



## **Langfaserverstärkte Polyamide**

**Werkstoffe mit Rückgrat**

**GRIVORY<sup>®</sup>**  
**EMS**

**Grilamid<sup>®</sup>**  
**EMS**

**GRILON<sup>®</sup>**  
**EMS**



- 3** Einleitung
- 4** Produktportfolio / Nomenklatur / Herstellprozess
- 5** Charakteristik und Eigenschaften der langfaserverstärkten Polyamide
  
- 7** Eigenschaften Grivory HT
- 8** Eigenschaften Grivory GV
- 12** Eigenschaften Grilamid L / Grilamid TR
- 14** Eigenschaften Grilon
- 16** Spezielle Eigenschaften
  
- 19** Konstruktionsdaten – Kurzzeitverhalten
- 21** Konstruktionsdaten – Langzeitverhalten
- 23** Wärmealterung / Produkte mit Langkohlenstofffaserverstärkung
- 25** Hybridverstärkte LFT-Produkte
- 26** Chemikalienbeständigkeit
  
- 29** Brandverhalten / Lagerung und Trocknung
- 30** Spritzgussverarbeitung
- 32** Werkzeuggestaltung
- 34** Verarbeitungsparameter
- 36** Verarbeitung, Nachbehandlung
- 39** Dienstleistungen und Technischer Service
- 40** Nutzen Sie unsere Prüflabors
- 41** Qualitätsstandards
- 42** EMS-GRIVORY Produkte
- 43** Lieferform



### Langfaserverstärkte Polyamide – Werkstoffe mit Rückgrat

Langfaserverstärkte Polyamide von EMS-GRIVORY erweitern den Bereich möglicher Metallsubstitution in neue anspruchsvolle Anwendungsgebiete.

Die langen Verstärkungsfasern bilden in den Spritzgussbauteilen ein Fasergeflecht aus, das die thermomechanischen Eigenschaften nachhaltig verbessert. Spannungen werden quasi direkt von den Fasern übertragen, die gegenseitig „verfilzt“ sind. Damit reduzieren sich Änderungen der Eigenschaften in Abhängigkeit der Temperaturen, der Feuchte oder der Verformungsgeschwindigkeit, Einsatzgrenzen werden nach oben verschoben.

Die langfaserverstärkten Polyamide von EMS-GRIVORY basieren auf den bekannten Hochleistungswerkstoffen in mehreren Produktfamilien. Produkte sind verfügbar auf Basis

- **Grivory HT1**  
Hochtemperatur-Polyamide auf Basis von PPA (Polyphthalamid)
- **Grivory GV**  
Teilkristalline Polyamide mit aromatischen Anteilen
- **Grilamid L**  
Polyamid 12
- **Grilamid TR**  
Amorphe / transparente Polyamide
- **Grilon TS**  
Polyamid 66+6 Typen

Als Verstärkungsfasern kommen Glasfasern sowie Kohlenstofffasern zum Einsatz. Die Varianten unterscheiden sich durch die Art und Zusammensetzung der verwendeten Polyamide sowie durch den Anteil und die Art der Fasern.

Langfaserverstärkte Polyamide von EMS-GRIVORY werden für die Herstellung von anspruchsvollen technischen Teilen eingesetzt, die besondere Anforderungen an folgende Werkstoffeigenschaften haben:

- hohe mechanische Eigenschaften oberhalb der Glasübergangstemperatur
- geringes Kriechen
- hohe Festigkeiten bei sehr schneller Verformung
- verbesserte Kerbschlagzähigkeit ohne Steifigkeitsverlust
- geringer Verzug

Die polyamid-typischen Eigenschaften wie gute Chemikalienbeständigkeit, gute Oberflächenqualität, sehr rationelle Fertigung auch komplexer Bauteile bleibt selbstverständlich auch für die langfaserverstärkten Typen voll erhalten.

Die speziellen Eigenschaften der langfaserverstärkten Polyamide prädestinieren diese Werkstoffgruppe für den anspruchsvollen Metalleratz.

Im Vergleich zu Kurzfasernprodukten verleiht die Langfaserstruktur einem Bauteil höhere Eigenschaften bei gleicher Temperatur oder gleiche Eigenschaften bei 20 bis 30°C höheren Temperaturen. Dadurch werden für den Leichtbau Bauteile mit geringeren Wanddicken oder mit weniger Faserverstärkung (geringere Dichte) möglich.

Die langfaserverstärkten Polyamide sind ebenso wie die bekannten Basispolymere physiologisch unbedenklich. Produkte mit Anforderungen hinsichtlich Lebensmittelkontakt sind verfügbar.



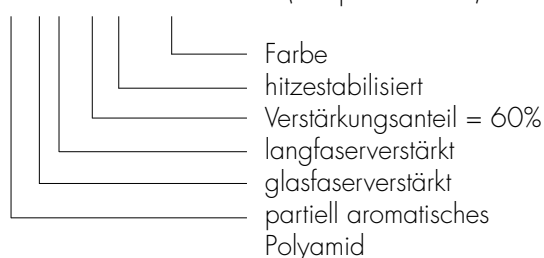
**Das Produktportfolio der langfaserverstärkten Polyamide**

- **Grivory HTVL**  
langglasfaserverstärkte Grivory HT1 Produkte
- **Grivory GVL**  
langglasfaserverstärkte Grivory GV Produkte
- **Grivory GCL**  
langkohlenstofffaserverstärkte Grivory GV Produkte
- **Grivory GXL**  
hybrid-langfaserverstärkte (GF+CF) Grivory GV Produkte
- **Grilamid LVL**  
langglasfaserverstärkte Grilamid L Produkte
- **Grilamid LCL**  
langkohlenstofffaserverstärkte Grilamid L Produkte
- **Grilamid TRVL**  
langglasfaserverstärkte amorphe Grilamid TR Produkte
- **Grilon TSGL**  
langglasfaserverstärkte Grilon TS Produkte
- **Grilon TSGL FA**  
langglasfaserverstärkte Grilon TS Produkte, lebensmittelkonform
- **Grilon TSXL**  
hybrid-langfaserverstärkte (GF+CF) Grilon TS Produkte

Die XE-Bezeichnung wird für Produkte in der Markteinführungsphase verwendet.

**Nomenklatur**

Grivory G V L - 6 H black 9915 (Beispiel verstärkt)



**Herstellprozess LFT-Produkte**

Die langfaserverstärkten Polyamide von EMS-GRIVORY werden in einem speziellen Prozess hergestellt. Ausgangs-Rohstoffe hierbei sind quasi endlose Glas- oder Kohlenstoff-Fasern, die als Spulen geliefert werden.

Diese Fasern werden vorbehandelt und einer speziell entwickelten Imprägnierdüse zugeführt. In dieser Düse werden die Fasern vereinzelt und mit einer Polyamidschmelze imprägniert. Diese Schmelze enthält eine Reihe von Additiven (Farben, Hitzestabilisatoren, Flammschutz, Verarbeitungshilfsmittel) und komplettiert die langen Verstärkungsfasern zu einem verarbeitungsfertigen Werkstoff.

In jedem Granulat befinden sich zwischen 4'000 und 24'000 Verstärkungsfasern, die alle die gleiche Länge wie das Granulat selbst aufweisen. Diese Länge beträgt typischerweise 10 mm. Die Fasern sind nicht als Bündel ummantelt sondern als Einzelfaser imprägniert und im Granulat wieder zusammengeführt.

Die Produkte werden als verarbeitungsfertige trockene Granulate in 25 kg Säcken (mit Alukaschierung) oder Oktabins geliefert.



## Charakteristik und Eigenschaften der langfaserverstärkten Polyamide



Typ	Produkt	Charakteristik und Eigenschaften	Anwendungssegment
Basistypen	<b>Grivory HT LFT</b> HT1VL-50X HT1VL-60X	Spritzgusstypen mit ausgewogenen Eigenschaften, 50% und 60% langglasfaserverstärkt	Hochsteife Bauteile mit erhöhten Arbeitstemperaturen, erhöhte Anforderungen an Kriechen und Arbeitsaufnahme
	<b>Grivory GV LFT</b> GVL-3H GVL-4H GVL-5H GVL-6H	Spritzgusstypen mit ausgewogenen Eigenschaften, 30% bis 60% langglasfaserverstärkt	Steife, massgenaue Bauteile mit hohen Anforderungen an Festigkeiten und Arbeitsaufnahme, deutlich reduziertes Kriechen, Ersatz von Druckgusslegierungen
High Performance Typen	GVL-5H HP GVL-6H HP	Spritzgusstypen mit nochmals gesteigerten Eigenschaften, 50% und 60% mit Spezialglasfasern verstärkt	Steife, massgenaue Bauteile mit sehr hohen Anforderungen an Festigkeiten und Arbeitsaufnahme, Festigkeiten über 300 MPa
Flammwidrig	GVL-4H V0 GVL-5H V0 GVL-6H V0	Spritzgusstypen mit Flammschutzadditiven, UL 94 V-0 und 5VA ab 1,6 mm, 40% bis 60% langglasfaserverstärkt	Flammwidrige Bauteile mit besonderen Anforderungen an die mechanischen Eigenschaften, Schlagbelastung, Kriechen
Kohlefaserverstärkt	GCL-3H GCL-4H	Spritzgusstypen mit sehr hoher Steifigkeit, Festigkeit und Arbeitsaufnahme, 30% bis 40% mit Langkohlenstofffasern verstärkt	Bauteile mit sehr hohen Anforderungen an die mechanische Leistungsfähigkeit und mit geringstem Bauteilgewicht
Hybridfaserverstärkt	GXL-40 DB GXL-45 DB GXL-50 DB	Spritzgusstypen mit Hybridfaserverstärkung (Glas und Kohlenstoff) 40% bis 50%	Bauteile mit elektrostatischer Leitfähigkeit in Kombination mit guten mechanischen Eigenschaften

## Charakteristik und Eigenschaften der langfaserverstärkten Polyamide



Typ	Produkt	Charakteristik und Eigenschaften	Anwendungssegment
Basistypen	<b>Grilamid L LFT</b> LVL-5H LVL-6H	Spritzgusstypen mit ausgewogenen Eigenschaften, 50% bis 60% langglasfaserverstärkt	Bauteile mit erhöhten Anforderungen an Kriechen und Arbeitsaufnahme, höchste Dimensionsbeständigkeit und Chemikalienbeständigkeit
	LCL-3H LCL-4H	Spritzgusstypen mit sehr hoher Steifigkeit, Festigkeit und Arbeitsaufnahme, 30% bis 40% mit Langkohlenstofffasern verstärkt	Sehr leichte Bauteile mit hohen Anforderungen an die mechanische Leistungsfähigkeit insbesondere im Bereich Sportartikel
Basistypen	<b>Grilamid TR LFT</b> TRVL-50X9 HP	Amorpher Spritzgusstyp mit ausgewogenen Eigenschaften, 50% langglasfaserverstärkt	Bauteile mit sehr geringem Verzug, sehr guter Oberfläche, höchste Dimensionsbeständigkeit
Basistypen	<b>Grilon TS LFT</b> TSGL-30/4 TSGL-40/4 TSGL-50/4 TSGL-60/4	Spritzgusstypen mit ausgewogenen Eigenschaften, 30% bis 60% langglasfaserverstärkt	Steife Bauteile mit hohen Anforderungen an Festigkeiten und Arbeitsaufnahme, deutlich reduziertes Kriechen, Ersatz von Druckgusslegierungen
Flammwidrig	TSGL-30/4 V0 TSGL-40/4 V0 TSGL-50/4 V0	Spritzgusstypen mit Flammschutzadditiven, UL 94 V-0 und 5VA ab 1,6 mm, 30% bis 50% langglasfaserverstärkt	Flammwidrige Bauteile mit besonderen Anforderungen an die mechanischen Eigenschaften, Schlagbelastung, Kriechen
Hybridfaserverstärkt	TSXL-40/4 DB TSXL-50/4 DB	Spritzgusstypen mit Hybridfaserverstärkung (Glas und Kohlenstoff) 40% bis 50%	Bauteile mit elektrostatischer Leitfähigkeit in Kombination mit guten mechanischen Eigenschaften

Mechanische Eigenschaften				<b>HT1VL-50X schwarz 9839</b>	<b>HT1VL-60X schwarz 9839</b>
Zug E-Modul	ISO 527	MPa	trocken	19500	24500
			kond.	19000	24000
Bruchspannung	ISO 527	MPa	trocken	275	265
			kond.	270	260
Bruchdehnung	ISO 527	%	trocken	1.9	1.5
			kond.	1.9	1.5
Schlagzähigkeit 23°C	ISO 179/2-1eU	kJ/m <sup>2</sup>	trocken	75	75
			kond.	75	75
Schlagzähigkeit -30°C	ISO 179/2-1eU	kJ/m <sup>2</sup>	trocken	75	75
			kond.	75	75
Kerbschlagzähigkeit 23°C	ISO 179/2-1eA	kJ/m <sup>2</sup>	trocken	30	30
			kond.	30	30
Kerbschlagzähigkeit -30°C	ISO 179/2-1eA	kJ/m <sup>2</sup>	trocken	30	30
			kond.	30	30
Kugeldruckhärte	ISO 2039-1	MPa	trocken	350	360
			kond.	350	360
<b>Thermische Eigenschaften</b>					
Schmelzpunkt	ISO 11357	°C	trocken	325	325
Wärmeformbeständigkeit HDT/A	ISO 75 A	°C	trocken	> 290	> 300
Wärmeformbeständigkeit HDT/C	ISO 75 C	°C	trocken	250	270
<b>Elektrische Eigenschaften</b>					
Vergleichende Kriechwegbildung	IEC 60112		trocken	600	600
Spezifischer Oberflächenwiderstand	IEC 60093	Ω	trocken	10 <sup>12</sup>	10 <sup>12</sup>
			kond.	10 <sup>12</sup>	10 <sup>12</sup>
<b>Allgemeine Eigenschaften</b>					
Dichte	ISO 1183	g/cm <sup>3</sup>	trocken	1.65	1.78
Brennbarkeit (UL 94), 1,6mm	IEC 60695-11-10	Stufe	trocken	HB	HB
Wasseraufnahme	ISO 62	%	trocken	3.0	2.8
Feuchtigkeitsaufnahme	ISO 62	%	trocken	1.3	1.2
Linearer Spritzschwund längs	ISO 294	%	trocken	0.10	0.10
Linearer Spritzschwund quer	ISO 294	%	trocken	0.20	0.15

Mechanische Eigenschaften				<b>GVL-4H natur</b>	<b>GVL-4H schwarz 9915</b>
Zug E-Modul	ISO 527	MPa	trocken	14000	14500
			kond.	13000	13500
Bruchspannung	ISO 527	MPa	trocken	240	230
			kond.	205	200
Bruchdehnung	ISO 527	%	trocken	2.5	2.3
			kond.	2.6	2.4
Schlagzähigkeit 23°C	ISO 179/2-1 eU	kJ/m <sup>2</sup>	trocken	85	80
			kond.	80	75
Schlagzähigkeit -30°C	ISO 179/2-1 eU	kJ/m <sup>2</sup>	trocken	75	70
			kond.	75	70
Kerbschlagzähigkeit 23°C	ISO 179/2-1 eA	kJ/m <sup>2</sup>	trocken	30	30
			kond.	30	30
Kerbschlagzähigkeit -30°C	ISO 179/2-1 eA	kJ/m <sup>2</sup>	trocken	30	25
			kond.	30	25
Kugeldruckhärte	ISO 2039-1	MPa	trocken	255	265
			kond.	230	250
<b>Thermische Eigenschaften</b>					
Schmelzpunkt	ISO 11357	°C	trocken	260	260
Wärmeformbeständigkeit HDT/A	ISO 75 A	°C	trocken	255	250
Wärmeformbeständigkeit HDT/C	ISO 75 C	°C	trocken	210	210
<b>Elektrische Eigenschaften</b>					
Vergleichende Kriechwegbildung	IEC 60112		trocken	600	600
Spezifischer Oberflächenwiderstand	IEC 60093	Ω	trocken	10 <sup>10</sup>	10 <sup>10</sup>
			kond.	10 <sup>10</sup>	10 <sup>10</sup>
<b>Allgemeine Eigenschaften</b>					
Dichte	ISO 1183	g/cm <sup>3</sup>	trocken	1.47	1.47
Brennbarkeit (UL 94), 1,6mm	IEC 60695-11-10	Stufe	trocken	HB	HB
Wasseraufnahme	ISO 62	%	trocken	4.5	4.5
Feuchtigkeitsaufnahme	ISO 62	%	trocken	1.4	1.4
Linearer Spritzschwind längs	ISO 294	%	trocken	0.15	0.15
Linearer Spritzschwind quer	ISO 294	%	trocken	0.40	0.40



