

50(03)  
52(03)  
53(03)  
54(03)  
55(03)

# SPEKTRUM DER NATUR- WISSENSCHAFTEN

HERAUSGEGEBEN VON  
GERHARD ZACHMANN

BERTELSMANN  
LEXIKON-VERLAG

53(03)

# Inhalt

Transparentdruck

»Das Elektronenmikroskop« 112/113

## I STOFFE UND STRUKTUREN

---

### **Stoffe und ihre Umwandlungen 12**

BERNHARD WOLF

- Die Einteilung der Elemente 14
- Die verschiedenen Arten der chemischen Bindung 15
- Anorganische Verbindungen 17
- Allgemeines über Stoffumsetzungen 17
- Das chemische Gleichgewicht 18
- Chemische Kinetik 20
- Enzyme und Katalysatoren 21
- Reaktionsklassen 22
- Arbeitsrichtungen der Chemie und Ausbildung in unserer Zeit 24
- Die Bedeutung der neuzeitlichen Chemie 26

### **Die Entdeckung der Elemente 28**

BERNHARD WOLF

- Das Periodensystem wird entdeckt 29
- Technische Bedeutung der Elemente 30

### **Die Wissenschaft der Mineralogie 32**

JÖRG NEGENDANK

- Die Kristallographie 32
- Raumgittervorstellung 34
- Kristallchemie 35
- Die Kristallphysik 36
- Mineral- und Gesteinskunde 38

### **Die Struktur der Kristalle 40**

JÖRG NEGENDANK

### **Werkstoffe 42**

GERHARD WEGNER

- Festigkeit und Gefüge der Metalle 42
- Prüfung mechanischer Eigenschaften 43
- Werkstoffe aus der Retorte: Kunststoffe 44



### **Die Metalle 46**

GERHARD WEGNER

- Typische Eigenschaften und Anwendungen von Metallen 46
- Geschichte der Metalle und Metallurgie 47
- Mikrostruktur der Metalle 48
- Legierungen 49



### **Glas und Keramik 52**

GERHARD WEGNER

- Typen von Gläsern 52
- Keramische Massen 55



### **Die Kunststoffe 56**

GERHARD WEGNER

- Kunststoffe: ein Problem für Wissenschaft und Politik 56
- Die Geburtsstunde der makromolekularen Chemie 57
- Vom Fadenmolekül zur molekularen Strickleiter 57
- Die Natur als Vorbild und Produzent 60



### **Die Geschichte der Chemie 62**

BERNHARD WOLF

- Von den ersten Anfängen zu den Spekulationen im Mittelalter 62
- Aufbau der klassischen Chemie 63
- Wie geht es weiter? 67

## II DIE GESETZE DER NATUR

---



### **Von der klassischen Mechanik zur speziellen Relativitätstheorie 68**

GERHARD ZACHMANN

- Definition und Messung der Kraft 68
- Mechanische Maschinen und die Goldene Regel der Mechanik 69
- Die verschiedenen Arten der Bewegung 70
- Newtonsche Gesetze 72
- Erhaltung von Impuls und Drehimpuls 74
- Erhaltung der Energie 75

Mathematische Weiterentwicklung der Newtonschen Mechanik 76  
 Gleichförmig bewegte und beschleunigte Bezugssysteme 76  
 Wie entstand die Relativitätstheorie? 79  
 Es gibt keine absolute Gleichzeitigkeit 81  
 Relativität der Länge und des Zeitunterschiedes 82  
 Umwandlung von Masse und Energie 83



**Starre Körper 84**  
 GERHARD ZACHMANN



**Schwingungen und Wellen 88**  
 GERHARD ZACHMANN

Schwingungen 88  
 Wie entsteht eine Welle? 89  
 Der Schall und andere Wellenerscheinungen 92  
 Interferenz 93  
 Ist die gesamte Natur ein Wellenphänomen? 93



