

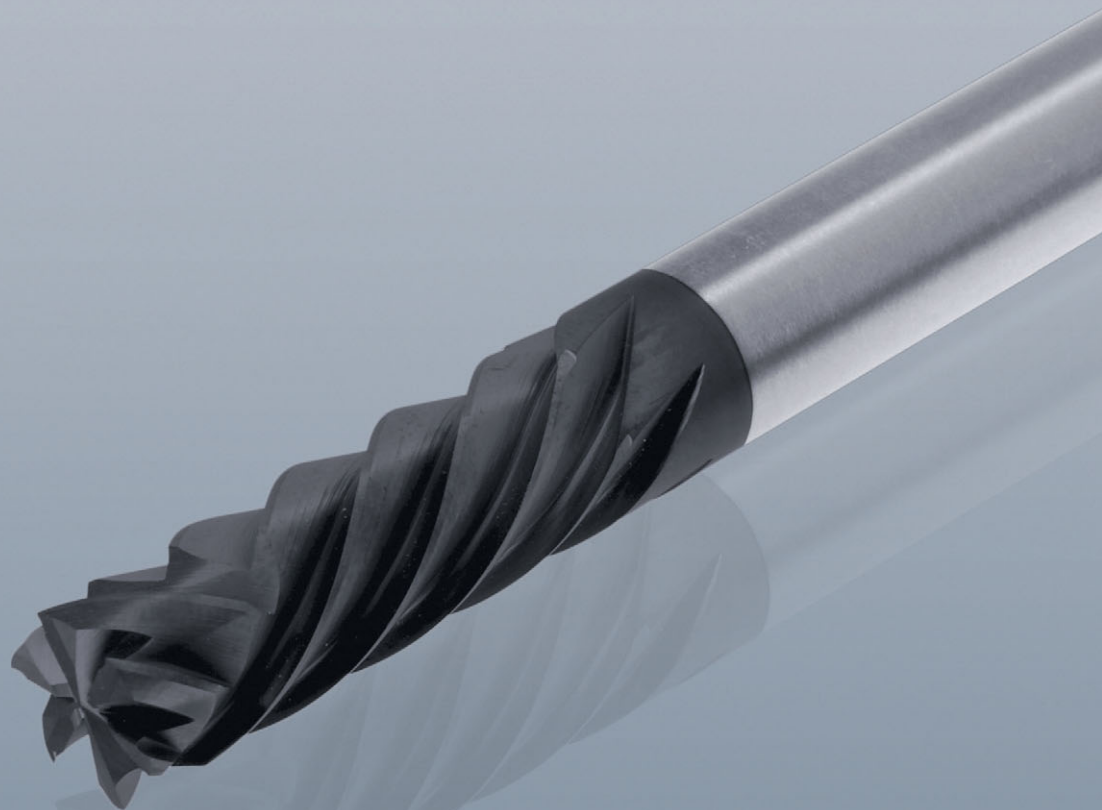


**BELIN
FETTE
KIENINGER
ONSRUD**

in alliance

**BILZ
BOEHLERIT**

Präzisionswerkzeuge Composites & Plastics Precision Tools Composites & Plastics



**mit technischem Anhang
with technical attachment**

www.lmt-tools.com

© by LMT Tool Systems GmbH

Nachdruck, auch auszugsweise, ist nur mit unserer Zustimmung gestattet. Alle Rechte vorbehalten. Irrtümer, Satz- oder Druckfehler berechtigen nicht zu irgendwelchen Ansprüchen. Abbildungen, Ausführungen und Maße entsprechen dem neuesten Stand bei Herausgabe dieser Druckschrift. Technische Änderungen müssen vorbehalten sein. Die bildliche Darstellung der Produkte muss nicht in jedem Falle und in allen Einzelheiten dem tatsächlichen Aussehen entsprechen.

This publication may not be reprinted in whole or part without our express permission. All right reserved. No rights may be derived from any errors in content or from typographical or typesetting errors. Diagrams, features and dimensions represent the current status on the date of issue of this leaflets. We reserve the right to make technical changes. The visual appearance of the products may not necessarily correspond to the actual appearance in all cases or in every detail.

2	Die COMPOSITE EXCELLENCE der LMT Tool Systems The COMPOSITE EXCELLENCE of LMT Tool Systems
---	---



3	Piktogramme – Erklärung Pictograms – Description
---	--

4	Auswahlübersicht Selection table
---	--

4	Einteilige Fräswerkzeuge Solid and brazed milling cutters
---	--

5	Bohren Drilling
---	--------------------

5	Mehrteilige Fräswerkzeuge Multi part milling tools
---	---

6	Einsatzempfehlungen Application recommendations
---	---

6	Standardkunststoffe Standard plastics
---	--

7	Hochleistungskunststoffe High performance plastics
---	---

8	Faserverstärkte Thermoplaste Fiber reinforced thermoplastics
---	---

9	Faserverstärkte Duromere/Graphit Fiber reinforced thermoset/graphite
---	---

10	Hybridwerkstoffe Hybrid materials
----	--------------------------------------

10	Wabenmaterial Honeycomb
----	----------------------------

11	Einteilige Fräswerkzeuge Solid and brazed milling cutters
----	---

42	Bohrer Drills
----	-------------------------

53	Mehrteilige Fräswerkzeuge Multi part milling tools
----	--

59	Sonderwerkzeuge Special tools
----	---

60	Anwendungen im Gesenk- und Formenbau Die and Mould applications
----	---

61	Anhang Attachment
----	-----------------------------

61	Wichtige mechanische Eigenschaften von Kunststoffen Basic mechanical properties of plastics
----	--

64	Empfehlungen für die Zerspanung von Kunststoffen Recommendations for plastics machining
----	--

66	Wichtige Eigenschaften faserverstärkter Kunststoffe Important properties of fiber-reinforced plastics and resins
----	---

69	Empfehlungen für die Zerspanung faserverstärkter Kunststoffe Recommendations for fiber-reinforced plastics machining
----	---

72	Sonstige Verbundwerkstoffe: Sandwich, Stacks, etc. Other composite materials: Sandwiches, Stacks, etc.
----	---

73	Umrechnungstabelle inch I metrisch Conversion table inch I metric
----	--

74	Piktogrammübersicht Pictogram overview
----	---

75	Anfrageformblatt Sonderfräser Inquiry form customized mills
----	--

76	Anfrageformblatt Sonderbohrer Inquiry form customized drills
----	---

Der Einsatz von Kunststoffen und Verbundwerkstoffen bei der Herstellung von Industrieprodukten ist eine der Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts. Schrittmacher sind einmal mehr die Aerospace- und Automobilindustrie, aber auch zahlreiche junge Branchen, wie z. B. die Windenergietechnik tragen zum vermehrten Einsatz von Kunststoffen und Verbundwerkstoffen oder kurz „Composites & Plastics“ (C & P) bei.

Charakteristisch an C & P Technologien ist, dass sie nicht nur Werkstoffe substituieren, sondern eine eigene Prozesskette von der Bauteilgestaltung über die Rohmaterial- und Halbzeugherstellung, die Formgebung bis hin zur Erzielung der einbaufertigen Endkontur und Oberfläche des Bauteils mit sich bringen.

Die LMT Gruppe befasst sich als Spezialist für Zerspanungslösungen bereits seit über 40 Jahren mit der C & P Technologie und entwickelt für ihre Kunden anwendungs- und werkstoffgerechte Lösungen. Unter dem Motto „Networking the Experts“ hat die LMT Tool Systems ihre Kompetenzen in der C & P Bearbeitung im international ausgerichteten „Segment Composites & Plastics Machining“ zusammengefasst.

Die **COMPOSITE EXCELLENCE** der LMT Tool Systems steht somit für die größte Anwendungsbandbreite in der C & P Zerspanung, vom Plan-, Form- und Konturfräsen über das Sägen, Fasen und Gravieren bis hin zum Bohren und der Bohrungsfinebearbeitung.

Entsprechend der vielschichtigen Anforderungen auf der Werkstoffseite ist auch die Bandbreite der eingesetzten Schneidstoffe: Vom unbeschichteten Hartmetall über PVD und Diamantbeschichtungen hin zum Einsatz von polykristallinem (PKD) oder monokristallinem Diamant (MKD). Gleichzeitig steht dieser Begriff für unseren Anspruch, in jeder Anwendung die bestmögliche Performance nach aktuellem Stand der Technik zu bieten.

Mit dem vorliegenden Katalog stellt die LMT Tool Systems Ihnen eine Auswahl der wichtigsten Standardwerkzeuge für die C & P Bearbeitung vor.

Lernen Sie die **COMPOSITES EXCELLENCE** der LMT Tool Systems kennen und nutzen Sie unser know-how für Ihren optimalen Produktionsprozess!

Wir beraten Sie gerne!
composites@lmt-tools.com
www.lmt-tools.com

The use of plastic and composite materials has become one of the key technologies of the 21st century in manufacturing industrial products. Once again, Aerospace and Automotive Industry are in the role of the pacemakers but also many new branches like wind energy are contributing to a strongly increasing application of “Composites & Plastics” or simply “C & P”.

One particular and common aspect of C & P technologies is the fact that they are not only replacing a workpiece material in an existing process but that they require their own, specific production processes from workpiece design, raw material and semi-manufactured parts up to moulding, trimming and surface finishing.

As a specialist for cutting and machining technologies, LMT group is dealing for more than 40 years with C & P technologies, developing customized solutions adapted to workpiece material and production processes. Following the motto “Networking the Experts”, LMT Tool Systems has brought together its competences for C & P machining in the internationally oriented “Segment Composites & Plastics Machining”.

LMT Tool Systems is providing the largest range of solutions for C & P machining with face milling, form and contour milling, sawing, chamfering or engraving up to drilling and borehole finish operations.

According to the variety of technical requirements, the offer of cutting materials is also covering the complete range from solid carbide, combinations with PVD or diamond coatings up to polycrystalline (PCD) or monocrystalline (MCD) diamond. Our claim is always to provide the best possible performance according to the state of technology. We have phrased this claim as **COMPOSITE EXCELLENCE**.

With the present catalogue, LMT Tool Systems is presenting you a choice of the most important standard tools for C & P machining applications.

We invite you to experience **COMPOSITE EXCELLENCE** with LMT Tool Systems and to exploit our know-how to achieve your optimum manufacturing process.

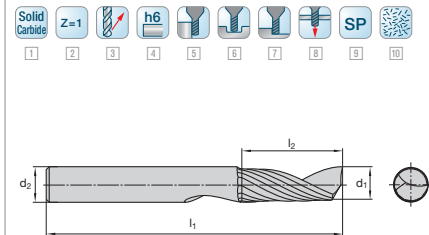
We will be pleased to advise you.
composites@lmt-tools.com
www.lmt-tools.com



Die LMT Tool Systems ist Mitglied im Kompetenznetzwerk Carbon Composites e. V.
LMT Tool Systems is member of the competence network Carbon Composites e. V.
www.carbon-composites.eu

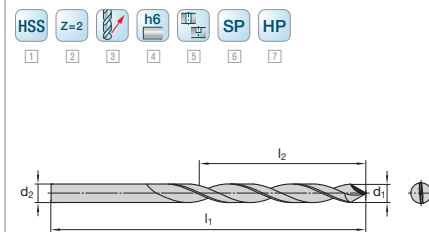
Einteilige Fräswerkzeuge Solid and brazed milling cutters

- 1 Schneidstoff Cutting material
- 2 Anzahl von Schneiden
Number of cutting surfaces
- 3 Rechtsdrall Upcut
- 4 Toleranzklasse Tolerance class
- 5 Besäumen Contour milling
- 6 Taschenfräsen Pocket milling
- 7 Eckfräsen Corner milling
- 8 Tauchfähig Able to plunge
- 9 Standard Kunststoffe
Standard plastics
- 10 Faserverstärkte Thermoplaste
Fiber reinforced thermoplastics



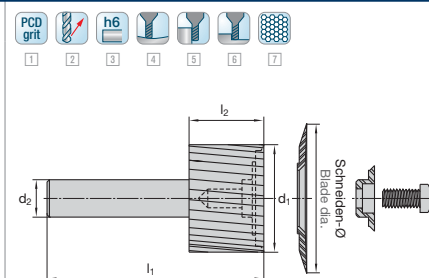
Bohrer Drills

- 1 Schneidstoff Cutting material
- 2 Anzahl von Schneiden
Number of cutting surfaces
- 3 Rechtsdrall Upcut
- 4 Toleranzklasse Tolerance class
- 5 Bohrungsart Type of hole
- 6 Standard Kunststoffe
Standard plastics
- 7 Hochleistungskunststoffe
High performance plastics



Mehrteilige Fräswerkzeuge Multi part milling tools

- 1 Schneidstoff Cutting material
- 2 Rechtsdrall Upcut
- 3 Toleranzklasse Tolerance class
- 4 Kopierfräsen Copy milling
- 5 Besäumen Contour milling
- 6 Eckfräsen Corner milling
- 7 Wabenmaterial Honeycomb



Eine Gesamtübersicht aller Piktogramme finden Sie im Anhang auf Seite 74.
You find a general pictogram overview in the annex at page 74.

		Schneidstoff Cutting mat.	Kat.-Nr. Cat. No.	Ausführung/Anwendung Design/Application	Seite Page
	Einschneider mit Rechtsdrall Single flute end mill with upcut	VHM Solid carbide	13000	Solid Carbide Z=1  h6     SP 	11
	Einschneider mit Linksdrall Single flute end mill with downcut		12000	Solid Carbide Z=1  h6  SP 	13
	Einschneider Cristal mit Rechtsdrall Single flute end mill Cristal with upcut		53000	Solid Carbide Z=1  h6    SP HP  	14
	Einschneider, gerade genutet Single flute, straight fluted		61-400 61-000P	Solid Carbide Z=1  h6   SP HP 	15
	Zweischneider mit Rechtsdrall 2 flutes end mill with upcut		193000	Solid Carbide Z=2  h6    SP 	16
	Zweischneider mit Rechtsdrall 2 flutes end mill with upcut		52-700	Solid Carbide Z=2  h6    SP 	17
	Zweischneider, gerade genutet 2 flutes end mill, straight fluted		56-430 56-600	Solid Carbide Z=2  h6   SP HP 	18
	Zweischneider, gerade genutet 2 flutes end mill, straight fluted		56-450 56-000	Solid Carbide Z=2  h6    HP  	19
	Dreischneider, Composite Phenolic 3 flutes end mill, Composite Phenolic		67-200	Solid Carbide Z=3  h6    HP  	20
	Zweischneider, Kugelfräser, lang mit Rechtsdrall 2 flutes ball nose end mill, long with upcut		117000	Solid Carbide Z=2  h6  SP HP	21
	Zweischneider, Superfinish Kugelfräser mit Rechtsdrall 2 flutes, Superfinish ball nose end mill with upcut		65-200B	Solid Carbide Z=2  h6  SP HP 	22
	Zweischneider, Kugelfräser, kurz und lang mit Rechtsdrall 2 flutes ball nose end mill, short and long with upcut		52-200B	Solid Carbide Z=2  h6  SP HP	23
	Zweischneider, Kompressionsfräser 2 flutes end mill, Compression end mill		43000	Solid Carbide Z=2  h6   SP 	24
	Kevlar® Fräser Kevlar® end mill		119000	Solid Carbide  h6   	25
	Honeycomb Fräser mit Rechtsdrall Honeycomb Hogger with upcut		29-100	Solid Carbide  h6   	26
	Composite Router Composite Router		67-000	Solid Carbide h6   	27
	DFC Composite Router DFC Composite Router	VHM Solid carbide DFC	118000	Solid Carbide  h6   	28
	HPC Router HPC Router	VHM Solid carbide AlTiN	66-900	Solid Carbide AlTiN h6    	29
	GRP Schafffräser GRP End mill	VHM Solid carbide Nanosphere	54-200	Solid Carbide Nano-sphere  h6     	31
	DFC Kompressionsfräser DFC Compression end mill	VHM Solid carbide DFC	66-800	Solid Carbide  h6   	32
	Einschneider Saphir, gerade genutet Single flute end mill Saphir, straight fluted	PKD PCD	204000	PCD Z=1  h6  SP 	33
	Einschneider Saphir, gerade genutet Single flute end mill Saphir, straight fluted		205000	PCD Z=1  h6  SP 	34
	Kompressionsfräser Compression end mill		213000	PCD  h6    	35
	Zweischneider, gerade genutet 2 flutes end mill, straight fluted		203000	PCD Z=2  h6    	36

NEW

		Schneidstoff Cutting mat.	Kat.-Nr. Cat. No.	Ausführung/Anwendung Design/Application	Seite Page
	Serf Cutter Serf cutter	PKD PCD	68-200	PCD Z=2 0° h6	37
	Serf Cutter mit Schlichtschneide Serf cutter with finishing wing		68-300	PCD Z=3 0° h6	38
	Diamantkorund Kugelfräser Diamond grit ball nose end mill	Diamantkorund Diamond grit	29-050B	PCD grit 0° h6	39
	Superfinish Gravierfräser Superfinish engraving end mill	MKD MCD	211000	MCD Z=1 0° h6 SP	40
	Superfinish Gravierfräser Superfinish engraving end mill	PKD PCD	212000	PCD Z=1 0° h6 SP HP	41

Bohren
Drilling

		Schneidstoff Cutting mat.	Kat.-Nr. Cat. No.	Ausführung/Anwendung Design/Application	Seite Page
	HSS-Bohrer HSS-Drill	HSS HSS	70-700 70-500	HSS Z=2 h6 SP HP	42
	8 Facettenbohrer 8 Facet drill	VHM Solid carbide	67-900 67-800	Solid Carbide Z=2 h6 HP	45
	W-Point Bohrer W-Point drill	VHM Solid carbide DLC	85-900	Solid Carbide DLC Z=2 h6	47
	Kevlar® Bohrer Kevlar® drill	VHM Solid carbide	86-000	Solid Carbide Z=2 h6	48
	DFC Parabolic Bohrer DFC Parabolic drill	VHM Solid carbide DFC	86-100	Solid Carbide Z=2 h6	49
	Sandwich Bohrer Sandwich drill	PKD PCD	494000	PCD Z=2 h6 HP	50
	8 Facettenbohrer 8 Facet drill		68-900	PCD Z=2 h6	51
	Micro Bohrer Micro drill		493000	PCD Z=2 h6 HP	52

Mehrteilige Fräswerkzeuge
Multi part milling tools

		Schneidstoff Cutting mat.	Kat.-Nr. Cat. No.	Ausführung/Anwendung Design/Application	Seite Page
	Diamantkorundfräser Diamond grit hogger	Diamantkorund Diamond grit	29-050	PCD grit 0° h6	53
	Halter für verschiedene Honeycomb-Scheibenfräser Holder for honeycomb cutting blades	VHM Solid carbide	30-000	h6	55
	Honeycomb-Fräser, gewichtsreduziert Honeycomb hogger with reduced weight	HSS HSS	30-700	HSS 0° h6	56
	T-Nutenfräser für Honeycomb Aircraft Panel Tool for honeycombs	HSS oder Diamantkorund HSS or Diamond grit	34-000	PCD h6	57
	Superfinish Planfräser Superfinish face end mill	MKD MCD	98100	MCD Z=1 h6 SP	58

