
Inhaltsverzeichnis

Teil I Der Weg zum absoluten Nullpunkt

1	Die Erforschung der Kälte	3
1.1	Kälte, nicht nur ein Gefühl.	3
1.2	Die Idee vom absoluten Nullpunkt der Temperatur.	6
1.3	Die Gasverflüssigung	8
1.3.1	Cailletet und Pictet.	8
1.3.2	Olszewski und Wróblewski	8
1.3.3	Dewar, van Linde und Hampson	9
1.3.4	Heike Kamerlingh Onnes.	13
	Literatur.	19
2	Die Tieftemperaturphysik der Berliner Universität und der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt bis zum Zweiten Weltkrieg	21
2.1	Walther Nernst und sein Wärmesatz	21
2.1.1	Thermomagnetische Erscheinungen	21
2.1.2	Der dritte Hauptsatz der Thermodynamik	26
2.1.3	Nernst als Wissenschaftspolitiker	29
2.1.4	Die spezifische Wärmekapazität	32
2.1.5	Tiefe Temperaturen	33
2.1.6	Wärmekapazitätsmessungen	33
2.1.7	Restwiderstandsmessungen	36
2.2	Walther Meißner an der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt	38
2.2.1	Der Wasserstoffverflüssiger	39
2.2.2	Weltweit der dritte Heliumverflüssiger	40
2.2.3	Max von Laue als Ideengeber	44
2.3	Der Meißner-Ochsenfeld-Effekt	44
	Literatur.	50
3	Oxford und Cambridge	53
3.1	Sir Francis Simon (1893–1956).	53
3.1.1	Der Simon-Verflüssiger	55
3.1.2	Festes Helium.	56

3.1.3	Die magnetische Kühlung	57
3.2	Pjotr Leonidowitsch Kapitza	62
3.2.1	Bei Rutherford	62
3.2.2	Hohe Magnetfelder	63
3.2.3	Der Heliumverflüssiger	64
3.2.4	Kapitza wird von Stalin in Moskau festgehalten	67
3.2.5	Suprafluides Helium.	67
3.2.6	Sauerstoffindustrie und Verbannung	72
3.3	Suprafluidität und das Bose-Einstein-Kondensat.	73
3.4	Die Kapitza-Schule	75
3.4.1	Die Seminare	75
3.4.2	Die Wissenschaftler	76
	Literatur.	78
 Teil II Der Tradition der Berliner Universität verpflichtet		
4	Der Neuanfang der Physik in Berlin nach dem Zweiten Weltkrieg	83
4.1	Physikstudium am Beispiel Matrikel 1954	83
4.2	Die Physikalischen Institute der Humboldt-Universität	85
	Literatur.	89
5	Anknüpfung an historische Wurzeln bei Max Planck und Walther Nernst	91
5.1	50 Jahre Relativitätstheorie und der 100. Geburtstag von Max Planck	91
5.2	Die Schule der Thermodynamik von Planck und Nernst – und ihre Weiterführung	95
	Literatur.	98
6	Die Tieftemperaturphysik nach 1945	101
6.1	Das III. Physikalische Institut der Berliner Universität	101
6.2	Die Tieftemperaturphysik nach dem Weggang von Eder.	103
6.3	Nachwuchs für die Tieftemperaturphysik	104
6.3.1	Auslandsstudium	104
6.3.2	Heisenbergs Ferromagnetismus.	106
6.3.3	Magnetische Oberflächenzustände.	108
6.4	Das III. Physikalische Institut der Berliner Universität wird zum Bereich Tieftemperatur-Festkörperphysik	110
	Literatur.	114
 Teil III Elektronenstrukturen von Festkörpern bei tiefen Temperaturen		
7	Metalle und Halbleiter bei tiefen Temperaturen	119
7.1	Die Landau-Quantelung.	119

7.2	Die Fermi-Flächen von Wolfram, Molybdän und Niobium.	123
7.3	Zyklotronresonanz und magnetische Oberflächenzustände des Halbleiters Tellur	130
7.4	Wismut und Wismut-Antimon-Legierungen	133
7.4.1	Der Radiofrequenz-Größeneffekt im Wismut	134
7.4.2	Die Phasen der Wismut-Antimon-Legierungen.	135
7.4.3	Die halbm metallischen Wismut-Antimon- Legierungen mit geringem Antimonanteil.	138
7.4.4	Die halbleitenden Wismut-Antimon-Legierungen vom n-Typ	141
7.4.5	Die halbleitenden Wismut-Antimon-Legierungen vom p-Typ	142
7.4.6	Halbm metallische Wismut-Antimon-Legierungen mit hoher Antimonkonzentration	143
7.5	Das Festkörperplasma	144
7.5.1	Das Magnetoplasma.	147
7.5.2	Plasmawellen	150
7.6	Nernst-Effekt an Wismut und Wismut-Antimon-Legierungen . . .	153
	Literatur.	154
8	Der Quanten-Hall-Effekt	157
8.1	Die Quantelung des Hall-Widerstands.	157
8.2	Das zweidimensionale Elektronengas	161
8.2.1	Die Ausbildung der Plateaus des Quanten-Hall-Effekts.	163
8.2.2	Die Feinstrukturkonstante	165
8.3	Der Quanten-Hall-Effekt an Korngrenzen.	166
8.3.1	Züchtung von Bikristallen für den Quanten-Hall-Effekt.	167
8.3.2	Die elektronische Struktur der Korngrenzen	168
8.3.3	Der integrale Quanten-Hall-Effekt in Korngrenzen.	169
8.3.4	Instabilitäten des Quanten-Hall-Effekts.	172
8.3.5	Quanten-Hall-Effekt in Korngrenzen von Quecksilber-Cadmium-Tellurid	173
8.4	Nernst-Effekt an Korngrenzen.	175
	Literatur.	176
9	Supraleitung	179
9.1	Grundlegende Eigenschaften der Supraleitung	179
9.2	Supraleiter erster und zweiter Art	184
9.3	Die Flussquantelung.	187
9.3.1	Tunneleffekte	190
9.3.2	Cooper-Paar-Tunneln.	191
9.3.3	Supraleitende Quanteninterferometer	193

