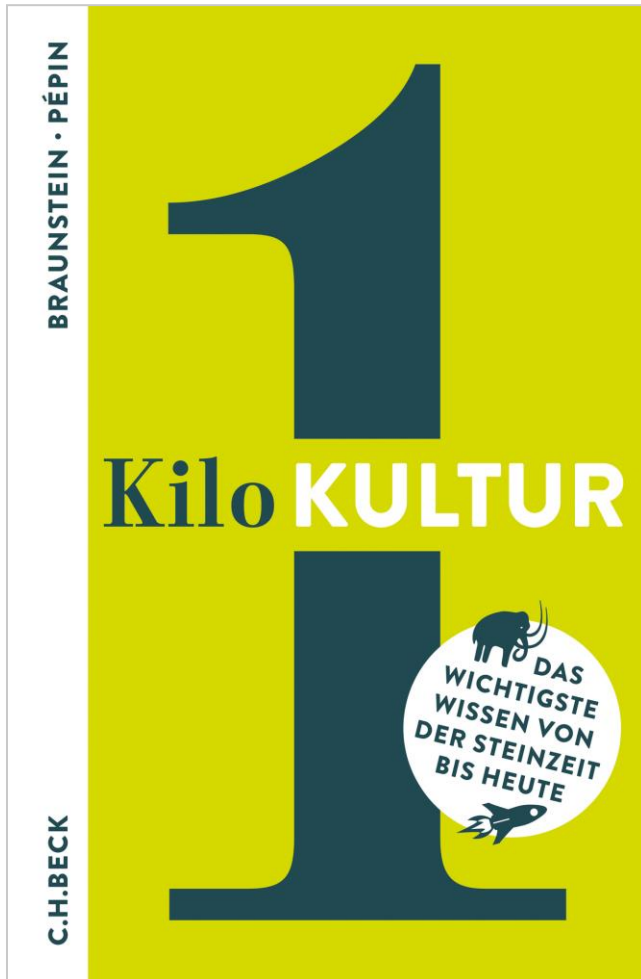


Unverkäufliche Leseprobe



Florence Braunstein / Jean-François Pépin
1 Kilo Kultur

Das wichtigste Wissen von der Steinzeit bis heute

2017. 1296 Seiten. Gebunden
ISBN: 978-3-406-70597-7

Weitere Informationen finden Sie hier:
<http://www.chbeck.de/17678752>

FLORENCE BRAUNSTEIN ■ JEAN-FRANÇOIS PÉPIN

Kilo KULTUR

C.H.BECK

Wie schwer wiegt Allgemeinbildung? Ziemlich schwer, denn sie erleichtert Schule, Studium, Beruf, Flirt und Smalltalk, und sie wiegt jetzt genau 1 Kilo. Das «Kilo Kultur» gibt einen Überblick über die gesamte Kulturgeschichte der Menschheit von der Vorgeschichte bis heute. Es lässt sich als spannender Crash-Kurs von vorne bis hinten lesen, aber es ermöglicht durch die klare Gliederung nach Epochen, Ländern und Kulturformen – Philosophie, Literatur, Musik, Architektur, Malerei u. a. – auch den gezielten Zugriff auf einzelne Themen. Das erste Kilo, das Flügel verleiht.

Florence Braunstein hat 25 Jahre lang Studium-generale-Kurse an großen Pariser Universitäten gegeben. Von ihr sind rund dreißig Bücher erschienen, darunter die beiden mit Jean-François Pépin verfassten Bestseller «La Culture générale pour les nuls» (mehr als 200 000 Exemplare) und «1 Kilo de culture générale».

Jean-François Pépin lehrt als Professor für Geschichte, Ökonomie und Soziologie an verschiedenen Pariser Universitäten. Zahlreiche Publikationen, vor allem zur Kulturgeschichte der Antike.

Alexander Kluy lebt als freier Journalist und Kritiker in München. Er ist Autor und Herausgeber von zwanzig Büchern, darunter kulturgeschichtliche Reiseleiter und Anthologien, Sachbücher und Biographien.

FLORENCE BRAUNSTEIN ■ JEAN-FRANÇOIS PÉPIN

Kilo KULTUR

Unter Mitarbeit von
Alexander Kluy
für die deutsche
Ausgabe

Aus dem
Französischen von
Nikolaus de Palézieux


DAS
WICHTIGSTE
WISSEN VON
DER STEINZEIT
BIS HEUTE



C.H.BECK

Für meinen Vater Aurel Braunstein in memoriam

Titel der französischen Originalausgabe:
«1 kilo de culture générale»
© Presses Universitaires de France, Paris 2014

Die Originalausgabe wurde für die deutsche Ausgabe gekürzt und bearbeitet.

Für die deutsche Ausgabe:
© Verlag C.H.Beck oHG, München 2017
Satz: Janß GmbH, Pfungstadt
Druck und Bindung: CPI – Claussen & Bosse, Leck
Umschlaggestaltung und Layout: Geviert, Grafik und Typografie, Christian Otto
Vignetten: © Shutterstock
Gedruckt auf säurefreiem, alterungsbeständigem Papier
(hergestellt aus chlorfrei gebleichtem Zellstoff)
Printed in Germany
C.H.Beck Paperback 6266
ISBN 978 3 406 70597 7

www.chbeck.de

Inhalt

1 ■ Vor- und Frühgeschichte



I. Das Universum erklären 22

1. Die Griechen und die ersten vernunftgemäßen Erklärungen 23
2. Nach Ptolemäus: Von Kopernikus bis Einstein 25
3. Big Bang – Der Urknall 30
4. Die Stringtheorie 34

II. Geschichte der Erde – Entstehung und Evolution 35

1. Das Präkambrium 38
2. Das Phanerozoikum 40
3. Die großen Eiszeiten 48
4. Das Holozän 49

III. Die Vorgeschichte:

7 Millionen Jahre bis zur Erfindung der Metallurgie (2500 Jahre v. u. Z.) 50

1. Das Paläolithikum 52
2. Das Epipaläolithikum und das Mesolithikum 74
3. Das Neolithikum 77
4. Die Kunst der Felszeichnung im Neolithikum und
in der Eisenzeit 81
5. Megalithe und megalithische Kunst 83
6. Die Füße im Wasser: Städte am See 86

IV. Die Zivilisationen der Metallverarbeitung (2500–25 v. Chr.) 87

1. Die Kupferzeit 87
2. Die Bronzezeit 88
3. Die Eisenzeit 90

4. Völker, die von anderswo kamen:
Skythen und Steppennomaden 92
5. Kelten: Die großen Invasionen 95

V. Die Urgeschichte in anderen Teilen der Welt 104

1. China 104
2. Japan und Korea 105
3. Indien 106
4. Der amerikanische Kontinent 107



2 ■ Die frühen Hochkulturen des Nahen und Mittleren Ostens

I. Mesopotamien 111

1. Vorspiel zu den frühen Kulturen 111
2. Die Akkad-Zeit, ein mächtiges Reich (2375–2180 v. Chr.) 120
 3. Die neo-sumerische Zeit (2200–2000 v. Chr.) 121
 4. Die dritte Dynastie von Ur (2112–2004 v. Chr.) 122
 5. Die Zeit der Amoriter (2204–1595 v. Chr.) 124
 6. Die Zeit der Kassiter (1595–1080 v. Chr.) 126
 7. Babylon von etwa 1000 bis um 600 v. Chr. 128

II. Anatolien 131

1. Wer sind die Hethiter? 131
2. Die Hurriter, Ursprung unbekannt 134

III. Die Phönizier 137

1. Das phönizische Alphabet 138
2. Die Kunst der Phönizier: Unter ägyptischem Einfluss 138
3. Die Religion der Phönizier: Fruchtbarkeit und Prostitution 139

IV. Assyrien 140

1. Die paläo-assyrische Kunst zum Ruhme Assurs 141
 2. Die assyrische Religion 142
 3. Die Seevölker – Ein Rätsel 142
4. Das Reich der Meder (7. Jahrhundert bis 550 v. Chr.)
und iranische Stämme 143

V. Persien 145

1. Kyros II., Vater der Menschenrechte 145
2. Dareios I. (522–486 v. Chr.) und der Beginn der Perserkriege 146
3. Die erste persische Invasion und die Schlacht von Marathon (490 v. Chr.) 146
4. Die zweite persische Invasion: Von den Thermopylen bis nach Salamis (480 v. Chr.) 147
 5. Der Letzte der Achämeniden 148
 6. Die Monumentalkunst der Achämeniden 149
 7. Die Religion: Mazdaznan, Mithras und Zoroaster 152