																
Katalog-Nr. Cat.-No.	211000	212000	56-430	12000	13000	53000	204000	205000	61-400	193000	52-700	117000	65-200B	52-200B	43000	70-700
Besäumen Contour milling			■	■	■	■	■	■	■	■	■				■	
Nuten Slotting	■	■	□	□	■	■		□	□	■	■	□	□	□	□	
Tauchen Plunging			■	□	■	■			■	■	■	□	□	□	□	
Eckfräsen Corner milling			□	□	■	■		■	□	■	■				■	
Kopierfräsen Copy milling												■	■	■		
Bohren Drilling																■
Einsatzrichtwert Reference value	f_z [mm] CL [inch]															f [mm/U] f [IPR]
Einsatzdaten min. Application min.	0,02 0.001	0,02 0.001	0,1 0.004	0,05 0.002	0,05 0.002	0,1 0.004	0,04 0.002	0,04 0.002	0,15 0.006	0,05 0.002	0,1 0.004	0,1 0.004	0,1 0.004	0,1 0.004	0,05 0.002	0,08 0.003
Einsatzdaten max. Application max.	0,04 0.002	0,04 0.002	0,3 0.012	0,25 0.001	0,25 0.001	0,4 0.016	0,09 0.004	0,09 0.004	0,3 0.012	0,25 0.001	0,38 0.015	0,25 0.01	0,25 0.01	0,25 0.01	0,25 0.01	0,3 0.012
Materialbezeichnung Material description	Kurzbezeichnung Abbreviation		Handelsnamen (Beispiel) Brand name (examples)				Anwendungsbeispiele Application examples									
Polyamid Polyamide	PA		Nylon, Perlon, Durethan, Ultradur, Zytel				Zahnräder, Führungselemente, Pumpengehäuse Gears, guide rings, pump cases									
Polyacetale Polyacetals	POM		Delrin, Hostaform, Kepital, Ultraform				Führungsteile, Gehäuse, Pumpenelemente, Anpassungskörper (Medizin) Guide parts, housings, pump elements, matching element (medicine)									
Polymethylmethacrylat Polymethylmethacrylate	PMMA		Acryl, Plexiglas, Resartglas, Pegalan				Displays, Werbemittel, Beleuchtung, Gehäuse Displays, advertising materials, lighting, housing									
Polyethylen Polyethylene	PE		Baylon, Sustylen, Hostalem, Lumpolen, Vestolen				Maschinengehäuse, Sitzschalen, Prothesen und Orthesen Machine body, seats, prostheses and orthoses									
Polystyrol Polystyrene	PS		Bucara, Langolen, Hostyren, Polystyrol				Dämmstoff, Display, Schilder Insulation, display, signage									
Polyethylenterephthalat Polyethylene terephthalate	PET		Hostaphan, Novatron Enduran, Bitan				Abdeckungen für medizinische Geräte, Apparatebau Covers for medical equipment, apparatus									
Polycarbonat Polycarbonate	PC		Bayfol, Makrolon, Stapron, Lexan, Merlon				Sicherheitsglas, Schilder, Leuchttafeln, Schutzhauben Safety glass, signs, plates, covers									
Polyphenylenether Polyphenylene	PPE		Celanex, Noryl, Vestoran				Isolierteile in der Elektrotechnik, Lauf- und Zahnräder Insulating parts in electrical engineering, gears									
Acrylnitril-Butadien-Styrol Acrylonitrile-butadiene-styrene	ABS		Saxalac, Toyolac, Riadur, Sinkral				Gehäuse, Bedienfelder Housing, panels									
Polypropylen Polypropylene	PP		Hostalen, Novolen, Eltex, Vestolen				Träger, Gehäuse, Profile Component support, housing, profiles									
Polyurethan Polyurethane	PUR		Necuron, Obomodulan, Ureol, Raku-Tool				Modelle, Maschinenelemente, Gehäuseteile Models, machine parts, housing part									

■ = sehr gut geeignet well suited
□ = auch geeignet also suited

Die angegebenen Schnittwerte sind Richtwerte und müssen auf die jeweilige Bearbeitungssituation angepasst werden.
The indicated cutting data are reference values and have to be leveled to the prevailing machining conditions.

													
Katalog-Nr. Cat.-No.	53000	56-430	56-000	61-400	67-200	117000	65-200B	52-200B	212000	494000	493000	70-700	67-800
Besäumen Contour milling	■	■	■	■	■								
Nuten Slotting	■	□	■	□	■	□	□	□	■				
Tauchen Plunging	■	■	■	■	■	□	□	□					
Eckfräsen Corner milling	■	□	■	□	■								
Kopierfräsen Copy milling						■	■	■					
Bohren Drilling										■	■	■	■
Einsatzrichtwert Reference value	f _z [mm] CL [inch]									f [mm/U] f [IPR]			
Einsatzdaten min. Application min.	0,05 0.002	0,07 0.003	0,12 0.005	0,09 0.003	0,12 0.005	0,025 0.001	0,025 0.001	0,025 0.001	0,025 0.001	0,08 0.003	0,09 0.003	0,08 0.003	0,08 0.003
Einsatzdaten max. Application max.	0,3 0.012	0,3 0.012	0,3 0.012	0,3 0.012	0,3 0.012	0,1 0.005	0,13 0.005	0,13 0.005	0,13 0.005	0,04 0.002	0,7 0.03	0,7 0.03	0,3 0.02
Materialbezeichnung Material description	Kurzbezeichnung Abbreviation			Handelsnamen (Beispiel) Brand name (examples)					Anwendungsbeispiele Application examples				
Polycarbonat Polycarbonate	PC-HT			Apec					Schaltschränke, Maschinenschutzhauben, Medizintechnik Cabinets, machinery guards, medical				
Polyethersulfon Polyethersulfone	PES			Ultrason E, Radel A, Sumikaexcel					Medizinische Geräte, Automobilbau, Elektrotechnik Medical devices, automotive, electrical				
Polyphenylensulfid Polyphenylene sulfide	PPS			Fortron, Ryton, Tedur, Xtel					Isolatoren, Schalterteile, Gehäuse, Adapter Insulators, switch parts, chassis, adapters				
Polysulfon Polysulfone	PSU			Mindel, Udel, Ultrason S, Vampsulf					Fahrzeugscheinwerfer, Heizungspumpen, Filtergehäuse Vehicle lights, heating pumps, filter housings				
Polyetheretherketon Polyetheretherketone	PEEK			Hostatec, Kadel, Vitrex, KetaSpire					Zahnräder, Pumpengehäuse, Matrixmaterial (z. B. CFK) Gears, pump housings, matrix material (e. g. CFRP)				
Phenol Formaldehydharz Phenol formaldehyde resin	PF			Delchi, Deltex, Resinol, Trolitan					Schalttafeln, Gehäuse, Handgriffe Panels, housings, handles				
Epoxidharz Epoxy	EP			Epikote, Eposite, Epodur, Araldit					Elektrotechnik, Matrixmaterial (z. B. CFK) Electrical engineering, matrix material (e. g. CRP)				
Ungesättigter Polyester Unsaturated polyester	UP			Synolite					Apparategehäuse, Isolationsmaterial, Matrixmaterial (z. B. GFK) Housings, insulation material, matrix material (e. g. GRP)				
Polyetherimid Polyetherimide	PEI			Ultem, Siltem					Elektrotechnik, Flugzeuginnenraum, Matrixmaterial (z. B. CFK) Electrical engineering, aircraft interior, matrix material (e. g. CFRP)				

■ = sehr gut geeignet well suited
□ = auch geeignet also suited

Die angegebenen Schnittwerte sind Richtwerte und müssen auf die jeweilige Bearbeitungssituation angepasst werden.
The indicated cutting data are reference values and have to be leveled to the prevailing machining conditions.

NEW

												
Katalog-Nr. Cat.-No.	56-000	212000	56-430	12000	13000	53000	61-400	193000	52-700	54-200	86-100	67-800
Besäumen Contour milling	■		■	■	■	■	■	■	■	■		
Nuten Slotting	■	■	□	□	■	■	□	■	■	■		
Tauchen Plunging	■		■	□	■	■	■	■	■	□		
Eckfräsen Corner milling	■		□	□	■	■	□	■	■	■		
Kopierfräsen Copy milling												
Bohren Drilling											■	■
Einsatzrichtwert Reference value	f _z [mm] CL [inch]										f [mm/U] f [IPR]	
Einsatzdaten min. Application min.	0,08 0.003	0,025 0.001	0,08 0.001	0,025 0.001	0,025 0.001	0,025 0.001	0,08 0.003	0,025 0.001	0,025 0.001	0,025 0.001	0,025 0.001	0,025 0.001
Einsatzdaten max. Application max.	0,23 0.009	0,04 0.002	0,23 0.009	0,2 0.008	0,2 0.008	0,23 0.009	0,23 0.009	0,12 0.005	0,12 0.005	0,12 0.005	0,1 0.004	0,08 0.003
Materialbezeichnung Material description	Kurzbezeichnung Abbreviation		Handelsnamen (Beispiel) Brand name (examples)		Anwendungsbeispiele Application examples							
Polyamid, Glasfaserverstärkt Polyamide, glass fiber reinforced	PA-GF		Akulon, Ultramid, Durethan		Gehäuseteile, Maschinenelemente, Fahrzeuginterieur Housing, machine parts, automotive interior							
Polyacetale, Glasfaserverstärkt Polyacetals, glass fiber reinforced	POM-GF		Ultraform, Hostaform		Pumpenteil, Sanitärtechnik, Bedienungselement Pump part, sanitation, panels							
Polyetherketon, Glasfaserverstärkt Polyetheretherketone, glass fiber reinforced	PEEK-GF		Vitrex		Gehäuseteile, Pumpen, Fassungen Housing, pumps, sockets							
Polypropylen, Glasfaserverstärkt Polypropylene, glass fiber reinforced	PP-GF		Xmod		Fahrzeuginterieur, Ventilgehäuse, Ansaugkrümmer Vehicle interior, valve housing, intake manifold							
Polycarbonate, Glasfaserverstärkt Polycarbonate, glass fiber reinforced	PC-GF		–		Fahrzeuginterieur, Maschinenteile, Gehäuseteile Vehicle interior, engine parts, housing							
Polytetrafluorethylen, Glasfaserverstärkt Polytetrafluoroethylene, glass fiber reinforced	PTFE-GF		–		Dichtungen, Lager, Ventilsitze Seals, bearings, valve seats							
Polysulfon, Glasfaserverstärkt Polysulfone, glass fiber reinforced	PSU-GF		–		Medizinische Geräte und Hilfsmittel Medical equipment and aids							
Polyphenylensulfid, Glasfaserverstärkt Polyphenylene sulfide, glass fiber reinforced	PPS-GF		Fortron		Pumpenbauteile, Motorenbauteile Pump parts, engine parts							
Polyvinylidenfluorid, Glasfaserverstärkt Polyvinylidene fluoride, glass fiber reinforced	PVDF-GF		–		Gehäuse, Laufräder Housing, impellers							

■ = sehr gut geeignet well suited
□ = auch geeignet also suited

Die angegebenen Schnittwerte sind Richtwerte und müssen auf die jeweilige Bearbeitungssituation angepasst werden.
The indicated cutting data are reference values and have to be leveled to the prevailing machining conditions.

NEW

NEW

																				
Katalog-Nr. Cat.-No.	67-200	118000	67-000	66-900	54-200	66-800	213000	203000	68-300	68-200	29-050 B	494000	493000	86-100	67-800	68-900	119000	85-900	86-000	
Besäumen Contour milling	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■							■			
Nuten Slotting	■	□	□	■	■	□	□	□	□	□							■			
Tauchen Plunging	■	■	■	■	□		■	■									□			
Eckfräsen Corner milling	■	□	□	■	■	□	□	□	■	■										
Kopierfräsen Copy milling											■									
Bohren Drilling												■	■	■	■	■		■	■	
Einsatzrichtwert Reference value	f [mm/U] f [IPR]				f _z [mm] CL [inch]						f [mm/U] f [IPR]									
Einsatzdaten min. Application min.	0,025 0.001	0,025 0.001	0,025 0.001	0,025 0.001	0,025 0.001	0,025 0.001	0,025 0.001	0,025 0.001	0,05 0.002	0,05 0.002	0,025 0.001	0,025 0.001	0,025 0.001	0,025 0.001	0,025 0.001	0,025 0.001	0,025 0.001	0,025 0.001	0,025 0.001	
Einsatzdaten max. Application max.	0,08 0.003	0,13 0.005	0,13 0.005	0,23 0.009	0,08 0.003	0,08 0.003	0,23 0.009	0,23 0.009	0,23 0.009	0,25 0.001	0,13 0.005	0,13 0.005	0,1 0.004	0,08 0.003	0,08 0.003	0,13 0.005	0,15 0.006	0,08 0.003	0,08 0.003	
Materialbezeichnung Material description							Kurzbezeichnung Abbreviation			Anwendungsbeispiele Application examples										
Epoxidharz, Kohlenstofffaser verstärkt Epoxy resin, carbon fiber reinforced							EP-CF			Aerospace, Automotive, Windkraft, Medizintechnik, Allgemeiner Maschinenbau Aerospace, automotive, wind energy, medical, general mechanical engineering										
Ungesättigtes Polyesterharz, Kohlenstofffaser verstärkt Unsaturated polyester resin, carbon fiber reinforced							UP-CF													
Vinylesterharz, Kohlenstofffaser verstärkt Vinyl ester resin, carbon fiber reinforced							VE-CF													
Epoxidharz, Glasfaser verstärkt Epoxy resin, glass fiber reinforced							EP-GF			Windkraft, Abdeckungen Wind power, housing										
Ungesättigtes Polyesterharz, Glasfaser verstärkt Unsaturated polyester resin, glass fiber reinforced							UP-GF													
Vinylesterharz, Glasfaser verstärkt Vinyl ester resin, glass fiber reinforced							VE-GF													
Kohlenstoff, Kohlenstofffaser verstärkt Carbon, carbon fiber reinforced							CFC			Hitzeschild Space Shuttle, Bremscheiben Space shuttle heat shield, brake discs										
Graphit Graphite							–			Elektroden, Gleitlager Electrodes, plains										
Keramik, faserverstärkt Ceramic, fiber reinforced							C/SiC, SiC/SiC			Steuerklappen für Raumgleiter, Hubtore von Sinteröfen, Bremscheiben Steering flaps for space vehicles, lifting gates for sintering furnace, brake discs										

■ = sehr gut geeignet well suited
□ = auch geeignet also suited

Die angegebenen Schnittwerte sind Richtwerte und müssen auf die jeweilige Bearbeitungssituation angepasst werden.
The indicated cutting data are reference values and have to be leveled to the prevailing machining conditions.

											
Katalog-Nr. Cat.-No.	53000	56-000	43000	213000	203000	494000	493000	86-100	67-800	68-900	54-200
Besäumen Contour milling	■	■	■	■	■						■
Nuten Slotting	■	■	□	□	□						■
Tauchen Plunging	■	■	□	■	■						□
Eckfräsen Corner milling	■	■	■	□	□						■
Kopierfräsen Copy milling											
Bohren Drilling						■	■	■	■	■	
Einsatzrichtwert Reference value	f_z [mm] CL [inch]					f [mm/U] f [IPR]					
Einsatzdaten min. Application min.	0,025 0.001	0,025 0.001	0,025 0.001	0,025 0.001	0,08 0.003	0,025 0.001	0,025 0.001	0,025 0.001	0,025 0.001	0,025 0.001	0,025 0.001
Einsatzdaten max. Application max.	0,12 0.005	0,12 0.005	0,15 0.006	0,12 0.005	0,23 0.009	0,10 0.007	0,15 0.006	0,12 0.005	0,1 0.004	0,18 0.007	0,12 0.005
Beispiele Examples	Anwendungsbeispiele Application examples										
CFK-Titan CFRP-Titanium	Strukturbauteile, Tragelemente Structural components and elements					□	□			□	
CFK-Aluminium CFRP-Aluminum				■	■	■	■	■	■	■	□
CFK-Messing CFRP-brass				■	■	■	■	■	■	■	□
Aluminium-PA GF Aluminum-PA GF	Automobilinterieur, Verkleidungen Automotive interior, fairings	■	■		■	■	■		■		■
Aluminium-PC GF Aluminum-PC GF		■	■		■	■	■		■		■
Kunstleder-PUR-PP GF Leatherette-PUR-PP GF		■	■	■				■	■		

Wabenmaterial
Honeycomb

						
Katalog-Nr. Cat.-No.	30-000	29-050	30-700	29-100	34-000	29-050B
Besäumen Contour milling		■	■	■	■	
Nuten Slotting				■	■	
Tauchen Plunging				□		
Eckfräsen Corner milling		■	■	■		
Kopierfräsen Copy milling	■	■	■			■
Bohren Drilling						
Einsatzrichtwert Reference value	v_f [m/min] v_f [IPM]					f [mm/U] f [IPR]
Einsatzdaten min. Application min.	3 100	3 100	3 100	3 100	3 100	0,03 0.001
Einsatzdaten max. Application max.	20 800	20 800	20 800	20 800	5,6 220	0,2 0.005
Materialbezeichnung Material description	Handelsnamen (Beispiele) Brand name (examples)	Anwendungsbeispiele Application examples				
Papier Waben Paper based	SCW	Messe- und Möbelbau, Transport Fair- and furniture constructions, transport				
Papier Waben, Phenol imprägniert Paper based, Phenolic impregnated	Nomex, PN1	Flugzeuginterieur, Bodenplatten, Verkleidungen Aircraft interiors, flooring, paneling				
Papier Waben, Aramidfaserverstärkt Paper based, Aramid fiber reinforced	PK2	Flugzeuginterieur, Bodenplatten, Verkleidungen Aircraft interiors, flooring, paneling				
Aluminiumwaben Aluminum core	CRF, PCGA-PAMG	Luft- und Raumfahrt- und Zugbauteile Aerospace- and train components				

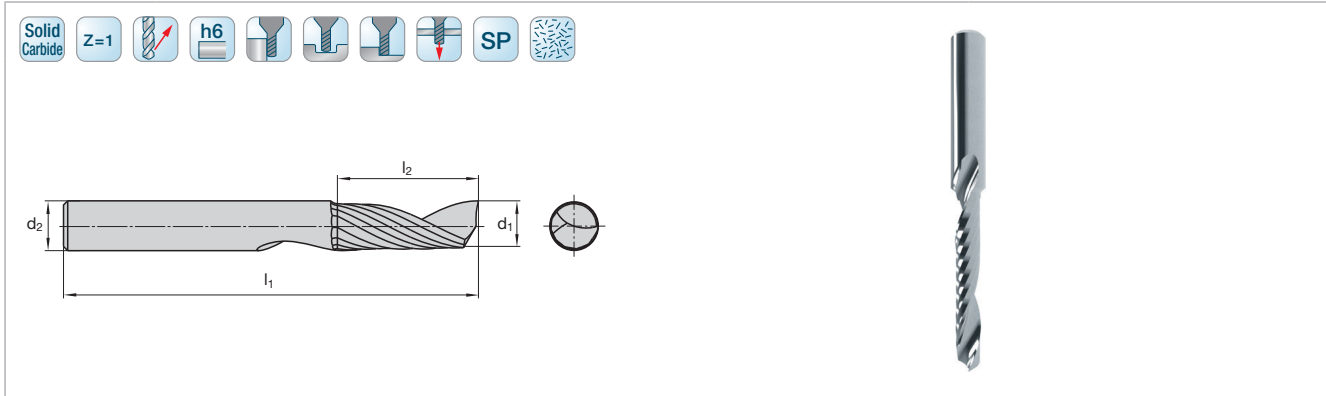
■ = sehr gut geeignet well suited
□ = auch geeignet also suited

Die angegebenen Schnittwerte sind Richtwerte und müssen auf die jeweilige Bearbeitungssituation angepasst werden.
The indicated cutting data are reference values and have to be leveled to the prevailing machining conditions.

