

Ersetzt Ausgabe Oktober 2005

Inhalt:

- 1 Allgemeines
- 2 Anwendungstechnische Ausführungen
 - 2.1 Herstellungstechniken und Aufbau der Faserverbundwerkstoffe (FVK)
 - 2.2 Spritzgerechtes Konstruieren
- 3 Werkstoffbeschreibungen
 - 3.1 Dauergebrauchstemperaturen typischer Kunststoffe
 - 3.2 Spritzzusatzwerkstoffe
- 4 Oberflächenanforderungen
 - 4.1 Oberflächenbeschaffenheit im Ausgangszustand
 - 4.2 Oberflächenvorbereitung
 - 4.3 Haftvermittelnde Zwischenschichten
 - 4.3.1 Gelcoat
 - 4.3.2 Thermisch gespritzte Zwischenschichten
 - 4.3.3 Physikalisch, chemisch aufgetragene Zwischenschichten
 - 4.3.4 Beschichtungsgerechte Grundwerkstoffe
- 5 Thermisches Spritzen
 - 5.1 Spritzverfahren
 - 5.2 Prozessführung
- 6 Nachbearbeitung
 - 6.1 Drehen
 - 6.2 Schleifen
 - 6.3 Hobeln, Fräsen, Bohren und sonstige Bearbeitungsverfahren
- 7 Anwendungsbeispiele
 - 7.1 Typische Einsatzgebiete
 - 7.2 Entwicklungstrends
- 8 Schrifttum

1 Allgemeines

Dieses Merkblatt gibt Hinweise zur Herstellung und Nachbearbeitung thermisch gespritzter Schichten auf Bauteilen aus Kunststoffen.

Aufgrund der im Allgemeinen sehr schlechten Wärmebeständigkeit von Kunststoffen und der relativ geringen Haftfestigkeit der Spritzschichten im Vergleich zu Schichten auf konventionellen metallischen Substraten sind die in DIN EN 13507, DIN EN ISO 14924, DIN EN 15520 und Merkblatt DVS 2307 sowie DVS 2311 angeführten Bemerkungen auf den Bereich der Beschichtung von Kunststoffen auszuweiten und zu ergänzen.

Dies umfasst sowohl Angaben zur Herstellung bzw. zum Aufbau von Faserverbundwerkstoffen als auch zur zulässigen Temperaturbelastung gebräuchlicher Matrixsysteme. Darüber hinaus werden Hinweise auf Möglichkeiten zur Erreichung der Haftfestigkeit thermisch gespritzter Schichten und zur Nachbearbeitung durch spanabhebende Verfahren gegeben.

Aufgrund der Vielzahl kommerziell verfügbarer Kunststoffe und dem breiten Spektrum von Materialeigenschaften können in diesem

Merkblatt nur die gebräuchlichsten Polymerarten berücksichtigt werden. Zahlreiche Hinweise sind jedoch auch auf andere Kunststoffarten übertragbar. In entsprechenden Fällen sollte durch den Anwender eine detaillierte Einzelfallbetrachtung erfolgen.

2 Anwendungstechnische Ausführungen

Aufgrund der spezifischen Werkstoffeigenschaften von Kunststoffen sollte der Wärmeeintrag ins Bauteil deutlich niedriger gehalten werden als bei Metallsubstraten. Darüber hinaus weisen Kunststoffe gegenüber metallischen und keramischen Schichtwerkstoffen zumeist stark unterschiedliche thermische Ausdehnungskoeffizienten auf, was zu einem ungünstigen Spannungszustand und Haftungsproblemen führen kann. Dieser Aspekt muss bei der Werkstoffwahl, beim Schichtaufbau und der Temperaturführung besondere Beachtung finden. Negative Effekte können durch die Herstellung mehrlagiger Schichtsysteme bzw. gradierterschichtstrukturierter, hohe Brennervorschubgeschwindigkeiten und eine intensive Bauteilkühlung minimiert werden. Beim Beschichten von faserverstärkten Kunststoffen ist weiterhin darauf zu achten, dass der Bearbeitungsprozess, einschließlich Vor- und Nachbehandlung nicht die Verbundstruktur (Faser-Matrix) schädigt. Die Bearbeitbarkeit hängt dabei wesentlich von der Matrixzusammensetzung und dem Verstärkungsgrad ab. Aus diesem Grund sollten präzise Informationen über das Substrat vorliegen und wenn möglich sollte bereits die Herstellung des Verbundwerkstoffs auf die beschichtungsrelevanten Erfordernisse angepasst werden.

2.1 Herstellungstechniken und Aufbau der Faserverbundwerkstoffe (FVK)

Typische Herstellungsverfahren, häufig verwendete Faser- und Matrixsysteme sowie die Kurzbezeichnungen der Materialien sind in den nachfolgenden Tabellen 1 bis 4 zusammengefasst. Die Bilder 1 bis 3 zeigen Beispiele für verschiedene Faserverstärkungsarten.

Tabelle 1. Auswahl von Herstellverfahren für FVK.

Verfahren	Halbzeuge
Infusionsverfahren Resin Transfer Moulding (RTM)	Fasergewebe Gewebe Faserstrukturen
Autoklaventechnik	Prepreg (imprägniertes Fasergelege oder Gewebe)
Presstechnik	Prepreg
Wickeltechnik	Faser-Rovings
Laminieren	Gewebe, Fliese

Diese Veröffentlichung wurde von einer Gruppe erfahrener Fachleute in ehrenamtlicher Gemeinschaftsarbeit erstellt und wird als eine wichtige Erkenntnisquelle zur Beachtung empfohlen. Der Anwender muss jeweils prüfen, wie weit der Inhalt auf seinen speziellen Fall anwendbar und ob die ihm vorliegende Fassung noch gültig ist. Eine Haftung des DVS und derjenigen, die an der Ausarbeitung beteiligt waren, ist ausgeschlossen.

