

GMT- glasmattenverstärkte Thermoplaste- Grundregeln für die Gestaltung von GMT-Formteilen

Überarbeitetes Informationsblatt 1.2 der Arbeitsgruppe GMT

Informationsblatt 1.2

GMT - glasmattenverstärkte Thermoplaste Grundregeln für die Gestaltung von GMT-Formteilen

Inhalt	Seite
1. Einleitung	3
2. Werkstoffauswahl	3
2.1 Fließpressen / Formpressen	3
2.2 Rechnergestützte Halbzeugauswahl und Formteilgestaltung	3
3. Gestaltungshinweise	4
3.1 Wanddicken	4
3.2 Wanddickenunterschiede	4
3.3 Entformungsschrägen	5
3.4 Radien	5
3.5 Schwindungsübermaße	6
3.6 Toleranzen	6
3.7 Anisotropie	6
3.8 Versteifungen	7
3.8.1 Randverstärkungen	7
3.8.2 Sicken	7
3.8.3 Rippen	8
3.9 Kräfteinleitungen	9
3.9.1 Erhebungen, Dome	9
3.9.2 Buchsen, Bolzen	10
3.9.3 Formbleche u.ä.	10
3.10 Durchbrüche, Löcher, etc.	11
3.11 Hinterschneidungen	11
3.12 Oberflächengestaltung	11
3.13 Integration von Funktionen	11
4. Mechanische Nachbearbeitung	12
5. Verbindungstechniken	12
5.1 Schrauben, Nieten, Tackern	12
5.2 Schweißen	12
5.3 Kleben	13
5.4 Schnappverbindungen	13

Grundregeln für die Gestaltung von GMT-Formteilen

1. Einleitung

Dieses Informationsblatt soll Konstrukteuren helfen, Formteile aus GMT zu entwickeln, die Vorteile von GMT zu nützen und die erforderlichen Rahmenbedingungen zu beachten. Die nachfolgend angegebenen Empfehlungen stellen Richtwerte dar, mit denen eine wirtschaftliche Fertigung unter Beibehaltung einer gleichmäßigen Glasverteilung ohne Komplikationen möglich ist. In einigen Fällen wird ein Abweichen von den angegebenen Richtlinien durchaus zu vorteilhaften Konstruktionen führen. Jedoch sind dabei besonders die Auswirkungen auf die Glasverteilung und -orientierung und die sich daraus ergebenden Anisotropien der mechanischen Eigenschaften und der Schwindung zu beachten.

2. Werkstoffauswahl

2.1 GMT / Fließpressen

Beim Fließpressen sind die Zuschnitte kleiner als das Fertigteil. Das Einlegegewicht entspricht dem des Formteils. Beim Schließen des Werkzeugs füllen die Zuschnitte die ganze Kavität des Werkzeugs aus. Dabei kommt es zu Fließvorgängen und damit verbundenen Veränderungen der mechanischen Kennwerte im Formteil.

Mit diesem Verfahren ist es möglich, Bauteile mit großen Abmessungen, unterschiedlichen Wanddicken, komplexer Gestaltung und eingebetteten Metall-Funktionsteilen herzustellen.

GMT / Formpressen

Beim Formpressen ist der Zuschnitt so groß wie die Abwicklung des Formteils. Beim Schließen des Werkzeugs wird das Material verdichtet und geformt; Fließvorgänge finden nicht statt.

2.2 Rechnergestützte Halbzeugauswahl und Formteilgestaltung

Mit FUNDUS steht eine spezifische GMT-Materialdatenbank zur Verfügung, die alle relevanten Kennwerte für die Bauteilgestaltung umfaßt. Neben der wesentlich erleichterten Werkstoffauswahl erhält der Konstrukteur Daten für die Dimensionierung sowie Verarbeitungssimulation. Zu beziehen sind die auf IBM-kompatiblen PCs lauffähigen Disketten bei den Halbzeug- und Formteilherstellern.

Mit dem Simulationsprogramm EXPRESS können die Fließ- und Abkühlbedingungen während der Formteilherstellung schon in der Entwicklungsphase am Computer simuliert und aus fertigungs-technischer Sicht optimiert werden. Das Programm wurde von Halbzeug- und Formteilherstellern in Zusammenarbeit mit dem IKV Aachen erarbeitet.