Solid Carbide Z=1 h6 SP					
Katalog-Nr. Cat.-No.				13000	
d ₁	l ₂	d ₂	l ₁	LMT-Code	Ident No.
mm					
1	4	3	30	13010	2700280
1,1	4	3	30	13011	2750688
1,2	4	3	30	13012	2750690
1,4	4	3	30	13014	2750692
1,5	6	3	30	13015	2700286
1,6	6	3	30	13016	2750694
1,8	6	3	30	13018	2750696
2	8	2	30	13020	2700132
2	8	2	60	13020A	2701855
2	8	3	30	13020B	2700287
2	8	6	50	13020C	2728731
2,5	8	2,5	30	13025	2700262
2,5	8	2,5	60	13025A	2701856
3	10	3	30	13030	2700263
3	10	3	60	13030A	2701867
3	10	6	50	13030B	2700288
3	20	3	60	13030C	2709117
3	20	6	60	13030D	2709118
3	15	3	40	13030E	2731105
4	12	4	50	13040	2700264
4	20	4	60	13040A	2701859
4	30	4	70	13040B	2701860
4	12	6	50	13040C	2700289
4	20	6	60	13040D	2709119
4	12	4	40	13040E	2734847
5	16	5	60	13050	2700265
5	30	5	70	13050A	2701861
5	16	6	50	13050B	2700290
6	20	6	60	13060	2700266
6	30	6	70	13060A	2701862
6	38	6	80	13060B	2701863
8	22	8	60	13080	2700267
8	38	8	80	13080A	2701865
10	30	10	75	13100	2700268
12	30	12	75	13120	2700269



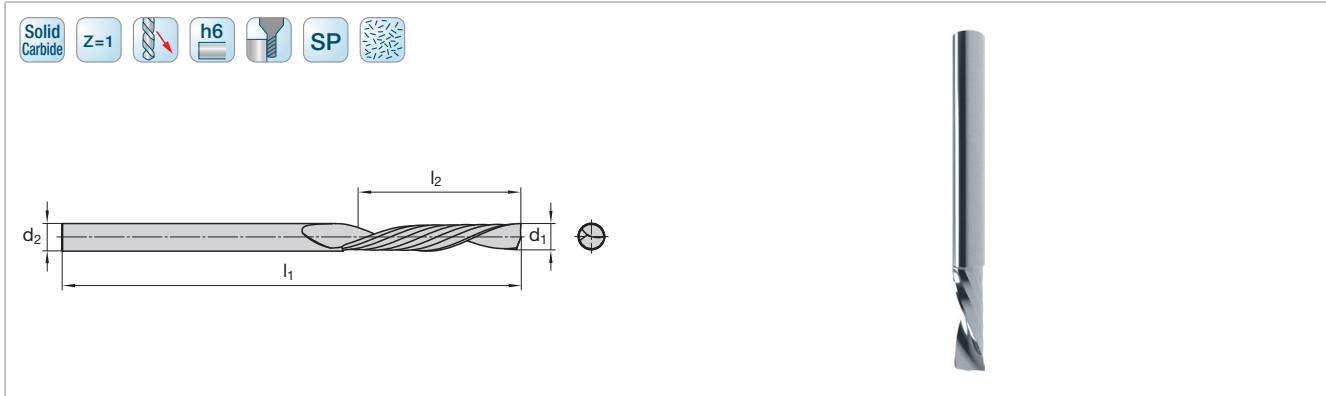
Einsatzempfehlungen siehe Seiten 6–10
Application recommendations see pages 6–10



Katalog-Nr. Cat.-No.				13000	
d ₁	l ₂	d ₂	l ₁	LMT-Code	Ident No.
inch					
0.125	0.250	0.250	1.500	13317	2701858
0.125	0.250	0.125	2	13317A	2703218
0.188	0.625	0.250	2	13476	2701866
0.188	0.625	0.188	2	13476A	2703219
0.188	1.250	0.250	3	13476B	2709114
0.250	0.750	0.250	2	13635	2701864
0.250	1.500	0.250	3	13635A	2709115
0.250	2.250	0.250	3.750	13635B	2743445
0.250	1.125	0.250	3	13635C	2750260
0.375	1.125	0.375	3	13952	2743447
0.375	3.188	0.375	5	13952A	2743449
0.500	1.250	0.500	3	13127	2709116
0.500	2	0.500	4	13127A	2751019

Auf Anfrage: Beschichtung
On request: Coating

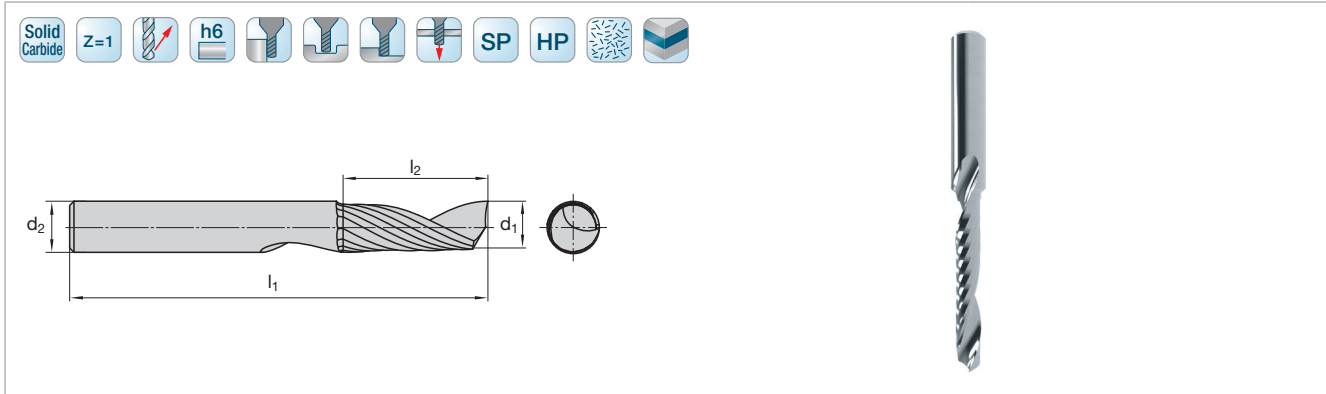
Einsatzempfehlungen siehe Seiten 6–10
Application recommendations see pages 6–10



Katalog-Nr. Cat.-No.				12000	
d ₁	l ₂	d ₂	l ₁	LMT-Code	Ident No.
mm					
1	4	3	30	12010	2700279
1,5	6	3	30	12015	2700281
2	8	2	30	12020	2700025
2	8	2	60	12020A	2701844
2	8	3	30	12020B	2700282
2,5	8	2,5	30	12025	2700254
2,5	8	2,5	60	12025A	2701846
3	10	3	30	12030	2703050
3	10	3	60	12030A	2701847
3	10	6	50	12030B	2700283
4	12	4	50	12040	2700256
4	20	4	60	12040A	2701849
4	30	4	70	12040B	2701850
4	12	6	50	12040C	2700284
5	16	5	60	12050	2700257
5	30	5	70	12050A	2701852
5	16	6	50	12050B	2700285
6	20	6	60	12060	2700258
6	30	6	70	12060A	2701843
6	38	6	80	12060B	2701841
8	22	8	60	12080	2700259
8	38	8	80	12080A	2701854
10	30	10	75	12100	2700260
12	30	12	75	12120	2700261
inch					
0.125	0.500	0.250	1.500	12317	2701848
0.188	0.625	0.250	2	12476	2701851
0.250	0.750	0.250	2	12635	2701853

Auf Anfrage: Beschichtung
On request: Coating

Einsatzempfehlungen siehe Seiten 6–10
Application recommendations see pages 6–10



Katalog-Nr. Cat.-No.				53000	
d ₁	l ₂	d ₂	l ₁	LMT-Code	Ident No.
mm					
3	9	3	30	53030	2823827
4	13	4	50	53040	2823828
4	13	6	50	53040A	2803593
6	16	6	50	53060	2823830
8	20	8	60	53080	2823831
10	23	10	60	53100	2823832
inch					
0.188	0.500	0.188	1.250	53476	2864636
0.250	0.625	0.250	2	53635	2864637
0.375	1	0.375	2.375	53952	2864638

Auf Anfrage: Beschichtung

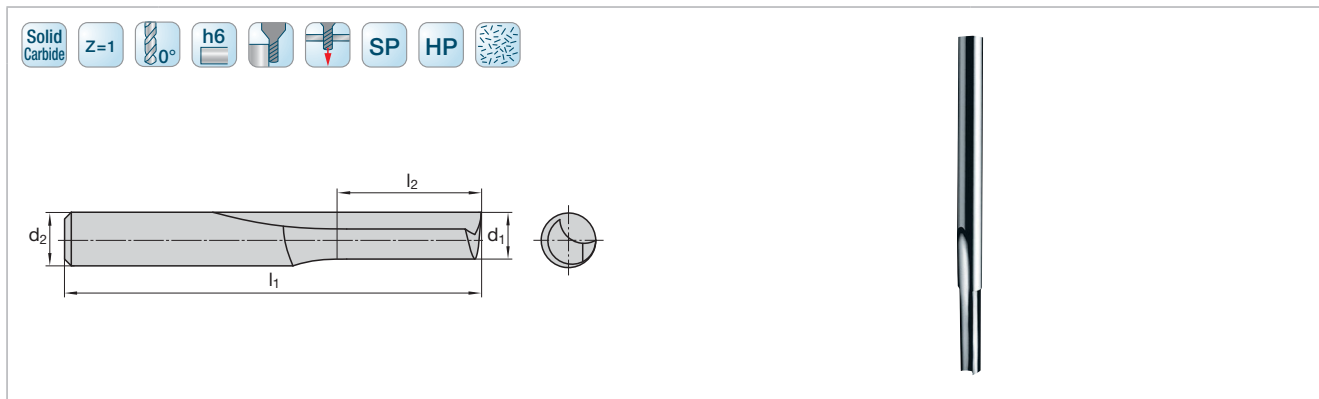
On request: Coating



Durch seine polierte Spankammer und eine extrem scharfe Schneidkante erzeugt dieser universell einsetzbare Fräser höchste Oberflächenqualitäten. Der Multi-Facetten-Schliff unterstützt dies durch eine hervorragende Spanableitung.

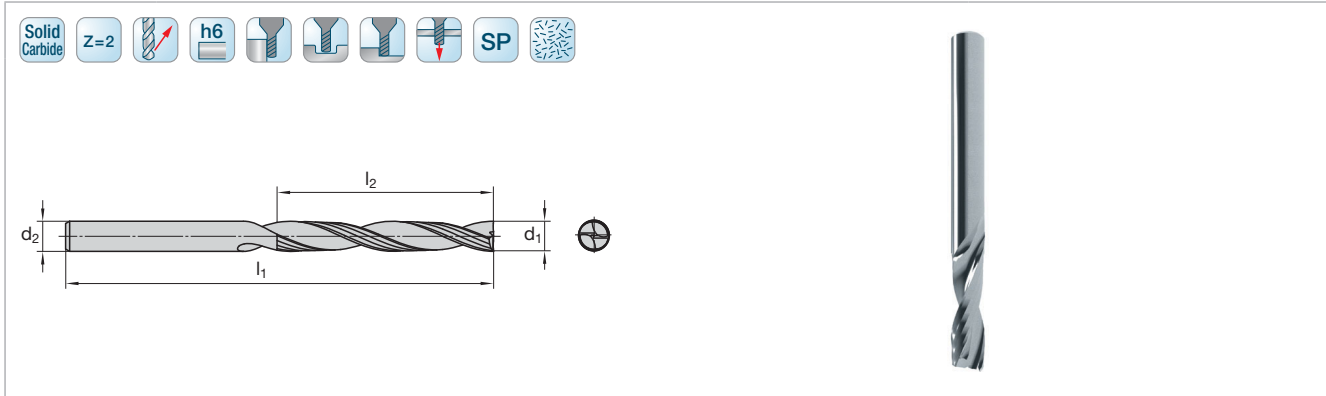
Due to its polished flute and an extremely sharp cutting edge, this universal end mill permits to obtain highest surface qualities. The multi-facet geometry supports this effect by a perfect chip evacuation.

Einsatzempfehlungen siehe Seiten 6–10
Application recommendations see pages 6–10



Katalog-Nr. Cat.-No.				61-400 61-000P	
d ₁	l ₂	d ₂	l ₁	LMT-Code	Ident No.
mm					
4	16	4	64	61-410	7054031
5	20	6	64	61-411	7054032
6	25	6	64	61-412	7054033
8	25	8	64	61-414	7054034
12	35	12	88	61-418	7054035
inch					
0.125	0.500	0.250	2	61-042	7054025
0.125	0.625	0.250	4	61-043	7054026
0.188	0.625	0.250	2	61-062	7054027
0.250	0.750	0.250	2.500	61-082	7054028
0.250	1.250	0.250	4	61-084	7054029
0.375	0.875	0.375	2.500	61-122	7054030

Auf Anfrage: Beschichtung
On request: Coating

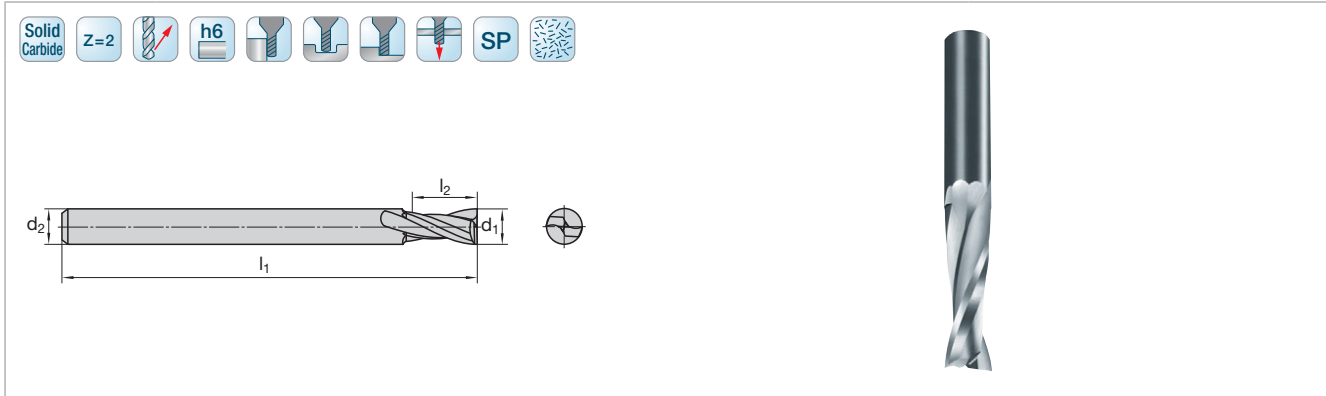


Katalog-Nr. Cat.-No.				193000	
d ₁	l ₂	d ₂	l ₁	LMT-Code	Ident No.
mm					
5	20	5	70	193050	2758471
6	22	6	76	193060	2755602
8	25	8	76	193080	2755604
10	30	10	76	193100	2755606
12	35	12	80	193120	2757588
inch					
0.250	0.875	0.250	2.500	193635	2781854
0.375	1	0.375	3	193952	2781848
0.500	1.375	0.500	3.125	193127	2781846

Auf Anfrage: Beschichtung
On request: Coating

i Die zweischneidige Alternative zur 13000er Serie: Universalfräser für Thermoplaste. Ziehender Schnitt.
The two fluted alternative to our 13000 series: universal end mill for thermoplastics. Upcut geometry.

Einsatzempfehlungen siehe Seiten 6–10
Application recommendations see pages 6–10



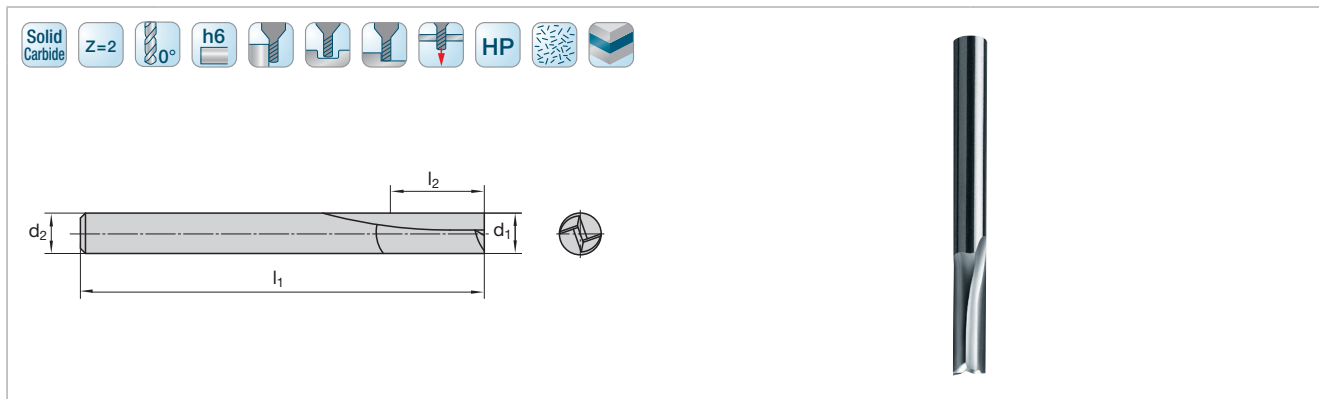
Katalog-Nr. Cat.-No.				52-700	
d ₁	l ₂	d ₂	l ₁	LMT-Code	Ident No.
mm					
12	35	12	100	52-742	7053925
12	45	12	100	52-744	7053926
12	55	12	100	52-746	7053927
16	45	16	120	52-752	7053928
16	55	16	120	52-754	7053929
20	65	20	125	52-764	7053930
inch					
0.125	0.500	0.250	2	52-703	7053931
0.250	0.875	0.250	3	52-707	7053932
0.188	0.375	0.188	2.500	52-708	7053933
0.250	1.250	0.250	3	52-700	7053934
0.375	1	0.375	3	52-709	7053935
0.188	0.625	0.250	2.500	52-710	7053936
0.375	1.500	0.375	4	52-701	7053937
0.500	1.250	0.500	4	52-702	7053938
0.500	1.750	0.500	4	52-704	7053939
0.500	2.125	0.500	4	52-706	7053940
0.625	1.750	0.625	5	52-712	7053941
0.625	2.250	0.625	5	52-714	7053942
0.750	1.750	0.750	5	52-726	7053943
0.750	2.500	0.750	5	52-724	7053944
0.750	4	0.750	6.500	52-728	7053945
1	4	1	6.500	52-734	7053946



Die zweischneidige Serie ergänzt die bewährten Einschnneider in größeren Durchmesserbereichen.
Ein steiler Drallwinkel sorgt für sanften Schnitt und Spanabführung nach oben in weichen Thermoplasten. Stirnseitige Schneide ausgelegt für eine saubere Bearbeitung von Taschen und Nuten.
This 2 flute series does complete our approved single flute program in larger diameter ranges. High helix geometry designed to cut soft plastic with a smooth finish and upward chip flow. Special point geometry for improved bottom finish.