DVS, Ausschuss für Technik, Arbeitsgruppe „Thermische Beschichtungsverfahren“

Tabelle 2. Typische Verstärkungsfasern für FVK.

Verstärkungsfasern	Halbzeuge
Glas	Roving Gewebe Matten Kurzfasern
Kohlenstoff	Roving Gewebe Matten Kurzfasern
Aramid	Roving Gewebe

Tabelle 3. Typische Matrixsysteme für FVK.

Matrixsysteme (Harze)	Kurzzeichen / Werkstoff
Duromere	EP (Epoxid-Harz)
	UP (ungesättigtes Polyester-Harz)
	PF (Phenol-Formaldehyd)
	BMI (Bismaleinimide)
	PI (Polyimid)
	VE (Vinylester-Harz)
Thermoplaste	PA (Polyamid)
	PC (Polycarbonat)
	PEEK (Polyetheretherketon)
	PEI (Polyetherimid)
	PESU (Polyethersulfon)
	PPS (Polyphenylsulfid)
Elastomere Schaumstoffe	Polyurethan Silikonkautschuk

Tabelle 4. Kurzzeichen für verstärkte Kunststoffe.

Kurzzeichen	Werkstoff
Aramid	verstärkt mit Aramidfaser (Polyacrylamid, PTFE)
BFK	borfaserverstärkter Kunststoff
CFK	kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff
GFK	glasfaserverstärkter Kunststoff
HF-CF	verstärkt mit hochfesten Kohlenstoff-Fasern
HM-CF	verstärkt mit Hochmodul-Kohlenstoff-Fasern

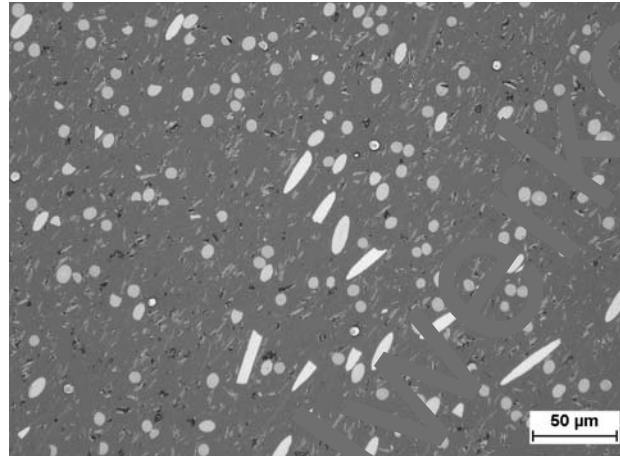


Bild 2. Querschliff von PEEK-Polymer mit 30% Kurzkohlefaserverstärkung, 10% Grafit- und 10% PTFE-Zusätzen.

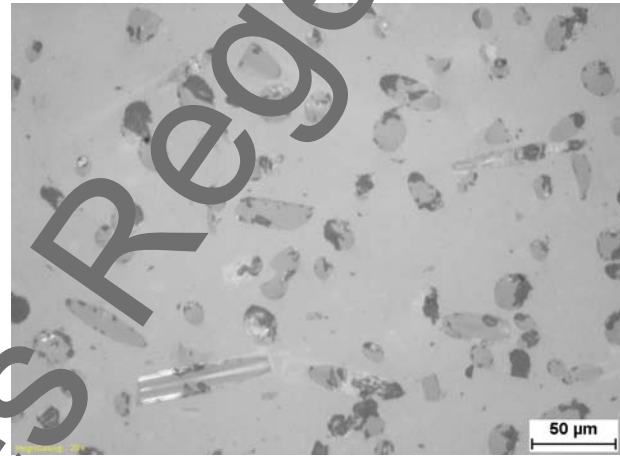


Bild 3. Querschliff von PEEK-Polymer mit 30% Kurzglasfaserverstärkung.

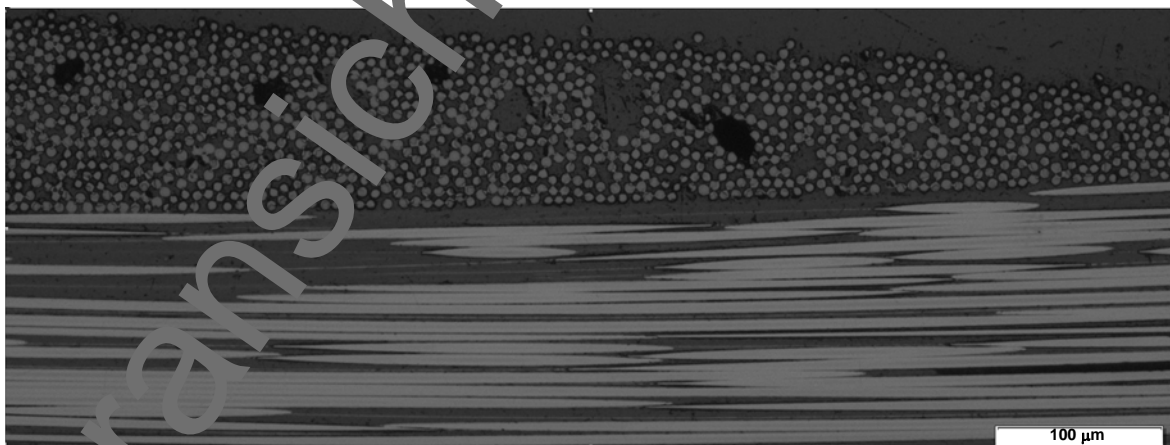


Bild 1. Querschliff eines aus Kohlenstofffaser-Rovings hergestellten CFK-Laminates.