

Inhaltsverzeichnis.

Zur Einführung.

Seite

Die Magnesiumlegierungen als Fliegwerkstoffe	XV
--	----

Rohstoffe und Herstellung.

Von Direktor Dr. phil. W. MOSCHEL, Dr.-Ing. H. SELIGER
und Direktor Dr. phil. R. SUCHY, Bitterfeld.

A. Geschichtliches.	1
B. Rohstoffe des Magnesiums	3
1. Vorkommen der Rohstoffe	3
2. Technisch wichtige Rohstoffe und ihre Aufbereitung	4
C. Elektrolytische Herstellung des Magnesiums	6
1. Elektrolyse von wäßrigen bzw. organischen Lösungen der Magnesiumsalze	6
2. Elektrolyse von geschmolzenen Magnesiumsalzen	7
a) Elektrolyse von Magnesiumoxyd in Fluoridschmelzen	7
b) Elektrolyse von Karnallit.	7
c) Herstellung von wasserfreiem Magnesiumchlorid	8
d) Elektrolyse von geschmolzenem Magnesiumchlorid	11
D. Thermische Herstellung des Magnesiums	13
1. Reduktion von Magnesiumoxyd mittels Kohle.	13
2. Reduktion von Magnesiumverbindungen mittels Kalziumkarbid	15
3. Reduktion von Magnesiumoxyd mittels Aluminium	16
4. Reduktion magnesiahaltiger Rohstoffe mittels Silizium	16
E. Ausblick	17

Physikalische Eigenschaften des Magnesium-Einkristalls und ihre Bedeutung für den Vielkristall.

Von Dr. phil. G. SIEBEL, Bitterfeld.

A. Einleitung	18
Herstellung von Einkristallen.	18
B. Physikalische Eigenschaften des Mg-Kristalls.	19
1. Anisotropie des Mg-Kristalls.	19
2. Verformungsmechanismen, Translation und Zwillingsbildung	20
3. Verfestigung von Mg-Kristallen	24
a) Statische Beanspruchung	24
b) Wechselbeanspruchung	25
c) Legierungsbildung	26
d) Kristallverletzung	28
C. Bedeutung der hexagonalen Struktur für die Eigenschaften des Vielkristalls	29
1. Verfestigung des Vielkristalls	29
2. Verformungstexturen	31

Inhaltsverzeichnis.

Zur Einführung.

	Seite
Die Magnesiumlegierungen als Fliegwerkstoffe	XV

Rohstoffe und Herstellung.

Von Direktor Dr. phil. W. MOSCHEL, Dr.-Ing. H. SELIGER
und Direktor Dr. phil. R. SUCHY, Bitterfeld.

A. Geschichtliches.	1
B. Rohstoffe des Magnesiums	3
1. Vorkommen der Rohstoffe	3
2. Technisch wichtige Rohstoffe und ihre Aufbereitung	4
C. Elektrolytische Herstellung des Magnesiums	6
1. Elektrolyse von wäßrigen bzw. organischen Lösungen der Magnesiumsalze	6
2. Elektrolyse von geschmolzenen Magnesiumsalzen	7
a) Elektrolyse von Magnesiumoxyd in Fluoridschmelzen	7
b) Elektrolyse von Karnallit.	7
c) Herstellung von wasserfreiem Magnesiumchlorid	8
d) Elektrolyse von geschmolzenem Magnesiumchlorid	11
D. Thermische Herstellung des Magnesiums	13
1. Reduktion von Magnesiumoxyd mittels Kohle.	13
2. Reduktion von Magnesiumverbindungen mittels Kalziumkarbid	15
3. Reduktion von Magnesiumoxyd mittels Aluminium	16
4. Reduktion magnesiahaltiger Rohstoffe mittels Silizium	16
E. Ausblick	17

Physikalische Eigenschaften des Magnesium-Einkristalls und ihre Bedeutung für den Vielkristall.

Von Dr. phil. G. SIEBEL, Bitterfeld.

A. Einleitung	18
Herstellung von Einkristallen.	18
B. Physikalische Eigenschaften des Mg-Kristalls.	19
1. Anisotropie des Mg-Kristalls.	19
2. Verformungsmechanismen, Translation und Zwillingsbildung	20
3. Verfestigung von Mg-Kristallen	24
a) Statische Beanspruchung	24
b) Wechselbeanspruchung	25
c) Legierungsbildung	26
d) Kristallverletzung	28
C. Bedeutung der hexagonalen Struktur für die Eigenschaften des Vielkristalls	29
1. Verfestigung des Vielkristalls	29
2. Verformungstexturen	31

Metallographie des Magnesiums und seiner Legierungen.