Solid Carbide Z=2 0° h6 SP HP					
Katalog-Nr. Cat.-No.				56-430 56-600	
d ₁	l ₂	d ₂	l ₁	LMT-Code	Ident No.
mm					
3	12	6	50	56-612M	7053953
4	16	6	64	56-430	7053954
5	20	6	64	56-431	7053955
6	25	6	64	56-432	7053956
8	25	8	76	56-434	7053957
10	35	10	88	56-436	7053958
12	25	12	76	56-650M	7053959
12	35	12	88	56-438	7053961
inch					
0.125	0.313	0.250	2	56-610	7054019
0.125	0.625	0.250	4	56-614	7054020
0.188	1	0.250	4	56-620	7054021
0.250	1	0.250	2.500	56-625	7054022
0.375	0.875	0.375	2.500	56-638	7054023
0.500	1	0.500	3	56-650	7054024

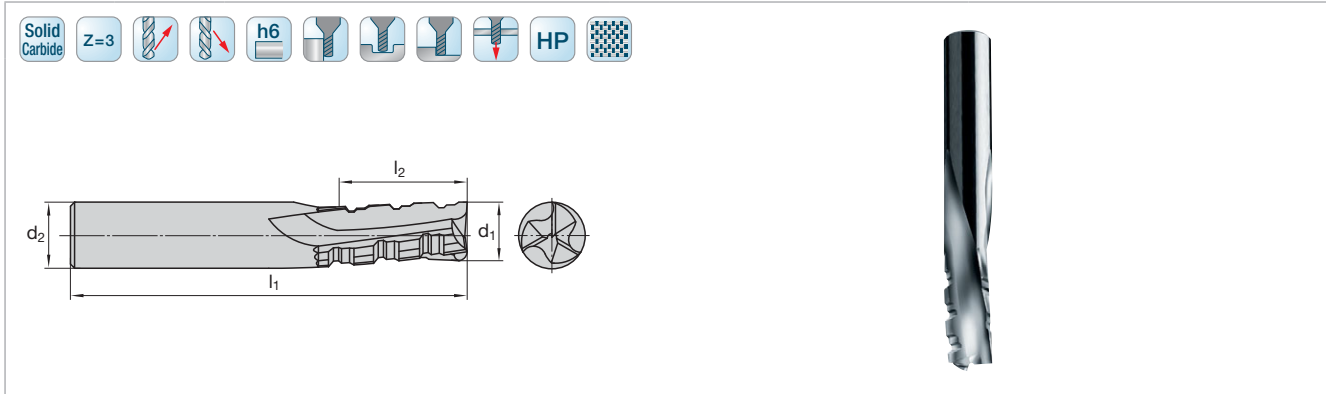
Einsatzempfehlungen siehe Seiten 6–10
Application recommendations see pages 6–10



Katalog-Nr. Cat.-No.				56-450 56-000	
d_1	l_2	d_2	l_1	LMT-Code	Ident No.
mm					
4	16	6	64	56-450	7053947
5	20	6	64	56-451	7053948
6	25	6	64	56-452	7053949
8	25	8	76	56-454	7053950
10	35	10	88	56-456	7053951
12	35	12	88	56-458	7053952
inch					
0.125	0.250	0.250	2	56-041	7054014
0.188	0.625	0.250	2	56-062	7054015
0.250	0.750	0.250	2.500	56-082	7054016
0.375	0.875	0.375	2.500	56-122	7054017
0.500	1	0.500	3	56-162	7054018

Auf Anfrage: Beschichtung
On request: Coating

Einsatzempfehlungen siehe Seiten 6–10
Application recommendations see pages 6–10

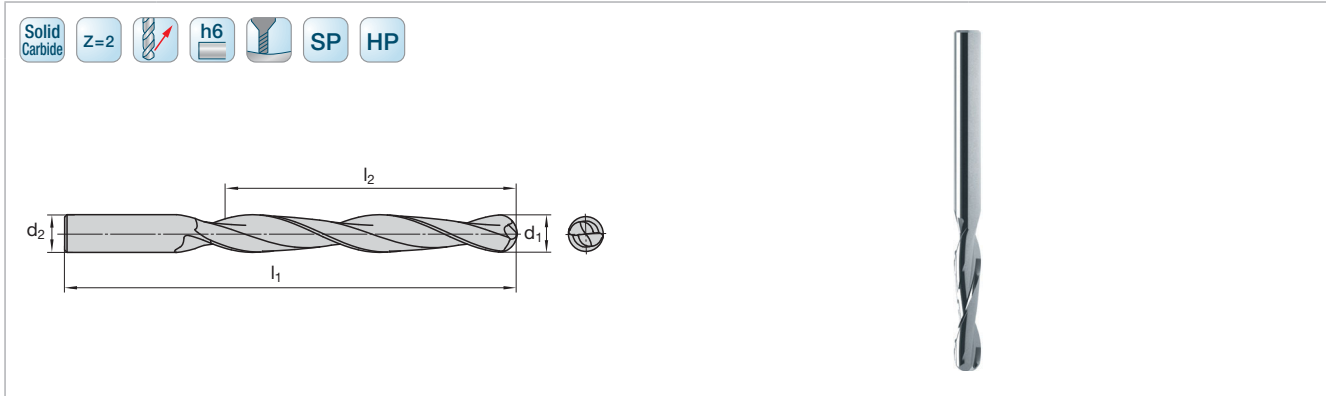


Katalog-Nr. Cat.-No.					67-200	
d ₁	l ₂	d ₂	l ₁	Drall Helix	LMT-Code	Ident No.
mm						
10	22	10	75	rechts	PCL56269	7053886
12	28	12	75	upcut	PCL56270	7053887
10	22	10	75	links	PCL56271	7053888
12	28	12	75	downcut	PCL56272	7053889
inch						
0.375	0.875	0.375	3	rechts	67-205	7053890
0.500	1.125	0.500	3	upcut	67-211	7053891
0.500	2.125	0.500	4		67-215	7053892
0.375	0.875	0.375	3	links	67-206	7053893
0.500	1.125	0.500	3.500	downcut	67-212	7053894
0.500	2.125	0.500	4.500		67-216	7053895



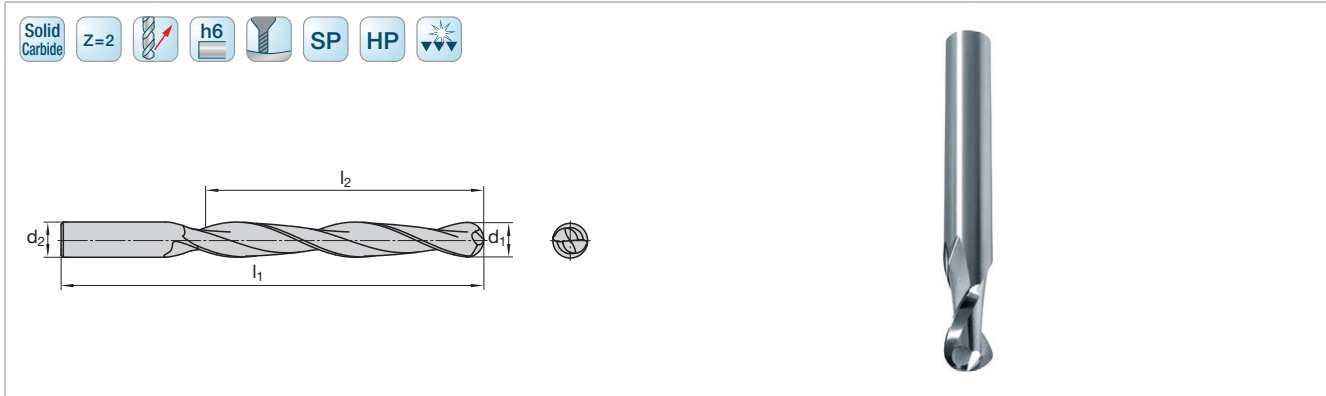
Gleichermaßen geeignet für niedrige und hohe Drehzahlbereiche in CNC-Anwendungen.
 Der großzügige Spanraum ermöglicht eine bessere Finishqualität und reduziert Bearbeitungsgeräusche und Schnittkräfte.
 Equally adaptable to low or high spindle speed applications in any CNC machining environment.
 The free cutting action of the tools provides for better finishes, reduced cutting force and significantly lower noise levels.

Einsatzempfehlungen siehe Seiten 6–10
 Application recommendations see pages 6–10



Katalog-Nr. Cat.-No.				117000	
d ₁	l ₂	d ₂	l ₁	LMT-Code	Ident No.
mm					
2	10	4	80	117020	2700055
3	15	6	90	117030	2700334
4	20	6	100	117040	2700335
5	20	6	100	117050	2700336
6	30	6	130	117060	2700337
8	40	8	150	117080	2700340
10	50	10	180	117100	2700338
12	50	12	200	117120	2700339
inch					
0.125	0.625	0.250	3.250	117317	2809276
0.188	0.875	0.250	4	117476	2819786
0.250	1.250	0.250	5.125	117635	2819788
0.500	2	0.500	8	117127	2803712

Auf Anfrage: Beschichtung
On request: Coating



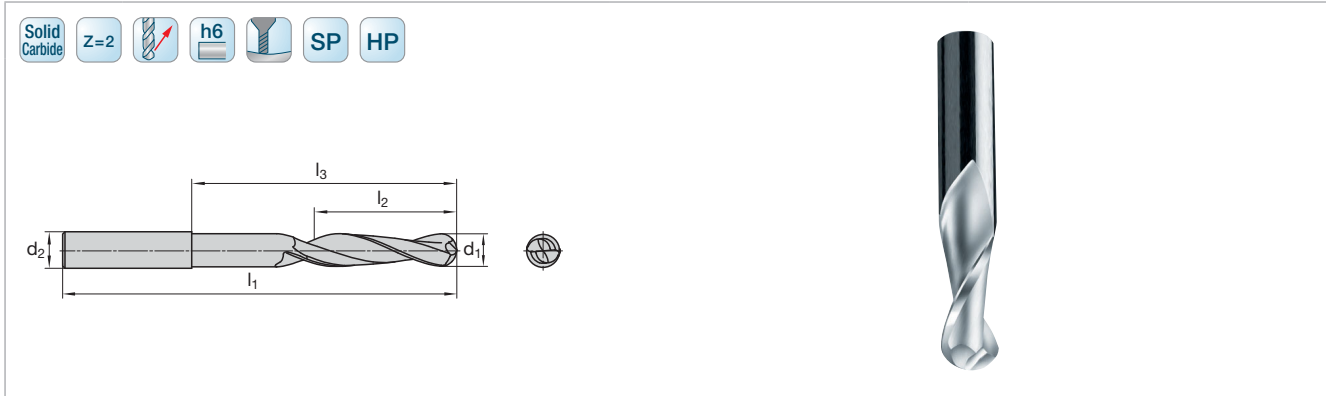
Katalog-Nr. Cat.-No.				65-200B	
d ₁	l ₂	d ₂	l ₁	LMT-Code	Ident No.
mm					
3	12	3	64	65-280B	7053979
6	20	6	76	65-285B	7053980
8	25	8	76	65-290B	7053981
10	30	10	76	65-295B	7053982
inch					
0.063	0.250	0.125	2	65-205B	7053983
0.125	0.500	0.125	2.500	65-210B	7053984
0.188	0.500	0.250	2.500	65-215B	7053985
0.250	0.500	0.250	2.500	65-220B	7053986
0.250	1.125	0.250	3	65-225B	7053987
0.313	0.500	0.313	3	65-235B	7053988
0.313	1.125	0.313	3	65-240B	7053989
0.375	1.125	0.375	3	65-250B	7053990
0.500	1.125	0.500	3	65-260B	7053991



Die neuartige Werkzeuggeometrie mit einer speziellen Kugelform, poliertem Freiwinkel und polierter Spankammer erlauben es, mit diesem Werkzeug Oberflächengüten von Ra 0,7 (metrisch) ohne sichtbare Bearbeitungsmarken in technischen Kunststoffen (z. B. Inlays für Knieprothesen) zu erzeugen.

The new tool's unique geometry, specially designed point, and highly polished primary clearance and flute give the tool the ability to attain a surface quality of 28 Ra (inch) in mechanical plastic (e. g. inlays for knee prothesis), avoiding irregular surface finish or evident tool marks.

Einsatzempfehlungen siehe Seiten 6–10
 Application recommendations see pages 6–10



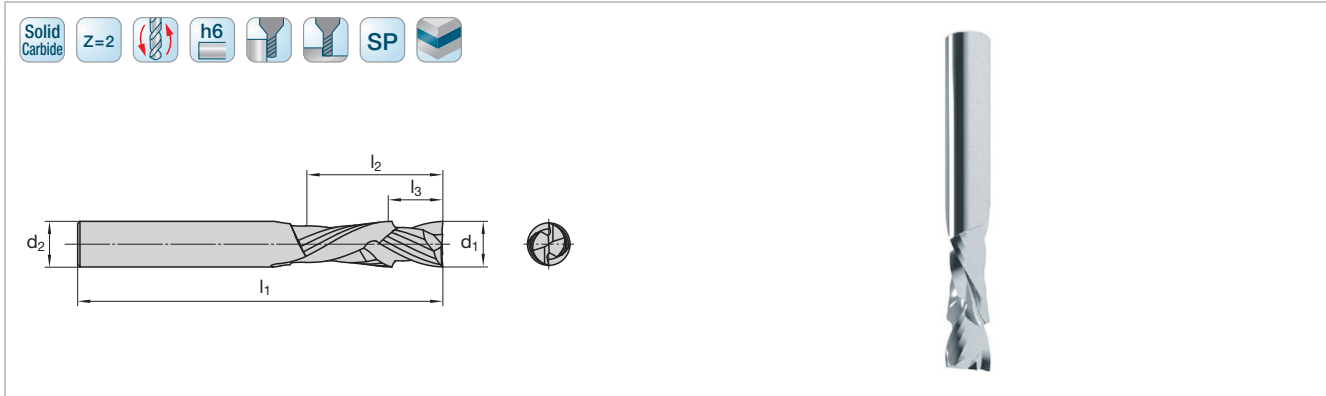
Katalog-Nr. Cat.-No.					52-200B BL BM	
d ₁	l ₂	d ₂	l ₁	l ₃	LMT-Code	Ident No.
mm						
kurz short						
3	12	6	50	–	52-240BM	7053992
6	22	6	64	–	52-280BM	7053993
10	29	10	76	–	52-320BM	7053994
12	29	12	76	–	52-360BM	7053995
inch						
kurz short						
0.063	0.250	0.125	2	–	52-235B	7053996
0.125	0.500	0.125	2	–	52-244B	7053997
0.125	0.500	0.250	2	–	52-240B	7053998
0.188	0.750	0.250	2	–	52-260B	7053999
0.250	0.875	0.250	2.500	–	52-280B	7054000
0.375	1.125	0.375	3	–	52-320B	7054001
0.500	1.125	0.500	3	–	52-360B	7054002
0.625	2.250	0.625	4	–	52-386B	7054003
0.750	2.500	0.750	5	–	52-397B	7054004
lang long						
0.063	0.250	0.125	3	–	52-235BL	7054005
0.125	0.500	0.125	3	1.625	52-244BL	7054006
0.125	0.500	0.250	3	1.625	52-240BL	7054007
0.188	0.750	0.250	3	1.625	52-260BL	7054008
0.250	1	0.250	4	2.625	52-280BL	7054009
0.375	1.250	0.375	4	2.625	52-320BL	7054010
0.500	1.500	0.500	5	3.625	52-360BL	7054011
0.625	2.500	0.625	5	3.625	52-386BL	7054012
0.750	3	0.750	6	4.625	52-397BL	7054013



Speziell für das Form- und Kopierfräsen. Die verbesserte Geometrie ermöglicht einen verbesserten Schnitt im Vergleich zu herkömmlichen Kugelfräsern. Die Langversion ist nur in Inch erhältlich, die metrische Langversion wird über die Linie 117000 abgedeckt.

Designed for carving and modeling operations. Their improved tip geometry gives a superior cut compared to most ball nose end mills. Long version only available in inch sizes, the metric long version is covered by 117000 series.

Einsatzempfehlungen siehe Seiten 6–10
 Application recommendations see pages 6–10

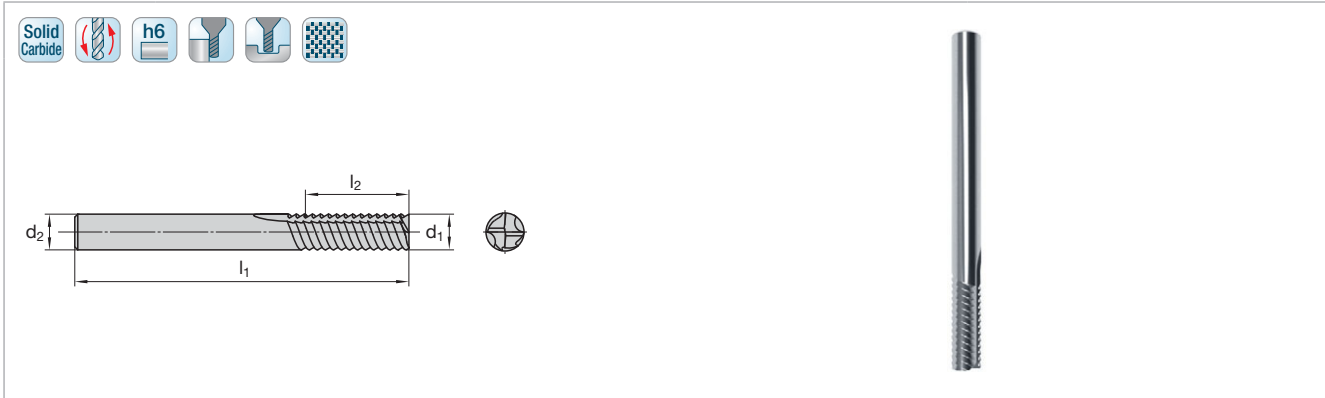


Katalog-Nr. Cat.-No.					43000	
d ₁	l ₂	d ₂	l ₁	l ₃	LMT-Code	Ident No.
mm						
6	22	6	76	11	43060	2709823
8	25	8	76	12,5	43080	2730648
10	30	10	76	15	43100	2709827
12	35	12	80	17,5	43120	2755506
inch						
0.250	0.875	0.250	2.500	0.440	43635	2730650
0.375	1	0.375	3	0.500	43925	2730646
0.500	1.125	0.500	3	0.560	43127	2730652



Die scharfen Schneiden und der Rechts-Linksdrall ermöglichen es, weiche Kunststoffe, auch mit Deckschichten, gratfrei zu besäumen.
 The sharp edge combined with an upcut-downcut helix allows to cut soft plastics also with skin layers without generating burrs.

Einsatzempfehlungen siehe Seiten 6–10
 Application recommendations see pages 6–10

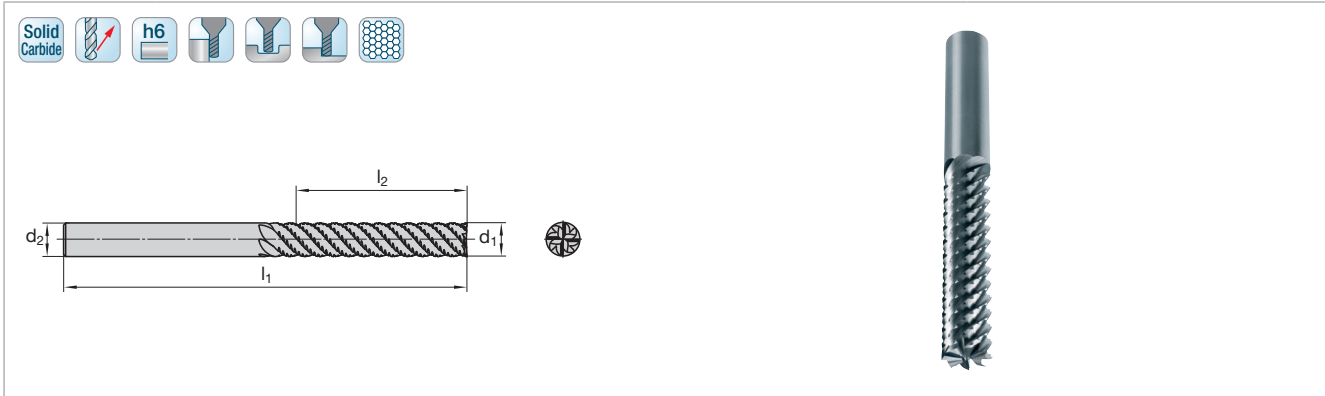


Katalog-Nr. Cat.-No.				119000	
d ₁	l ₂	d ₂	l ₁	LMT-Code	Ident No.
mm					
3	12	3	60	119030	2864643
4	15	4	60	119040	2864644
5	20	5	75	119050	2864645
6	25	6	75	119060	2864646
8	25	8	75	119080	2816892
10	25	10	75	119100	2816890
12	25	12	75	119120	2864647
inch					
0.250	1	0.250	3	119635	2864648
0.375	1	0.375	3	119952	2864649
0.500	1	0.500	3	119127	2864650



Dieses Werkzeug ist speziell für das Fräsen in Kevlar®- bzw. Aramidverstärkten Materialien ausgelegt. Die spezielle Geometrie der Spannuten erlaubt ein sauberes Abscheren der Aramidfaser und vermeidet Delamination und herausgelöste Fasern.