3. Gestaltungshinweise

Bemerkung

Im folgenden werden teilweise für Fließpressen und Formpressen unterschiedliche Kommentare angeführt und entsprechend links und rechts angeordnet. Beiträge, die beides gleichermaßen betreffen, sind durchgehend geschrieben.

Fließpressen

Formpressen

3.1. Wanddicken

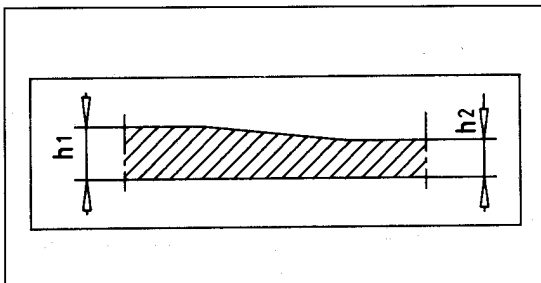
Eine Mindestwanddicke von 2 mm gewährleistet die problemlose Herstellung von Formteilen. Mit speziellen Materialtypen und einer angepaßten Verarbeitungstechnik können geringere Wanddicken realisiert werden.

Die Dicke des Halbzeugs muß auf die Wanddicke des Formteils abgestimmt sein. Übliche Wanddicken liegen im Bereich von 1,2 bis 2,5 mm.

3.2. Wanddickenunterschiede

Wanddickenunterschiede sind in weiten Grenzen möglich.

Formteile, welche unterschiedliche Wanddicken erfordern, sind für dieses Verfahren nicht geeignet.

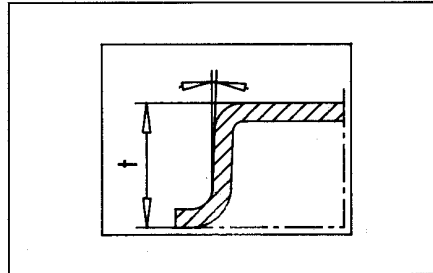


Flache Übergänge sind zu bevorzugen. Die Kühlzeit bei der Fertigung hängt maßgeblich von den dicksten Stellen ab.

3.3 Entformungsschrägen

Aus fertigungstechnischen Gründen sind Entformungsschrägen notwendig:

Beispiel



Preßrichtung \updownarrow

t (mm)

α (°)

≤ 150
 > 150 *

1,5 - 2
 3,0 - 4

*

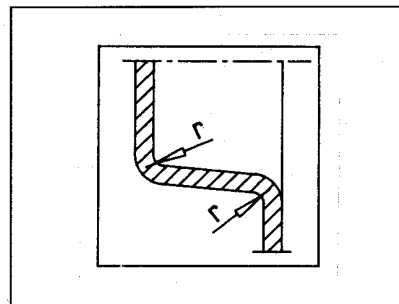
Im Formpreßverfahren sind derartige Tiefen nicht üblich.

Bei strukturierten Oberflächen (Nabung) muß die Entformungsschräge entsprechend vergrößert werden. Als Richtwert werden 1 ° zusätzliche Entformungsschräge pro 0,01 mm Nabungtiefe empfohlen.

3.4 Radien

Die Radien sollen innerhalb der kunststoffgerechten Bauteilkonstruktion so groß wie möglich ausgeführt werden. Scharfe Kanten können auf der Innenseite zu Glasanreicherungen führen.

Beispiel



Empfohlene Übergangsradien sind:

$r \geq 2$ mm

$r \geq 5$ mm

3.5 Schwindungsübermaße

Die Verarbeitungsschwindung ist der prozentuelle Anteil, in welchem das Formteil gegenüber der Form durch den Temperaturanteil und die Rekristallisation kleiner ausfällt. Sie wirkt sich im allgemeinen bei GMT sehr gering aus und hängt im wesentlichen von der gewählten Matrix, dem Glasgehalt, dem Orientierungsgrad der Glasfasern und den Verarbeitungsparametern ab.

Die in der Tabelle aufgelisteten Angaben sind als Richtwerte zu verstehen.