Von Dr.-Ing. H. VOSSKÜHLER, Bitterfeld.

A. Schliffherstellung	37
1. Mikroskopische Untersuchungen	37
a) Vorbereitung der Proben	37
b) Schleifen	37
c) Polieren	38
d) Ätzen	40
2. Makroskopische Untersuchungen	41
B. Gefüge des Magnesiums	42
C. Binäre Legierungen	46
Mg-Ag 46. Mg-Al 47. Mg-As 53. Mg-Au 53. Mg-Ba 54. Mg-Be 54.	
Mg-Bi 55. Mg-Ca 57. Mg-Cd 58. Mg-Ce 59. Mg-Co 60. Mg-Cs 60.	
Mg-Cu 61. Mg-Fe 62. Mg-Ga 62. Mg-Ge 63. Mg-H 63. Mg-Hg 63.	
Mg-In 64. Mg-K 65. Mg-La 65. Mg-Li 65. Mg-Mn 67. Mg-N 68.	
Mg-Na 69. Mg-Ni 69. Mg-O 70. Mg-P 70. Mg-Pb 70. Mg-Pr 71.	
Mg-S 72. Mg-Sb 72. Mg-Si 73. Mg-Sn 74. Mg-Sr 75. Mg-Tl 75.	
Mg-W 77. Mg-Zn 77. Mg-Zr 78.	
D. Ternäre Legierungen	79
Mg-Ag-Al 79. Mg-Ag-Cd 80. Mg-Ag-Tl 80. Mg-Ag-Zn 80. Mg-Al-Be 80.	
Mg-Al-Bi 80. Mg-Al-Cd 81. Mg-Al-Cu 82. Mg-Al-Fe 83. Mg-Al-Mn 83.	
Mg-Al-Ni 84. Mg-Al-Sb 84. Mg-Al-Si 85. Mg-Al-Tl 85. Mg-Al-Zn 86.	
Mg-Bi-Cu 90. Mg-Bi-Zn 90. Mg-Ca-Si 91. Mg-Ca-Zn 91. Mg-Cd-Pb 92.	
Mg-Cd-Tl 93. Mg-Cd-Zn 94. Mg-Cu-Ni 95. Mg-Cu-Si 95. Mg-Cu-Sn 96.	
Mg-Pb-Sb 96. Mg-Pb-Sn 96. Mg-Si-Zn 97. Mg-Sn-Zn 99. Mg-Tl-Zn 100.	

Physikalische Eigenschaften.

Von Dr. phil. G. SIEBEL und Dr.-Ing. H. VOSSKÜHLER, Bitterfeld.

A. Physikalische Kenngrößen des Reinmagnesiums	101
B. Rekristallisation	102
C. Volumen	105
1. Spezifisches Gewicht	105
2. Gitterkonstantenänderung durch Mischkristallbildung	107
3. Thermische Ausdehnung	108
D. Thermische Eigenschaften	111
1. Wärmeleitfähigkeit	111
2. Spezifische Wärme, Schmelzwärme, Schmelzpunkt, Siedepunkt, Verdampfungswärme, Dampfdruck	114
3. Diffusion	119
4. Oberflächenspannung	119
5. Bildungswärmen von intermetallischen Verbindungen	119
6. Brennbarkeit	120
E. Elektrische Eigenschaften	122
1. Elektrische Leitfähigkeit	122
2. Thermokraft	128
F. Magnetische Eigenschaften	128
G. Reflexion	129
H. Elektrochemische Eigenschaften	130

Festigkeitseigenschaften.

Von Dr.-Ing. W. BUCHMANN, Bitterfeld.