<b>GVL-4H V0 schwarz 9915</b>	<b>GVL-5H natur</b>	<b>GVL-5H HP natur</b>	<b>GVL-5H schwarz 9839</b>	<b>GVL-5H schwarz 9915</b>	<b>GVL-5H V0 schwarz 9915</b>
14500	17500	17500	17500	17500	17500
13500	16500	16800	16500	16500	16500
200	270	290	265	260	235
180	230	265	230	230	210
2.3	2.5	2.6	2.4	2.2	2.2
2.5	2.5	2.5	2.4	2.2	2.2
70	105	115	105	90	90
65	100	110	100	85	85
70	90	100	90	85	85
60	90	100	90	80	80
25	35	40	35	30	30
25	35	40	35	30	30
25	35	40	35	30	30
25	35	40	35	30	30
260	275	275	275	290	290
245	260	260	260	270	270
260	260	260	260	260	260
250	255	255	255	255	255
210	220	220	220	220	220
600	600	600	600	600	600
10 <sup>10</sup>	10 <sup>10</sup>	10 <sup>10</sup>	10 <sup>10</sup>	10 <sup>10</sup>	10 <sup>10</sup>
10 <sup>10</sup>	10 <sup>10</sup>	10 <sup>10</sup>	10 <sup>10</sup>	10 <sup>10</sup>	10 <sup>10</sup>
1.52	1.56	1.56	1.56	1.56	1.59
VO/5VA	HB	HB	HB	HB	VO/5VA
4.2	4.0	4.0	4.0	4.0	3.7
1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2
0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
0.30	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25

Mechanische Eigenschaften				GVL-6H natur	GVL-6H HP natur
Zug E-Modul	ISO 527	MPa	trocken	22500	23500
			kond.	21000	21500
Bruchspannung	ISO 527	MPa	trocken	290	315
			kond.	255	275
Bruchdehnung	ISO 527	%	trocken	2.1	2.2
			kond.	2.1	2.3
Schlagzähigkeit 23°C	ISO 179/2-1eU	kJ/m <sup>2</sup>	trocken	115	125
			kond.	115	120
Schlagzähigkeit -30°C	ISO 179/2-1eU	kJ/m <sup>2</sup>	trocken	95	110
			kond.	95	110
Kerbschlagzähigkeit 23°C	ISO 179/2-1eA	kJ/m <sup>2</sup>	trocken	40	45
			kond.	40	45
Kerbschlagzähigkeit -30°C	ISO 179/2-1eA	kJ/m <sup>2</sup>	trocken	40	45
			kond.	40	45
Kugeldruckhärte	ISO 2039-1	MPa	trocken	305	315
			kond.	285	285
<b>Thermische Eigenschaften</b>					
Schmelzpunkt	ISO 11357	°C	trocken	260	260
Wärmeformbeständigkeit HDT/A	ISO 75 A	°C	trocken	255	255
Wärmeformbeständigkeit HDT/C	ISO 75 C	°C	trocken	225	230
<b>Elektrische Eigenschaften</b>					
Vergleichende Kriechwegbildung	IEC 60112		trocken	600	600
Spezifischer Oberflächenwiderstand	IEC 60093	Ω	trocken	10 <sup>10</sup>	10 <sup>10</sup>
			kond.	10 <sup>10</sup>	10 <sup>10</sup>
<b>Allgemeine Eigenschaften</b>					
Dichte	ISO 1183	g/cm <sup>3</sup>	trocken	1.69	1.69
Brennbarkeit (UL 94), 1,6mm	IEC 60695-11-10	Stufe	trocken	HB	HB
Wasseraufnahme	ISO 62	%	trocken	3.5	3.5
Feuchtigkeitsaufnahme	ISO 62	%	trocken	1.2	1.2
Linearer Spritzschwind längs	ISO 294	%	trocken	0.10	0.10
Linearer Spritzschwind quer	ISO 294	%	trocken	0.20	0.20

<b>GVL-6H schwarz 9839</b>	<b>GVL-6H schwarz 9915</b>	<b>GCL-3H anthrazit</b>	<b>GCL-3H schwarz 9915</b>	<b>GCL-4H anthrazit</b>	<b>GXL-40 DB schwarz 9915</b>	<b>GXL-45 DB schwarz 9915</b>
22500	23000	22500	23000	29500	22500	24000
21000	21500	21500	22000	26500	20500	21500
280	280	315	310	335	285	280
250	240	270	270	300	230	230
2.1	2.0	1.5	1.5	1.5	1.7	1.7
2.1	2.0	1.7	1.7	1.6	1.7	1.7
110	100	55	55	65	60	70
105	100	65	65	75	60	70
90	85	55	55	65	70	75
90	85	65	65	75	70	75
40	35	16	15	18	17	20
40	35	16	15	18	17	20
40	35	20	19	20	20	23
40	35	20	19	20	20	23
310	315	320	330	340	320	340
285	290	285	295	310	300	310
260	260	260	260	260	260	260
255	255	255	255	255	255	255
225	225	240	240	240	225	235
600	600	-	-	-	-	-
10 <sup>10</sup>	10 <sup>10</sup>	<50	<50	<50	<100	<100
10 <sup>10</sup>	10 <sup>10</sup>	<50	<50	<50	<100	<100
1.69	1.69	1.28	1.28	1.34	1.40	1.41
HB	HB	HB	HB	HB	HB	HB
3.5	3.5	4.7	4.7	4.5	4.5	4.2
1.2	1.2	1.5	1.5	1.3	1.4	1.2
0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.05	0.05
0.20	0.20	0.10	0.10	0.10	0.20	0.15

■ **Eigenschaften**  
**Grilamid L / Grilamid TR**

12

Mechanische Eigenschaften			
Zug E-Modul	ISO 527	MPa	kond.
Bruchspannung	ISO 527	MPa	kond.
Bruchdehnung	ISO 527	%	kond.
Schlagzähigkeit 23°C	ISO 179/2-1eU	kJ/m <sup>2</sup>	kond.
Schlagzähigkeit -30°C	ISO 179/2-1eU	kJ/m <sup>2</sup>	kond.
Kerbschlagzähigkeit 23°C	ISO 179/2-1eA	kJ/m <sup>2</sup>	kond.
Kerbschlagzähigkeit -30°C	ISO 179/2-1eA	kJ/m <sup>2</sup>	kond.
Kugeldruckhärte	ISO 2039-1	MPa	kond.
Thermische Eigenschaften			
Schmelzpunkt	ISO 11357	°C	trocken
Wärmeformbeständigkeit HDT/A	ISO 75 A	°C	trocken
Wärmeformbeständigkeit HDT/C	ISO 75 C	°C	trocken
Elektrische Eigenschaften			
Vergleichende Kriechwegbildung	IEC 60112		trocken
Spezifischer Oberflächenwiderstand	IEC 60093	Ω	trocken kond.
Allgemeine Eigenschaften			
Dichte	ISO 1183	g/cm <sup>3</sup>	trocken
Brennbarkeit (UL 94), 1,6mm	IEC 60695-11-10	Stufe	trocken
Wasseraufnahme	ISO 62	%	trocken
Feuchtigkeitsaufnahme	ISO 62	%	trocken
Linearer Spritzschwind längs	ISO 294	%	trocken
Linearer Spritzschwind quer	ISO 294	%	trocken

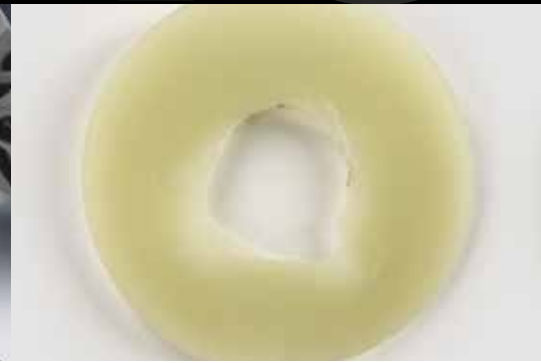


	<b>LVL-5H natur</b>	<b>LVL-6H natur</b>	<b>LCL-3H anthrazit</b>	<b>LCL-4H anthrazit</b>	<b>TRVL-50X9 HP natur</b>
	13500	17000	19000	24000	14500
	200	215	250	260	215
	2.5	2.3	1.7	1.6	2.3
	100	100	70	75	90
	100	100	70	75	90
	45	45	28	30	35
	45	45	28	30	35
	195	210	200	220	220
	178	178	178	178	-
	175	175	170	170	140
	155	160	160	160	125
	600	600	-	-	600
	10 <sup>12</sup>	10 <sup>12</sup>	<50	<50	10 <sup>12</sup>
	10 <sup>12</sup>	10 <sup>12</sup>	<50	<50	10 <sup>12</sup>
	1.47	1.59	1.15	1.21	1.50
	HB	HB	HB	HB	HB
	0.8	0.7	1.1	0.9	1.0
	0.4	0.3	0.6	0.5	0.3
	0.25	0.20	0.00	0.00	0.05
	0.35	0.30	0.10	0.10	0.10

Mechanische Eigenschaften				<b>TSGL-30/4 schwarz 9833</b>	<b>TSGL-40/4 natur</b>	<b>TSGL-40/4 schwarz 9833</b>
Zug E-Modul	ISO 527	MPa	trocken	10000	13000	13500
			kond.	7400	9500	10000
Bruchspannung	ISO 527	MPa	trocken	190	230	220
			kond.	135	165	160
Bruchdehnung	ISO 527	%	trocken	2.3	2.6	2.0
			kond.	2.6	2.8	2.5
Schlagzähigkeit 23°C	ISO 179/2-1eU	kJ/m <sup>2</sup>	trocken	55	85	75
			kond.	60	85	80
Schlagzähigkeit -30°C	ISO 179/2-1eU	kJ/m <sup>2</sup>	trocken	55	65	60
			kond.	60	65	65
Kerbschlagzähigkeit 23°C	ISO 179/2-1eA	kJ/m <sup>2</sup>	trocken	20	30	30
			kond.	25	30	30
Kerbschlagzähigkeit -30°C	ISO 179/2-1eA	kJ/m <sup>2</sup>	trocken	20	30	30
			kond.	25	30	30
Kugeldruckhärte	ISO 2039-1	MPa	trocken	240	280	280
			kond.	165	180	180
Thermische Eigenschaften						
Schmelzpunkt	ISO 11357	°C	trocken	260	260	260
Wärmeformbeständigkeit HDT/A	ISO 75 A	°C	trocken	245	250	250
Wärmeformbeständigkeit HDT/C	ISO 75 C	°C	trocken	195	230	230
Elektrische Eigenschaften						
Vergleichende Kriechwegbildung	IEC 60112		trocken	600	600	600
Spezifischer Oberflächenwiderstand	IEC 60093	Ω	trocken	10 <sup>12</sup>	10 <sup>12</sup>	10 <sup>12</sup>
			kond.	10 <sup>11</sup>	10 <sup>11</sup>	10 <sup>11</sup>
Allgemeine Eigenschaften						
Dichte	ISO 1183	g/cm <sup>3</sup>	trocken	1.35	1.45	1.45
Brennbarkeit (UL 94), 1,6mm	IEC 60695-11-10	Stufe	trocken	HB	HB	HB
Wasseraufnahme	ISO 62	%	trocken	5.5	5.0	5.0
Feuchtigkeitsaufnahme	ISO 62	%	trocken	2.1	1.8	1.8
Linearer Spritzschwund längs	ISO 294	%	trocken	0.20	0.15	0.15
Linearer Spritzschwund quer	ISO 294	%	trocken	0.45	0.35	0.35

<b>TSGL-40/4 FA schwarz 9840</b>	<b>TSGL-50/4 natur</b>	<b>TSGL-50/4 schwarz 9839</b>	<b>TSGL-50/4 schwarz 9833</b>	<b>TSGL-60/4 natur</b>	<b>TSGL-60/4 schwarz 9839</b>	<b>TSGL-60/4 schwarz 9833</b>	<b>TSXL-40 DB</b>	<b>TSXL-50 DB</b>
13500	17500	17500	17800	22000	22000	22500	14000	17500
10000	12500	12500	12500	16500	16500	17000	10500	13500
220	265	260	255	275	275	270	225	240
160	180	180	180	200	200	200	165	185
2.0	2.4	2.3	2.0	2.1	2.1	2.0	2.0	2.0
2.5	2.6	2.5	2.3	2.2	2.2	2.2	2.4	2.4
75	100	100	95	110	110	100	55	80
80	105	105	100	110	110	110	65	75
60	95	95	85	105	105	95	55	75
65	75	75	80	95	95	90	65	75
30	40	40	35	40	40	35	20	30
30	45	45	40	45	45	40	25	30
30	40	40	35	40	40	35	20	30
30	45	45	40	40	45	40	25	30
280	310	310	315	350	340	350	290	320
180	200	200	200	230	230	240	215	265
260	260	260	260	260	260	260	260	260
250	250	250	250	255	255	255	255	255
230	230	230	230	235	235	235	230	235
600	600	600	600	600	600	600	-	-
10 <sup>12</sup>	10 <sup>12</sup>	10 <sup>12</sup>	10 <sup>12</sup>	10 <sup>12</sup>	10 <sup>12</sup>	10 <sup>12</sup>	<10 <sup>8</sup>	<10 <sup>8</sup>
10 <sup>11</sup>	10 <sup>11</sup>	10 <sup>11</sup>	10 <sup>11</sup>	10 <sup>11</sup>	10 <sup>11</sup>	10 <sup>11</sup>	<10 <sup>8</sup>	<10 <sup>8</sup>
1.45	1.55	1.55	1.55	1.68	1.68	1.68	1.44	1.53
HB	HB	HB	HB	HB	HB	HB	HB	HB
5.0	4.5	4.5	4.5	4.0	4.0	4.0	5.0	5.0
1.8	1.5	1.5	1.5	1.2	1.2	1.2	1.8	1.5
0.15	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
0.35	0.30	0.30	0.30	0.25	0.25	0.25	0.30	0.25

## ■ Spezielle Eigenschaften



### Spezielle Eigenschaften der LFT-Polyamide von EMS-GRIVORY

Die im Bauteil aufgebaute Faser-Filzstruktur ist für eine ganze Reihe von verbesserten thermomechanischen Eigenschaften verantwortlich. Dadurch gehören die LFT-Polyamide in den Bereich der Faserverbundwerkstoffe.

LFT-Polyamide zeigen insbesondere in den Bereichen

- Kriechen
- Kerbschlagzähigkeit / Arbeitsaufnahme
- Verhalten bei hohen Deformationsgeschwindigkeiten
- Verhalten bei erhöhten Temperaturen
- Verhalten bei sehr niedrigen Temperaturen
- Dauerfestigkeiten

deutlich verbesserte Eigenschaften auf. Dies ist durch eine direktere Spannungsübertragung in den Bauteilen von Faser zu Faser begründet und erweitert die Anwendungsmöglichkeiten, gerade in den Bereichen anspruchsvoller Metallsubstitution, deutlich nach oben.

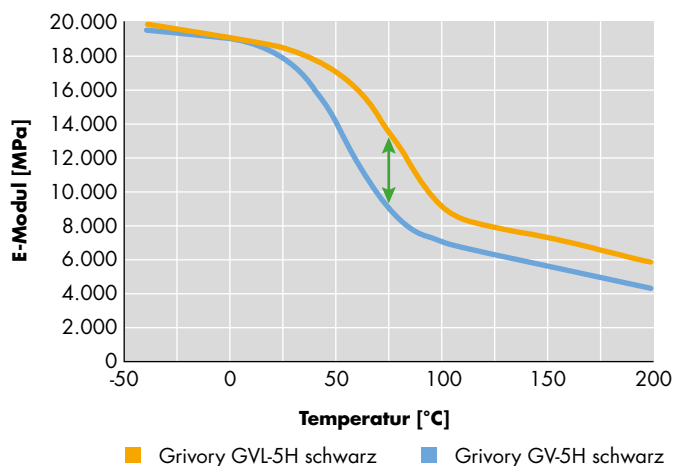
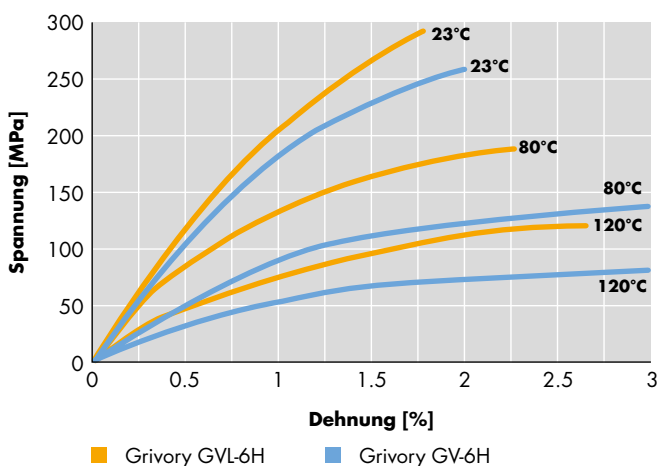
### Verhalten unter Zugbeanspruchung

Alle LFT-Produkte von EMS-GRIVORY, unabhängig vom Basispolyamid, zeigen ein deutlich lineareres Verhalten beim Zugversuch und ein grösseres elastisches Formänderungsvermögen. Hieraus resultieren generell höhere Festigkeiten bei allen Temperaturen. Oberhalb der Glasübergangstemperaturen werden auch höhere Steifigkeiten erzielt.