VI. Ägypten 154

1. Die ersten Dynastien und die Einigung Ägyptens 155
2. Das Alte Reich (2657–2166 v. Chr.) – Zeit des Erblühens 156
3. Das Mittlere Reich (2020–1793 v. Chr.) – Zeit der Entfaltung 163
 4. Das Neue Reich (etwa 1540–945 v. Chr.) 165
5. Ägypten von 1070 bis 664 v. Chr.: Die Dritte Zwischenzeit 173
 6. Das Ägypten der Spätzeit 175
 7. Das ptolemäische Ägypten 176

VII. Die Hebräer (1800–600 v. Chr.) 181

1. Die Hebräer 181
2. Die Königreiche Israel und Juda bis 600 v. Chr. 188

VIII. Asien 198

1. Indien vom 2. Jahrtausend v. Chr. bis zum 6. Jahrhundert n. Chr. 198
 2. China 222
 3. Japan 230

IX. Mittelamerika: Die Olmeken 232

1. Olmeken, die Leute aus dem Kautschuk-Land 232
 2. Der Jaguar und Köpfe von 20 Tonnen 233
3. Chavín de Huántar, ein zeremonielles Zentrum 234
 4. Die Vicús-Kultur 235
5. Moche oder Mochica, eine Kriegergesellschaft 235
6. Die Kultur der Nazca: Bewässerungssysteme und Scharrbilder 236
 7. Die Tiahuanaco-Kultur: Das Sonnentor 237

X. Afrika 238

1. Die schwarzen Pharaonen aus Kusch und Meroe 238
2. Die Königreiche von D'mt und Aksum in Äthiopien 240
3. Die Nok-Kultur (Nordnigeria) 241



3 ■ Die klassische Antike in Europa

I. Das antike Griechenland 244

1. Geschichte des antiken Griechenland 244
2. Das politische Leben in Griechenland 250
3. Die griechische Kunst 252
4. Die griechische Literatur 259
5. Die Geschichte der Geschichte 265
6. Die griechische Philosophie 268
7. Die griechische Religion 285
8. Die Wissenschaften Griechenlands 293

II. Die Etrusker 295

1. Geschichte: Von der Blütezeit zum Untergang 295
2. Die etruskische Kunst 297
3. Die etruskische Schrift 298
4. Die etruskische Religion 298

III. Die Römer 300

1. Geschichte des alten Rom 300
2. Die römische Kunst 309
3. Die römische Philosophie 315
4. Musik in Rom 319
5. Die Literatur in Republik und Reich 320
6. Historie und Historiker in Rom 326
7. Religion und Mythen der römischen Welt 329
8. Die Wissenschaften in Rom 330

IV. Das Christentum 333

1. Die Anfänge des Christentums 333
2. Die Entwicklung des Christentums 341
3. Die frühchristliche Kunst 352

4 ■ Das Mittelalter



I. Die Zeit der Völkerwanderungen 358

1. Die ersten Völkerwanderungen: Germanen und Hunnen 359
2. Die zweite Völkerwanderung: Die Wikinger 367

II. Das Reich der Franken 372

1. Die Merowinger (5.-8. Jahrhundert) 372
2. Die Karolinger (8.-10. Jahrhundert) 375

III. Das mittelalterliche Frankreich 380

1. Die Kapetinger (direkte Linie, 987–1328) 380
2. Die ersten Valois (1328–1380) 383

IV. Das mittelalterliche Deutschland 384

1. Das Heilige Römische Reich Deutscher Nation 384
2. Die mittelalterliche Kunst 389
3. Die Literatur 392

V. Eine christliche Welt 394

1. Die Kirche vom 8. bis zum 15. Jahrhundert 394
2. Die religiöse Kunst im Abendland 405
3. Die Wissenschaften 410
4. Die Philosophie 416
5. Die Musik des Mittelalters 420
6. Technischer Fortschritt im Mittelalter 422

VI. Mittelalterliches England 423

1. Das Land der Angeln und Sachsen 423
2. Die Kunst im mittelalterlichen England 431

3. Die mittelalterliche Literatur Englands 432
4. Die Philosophie im mittelalterlichen England 433

VII. Das mittelalterliche Italien 436

1. Geschichte der großen italienischen Städte bis zum 15. Jahrhundert 436
2. Die mittelalterliche Literatur Italiens 442

VIII. Das mittelalterliche Spanien 444

1. Geschichte Spaniens bis zur Reconquista (718–1492) 444
2. Die spanische Literatur: Der Romancero 446

IX. Das mittelalterliche Russland 447

1. Die Geburt und Entstehung Russlands 447
2. Die mittelalterliche Literatur Russlands 449

X. Vom Oströmischen Reich zum Byzantinischen Reich 450

1. Geschichte von Byzanz, dem «Neuen Rom» 450
2. Die byzantinische Kunst 453
3. Die byzantinische Literatur 456
4. Die weitere Entwicklung des Byzantinischen Reichs 458
5. Die byzantinische Kunst: Nach dem Bildersturm 465

XI. Das Mittelalter in der arabischen Welt 469

1. Der Islam 469
2. Die Umayyaden (661–750): Von Damaskus bis Cordoba 476
3. Die Abbassiden (750–1258): Kalifen aus 1001 Nacht 484
4. Die Idrisiden (789–926) 487
5. Die Aghlabiden (800–909) 488
6. Die Fatimiden in Ägypten 490
7. Die Mameluken in Ägypten (1250–1517) 491
8. Die Almoraviden, Kampf ohne Ende (1056–1147) 492
9. Die Almohaden (1130–1269) 492
10. Als die Türken kommen: Die Seldschuken (1038–1307) 494
11. Von der Wüste nach Konstantinopel: Die osmanischen Türken 495
12. Die arabische Philosophie 496
13. Die jüdische Philosophie 498
14. Wissenschaft und Wissen in der arabischen Welt 499
15. Die Meister der arabischen Medizin und der Alchimie 501

XII. Das asiatische Mittelalter 502

1. Das Indien der großen Reiche 502
2. Das mittelalterliche China 509
3. Das mittelalterliche Japan 520
4. Das mittelalterliche Kambodscha:
Das Reich der Khmer 537
5. Das mittelalterliche Indonesien 540

XIII. Das präkolumbianische Amerika 543

1. Die Maya-Kultur 543
2. Die Tolteken-Kultur 545
3. Die Kultur der Inka 549
4. Die Kultur der Azteken 553

XIV. Das mittelalterliche Afrika 558

1. Äthiopien 558
2. Die Anfänge der salomonischen Dynastie
(13.–15. Jahrhundert) 558
3. Das Königreich Kongo (1350–1500) 560
4. Das Reich von Kanem–Bornu 563
5. Das Königreich Mali 563
6. Die Stadtstaaten der Yoruba 564
7. Das Reich von Benin 564
8. Das Reich von Songhai 565
9. Die Architektur des Sudan und der Sahelzone 566

5 ■ Die Renaissance in Europa



I. Europäische Renaissance: Bruch und Kontinuität 570

1. Geschichte und Gesellschaft: Wo steht Europa am Ende des
15. Jahrhunderts? 570
2. Eine neue Art der Wahrnehmung in der Kunst 578
3. Die Kunst in Italien 583
4. Die italienische Literatur im 15. und 16. Jahrhundert 599
5. Die italienische Musik im 16. Jahrhundert 600

II. Deutschland 602

1. Deutschland zwischen Renaissance und Reformation 602
2. Die deutsche Literatur von der Renaissance bis zur Reformation:
Bibel und Pamphlete 608
3. Renaissancekunst in Deutschland und Mitteleuropa 609

III. Frankreich 612

1. Von der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts bis zum 16. Jahrhundert 612
2. Die französische Renaissance: Eine höfische Kunst 618
3. Die französische Literatur während der Renaissance 621
4. Die Musik an den Fürstenhöfen 626

IV. Spanien im 16. Jahrhundert 627

1. Geschichte: Die dynastische Entwicklung 627
2. Die künstlerische Renaissance in Spanien 628
3. Die spanische Literatur des Goldenen Zeitalters 630

V. Die Spanischen Niederlande im 16. Jahrhundert 632

1. Geschichte: Spaltung in Nord- und Südprovinzen 632
2. Die künstlerische Renaissance in den Niederlanden 633

VI. England im 16. Jahrhundert 634

1. Geschichte: Tudor gegen Stuart 634
2. Die künstlerische Renaissance 635
3. Die englische Literatur in der Renaissance 637



