

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>1</b>
1.1	Der Wettbewerb der Werkstoffe in den Märkten	1
1.2	Innovationsgrundlagen	3
	Literatur	7
<b>2</b>	<b>Märkte und Anwendungen</b>	<b>9</b>
2.1	Automobilbau	10
2.2	Nutzfahrzeugbau	34
2.3	Schienenfahrzeugbau	39
2.4	Schiffbau	48
2.5	Flugzeugbau	52
2.6	Architektur und Ingenieurbau	57
2.7	Sonstige Anwendungsmärkte	61
	Literatur	66
<b>3</b>	<b>Legierungsaufbau, Wärmebehandlung, Normen</b>	<b>69</b>
3.1	Gefügebausteine der Aluminiumwerkstoffe	71
3.1.1	Gefügematrix	71
3.1.2	Gitterfehler	73
3.1.3	Korngrenzen	80
3.1.4	Mischkristallbildung, Löslichkeit der Elemente	82
3.1.5	Primärphasen (Gussphasen)	88
3.1.6	Sekundärphasen	88
3.1.7	Warmverformungs-, Erholungs- und Rekristallisationsgefüge	96
3.1.8	Poren	97
3.1.9	Oxideinschlüsse	98
3.2	Konstitution und Wärmebehandlung der Knetwerkstoffe	98
3.2.1	Unlegiertes Aluminium	99
3.2.2	AlMn-Legierungen	100
3.2.3	AlMg(Mn)-Legierungen	102

3.2.4	AlCu(Mg, Si)-Legierungen	117
3.2.5	AlMgSi-Legierungen	124
3.2.6	AlZnMg(Cu)-Legierungen	142
3.2.7	Sonstige Knetlegierungen	152
3.2.8	Durchführung von Wärmebehandlungen	154
3.3	Gefügebau und Wärmebehandlung von Gusswerkstoffen	167
3.3.1	Schmelze und Schmelzereinigung	168
3.3.2	Erstarrungsvorgang (Kristallisation)	171
3.3.3	Erstarrungsfehler	177
3.3.4	Fließ- und Formfüllungsvermögen	181
3.3.5	Aluminium-Gusslegierungen	182
3.3.6	Verarbeitungs- und Anwendungshinweise	187
3.3.7	Gießgerechte Gestaltung	188
3.4	Einführung in die Normen über Aluminiumlegierungen	189
3.4.1	Einführung in die Bezeichnungssysteme der Aluminiumwerkstoffe	189
3.4.2	Bezeichnungssystem für Knetlegierungen und deren Werkstoffzustände	191
3.4.3	Bezeichnungssystem für Formgusslegierungen, Gießverfahren und für die Werkstoffzustände von Formgussteilen	194
3.4.4	Halbzeugnormen	197
3.4.5	Garantierte und typische Eigenschaften	197
3.4.6	Legierungsauswahl – frei oder eingeschränkt?	198
	Literatur	199
<b>4</b>	<b>Physikalische Eigenschaften</b>	211
4.1	Physikalischen Eigenschaften des Aluminiums	211
4.1.1	Dichte	213
4.1.2	Elektrische Leitfähigkeit	213
4.1.3	Magnetische Eigenschaften	214
4.1.4	Wärmeleitfähigkeit	214
4.1.5	Reflexions- und Emissionseigenschaften	215
4.2	Physikalische Eigenschaften von Aluminiumoxid	215
	Literatur	216
<b>5</b>	<b>Korrosion</b>	217
5.1	Maßnahmen zur Vermeidung von Korrosionsschäden	218
5.2	Langzeiterfahrungen in Freibewitterung und Meerwasser	221
5.3	Oxidschicht und Korrosionsmechanismus des Aluminiums	222
5.3.1	Aufbau und Bedeutung der Oxidschicht	222
5.3.2	Verstärkung der natürlichen Oxidschicht	224