**Elektromagnetische Erscheinungen 94**  
 MANFRED STOCKHAUSEN

Die elektrische Ladung 94  
 Das elektrische Feld 95  
 Der Strom 95  
 Das magnetische Feld 97  
 Die Verknüpfung elektrischer und magnetischer Felder 98  
 Das elektromagnetische Spektrum 99  
 Ausbreitung elektromagnetischer Wellen 99  
 Interferenz und Beugung 102



**Elektrische Maschinen 104**  
 MANFRED STOCKHAUSEN

Generatoren 104  
 Transformatoren 106  
 Motoren 107



**Optische Instrumente 108**  
 MANFRED STOCKHAUSEN

Prinzip der Abbildung 108  
 Abbildung durch Linsen 109  
 Das Auflösungsvermögen 110  
 Holographie 110



**Die Quantentheorie 114**  
 EGON TRÜBENBACHER

Die Entdeckung des elementaren Wirkungsquantums 114  
 Die Teilchennatur des Lichts 115  
 Das Bohrsche Atommodell 117  
 Materiewellen 118  
 Die Heisenbergschen Unbestimmtheitsbeziehungen 119

Die Schrödingergleichung 120  
 Spin und Bahndrehimpuls 122  
 Ein Blick auf die allgemeine Theorie 123



**Die Wärmelehre 126**  
 GERHARD ZACHMANN

Die Temperatur 126  
 Was ist Wärme? 127  
 Molekulare Betrachtungen 127  
 Der Wirkungsgrad von Wärmekraftmaschinen 129  
 Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik 131  
 Molekulare Deutung der Entropie 132  
 Gibt es einen »Wärmetod« der Welt? 133  
 Die Bedeutung der irreversiblen Prozesse 134  
 Tiefe Temperaturen 134



**Experiment und Theorie 136**  
 GERHARD ZACHMANN



**Die Mathematik in den Naturwissenschaften 138**  
 GERHARD ZACHMANN

Was ist Mathematik? 138  
 Anwendung der Mathematik in den Naturwissenschaften 138  
 Vektor 139  
 Funktion 139  
 Differentialquotient 139  
 Wahrscheinlichkeit 140



**Geschichte der Physik 142**  
 GERHARD ZACHMANN

Die Anfänge 142  
 Der Durchbruch der modernen Physik 143

### III STRUKTUR DER MATERIE



**Elementarteilchen 148**  
 EGON TRÜBENBACHER

Elementarteilchen im Atom 148  
 Die Erzeugung weiterer Elementarteilchen 149  
 Die Quantenzahlen 152  
 Ordnungsprinzipien 154  
 Wechselwirkungen und Erhaltungssätze 154



**Hochenergie-Physik 156**  
 VOLKER WALTHER

Die natürliche Quelle hochenergetischer Teilchen 156  
 Die Beschleunigung 156  
 Nachweis und Identifikation von Elementarteilchen 160  
 Ein vieldiskutiertes Experiment 160



## **Kernphysik und Radioaktivität 162**

VOLKER WALTHER

- Der Aufbau des Atoms und des Atomkerns 162
- Kernradien 164
- Kern- und Atommassen 164
- Die Bindungsenergie der Kerne 165
- Kernkräfte und Kernmodelle 166
- Der radioaktive Zerfall 168
- Das Zerfallsgesetz 169
- Nachweis der Kernstrahlung 170



## **Energie aus dem Atom 172**

VOLKER WALTHER

- Der Spaltprozeß 172
- Moderation und Neutronenbilanz 174
- Aufbau und Regelung von Reaktoren 175
- Brüten und Konvertieren 176
- Die Kernverschmelzung (Fusion) 177



## **Atomwaffen und ihre Wirkungen 178**

VOLKER WALTHER

- Wie funktioniert eine Atombombe? 178
- Wirkung der Atombombenexplosion 181
- Die natürliche Strahlenbelastung des Menschen 182
- Über die Verantwortung des Naturwissenschaftlers 182