6 ■ Die Welt im 17. Jahrhundert

I. Die großen Umwälzungen in Europa 640

1. Religiöse Erneuerung 640
2. Die Wissenschaften: Eine Welt in Bewegung 641
3. Die Kunst des Barock 642

II. Deutschland im 17. Jahrhundert 648

1. Die politische Entwicklung 648
2. Das rationalistische Denken: Leibniz 649

III. Frankreich im 17. Jahrhundert 651

1. Die politische Entwicklung 651
2. Der französische Klassizismus:
Grandios und majestätisch 657
3. Die klassische Literatur:
Kult der Vernunft, der Frauen und des Honnête Homme 662
4. Die französische Philosophie im 17. Jahrhundert:
Der Gegensatz von Glaube und Vernunft 666

IV. Spanien im 17. Jahrhundert 671

1. Die politische Entwicklung 671
2. Die spanische Kunst im 17. Jahrhundert 672

V. England im 17. Jahrhundert 676

1. Die politische Entwicklung 676
2. Die englische Philosophie im 17. Jahrhundert 679

VI. Die Niederlande im 17. Jahrhundert 684

1. Die Barockmalerei 684
2. Die niederländische Philosophie im 17. Jahrhundert 686

VII. Russland im 17. Jahrhundert 689

1. Die politische Entwicklung 689
2. Die russische Kunst im 17. Jahrhundert 691

VIII. Das Osmanische Reich (15.–17. Jahrhundert) 691

1. Die Blütezeit (1453–1566) 691
2. Stagnation und Niedergang 692
3. Die osmanische Kunst im 16. und 17. Jahrhundert 693
4. Die osmanische Literatur und ihre Renaissance 694

IX. Asien in der frühen Neuzeit 694

1. Das neuzeitliche Indien 694
2. Das neuzeitliche China 699
3. Japan vom Ende des 16. bis zum 17. Jahrhundert 703
4. Korea 711

X. Das neuzeitliche Afrika: Beispiel Äthiopien 712

1. Die Architektur Äthopiens 712
2. Die äthiopische Literatur 713



7 ■ Die Welt im 18. Jahrhundert

I. Deutschland im 18. Jahrhundert 716

1. Die politische Entwicklung 716
2. Die Malerei 717
3. Die deutsche Literatur der Aufklärung 718
4. Die deutsche Philosophie der Aufklärung 721
5. Die Musik: Wiener Klassik und Meisteropern 727

II. Frankreich im 18. Jahrhundert 729

1. Die Zeit der Aufklärung bis zur Revolution 729
2. Die Aufklärung: Zeitalter des Intellekts 743
3. Die Künste in Frankreich: Einheit und Vielfalt 753
4. Literatur und Philosophie: Neue Ideen dominieren 759

III. England im 18. Jahrhundert 768

1. Die politische Entwicklung 768
2. Die Kunst: Inspiration von außen 769
3. Die englische Literatur: Realismus und Vorromantik 771
4. Die Philosophie: Empirismus 772
5. London, die europäische Hauptstadt der Musik 775

IV. Italien im 18. Jahrhundert 776

1. Die wichtigsten italienischen Städte und der Kirchenstaat bis zum 18. Jahrhundert 776
2. Die Kunst in Italien 779
3. Literatur und Musik 781

V. Spanien im 18. Jahrhundert 782

1. Die politische Entwicklung 782
2. Die spanische Kunst 786
3. Die spanische Literatur 787

VI. Russland im 18. Jahrhundert 788

1. Die politische Entwicklung 788
2. Die russische Literatur 791

VII. Die Vereinigten Staaten von Amerika im 18. Jahrhundert 793

1. Die europäischen Kolonien in Nordamerika 793
2. Die indigenen Völker bis zur Kolonisierung 797
3. Die amerikanische Literatur 799

VIII. Asien vom 15. bis zum 18. Jahrhundert 800

1. Indien 800
2. China: Die Qing-Dynastie (1644–1911) 802

IX. Afrika: Äthiopien im 18. Jahrhundert 809

8 ■ Die Welt im langen 19. Jahrhundert



I. Deutschland im 19. Jahrhundert 813

1. Das Ende des Heiligen Römischen Reiches Deutscher Nation 813
2. Die Kunst in Deutschland 818
3. Die deutsche Literatur 823
4. Die deutsche Philosophie 827
5. Die Musik in Deutschland 845

II. Frankreich im 19. Jahrhundert 849

1. Die politische Entwicklung 849
2. Die Kunst in Frankreich 863
3. Die französische Literatur 875
4. Die französische Philosophie 882
5. Die Ära der Geisteswissenschaften 887

III. England im 19. Jahrhundert 898

1. Die letzten Herrscher des Hauses Hannover 898
2. Die Kunst in England 902
3. Die englische Literatur: Große Vielfalt 904
4. Die Philosophie der Wissenschaften des Lebendigen 906

IV. Spanien im 19. Jahrhundert 913

1. Das Ende des napoleonischen Spanien 913
2. Die Kunst in Spanien 916
3. Die spanische Literatur 917

V. Italien im 19. Jahrhundert 918

1. Von den italienischen Ländern nach Italien 918
2. Die Etappen der Einigung von 1859 bis 1914 920
3. Die Kunst in Italien 923
4. Die italienische Literatur 924
5. Die italienische Musik 926

VI. Russland und Skandinavien im 19. Jahrhundert 928

1. Die politische Entwicklung 928
2. Die Kunst in Russland 931
3. Die russische Literatur: Erste Schritte zur Öffnung 934
4. Skandinavien im 19. Jahrhundert 937

VII. Die USA im 19. Jahrhundert (1787–1914) 940

1. Die politische Entwicklung 940
2. Die Künste in den USA: Bekräftigung der Autonomie 946
3. Die amerikanische Literatur 949
4. Die amerikanische Philosophie: Vielfalt der Richtungen 951

VIII. Asien im 19. Jahrhundert 953

1. Indien von 1858 bis 1901 953
2. China: Der Niedergang der Qing-Dynastie 954
3. Japan im 19. Jahrhundert 958

IX. Afrika im 19. Jahrhundert 962

1. Das Königreich Dahomey 962
2. Das Königreich Aschanti 964
3. Die Königreiche der Fulbe 965
4. Äthiopien 966
5. Südliches Afrika: Das Zulu-Königreich 967



- I. Der Erste Weltkrieg (1914–1918) 970**
 - 1. Im Gleichschritt in den Krieg 970
 - 2. Die Friedensverträge 976

- II. Deutschland von 1919 bis 1945 979**
 - 1. Die Weimarer Republik 979
 - 2. Das nationalsozialistische Deutschland 986
 - 3. Deutschland im Krieg 989

- III. Frankreich zwischen den Kriegen (1919–1939) 992**
 - 1. Die 1920er Jahre, Jahre der Gefahren 992
 - 2. Die unruhigen 1930er Jahre 995
 - 3. Die Literatur in Frankreich von 1914 bis 1945 999

- IV. England von 1919 bis 1945 1004**
 - 1. Die Krisen 1004
 - 2. England unter Churchill 1007

- V. Italien von 1919 bis 1945 1009**
 - 1. Die Folgen des Krieges 1009
 - 2. Das faschistische Italien 1011

- VI. Spanien von 1919 bis 1945 1017**
 - 1. Das Ende der Monarchie 1017
 - 2. Der Weg in die Franco-Diktatur 1020

- VII. Russland und die Sowjetunion von 1917 bis 1945 1022**
 - 1. Der Untergang des Zarentums 1022
 - 2. Die Gründung der UdSSR 1028

- VIII. Die USA von 1919 bis 1945 1033**
 - 1. Wohlstand und Krise 1033
 - 2. Das Ankurbeln der Maschine 1035

IX. Asien 1038

1. Indien nach 1919 1038
2. China von 1919 bis 1945 1039
3. Japan von 1919 bis 1945 1043

X. Der Zweite Weltkrieg (1939–1945) 1049

1. Der Wettlauf um Allianzen 1049
2. Die weltweite Ausdehnung des Krieges: 1941 bis 1942 1053
3. 1943, das Jahr der Wende 1055
4. Beispiel für eine Besetzung:
Das Vichy-Regime in Frankreich 1940 bis 1944 1058

XI. Kunst und Philosophie in Europa bis 1945 1062

1. Die Malerei im 20. Jahrhundert 1062
2. Die Architektur von 1914 bis 1945 1076
3. Die Skulptur von 1914 bis 1950: Kühnheit 1078
4. Die Philosophie in Europa vor 1945 1080



10 ■ Die zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts

I. Deutschland seit 1945 1090

1. 1945: Die «Stunde null» 1090
2. Die ersten Jahre der Bundesrepublik Deutschland 1093
3. Die ersten Jahre der Deutschen Demokratischen Republik 1096
4. Von Adenauer bis Kohl 1100
5. Die DDR von 1971 bis 1989 1106
6. Deutschland seit der Wiedervereinigung 1109