5.3.3	Beständigkeit der Oxidschicht .....	225
5.3.4	Elektrochemischer Korrosionsmechanismus .....	227
5.3.5	Freie und kritische Korrosionspotentiale .....	230
5.3.6	Stromdichte-Potentialkurven .....	231
5.3.7	Elektrochemische Wirkung intermetallischer Phasen .....	232
5.4	Korrosionsarten von Aluminium und seinen Legierungen .....	233
5.4.1	Lochkorrosion (LK) .....	233
5.4.2	Interkristalline Korrosion (IK) .....	236
5.4.3	Schichtkorrosion .....	244
5.4.4	Spannungsrissskorrosion (SpRK) .....	245
5.4.5	Interkristalline Korrosion unter Spannung .....	248
5.4.6	Spaltkorrosion .....	249
5.4.7	Kontaktkorrosion .....	251
5.4.8	Korrosionsermüdung .....	256
5.4.9	Reibkorrosion .....	261
5.4.10	Filiformkorrosion .....	262
5.5	Beispiele für korrosionsgerechtes Konstruieren .....	262
	Literatur .....	267
<b>6</b>	<b>Mechanische Eigenschaften .....</b>	<b>271</b>
6.1	Mechanisch-technologische Werkstoffeigenschaften .....	272
6.1.1	Charakteristische Werte des Zugversuchs .....	273
6.1.2	Werkstoffgesetze für die Umformtechnik .....	275
6.1.3	Einflüsse auf Fließverhalten und Duktilität .....	283
6.1.4	Werkstoffverhalten bei hohen Beanspruchungsgeschwindigkeiten .....	290
6.1.5	Werkstoffverhalten bei unterschiedlichen Temperaturen .....	297
6.2	Schwingfestigkeitsverhalten .....	308
6.2.1	Werkstoffliche Grundlagen der Ermüdungsschädigung bis zum Anriss .....	310
6.2.2	Schwingfestigkeit von Proben und Bauteilen .....	322
6.3	Werkstoff- und Bauteilversagen .....	344
6.3.1	Makroskopische und mikroskopische Bruchphänomene .....	345
6.3.2	Werkstoffmodelle für Schädigung und Versagen .....	358
6.3.3	Bruchmechanische Werkstoffeigenschaften bei quasi-statischer Beanspruchung .....	362
6.3.4	Bruchmechanische Werkstoffeigenschaften bei zyklischer Beanspruchung .....	372
6.4	Bruchmechanischer Festigkeitsnachweis .....	378
6.4.1	Bruchmechanik-Konzept .....	379
6.4.2	Bruchmechanischer Fehlerzustand .....	383

6.4.3	Bruchmechanischer Beanspruchungszustand .....	384
6.4.4	Bruchmechanischer Werkstoffzustand .....	390
6.4.5	Bewertung der Bauteilsicherheit bei quasi-statischer Beanspruchung .....	392
6.4.6	Bewertung der Bauteillebensdauer bei zyklischer Beanspruchung .....	394
6.4.7	Besondere Aspekte .....	396
6.4.8	Beispiel geschweißte Aluminium-Purifierkolonne .....	400
	Literatur .....	406
<b>7</b>	<b>Gießverfahren</b> .....	419
7.1	Stranggießverfahren .....	419
7.2	Formgießverfahren .....	423
7.3	Vergleich der Formgießverfahren .....	437
	Literatur .....	440
<b>8</b>	<b>Walzen</b> .....	441
8.1	Walzprozesse .....	441
8.2	Qualitätsmerkmale von Warm- und Kaltwalzblechen .....	443
8.3	Oberflächenbeschichtete Walzfabrikate .....	447
8.4	Verbundhalbzeuge .....	449
	Literatur .....	450
<b>9</b>	<b>Strangpressen</b> .....	451
9.1	Strangpressverfahren .....	452
9.2	Grundformen von Profilen und Werkzeugen .....	454
9.3	Strangpressbarkeit von Aluminiumlegierungen .....	456
9.4	Prozesskette im Strangpresswerk .....	460
9.5	Strangpressgerechte Profil- und Werkzeuggestaltung .....	462
9.6	Gestalten von Strangpressprofilen .....	465
9.6.1	Funktionalitätsgruppen .....	465
9.6.2	Konstruktionen mittels Profilverbindungen .....	465
9.7	Sonderverfahren des Strangpressens von Aluminium .....	470
9.7.1	Strangpressen nach dem „Conform“-Verfahren .....	470
9.7.2	Hydrostatisches Strangpressen .....	470
9.7.3	Verbundstrangpressen .....	471
9.7.4	Warmbiegen von Profilen beim Pressvorgang .....	471
	Literatur .....	472
<b>10</b>	<b>Schmieden von Aluminium</b> .....	473
10.1	Prozess des Gesenkschmiedens .....	474
10.2	Schmiedegesenke .....	476