This tool is designed to mill Kevlar®/Aramid materials and produce a clean surface. The specific flute design shears the aramid fibers eliminating whiskers or delamination.



Katalog-Nr. Cat.-No.				29-100	
d ₁	l ₂	d ₂	l ₁	LMT-Code	Ident No.
mm					
12	60	12	150	29-120	7053971
16	80	16	150	29-135	7053972
inch					
0.250	1.250	0.250	4	29-110	7053973
0.375	2	0.375	4	29-115	7053974
0.500	3	0.500	6	29-125	7053975
0.500	4.500	0.500	6.500	29-130	7053976
0.750	3	0.750	6	29-140	7053977
0.750	4.500	0.750	6.500	29-145	7053978



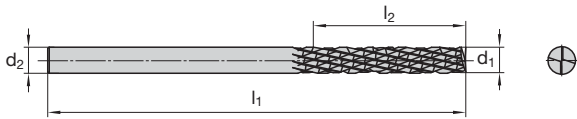
Der Fräser kann in den meisten Wabenmaterialien eingesetzt werden und gewährt aufgrund des eingesetzten Hartmetallsubstrats lange Standzeiten.

Zudem ermöglicht die bewährte Schneidengeometrie eine sehr gute Spanabfuhr. Das Werkzeug verfügt über eine großen Schneidenlänge und kann zudem auch zum Planfräsen eingesetzt werden.

Designed to be a versatile tool and to cut most honeycomb core materials.

The solid carbide body offers long tool life while the proven hogger geometry shreds the core and evacuates chips. The long flute length allows for deep pocket applications and can also be used to surface large areas.

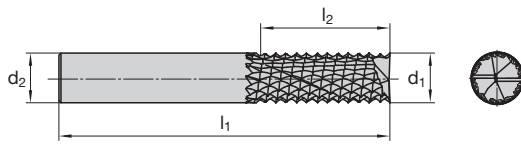
Einsatzempfehlungen siehe Seiten 6–10
Application recommendations see pages 6–10

Solid Carbide h6   							
							
Katalog-Nr. Cat.-No.					67-000		
d ₁	l ₂	d ₂	l ₁	Spitzenausführung Point style	LMT-Code	Ident No.	
mm							
4	16	6	50	Bohrer Drill 	67-090	7053800	
6	19	6	63		67-091	7053801	
6	25	6	75		67-092	7053802	
8	25	8	63		67-093	7053803	
10	25	10	75		67-094	7053804	
12	25	12	75		67-095	7053805	
inch							
0.125	1	0.125	2	Zweischneider End mill 	67-003	7053806	
0.250	1.125	0.250	3		67-011	7053807	
0.375	1.625	0.375	3		67-023	7053808	
0.500	1.125	0.500	3		67-031	7053809	
0.500	2.125	0.500	4		67-037	7053810	
0.250	0.750	0.250	2.500	Bohrer Drill 	67-080	7053811	
0.375	0.875	0.375	2.500		67-120	7053812	
0.500	1	0.500	3		67-160	7053813	



Ausgelegt für die Bearbeitung von Fiberglas (GFK). Die gegenläufigen Drallrichtungen ermöglichen ein effizientes Abscheren von Fasermaterialien. Die diamantbeschichtete Variante für hochabrasive Werkstoffe ist die Version 118000.

Designed as fiberglass routers. Their upcut/downcut diamond design effectively shears fibrous materials. The diamond coated version for highly abrasive materials is 118000 series.

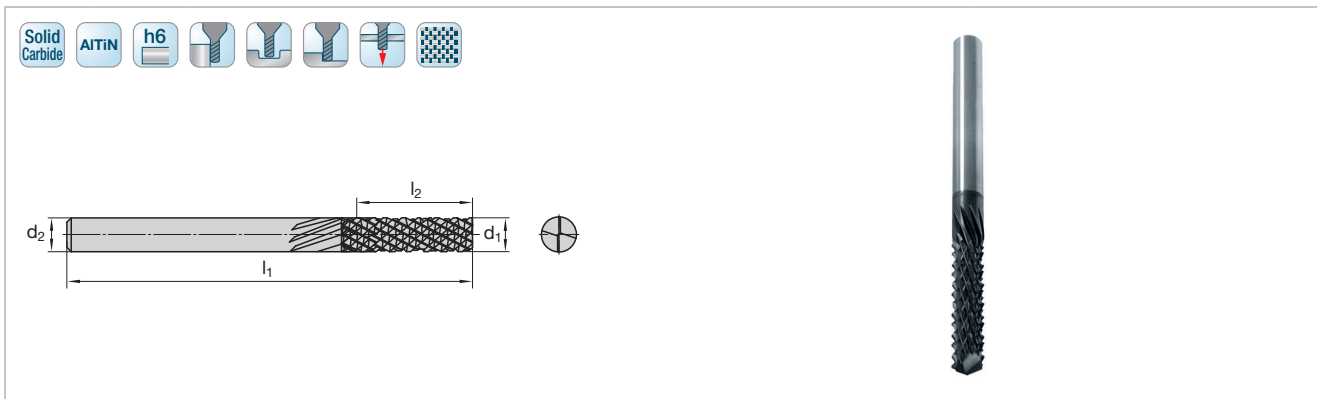


Katalog-Nr. Cat.-No.				118000	
d ₁	l ₂	d ₂	l ₁	LMT-Code	Ident No.
mm					
3	12	3	38	118030 DFC	2700065
4	16	4	50	118040 DFC	2700376
6	19	6	63	118060 DFC	2700377
6	25	6	75	118060A DFC	2700378
8	25	8	63	118080 DFC	2700380
10	25	10	75	118100 DFC	2700381
12	25	12	75	118120 DFC	2745255
inch					
0.125	1	0.125	2	118317 DFC	2700375
0.188	0.688	0.188	2	118476 DFC	2782182
0.250	0.750	0.250	2.500	118635 DFC	2700379
0.375	1.625	0.375	3	118952 DFC	2864633
0.500	1.625	0.500	3	118127 DFC	2864635



Die verschleißfeste Diamantbeschichtung macht dieses Werkzeug insbesondere im Einsatz von kohlenstofffaserverstärkten Duromeren sehr widerstandsfähig.
Due to its wear-resistant diamond coating this tool is particularly dedicated to applications in carbonfiber-reinforced thermosets.

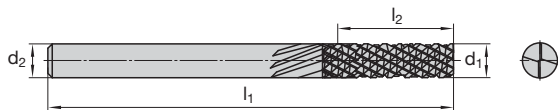
Einsatzempfehlungen siehe Seiten 6–10
Application recommendations see pages 6–10

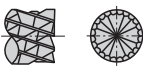
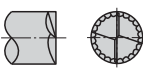


Katalog-Nr. Cat.-No.					66-900	
d ₁	l ₂	d ₂	l ₁	Spitzenausführung Point style	LMT-Code	Ident No.
mm						
4	16	6	50	keine no	66-971ALTiN	7053814
6	19	6	75		66-975ALTiN	7053818
6	25	6	75		66-979ALTiN	7053822
8	25	8	63		66-983ALTiN	7053824
10	25	10	75		66-987ALTiN	7053826
12	25	12	75		66-991ALTiN	7053830
4	16	6	50	verzahnt burr	66-972ALTiN	7053815
6	19	6	75		66-976ALTiN	7053819
6	25	6	75		66-980ALTiN	7053823
8	25	8	63		66-984ALTiN	7053825
10	25	10	75		66-988ALTiN	7053827
12	25	12	75		66-992ALTiN	7053831
4	16	6	50	Zweischneider End mill	66-973ALTiN	7053816
6	19	6	75		66-977ALTiN	7053820
6	25	6	75		66-981ALTiN	7051442
8	25	8	63		66-985ALTiN	7050939
10	25	10	75		66-989ALTiN	7050950
12	25	12	75		66-993ALTiN	7053832
4	16	6	50	Bohrer Drill	66-974ALTiN	7053817
6	19	6	75		66-978ALTiN	7053821
6	25	6	75		66-982ALTiN	7053371
8	25	8	63		66-986ALTiN	7050489
10	25	10	75		66-990ALTiN	7053829
12	25	12	75		66-994ALTiN	7053833
inch						
0.125	0.500	0.125	1.500	keine no	66-901ALTiN	7053834
0.188	0.625	0.250	2		66-905ALTiN	7053838
0.250	1	0.250	3		66-909ALTiN	7053842
0.250	1.500	0.250	3.500		66-913ALTiN	7053846
0.250	2.125	0.250	4		66-917ALTiN	7053850
0.375	1	0.375	3		66-921ALTiN	7053854
0.375	1.625	0.375	3.500		66-925ALTiN	7053858
0.375	2.125	0.375	4		66-929ALTiN	7053862
0.500	1.125	0.500	3		66-933ALTiN	7053866
0.500	1.625	0.500	4		66-937ALTiN	7053870
0.500	2.125	0.500	4		66-941ALTiN	7053874
0.500	3.125	0.500	5		66-945ALTiN	7053878
0.500	4.125	0.500	6		66-949ALTiN	7053882
0.125	0.500	0.125	1.500	verzahnt burr	66-902ALTiN	7053835
0.188	0.625	0.250	2		66-906ALTiN	7053839
0.250	1	0.250	3		66-910ALTiN	7053843
0.250	1.500	0.250	3.500		66-914ALTiN	7053847
0.250	2.125	0.250	4		66-918ALTiN	7053851
0.375	1	0.375	3		66-922ALTiN	7053855
0.375	1.625	0.375	3.500		66-926ALTiN	7053859

Einsatzempfehlungen siehe Seiten 6–10
Application recommendations see pages 6–10





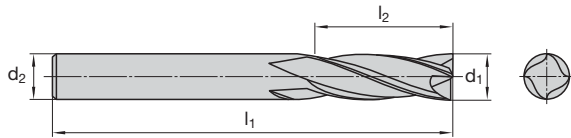
Katalog-Nr. Cat.-No.					66-900		
d ₁	l ₂	d ₂	l ₁	Spitzenausführung Point style	LMT-Code	Ident No.	
inch							
0.375	2.125	0.375	4	verzahnt burr 	66-930ALTiN	7053863	
0.500	1.125	0.500	3		66-934ALTiN	7053867	
0.500	1.625	0.500	4		66-938ALTiN	7053871	
0.500	2.125	0.500	4		66-942ALTiN	7053875	
0.500	3.125	0.500	5		66-946ALTiN	7053879	
0.500	4.125	0.500	6		66-950ALTiN	7053883	
0.125	0.500	0.125	1.500	Zweischneider End mill 	66-903ALTiN	7053836	
0.188	0.625	0.250	2		66-907ALTiN	7053840	
0.250	1	0.250	3		66-911ALTiN	7053844	
0.250	1.500	0.250	3.500		66-915ALTiN	7053848	
0.250	2.125	0.250	4		66-919ALTiN	7053852	
0.375	1	0.375	3		66-923ALTiN	7053856	
0.375	1.625	0.375	3.500		66-927ALTiN	7053860	
0.375	2.125	0.375	4		66-931ALTiN	7053864	
0.500	1.125	0.500	3		66-935ALTiN	7053868	
0.500	1.625	0.500	4		66-939ALTiN	7053872	
0.500	2.125	0.500	4		66-943ALTiN	7053876	
0.500	3.125	0.500	5		66-947ALTiN	7053880	
0.500	4.125	0.500	6		66-951ALTiN	7053884	
0.125	0.500	0.125	1.500		66-904ALTiN	7053837	
0.188	0.625	0.250	2		66-908ALTiN	7053841	
0.250	1	0.250	3		66-912ALTiN	7053845	
0.250	1.500	0.250	3.500	66-916ALTiN	7053849		
0.250	2.125	0.250	4	66-920ALTiN	7053853		
0.375	1	0.375	3	66-924ALTiN	7053857		
0.375	1.625	0.375	3.500	66-928ALTiN	7053861		
0.375	2.125	0.375	4	66-932ALTiN	7053865		
0.500	1.125	0.500	3	66-936ALTiN	7053869		
0.500	1.625	0.500	4	66-940ALTiN	7053873		
0.500	2.125	0.500	4	66-944ALTiN	7053877		
0.500	3.125	0.500	5	66-948ALTiN	7053881		
0.500	4.125	0.500	6	66-952ALTiN	7053885		

i Der neue High Performance Composite Router ist, im Gegensatz zu anderen Routern, ein echtes Zerspanungswerkzeug. Tiefe Spanräume verbessern die Spanabfuhr und damit die Wärmeableitung vom Werkstück. Dies schützt das Werkstück und erhöht die Standzeit. Die Geometrie erzeugt glatte Werkstückkanten und ermöglicht so einen Verzicht auf weitere Nacharbeit. Auf handgeführten Maschinen verringert das Werkzeug die für den Werker spürbaren Schnittkräfte, auf CNC Maschinen werden durch höhere Vorschübe und Schnittgeschwindigkeiten die Produktivität gesteigert und Stückkosten reduziert. Durch die verschiedene Spitzengeometrien ist das Programm sehr vielseitig. Auf Anfrage können die Werkzeuge auch mit einer Diamantschicht angeboten werden.

The new High Performance Composite Router is, contrary to other router bits, a true cutting tool. Deep cutting flutes increase the chip flow and aids in dissipating heat resulting in longer tool life and protecting the workpiece. The geometry produces a smooth edge on the material, eliminating secondary operations. In a hand router application, the geometry reduces the cutting force required by the operator. In a CNC router application, higher speeds and feeds can be achieved, increasing productivity and lowering costs. Due to its different point geometries, it is very versatile. On request the tools can be quoted with a diamond film coating.

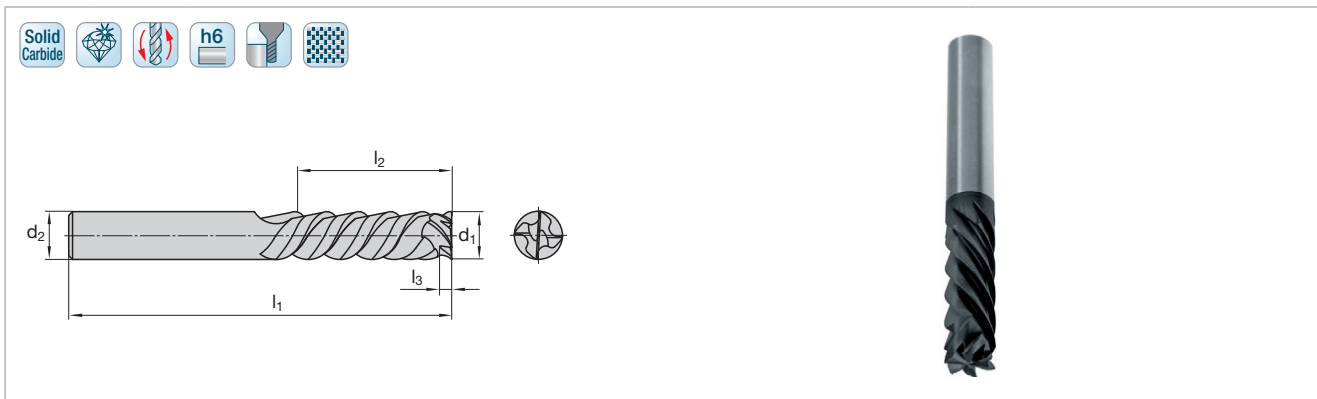
Einsatzempfehlungen siehe Seiten 6–10
Application recommendations see pages 6–10

NEW



Katalog-Nr. Cat.-No.						54-200	
d ₁	l ₂	d ₂	l ₁	Drall Helix	Zähnezahl No. of teeth	LMT-Code	Ident No.
mm							
6	19	6	76	rechts	4	54-260	7069569
8	22	8	76	upcut	4	54-266	7069570
10	25	10	76		4	54-270	7069571
12	25	12	76		4	54-276	7069572
6	19	6	76	links	4	54-261	7069573
8	22	8	76	downcut	4	54-267	7069574
10	25	10	76		4	54-271	7069575
12	25	12	76		4	54-277	7069576
inch							
0.125	0.5	0.25	2	rechts	3	54-205	7069577
0.188	0.625	0.25	2	upcut	3	54-210	7069578
0.25	0.75	0.25	2.5		4	54-220	7069579
0.375	1.125	0.375	3		4	54-230	7069580
0.5	1.125	0.5	3.5		4	54-240	7069581
0.125	0.5	0.25	2	links	3	54-206	7069582
0.188	0.625	0.25	2	downcut	3	54-211	7069583
0.25	0.75	0.25	2.5		4	54-221	7069584
0.375	1.125	0.375	3		4	54-231	7069585
0.5	1.125	0.5	3.5		4	54-241	7069586

Einsatzempfehlungen siehe Seiten 6–10
Application recommendations see pages 6–10



Katalog-Nr. Cat.-No.						66-800	
d ₁	l ₂	d ₂	l ₁	l ₃	Zähnezahl No. of teeth	LMT-Code	Ident No.
mm							
6	20	6	90	7,75	4	66-852 DFC	7053906
8	25	8	100	8	4	66-858 DFC	7053907
10	25	10	100	8,5	6	66-864 DFC	7050180
12	25	12	100	9	6	66-870 DFC	7053908
inch							
0.250	0.750	0.250	3.500	0.325	4	66-802 DFC	7053909
0.375	1	0.375	4	0.100	4	66-811 DFC	7053910
0.375	1	0.375	4	0.340	6	66-814 DFC	7053911
0.500	1.125	0.500	4	0.100	6	66-817 DFC	7053912
0.500	1.125	0.500	4	0.350	6	66-823 DFC	7053913



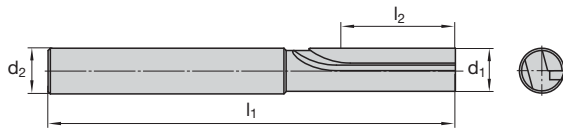
Bei der Gestaltung des Kompressionsfräasers hat LMT Onsrud alle möglichen Probleme, die bei der Bearbeitung von Faserverbundwerkstoffen auftreten können, berücksichtigt.

Um einer Delamination vorzubeugen und um ein optimales Kantenfinish zu erreichen, erzeugt der Linksdrall im unteren Bereich des Werkzeugs Druck auf die Werkstückunterkante, während der Rechtsdrall im oberen Bereich einen Gegendruck an der Werkstückoberseite erzeugt. Um Aufschmelzungen zu vermeiden, wirken ein stark positiver Schnittwinkel und tiefe Spankammern einer Überhitzung entgegen. Das Werkzeug ist sowohl mit einer Standard AlTiN-Beschichtung (Aluminium-Titan-Nitrid) als auch mit einer Diamantbeschichtung (DFC) für maximale Standzeiten verfügbar.

The design of LMT Onsrud's compression tool addresses all common issues encountered while routing composites.

To prevent delamination and improve edge finish, the upcut spiral exerts upward pressure on the bottom of the material and the downcut spiral exerts pressure on the top of the material, compressing the panel.