I. Festigkeitseigenschaften bei gewöhnlicher Temperatur	131
A. Zugfestigkeit	131
1. Wirkung der Hauptlegierungsbestandteile auf Härte, Zugfestigkeit und Dehnung	131
2. Zugfestigkeit und Dehnung technischer Legierungen	141
a) Allgemeines: Prüfbedingungen, Bruchbild, Bruchdehnung, Gültigkeitsbereich (Probenherkunft und -entnahme), Legierungsbezeichnung	142
b) Technische Gußlegierungen	148
c) Technische Knetlegierungen	150
3. Dehngrenzen technischer Legierungen (Elastizitäts- und Streckgrenzen)	152
a) Allgemeines, Versuchsbedingungen	152
b) Technische Gußlegierungen	153
c) Technische Knetlegierungen	154
d) Konstruktive Bewertung von Dehngrenzen	156
4. Zugelastizitätsmaße technischer Legierungen	158
5. Einfluß von Kaltverformung auf die Zerreißwerte technischer Legierungen	160
6. Zerreißwerte in Werkstücken technischer Lieferformen	161
a) Gußstücke	161
b) Preßgut (Stangen, Profile, Rohre)	167
c) Walzgut (Bleche und Bänder)	171
d) Schmiedestücke	173
B. Druckfestigkeit	174
Druckfestigkeit, Quetschgrenze und Stauchung technischer Legierungen	174
a) Allgemeines: Versuchsausführung, Bruchbild	174
b) Technische Gußlegierungen	175
c) Technische Knetlegierungen	176
C. Biegefestigkeit	178
Biegefestigkeit und Durchbiegung technischer Legierungen	179
a) Allgemeines, Versuchsausführung	179
b) Technische Gußlegierungen	180
c) Technische Knetlegierungen	181
D. Schubfestigkeit (Scher- und Verdrehfestigkeit)	182
1. Scherfestigkeit technischer Legierungen	182
2. Verdrehfestigkeit und Drillgrenzen technischer Legierungen	183
a) Allgemeines	183
b) Verdrehfestigkeit	184
c) Drillgrenzen	184
3. Schubelastizitätsmaß (Gleitmodul)	184
E. Festigkeit von Bauteilen bei zügiger Beanspruchung (Gestaltfestigkeit)	185
1. Kerbwirkung und sonstige Gestalteinflüsse	185
a) Allgemeines	185
b) Festigkeit von Formelementen	186
2. Festigkeitsversuche an ganzen Bauteilen	188
F. Härte, Verschleiß- und Gleiteigenschaften, Verformungskennwerte	189

1. Härte	189
a) Allgemeines, Versuchsausführung	189
b) Härtewerte technischer Legierungen	190
2. Verschleiß- und Gleiteigenschaften	191
a) Vergleichende Verschleißversuche	191
b) Gleiteigenschaften	193
3) Kerbschlagzähigkeit	195
a) Allgemeines, Probenform	195
b) Kerbschlagzähigkeit technischer Legierungen	197
4. Sonstige Verformungskennwerte	197
a) Biegewinkel, Biegehalbmesser	197
b) Tiefung	198
G. Dauerstandfestigkeit	198
Kriechen und Dauerstandfestigkeit bei Raumtemperatur; konstruktive Bewertung des Kriechverhaltens von Magnesiumlegierungen	198
H. Dauerschwingungsfestigkeit	201
1. Allgemeines über die Ermüdungseigenschaften von Magnesiumlegierungen	201
a) Form der Wöhlerlinien, Grenzlastwechselzahlen, Zeit- und Dauerfestigkeit	201
b) Einfluß der Querschnittsgröße, Unterschied von Biege- und Zugdruckwerten	207
2. Wechselfestigkeit technischer Legierungen	209
a) Prüfbedingungen, Gültigkeitsbereich (Probenherkunft und -form)	209
b) Biegewechselfestigkeit technischer Legierungen, Beziehung zwischen Biegewechselfestigkeit und sonstigen Gütewerten.	210
c) Verhältnis von Zugdruck- und Verdrehwechselfestigkeit zur Biegewechselfestigkeit	213
3. Kerbempfindlichkeit technischer Legierungen	214
a) Bestimmung und Gültigkeitsbereich der Kerbempfindlichkeit	215
b) Kerbempfindlichkeitszahlen technischer Legierungen; Beziehung zwischen Kerbempfindlichkeit und sonstigen Gütewerten; Einflüsse auf die Kerbempfindlichkeit	217
c) Kerbempfindlichkeit bei verschiedenen Beanspruchungsarten (Zugdruck- und Verdrehbeanspruchung)	220
4. Wechselfestigkeit und Kerbempfindlichkeit in Werkstücken technischer Lieferformen	220
a) Gußstücke	220
b) Preßgut, Schmiedestücke, Walzgut	221
5. Dauerfestigkeit und Kerbempfindlichkeit technischer Legierungen bei erhöhten Mittelspannungen (Dauerfestigkeitsschaubilder)	224
a) Biegedauerfestigkeit	224
b) Zugdruck-Dauerfestigkeit	226
6. Dauerfestigkeit von Bauteilen (Gestaltfestigkeit)	228
a) Dauerfestigkeit von Formelementen (außer Einspannteilen); konstruktive Bewertung der Kerbempfindlichkeit; Einfluß von Querschnittsform und -größe	228
b) Einfluß von Einspannbedingungen (Reibkorrosion und Gegenmaßnahmen)	231
c) Oberflächenwirkung	233
d) Dauerfestigkeitsversuche mit Halbzeug und mit ganzen Bauteilen	234