## **Die Altersbestimmung von Gesteinen und Funden 184**

VOLKER WALTHER



## **Atombau und chemische Eigenschaften 186**

JÜRGEN BRICKMANN

- Die Atomhypothese von Dalton 186
- Das periodische System der Elemente 187
- Das Kernmodell des Atoms 188
- Das Bohr-Sommerfeldsche Atommodell 189
- Das Schalenmodell des Atoms 190
- Atomorbitale 191
- Der Aufbau der Elektronenhülle 192
- Atombau und Eigenschaften der Elemente 193



## **Künstliche Elemente 194**

VOLKER WALTHER



## **Die chemische Bindung 196**

JÜRGEN BRICKMANN

- Die Ionenbindung 196
- Atomorbitale 197
- Die Atombindung beim  $H_2^+$ -Ion 198
- Atombindungen 198

Gerichtete Bindungen und Valenzzustand der Atome 199

Mehrfachbindungen 199

Die Metallbindung 200

Die »van der Waalssche« Bindung 200

Änderung der Bindungsabstände 201

Das Aufbrechen der chemischen Bindungen 202

Reaktionen 202

Chemische Bindung und Aggregatzustand 203

Theoretische Berechnung von Molekülen 203



## **Die Halbleiter 203**

MANFRED STOCKHAUSEN

Bändermodell und Stromleitung 204

Halbleiterbauelemente und ihre Anwendungen 206



## **Der Laser 210**

MANFRED STOCKHAUSEN

## **IV DAS LEBEN**



## **Molekularbiologie: Erfolge und Aussichten 214**

BARBARA HOBOM



## **Die Vererbung 224**

BARBARA HOBOM



## **Strahlenbiologie und Veränderungen der Erbsubstanz 230**

BARBARA HOBOM



## **Molekulare Evolution 232**

BARBARA HOBOM



## **Die Photosynthese 236**

BARBARA HOBOM



## **Der Sehvorgang 240**

BARBARA HOBOM



## **Biologische Membranen 246**

BARBARA HOBOM



## **Biologische Kybernetik 250**

BARBARA HOBOM



## Die Entwicklung der Arzneimittel 254

ERNST MUTSCHLER

Chemische Struktur und pharmakologische Wirkung 255  
 Narkosemittel 255  
 Schmerzmittel (Analgetika) 257  
 Psychopharmaka 258  
 Lokalanästhetika 261  
 Insulin und orale Antidiabetika 262  
 Nebennierenrindenhormone 263  
 Orale Kontrazeptiva (»Antibabypille«) 264  
 Herzwirksame Glykoside 265  
 Vitamin D 266  
 Arzneimittel zur Therapie von Infektionskrankheiten 266



## Vom Arzneistoff zum Arzneimittel 268

ERNST MUTSCHLER

Die wichtigsten Arzneiformen 268  
 Depotarzneimittel 270  
 Hilfsstoffe 270  
 Dosis ist nicht gleich Dosis 271

## V DIE ERDE



## Die Erde als Himmelskörper 274

JÖRG NEGENDANK

Die Form der Erde 274  
 Isostasie 275  
 Das Magnetfeld 276  
 Die Entstehung von Erdbeben 278



## Die Erdbebenkunde 280

JÖRG NEGENDANK

Die Ausbreitung von Erdbeben 280  
 Anwendungen der Erdbebenkunde 283



## Geowissenschaften 284

JÖRG NEGENDANK

Die Erde und die sie umgebenden Hüllen 284  
 Der Kreislauf der Gesteine auf der Erde 285  
 Magmatische Gesteine und Lagerstätten, Vulkanismus 286  
 Metamorphe Gesteine und Lagerstätten 287  
 Sedimentäre Gesteine und Lagerstätten 287  
 Erdgeschichte 289  
 Tektonik 290