9.4	Die Hochtemperatursupraleiter	196
9.4.1	Ungewöhnlich hohe Sprungtemperaturen in Keramiken	196
9.4.2	Schlüsselexperimente zum Nachweis der Supraleitung in den Keramiken	199
9.5	Whisker aus Hochtemperatursupraleitern	200
9.6	Fortsetzung der Tieftemperaturphysik in Berlin-Adlershof.	201
	Literatur.	202

Teil IV Hin zu den topologischen Isolatoren

10	Die Topologie der Energiebandstruktur von Festkörpern	207
10.1	Die Ausgangssituation – Zyklotronresonanz und die magnetischen Oberflächenzustände	208
10.1.1	Die Zyklotronresonanz.	209
10.1.2	Das quantenmechanische Bild der Zyklotronresonanz	211
10.1.3	Die magnetischen Oberflächenzustände in Metallen	212
10.2	Der Quanten-Hall-Effekt	213
10.3	Grundlagen der Topologie der Bandstruktur	218
10.3.1	Die Bandinversion	218
10.3.2	Die Zeitumkehrsymmetrie	219
10.3.3	Die Spin-Bahn-Kopplung	219
10.4	Die topologischen Isolatoren	222
10.4.1	Die Topologie.	222
10.4.2	Der Quanten-Spin-Hall-Effekt.	227
10.4.3	Spinströme	229
10.4.4	Die Dirac-Halbmetalle	231
10.4.5	Die Weyl-Halbmetalle	233
10.5	Die winkelaufgelöste Photoelektronenspektroskopie (ARPES)	234
10.6	Die neuen Materialklassen.	236
10.6.1	Die zweidimensionalen topologischen Isolatoren	237
10.6.2	Die dreidimensionalen topologischen Isolatoren.	239
10.6.2.1	Wismut und das System Wismut-Antimon.	239
10.6.2.2	Die topologischen Isolatoren Bi_2Se_3 und Bi_2Te_3	241
	Literatur.	243
11	Die Tieftemperaturexperimente an der Humboldt-Universität zu Berlin aus der Sicht der Topologie	247
11.1	Einkristalle und epitaktische einkristalline Schichten	248
11.2	Die Oberflächenzustände von Tellur	249
11.3	Dirac-Fermion in den Wismut-Antimon-Legierungen	251

11.4	Der Radiofrequenz-Größeneffekt	254
11.5	Oberflächen und Volumenzustände von Wismut	256
11.6	Ein permanentes Magnetfeld im Wismut.	258
11.7	Die topologischen Eigenschaften der Einkristalle	260
	Literatur.	261

Teil V Neue Kühlmethoden – Technische Lösungen und neue Physik

12	Tiefe Temperaturen ohne tiefsiedende Flüssigkeiten.	265
12.1	Stirling-Kühler	266
12.1.1	Der Stirling-Prozess	266
12.1.2	Pulsrohrkühler	267
12.2	Temperaturen unter 1 K	270
12.2.1	Sorptionskühlung	270
12.2.2	$^3\text{He}/^4\text{He}$ -Lösungskühler für Millikelvintemperaturen . . .	272
12.3	Ablösung der Heliumkühlung durch Gaskältemaschinen	275
	Literatur.	276
13	Röntgen- und Terahertzdetektoren	277
13.1	Supraleitende Kantenbolometer.	277
13.2	Magnetische Kalorimeter.	279
13.3	Supraleitende Terahertzdetektoren.	280
	Literatur.	282
14	Kalte Augen, kalte Bosonen	283
14.1	Die kalten Augen der Radioteleskope	283
14.2	Ein erster Blick ins Universum	285
14.3	Das Bose-Einstein-Kondensat in einer magnetooptischen Falle	288
14.4	Die Zukunft der Physik tiefer Temperaturen	293
	Literatur.	294
15	Schlussbemerkungen	295
15.1	Anliegen dieses Buches	295
15.2	Was wurde aus dem Matrikel 1954 der Humboldt-Uni- versität in der Wendezeit?	297
15.3	Zum Lehrkörper der Sektion Physik	298

Anhang 1: Dekane und Sektionsdirektoren, Institute und Bereiche der Physik der Berliner Universität	301
--	------------

Die Bereiche der Sektion Physik	305
--	------------

Anhang 2: Kristallzüchtung im Weltraum – das Projekt Berolina	307
--	------------

Literatur.	315
---------------------------	------------

Stichwortverzeichnis.	317
--------------------------------------	------------