To prevent resin flow, heat is dissipated by the open flute geometry and the positive rake angle. The tool features diamond film coating (DFC) for longer life in abrasive materials.



Katalog-Nr. Cat.-No.					204000	
d ₁	l ₂	d ₂	l ₁	max. Materialstärke max. material thickness	LMT-Code	Ident No.
mm						
3	6	6	50	4	204030	2825614
4	10	6	50	8	204040	2825615
6	14	6	50	12	204060	2813894
8	18	8	50	16	204080	2813896
10	22	10	60	20	204100	2813898

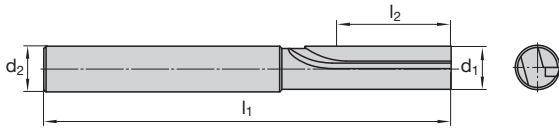


Dieses neue Werkzeug mit einem extrem glatten Finish an Schneidkante und Spanfläche ermöglicht Ihnen, in PMMA (z. B. Plexiglas) oder anderen transparenten Thermoplasten eine polierte Oberflächenqualität zu erzeugen, wie sie es bislang nur von Werkzeugen mit Naturdiamanten kennen.

Anwendungsempfehlung: 0,2 mm max. seitliche Zustellung (a_e)

This new PCD tool with a superfine cutting edge and flute finishing will permit you to achieve a polished surface quality in PMMA materials like Plexiglas or other transparent thermoplastics like you used to know only from natural diamond tools.

Application recommendation: 0.01 inch max. width of cut (a_e)



Katalog-Nr. Cat.-No.					205000	
d ₁	l ₂	d ₂	l ₁	max. Materialstärke max. material thickness	LMT-Code	Ident No.
mm						
3	6	6	50	4	205030	2825477
4	10	6	50	8	205040	2825594
6	14	6	50	12	205060	2818506
8	18	8	50	16	205080	2818352
10	22	10	60	20	205100	2825459

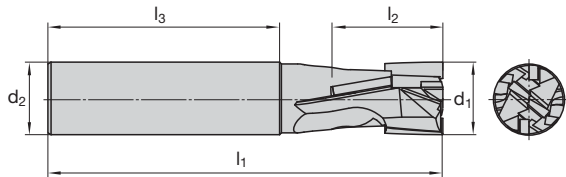


Die über das Zentrum schneidende Fräuserspitze erlaubt Tauchen und saubere stirnseitige Bearbeitung.

Anwendungsempfehlung: 0,2 mm max. seitliche Zustellung (a_e)

The center cutting milling point permits plunging and finishing on the ground.

Application recommendation: 0.01 inch max. width of cut (a_e)

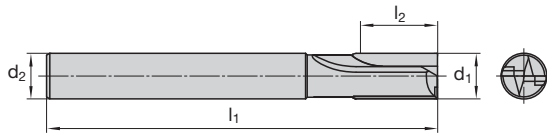


Katalog-Nr. Cat.-No.							213000	
d ₁	l ₂	l ₃	d ₂	l ₁	Kompressionszone Compression zone	Zähnezahl No. of teeth	LMT-Code	Ident No.
mm								
6	10	44	6	60	6 ... 8	1 + 1	213060	2824139
8	12	44	8	60	7 ... 10	1 + 1	213080	2824140
10	18	50	10	80	10 ... 16	2 + 2	213100	2706230
12	20	50	12	80	11 ... 18	2 + 2	213120	2701173
14	22	55	14	90	12 ... 20	2 + 2	213140	2701174
16	26	55	16	95	14 ... 24	2 + 2	213160	2701175
18	28	55	18	100	15 ... 26	2 + 2	213180	2701176
20	30	65	20	110	16 ... 28	2 + 2	213200	2701177
25	32	65	25	115	17 ... 30	2 + 2	213250	2701178



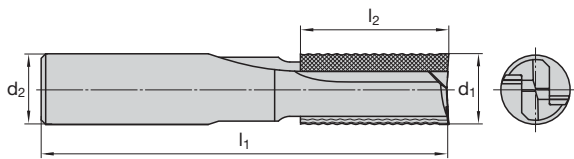
Diese neue PKD-Werkzeug eignet sich besonders für das Hochgeschwindigkeitsfräsen von glas- oder kohlefaserverstärkten Kunststoffen. Die angegebenen minimalen und maximalen Materialstärken ermöglichen Ihnen eine Bearbeitung innerhalb der Kompressionszone.

This new PCD tool is particularly dedicated to high speed milling of glass- or carbon-fibre reinforced composites. The recommended minimum and maximum material thickness permits you to stay inside the compression zone.



Katalog-Nr. Cat.-No.					203000	
d ₁	l ₂	d ₂	l ₁	45° Schutzfase 45° Chamfer	LMT-Code	Ident No.
mm						
3	8	6	80	0,05	203030	2701179
4	10	4	80	0,1	203040	2701180
6	15	6	80	0,1	203060	2787891
8	18	8	100	0,15	203080	2701181
10	20	10	100	0,2	203100	2701182
12	24	12	100	0,2	203120	2701183
14	26	14	120	0,2	203140	2701184
16	28	16	120	0,2	203160	2701185
18	30	18	120	0,2	203180	2701186
20	30	20	120	0,2	203200	2701187
inch						
0.125	0.344	0.250	3.125	0.002	203317	2864639
0.250	0.625	0.250	3.125	0.004	203635	2864640
0.500	1	0.500	4	0.008	203127	2864641
0.750	1.125	0.750	5	0.008	203191	2864642

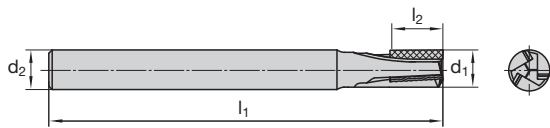
Einsatzempfehlungen siehe Seiten 6–10
Application recommendations see pages 6–10



Katalog-Nr. Cat.-No.				68-200	
d ₁	l ₂	d ₂	l ₁	LMT-Code	Ident No.
mm					
6	20	6	76	68-213M	7052123
10	25	10	88	68-226M	7053914
12	32	12	100	68-236M	7053915
inch					
0.250	0.375	0.250	3	68-210	7053916
0.250	0.750	0.250	3	68-213	7053917
0.250	1	0.250	3.500	68-216	7053918
0.375	0.375	0.375	3	68-220	7053919
0.375	0.750	0.375	3	68-223	7053920
0.375	1	0.375	3.500	68-226	7053921
0.500	0.750	0.500	4	68-230	7053922
0.500	1	0.500	4	68-233	7053923
0.500	1.250	0.500	4	68-236	7053924



Dieses Werkzeug ist besonders zum Schrappen geeignet. Die einzigartige Geometrie reduziert Schnittkräfte, was wiederum zu längeren Standzeiten, höheren Vorschüben und reduzierter Geräuschentwicklung führt. This tool is particularly designed to act as a rougher. The unique geometry reduces the cutting forces resulting in longer tool life, higher feed rates and reduced noise.

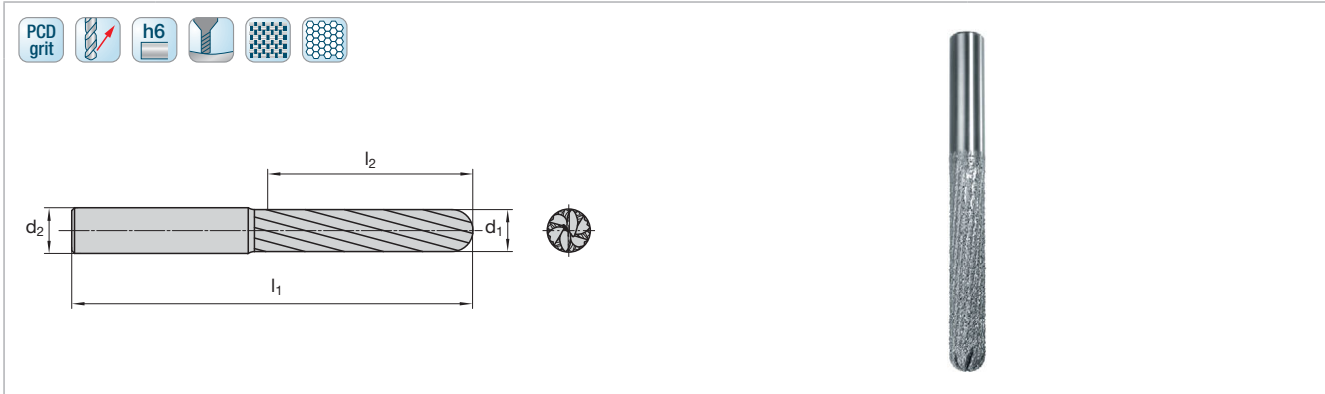


Katalog-Nr. Cat.-No.				68-300	
d ₁	l ₂	d ₂	l ₁	LMT-Code	Ident No.
mm					
8	10	8	76	68-310	7052122
10	14	10	100	68-325	7053902
12	14	12	100	68-330	7053903
12	26	12	100	68-335	7053904
16	26	16	100	68-355	7053905
inch					
0.375	0.500	0.375	4	68-315	7053896
0.375	0.875	0.375	4	68-320	7053897
0.500	0.625	0.500	4	68-340	7053898
0.500	1	0.500	4	68-345	7053899
0.500	1.250	0.500	4	68-350	7053900
0.750	1.375	0.750	5	68-360	7053901



Durch die zusätzliche Schlichtschneide ermöglicht diese Variante des Serf Fräsers, mit nur einem Gang eine Finish-Qualität zu erreichen.
 Due to the additional finishing wing, this variant of our serf cutter produces finish quality in only one pass.

Einsatzempfehlungen siehe Seiten 6–10
 Application recommendations see pages 6–10



Katalog-Nr. Cat.-No.				29-050B	
d ₁	l ₂	d ₂	l ₁	LMT-Code	Ident No.
mm					
6	32	6	100	DRB56226	7053967
10	60	10	120	DRB56227	7053968
12	75	12	120	DRB56228	7053969
20	75	20	120	DRB56229	7053970
inch					
0.250	1.250	0.250	4	29-053	7053962
0.375	2.500	0.500	4	29-058	7053963
0.500	3	0.500	5	29-063	7053964
0.750	3	0.500	5	29-068	7053965
1	2	0.750	4	29-074	7053966

Einsatzempfehlungen siehe Seiten 6–10
Application recommendations see pages 6–10

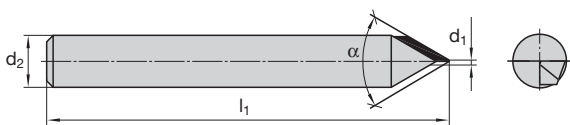
MCD

Z=1

0°

h6

SP



Katalog-Nr.

Cat.-No.

211000

Radius Radii						
d ₁	α	d ₂	l ₁	LMT-Code	Ident No.	
mm						
0,1	90°	4	60	211090	2825592	
0.2	60°	4	60	211060	2810944	

Einsatzempfehlungen siehe Seiten 6–10
Application recommendations see pages 6–10

PCD

Z=1

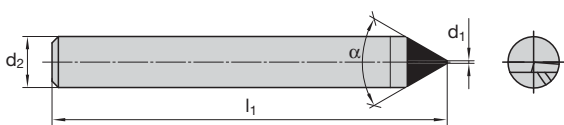
0°

h6

SP

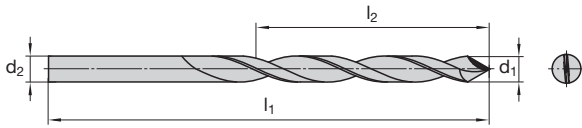
HP





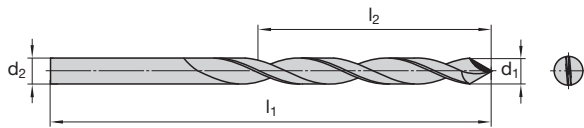
Katalog-Nr. Cat.-No.				212000	
Radius Radii	α	d_2	l_1	LMT-Code	Ident No.
d_1				mm	
0,1	90°	4	60	212090	2825591
0.2	60°	4	60	212060	2821644

Einsatzempfehlungen siehe Seiten 6–10
Application recommendations see pages 6–10



Katalog-Nr. Cat.-No.				70-700 70-500	
d ₁	l ₂	d ₂	l ₁	LMT-Code	Ident No.
mm					
3	41	3	70	70-714	6602390
3,5	44	3,5	73	70-715	6602391
4	54	4	83	70-716	6602392
4,5	56	4,5	86	70-717	6602393
5	62	5	92	70-718	6602394
5,5	64	5,5	95	70-719	6602395
6	70	6	102	70-720	6602396
6,5	73	6,5	105	70-721	6602397
7	73	7	105	70-722	6602398
7,5	78	7,5	111	70-723	6602399
8	81	8	114	70-724	6602400
8,5	87	8,5	121	70-725	6602401
9	89	9	124	70-726	6602402
9,5	92	9,5	127	70-727	6602403
10	95	10	130	70-728	6602404
10,5	98	10,5	133	70-729	6602405
11	103	11	140	70-730	6602406
11,5	106	11,5	143	70-731	6602407
12	111	12	149	70-732	6602408
12,5	114	12,5	152	70-733	6602409
13	114	13	152	70-734	6602410
13,5	122	13,5	168	70-735	6602411
14	122	14	168	70-736	6602412
14,5	122	14,5	168	70-737	6602413
15	132	15	181	70-738	6602414
15,5	132	15,5	181	70-739	6602415
16	132	16	181	70-740	6602416
16,5	132	16,5	181	70-741	6602417
17	143	17	194	70-742	6602418
17,5	143	17,5	194	70-743	6602419
inch					
0.125	1.500	0.125	2.750	70-502	7054199
0.141	1.750	0.141	2.875	70-503	7054200
0.156	1.938	0.156	3.125	70-506	7054201
0.172	1.750	0.172	3.250	70-509	7054202
0.188	2.125	0.188	3.500	70-510	7054203
0.203	2.438	0.203	3.625	70-511	7054204
0.219	2.500	0.219	3.750	70-512	7054205
0.234	2.625	0.234	3.875	70-513	7054206
0.250	2.438	0.250	4	70-514	7054207
0.266	2.875	0.266	4.125	70-515	7054208

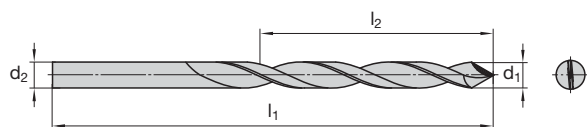
Einsatzempfehlungen siehe Seiten 6–10
Application recommendations see pages 6–10



Katalog-Nr. Cat.-No.				70-700 70-500	
d ₁	l ₂	d ₂	l ₁	LMT-Code	Ident No.
inch					
0.281	2.938	0.281	4.250	70-516	7054209
0.297	3.063	0.297	4.375	70-517	7054210
0.313	1.750	0.250	3.875	70-520	7054211
0.328	3.313	0.328	4.625	70-521	7054212
0.344	3.438	0.344	4.750	70-522	7054213
0.359	3.500	0.359	4.875	70-523	7054214
0.375	2.250	0.250	4.375	70-524	7054215
0.391	3.750	0.391	5.125	70-525	7054216
0.406	3.875	0.406	5.125	70-526	7054217
0.422	3.938	0.422	5.375	70-527	7054218
0.438	2.500	0.250	4.750	70-528	7054219
0.453	4.188	0.453	5.625	70-529	7054220
0.469	4.313	0.469	5.750	70-530	7054221
0.484	4.375	0.484	5.875	70-531	7054222
0.500	2.625	0.250	5.125	70-532	7054223
0.516	3.125	0.500	6	70-533	7054224
0.531	3.125	0.500	6	70-534	7054225
0.547	3.125	0.500	6	70-535	7054226
0.563	3.125	0.500	6	70-536	7054227
0.578	3.125	0.500	6	70-537	7054228
0.594	3.125	0.500	6	70-538	7054229
0.609	3.125	0.500	6	70-539	7054230
0.625	3.125	0.500	6	70-540	7054231
0.641	3.125	0.500	6	70-541	7054232
0.656	3.125	0.500	6	70-542	7054233
0.672	3.125	0.500	6	70-543	7054234
0.688	3.125	0.500	6	70-544	7054235
0.703	3.125	0.500	6	70-545	7054236
0.719	3.125	0.500	6	70-546	7054237
0.734	3.125	0.500	6	70-547	7054238
0.750	3.125	0.500	6	70-548	7054239
0.766	3.125	0.500	6	70-549	7054240
0.781	3.125	0.500	6	70-550	7054241
0.797	3.125	0.500	6	70-551	7054242
0.813	3.125	0.500	6	70-552	7054243
0.828	3.125	0.500	6	70-553	7054244
0.844	3.125	0.500	6	70-554	7054245
0.859	3.125	0.500	6	70-555	7054246
0.875	3.125	0.500	6	70-556	7054247
0.891	3.125	0.500	6	70-557	7054248
0.906	3.125	0.500	6	70-558	7054249

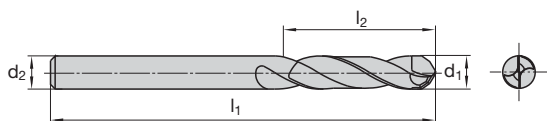
Einsatzempfehlungen siehe Seiten 6–10
Application recommendations see pages 6–10





Katalog-Nr. Cat.-No.				70-700 70-500	
d ₁	l ₂	d ₂	l ₁	LMT-Code	Ident No.
inch					
0.922	3.125	0.500	6	70-559	7054250
0.938	3.125	0.500	6	70-560	7054251
0.953	3.125	0.500	6	70-561	7054252
0.969	3.125	0.500	6	70-562	7054253
0.984	3.125	0.500	6	70-563	7054254

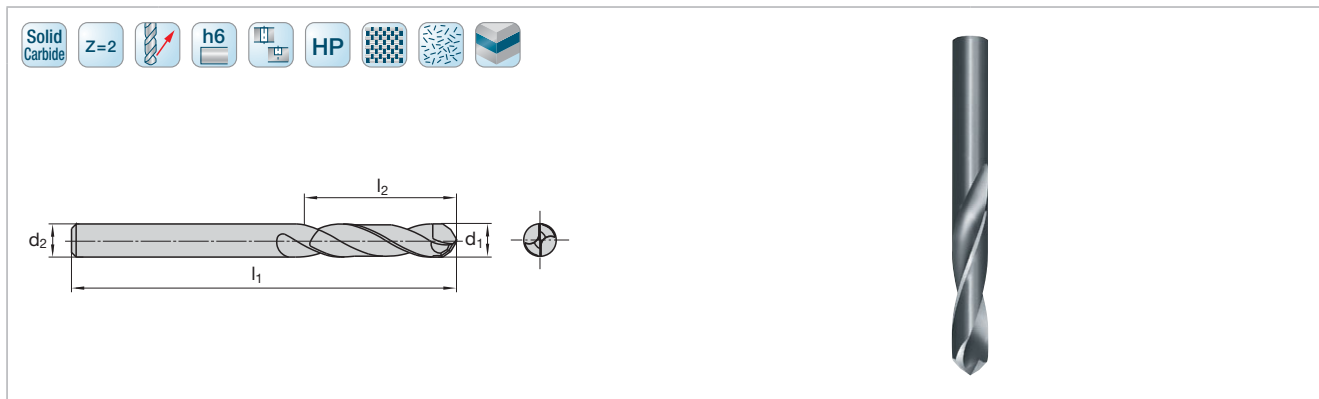
Einsatzempfehlungen siehe Seiten 6–10
Application recommendations see pages 6–10



Katalog-Nr. Cat.-No.				67-900 67-800	
d ₁	l ₂	d ₂	l ₁	LMT-Code	Ident No.
mm					
3	32	3	57	67-961	6602179
3,5	35	3,5	64	67-962	6602180
4	35	4	64	67-963	6602181
4,5	41	4,5	70	67-964	9088471
5	44	5	76	67-965	6602183
5,5	44	5,5	76	67-966	6602184
6	51	6	83	67-967	6602185
6,5	51	6,5	83	67-968	6602186
7	57	7	89	67-969	6602187
7,5	60	7,5	95	67-970	6602188
8	60	8	95	67-971	7053357
8,5	64	8,5	102	67-972	6602190
9	64	9	102	67-973	6602191
9,5	70	9,5	108	67-974	6602192
10	73	10	114	67-975	6602193
10,5	73	10,5	114	67-976	6602194
11	73	11	114	67-977	6602195
11,5	76	11,5	121	67-978	6602196
12	76	12	121	67-979	6602197
inch					
0.125	1.250	0.125	2.250	67-807	7054127
0.141	1.375	0.141	2.500	67-808	7054128
0.156	1.375	0.156	2.500	67-809	7054129
0.172	1.625	0.172	2.750	67-810	7054130
0.188	1.625	0.188	2.750	67-811	7054131
0.203	1.750	0.203	3	67-812	7054132
0.219	1.750	0.219	3	67-813	7054133
0.234	2	0.234	3.250	67-814	7054134
0.250	2	0.250	3.250	67-815	7054135
0.266	2.125	0.266	3.500	67-816	7054136
0.281	2.125	0.281	3.500	67-817	7054137
0.297	2.375	0.297	3.750	67-818	7054138
0.313	2.375	0.313	3.750	67-819	7054139
0.328	2.500	0.328	4	67-820	7054140
0.344	2.500	0.344	4	67-821	7054141
0.359	2.500	0.359	4	67-822	7054142
0.375	2.750	0.375	4.250	67-823	7054143
0.391	2.875	0.391	4.500	67-824	7054144
0.406	2.875	0.406	4.500	67-825	7054145
0.422	2.875	0.422	4.500	67-826	7054146
0.438	2.875	0.438	4.500	67-827	7054147

Einsatzempfehlungen siehe Seiten 6–10
Application recommendations see pages 6–10



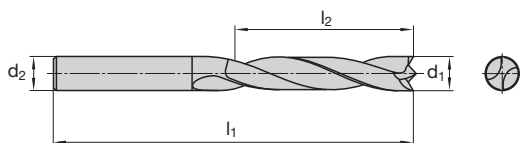


Katalog-Nr. Cat.-No.				67-800 67-900	
d ₁	l ₂	d ₂	l ₁	LMT-Code	Ident No.
inch					
0.453	3	0.453	4.750	67-828	7054148
0.469	3	0.469	4.750	67-829	7054149
0.484	3	0.484	4.750	67-830	7054150
0.500	3	0.500	4.750	67-831	7054151

i Entwickelt um Schnittkräfte zu reduzieren und um Delaminationen am Bohrungsaustritt zu vermeiden.
 Designed to reduce cutting forces and to eliminate delamination when exiting the material.