7. Korrosionsermüdung	237
a) Allgemeines und Prüfbedingungen	237
b) Korrosionsermüdungswerte technischer Legierungen	238
I. Vergleichende Festigkeitstabellen und Verhältniszahlen	239
II. Festigkeitseigenschaften bei tiefen Temperaturen	244
A. Zugfestigkeit und Dehnung	245
B. Schlagzähigkeit und sonstige Verformungskennwerte	246
C. Dauerschwingungsfestigkeit	248
III. Festigkeitseigenschaften bei erhöhten Temperaturen	250
A. Härte, Zugfestigkeit und Dauerstandfestigkeit	250
1. Besondere Wirkung einiger Legierungsbestandteile auf die Warmfestigkeit von Magnesiumlegierungen	250
2. Warmhärte, Warmzugfestigkeit und -streckgrenze technischer Legierungen	252
a) Allgemeines, Abhängigkeit der Warmfestigkeitswerte von den Versuchsbedingungen, Elastizitätsmaß	252
b) Technische Gußlegierungen	254
c) Technische Knetlegierungen	256
3. Kriechverhalten und Dauerstandfestigkeit technischer Legierungen	260
a) Allgemeines, Versuchsausführung und Begriffsbestimmung	260
b) Technische Gußlegierungen	262
c) Technische Knetlegierungen; Einfluß der Vorbehandlung	266
B. Dauerschwingungsfestigkeit	267
Warmwechselfestigkeit technischer Legierungen	268
a) Allgemeines, Versuchsausführung	268
b) Technische Gußlegierungen	269
c) Technische Knetlegierungen	271

Chemisches Verhalten, Korrosion und Oberflächenschutz.

Von Dr.-Ing. W. SCHULTZE, Bitterfeld.

A. Allgemeines	272
Prüfmethoden	274
B. Die Verfahren zur Verbesserung des Korrosionsverhaltens	277
C. Einfluß der Legierungsmetalle	278
Mangan 278. Aluminium 281. Zink 284. Silizium 284. Kalzium 285. Zr 285. Kupfer 285. Zinn 286. Kadmium 286. Blei 287. Nickel, Kobalt 287. Chrom 288. Antimon, Wismut 288. Beryllium 288. Zirkon 289. Silber 289.	
D. Das spezielle chemische Verhalten des Magnesiums und der magnesiumreichen Legierungen	292
1. Die Arten der Korrosionserscheinungen	292
a) Bewitterungskorrosion	293
b) Spannungskorrosion	293
2. Die Korrosion in Wässern, Salzlösungen, sauren und alkalischen Elektrolyten	297
3. Verhalten gegen verschiedene Agenzien	299
4. Einfluß korrosionshemmender Stoffe	303
E. Oberflächenschutz	305
1. Metallische Überzüge	305
2. Nichtmetallische Überzüge	305
3. Anstriche	307
F. Konstruktive Maßnahmen, Isolierung	311

Schmelzen und Gießen. (Mit besonderer Berücksichtigung des Sandgußverfahrens.)

Von Direktor Dr.-Ing. h. c. A. BECK und Dipl.-Ing. P. SPITALER, Bitterfeld.