II. Frankreich nach 1945 1110

1. Die Vierte Republik: 1946 bis 1958 1110
2. Die Fünfte Republik: 1958 bis heute 1118

III. Großbritannien nach 1945 1129

1. Der Wohlfahrtsstaat und die Krisen 1129
2. Von Thatchers Neoliberalismus zu Blairs New Labour 1131
3. Ein englisches Symbol: Königin Elisabeth II. 1135

IV. Italien nach 1945 1136

1. Die Ära der Christdemokraten 1136
2. Der Bruch: Silvio Berlusconi 1137

V. Spanien nach 1945 1139

1. Das franquistische Spanien 1139
2. Ein König, eine Demokratie 1140

VI. Die Sowjetunion und ihre Satelliten nach 1945 1143

1. Entstalinisierung in Etappen 1143
2. Reformversuche und Implosion 1147
3. Die Russische Föderation seit 1991 1149

VII. Die USA nach 1945 1151

1. Die Zeit der Supermacht 1151
2. Kennedy, der Reformier 1153
3. Die Zeit der Krisen 1155
4. Obama, ein neuer Reformator 1160

VIII. Asien seit 1945 1161

1. China nach 1945 1161
2. Japan nach 1945 1165
3. Der Nahe Osten im 20. Jahrhundert 1167

IX. Die Kunst in Europa seit 1945 1170

1. Die großen Kunstströmungen nach 1945 1170
2. Die Kunst nach 1970: Postmoderne 1182

X. Die zeitgenössische Literatur 1187

1. Deutsche Literatur im 20. Jahrhundert 1187
2. Die französische Literatur nach 1945: Die großen Debatten 1204
3. Die englische Literatur 1209
4. Die italienische Literatur 1210
5. Die spanische Literatur 1211
6. Die sowjetrussische Literatur 1212
7. Die amerikanische Literatur 1212
8. Die südamerikanische Literatur 1216
9. Die jiddische Literatur 1217

10. Die arabische Literatur 1218
11. Die chinesische Literatur 1219
12. Die japanische Literatur 1220
13. Die indische Literatur 1222

XI. Die Geisteswissenschaften 1224

1. Die Philosophie nach 1945: Eine vergrößerte Perspektive 1224
2. Der Strukturalismus 1238
3. Die Musik im 20. Jahrhundert 1243



11 ■ Der Start ins 21. Jahrhundert

1. Europa: Erfolge und Zerreißproben 1250
2. Naher und Mittlerer Osten 1252
3. Die neuen Nord-Süd-Beziehungen 1254
4. Afrika 1257

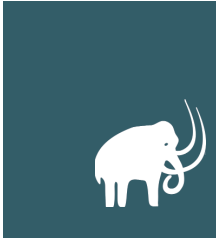
Personenregister 1259

1

ERSTER TEIL



VOR- UND
FRÜHGESCHICHTE

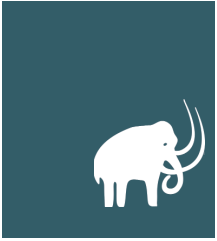


Das Universum erklären

Die Existenz eines Universums, das die Menschen nur schwer jenseits von kosmogonischen Begründungen begreifen können, die ihnen ihr religiöses Denken vorgibt, lässt sie nach vernunftgemäßen Erklärungen für diese Existenz suchen – Erklärungen, die auf Schlussfolgerungen aus eigenen Beobachtungen basieren. Die ersten Erklärungsmodelle werden von griechischen Geographen, Mathematikern und Philosophen vorgelegt – in einem Moment, da das aufkommende Denken den Menschen auffordert zu begreifen, was er selbst ist und wie die Welt ist, die ihn umgibt. Gleichwohl sind es erst die Arbeiten von **Nikolaus Kopernikus** (1473–1543), die uns eine erste moderne Vorstellung über unser Universum geben. Die Grundlagen seines Denkens lassen uns nach dem Ursprung des Universums fragen. Diese Aufgabe stellt sich gleich zwei Wissenschaftlern, dem russischen Physiker und Mathematiker **Alexander Friedmann** (1888–1925) und dem belgischen Kanoniker **Georges Lemaitre** (1894–1966), Astronom und Physiker. Beide stehen sie am Ursprung dessen, was ihr britischer Kollege **Fred Hoyle** (1915–2001) nicht ohne Ironie im Rahmen einer BBC-Radiosendung mit dem Titel *The Nature of Things* (Die Natur der Dinge) als Theorie des *Urknalls* bezeichnet. Der Urknall erweist sich so lange als erfolgreich, bis er seit der Wende zu den 1990er Jahren durch die Stringtheorie in Frage gestellt wird, die der Unvereinbarkeit der beiden großen Systeme der Physik, der Relativitätstheorie **Albert Einsteins** (1879–1955) und der Quantenphysik, ein Ende bereiten will. Nachdem die erstgenannte, die klassische Physik, an der Beschreibung des unendlich Kleinen scheiterte, will die Stringtheorie die allgemeine Relativität, die relative Gravitation sowie die Quantenmechanik, das Studium der kleinsten physikalischen Maßeinheiten, miteinander versöhnen. Dieses Projekt sollte eine neue Erklärung der Entstehung des Universums liefern.

1. Die Griechen und die ersten vernunftgemäßen Erklärungen

Thales von Milet (um 625–547 v. Chr.) ist der erste Denker, der sich auf Beobachtungen stützt, um eine nichtreligiöse Erklärung zur Entstehung des Universums zu liefern. Dieser Philosoph und Mathematiker, berühmt wegen des Lehrsatzes, der seinen Namen trägt, erklärt das Wasser zum ersten Seinsgrund des Universums. Die Erde ist demnach einer Holzscheibe ähnlich, die auf dem Wasser schwimmt; das Wasser seinerseits ist eine flüssige Masse, die die Grundmaterie bildet. Das Universum ist von seinem Ursprung her Wasser und bleibt dies auch durch alle Transformationen hindurch: So ist die Erde kondensiertes Wasser, die Luft ist verdünntes Wasser. Über der Erde, die auf dem Wasser schwimmt, bildet ein konkaver Himmel in Form einer Halbkugel die Luft. Thales hinterlässt keine Schriften, anders als sein Nachfolger als Haupt der Schule von Milet, **Anaximander** (um 610–546 v. Chr.), der als Erster sein Werk schriftlich festhält: über die Natur, über die Erdrotation, über feste Körper, über die Sphäre, alles nach der *Suda*, der griechischen Enzyklopädie vom Ende des 10. Jahrhunderts. Dort, wo Thales das Wasser als Ursprung des Universums denkt, ersetzt Anaximander es durch das *Apeiron*, das Unendliche, das Unbegrenzte, das Nicht-Geschaffene. Es handelt sich hierbei um ein Prinzip, nicht um eine Materie; ewiger Quell des Lebens wie auch Prinzip seiner Regenerierung und Ursache aller Zerstörung. So entsteht alle Materie aus dem *Apeiron*, entwickelt sich dank seiner und kehrt am Ende des Kreislaufs dorthin zurück. Die Urmaterie organisiert sich durch die Trennung der Gegensätze, des Warmen und des Kalten, des Trockenen und des Feuchten. Im Zentrum des Universums schwimmt die Erde, von zylindrischer Form, unbeweglich im Unendlichen: dem *Apeiron*. Am Anfang trennen sich das Warme und das Kalte. Dieses Phänomen bewirkt die Ausbildung einer Feuerkugel, welche die Erde umgibt. Indem sie platzt, lässt diese Feuerkugel das Universum entstehen, in Gestalt von leeren konzentrischen Kreisen, die gefüllt sind mit Feuer. Ein jeder Kreis ist von einem Loch durchstoßen. Damit finden wir Folgendes vor: im Zentrum des Universums die unbewegliche Erde, dann den Kreis der Sterne, den des Mondes, den der Sonne, wobei sich ein jeder um sich selbst dreht. Je weiter der Kreis von der Erde entfernt ist, desto größer ist sein Umfang und desto intensiver ist das innere Feuer, das ihn verzehrt. So wie die aus dem *Apeiron* geborenen Elemente am Ende dorthin zurückkehren, stellt uns Anaximander die Welt in dem Sinne vor, dass sie eine Entstehung, eine



I. Das Universum erklären

Existenz und ein Ende habe. Ihre Existenz und ihre verschiedenen Aktivitätsphasen bewirken, dass sie einander folgen: Einige entstehen, wenn andere vergehen, bis dann das Umgekehrte stattfindet. Die Modernität dieser Hypothesen findet sich im Ursprung des Lebens wieder, das laut Anaximander aus dem Meer in Gestalt von stacheligen Panzertieren hervorgegangen ist, die im Lauf der Zeit verschwanden; dann in Gestalt von mit Schuppen umhüllten Menschen; Schuppen, die infolge der klimatischen Entwicklung abfielen.