Bei erhöhten Temperaturen sind die höheren Festigkeiten und Steifigkeiten der LFT-Typen deutlich erkennbar. Beim partiell aromatischen Grivory GVL mit 60% Glasfaserverstärkung erreicht man durch die langen Fasern bei 120°C praktisch ein Verhalten wie die Standardtype bei 80°C. Hier bietet sich auch die Möglichkeit, mit etwa 10% weniger Langglasfasern etwa die Eigenschaften eines „normalen“ Compounds zu erreichen und somit ein leichteres Bauteil mit geringerer Dichte herzustellen.

Ein ähnlicher Effekt wird beim Vergleich der Steifigkeiten in Abhängigkeit der Temperatur erreicht. Bis zur Glasübergangstemperatur zeigen die LFT-Produkte ähnliche Werte wie die Standard-Compounds, behalten aber oberhalb dieser Temperatur deutlich höhere E-Modulwerte. Durch die Langfaserstruktur sind die Bauteile weniger nachgiebig, haben höhere reversible Formänderungen und gestatten somit die Verwendung

Zugversuch nach ISO 527 / trocken







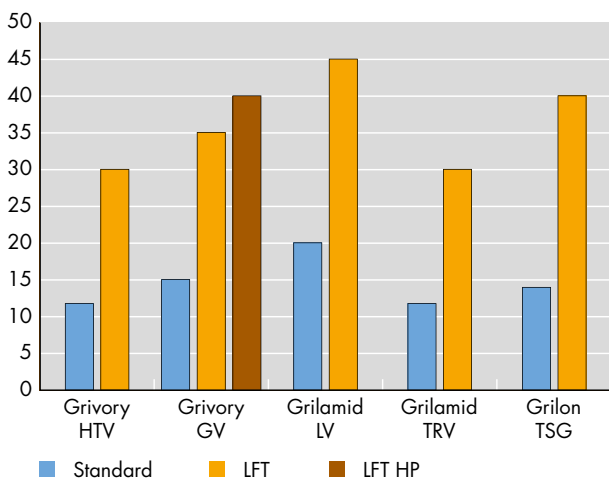
von insgesamt weniger Fasern zum Erreichen eines notwendigen E-Moduls.

Durch die Langfaserstruktur wird oberhalb der Raumtemperatur die Steifigkeit um 20% bis 30% erhöht. Dadurch lässt sich mit etwa 10% weniger Langglasfasern ein mit einem höher kurzfaserverstärkten Compound vergleichbarer E-Modul erreichen. Am Diagramm lässt sich ebenfalls noch einmal eindrucksvoll zeigen, dass gleiche Steifigkeiten bei höheren Temperaturen erzielt werden. Dieser Temperaturvorteil wird bis hin zu einer um diesen Betrag erhöhten Wärmeformbeständigkeit aufrecht erhalten.

### Kerbschlagzähigkeiten / Arbeitsaufnahme

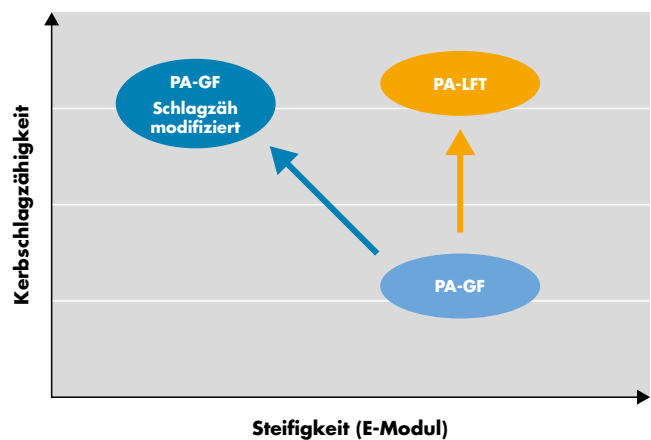
Alle langfaserverstärkten Polyamide zeigen erheblich höhere Kerbschlagzähigkeiten im Vergleich zu normalen Compounds. Auch hier liegt die Erklärung wieder in der Faser-Filzstruktur, die einen Rissfortschritt wesentlich erschwert und das Bauteil die 2- bis 3-fache Arbeit aufnehmen lässt, bevor es bricht.

Kerbschlagzähigkeit ISO 179 / trocken



Diese wesentlich höheren Kerbschlagzähigkeiten (oder allgemein Arbeitsaufnahme) wird allerdings nicht durch eine verringerte Steifigkeit erkauft. LFT-Polyamide vereinigen unverändert hohe E-Moduln mit herausragenden Kerbschlagwerten.

### Keine Kompromisse für bessere Kerbschlagzähigkeit



Diese Werte sind über einen sehr weiten Temperaturbereich quasi konstant, insbesondere bei niedrigen Temperaturen findet keine Versprödung statt. LFT-Polyamide weisen bei  $-40^{\circ}\text{C}$  quasi die gleiche Kerbschlagzähigkeit wie bei  $23^{\circ}\text{C}$  auf.

Beim Durchstoßversuch zeigt sich bei LFT-Produkten auch eine andersartige Bruchstruktur. Die Bauteile zersplittern nicht, der Bruch erfolgt mit etwa 3-facher Arbeitsaufnahme mit Scharnierbruchverhalten, das Bauteil wird nicht fragmentiert.

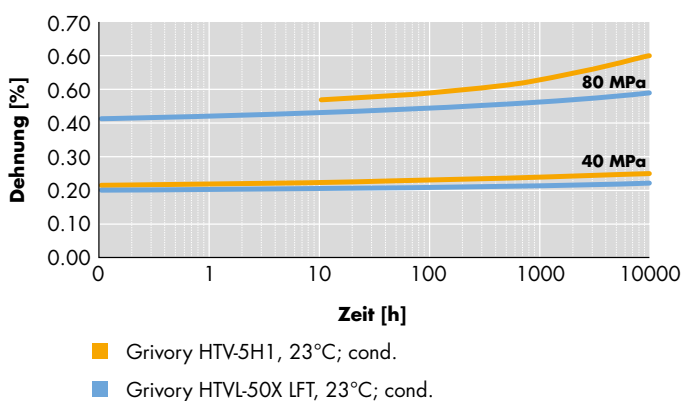


## ■ Spezielle Eigenschaften



### Widerstand gegen Kriechen

Mit den langfaserverstärkten Polyamiden von EMS-GRIVORY werden deutlich geringere Verformungen durch Kriechen erzielt. Auch hier liegt die Ursache in der speziellen Faserflechtung im spritzgegossenen Bauteil. Die Fasern stützen sich gegenseitig ab und verhindern ein Nachgeben.



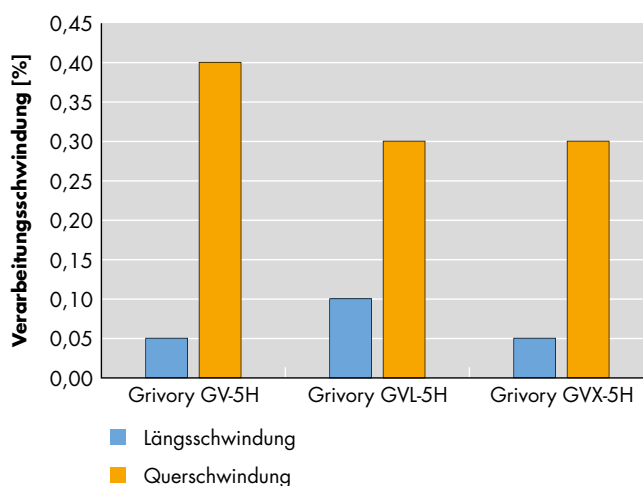
Das für geringste Kriechneigung bekannte Grivory HTV-5H1 kann durch den Einsatz langer Glasfasern nochmals hinsichtlich seiner Leistungsfähigkeit verbessert werden. Grivory HTVL-50 zeigt insbesondere bei hohen Spannungen ein deutlich reduziertes Kriechen und eine wesentlich grössere Zeitdauer bis zum Erreichen einer zulässigen Deformation.

### Wärmeformbeständigkeit

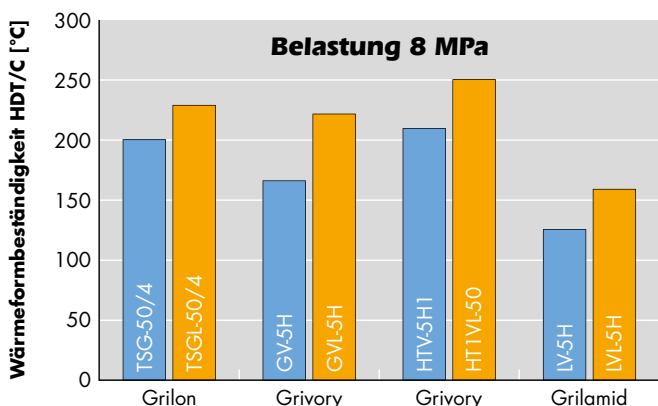
Analog den mechanischen Kennwerten finden sich auch bei den Wärmeformbeständigkeiten höhere Werte mit langfaserverstärkten Polyamiden. Die Faserstruktur verschiebt ein Nachgeben des Werkstoffs bei allen Produktfamilien zu höheren Temperaturen.

### Verzug und Schwindung

Lange Fasern sind in spritzgegossenen Bauteilen weniger stark orientiert als kurze Verstärkungsfasern in Standard-Compounds. Dies ergibt insgesamt weniger richtungsabhängige Eigenschaften der Bauteile und damit auch etwas weniger Verzug beim Spritzgiessen. In Haupt-Fließrichtung zeigen LFT-Polyamide etwas mehr Schwindung, quer dazu allerdings deutlich weniger Schwindung. Gleichbedeutend gilt diese Aussage auch für die thermischen Ausdehnungskoeffizienten und die mechanischen Eigenschaften.



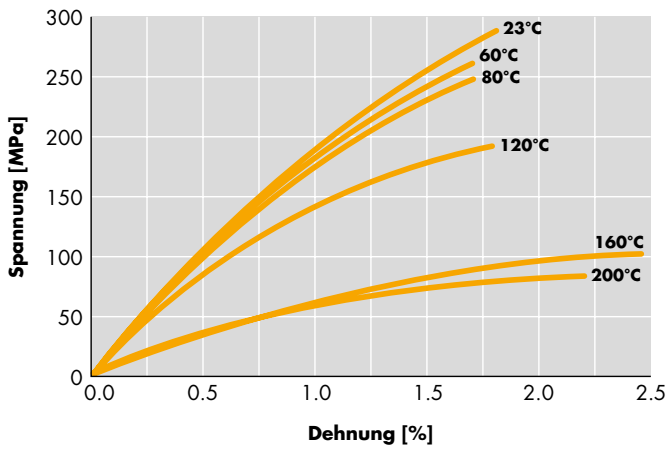
Die Schwindung selbst ist unter anderem abhängig von der Massetemperatur, der Nachdruckphase, dem Druckverlust in der Kavität und der Werkzeugtemperatur.



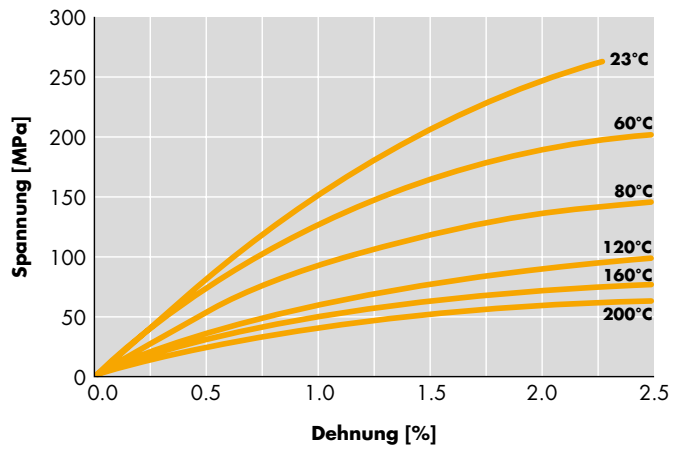


## Spannungs-Dehnungsdiagramme LFT-Polyamide, 50% Langglasfaserverstärkung

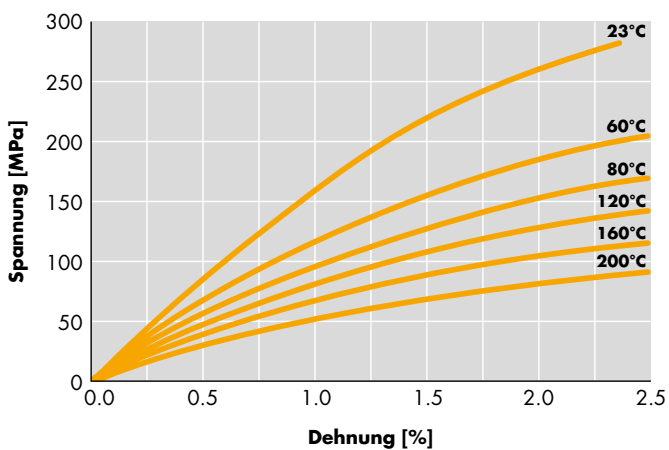
Grivory HT1VL-50



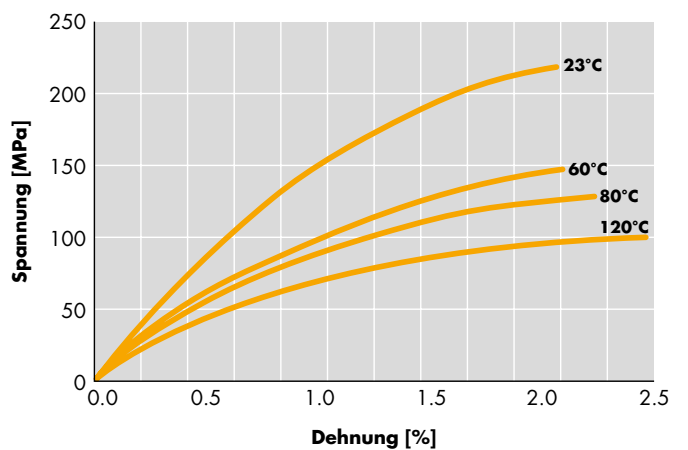
Grivory GVL-5H



Grilon TSGL-50/4



Grilamid LVL-5H



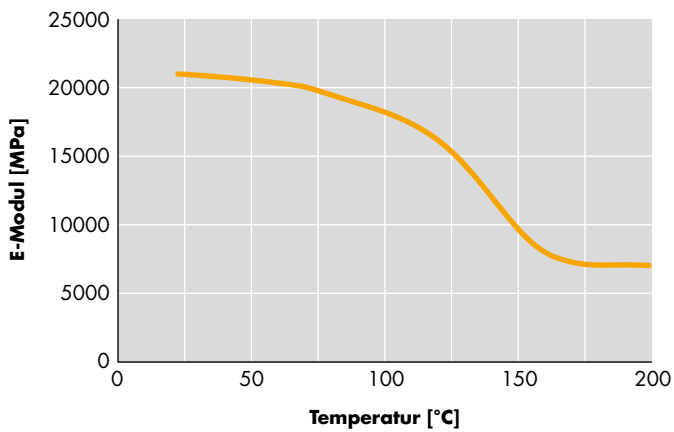
## ■ Konstruktionsdaten – Kurzzeitverhalten