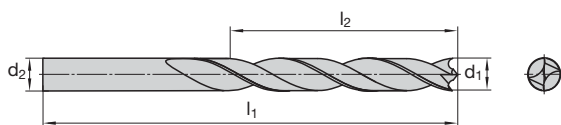
Einsatzempfehlungen siehe Seiten 6–10
 Application recommendations see pages 6–10

NEW



Katalog-Nr. Cat.-No.				85-900	
d ₁	l ₂	d ₂	l ₁	LMT-Code	Ident No.
mm					
3	12	3	76	85-961	7068593
4	12	4	76	85-963	7068592
5	12	5	76	85-965	7068591
6	12	6	76	85-967	7068590
8	12	8	76	85-971	7068589
10	12	10	76	85-975	7068448
12	12	12	76	85-979	7068447
inch					
0.1250	0.500	0.1250	3	85-807	7077102
0.1875	0.500	0.1875	3	85-811	7077103
0.2500	0.500	0.2500	3	85-815	7077104
0.3125	0.500	0.3125	3	85-819	7077105
0.3750	0.500	0.3750	3	85-823	7077106
0.4375	0.500	0.4375	3	85-827	7077107
0.5000	0.500	0.5000	3	85-831	7077108

Einsatzempfehlungen siehe Seiten 6–10
Application recommendations see pages 6–10



Katalog-Nr. Cat.-No.				86-000	
d ₁	l ₂	d ₂	l ₁	LMT-Code	Ident No.
mm					
2,5	25	2,5	52	SCD56273	7054181
3	32	3	57	SCD56274	7054182
4	35	4	64	SCD56275	7054183
5	44	5	76	SCD56276	7054184
6	51	6	83	SCD56277	7054185
8	60	8	95	SCD56278	7054186
10	73	10	114	SCD56279	7054187
12	76	12	121	SCD56280	7054188
inch					
0.0995	1.250	0.099	2.250	86-002	7054189
0.125	1.250	0.125	2.250	86-004	7054190
0.129	1.250	0.129	2.250	86-006	7054191
0.147	1.375	0.147	2.500	86-008	7054192
0.188	1.625	0.188	2.750	86-010	7054193
0.250	2	0.250	3.250	86-012	7054194
0.313	2.375	0.313	3.750	86-014	7054195
0.375	2.750	0.375	4.250	86-016	7054196
0.438	2.875	0.438	4.500	86-018	7054197
0.500	3	0.500	4.750	86-020	7054198



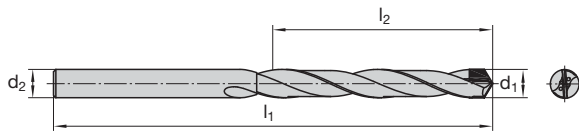
Dieses Werkzeug ist speziell für das Bohren in Kevlar®- bzw. Aramidverstärkten Materialien ausgelegt. Die spezielle Geometrie der Bohrerspitze erlaubt ein sauberes Abscheren der Aramidfaser und vermeidet Delamination sowie herausgelöste Fasern.

This tool is designed to drill Kevlar®/Aramid materials and produce a clean hole. The specific point design shears the aramid fibers eliminating whiskers or delamination.

Einsatzempfehlungen siehe Seiten 6–10
Application recommendations see pages 6–10

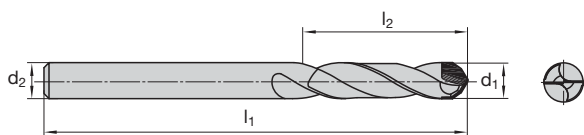
Solid Carbide Z=2 h6					
Katalog-Nr. Cat.-No.				86-100	
d₁	l₂	d₂	l₁	LMT-Code	Ident No.
mm					
3	20	3	60	DFC56281	7054160
4	20	4	60	DFC56282	7054161
5	20	5	60	DFC56283	7054162
6	25	6	74	DFC56284	7054163
8	25	8	74	DFC56285	7054164
10	25	10	74	DFC56286	7054165
12	25	12	74	DFC56287	7054166
inch					
0.100	1	0.250	3	86-102	7054152
0.129	1	0.250	3	86-106	7054153
0.147	1	0.250	3	86-110	7054154
0.192	1	0.250	3	86-114	7054155
0.251	1	0.250	3	86-118	7054156
0.313	1	0.313	3	86-122	7054157
0.376	1	0.375	3	86-126	7054158
0.502	1	0.500	3	86-130	7054159

Einsatzempfehlungen siehe Seiten 6–10
Application recommendations see pages 6–10



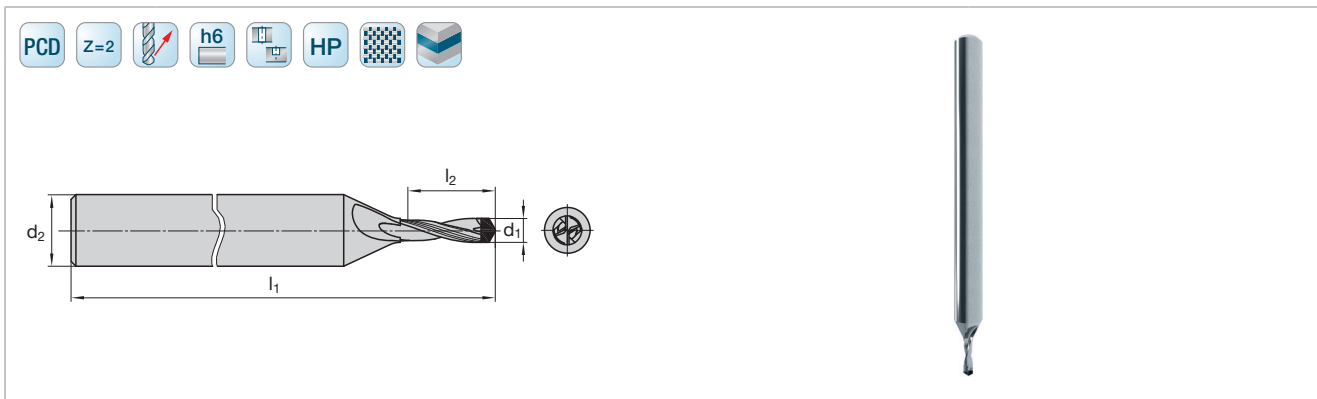
Katalog-Nr. Cat.-No.					494000	
d ₁	l ₂	d ₂	l ₁	Innenkühlung Internal coolant	LMT-Code	Ident No.
mm						
3	12	4	46	nein no	494030	2864682
3,5	15	4	52		494035	2820708
4	17	4	55		494040	2820718
4,5	18	6	58		494045	2820720
5	20	6	62	ja yes	494050	2864683
5,5	21	6	66		494055	2820722
6	21	6	66		494060	2864684
6,5	23	8	70		494065	2820726
7	25	8	74		494070	2864685
7,5	25	8	74		494075	2864686
8	27	8	79		494080	2820728
8,5	27	10	79		494085	2820734
9	29	10	84		494090	2864687
9,5	29	10	84		494095	2864688
10	31	10	89		494100	2864689
10,5	31	12	89		494105	2820736
11	33	12	95		494110	2864690
11,5	33	12	95		494115	2864691
12	35	12	102		494120	2864692
12,5	35	16	102		494125	2820738
13	35	16	102		494130	2864693
13,5	37	16	107		494135	2864694
14	37	16	107		494140	2864695
14,5	37	16	107		494145	2820740
15	38	16	115	494150	2864696	
15,5	38	16	115	494155	2864697	
16	38	16	115	494160	2864698	
16,5	40	20	120	494165	2864699	
17	40	20	120	494170	2864700	
17,5	40	20	120	494175	2864702	
18	42	20	124	494180	2864703	
18,5	42	20	124	494185	2864704	
19	44	20	131	494190	2864705	
19,5	44	20	131	494195	2864706	
20	46	20	131	494200	2864707	
inch						
0.125	0.500	0.156	1.750	nein no	494317	2864708
0.250	0.875	0.250	2.625	ja	494635	2864709
0.500	1.375	0.625	4	yes	494127	2864710
0.625	1.500	0.625	4.500		494159	2864711

Einsatzempfehlungen siehe Seiten 6–10
Application recommendations see pages 6–10



Katalog-Nr. Cat.-No.				68-900	
d ₁	l ₂	d ₂	l ₁	LMT-Code	Ident No.
mm					
3	20	3	60	PCD56288	7054175
4	20	4	60	PCD56289	7054176
5	20	5	60	PCD56290	7054177
6	25	6	74	PCD56291	7053353
8	25	8	74	PCD56292	7054178
10	25	10	74	PCD56293	7054179
12	25	12	74	PCD56294	7054180
inch					
0.100	1	0.250	3	68-902	7054167
0.129	1	0.250	3	68-904	7054168
0.147	1	0.250	3	66-908	7054169
0.192	1	0.250	3	68-910	7054170
0.251	1	0.250	3	68-914	7054171
0.313	1	0.313	3	68-918	7054172
0.376	1	0.375	3	68-922	7054173
0.502	1	0.500	3	68-926	7054174

Einsatzempfehlungen siehe Seiten 6–10
 Application recommendations see pages 6–10

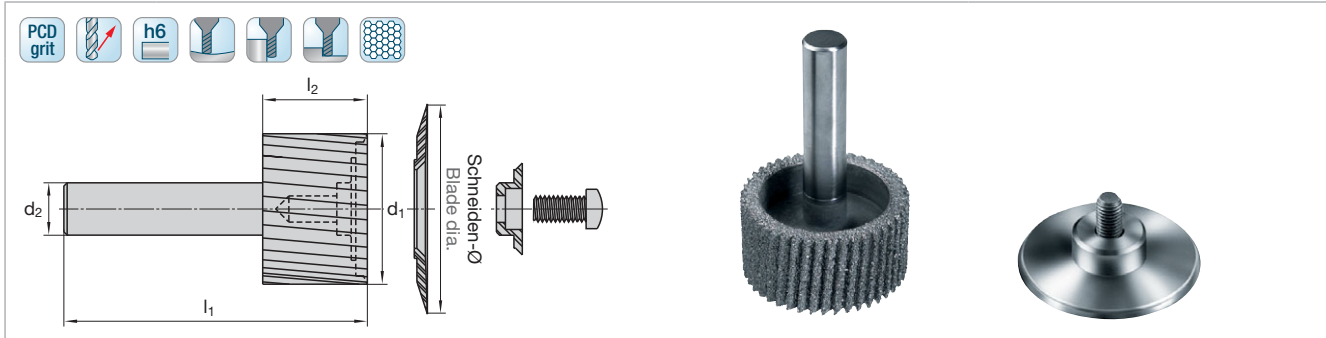


Katalog-Nr. Cat.-No.				493000	
d ₁	l ₂	d ₂	l ₁	LMT-Code	Ident No.
mm					
0,8	3	3	38	493008	2864651
0,9	3	3	38	493009	2864653
1	4	3	38	493010	2821640
1,1	4	3	38	493011	2864661
1,2	4	3	38	493012	2864662
1,3	4	3	38	493013	2864663
1,4	4	3	38	493014	2864664
1,5	4	3	38	493015	2864665
1,6	5	3	38	493016	2864666
1,7	5	3	38	493017	2864667
1,8	5	3	38	493018	2864668
1,9	5	3	38	493019	2700010
2	5	3	38	493020	2864669
2,1	5	3	38	493021	2864670
2,2	5	3	38	493022	2864671
2,3	5	3	38	493023	2864672
2,4	5	3	38	493024	2864673
2,5	5	3	38	493025	2864674
2,6	5	3	38	493026	2864675
2,7	5	3	38	493027	2864676
2,8	5	3	38	493028	2864677
2,9	5	3	38	493029	2864678
inch					
0.031	0.125	0.125	1.500	493008A	2864679
0.063	0.188	0.125	1.500	493016A	2864680
0.094	0.188	0.125	1.500	493024A	2864681



LMT Belin hat eine Lösung gefunden, die es Ihnen erlaubt auf die Leistungsfähigkeit eines PKD Bohrers auch bei Durchmessern unter 3 mm zurück zu greifen. Dank unserer neuen Löttechnik können wir eine monolithische PKD Spitze direkt auf einen Hartmetallschaft löten.
LMT Belin has found a solution that will allow you to drill hole diameters smaller than 3 mm also with the performance of a PCD tool: Thanks to our new brazing technique, we are able to realize a drilling point in monolythic PCD, brazed on a solid carbide shank.

Einsatzempfehlungen siehe Seiten 6–10
Application recommendations see pages 6–10



Katalog-Nr. Cat.-No.				29-050	
d ₁	l ₂	d ₂	l ₁	LMT-Code	Ident No.
inch					
0.250	1.250	0.250	4	29-052	7054036
0.345	2.500	0.500	4	29-057	7054037
0.470	3	0.500	5	29-062	7054038
0.720	3	0.500	5	29-067	7054039
0.970	1	0.500	3	29-072	7054040
0.970	2	0.750	5	29-073	7054041
1.470	1	0.250	3	29-078	7054042
1.470	2	0.750	5	29-079	7054043
1.742	1	0.500	3	29-083	7054044
1.742	2	0.750	5	29-084	7054045
1.970	1	0.625	3	29-088	7054046
1.970	2	0.750	5	29-089	7054047
2.450	1	0.625	3	29-093	7054048
2.970	1	0.750	3	29-095	7054049
2.970	1	0.750	4	29-096	7054050
3.970	1	0.750	3	29-098	7054051
3.970	1	0.750	4	29-099	7054052

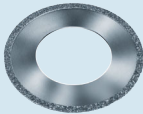


Das mit Diamantkorund beschichtete Werkzeug ist für den Einsatz in abrasiven Materialien (Graphit, Phenol oder Fiberglas) bestimmt, um hohe Standzeiten zu generieren. Das Werkzeug ist auch mit Kugelstirn erhältlich (siehe 29-050B).

Die Gewichtsersparnis von 35 % gegenüber ähnlichen Werkzeugen verbessert die Einsatzmöglichkeiten auf 3- und 5-achsigen Maschinen. Diamond grit hoggers are used on abrasive cores (graphite, phenolic, or fiberglass) in order to achieve long tool life. The tools are available in a ball nose version and as a traditional hogger capable of holding existing honeycomb blades.

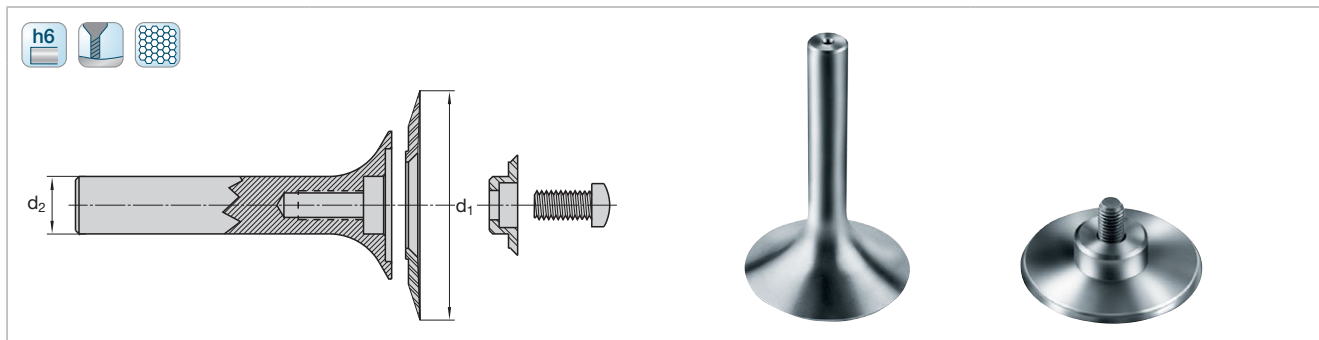
A 35 % weight reduction has been designed into the larger diameter tools resulting in better performance on 3 or 5 axis machines.