Parmenides aus Elea (Ende des 6. Jahrhunderts bis Mitte des 5. Jahrhunderts v. Chr.) macht aus der Erde eine Kugel, angesiedelt im Zentrum eines Universums, dessen grundlegende Bestandteile die Erde und das Feuer sind. Dann ist es ein Philosoph, **Aristoteles** (384–322 v. Chr.), der das physikalische Modell der Organisation des Universums liefert, das von all seinen Nachfolgern bis zur Infragestellung durch Kopernikus aufgegriffen wurde. Die unbewegliche Erde ist das Zentrum des Universums. Um sie herum drehen sich die weiteren Gestirne. Gleichwohl stellt das Universum eine doppelte Natur dar: einerseits die der sinnlichen Welt, die alle Objekte zwischen Erde und Mond umfasst und die aus den vier Elementen Erde, Wasser, Luft und Feuer besteht; andererseits die der himmlischen Welt, jenseits des Mondes, deren Körper unveränderlich sind und auf immer im Äther ruhen, einer feinen Flüssigkeit, die den Raum ausfüllt. Doch dauert es bis zum Beginn unserer Zeitrechnung, bis jenes Werk entsteht, das das Studium der Astronomie bis zur kopernikanischen Revolution beherrschen wird: der *Almagest* des **Claudius Ptolemäus** (um 90–168 n. Chr.), kurz Ptolemäus genannt. Der *Almagest*, also das «sehr große» oder das «größte Buch», ist das erste vollständige Werk über Astronomie und Mathematik, das überliefert ist.

Dennoch stellt das System, das zu Ehren dieses Ptolemäus errichtet wurde, ein doppeltes Problem dar. Einerseits setzt es einen Gott als Ursprung des Universums im Sinne einer demiurgischen Schöpfung, was eine Umkehr im Hinblick auf die Suche nach vernunftgemäßen Erklärungen darstellt. Andererseits wird sich dieses System, das in diesem Punkt die vollständige Billigung der katholischen Kirche fand, bis zur Renaissance als das beherrschende erweisen. Die von Ptolemäus formulierten Strukturen des Universums in Frage zu stellen, ist gleichbedeutend mit der Infragestellung der *pagina sacra*, der Heiligen Schrift.

2. Nach Ptolemäus: Von Kopernikus bis Einstein

Es ist die intellektuelle Weiterentwicklung der Renaissance, die trotz der von der Kirche und von konservativen Körperschaften geäußerten Vorbehalte die kopernikanische Revolution ermöglicht. Der **Geozentrismus** weicht dem **Heliozentrismus**. Die Erde ist nicht länger das Zentrum des Universums; sie dreht sich um die Sonne, griechisch *helios*, die den Platz der Erde als zentrale Gestalt eingenommen hat.

■ **Nikolaus Kopernikus** (1473–1543) ist ein polnischer Kanoniker. Als echter Sohn der Renaissance erwirbt er sich Kenntnisse in vielen Bereichen und verbindet Medizin, Physik, Mechanik, Mathematik und Astronomie. An italienischen Universitäten studiert er kanonisches Recht, das Recht der Kirche, und kehrt dann nach Polen zurück. Sein Onkel, ein Bischof, verleiht ihm kanonische Pfründe in Frombork, einer Stadt in Nordpolen. Zwischen 1510 und 1514 widmet Kopernikus sich einem *Kommentar* zum *Almagest* des Ptolemäus; bei dieser Gelegenheit legt er die Heliozentrismus-Hypothese vor. Darauf aufbauend, arbeitet Kopernikus sechzehn Jahre weiter und sammelt seine Beobachtungen, Notizen und Überlegungen, die zusammen 1530 das Material zu seinem Werk *De revolutionibus orbium coelestium*, zu Deutsch *Die Umschwünge der himmlischen Kugelschalen*, bilden. Es wird postum 1543 in Nürnberg veröffentlicht, dank Georg Joachim von Lauchen, genannt **Rheticus** (1514–1574), einem jungen österreichischen Mathematiker, der von Kopernikus' Arbeit begeistert ist, auch wenn jener sie, wie es scheint, nie zur Veröffentlichung vorgesehen hat. Indem er die Thesen von Aristoteles und Ptolemäus umstürzt, nach denen die Erde unbeweglich im Zentrum des Universums ruht, stellt Kopernikus eine radikale Hypothese auf: die sogenannte *Kopernikanische Wende*. Die Erde dreht sich an einem Tag um sich selbst, und diese *Rotation* ist von einem Umlauf der Erde um die Sonne innerhalb eines Jahres begleitet. Nicht nur die Erde bewegt sich um sich selbst und um die Sonne, sondern auch die anderen Planeten tun dies. Eine bewegliche Erde und ein heliozentrisches Universum sind indes – mit Sigmund Freud formuliert – eine Beleidigung der göttlichen Schöpfung, wie sie die Kirche lehrt. Kopernikus, der kurz vor der Veröffentlichung seines Werkes stirbt, erlebt den kirchlichen Bannstrahl nicht mehr; dieser trifft aber seinen Bewunderer und Nachfolger **Galileo Galilei**, den italienischen Physiker und Astronom.



I. Das Universum erklären

■ **Galileo Galilei** (1564–1642) lässt in seinem *Dialogo sopra i due massimi sistemi – Dialog über die beiden hauptsächlichsten Weltsysteme* (1632) drei Personen auftreten, eine von ihnen verteidigt mit Nachdruck das kopernikanische System. Ihr steht ein eher kümmerlicher Verteidiger des aristotelischen und folglich auch des ptolemäischen Systems gegenüber, mit dem bezeichnenden Namen Simplicio, der Schlichte. Nun verurteilt aber 1616 die katholische Kirche offiziell die kopernikanische These. Ein monatelanger Prozess vor dem Tribunal der Inquisition in Rom bringt Galilei dazu, der Ketzerei abzuschwören, welche darin besteht, die Sonne ins Zentrum des Universums zu stellen. Der *Dialog* wird verboten, sein Verfasser zu lebenslangem Gefängnis verurteilt; die Strafe wird dann zum Hausarrest in Florenz abgemildert. 1757 erst wird der *Dialog* durch die entsprechende Kongregation von der Liste der verbotenen Bücher entfernt. Unter dem Pontifikat Johannes Pauls II. (Papst von 1978 bis 2009) wird Galilei geehrt, ohne dass sich es hierbei um eine formelle Rehabilitation handelt. Im Februar 2009 wird zu seinen Ehren vom Präsidenten der Päpstlichen Kommission für die Kulturgüter der Kirche, Erzbischof Gianfranco Ravasi (geb. 1942), eine Messe zelebriert.

■ **Tyge Ottesen Brahe** oder **Tycho Brahe** (1546–1601), dänischer Astronom, profitiert einen Großteil seines Lebens von außergewöhnlichen Umständen, die ihm erlauben, seine Beobachtungen zu machen. Einer vornehmen und vermögenden Familie entstammend, wird er nach juristischen und philosophischen Studien an der Universität Kopenhagen zu einer Karriere als Diplomat bestimmt. Doch der junge Mann entdeckt für sich die Leidenschaft zur Astronomie. Nach dem Tode seines Vaters kann er sich dank des großen Erbes dieser Leidenschaft ohne Einschränkungen widmen. Im November 1572 beobachtet er den Lauf eines Sterns im Sternbild Kassiopeia, in Wahrheit eine *Supernova*, ein Stern, der mit sehr großer Leuchtkraft verglüht. Die Tatsache, dass dieser Stern sich bewegt, widerspricht der Theorie der Fixsterne. Tycho Brahe veröffentlicht seine Beobachtung in dem 1573 publizierten Werk *De nova et nullius aevi memoria prius visa Stella – Vom neuen und nie zuvor gesehenen Stern*. Im folgenden Jahr bietet ihm König Friedrich II. von Dänemark die Insel Ven in der Nähe von Kopenhagen an, damit er dort ein astronomisches Observatorium errichten kann. Brahe nennt diesen Ort Uraniborg, Palast der Urania, nach der Muse der Astronomen. Er entwickelt das Modell eines geoheliozentrischen Universums, das den Geozentrismus des Ptolemäus mit dem Heliozentrismus des Kopernikus verbindet. Wenn die Erde auch unbewegt und das Zentrum des Universums bleibt und Sonne und Mond sich um sie

2. Nach Ptolemäus: Von Kopernikus bis Einstein

drehen, so drehen sich doch Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn um die Sonne. Die Sterne sind an den Rand dieses Ensembles versetzt. Dieses System modifiziert zwar die Organisation des Universums, stellt dabei aber dessen göttlichen Ursprung nicht in Frage; das Universum bleibt die Frucht des demiurgischen Willens.