# 20

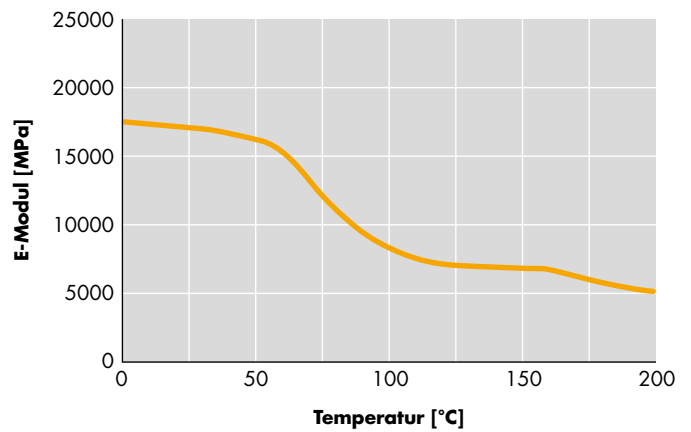


### Zug-E-Modul LFT-Polyamide, 50% Langglasfaserverstärkung

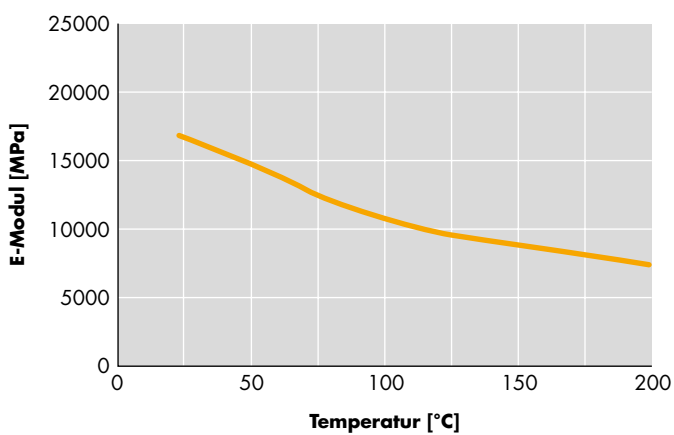
Grivory HT1VL-50



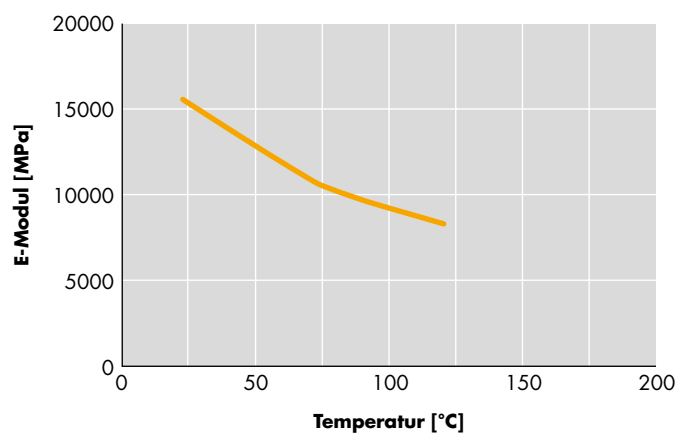
Grivory GVL-5H



Grilon TSGL-50/4

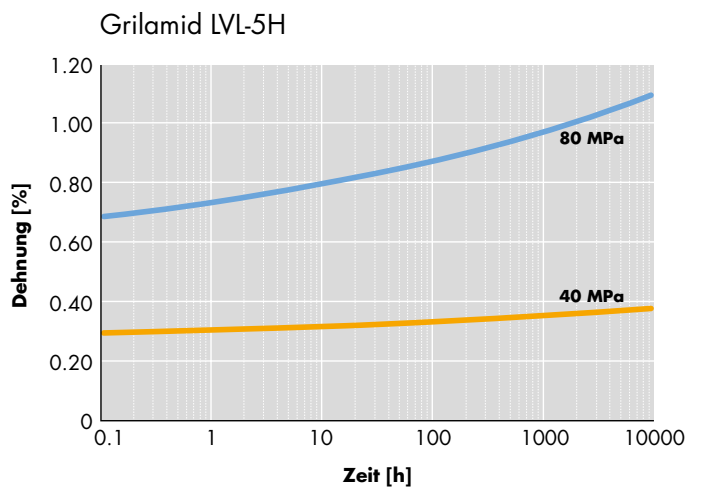
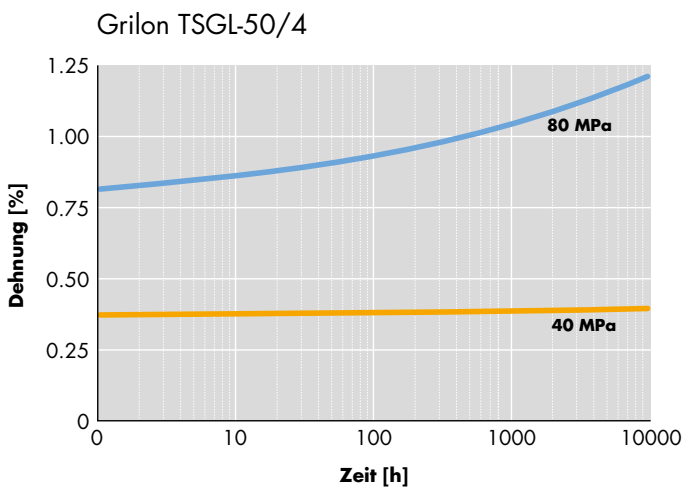
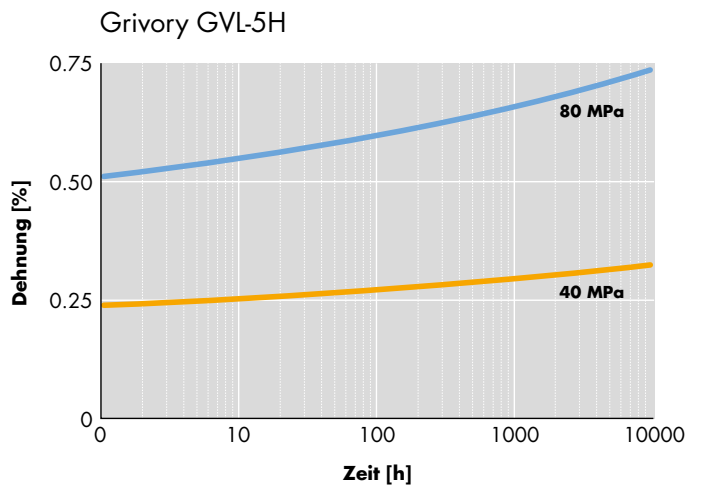
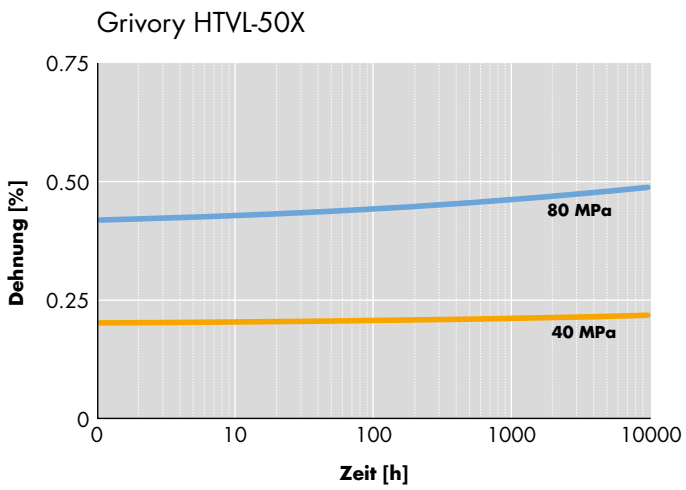


Grilamid LVL-5H





## Zeitdehnlinien LFT-Polyamide, 50% Langglasfaserverstärkung (konditioniert)

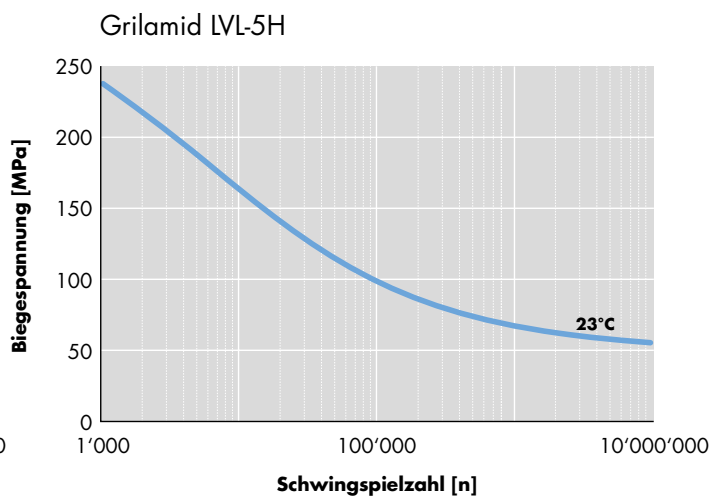
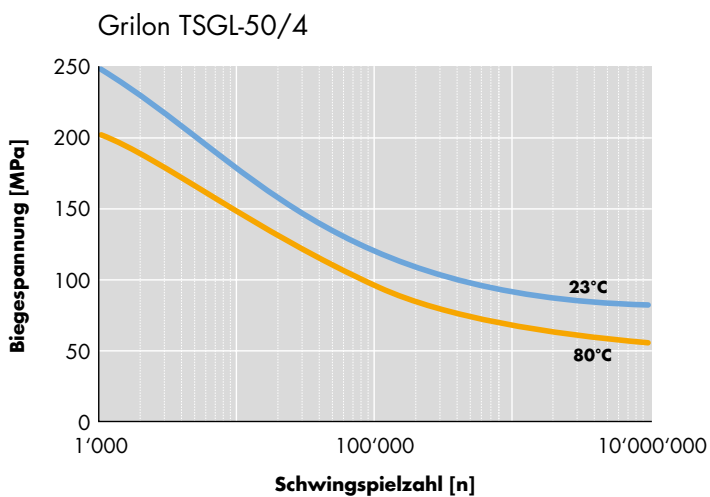
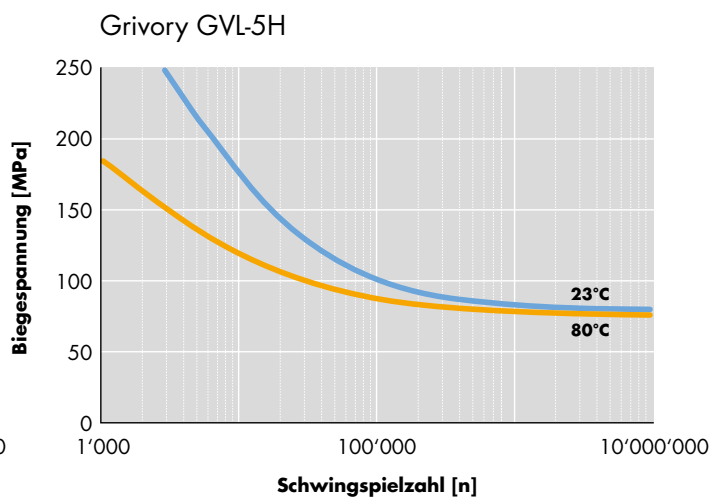
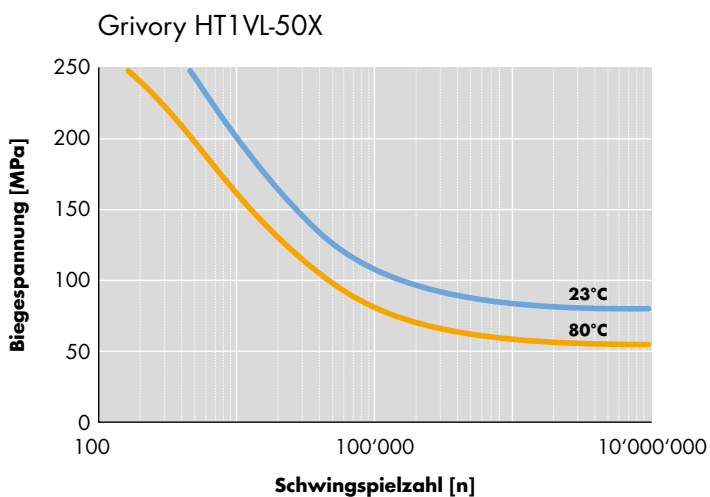




■ **Konstruktionsdaten – Langzeitverhalten**



**Biegewechselfestigkeit (Wöhlerkurven) LFT-Polyamide, 50% Langfaserverstärkung (konditioniert)**

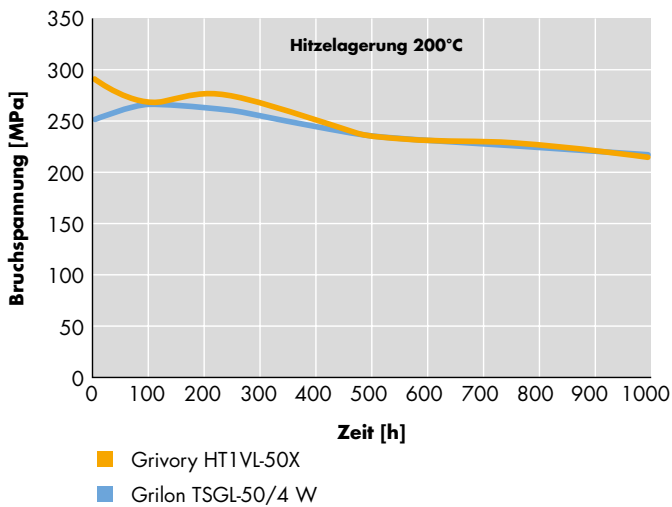




## Wärmealterung

Langfaserverstärkte Produkte zeigen hervorragende Beständigkeiten gegenüber Langzeit-Wärmealterung. Die Faserstruktur, die massgeblich die thermomechanischen Eigenschaften darstellt, ist wenig sensibel gegenüber der Alterung des verbindenden Polymers. Damit bleiben die guten Eigenschaften auch nach vielen Stunden Einsatz in heisser Luft weitgehend erhalten. Speziell stabilisierte Produkte sind selbstverständlich eine Ergänzung der Basistypen.

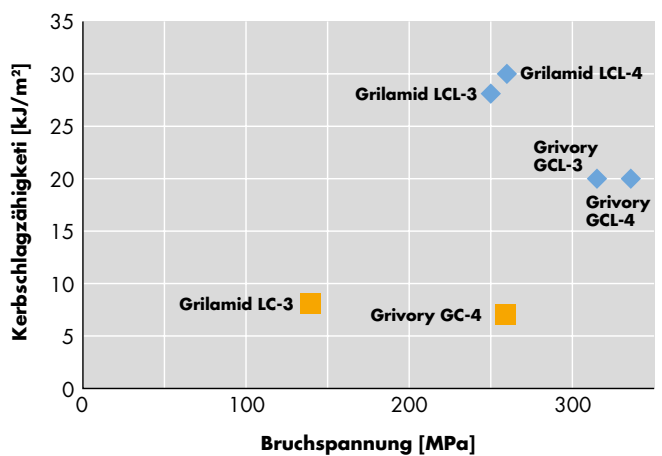
Wärmealterung LFT-Polyamide



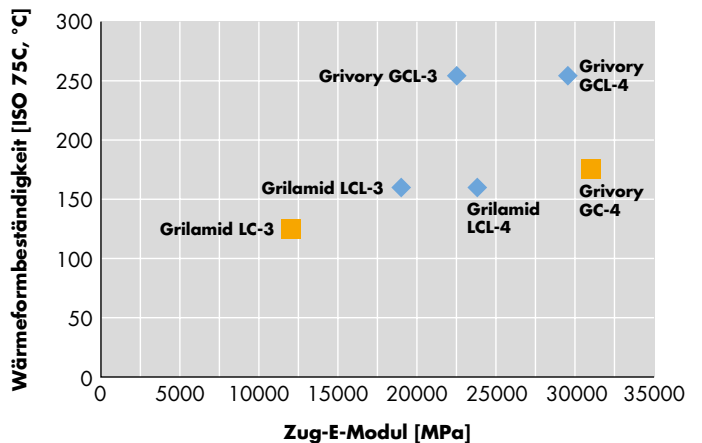
## Produkte mit Langkohlenstofffaserverstärkung

Aufgrund der höheren mechanischen Unterschiede zwischen Kohlenstofffasern und Polymeren sowie der schwierigen chemischen Kopplung dieser Fasern an Thermoplaste sind die Eigenschaftsvorteile der langfaserverstärkten Polyamide noch deutlicher ausgeprägt. Schon mit einer geringen Faserverstärkung werden sehr hohe thermomechanische Eigenschaften erzielt und bilden die Basis für eine ganze Reihe von Leichtbauteilen im Sportartikel- aber auch Automobilbereich.