Mittlere Verarbeitungsschwindung (%)

PP-GM 20	PP-GM 30	PP-GM 40	PET-GM 35
0,3 - 0,4	0,2 - 0,3	0,15 - 0,2	0,15 - 0,25

3.6 Toleranzen

Vorzugsweise nach DIN 16901 - 140 sowie nach Absprache mit dem Halbzeuglieferanten/Formteilherstellern

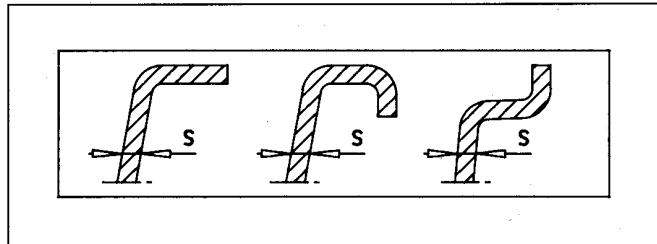
3.7 Anisotropie

Von Anisotropie spricht man im Zuge von verarbeitungsbedingter Veränderung der Kennwerte sowie der Werte für die Schwindung. Grund dafür ist die im Formteil unterschiedliche Ausrichtung der Glasfasern nach dem Fließvorgang. Das führt zu beeinflussbaren Eigenschafts-veränderungen am Bauteil, die im Extremfall an einzelnen Stellen das Wertenniveau von gerichtet verstärkten Materialien erreichen können.

3.8 Versteifungen

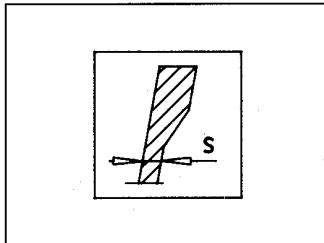
3.8.1 Randverstärkungen

Beispiel

Preßrichtung \updownarrow

Bei ausreichenden Platzverhältnissen sind derartige Verstärkungen zu bevorzugen.

Beispiel

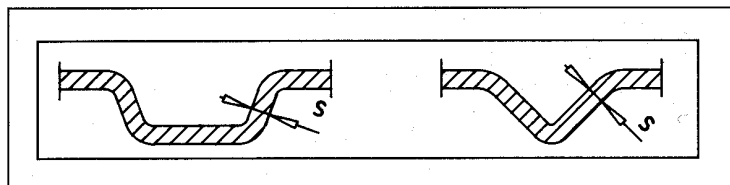
Preßrichtung \updownarrow

Bei eingegengten Platzverhältnissen wird eine Verdickung auf doppelte Wanddicke (2S) empfohlen.

Hier nicht ausführbar.

3.8.2 Sicken

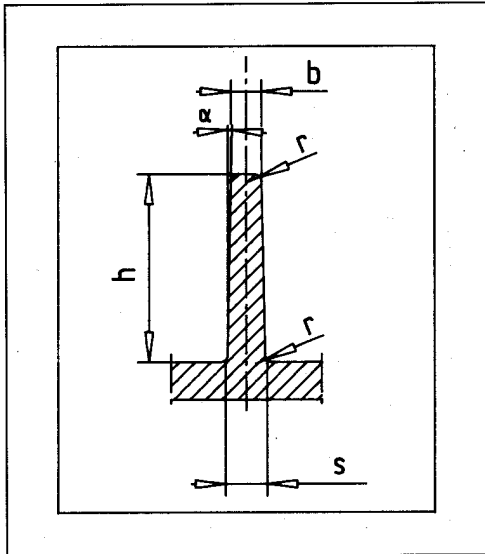
Sicken sind GMT-gerechte Versteifungen, welche eine gleichmäßige Glasfaser-verteilung gewährleisten.



Beispiel

3.8.3 Rippen

Beispiel



Rippen sind nicht ausführbar.

h (mm)
 bis 9
 9 bis 20
 20 bis 35

b : h
 1 : 3
 1 : 4
 1 : 5

$\alpha \geq 1^\circ$

$r \geq 2 \text{ mm}$

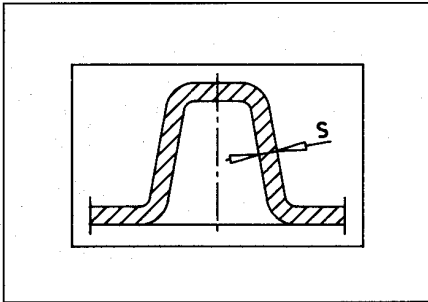
$b/s \leq 0,7$

Für eine Rippenfüllung bei guter Glasverteilung sind oben angeführte Geometrien empfehlenswert. Das Verhältnis von b/s sollte den Faktor 0,7 nicht überschreiten.