■ **Johannes Kepler** (1571–1630) wird auf der Suche nach Erklärungen für die Strukturen des Universums zum Nachfolger Tycho Brahes. Eine Zeitlang ist er in den letzten Jahren Brahes dessen Assistent – eine bewegte Zusammenarbeit, sind doch ihre Standpunkte sehr verschieden. Als Protestant, der sich dazu berufen fühlt, Pastor zu werden, studiert Kepler an der Universität Tübingen zugleich Astronomie und Theologie und stößt dort auf das heliozentrische System des Kopernikus. Seine doppelte Ausbildung gestattet ihm, dessen Wesen zu begreifen, was er mit der Veröffentlichung seines *Mysterium Cosmographicum – Weltgeheimnis* (1596) präsentiert. Damit will er zeigen, dass das Universum, von Gott ersonnen, quantitativen Verhältnissen entspricht, welche die Vollkommenheit der Schöpfung bestätigen. Ein jeder der damals bekannten fünf Planeten außer der Erde beschreibt einen Kreis, der eingeschlossen ist von einem regelmäßigen Vieleck, das seinerseits wiederum von einer weiteren Kugel umhüllt wird, die selbst wieder von einem weiteren regelmäßigen Vieleck umschlossen ist, und so weiter bis zum vollständigen Einsatz aller schon Platon bekannten fünf regelmäßigen Polyeder, der sogenannten *platonischen Körper*. Der Leser möge sich an dieser Stelle eine Verschachtelung vorstellen, wie man sie von den russischen Holzpuppen kennt, wobei hier die jeweils größere *Matrjoschka* abwechselnd durch eine Kugel und einen Polyeder ersetzt wird. Jupiter wird dabei dem regelmäßigen Tetraeder (der Pyramide) zugeordnet, Saturn dem regelmäßigen Hexaeder (Würfel), Merkur dem Oktaeder (einer Form mit acht gleichmäßigen Flächen), Mars dem Dodekaeder (mit zwölf solcher Flächen), Venus dem Ikosaeder (mit zwanzig derartigen Flächen). Seine Beobachtungen brachten Kepler dazu, einen bestimmten Aspekt der kopernikanischen Theorie zu korrigieren: Die Bewegungen der Planeten um die Sonne beschreiben eine Ellipse und keinen Kreis. Die Eigenschaften der Planetenbewegung um die Sonne werden durch das **Kepler'sche Gesetz** definiert, dargelegt in seiner *Astronomia Nova* (1609), der *Neuen Astronomie*. Es handelt sich hierbei um

- **das Gesetz der Kreisbahnen:** die Planeten beschreiben elliptische Umlaufbahnen um die Sonne;
- **das Gesetz der Flächen:** je näher ein Planet der Sonne ist, desto höher ist



I. Das Universum erklären

- die Geschwindigkeit seiner Bewegung; die Sonne übt also auf die Planeten eine Anziehungskraft aus, die proportional zu ihrer Entfernung abnimmt;
- **das Gesetz der Perioden oder das harmonische Gesetz Keplers:** die Bewegungen sämtlicher Planeten sind durch ein universelles Gesetz geeint: die durch die Anziehung ausgeübte Kraft ist der Masse eines jeden Planeten proportional.

Ausgehend vor allem von diesem dritten Gesetz, erarbeitet der englische Mathematiker und Physiker Isaac Newton seine Theorie der universellen Gravitation. Wie auch die anderen Wissenschaftler seiner Zeit unterscheidet Kepler dennoch nicht zwischen Astronomie und Astrologie und bezeichnet beide als Wissenschaften. Großen Ruhm erlangt er durch seine auf Mathematik gegründeten Werke wie auch durch seine Horoskopberechnungen. Ganz wie die Pythagoräer, die Verteidiger der Harmonie der Sphären – einem Universum, in dem die Planeten nach musikalischen Proportionen angeordnet sind; der Raum, der sie trennt, entspricht musikalischen Intervallen –, weist Kepler jedem Planeten ein musikalisches Thema zu. Die mehr oder weniger hohe Geschwindigkeit der Planeten wird durch unterschiedliche musikalische Noten ausgedrückt. Dies ist Gegenstand seiner *Harmonices Mundi* (veröffentlicht 1619), der *Harmonie der Welt*.

■ **Isaac Newton** (1643–1727) lässt die Astronomie einen entscheidenden Schritt nach vorne tun. Als Mathematiker, Physiker, Astronom, aber auch als Philosoph und Alchimist definiert er 1687 die *universelle Gravitation* in seinen *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, den *Mathematischen Prinzipien der Naturlehre*. Um die durch Anziehung bewirkte Bewegung eines Körpers zu bestimmen, benutzt Newton den lateinischen Ausdruck der *gravitas*, Gewicht, das seinerseits zur Schwerkraft wird. Eine Legende besagt, dass ihm die Idee dazu gekommen sei, als ihm ein Apfel auf den Kopf fiel, während er sich unter einem Apfelbaum ausruhte. Es ist nicht auszuschließen, dass das Fallen eines reifen Apfels ausgerechnet auf den Kopf des Wissenschaftlers seine Inspiration angeregt hat. Die Schwerkraft ist Ergebnis einer Wechselwirkung, hier der gegenseitigen Anziehung zweier Festkörper, bedingt durch ihre Masse. So üben zwei punktuelle Festkörper, ein Apfel und die Erde, auf den jeweils anderen eine Schwerkraft aus. Der Unterschied in der Masse macht, dass der Apfel der irdischen Anziehungskraft nicht entkommen kann und daher fällt. Die Schwerkraft zeugt von der Anziehungskraft der Erde, die uns davon abhält, davonzufliegen; zeugt auch von den Bewegungen der Meere, den Mondphasen, dem Lauf der Planeten um die Sonne – alles ist bestimmt

2. Nach Ptolemäus: Von Kopernikus bis Einstein

von der Schwerkraft. Dadurch schlägt Isaac Newton eine Bresche in die Theorie eines Universums, bei der der Raum zwischen den Planeten mit einer Flüssigkeit gefüllt ist. Newton wird dort allerdings keine Leere lassen, denn ein leerer Raum würde wieder die Schöpfung Gottes als unvollkommen erscheinen lassen. Newton stört sich derart daran, dass er stattdessen den Äther wieder ins Spiel bringt, doch in Gestalt eines «sehr feinen Geistes», eines mechanischen Äthers, der die Schwerkraft vermittelt, ohne ihr unterworfen zu sein. Eine einfache Hypothese, die nie Eingang fand in seine Berechnungen; demnach kann der Äther unbeschadet teilhaben an einem Raum, der als *sensorium Dei* vorgestellt ist, als Sinnesorgan Gottes. Andernorts erklärt Newton die Bewegung der Planeten, die allerdings von der Kirche immer noch als unbeweglich seit dem Zeitpunkt ihrer Schöpfung angesehen werden. Zutiefst gläubig, bringt Newton die Ansprüche seiner Wissenschaft in Einklang mit denen seines Glaubens, indem er sagt, dass, wenn die Schwerkraft die Bewegung der Planeten erklärt, sie doch wiederum nicht erklären kann, was sie in diese Bewegung bringt, wodurch er Gott seine Allmacht zurückgibt.

■ **Albert Einstein** (1879–1955): Es dauert bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts, bis die Inexistenz des Äthers bewiesen wird – ein unvermeidlicher Schritt, der den Weg für die *spezielle Relativitätstheorie* öffnet, 1905 von Einstein formuliert. In einem Artikel mit dem Titel «Zur Elektrodynamik bewegter Körper»* entwickelt er drei fundamentale Punkte: Der Äther ist eine rein zufällige Vorstellung; die Geschwindigkeit der Bewegung des Lichts in Bezug zum Beobachter hängt nicht von dessen Eigengeschwindigkeit ab, sie beträgt konstant 299 792 km/s; die Gesetze der Physik folgen dem **Relativitätsprinzip**. Gemäß dieser letzten Aussage hängen die Gesetze der Physik nicht von den Beobachtern ab; die vorgenommenen Messungen bewirken dieselben Gleichungen; identische Gesetze ergeben identische Ergebnisse für alle Beobachter mit konstanter Geschwindigkeit – auch wenn das Bezugssystem ein anderes ist. Die spezielle Relativität betrifft nur Objekte in Bewegung, sie geht aus von der konstanten Geschwindigkeit des Lichts, egal, wie groß diejenige des Beobachters ist. Wenn aber die Geschwindigkeit des Lichts konstant ist, dann ist es die Zeit, die sich verändert und in einem bestimmten Abschnitt langsamer als in einem anderen voranschreitet; die sich also zusammenzieht oder sich ausdehnt. Alle Objekte im Universum bewegen sich ihrerseits mit derselben Geschwindigkeit, der des Lichts. Die

* Erschienen in: *Annalen der Physik*, Band 17, 30. Juni 1905, S. 891–921.