Eigenschaften kohlefaserverstärkte Polyamide



Eigenschaften kohlefaserverstärkte Polyamide

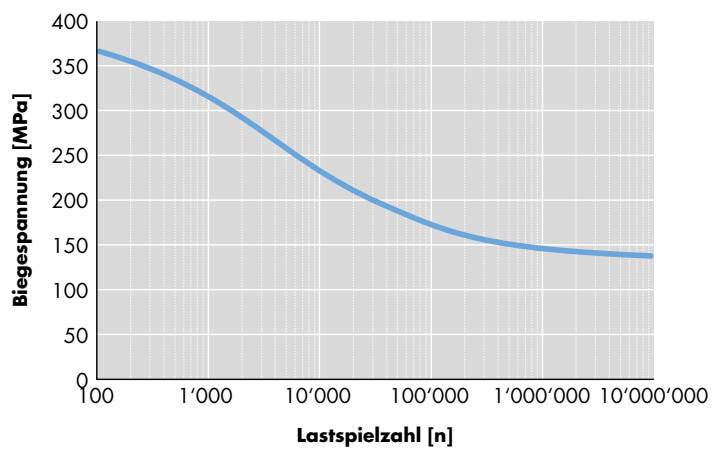


## ■ Produkte mit Langkohlenstoffaserverstärkung

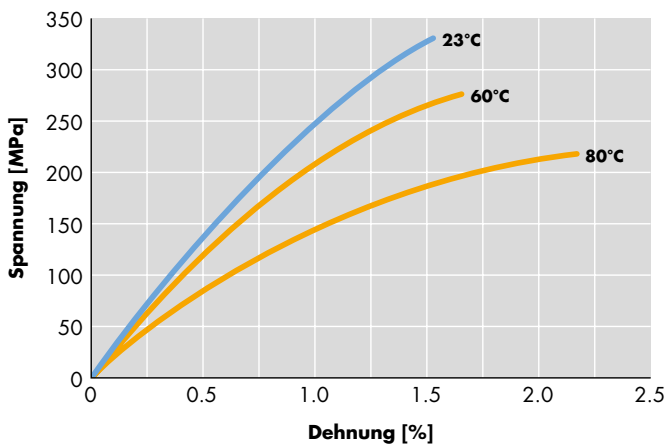


Auch bei den langkohlenstoffaserverstärkten Polyamiden bewirkt die Faserfilzstruktur eine wesentliche Zunahme der Festigkeit, der Steifigkeit, der Kerbschlagzähigkeit und der Wärmeformbeständigkeit. Dies wird mit Produkten erreicht, die nur Dichten von 1.15 g/cm<sup>3</sup> (LCL-3H) bis 1.34 g/cm<sup>3</sup> (GCL-4H) aufweisen. Auch der Vorteil eines grösseren elastisch reversiblen Formänderungsverhaltens wird beibehalten, der E-Modul fällt weniger bei steigender Deformation oder Temperatur ab.

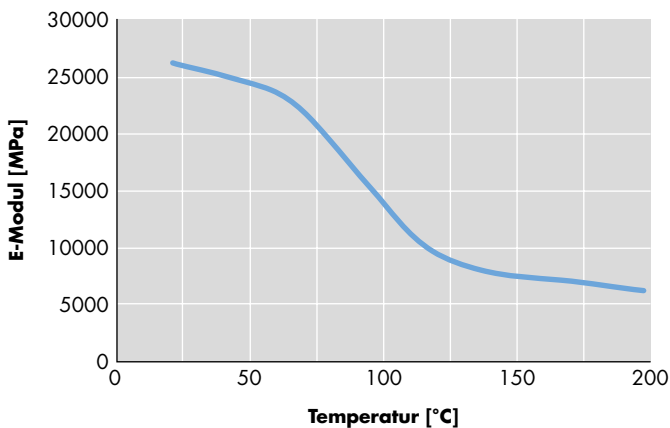
Wöhlerkurve Grivory GCL-4H



Spannungs-Dehnungsdiagramm Grivory GCL-3H



Zug-E-Modul Grivory GCL-3H







## Hybridverstärkte LFT-Produkte

EMS-GRIVORY hat eine Reihe von hybridfaserverstärkten LFT-Polyamide entwickelt. Diese Produkte sind durch zwei verschiedene Langfaserarten verstärkt: Neben einem Anteil an Glasfasern weisen diese Produkte auch noch lange Kohlenstofffasern als zusätzlichen Funktionsstoff auf.

Zum einen werden damit Produkte erzielt, die auf höchstem Festigkeits- und Steifigkeitsniveau eine ge-

ringere Dichte aufweisen und sich damit für Leichtbau-Anwendungen anbieten. Des Weiteren können hiermit Strukturwerkstoffe ohne Einbussen der mechanischen Kennwerte elektrostatisch leitfähig gestaltet werden. Die Oberflächenwiderstände liegen unter 1 Megaohm und erlauben die Anwendung von leichten Kunststoffbauteilen auch in Explosionsschutz-Umgebungen (Bergbau, chemische Industrie).

		GRILON		GRIVORY			
		<b>FE 6312 TSXL-40/4 DB black 9833</b>	<b>FE 6314 TSXL-50/4 DB black 9833</b>	<b>XE 5103 GXL-40H DB black 9915</b>	<b>FE 6341 GXL-40H DB V0 black 9915</b>	<b>FE 6305 GXL-45H DB black 9915</b>	<b>FE 16108 GXL-50H DB black 9915</b>
Zug E-Modul	trocken	14000	17500	22500	16500	24000	19500
	kond.	10500	13500	20500	14500	21500	18500
Bruchspannung	trocken	225	240	285	195	280	255
	kond.	165	185	230	165	230	220
Bruchdehnung	trocken	2.0	2.0	1.7	1.7	1.7	1.8
	kond.	2.4	2.4	1.7	1.8	1.7	1.8
Schlagzähigkeit 23°C	trocken	55	80	60	55	70	70
	kond.	60	75	60	60	70	70
Kerbschlagzähigkeit 23°C	trocken	20	30	18	18	20	25
	kond.	25	30	20	18	20	25
Schmelztemperatur	trocken	260	260	260	260	260	260
HDT C 8 MPa	trocken	225	235	225	225	235	230
Durchgangswiderstand	kond.	< 10 <sup>8</sup>	< 10 <sup>7</sup>	< 10 <sup>3</sup>	< 10 <sup>8</sup>	< 10 <sup>3</sup>	< 10 <sup>8</sup>
Oberflächenwiderstand	kond.	< 10 <sup>9</sup>	< 10 <sup>8</sup>	< 10 <sup>3</sup>	< 10 <sup>8</sup>	< 10 <sup>3</sup>	< 10 <sup>8</sup>
Dichte	trocken	1.45	1.53	1.40	1.48	1.41	1.55
Brennbarkeit 1,6 mm	trocken	HB	HB	HB	V0	HB	HB



**Chemikalienbeständigkeit**

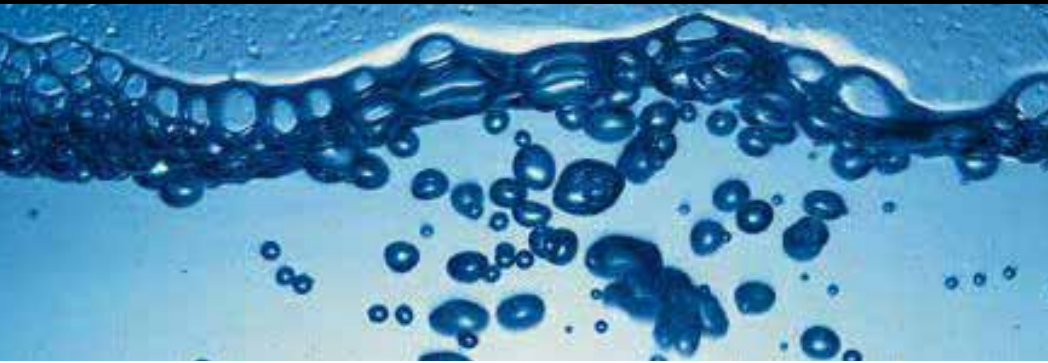
Die LFT-Polyamide sind chemisch identisch mit den Standardtypen. Generell sind die LFT-Produkte gegen eine Vielzahl von organischen Lösungsmitteln und Alkalien beständig. Kraftstoffe, Öle und Fette greifen diese Produkte praktisch nicht an. Starke Säuren insbesondere bei erhöhten Temperaturen können bei allen Polyamiden einen hydrolytischen Abbau bewirken. Verdünnte

organische Säuren dagegen greifen die LFT-Produkte bei kurzzeitigem Kontakt nicht an. Konzentrierte Mineralsäuren, Phenole, methanolische Calciumchloridlösungen sowie halogenisierte Essigsäure können Polyamide auflösen. Glykole und Alkohole können bei erhöhten Temperaturen und langer Einwirkzeit das Material angreifen.

Medium	Beständigkeit				
	Grilon	Grilamid	Grilamid TR	Grivory GV	Grivory HT
Aceton	●●●	●●●	●	●●	●●●
Aluminiumsalze	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Ameisensäure	○	●	○	○	○
Ammoniak	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Anilin	●●	●●	○	●●	●●
Benzin	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Benzol	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Benzylalkohol	●	●	●	●	●
Brom	●	●		●	●
Butan	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Butanol	●●●	●●●	○	●●	●●●
Calciumchlorid gesättigt	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Chlor	○	○	○	○	○
Chlorbenzol	●●●	●	●●	●●●	●●●
Chloroform	●	●	●	●	●
Diesel	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Diethylether	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Essig	●●	●●●	●●●	●●	
Essigsäure	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Ethanol	●●●	●●●	○	●●●	●●●
Ethylenoxid	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Fette	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Fluor	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Formaldehyd	●	●●	●●	●	●●
Frigen flüssig F12	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Frigen flüssig F22	●	●	●	●	●
Gefrierschutzmittel	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●



Medium	Beständigkeit				
	Grilon	Grilamid	Grilamid TR	Grivory GV	Grivory HT
Glycerin	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Harnsäure	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Harnstoff	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Heptan	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Hydrauliköl	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Isooktan	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Jodtinktur alkoholisch	○	○	○	○	○
Kalilauge 50%	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Kaliumcarbonat gesättigt	○	○	○	○	○
Kaliumpermanganat 5%	●●●	●●●	●●	●●●	●●●
Kerosin	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Kresol	○	○	○	○	○
Kupfersulfat	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Magnesiumchlorid gesättigt	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Meerwasser	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Methan	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Methanol	●●●	●●	○	●●	●●●
Milchsäure	●	●●	●●	●	●
Mineralöl	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Motorenöl	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Natriumchlorid gesättigt	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Natriumsulfat gesättigt	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Nitrobenzol	●●	●●	●●	●●	●●
Oleum	○	○	○	○	○
Oxalsäure	●●	●●●	●●●	●●	●●
Ozon	●	●	●	●	●
Perchlorethylen	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Petrolether	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Phenol	●	●	●	●	●
Propan	●●●	●●	○	●●●	●●●
Rohöl	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Salicylsäure	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Salpetersäure	○	○	●	○	○
Salzsäure 1%	●	●●	●●●	●	●●
Salzsäure 10%	○	●	●●	○	●
Schwefel	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●



Medium	Beständigkeit				
	Grilon	Grilamid	Grilamid TR	Grivory GV	Grivory HT
Schwefelsäure 10%	●	●●	●●	●	●
Schwefelsäure konzentriert	●	●●	●●	●	●
Schwefelwasserstoff	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Seifenlauge	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Siliconöl	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Styrol	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Terpentin	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Tetrachlorkohlenstoff	●●●	●●	●●●	●●●	●●●
Tetralin	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Toluol	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Transformatoröl	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Trichlorethan	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Trichlorethylen	●●	●●	●●	●●	●●
Wasser (23°C)	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Wasserstoffperoxid 20%	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Weinsäure	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Xylol	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Zinkchlorid	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Zitronensäure	●●	●●	●●●	●●	●●

●●●	beständig, keine oder geringe reversible Gewichts- und Massveränderung, z.B. für Grilon in wässrigen und alkoholischen Medien, keine Schädigung.
●●	bedingt beständig, nach längerer Zeit nennenswerte Veränderung der Dimensionen, evt. irreversible Veränderung von Eigenschaften. Vor Einsatz empfehlen wir Rücksprache.
●	unbeständig, unter bestimmten Voraussetzungen (kurze Einwirkungszeit) teilweise noch einsetzbar.
○	löslich oder in kurzer Zeit starker Angriff.





### Standard-Produkte, schwer entflammbar

Die LFT-Produkte von EMS-GRIVORY erfüllen die Anforderungen der FMVSS 302 mindestens ab 1 mm Wanddicke. Die nachfolgend aufgeführten Produkte sind in der Brandklasse UL 94 HB durch die UL unter der Referenznummer EMS-CHEMIE E 53898 gelistet:

- Grivory GVL-5H
- Grilon TSGL-50/4
- Grilon TSGL-40/4

### Flammgeschützte, selbstverlöschende Produkte

Die flammgeschützten langglasfaserverstärkten Produkte sind frei von Halogenen und rotem Phosphor. Sie sind selbstverlöschend und entsprechen der Klassifizierung nach UL 94 V-0 sowie 5VA. Die gelben Karten enthalten die bei der UL gelisteten Eigenschaften und können unter der Referenznummer EMS-CHEMIE E 53898 eingesehen werden:

- Grivory XE 5106 / Grivory GVL-4H V0 / 5VA
- Grivory XE 5107 / Grivory GVL-5H V0 / 5VA

### RoHS:

Alle flammwidrig ausgerüsteten LFT-Polyamide von EMS-GRIVORY erfüllen die Anforderungen gemäss RoHS (2002/95/EC, Restriction of Hazardous Substances)

### WEEE:

Bauteile, die aus flammwidrigen LFT-Polyamiden von EMS-GRIVORY hergestellt wurden sind von der Forderung nach „selektiver Verwertung“ gemäss Richtlinie 2002/96/EC über Elektro- und Altgeräte nicht betroffen.

### FMVSS:

Alle LFT-Produkte von EMS-GRIVORY erfüllen die Anforderungen nach FMVSS 302 (ISO 3795, DIN 75200) ab Wanddicken von 1 mm. Hierbei sind die in einem

Plattenbrandtest ermittelten Brenngeschwindigkeiten erheblich geringer als die zulässigen 100 mm/Minute und betragen typischerweise 20 - 30 mm/Minute.

### Lagerung und Trocknung

Alle LFT-Polyamide werden in luftdicht versiegelten Gebinden (Sackware je 25 kg, Oktabins je 1000 kg) als trockenes verarbeitungsfertiges Granulat geliefert. Eine weitere Trocknung ist somit bei sachgemässer Lagerung nicht notwendig. Geschlossene Gebinde, insbesondere Sackware, kann witterungsgeschützt über Jahre gelagert werden. Lagerflächen sollten trocken sein und das Produkt vor Beschädigung schützen. Bei kalten Lagerungstemperaturen ist zu empfehlen, das Material etwa 1 Tag vor Verarbeitung in die Produktionsräume zu bringen, um eine Kondenswasserbildung auf dem kalten Granulat beim Öffnen der Gebinde zu vermeiden. Beschädigte Gebinde sollten sofort wieder verschlossen werden. Alternativ kann das Material in dichtschiessende Behälter umgefüllt werden.

Sollte durch Beschädigung der Gebinde, unsachgemässe Lagerung oder angebrochene Gebinde eine Nachtrocknung erforderlich sein, so sollte dies durch Trockenlufttrockner oder Vakuum-Systeme erfolgen. Umluftöfen sind nicht zu empfehlen, da die erhöhten Temperaturen mit hoher Luftfeuchtigkeit den Feuchtegehalt des Granulats eher anheben werden.

### Empfohlene Trocknungsbedingungen

Trockner-Typ	Trocknungs-Temperatur	Trocknungs-Dauer
Trockenluft	70 - 80°C	4 - 12 Stunden
Vakuum	max. 100°C	4 - 12 Stunden

Die Trocknungszeit ist stark von der Ausgangsfeuchte abhängig. Im Zweifelsfall sollte 8 bis 12 Stunden getrocknet werden. Temperaturen von über 80°C (Trockenluft) sollten nicht verwendet werden, um eine Vergilbung des Granulats zu vermeiden.

## ■ Spritzgussverarbeitung



### Spritzgussverarbeitung

Langfaserverstärkte Polyamide können auf handelsüblichen Spritzgussmaschinen verarbeitet werden und benötigen keine Sonderausstattung.

Ein paar Regeln sollten allgemein beachtet werden, damit bei der Verarbeitung ein möglichst optimales Ergebnis erzielt werden kann.

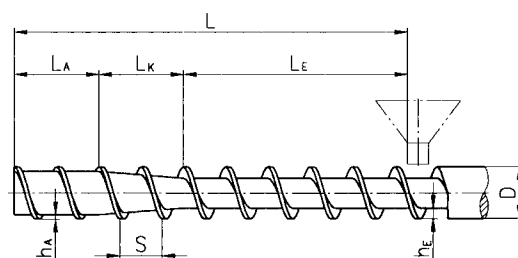
### Granulat-Förderung

Langfaser-Granulate lassen sich problemlos mit pneumatischen Förderanlagen transportieren. Zu beachten ist, dass die Granulate aufgrund ihrer Länge etwa drei Mal schwerer sind als konventionelle Compounds. Zur Schonung der Förderanlage sollte deshalb der Unterdruck so eingestellt werden, dass die Granulate gut gefördert werden, diese aber nicht auf höchste Geschwindigkeiten beschleunigt werden. Trichtereinläufe sollten tangential und nicht frontal ausgeführt werden. Förder-schläuche und -rohre mit Durchmessern von 50 mm haben sich gut bewährt.

