbarschaft – Entwicklung der Elemente in der
Milchstraße — **442**
8.3.1 Das Erbe der Supernovae – die leichten und mittelschweren
Elemente — **443**
8.3.2 Riesensterne und Neutronensternverschmelzungen – die schweren
Elemente — **452**
- 9 Die nächsten 14 Milliarden Jahre und danach — 464**
9.1 Twinkle little star – das stellare Zeitalter — **465**
9.2 Ferne Zukunft: Das Zeitalter der entarteten Sterne — **479**
9.3 Die ganz ferne Zukunft: Nichts bleibt, wie es ist? — **487**
9.4 Nachgedanken und Haftungsausschluss — **500**

10 Danksagung — 503

Bildnachweis — 507

Literaturempfehlungen — 515

Stichwortverzeichnis — 521