I. Das Universum erklären

Bewegung bewirkt eine Verlangsamung der Zeit: Eine automatische Uhr an Bord eines Flugzeugs geht langsamer als eine auf der Erde. Dieser Unterschied ist der Geschwindigkeit des Flugzeugs geschuldet. Der Raum und die Zeit sind also relativ: Ein erster Beobachter auf einem Bahnsteig sieht einen Zug vorbeifahren und ist sich der Geschwindigkeit von dessen Fortbewegung durchaus bewusst. Ein zweiter Beobachter, der sich in einem Zug befindet, der sich parallel zum ersten Zug auf gerader Strecke mit derselben Geschwindigkeit bewegt, hätte den Eindruck, der Zug bewege sich gar nicht; er wäre unbeweglich. Einstein hat daraus geschlossen, dass Masse nichts anderes ist als Energie in besonderer Form. In Bewegung versetzt, vergrößert sich die Masse, je größer die Geschwindigkeit wird. Damit ergibt sich die Energie durch die Multiplikation der Masse mit dem Quadrat der Geschwindigkeit, was die **berühmte Formel** ergibt: $E = mc^2$. Die Entdeckungen Einsteins haben die Physik revolutioniert, aber auch die Astronomie. Es wird nun möglich, eine wissenschaftliche Erklärung zur Entstehung des Universums zu geben.

3. Big Bang – Der Urknall

Paradoxerweise übernimmt Einstein, um den Erfordernissen seiner eigenen Theorie der allgemeinen Relativität zu genügen, die er 1916 formulierte, nicht das Modell des sich ausdehnenden Universums, das er allerdings erahnt, sondern das des statischen Universums. Im Januar 1933, als er in Kalifornien an einer Reihe von Seminaren mit Georges Lemaître teilnimmt, hat Einstein Gelegenheit zu hören, wie der seine Urknall-Theorie vorbringt. Begeistert erhebt sich Einstein am Ende der Darstellung und sagt: «Das ist die schönste und befriedigendste Erklärung der Schöpfung, die ich jemals gehört habe.» Dieses *kosmologische Modell* wird von dem englischen Astrophysiker **Fred Hoyle** (1915–2001), dem österreichischen Physiker **Thomas Gold** (1920–2004) und dem austro-englischen Physiker **Hermann Bondi** (1919–2001) verteidigt. Das Universum wird als unbeweglich, unendlich und ewig dargestellt. Zu einem gegebenen Zeitpunkt mit sich selbst an allen Orten des Raumes identisch, kennt es mögliche Veränderungen dank eines Phänomens der *ständigen Schöpfung* von Materie, hervorgebracht durch das C-Feld, wobei C für Creation steht. Doch das geschieht nur, um seine tatsächliche Ausdehnung zu kompensieren, die ja ansonsten die Dichte der Materie verringern würde. Eine derartige Unbeweglichkeit schließt die Möglichkeit einer Erwärmung aus,

3. Big Bang – Der Urknall

auch diejenige einer erhöhten Dichte und der anfänglichen Explosion durch den Urknall. Diese Theorie, bis zu den 1950er Jahren dominierend, wird heute durch einige Beobachtungen ernsthaft in Frage gestellt. Das Universum ist nicht stationär: Es entstand vielmehr durch eine gigantische Explosion vor ca. 13,7 Milliarden Jahren. Es ist weder ewig noch kontinuierlich durch Materie erzeugt und wird in 100 Milliarden Jahren verschwinden, wie es die Theorie des *Big Crunch* besagt.

Fred Hoyle widerspricht der spektralen Verschiebung der Galaxien in Richtung Rot, was anzeigt, dass sie sich mehr und mehr entfernen. Nun ist dies aber das fundamentale Element einer jeden Theorie eines sich ausdehnenden Universums. 1929 entdeckt der amerikanische Astrophysiker **Edwin Powell Hubble** (1889–1953) nach einer Reihe von Beobachtungen, die er mit einem gewaltigen Teleskop macht, die spektrale Rotfärbung der Galaxien. Würden sie näher kommen, würde das Spektrum immer violetter. Also bezeugt die Rotfärbung eine fortgesetzte Entfernung. So formuliert Hubble das Gesetz, das seinen Namen trägt und wonach die Galaxien sich jeweils mit einer Geschwindigkeit entfernen, die proportional zu ihrer Distanz ist. Weil aber die Galaxien sich entfernen, kann das Universum nicht stationär sein. Es muss in steter Expansion begriffen sein und kennt keine Grenzen. Der belgische Kanoniker **Georges Lemaître** (1894–1966), Professor für Physik und Astronomie an der katholischen Universität in Löwen, erarbeitet das erste Modell eines sich ausdehnenden Universums; ausgehend von dem, was er die «Hypothese des Ur-Atoms» nennt. Im Gegensatz zu Einstein, der glaubt, eine «konstante Kosmologie» halte das Universum stabil, sagte Lemaître seit seinen Berechnungen und – noch vor Hubble – seit der Beobachtung der Rotfärbung des Sternenspektrums, dass die Galaxien sich von uns entfernen und das Universum sich ausdehnt.* 1927 veröffentlicht er einen Artikel dazu, der anfänglich unbeachtet bleibt. Einstein hält Lemaîtres Berechnungen wohl für korrekt, seine Vorstellung der Physik aber für abscheulich. Alles aber ändert sich, als Hubble 1929 durch sein Gesetz die Aussage des Artikels von Lemaître bestätigt. Die königliche Gesellschaft für Astronomie veröffentlicht ihrerseits im März 1931 eine Übersetzung des Artikels in den *Monthly Notices*. Nach Lemaître ist das Universum aus einem einzigen Atom entstanden, «am vorgestrigen Tag», und hat dabei vor 13,7 Milliarden Jahren durch die Explosion eine Temperatur von mehreren Milliarden Grad

* Georges Lemaître, «Un univers homogène de masse constante et de rayon croissant rendant compte de la vitesse radiale des nébuleuses extragalactiques», in: *Annales de la Société scientifique de Bruxelles*, Bd. 47, April 1927, S. 49.



I. Das Universum erklären

freigesetzt. Der Ausdruck «am vorgestrigen Tag» besagt, dass vor der Schöpfungsexplosion des Urknalls die Zeit nicht existierte und die vier Grundkräfte (Gravitation, Elektromagnetismus, schwache Wechselwirkung, starke Wechselwirkung) noch ununterschieden waren. Es ist dies die *Planck-Zeit*, benannt nach dem Physiker **Max Planck** (1858–1947), dem Urheber dieser Theorie der Zeit vor dem Urknall. Die Urknall-Theorie ermöglicht, das Erscheinen von Zeit zu datieren, als Funktion ihrer Phasen. Tatsächlich geschieht der Urknall in 10^{-43} Sekunden, wird dann von mehreren Etappen gefolgt: Nach 10^{-35} Sekunden erscheint die Materie, nach 10^{-33} Sekunden verringert sich die Temperatur; nach 10^{-4} Sekunden bilden sich Protonen und Neutronen. Danach beschleunigt sich die Zeit: Bei +3 Minuten verbinden sich Protonen und Neutronen zu Heliumkernen; bei +2 Milliarden Jahren bilden sich die Galaxien. Der Ausdruck Urknall ist ausgerechnet einem erbitterten Kritiker dieser Konzeption zu verdanken, **Fred Hoyle**. Als Wissenschaftschonist der BBC verspottet er 1950 in einem Aufsatz mit dem Titel *The Nature of Things* (Die Natur der Dinge) Lemaîtres Theorie, wobei er sie mit dem Begriff *Big Bang* belegt, der *Grand Bang*, der Große Knall; die Lautmalerei unterstreicht, wie wenig Glauben Hoyle all dem schenkte. Rasch populär geworden, ist es indes ebendiese ironische Bezeichnung, derer man sich bis heute bedient, um umgangssprachlich die These einer Expansion des Weltalls auszudrücken. Seit dem Beginn des 21. Jahrhunderts ermöglicht sie, dass sich die Wissenschaftsgemeinde auf ein *Standardmodell der Kosmologie* einigt. Inspiriert vom Standardmodell der Teilchenphysik, gestattet dieses Modell die detaillierte Beschreibung des Universums, ohne jedoch auf die Rätsel seiner grundlegenden Komponenten eine Antwort geben zu können.