## Meeresforschung und Nutzung des Meeres 292

FRIEDRICH SCHOTT

Eigenschaften des Meerwassers 292

Schichtung des Meeres 294  
 Seegangsvorhersage und Küstenschutz 295  
 Die Nutzung der Nahrungsquellen des Meeres – Rohstoffgewinnung aus dem Meer 298  
 Der Schutz des Meeres als wichtige Aufgabe 298  
 Ausblick 299



## Meteorologie 300

HEINRICH FAUST

Der blaue Himmel 302  
 Warum bewegt sich die Luft? 303  
 Die Entstehung der Wolken 305  
 Das Klima 306



## Unser Wetter 308

HEINRICH FAUST

Die Wetterkarte 310  
 Auf dem Weg zur exakten Wettervorhersage 311



## Die Biosphäre und ihre Kreisläufe 314

JOACHIM HERRMANN

Die Uratmosphäre 314  
 Der Stickstoffkreislauf 316  
 Der Wasserkreislauf 317

## VI DAS WELTALL



## Die Astronomie 320

JOACHIM HERRMANN



## Der Mond 326

FRIEDRICH BEGEMANN

Mondbahn und Mondphasen 326  
 Die Entstehung der Gezeiten 328  
 Die Oberfläche des Mondes 329  
 Form und Mascons 330  
 Mondmaterie unter der Lupe 331  
 Der Mondmagnetismus 332  
 Seismische Messungen und innere Struktur 332  
 Temperaturen 333  
 Der Ursprung des Mondes 333



## Das Sonnensystem 334

JOACHIM HERRMANN



## Meteorite und Kometen 340

FRIEDRICH BEGEMANN

Die Klassifizierung der Meteoriten 340  
 Meteorite: Wo sie fallen – wann sie fallen 341

Größe der Meteoriten 342  
Boten aus der Frühgeschichte des  
Sonnensystems 343



**Die Sterne 346**  
JOACHIM HERRMANN



**Galaxien und Nebel 350**  
JOACHIM HERRMANN



**Interstellare Materie 352**  
JOACHIM HERRMANN



**Der Lebenslauf eines Sterns 354**  
JOACHIM HERRMANN



**Allgemeine Relativitätstheorie 358**  
GERHARD ZACHMANN

Träge und schwere Masse 358  
Das Grundpostulat der allgemeinen  
Relativitätstheorie 359  
Gravitation als Krümmung des Raum-Zeit-  
Kontinuums 360  
Das Weltall als Oberfläche einer vierdimensionalen  
Kugel 361



**Weltraumfahrt 362**  
JOACHIM HERRMANN



**Die Entstehung und Veränderung  
des Weltalls 364**  
JOACHIM HERRMANN

## VII WISSENSCHAFT IN DER VERANTWORTUNG



**Wissen und Gewissen 366**  
HANS SACHSSE



**Die technische Gesellschaft 370**  
HANS SACHSSE

Vom »Homo faber« zum Herrn der Natur 370  
Der Verlust der Anschaulichkeit 372



**Umweltschutz 374**  
GEORG MARTZ

Wohin mit dem Müll? 377  
Emission und Immission, Smog 378  
Hauptbelastung: der Lärm 381  
Bedrohte Gewässer 382



**Rohstoff- und Energieverbrauch 384**  
JÖRG NEGENDANK



**Wissenschaftspolitik 388**  
KLAUS SPINDLER

Die Kompetenzen von Bund und Ländern 388  
Die Forschungsförderung 389  
Wachsende Ausgaben 390  
Ziele und Prioritäten einer Gesamtplanung 391



**Naturwissenschaftliche und  
geisteswissenschaftliche Bildung 392**  
HANS SACHSSE

Die Rolle der Naturwissenschaften 392  
Was sind Geisteswissenschaften? 392  
Die innere Wirklichkeit 393

Register 394

Abbildungsnachweis 400