### Schneckengeometrie

Langfaserverstärkte Polyamide von EMS-GRIVORY lassen sich mit Standardschnecken verarbeiten. Verwendete Schneckendurchmesser liegen heute im Bereich von 20 mm bis zu 170 mm, am häufigsten finden sich Schnecken mit 30 bis 90 mm Durchmesser. Empfehlenswert sind hierbei Schnecken mit verlängerten Einzugszonen (ca. 60% der Gesamtlänge), die sich auch für die Verarbeitung von technischen Thermoplasten seit Jahren bewährt haben. Die wirksame Schneckenlänge sollte zwischen 18 und 22 D liegen. Kurzkompressionschnecken, Schnecken mit Entgasungssektionen und Schnecken mit Misch- und Scherteilen müssen vermieden werden. Bewährt haben sich Schnecken mit einem Kompressionsverhältnis von 2:1 bis 2.5:1. Tiefgeschnittene Schnecken, speziell in der Austragszone, können die mittlere Faserlänge im Bauteil ebenfalls erhöhen.

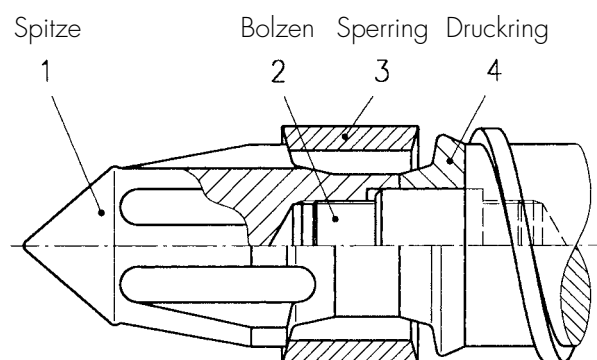
Entscheidend ist, dass die Granulate zu Beginn der Kompressionszone eine Temperatur oberhalb der Schmelztemperatur aufweisen, da die Granulate selbst schon eine sehr hohe Wärmeformbeständigkeit aufweisen.



- $L_E$  = Einzugszone (60%)
- $L_K$  = Kompressionszone (20%)
- $L_A$  = Ausstosszone (20%)
- $s$  = Gangsteigung 0.8 - 1.0 D
- $h$  = Gangtiefe (E = Einzug, A = Ausstoss)
- $L$  = Schneckenlänge
- $D$  = Schneckendurchmesser

Eine Aufheizung durch Scherung sollte möglichst vermieden werden, um die Massetemperatur exakt regeln zu können und keine lokalen Überhitzungen zuzulassen. Die Auswahl des Schneckendurchmessers sollte sich nach dem Schussvolumen des Bauteils richten. Es sollten etwa 30 bis 70% des maximalen Dosierhubs ausgenutzt werden.

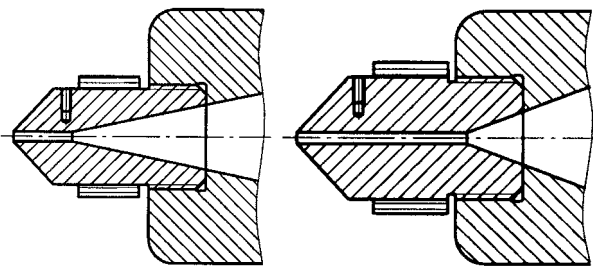
Eine Rückstromsperre ist erforderlich, um beim Einspritzen und während der Nachdruckphase ein Rückfließen der Schmelze in den Schneckengang zu vermeiden. Kugelrückstromsperrern sollten für die Verarbeitung von LFT-Polyamiden nicht eingesetzt werden.





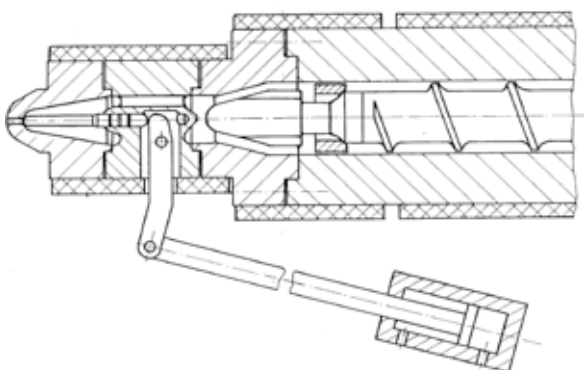
### Düse

Wie bei allen Thermoplasten sollte bevorzugt mit einer offenen Düse mit abgerundeten Innenkonturen gearbeitet werden, um unnötige Scherung und Ablagerungen zu vermeiden. Der Minimaldurchmesser der Bohrung sollte nur über einen möglichst kurzen Weg gegeben sein, um den Druckverlust gering zu halten.



Strömungsgünstige, offene Düse

Offene Düse mit längerer Bohrung, um ein Auslaufen der Schmelze zu verzögern. Nachteil: Höherer Fließwiderstand



Beispiel einer hydraulisch betätigten Nadelverschlussdüse

Hydraulisch gesteuerte Nadelverschlussdüsen haben sich in der Praxis ebenfalls bewährt. Auf Federverschlussdüsen sollte verzichtet werden, da diese eine hohe Scherung und eine mangelhafte Kontrolle der Nachdruckphase bewirken.

### Verschleiss

Langfaserverstärkte Polyamide zeigen keinen höheren Verschleiss als konventionelle Compounds, da die Anzahl der abrasiven Faserenden deutlich geringer ist. Auf eine ausreichende Korrosionsbeständigkeit der verwendeten Stähle für Maschine und Werkzeug muss geachtet werden, da Polyamide wie viele technische Thermoplaste ungeschützten Stählen den Kohlenstoff entziehen können.

### Werkzeugauslegung

Werkzeuge für die Verarbeitung von langfaserverstärkten Polyamiden folgen den gleichen Regeln wie für Standardwerkstoffe. Für die Berechnung der notwendigen Zuhaltkraft der Spritzgussmaschine empfehlen wir, mit einem mittleren Druck von 800 bar zu kalkulieren.

### Angussverteiler und Anschnitte

Um hohe Druckverluste, ungenügende Kontrolle der Nachdruckphase und Faserschädigung zu vermeiden empfehlen wir möglichst grosse Verteilerquerschnitte. Am einfachsten ist ein direkt aufgebrachter Stangenanguss, möglichst in der Nähe der maximalen Wanddicke des Formteils. Tunnel- oder Filmanschnitte sind genauso möglich und werden häufig eingesetzt. Empfehlenswert sind folgende Dimensionen:

- Angussverteiler:  $> 1.4 \times$  maximale Wanddicke des Formteils
- Anschnittdurchmesser:  $> 0.8 \times$  maximale Wanddicke des Formteils
- Mindesttunnelanschnitt LFT: 1.5 mm

3-Platten-Werkzeuge sind für die Verarbeitung von LFT-Polyamiden ungeeignet, da bei ausreichendem Tunnelquerschnitt der Anguss so hohe Festigkeiten aufweist, dass das Formteil in der Regel in der Kavität festgehalten wird.



### Heisskanalsysteme

Heisskanalsysteme eignen sich sehr gut für die Verarbeitung von langfaserverstärkten Polyamiden. Hierbei sollten offene aussenbeheizte Systeme zum Einsatz kommen, bei denen die Düsenspitzentemperaturen genau geregelt werden können und insgesamt eine gleichmässige Temperaturverteilung ohne lokale Wärmeverluste erreicht wird.

Kolbenverschluss-Systeme haben sich zuverlässiger als Nadelverschlussdüsen gezeigt und scheren die Schmelze deutlich weniger. Der Heisskanal sollte nur die Masetemperatur des Spritzgusszylinders konstant halten und die Schmelze selbst nicht weiter aufheizen müssen. Damit ergeben sich folgende empfohlene Temperaturbereiche für Heisskanalsysteme:

- Grilamid LVL/LCL: 270 - 290°C
- Grivory GVL/GCL: 290 - 305°C
- Grivory HTVL: 335 - 345°C
- Grilon TSGL: 285 - 305°C

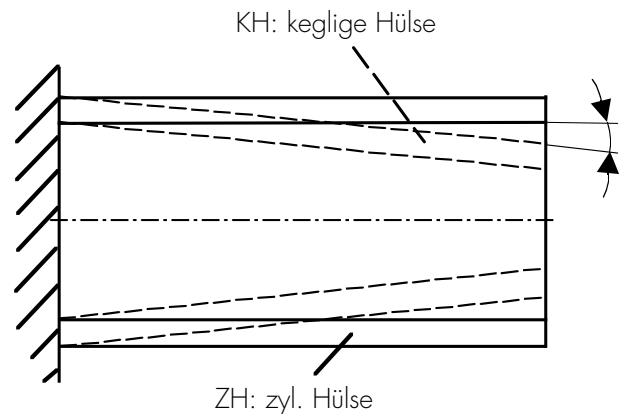
### 6 Goldene Regeln für die Anguss-Auslegung LFT-Polyamide

1. Falls möglich, Verwendung einer direkten Anguss-Stange auf dem Formteil
2. Angussposition in der Nähe der maximalen Wanddicke des Formteils
3. Anguss nicht in den Bereich der maximalen Spannungen im Formteil positionieren
4. Immer einen Pfropfenfänger vorsehen, um kaltes Material aus der Maschinendüse abfangen zu können
5. Die Wanddicke des Angusses muss deutlich grösser sein als die maximale Formteil-Dicke
6. Eine Freistrahlbildung am Anguss muss vermieden werden

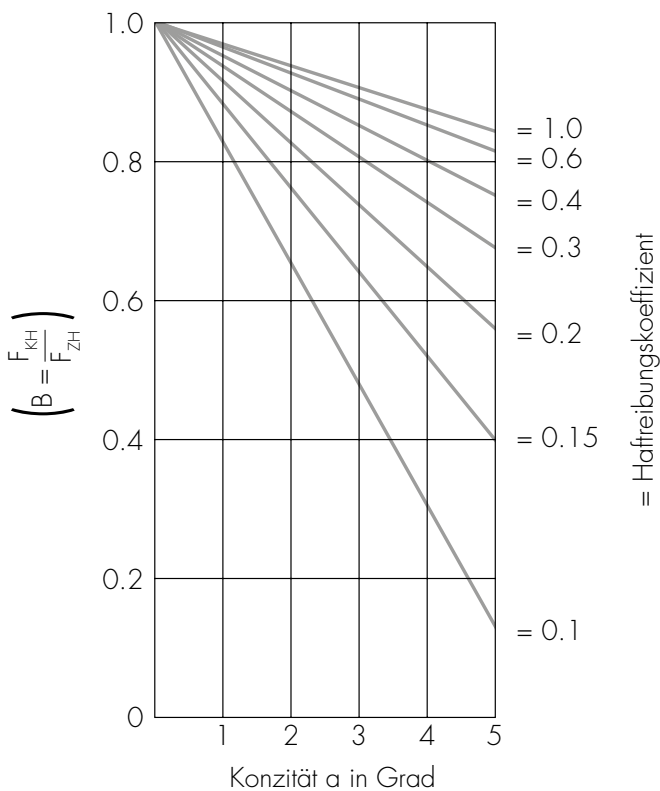
### Entformungsschrägen

Entformungsschrägen sollten immer grosszügig ausgelegt werden und helfen, kurze Zykluszeiten zu erzielen. Je tiefer die Oberflächenstruktur gewählt wird, umso grösser ist die Mindestentformungsschräge. Je grösser der Entformungswinkel ist, desto geringer werden die notwendigen Auswerferkräfte.

$\left( B = \frac{F_{KH}}{F_{ZH}} \right)$  Verhältnis Entformungskraft von Kegelhülse zu Zylinder







Empfohlene Entformungsschragen bei verschiedenen Oberflächenstrukturen:

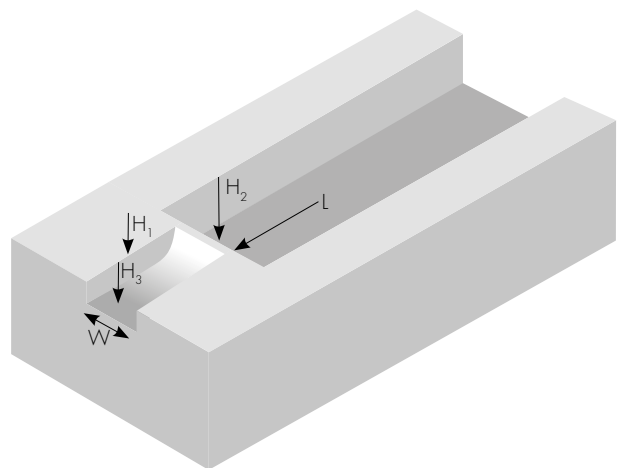
Werkzeugfläche	Erodier Prüfnorm VDI 3400 Klasse	Rauhtiefe mm		Entformungsschräge
		$R_{max}$	$R_a$	
Gestrahlt	18	5.0	0.85	1°
	21	8.3	1.12	
Feinerodiert	24	12.0	1.60	2°
Mittlerodiert	27	19.0	2.50	
	30	26.5	3.20	3°
33	39.0	4.50		
Groberodiert	36	53.0	6.30	5°
	39	70.0	9.00	

$R_{max}$  = max. Rauhtiefe  
 $R_a$  = Mittenrauhtiefe

## Entlüftungen

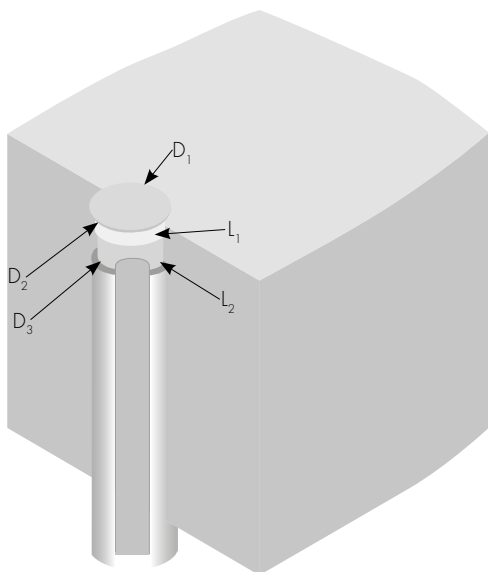
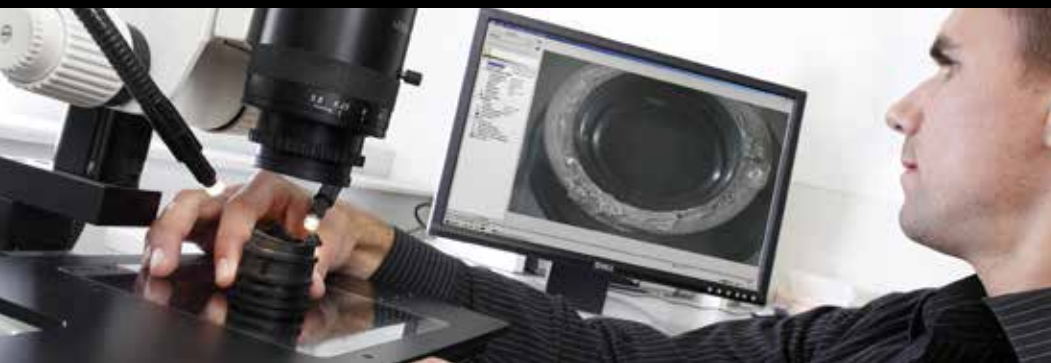
Entlüftungen müssen die beim Formfüllvorgang zu verdrängende Luft in der Kavität nach aussen abführen. Mangelnde Entlüftungen können zu erhöhten Fülldrücken, lokalen Brennstellen am Polymer und schlechten Bindenähten führen. Durch Erhöhung der Temperaturen können sogar längere Kühlzeiten notwendig werden.

Entlüftungen können durch Auswerferstifte mit und ohne Funktion sowie durch dünne Spalte in der Formtrennebene bereitgestellt werden. Langfaserverstärkte Polyamide neigen eher etwas weniger zum Vergraten da die imprägnierten Fasern die Polymere quasi festhalten. Auswerferstifte werden mit Passungen H7/G6 ausgelegt, Entlüftungen in der Trennebene können bis zu 0.15 mm hoch sein. Diese Entgasungsöffnungen sollten nur relativ kurz (1.5 bis 2.5 mm) dünn, danach mit grosszügigen Querschnitten ins Freie ausgelegt sein.



$H_1 - H_2 = 0.01$  bis  $0.02$  mm,  $H_1 - H_3 = 1 - 3$  mm,  
 $L = 0.8 - 1.5$  mm,  $W = 2 - 5$  mm

## ■ **Verarbeitungsparameter**



$D_1 - D_2 = 0.01 - 0.02 \text{ mm}$ ,  $D_2 - D_3 = 1 - 2 \text{ mm}$ ,  
 $L_1 = 2 - 4 \text{ mm}$ ,  $L_2 = 3 - 5 \text{ mm}$

### **Werkzeugkühlung**

Für die Auslegung der Werkzeugkühlung für die Verarbeitung von LFT-Polyamiden gelten die gleichen Regeln wie für Standardpolyamide. Die möglichen Entformungstemperaturen liegen etwa 10 bis 20°C höher, da LFT-Bauteile höhere Wärmeformbeständigkeiten aufweisen.