1988 veröffentlicht der englische Professor **Stephen Hawking** (geb. 1942) in den USA *A Brief History of Time. From the Big Bang to Black Holes*, auf Deutsch erschienen als *Eine kurze Geschichte der Zeit*. Dort erklärt er den Urknall im Licht seiner persönlichen Forschungsergebnisse und erweitert sie durch die Analyse der *Stringtheorie*. Als Mathematiker und Physiker, der an der Universität Cambridge lehrt, vertieft er das Forschungsfeld der Kosmologie. Er präsentiert ein Universum, das aus dem Urknall entstand, seinerseits dann Raum und Zeit hervorbrachte und dazu bestimmt ist, in *Schwarzen Löchern* zu enden. Schwarze Löcher sind massive Objekte, deren Gravitationsfeld so gewaltig ist, dass es sämtliche Materie daran hindert, ihm zu entkommen. Hawking zeigt – im Gegensatz zur herrschenden Theorie –, dass diese Löcher eine Strahlung haben, die sogenannte *Hawking-Strahlung*, die durch Auflösung in einem kurzen Moment reinsten Energie endet. Hawking stellt die Hypothese auf, dass der Urknall von der Verteilung Schwarzer Löcher im Weltraum begleitet

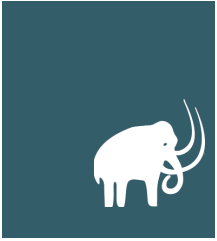
3. Big Bang – Der Urknall

sei, deren Größe von einem Proton bis zur millionenfachen Masse der Sonne variere. Das grenzenlose Universum ist entstanden in einer *imaginären Zeit*; eine Vorstellung, die die allgemeine Relativitätstheorie und die Quantenphysik versöhnt, da das Universum weder Anfang noch Ende hat und auch keine Grenze.

Woraus besteht das Universum?

- **Ca. 5 Prozent baryonische Materie** oder gewöhnliche Materie, Protonen, Neutronen; so bezeichnet nach dem griechischen *barys*, «schwer». Die Baryonen sind im Allgemeinen schwerer als die anderen Teilchen. Sie bilden die Atome und Moleküle und alles, was im Universum an Sternen und Galaxien zu beobachten ist.
- **Kosmische Hintergrundstrahlung**, fossile elektromagnetische Strahlung, die vom Urknall herrührt, einer Zeit größter Hitze, die sich seitdem abkühlt. Die Wellenlänge dieser Strahlung liegt im Mikrowellenbereich.
- **Kosmischer Neutrino hintergrund**, durch Zusammenschluss der Elementarteilchen (Neutrinos) entstanden, die beim Urknall freigesetzt wurden. Deren Existenz gilt als sicher, doch sie bleiben unsichtbar mangels eines geeigneten Messinstruments, das ihre winzige individuelle Energie misst.
- **25 Prozent Schwarze Materie** oder *Dunkle Materie*, eine offenbar unentdeckbare Materie, nichtbaryonisch.
- **70 Prozent Schwarze Energie** oder *Dunkle Energie*, deren Natur experimentell noch nicht nachgewiesen wurde, die dennoch ausgestattet ist mit negativem Druck, der bewirkt, dass sie sich entsprechend der negativen Gravitationskraft verhält. Zuweilen wird sie als aus unbekanntem Teilchen bestehend beschrieben, häufiger aber mit der Quantenvakuum-Energie verglichen. Eine Dunkle Energie, die im gesamten Universum gleichförmig und konstant und unveränderlich in Bezug zur Zeit ist, entspricht der Hypothese Albert Einsteins einer konstanten Kosmologie.

Diese kühne Hypothese der imaginären Zeit ermöglicht neue Forschungen, die das Ende des Universums betreffen. Traditionellerweise stehen sich hier zwei Meinungen gegenüber. Im ersten Fall, dem des geschlossenen und begrenzten Universums, wird dieses seine maximale Ausdehnung in ungefähr 50 Milliarden Jahren erreichen. Dann werden seine eigenen Beschränkungen



I. Das Universum erklären

zur Umkehrung der Bewegung führen. Das Universum wird sich zusammenziehen, die sich nähernden Galaxien schlagen um von Rot zu Blau. Die Freisetzung der dadurch entstehenden Hitze wird so extrem sein, dass die gesamte Masse des Universums schmelzen und in sich zusammenbrechen wird. Das ist die Theorie des *Big Crunch*. Während diese Theorie auf der Kontraktion des Raumes basiert, sagt eine gegensätzliche Theorie eine Streckung des Universums voraus, derart, dass eine Lücke entsteht, und zwar durch die Vergrößerung der Dichte der Materie. Es ist die Ausdehnung des Raumes, die die Materie auseinanderreißt. Dieses Zusammenbrechen in sich selbst, das Untergehen des Universums – das ist der *Big Rip*. Im einen wie im anderen Fall hindert uns nichts daran, eine neue Geburt des Universums anzunehmen, in einer Gestalt, die ihrerseits noch unbekannt ist. Im zweiten Fall ist das Universum offen, es besteht aus Galaxien aus Sternen und Gas. In 1000 Milliarden Jahren wird dieses Gas vollständig von den Sternen aufgebraucht sein; sie werden mit den Planeten vergehen, aufgesogen von einem gewaltigen Schwarzen Loch, das seinerseits explodieren wird.

4. Die Stringtheorie

Die Stringtheorie behandelt das Problem der Anzahl der Dimensionen im Universum. 1919 will der polnische Mathematiker **Theodor Kaluza** (1885–1954) die beiden großen Entdeckungen versöhnen, die in der Physik die Interaktion von Körpern betreffen – den Elektromagnetismus von **James Clerk Maxwell** (1831–1879) und die Relativitätstheorie **Albert Einsteins** (1879–1955) –, indem er eine fünfte Dimension vorschlägt. Der schwedische Physiker **Oskar Klein** (1894–1977) erklärt 1926, warum diese Dimension unserer Aufmerksamkeit entgeht: Sie ist um sich selbst aufgerollt, wie ein Blatt Papier in Form eines Zylinders. Doch der Radius dieses Zylinders ist zu klein, als dass wir seinen Durchmesser messen könnten. In den 1930er Jahren begründen **Erwin Schrödinger** (1887–1961), österreichischer Physiker und Nobelpreisträger 1933, sowie **Werner Heisenberg** (1901–1976), deutscher Physiker und Nobelpreisträger 1932, die *Quantenmechanik*. Diese Theorie bringt die Existenz einer Interaktion von Materieteilchen im Bereich des unendlich Kleinen ans Licht, wobei kleine Energiebündel, *Quanten* genannt, ausgetauscht werden. 1968 entwickelt dann der italienische Physiker **Gabriele Veneziano** (geb. 1942) die *Stringtheorie*: Das Universum ist keine Anhäufung von Teilchen, die Punk-

II. Geschichte der Erde – Entstehung und Evolution

ten ähneln; es besteht vielmehr aus Strings, aus unendlich kleinen Fasern von nur einer Dimension. Diese Hypothese versöhnt die allgemeine Relativitätstheorie Einsteins mitsamt ihren vier Grundkräften (Gravitation, Elektromagnetismus, schwache Wechselwirkung, starke Wechselwirkung) mit dem unendlich Kleinen der Quantenmechanik. Doch die Stringtheorie wird trotz wissenschaftlicher Arbeiten aus mehreren Ländern nicht weiterverfolgt – bis zu den Publikationen des amerikanischen Mathematikers und Physikers **Edward Witten** (geb. 1951), in denen die *Superstrings* behandelt werden, winzige symmetrische Strings, deren gesamte Partikel und Grundkräfte die Vibrationen sind. Die Ergebnisse von Wittens Forschungen, die sogenannte *M-Theorie*, vereinigt sämtliche frühere Theorien über die *Superstrings*. Nach Witten umfasst das Universum elf Dimensionen – oder sechs Dimensionen plus die Zeit. Dieser zeitlichen Dimension (vorher/nachher) schließen sich drei räumliche Dimensionen an (Vertikale, Horizontale, Tiefe); die sieben fehlenden Dimensionen sind für uns nicht wahrnehmbar: So sehr sind sie um sich selbst aufgerollt, gekrümmt über eine so geringe Distanz, dass sie für uns nicht zu beobachten sind.

Mehr Informationen zu diesem und vielen weiteren Büchern aus dem Verlag C.H.Beck finden Sie unter: www.chbeck.de