---

10.3	Stofffluss und Faserverlauf	478
10.4	Schmiedelegierungen, Vormaterial, Gefüge und Arbeitsablauf	481
10.5	Gestalten von Schmiedeteilen	486
	Literatur	487
<b>11</b>	<b>Kaltfließpressen von Aluminium</b>	<b>489</b>
11.1	Charakteristische Merkmale von Kaltfließpressteilen	489
11.2	Aluminium für technische Fließpressteile	492
11.2.1	Vormaterial: Butzen	492
11.2.2	Aluminiumlegierungen für das Kaltfließpressen	493
11.2.3	Alternative Ausgangszustände für das Kaltfließpressen	495
11.3	Fließpressverfahren	497
11.3.1	Grundverfahren des Fließpressens	497
11.3.2	Werkzeuge für das Kaltfließpressen	500
11.3.3	Kraftbedarf beim Kaltfließpressen	501
	Literatur	502
<b>12</b>	<b>Blechumformung</b>	<b>505</b>
12.1	Werkstoffeigenschaften für die Blechumformung	506
12.1.1	Werkstoffeigenschaften aus Zugversuchen	506
12.1.2	Werkstoffeigenschaften aus technologischen Prüfungen	507
12.1.3	Biegefähigkeit	515
12.1.4	Rückfederung	521
12.1.5	Aluminiumlegierungen für Karosserieanwendungen	522
12.2	Tribologisches Verhalten	527
12.2.1	Reibungsmechanismus	527
12.2.2	Das Tribosystem Blech-Werkzeug-Schmierstoff	528
12.3	Scherschneiden	534
12.3.1	Trennvorgang beim Normalschneiden	535
12.3.2	Genauschnitten	539
12.3.3	Feinschneiden	541
	Literatur	543
<b>13</b>	<b>Sondergebiete der Umformtechnik</b>	<b>547</b>
13.1	Weiterverarbeitung von Profilen und Rohren	547
13.2	Halbwarmumformen	558
13.3	Superplastische Umformung	560
	Literatur	564
<b>14</b>	<b>Spanende Formgebung von Aluminium</b>	<b>567</b>
14.1	Spanbildung	569
14.2	Spanformen bei Aluminiumwerkstoffen	571

14.3	Aluminiumwerkstoffe für Zerspanungszwecke	573
14.4	Zerspanbarkeit	575
14.5	Werkzeugverschleiß	577
14.6	Schneidwerkstoffe für die Aluminiumzerspanung	579
14.7	Kühlschmierstoffe	581
14.8	Oberflächen spanend bearbeiteter Al-Werkstoffe	582
14.9	Funkenerosive Bearbeitung	583
	Literatur	584
<b>15</b>	<b>Oberflächenbehandlungen</b>	<b>587</b>
15.1	Reinigungsprozess	589
15.2	Vorbehandlung	591
15.3	Beschichtungen	592
	Literatur	598
<b>16</b>	<b>Schmelzschweißen</b>	<b>599</b>
16.1	Schweißbeignung der Aluminiumwerkstoffe	600
16.2	Eigenschaften von Aluminiumschweißverbindungen	609
16.3	Schmelzschweißverfahren für Aluminium	615
16.3.1	Schutzgas-Lichtbogenschweißen	615
16.3.2	Strahlschweißverfahren	623
16.4	Schweißimperfektionen	628
	Literatur	629
<b>17</b>	<b>Widerstandsschweißen</b>	<b>631</b>
17.1	Widerstandspunktschweißen (WPS)	632
17.2	Buckelschweißen	642
17.3	Punktschweißkleben	643
	Literatur	644
<b>18</b>	<b>Mechanisches Fügen</b>	<b>647</b>
18.1	Merkmale mechanischer Fügetechniken	647
18.2	Durchsetzfügen	650
18.3	Nieten	654
18.3.1	Vollniete	654
18.3.2	Blindniete	655
18.3.3	Schließbringbolzen	656
18.3.4	Stanzniet	657
18.4	Schraubverbindungen	659
18.5	Neuere Verfahrensentwicklungen	662
18.6	Festigkeitseigenschaften mechanisch gefügter Verbindungen	663
	Literatur	665

---

<b>19 Sonderverfahren der Fügechnik</b> .....	667
19.1 Rührreibschweißen (Friction Stir Welding/FSW) .....	667
19.2 Reibschweißen .....	671
19.3 Explosivschweißen .....	676
19.4 Hartlöten .....	677
Literatur .....	683
<b>20 Konstruieren mit Aluminium (Einführung)</b> .....	685
20.1 Gestaltungsgrundsätze .....	686
20.2 Elastizitätsmodul und Leichtbau .....	688
20.3 Schweißkonstruktionen .....	693
20.4 Eigenspannungen in Schweißverbindungen .....	698
20.5 Schwingfestigkeitsnachweis von Schweißverbindungen .....	706
20.6 Nachbehandlung zur Schwingfestigkeitsverbesserung .....	718
Literatur .....	720
<b>21 Sonderwerkstoffe</b> .....	723
21.1 Aluminiumpulvermetallurgie .....	723
21.2 Aluminiummatrix-Verbundwerkstoffe .....	730
21.3 Aluminiumschaumwerkstoffe .....	736
Literatur .....	739
<b>22 Gewinnung, Recycling, Ökologie</b> .....	741
22.1 Primäraluminium .....	741
22.2 Sekundäraluminium .....	746
22.3 Versorgungslage in Deutschland .....	749
22.4 Ökologische Betrachtungen .....	749
Literatur .....	753
<b>Anhang</b> .....	755
<b>Sachverzeichnis</b> .....	815

Anwendungstechnologie Aluminium

Ostermann, F.

2014, XVII, 829 S. 597 Abb., 78 Abb. in Farbe.,

Hardcover

ISBN: 978-3-662-43806-0