

Dipl.-Ing. Oswin Öttinger, Hallerndorf

# **Herstellung, Mikrostruktur und Eigenschaften von kohlenstofflangfaser- verstärkten Magnesium- legierungen**

Reihe **5**: Grund- und Werkstoffe

Nr. **450**

# Inhalt

1	Einleitung und Zielsetzung	1
2	Grundlagen und Stand der Technik	3
2.1	Magnesium und seine Legierungen	3
2.1.1	Allgemeine physikalische Eigenschaften von festem und flüssigem Magnesium	3
2.1.2	Überblick über die Magnesium-Gußlegierungen	5
2.2	Kohlenstoffasern als Verstärkungskomponente	7
2.2.1	Mikrostruktur und mechanische Eigenschaften der Kohlenstoffasern	7
2.2.2	Faserparadoxon und statistische Beschreibung der Festigkeit	9
2.3	Kohlenstoffaser/Magnesium-Verbundwerkstoffe	11
2.3.1	Thermodynamische Grundlagen	11
2.3.2	Herstellungsverfahren	12
2.3.3	Mischungsregel und Eigenschaftsprofil	14
3	Experimentelles	17
3.1	Verwendete Fasern und Matrixsysteme	17
3.1.1	Endlosfasern und Gewebe	17
3.1.2	Matrixwerkstoffe	19
3.2	Thermische Analyse	20
3.2.1	Thermogravimetrische Bestimmung des Faserschlichteanteils	20
3.2.2	Differential-Thermoanalyse	20
3.2.3	Dilatometermessungen	21
3.3	Messung von Dichte und Faservolumengehalt	22
3.4	Mechanische Prüfungen	23
3.4.1	Einzelfaserzugversuch	23

3.4.2	Biegeprüfung an Verbundwerkstoffen	24
3.4.3	Zugprüfung an Matrix- und Verbundwerkstoff	26
3.4.4	Druckprüfung an Matrix- und Verbundwerkstoff	26
3.4.5	Dynamische mechanische Prüfung	27
3.5	Mikrostrukturelle Untersuchungen	28
3.5.1	Lichtmikroskopie	28
3.5.2	Rasterelektronenmikroskopie	28
3.5.3	Mikrosondenanalyse	28
<b>4</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>29</b>
4.1	Herstellung von Kohlenstoffaser/Magnesium-Verbundwerkstoffen	29
4.1.1	Entschlichtung der Faser und Schmelzbereich der Matrix	29
4.1.2	Prinzip, Aufbau und Prozeßablauf der Gasdruckschmelzinfiltration	32
4.1.3	Einfluß der Prozeßparameter auf die Verbundeigenschaften und die Mikrostruktur	37
4.1.4	Veränderung der mechanischen Fasereigenschaften durch die Verbundherstellung	39
4.2	Eigenschaften und Mikrostruktur der verschiedenen unidirektional verstärkten Kohlenstoffaser/Magnesium-Systeme	44
4.2.1	Dichte und Faservolumengehalt	44
4.2.2	Differential-Thermoanalyse und Dilatometrie	46
4.2.3	Statische Verbundeigenschaften	50
4.2.4	Dynamische Verbundeigenschaften	60
4.2.5	Mikrostruktur und Werkstoffversagen	65
4.3	Eigenschaften von gewebeverstärkten AM20/T300J-Verbunden	76
4.3.1	Orientierungsabhängigkeit der Verbundeigenschaften	76
4.3.2	Einfluß der isothermen Auslagerung auf die mechanischen Verbundeigenschaften	80
4.3.3	Temperaturabhängigkeit der Zug- und Biegefestigkeit	81
4.3.4	Fraktographie	82
<b>5</b>	<b>Diskussion</b>	<b>87</b>
5.1	Bewertung des Gasdruckschmelzinfiltrationsverfahrens	87
5.2	Modellierung des Infiltrationsdrucks	90

---

5.3	Auswirkungen der Mikrostruktur auf die mechanischen Eigenschaften der unidirektional verstärkten Kohlenstoffaser/Magnesium-Verbunde	95
5.4	Vergleich zwischen den experimentell bestimmten und nach der Mischungsregel berechneten Eigenschaften der unidirektionalen Verbunde	101
5.5	Einordnung der mechanischen Kohlenstoffaser/Magnesium-Verbundeigenschaften in die Gruppe der langfaserverstärkten Werkstoffe	110
6	Zusammenfassung	113
7	Anhang	115
7.1	Durchmesser der Einzelfasern und geometrische Grundüberlegungen	115
7.2	Probengeometrien	119
7.3	Eigenschaften der unverstärkten Matrixsysteme und der Einzelfasern	121
7.4	Eigenschaften der unidirektional verstärkten Kohlenstoffaser/Magnesium-Verbunde	123
8	Literatur	125