### **Schmelzetemperatur**

Die Schmelzetemperatur hängt nicht nur von den eingestellten Zylindertemperaturen ab, sondern auch von Prozessparametern wie

- Schneckendrehgeschwindigkeit
- Staudruck
- Verweilzeit
- Schmelzeviskosität
- Spiel zwischen Schnecke und Zylinder und in der Rückstromsperre
- hohe Scherung im Verteiler / Anguss

Generell muss vermieden werden, die Schmelzetemperatur durch zu hohe Schneckendrehzahlen, hohen Staudruck oder zu schnelles Einspritzen unkontrolliert zu erhöhen. Die langfaserverstärkten Polyamide von EMS-GRIVORY zeigen ausgezeichnete Temperatur-Stabilität und sollten bevorzugt mit hohen Temperaturen verarbeitet werden. Hiermit sinken Fülldrücke und Eigenspannungen, die Scherung wird reduziert und damit die Fasern geschont. Da die langfaserverstärkten Polyamide deutlich höhere thermomechanische Eigenschaften aufweisen, muss sichergestellt werden, dass die Granulate mindestens knapp über Schmelzetemperatur in die Kompressionszone gelangen. Insbesondere bei grösseren Dosierhuben (> Schneckendurchmesser) ist es empfehlenswert, mit einem flachen oder sogar degressiven Temperaturprofil zu fahren. Der Trichterflansch sollte nicht stark gekühlt sein sondern die Temperatur des Trockners (ca. 80°C) beibehalten, um nicht unnötig Energie zu verschwenden.

Die empfohlenen Werkzeugtemperaturen für die Verarbeitung der LFT-Polyamide entsprechen den Temperaturen für Standard-Polyamide.

Für die Verarbeitung von 50% Glasfaserverstärkten LFT-Polyamiden empfehlen wir folgende Basis-Maschineneinstellungen:

Grivory GVL	Dosierhub (zu Schneckendurchmesser)		
	$\leq 1 \text{ d}$	$1 - 2 \text{ d}$	$\geq 2 \text{ d}$
Trichter-Flansch	80°C - 100°C	80°C - 100°C	80°C - 100°C
Einzugszone	290°C	300°C	310°C
Kompressionszone	300°C	300°C	305°C
Austragszone	310°C	300°C	300°C
Düse	300°C	300°C	300°C
Werkzeug	80°C - 120°C	80°C - 120°C	80°C - 120°C
Schmelze	290°C - 310°C	290°C - 310°C	290°C - 310°C



Grivory HT1VL	Dosierhub (zu Schneckendurchmesser)		
	<= 1 d	1 - 2 d	>= 2 d
Trichter-Flansch	80°C - 120°C	80°C - 120°C	80°C - 120°C
Einzugszone	340°C	345°C	350°C
Kompressionszone	345°C	345°C	350°C
Austragszone	350°C	345°C	345°C
Düse	340°C	340°C	340°C
Werkzeug	140°C - 170°C	140°C - 170°C	140°C - 170°C
Schmelze	340°C - 350°C	340°C - 350°C	340°C - 350°C

Grivory LVL	Dosierhub (zu Schneckendurchmesser)		
	<= 1 d	1 - 2 d	>= 2 d
Trichter-Flansch	80°C - 100°C	80°C - 100°C	80°C - 100°C
Einzugszone	270°C	280°C	290°C
Kompressionszone	280°C	280°C	285°C
Austragszone	285°C	280°C	280°C
Düse	280°C	280°C	280°C
Werkzeug	60°C - 120°C	60°C - 120°C	60°C - 120°C
Schmelze	280°C - 290°C	280°C - 290°C	280°C - 290°C

Grivory TSGL	Dosierhub (zu Schneckendurchmesser)		
	<= 1 d	1 - 2 d	>= 2 d
Trichter-Flansch	80°C - 100°C	80°C - 100°C	80°C - 100°C
Einzugszone	290°C	300°C	310°C
Kompressionszone	300°C	300°C	305°C
Austragszone	310°C	300°C	300°C
Düse	300°C	300°C	300°C
Werkzeug	80°C - 120°C	80°C - 120°C	80°C - 120°C
Schmelze	290°C - 310°C	290°C - 310°C	290°C - 310°C

Produkte mit höheren Faseranteilen sollten entsprechend etwa 5 bis 10°C heisser, mit weniger Verstärkung 5 bis 10°C kälter (Zylinder- und Schmelztemperatur) verarbeitet werden, die Werkzeugtemperaturen bleiben gleich.

### Plastifizieren

Beim Dosieren und Aufschmelzen der LFT-Polyamide sollten möglichst geringe Schneckendrehzahlen und Staudrücke verwendet werden. Nutzen sie die gesamte Kühlzeit zum Dosieren aus und reduzieren sie den Staudruck soweit möglich. Die Schnecke sollte jedoch ohne Rucken von der Schmelze nach hinten geschoben werden.

### Formfüllung und Nachdruck

Das Werkzeug sollte möglichst schonend gefüllt werden um eine Schererwärmung der Schmelze und unnötigen Faserbruch zu vermeiden. Die Formfüllzeit hängt stark vom Formteil ab und kann von 0.5 Sekunden (kleines Formteil, einige Gramm) bis zu fast 10 Sekunden (15 kg Schussgewicht) variieren. Eine Mold-Flow Analyse kann helfen, die optimale Füllzeit zu ermitteln. Die Umschaltung auf Nachdruck sollte praktisch erst nach statischer Füllung der Kavität (Bauteil ist zu mehr als 95% schon ohne Nachdruck gefüllt) erfolgen. Die Nachdruckhöhe und die Nachdruckzeit sollten durch Ermittlung des Siegelpunktes bestimmt werden. Die Umschaltung, der Nachdruck und die Nachdruckdauer sind massgeblich für ein konstantes Bauteilgewicht und damit für die Bauteileigenschaften verantwortlich.

### Kühlzeit

Die Nachdruckzeit und die Kühlzeit stellen den Grossteil des Gesamtzyklus dar. Der Nachdruck sichert ein konstantes Bauteilgewicht, die Kühlzeit stellt eine beschädigungsfreie Entformung und die wichtigsten Bauteildimensionen sicher. Generell lassen sich die langfaserverstärkten Polyamide schnell fahren und können bei hohen Temperaturen entformt werden. Als Faustregel kann folgende Formel angenommen werden:

$$\text{Gesamt-Kühlzeit} = (1.5 \text{ bis } 2) \times (\text{Wanddicke in mm})^2 \text{ [in Sekunden]}$$

## ■ Verarbeitung, Nachbehandlung



### **Goldene Regeln für die Verarbeitung langfaserverstärkter Polyamide**

1. Stellen sie sicher, dass die Granulate bei Beginn der Kompressionszone mindestens Schmelztemperatur aufweisen.
2. Flaches oder degressives Temperaturprofil verwenden, wenn der Dosierhub grösser als der Schneckendurchmesser wird.
3. Eher mit Temperaturen im oberen empfohlenen Bereich arbeiten (insbesondere bei langen Fließwegen), um unnötige Scherung durch frühes Einfrieren der Randschichten zu vermeiden.
4. Der Verschleiss liegt im Vergleich zu Standardpolyamiden eher in den unteren Bereichen, falls die Produkte ausreichend heiss verarbeitet werden, da die Anzahl der Faserenden kleiner ist.
5. Die Werkzeugtemperatur sollte eher im oberen Bereich liegen, um die Oberflächenqualität zu verbessern und niedrigere Fülldrücke zu erzielen. Die Zykluszeit wird davon in der Regel nicht beeinflusst.
6. Angussposition in der Nähe der maximalen Wanddicke, um Einfallstellen zu vermeiden, jedoch nicht in den Bereichen der maximalen Bauteilspannungen.
7. Ausreichende Anguss- und Anschnittquerschnitte verwenden, um unnötige Scherung zu vermeiden und die Nachdruckphase gut regeln zu können.
8. Werkzeugfüllung eher mit geringeren Geschwindigkeiten, um Friktionserwärmung zu vermeiden.
9. Auf ausreichende Entlüftung des Formneests achten.
10. Nachdruckoptimierung (Druck und Zeit), um konstante Bauteilgewichte zu erzielen.

Weitere Angaben finden Sie in der Verarbeitungsbrochure LFT-Polyamide der EMS-CHEMIE AG.

### **Nachbehandlung**

Die langfaserverstärkten Polyamide lassen sich analog den Standardprodukten nachbehandeln. Es gelten die jeweiligen Empfehlungen der einzelnen Produktfamilien.

### **Kleben**

Polyamide lassen sich aufgrund ihrer chemischen Basis mit einer Reihe von Klebstoffen relativ einfach verkleben. Die teilaromatischen Grivory-Typen sowie das sehr chemikalienbeständige Polyamid 12 können bei sehr hohen Anforderungen an die Klebefestigkeit weitere Vorbehandlungsmethoden erfordern.

Allgemeine Hinweise / Vorbehandlung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klebeflächen sollten sauber, trocken und fettfrei sein</li> <li>• Entformungshilfsmittel (Sprays oder Pulver) sollten bei der Verarbeitung nicht eingesetzt werden</li> <li>• Vorbehandlungen: Schleifen / Bürsten / Sandstrahlen / Coronaentladung / Plasmavorbehandlung</li> <li>• Beflammen</li> <li>• Aufbringen eines Primers</li> </ul>
Klebstoffe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grilon / Grivory / Grilamid: Einkomponenten-Klebstoffe wie Cyanacrylate, Methacrylate</li> <li>• Zweikomponenten-Klebstoffe wie Polyurethane, Epoxidharze</li> <li>• Grilamid: Schmelzkleber</li> </ul>

Die Auswahl des bestgeeigneten Klebstoffsystems hängt stark vom Bauteil, der Klebenathtgeometrie und den Anforderungen (Festigkeiten, Temperaturen, Umgebungsfeuchten) ab. Für nähere Informationen bezüglich der bestgeeigneten Systeme kontaktieren Sie bitte die Anwendungstechnische Abteilung in Domat/Ems.



## Schweissen

Alle für thermoplastische verstärkte Polymere geeigneten Schweissverfahren eignen sich auch für die langfaser-verstärkten Polyamide.

Allgemeine Hinweise / Vorbehandlung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schweissflächen sollten sauber, trocken und fettfrei sein</li> <li>• Entformungshilfsmittel (Sprays oder Pulver) sollten bei der Verarbeitung nicht eingesetzt werden</li> </ul>
Schweisverfahren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grilon / Grivory / Grilamid:</li> <li>• Heizelementschweissen (flächige Bauteile)</li> <li>• Ultraschallschweissen (kleine Bauteile)</li> <li>• Rotationsschweissen (runde ebene Bauteile)</li> <li>• Vibrationsschweissen (ebene Bauteile)</li> <li>• Dioden-Laserschweissen (komplexe Bauteile)</li> </ul>

## Verschrauben

Allgemeine Hinweise / Vorbehandlung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nicht erforderlich, Sacklöcher müssen den entsprechenden Geometrien angepasst sein</li> </ul>
Verschrauben / Nieten / Bördeln	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grilon / Grivory / Grilamid: Metallgewindeeinsätze lassen sich gut mit Ultraschall einbetten. Nieten und Bördeln kann sowohl mit Ultraschall als auch durch beheizte Formgebungselemente erfolgen</li> <li>• Selbstformende (gewindeprägende) Schrauben erzielen sehr hohe Festigkeiten in LFT-Bauteilen, wir empfehlen Delta PT Schrauben der Firma EJOT</li> <li>• Direktgewinde in LFT-Bauteile sollten spritzgegossen und nicht geschnitten werden, um eine gute Faserverstärkung der Gewinderillen zu erzielen</li> </ul>

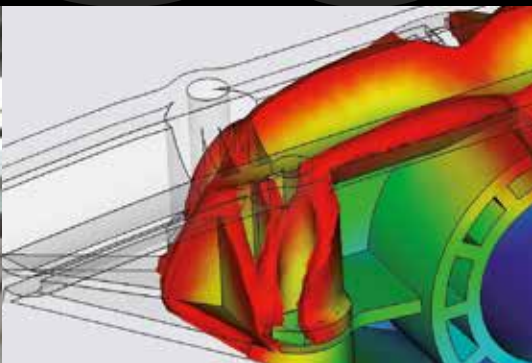
## Lackieren

Grilon und Grivory LFT-Produkte lassen sich wegen der hervorragenden Chemikalienbeständigkeit und des hydrophilen Charakters sehr gut ein- und zweischichtig lackieren. Aufwändige Vorbehandlungen sind in der Regel nicht notwendig. Bei Grilamid-Typen kann die Lackhaftung durch geeignete Vorbehandlungen weiter verbessert werden.

Allgemeine Hinweise / Vorbehandlung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lackierflächen sollten sauber, trocken und fettfrei sein</li> <li>• Entformungshilfsmittel (Sprays oder Pulver) dürfen bei der Verarbeitung nicht eingesetzt werden</li> <li>• Bei Grilamid kann eine Verbesserung der Lackhaftung durch Beflammen, Corona- oder Plasmabehandlung sowie durch mechanisches Aufräuen der Oberfläche erzielt werden</li> </ul>
Lacksysteme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ein- und Zweikomponenten Polyurethanlacke</li> <li>• Keine bzw. sehr geringe Eigenschaftsänderungen durch Lackieren bei LFT-Polyamiden</li> </ul>



## ■ Nachbehandlung



### Metallisieren

Alle LFT-Polyamide lassen sich im Hochvakuumverfahren sehr gut metallisieren.

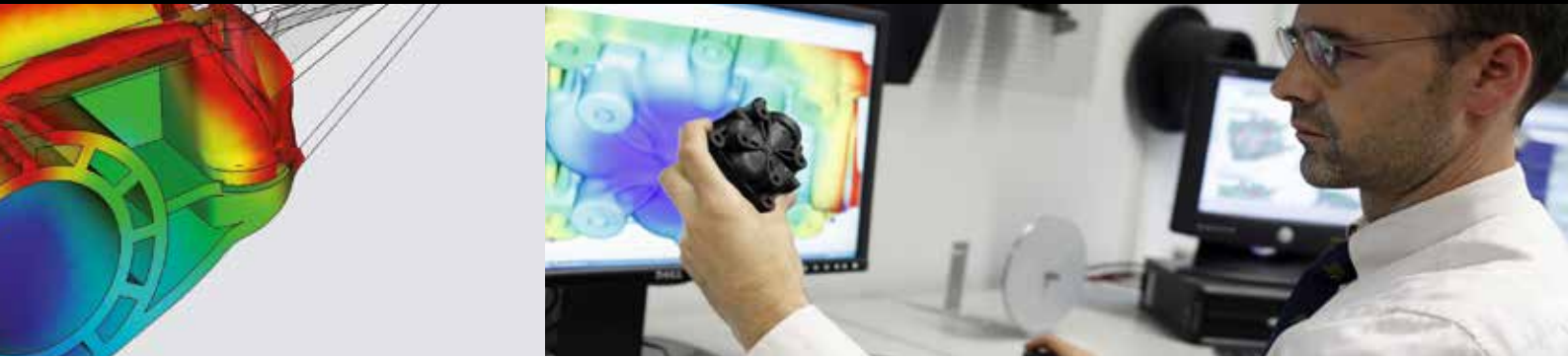
Allgemeine Hinweise / Vorbehandlung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flächen zum Metallisieren müssen sauber, trocken und fettfrei sein</li> <li>• Entformungshilfsmittel (Sprays oder Pulver) dürfen bei der Verarbeitung nicht eingesetzt werden</li> </ul>
Metallisieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grilon / Grivory / Grilamid: Hochvakuum, Galvanische Metallisierung nach entsprechender Vorbehandlung</li> </ul>

### Zerspanende Bearbeitung

Eine nachträgliche zerspanende Bearbeitung eines Spritzgussteils sollte normalerweise nicht notwendig sein. Ist diese nicht zu vermeiden, so empfehlen wir folgende Schneidengeometrien:

	Verfahren				
	Einheit	Drehen	Fräsen	Sägen	Bohren
Freiwinkel	-	5-10	3-15	15-30	5-10
Spanwinkel	-	2-10	5-15	3-6	6-15
Schnittgeschwindigkeit	m/min	200-400	300-800	200-500	50-120
Vorschub	mm/U	0.1-0.5	0.1-0.5	-	0.1-0.5
Spitzenwinkel	-	-	-	-	90-120
Zahnteilung	mm	-	2-8	-	-

Da LFT-Polyamide in der Regel sehr harte Werkstoffe mit hohem Verstärkungsanteil sind, sollten diamantbestückte Werkzeuge für die Zerspanung eingesetzt werden.