3.9 Kräfteinleitungen

3.9.1 Erhebungen, Dome

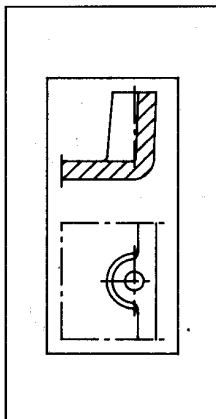
Zu bevorzugen ist folgende Form:



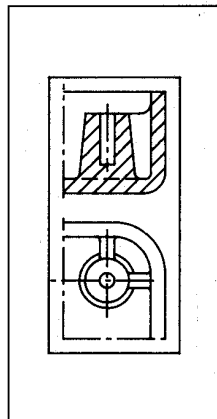
Bei anderen Ausführungen soll nach Möglichkeit eine Anbindung an Seitenwände oder Rippen vorgesehen werden, um beim Pressen durch begünstigte Fließbedingungen eine bessere Füllung mit Glasfasern zu erreichen.

Zum Beispiel:

a)

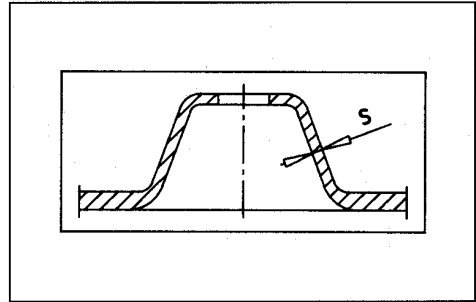


b)



Siehe auch Beispiel auf der nächsten Seite.

Zu bevorzugen ist folgende Form:

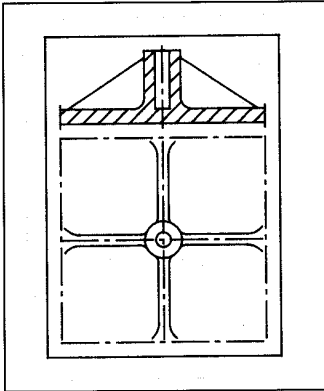


Die abgewinkelte Fläche der Erhebung soll nicht größer als die doppelte Grundfläche sein. Die Wanddicke im Dom ist geringer als in dessen Umgebung.

Fließpressen

Formpressen

c)



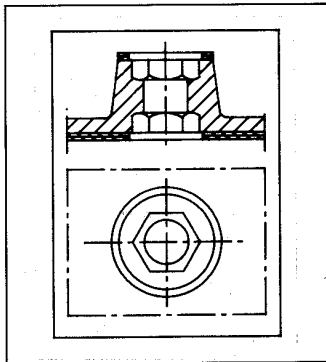
3.9.2 Buchsen, Bolzen

Buchsen und Bolzen können durch Einlegen in die Preßform direkt in das Formteil oder nachträglich durch

- Ultraschall
- Heißeinbetten
- Schneideinsätze
- Nieten

eingbracht werden.

Beispiel



Nur das nachträgliche Einbringen von Buchsen und Bolzen ist möglich

3.9.3 Formbleche u. ä.

Formbleche und sonstige Einlegeteile sollen so ausgebildet sein, daß eine formschlüssige Verankerung in Form von Hinterschneidungen, Durchbrüchen etc. gegeben ist.

3.10 Durchbrüche, Löcher, etc.

Durchbrüche und Löcher werden vorteilhaft im Fertigteil durch Stanzen, Bohren oder Fräsen hergestellt. Große Öffnungen können im Einzelfall auch beim Pressen durch innere Tauchkanten mitgeformt werden. Um die mechanische Bearbeitung zu erleichtern, können die Durchbrüche als Dünnpreßbereiche mit verminderter Wanddicke vorgeformt werden.

Durchbrüche und Bohrungen können ebenso wie beim Fließpressen hergestellt werden. Sehr vorteilhaft ist es aber, diese bereits im Halbzeug zu stanzen, um so Formteile mit glasfreien Kanten zu erhalten.