A. Die Verfahren zur Reinigung der Schmelzen	313
1. Befreiung von nichtmetallischen Verunreinigungen	313
2. Beseitigung von metallischen Verunreinigungen	318
B. Das Schmelzen der Magnesiumlegierungen.	320
1. Öfen und Tiegel	320
2. Temperaturmeßgeräte	321
3. Metalleinsatz	322
4. Schmelzen und Überhitzen	322
5. Gießen.	324
6. Tiegelreinigung und -kontrolle	325
C. Die wichtigsten gießtechnischen Eigenschaften der Ma- gnesiumlegierungen und deren Berücksichtigung in der Gießerei	326
D. Die Herstellung von Sandgußstücken aus Magnesiumlegierun- gen	334
1. Entwurf der Gußstücke	334
2. Formerei und Kernmacherei	336
3. Nachbehandlung der Abgüsse	341
4. Prüfung der Gußstücke	342
5. Betriebszahlen	343

Technologie des Kokillengießens.

Von Dipl.-Ing. P. SPITALER, Bitterfeld.

A. Allgemeines.	345
B. Unterschiede des Gießverfahrens gegenüber anderen Metallen	345
1. Gießen.	345
2. Eingußtechnik	346
3. Konstruktion der Kokillen	348
4. Beeinflussung der Erstarrungsbedingungen	349
5. Kokillenschichte	350

Technologie des Spritzgießens.

Von Obergeringieur A. BAUER, Stuttgart-Bad Cannstatt.

A. Entwicklung	352
B. Die heutigen Maschinensysteme	353
C. Wirtschaftlichkeit	358
D. Die Spritzgußformen.	359
E. Die Legierungen und ihre physikalischen Daten	361
F. Größe und Gewicht von Magnesiumspritzgußteilen	361
G. Wandstärken.	362
H. Herstellungsgenauigkeit	362
I. Konstruktionsregeln	363
1. Allgemeines	363
2. Hinterschneidungen	363
3. Einspritzbare Bohrungen	364
4. Der Anzug der Magnesiumspritzgußteile	364
5. Gewinde	364
6. Einlagen-Einspritzteile	365

J. Oberfläche von Spritzgußteilen	366
K. Verwendungsgebiete	367
1. Auto- und Motorradindustrie	367
2. Flugzeugindustrie	368
3. Büromaschinenindustrie	369
4. Optische Industrie	369
5. Elektroindustrie	370
6. Staubsaugerindustrie	371
7. Funkindustrie	371
8. Apparatebau	372
9. Allgemeiner Maschinenbau und andere Industriezweige	373

Technologie des Pressens.

Von Dipl.-Ing. R. FIEDLER, Bitterfeld.

A. Die Preßverfahren	374
B. Eigenschaften und Aufbau der Preßlegierungen und deren Abhängigkeit vom Verformungsgrad	375
C. Die Fließvorgänge während der Verformung	379

Technologie des Schmiedens.

Von Oberingenieur Dr.-Ing. H. ALTWICKER, Bitterfeld.

A. Einleitung	383
B. Rekristallisation	383
C. Kraftbedarf in Abhängigkeit von Reckgrad, Temperatur und Verformungsgeschwindigkeit	385
D. Kristallorientierung unter dem Einfluß von Temperatur und Schmiedeverfahren	387
E. Temperatur- und Ofenfrage	392
F. Verformungsgeschwindigkeit und Maschinenfrage	394
G. Werkzeugfragen	396

Technologie des Walzens.

Von Dr.-Ing. P. MENZEN, Rackwitz-Leipzig.

A. Walzen	399
B. Glühen	401
C. Allgemeine Arbeitsbedingungen	401
D. Verformungsbedingungen beim Walzen	402
1. Walztemperatur	402
2. Walzgeschwindigkeit	406
3. Kristallorientierung	407
4. Korngröße	408

Spangebende Bearbeitung.

Von Dipl.-Ing. O. KEINERT, Berlin.