Unsere Kunden beraten und unterstützen wir mit unserem Know-how, angefangen von der Entwicklung bis zur Serienproduktion eines Teiles. Dazu bieten wir Qualität, Zuverlässigkeit und technische Unterstützung als Service.

- Für Ihre Anwendungen erarbeiten und diskutieren wir mit Ihnen verschiedene Designvarianten, um hinsichtlich technischer und wirtschaftlicher Gesichtspunkten eine optimale Lösung zu finden.
- Als Materialspezialisten bieten wir Ihnen eine Materialempfehlung die „passt“. Dazu vergleichen und bewerten wir in Frage kommende Materialien, um Ihnen das bestgeeignete Material zu empfehlen.
- Wir unterstützen Sie dabei, anwendungsbezogene Testmethoden zu finden und durchzuführen. Unsere modernen Labors decken ein breites Spektrum verschiedenster mechanischer, thermischer, chemischer und elektrischer Prüfungen ab.
- Probleme bei der Materialbemusterung oder dem Produktionsstart? Wir bieten Ihnen durch unsere Anwendungstechnik eine kompetente Beratung zur Verarbeitungs- und Werkzeugoptimierung an und stehen Ihnen auch vor Ort mit unserem Technischen Kundendienst zur Seite.

### CAE

Mit computerunterstützten Simulationsmethoden ist die Anwendungstechnik von EMS-GRIVORY in der Lage, unsere Kunden optimal bei der Auslegung von Spritzgussbauteilen zu unterstützen. Die CAE Systeme erlauben die mechanische Formteilauslegung mit Finite Element Analysen durchzuführen. Anschliessend wird der Füllprozess mit rheologischen Simulationen abgebildet.

Die Formteilauslegung mit Hilfe einer FE-Analyse liefert Informationen über die mechanische Belastung und des Spannungsverlaufes am Bauteil. Anhand des Spannungsverlaufes können gezielt geeignete Modifikation am Bauteil modelliert und anhand einer erneuten FE-Berechnung direkt getestet werden.

Sobald die verlangte Bauteilfestigkeit anhand der FE-Analyse erreicht wird, kann mit einer rheologischen Simulation der optimale Anspritzpunkt festgelegt werden, qualitative Aussagen über Faserrichtung sowie über Schwindung und Verzug am Bauteil gemacht werden.

Durch den Einsatz der modernsten FE- und der rheologischen Simulationstools ist EMS-GRIVORY mit seinen Experten in der Lage Kunden anhand virtueller 3-D Daten optimal bei der Auslegung von Formbauteilen zu unterstützen.

### Nullserienwerkzeuge und Selective Laser Sintering (SLS)

Eine gute Idee schnell zu erkennen und rasch umzusetzen, ist der Schlüssel zum Erfolg. EMS-GRIVORY hilft das Risiko durch Nullserienwerkzeugbau zu mindern, wertvolle Zeit zu sparen und Kosten zu reduzieren. Das Auslegen der Prototypen-Bauteile kann bei Bedarf auch mit FE-Analysen und rheologischen Simulationen unterstützt werden.

Dank den Nullserienwerkzeugen kann mit einem minimalen Kostenaufwand die Herstellung einer kleinen Anzahl von Spritzguss-Prototypen erfolgen. Mit diesen Prototypenbauteilen ist es möglich, Praxisversuche vor Serienbeginn durchzuführen. Dieser Weg zur Serienvorbereitung reduziert den Aufwand und hilft, kostspielige Werkzeugänderungen an Produktionswerkzeugen zu vermeiden.

## ■ Nutzen Sie unsere Prüflabors



### **Materialprüfungen und Qualitätskontrolle**

Der Unternehmensbereich EMS-GRIVORY verfügt über modern ausgerüstete Laboratorien für Materialprüfungen und Qualitätskontrollen.

Unsere apparative Infrastruktur erlaubt es uns nicht nur, die gängigen mechanischen, thermischen und elektrischen Eigenschaften unserer Werkstoffe für Datenblätter und Homologierungen zu bestimmen, sondern auch Forschung & Entwicklung, Anwendungstechnik und unsere Kunden praxisbezogen zu unterstützen.

- Das mechanische Prüflabor verfügt über moderne Zugprüfmaschinen, automatisierte und instrumentierte Schlagprüfgeräte sowie Einrichtungen zur Bestimmung des Kriechverhaltens von Kunststoffen an Luft und in flüssigen Medien. Zudem steht eine pneumatische Wechselbiegeapparatur sowie eine dynamische Zug-Druck Maschine zur Verfügung, um das dynamische Kurz- und Langzeitbelastungsverhalten der langfaserverstärkten Materialien zu testen.
- Das Rheologielabor der Materialprüfung ist in der Lage, die für die Simulation von Spritzgiessprozessen benötigten Materialkenndaten zu liefern.
- Die in den Laboratorien für Chemikalien-, Hitze und Witterungsbeständigkeit durchgeführten Untersuchungen geben Hinweise über die Einsatzmöglichkeiten unserer Kunststoffe unter extremen Bedingungen.
- Chemische und verarbeitungstechnische Tests gestatten, die Qualität unserer Produkte zu überprüfen und die Konstanz der Eigenschaften zu gewährleisten.

Unsere Materialprüfung verfügt darüber hinaus über eine Reihe weiterer Spezialausrüstungen wie den EMS P-Tester (Bestimmung des Permeationsverhaltens von Kraftstoff-Systemkomponenten), eine Benzin-Zirkulationsanlage (Prüfung der Lebensdauer von Kunststoff-Benzinleitungen unter Extrembedingungen), einen Heissluft-Druckschwelltester (praxisnahe Prüfung von Extrusionsblasformteilen) und vieles mehr.

Mit unseren Dienstleistungen bieten wir unseren Kunden eine aktive Unterstützung bei der Materialauswahl und der Materialentwicklung sowie bei der Bauteilauslegung und Bauteilprüfung.





Alle weltweiten Produktionsstandorte von EMS-GRIVORY arbeiten nach dem gemeinsamen Qualitäts-Management-System basierend auf den Normen ISO9001/2008 und ISO/TS 16949/2009.

Auch die Produktionsanlagen der LFT-Produkte sind durch die „Schweizerische Vereinigung für Qualitäts- und Management-Systeme“ (SQS) zertifiziert.

Das ISO/TS 16949 System ist hierbei wesentlich strenger und weitgehend prozessorientiert. Oberstes Ziel ist die Zufriedenheit unserer Kunden. Unsere Arbeit konzentriert sich auf die Übereinstimmung mit den Qualitätsanforderungen sowie auf den sachgerechten Einsatz aller Ressourcen.

Die Qualitäts-Planungszyklen beginnen mit der Marktforschung und der Ermittlung der Anforderungen unserer Kunden an die Produkte und Prozesse. Die Qualitäts-Systeme schliessen ebenfalls unsere Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sowie die technische Unterstützung bis hin zum serienbegleitenden Kundendienst ein. Entwicklungsprojekte werden von abteilungsübergreifenden Teams bearbeitet. Diese Teams arbeiten im Sinne des „Simultaneous Engineering“ mit entsprechenden Aufgabenteilungen. Eingesetzt werden auch Methoden der statistischen Versuchsplanung und -auswertung sowie präventive Methoden wie FMEA (Fehler-Möglichkeiten- und Einfluss-Analysen). Leitgedanke ist: Fehlervermeidung statt Fehlerbehebung!

Die statistischen Prozesskontrollen werden zur Überwachung und kontinuierlichen Verbesserung der Produktionsprozesse und der hergestellten Produkte eingesetzt. Prüfmittel und deren Genauigkeiten werden routinemässig im Rahmen der Prüfmittelfähigkeitsuntersuchungen überwacht.

Die kontinuierliche Verbesserung der LFT-Produkte, der Dienstleistungen und der Produktivität sowie die Anpassung neuer Produkte an Markt- und Kundenbedürfnisse ist Kernelement der täglichen Aufgaben aller EMS-Mitarbeiter.



### **Produktelinien**

Alle LFT-Polyamide basieren auf den seit vielen Jahren erfolgreich auf dem Markt verfügbaren Produktfamilien von EMS-GRIVORY. Diese sind im Einzelnen:

#### **Grivory HT**

Mehr Leistung bei hohen Temperaturen.

Grivory® ist der Markenname einer Gruppe von technischen Thermoplasten. Grivory HT ist ein Werkstoff auf der Basis von Polyphthalamid (Copolyamid PA6T/6I, PA6T/66, PA10T/X), hergestellt und vertrieben von EMS-GRIVORY.

#### **Grivory GV**

Der bewährte Werkstoff für den Metallsatz.

Grivory® GV ist der Markenname einer Gruppe von technischen Thermoplasten, hergestellt und vertrieben von EMS-GRIVORY. Grivory GV basiert auf einem teilkristallinen Polyamid mit partiell aromatischen Anteilen. Grivory GV wird in Granulatform für die Spritzgiessverarbeitung angeboten.

#### **Grilon**

Premium Polyamid.

Grilon® ist der Markenname von EMS-GRIVORY für technische Thermoplaste auf Basis von Polyamid 6, Polyamid 66 und Polyamid 66/6 Legierungen. Die Produkte dieser Gruppe sind teilkristalline Polyamid-Werkstoffe, die sich durch viele wegweisende Eigenschaften auszeichnen.

#### **Grilamid**

Technische Kunststoffe für höchste Ansprüche.

Mit dem Markennamen Grilamid® bezeichnet EMS-GRIVORY ihre Polyamid 12-Produkte. Diese Technischen Thermoplaste haben sich seit über 30 Jahren in vielfältigen, anspruchsvollen Anwendungen bewährt.

#### **Grilamid TR**

Transparentes Polyamid für höchste Anforderungen.

Mit dem Markennamen Grilamid TR® bezeichnet EMS-GRIVORY ihre transparenten Polyamide. Grilamid TR - Typen sind transparente, thermoplastisch verarbeitbare Polyamide auf der Basis von aliphatischen und cycloaliphatischen Bausteinen.

#### **Disclaimer**

Die Angaben in dieser Veröffentlichung entsprechen dem heutigen Stand unserer Erkenntnisse und Erfahrungen. Sie sind als unverbindliche Richtwerte zu verstehen und stellen insbesondere keine Materialspezifikation dar. Eine Garantie in Bezug auf Eigenschaften, Anwendung, Eignung, Design und Verarbeitung kann aus unseren Angaben nicht abgeleitet werden. Die Angaben befreien den Abnehmer nicht von eigenen Untersuchungen zur Eignung, zur Einhaltung gesetzlicher Vorschriften sowie etwaiger Schutzrechte. Wir behalten uns vor, die Angaben in dieser Veröffentlichung jederzeit ohne Ankündigung zu ändern. Die Angaben bedeuten keine vertragliche Verpflichtung unsererseits und jegliche Haftung wird ausdrücklich ausgeschlossen. Für weitergehende Fragen über unsere Produkte stehen Ihnen unsere Experten gerne zur Verfügung.

Zu beachten: EMS-GRIVORY kann die zukünftigen gesundheitlichen Risiken nicht beurteilen, welche bei andauerndem Kontakt ihrer Produkte mit Blut oder Gewebe entstehen können. Aus diesem Grund kann EMS-GRIVORY medizinische Anwendungen, bei denen ein dauernder Kontakt von Kunststoff mit Blut oder Gewebe auftritt, nicht fördern.

Domat/Ems, Oktober 2017



### **Lieferform**

Langfaserverstärkte Polyamide der EMS-CHEMIE AG werden als trockenes, verarbeitungsfertiges Granulat geliefert. Als Standardverpackung bieten wir Sackware je 25 kg oder Oktabins mit 1000 kg Füllmenge an. Andere Verpackungsgrößen auf Anfrage.

### **Recycling von Verpackungsmaterial**

Eine sortenreine Entsorgung wird durch entsprechende Entsorgungszeichen auf unseren Verpackungsmaterialien sichergestellt.

### **LFT-Link**

Weitere Informationen zu den langfaserverstärkten Polyamiden finden sich auf unserer Webseite:

**[www.emsgrivory.com](http://www.emsgrivory.com)**



## **EMS-GRIVORY weltweit**

[www.emsgrivory.com](http://www.emsgrivory.com)

### **EMS-GRIVORY - Der führende Spezialist für Hochleistungspolyamide**

EMS-GRIVORY ist der führende Spezialist für Hochleistungspolyamide und Anbieter mit dem breitesten Polyamid-Sortiment. Unsere Produkte sind weltweit unter den Markennamen Grivory, Grilamid und Grilon bekannt.

Wir bieten unseren Kunden ein umfassendes Paket aus leistungsfähigen und qualitativ hochwertigen Produkten sowie segmentspezifischer Beratungskompetenz in Vertrieb und Anwendungstechnik. Wir sichern unsere Marktführerschaft durch kontinuierliche Produkt- und Anwendungsentwicklung in allen Segmenten.

#### **EMS-GRIVORY Europa**

##### **Schweiz**

EMS-CHEMIE AG  
Unternehmensbereich EMS-GRIVORY Europa  
Via Innovativa 1  
7013 Domat/Ems  
Schweiz  
Tel. +41 81 632 78 88  
Fax +41 81 632 76 65  
[welcome@emsgrivory.com](mailto:welcome@emsgrivory.com)

##### **Deutschland**

EMS-CHEMIE (Deutschland) Vertriebs GmbH  
Warthweg 14  
64823 Gross-Umstadt  
Deutschland  
Tel. +49 6078 783 0  
Fax +49 6078 783 416  
[welcome@de.emsgrivory.com](mailto:welcome@de.emsgrivory.com)

##### **Frankreich**

EMS-CHEMIE (France) S.A.  
855 Avenue Roger Salengro  
Boîte postale 16  
92370 Chaville  
France  
Tel. +33 1 41 10 06 10  
Fax +33 1 48 25 56 07  
[welcome@fr.emsgrivory.com](mailto:welcome@fr.emsgrivory.com)

##### **Grossbritannien**

EMS-CHEMIE (UK) Ltd.  
Darfin House, Priestly Court  
Staffordshire Technology Park  
Stafford ST18 0LQ  
Great Britain  
Tel. +44 1785 283 739  
Fax +44 1785 283 722  
[welcome@uk.emsgrivory.com](mailto:welcome@uk.emsgrivory.com)

EMS-GRIVORY,  
ein Unternehmensbereich der EMS-Gruppe

##### **Italien**

EMS-CHEMIE (Italia) S.r.l.  
Via Carloni 56  
22100 Como (CO)  
Italia  
Tel. +39 011 0604522  
Fax +39 011 0604522  
[welcome@it.emsgrivory.com](mailto:welcome@it.emsgrivory.com)

##### **EMS-GRIVORY Asia**

##### **China**

EMS-CHEMIE (China) Ltd.  
227 Songbei Road  
Suzhou Industrial Park  
Suzhou City 215126  
Jiangsu Province  
P.R. China  
Tel. +86 512 8666 8180  
Fax +86 512 8666 8210  
[welcome@cn.emsgrivory.com](mailto:welcome@cn.emsgrivory.com)

##### **EMS-CHEMIE (Suzhou) Ltd.**

227 Songbei Road  
Suzhou Industrial Park  
Suzhou City 215126  
Jiangsu Province  
P.R. China  
Tel. +86 512 8666 8181  
Fax +86 512 8666 8183  
[welcome@cn.emsgrivory.com](mailto:welcome@cn.emsgrivory.com)

##### **Taiwan**

EMS-CHEMIE (Taiwan) Ltd.  
36, Kwang Fu South Road  
Hsin Chu Industrial Park  
Fu Kou Hsiang  
Hsin Chu Hsien 30351  
Taiwan, R.O.C.  
Tel. +886 3 598 5335  
Fax +886 3 598 5345  
[welcome@tw.emsgrivory.com](mailto:welcome@tw.emsgrivory.com)

##### **Korea**

EMS-CHEMIE (Korea) Ltd.  
#817 Doosan Venturedigm,  
415 Heungan Daero,  
Dongan-gu, Anyang-si,  
Gyeonggi-do, 431-755  
Republic of Korea  
Tel. +82 31 478 3159  
Fax +82 31 478 3157  
[welcome@kr.emsgrivory.com](mailto:welcome@kr.emsgrivory.com)

##### **Japan**

EMS-CHEMIE (Japan) Ltd.  
EMS Building  
2-11-20 Higashi-koujiya  
Ota-ku, Tokyo 144-0033  
Japan  
Tel. +81 3 5735 0611  
Fax +81 3 5735 0614  
[welcome@jp.emsgrivory.com](mailto:welcome@jp.emsgrivory.com)

##### **EMS-GRIVORY America Vereinigte Staaten**

EMS-CHEMIE (North America) Inc.  
2060 Corporate Way  
P.O. Box 1717  
Sumter, SC 29151  
USA  
Tel. +1 803 481 61 71  
Fax +1 803 481 61 21  
[welcome@us.emsgrivory.com](mailto:welcome@us.emsgrivory.com)