3.11 Hinterschneidungen

Hinterschneidungen haben sich durch den Einsatz der Schiebertechnologie bei komplexen Bauteilen bewährt.

Hinterschneidungen sind nicht möglich.

3.12 Oberflächengestaltung

Siehe AVK-Informationsblatt 1.3

3.13 Integration von Bauteilfunktionen

Die Betrachtung der Gesamtfunktionen des zu entwickelnden Bauteils bietet als Folge des Verarbeitungsverfahrens einen großen Spielraum für die Formgebung. Bei der Konstruktion des Formteils können somit Träger, Verstärkungen und Anbauelemente etc. zu einer Einheit zusammengefaßt werden. Hinweise sind der Broschüre "Anwendungsbeispiele von GMT-Formteilen" zu entnehmen.

4. Mechanische Nachbearbeitung

Als mechanische Nachbearbeitung haben sich spanende und spanlose Bearbeitungstechniken wie Bohren, Fräsen, Sägen, Stanzen, Schneiden, Wasserstrahlschneiden bewährt.

5. Verbindungstechnik

5.1 Schrauben, Nieten, Tackern

- Bei Durchgangverschraubungen sollen zur Vermeidung von Kriecherscheinungen und damit Lockerung der Verbindungselemente große Unterlegscheiben vorgesehen werden.
- Für häufig lösbare Verschraubungen werden metallische Gewindeeinsätze empfohlen, siehe 3.9.2
- Für Verschraubungen mit Gewinde im GMT-Formteil sind selbstschneidende Schrauben mit auf GMT abgestimmter Geometrie - mit Schneidkante - geeignet. (Blechschraben sind zu vermeiden)
- Für Nietverbindungen eignen sich vor allem Hohl- und Blindnieten, aber auch Vollnieten. Um die Flächenpressung gering zu halten, sind größere Kopf- und Schaftdurchmesser als bei Blechverbindungen üblich zu wählen. Der Randabstand soll mindestens dem doppelten Durchmesser entsprechen.
- Bei Verbindungen mit Klammern - "Tackern" - sollen die Klammern nicht zu nahe am Rand angeordnet werden, um die Gefahr des Ausbrechens zu verringern.

5.2 Schweißen

Schweißen ist grundsätzlich möglich. In der Schweißnaht ist die Festigkeit geringer als im Grundwerkstoff. Schweißnähte sollten nur auf Scherung beansprucht werden.

Mögliche Schweißverfahren sind:

- Heizelementschweißen
- Vibrationsschweißen
- Induktionsschweißen
- Ultraschallschweißen

Fließpressen	Formpressen
5.3 Kleben	
<p>Verklebungen sind möglich. Um eine gute Haftung zu erreichen, sind die Materialien aufeinander abzustimmen. Eine sorgfältige Vorbehandlung durch Reinigen oder eine Oberflächenaktivierung durch Primer, Coronaentladung, Plasma und Beflammen sind unumgänglich. Strukturverklebungen - für Kraftübertragung - sind nur bei entsprechender Ausbildung der Klebeflächen sowie der Gesamtbauteile möglich.</p>	
5.4 Schnappverbindungen	
<p>Schnappverbindungen sind möglich. Bei der Auslegung müssen die zulässigen Dehnungen des verwendeten GMT-Werkstoffs berücksichtigt werden.</p>	

Folgende Firmen waren an dieser Ausarbeitung beteiligt:

Verarbeiter

BWR Werkstoffsysteme und Fahrzeugbau GmbH, Rastatt

MITRAS Kunststoffe GmbH, Weiden

Presswerk Köngen GmbH, Köngen

Halbzeughersteller

BASF, Ludwigshafen

General Electric Plastics B.V., Bergen op Zoom

PCD Polymere GmbH, Linz

SYMALIT AG, Lenzburg

Weitere Infoblätter in dieser Schriftenreihe:

- 1.1 GMT glasmattenverstärkte Thermoplaste - Definition und Eigenschaften
- 1.3 Oberflächengestaltung von GMT-Formteilen
- 1.4 Anwendungsbeispiele von GMT-Formteilen aus den Bereichen

Transport und Verkehr

Möbel

Elektro und Haushalt

Bau

Sport und Freizeit

Maschinen

Verschiedenes

- 1.5 GMT - Ein recyclingfähiger Werkstoff