A. Allgemeines über die Verspannung der Magnesiumlegierungen	409
1. Beziehungen zwischen Schnittdruck, Spanquerschnitt, Schnittgeschwindigkeit und Meißelform	409
2. Die zweckmäßige Schnittgeschwindigkeit	412
3. Spancharakteristik	413
4. Bearbeitungsfähigkeit der verschiedenen Magnesiumlegierungen	414
5. Schnitttemperatur, Trocken- und Naßbearbeitung	414
6. Richtlinien für die Werkzeugherstellung	415

7. Maßänderung bearbeiteter Teile	416
8. Spänebrände	417
B. Die wichtigsten Arten der spangebenden Verformung	418
1. Drehen	418
2. Fräsen	418
3. Bohren	419
4. Senken	422
5. Gewindeschneiden	422
6. Reiben	423
7. Sägen	423
a) Bandsägen	423
b) Kreissägen	424
8. Feilen	424
9. Schleifen	425
10. Naß- und Trockenschliff	426
C. Zusammenfassung	429

Konstruktionsrichtlinien, stoffgerechte Werkstattbehandlung und Anwendungsbeispiele.

Von Oberingenieur E. J. DE RIDDER, Bitterfeld.

A. Einleitung	430
B. Grundsätzliche Betrachtungen	430
C. Bauteile aus Magnesiumgußlegierungen	434
D. Bauteile aus Magnesiumknetlegierungen	440
1. Profile und Bleche	440
2. Schmiedestücke	444
E. Die korrosionssichere Konstruktion	446
F. Verbindungsarbeiten an Magnesiumlegierungen	448
1. Nieten	448
2. Verschraubungen	449
3. Schweißen	449
a) Autogene Schweißung	449
b) Lichtbogenschweißung	451
c) Druckschweißung	451
d) Punktschweißung	452
G. Spanlose Verformung von Blechen und Profilen	452
H. Die Anwendungsmöglichkeiten des Magnesiums als Konstruktionsbaustoff	454

Magnesium als Legierungselement.

Von Dr. phil. habil. H. BOHNER, Bitterfeld.

A. Magnesium als Legierungszusatz zu Aluminium und Aluminiumlegierungen	460
1. Al-Mg-Legierungen	460
2. Al-Mg-Si-Legierungen	467
3. Al-Cu-Mg-Legierungen	470
4. Al-Si-Mg-Legierungen	476
5. Al-Zn-Mg-Legierungen	477
B. Magnesium als Legierungszusatz zu Schwermetallen	478
1. Eisen	478
2. Nickel	478

3. Kupfer	479
4. Zink	479
5. Blei	480
6. Zinn	482
7. Edelmetalle	482

Die Verwendung des Magnesiums für Pyrotechnik und Thermochemie.

Von Dr. phil. G. GOSSRAU, Bitterfeld.

A. Magnesium als künstliche Lichtquelle	483
B. Magnesium in der Sprengtechnik	485
C. Magnesium für thermochemische Reduktion	485
D. Magnesium als Desoxydationsmittel für Metallschmelzen	486

Die wirtschaftliche Bedeutung des Magnesiums 487

Von W. H. O. ZIEGLER, Bitterfeld.

Chemische Analyse von Magnesium und seinen Legierungen.

Von Dr. phil. G. SIEBEL, Bitterfeld.

A. Magnesium	491
1. Silizium	491
2. Kupfer	491
3. Aluminium und Eisen	492
4. Mangan	492
B. Magnesiumlegierungen	493
1. Silizium, Blei, Zinn	493
2. Kupfer	493
3. Kadmium	494
4. Mangan	494
5. Aluminium	494
6. Zink	495
7. Silber	496
8. Zr	496
9. Zirkon	496
10. Kalzium	497
11. Eisen	497
12. Chloride	497
13. Nitride	497

Übersicht über Patente betreffend Herstellung, Verarbeitung und Verwendung von Magnesium und Magnesiumlegierungen.

Gruppe I: Herstellung von wasserfreiem Magnesiumchlorid für die Magnesiumelektrolyse	499
Gruppe II: Erzeugung von Magnesiummetall (elektrolytisch und thermisch)	500
Gruppe III: Magnesiumlegierungen	501
Gruppe IV: Schmelzen, Reinigen und Gießen von Magnesium und Magnesiumlegierungen	502
Gruppe V: Knetverarbeitung von Magnesium und Magnesiumlegierungen	503
Gruppe VI: Wärmebehandlung von Magnesiumlegierungen	504
Gruppe VII: Korrosionsschutz durch Oberflächenbehandlung	504
Gruppe VIII: Verwendung und Verarbeitungsverfahren	505
Namenverzeichnis	506
Sachverzeichnis	510

Magnesium und seine Legierungen

Beck, A. (Hrsg.)

2001, XXII, 520 S., Hardcover

ISBN: 978-3-540-41675-3