Schneidenoptionen Cutting blade options							
für Werkzeug for tool	Schneiden Ø Blade dia. mm inch						
							
		HSS HSS	HSS verzahnt HSS with teeth	Vollhartmetall Solid carbide	VHM verzahnt Solid carbide with teeth	diamant- bestückt diamond plated	HSS Säge HSS saw
LMT-Code Ident No.							
29-083	45	–	–	30-026 7054084	30-326 7054113	30-126 7054096	30-226 7054103
29-084	45	–	–				
29-093	63	–	–	30-036 7054088	30-336 7054115	30-136 7054098	30-236 7054105
29-052	–	–	–	–	–	–	–
29-057	0.375	30-016 7054079	30-316 7054109	–	–	–	–
29-062	0.500	30-017 7054080	30-317 7054110	–	–	–	–
29-067	0.750	–	–	30-015 7054078	30-318 7054111	–	–
29-072	1	–	–	30-012 7054076	30-313 7054107	30-113 7054093	30-213 7054100
29-073	1	–	–				
29-078	1.500	–	–	30-014 7054077	30-314 7054108	30-114 7054094	30-214 7054101
29-079	1.500	–	–				
29-088	2	–	–	30-022 7054083	30-322 7054112	30-122 7054095	30-222 7054102
29-089	2	–	–				
29-095	3	–	–	30-032 7054087	30-332 7054114	30-132 7054097	30-232 7054104
29-096	3	–	–				
29-098	4	–	–	30-042 7054091	30-342 7054116	30-142 7054099	30-242 7054106
29-099	4	–	–				

Adapter Ring Adapter ring			Schraube Screw		
					
für Werkzeug for tool	LMT-Code	Ident No.	für Werkzeug for tool	LMT-Code	Ident No.
29-057 to 29-073	–	–	29-057 to 29-062	HRD51646	7054126
29-078 to 29-089	30-020-3	7054081	29-067 to 29-073	30-011-2	7054075
29-093 to 29-096	30-030-3	7054085	29-078 to 29-089	30-020-4	7054081
29-098 to 29-099	30-040-3	7054089	29-093 to 29-096	30-030-4	7054085
			29-098 to 29-099	30-040-4	7054089

Einsatzempfehlungen siehe Seiten 6–10
Application recommendations see pages 6–10



Katalog-Nr. Cat.-No.		30-000	
d ₁	d ₂	LMT-Code	Ident No.
mm			
25	12	SAA56295	7054070
45	12	SAA56296	7054071
63	12	SAA56297	7054072
inch			
1	0.500	30-011	7054066
2	0.500	30-021	7054067
3	0.500	30-031	7054068
4	0.500	30-041	7054069

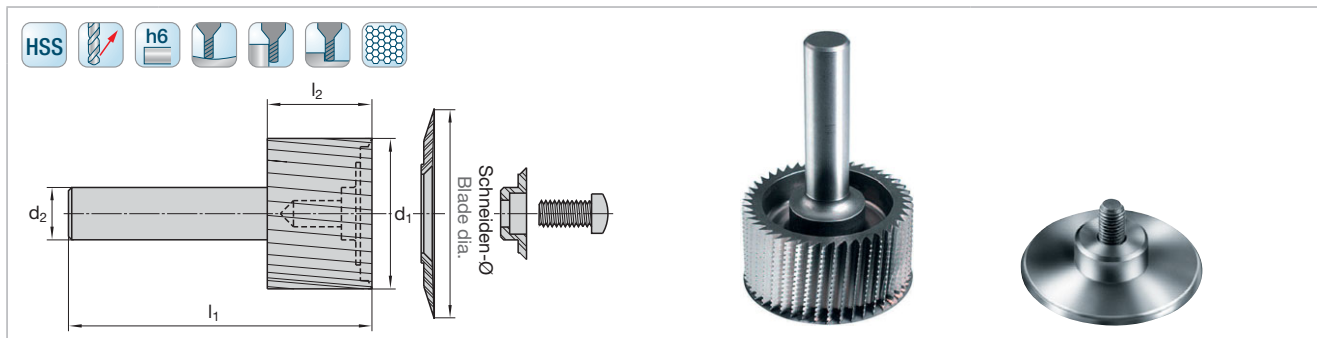
Schneidenoptionen
Cutting blade options

für Werkzeug for tool	Schneiden Ø Blade dia. mm inch	Vollhartmetall Solid carbide	Vollhartmetall verzahnt Solid carbide with teeth	diamantbestückt diamond plated	HSS Säge HSS saw
		LMT-Code Ident No.			
SAA56295	25	HCC56223 7054063	–	HCC56224 7054064	HCC56225 7054065
SAA56296	45	30-026 7054084	30-326 7054113	30-126 7054096	30-226 7054103
SAA56297	63	30-036 7054088	30-336 7054115	30-136 7054098	30-236 7054105
30-011	1"	30-012 7054076	30-313 7054107	30-112 7054092	30-213 7054100
30-021	2"	30-022 7054083	30-322 7054112	30-122 7054095	30-222 7054102
30-031	3"	30-032 7054087	30-332 7054114	30-132 7054097	30-232 7054104
30-041	4"	30-042 7054091	30-342 7054116	30-142 7054099	30-242 7054106

Adapter Ring Adapter ring			Schraube Screw		
für Werkzeug for tool	LMT-Code	Ident No.	für Werkzeug for tool	LMT-Code	Ident No.
30-011	–	–	30-011	30-011-2	7054075
30-021	30-020-3	7054081	30-021	30-020-4	7054082
30-031	30-030-3	7054085	30-031	30-030-4	7054086
30-041	30-040-3	7054089	30-041	30-040-4	7054090
SAA56295	–	–	SAA56295	30-011-2	7054075
SAA56296	30-020-3	7054081	SAA56296	30-020-4	7054082
SAA56297	30-030-3	7054085	SAA56297	30-030-4	7054086

i Dieses Werkzeug ermöglicht das Kontur- und Fassenfräsen von Wabenmaterialien mit weniger als 6 mm Stärke. Das patentierte Haltesystem verhindert das Lösen der Schneide im Falle eines Werkzeugbruchs. Die leicht gewölbten Sägeblätter erzeugen ebene Oberflächen. Die Vollhartmetall Sägeblätter lassen sich mehrfach nachschleifen. These tools are for contouring, carving and chamfering cuts of .25" or less. The unique patented holding system prevents the solid carbide blades from coming out of the holder if it is fractured. The HSS saw blades and the diamond plated blades dish on the bottom so they clear the cut core finish like the hollow ground solid carbide style rings. The solid carbide rings may be reground several times at the factory making them very economical to use.

Einsatzempfehlungen siehe Seiten 6–10
Application recommendations see pages 6–10



Katalog-Nr. Cat.-No.				30-700	
d1	l2	d2	l1	LMT-Code	Ident No.
inch					
0.345	1	0.500	3	30-703	7054053
0.470	1	0.500	3	30-705	7054054
0.720	1	0.500	3	30-707	7054055
0.970	1	0.500	3	30-710	7054056
1.470	1	0.500	3	30-715	7054057
1.742	1	0.500	3	30-720	7054058
1.970	1	0.625	3	30-725	7054059
2.450	1	0.625	3	30-730	7054060
2.970	1	0.750	3	30-735	7054061
3.970	1	0.750	3	30-740	7054062

Schneidenoptionen

Cutting blade options

für Werkzeug for tool	Schneiden Ø Blade dia. mm inch	HSS	HSS	Solid Carbide	Solid Carbide	PCD grit	HSS
		HSS HSS	HSS verzahnt HSS with teeth	Vollhartmetall Solid carbide	VHM verzahnt SC with teeth	diamantbestückt diamond plated	HSS Säge HSS saw
30-720	45	-	-	30-026 7054084	30-326 7054113	30-126 7054096	30-226 7054103
30-730	63	-	-	30-036 7054088	30-336 7054115	30-136 7054098	30-236 7054105
30-703	0.375	30-016 7054079	30-316 7054109	-	-	-	-
30-705	0.500	30-017 7054080	30-317 7054110	-	-	-	-
30-707	0.750	-	-	30-015 7054078	30-318 7054111	-	-
30-710	1	-	-	30-012 7054076	30-313 7054107	30-113 7054093	30-213 7054100
30-715	1.500	-	-	30-014 7054077	30-314 7054108	30-114 7054094	30-214 7054101
30-725	2	-	-	30-022 7054083	30-322 7054112	30-122 7054095	30-222 7054102
30-735	3	-	-	30-032 7054087	30-332 7054114	30-132 7054097	30-232 7054104
30-740	4	-	-	30-042 7054091	30-342 7054116	30-142 7054099	30-242 7054106

Adapter Ring Adapter ring



Schraube Screw



für Werkzeug for tool	LMT-Code	Ident No.	für Werkzeug for tool	LMT-Code	Ident No.
30-703 to 30-710	-	-	30-703 to 30-705	HRD51646	7054126
30-715 to 30-725	30-020-3	7054081	30-707 to 30-710	30-011-2	7054075
30-730 to 30-740	30-030-3	7054085	30-715 to 30-725	30-020-4	7054082
			30-730 to 30-735	30-030-4	7054086
			30-740	30-040-4	7054090



Die Gewichtsersparnis von 35 % gegenüber ähnlichen Werkzeugen verbessert die Einsatzmöglichkeiten auf 3- und 5-achsigen Maschinen. Die neue Zahnform verhindert das Abheben des Teils vom Maschinentisch.
35 % weight reduction has been designed into the larger diameter tools resulting in better performance on 3 or 5 axis machines. Part lifting and flagging have also been reduced due to the new tooth and flute design. Existing honeycomb blades will mount on these hoggers.

Einsatzempfehlungen siehe Seiten 6–10
Application recommendations see pages 6–10

PCD h6				
Katalog-Nr. Cat.-No.			34-000	
d ₁	l ₂	d ₂	LMT-Code	Ident No.
mm inch				
0.500	non-cutting	0.500	34-008	7053359
0.500	0.250 PCD	0.500	34-010	7054073
12,70 mm	6,35 mm PCD	12 mm	PCS56298	7054074

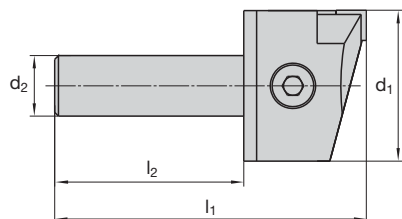
Schneidenoptionen Cutting blade options				
Schneiden Ø Blade dia. inch	l ₃ inch	Material Material	LMT-Code	Ident No.
0.875	0.130	Diamandkorund Diamond grit	34-022	7054117
0.875	0.250		34-024	7054118
0.875	0.380		34-026	7054119
0.875	0.500		34-028	7054120
0.875	0.630		34-030	7054121
0.875	0.130	HSS HSS	34-042	7054122
0.875	0.250		34-044	7054123
0.875	0.380		34-046	7053370
0.875	0.500		34-048	7054124
0.875	0.630		34-050	7054125



Das modular aufgebaute Werkzeug wurde speziell für das Fräsen hinterschnittiger Nuten in Wabenmaterialien mit Decklagen entwickelt. Das Werkzeug besteht aus einem Schaft, wahlweise PKD-bestückt, und verschiedenen aufschraubbaren Schneidköpfen.

This modular tool is designed to produce undercut slots in composite panels so potting compound can be applied to strengthen the edge.

This tool consists of an arbor optionally PCD tipped which accepts a diamond grit or HSS under cutting tool to be screwed into it.



Katalog-Nr. Cat.-No.					98100	
d ₁	l ₂	d ₂	l ₁	r	LMT-Code	Ident No.
mm						
12	8	25	41	0,5	98106	2709463
20	8	25	41	0,5	98107	2709464
12	8	25	41	1	98108	2709465
20	8	25	41	1	98109	2709466
12	8	25	41	–	98110	2709467
20	8	25	41	–	98111	2709468

Einsatzempfehlungen siehe Seiten 6–10
 Application recommendations see pages 6–10

LMT Tool Systems bietet Ihnen neben einem umfangreichen Standard Programm auch individuelle Lösungen für Sonderwerkzeuge zur Bearbeitung von Verbundwerkstoffen und Kunststoffen.

Typische Bohrwerkzeuge für Verbundwerkstoffe, wie Countersink Drills und Reibahlen für Hybridwerkstoffe (CFK-Al oder CFK-Ti), Tieflochbohrwerkzeuge oder sonstige Sonderbohrer werden abhängig vom spezifischen Werkstück ausgelegt.

Sie können in Vollhartmetall, diamant- oder PVD-beschichtet oder mit gelöteten PKD-Sandwich-Spitzen bzw. mit gelöteten PKD-Schneiden ausgeführt werden.

Auf der Seite der Fräswerkzeuge komplettieren ebenfalls speziell auf die jeweiligen Bearbeitungsbedingungen und den Werkstoff ausgelegte Sonderwerkzeuge unser Standardprogramm. Die Auswahl des geeigneten Schneidstoffes, die Definition der geeigneten Makrogeometrie sowie das optimale Konzept zur Kühlung und Spanabfuhr sind natürlich Bestandteile der kundenindividuellen Auslegung.

Teilen Sie uns einfach Ihre Anfrage mit – unsere Formulare finden Sie im Anhang.

Beside an extensive standard program LMT Tool Systems also offers you individual solutions for customized tools to machine Composites and Plastics.

Typical Composite drilling tools like Countersink drills and reamers for CFRP stacks with aluminum or titanium, deep drilling tools or other special drills.

Depending on the specific workpiece, all tools may be realized in solid carbide, DFC or PVD coatings, brazed sandwich PCD point or brazed PCD wings.

Our standard milling program is also completed by special tools designed for specific cutting conditions and work piece materials. The choice of the appropriate cutting material, definition of the macro geometry and the optimal concept for cooling and chip evacuation are part of a customized tool conception.

Just send us your inquiry – you'll find our inquiry form in the appendix.



DFC Oneshot Bohrer
für CFK Aluminium Stacks
DFC Oneshot drills
for CFRP aluminium stacks



PKD Oneshot Bohrer
für CFK Titan Stacks
PCD Oneshot drill
for CFRP titanium stacks



VHM Radiusfräser, extra lang
für Hochleistungskunststoffe
Solid carbide ball nose mill, extra
long for high performance plastics



VHM Torusfräser
für Polycarbonat
Solid carbide torus mill
for polycarbonate



PKD Reibahle mit Fase
für CFK Stacks
PCD reamer with chamfer
for CFRP stacks



PKD Tieflochbohrer
für Faserverbundstrukturen
PCD deep hole drill
for fiber reinforced structures



PKD Fräser
für PEEK-CFK Bauteile
PCD mill
for PEEK-CFRP workpieces



PKD Orbitalfräser
für CFK Anwendungen
PCD orbital mill
for CFRP applications



PKD Tieflochbohrer
für CFC Anwendungen
PCD deep hole drill
for CFC applications



VHM Bohrer, hochpräzise
für Aerospace Anwendungen
Solid carbide drill, high precise
for Aerospace applications



PKD Formfräser
für faserverstärkte Verkleidungs-
teile
PCD form milling cutter
for fiber reinforced panels



VHM Scheibenfräser
für Kunststoffe
Solid carbide side milling cutter
for plastics

Innerhalb des Segments Composites & Plastics hat die LMT Tool Systems spezifische Anwendungen zur 3D Formbearbeitung in verschiedenen nichtmetallischen Werkstoffen unter dem Begriff „Die and Mould“ zusammengefasst. Dieses Anwendungsfeld beginnt einerseits beim klassischen Gesenk- und Formenbau, dem Modell- und Prototypenbau oder Rapid-Prototyping in Schäumen und Gießharzen über Gesenke und Formen in harten Verbundmaterialien wie G10 oder G11 (Glasfaserverbund mit hoher Dichte) bis hin zu komplexen Formbearbeitungen in der Medizintechnik (z. B. Knieprothesen in Kunststoff).

Die Zerspanungskompetenz der LMT Tool Systems

LMT Kieninger – unser Spezialist für den Gesenk- und Formenbau – bietet, gemeinsam mit den Frässppezialisten von LMT Fette, ein spezielles Standardfräsprogramm für den Prototypen- und Modellbau an, stellt aber auch anwendungsspezifische PKD-Sonderwerkzeuge und Wendeschneidplatten für die 3D-Bearbeitung her. LMT Onsrud – bietet als Werkstoff-Spezialist für Thermoplaste u. a. Vollhartmetall Formfräser für Formenbau und Medizintechnik an.

Nähere Informationen erhalten Sie unter:
mouldanddie@lmt-tools.com

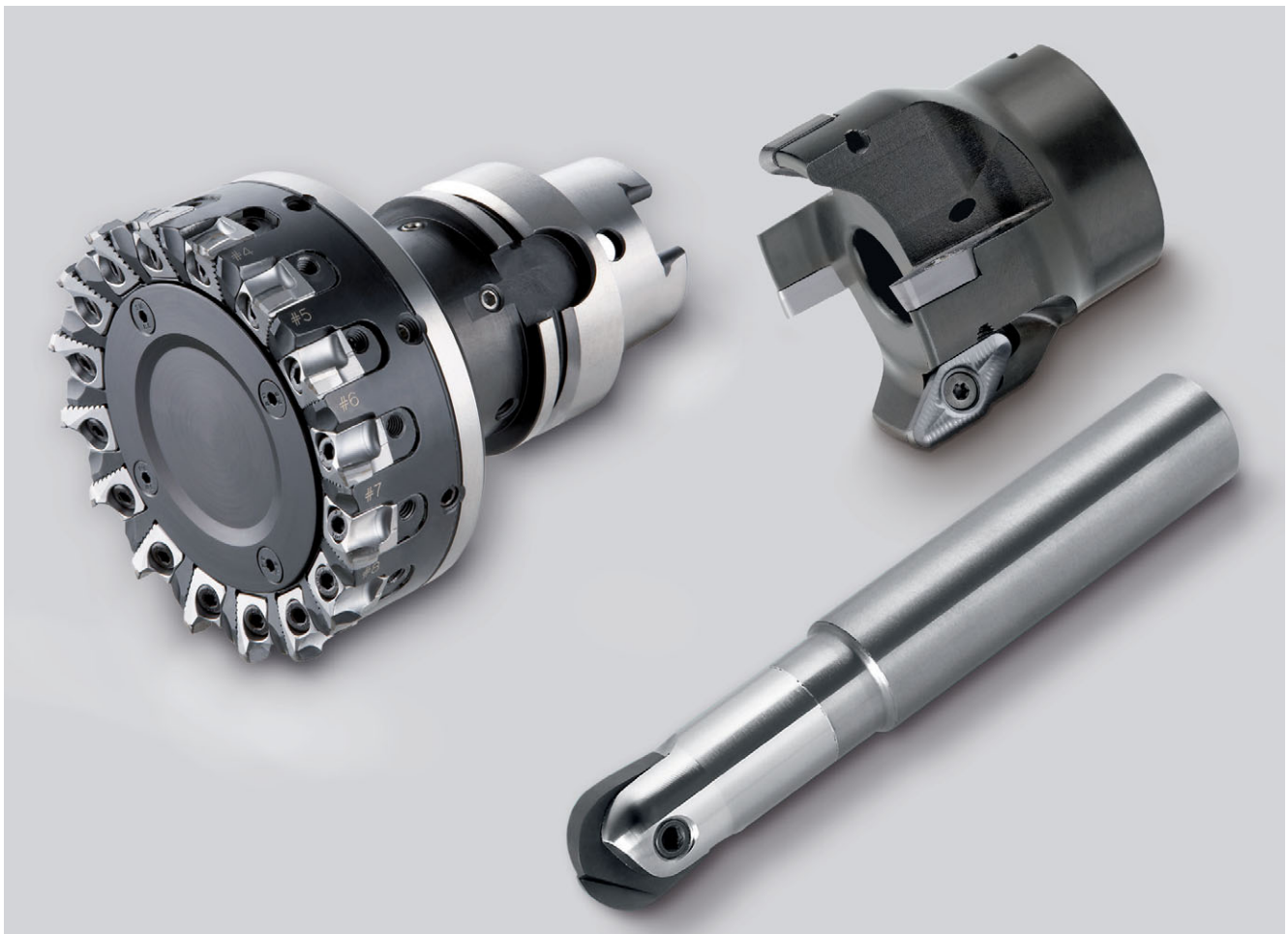
Inside the new segment for Composites & Plastics machining, LMT Tool Systems has also joined its competences in machining 3D geometries in various non-metal materials under the title “Die and Mould”. This particular field of applications covers any classic die-and-mould machining, e. g. for mock-ups, prototypes, prototype moulds or casting models, mostly using foams or resins, but it also is dedicated to milling of forms and moulds made of high-density fibreglass compounds like G10 or G11 and finally very similar applications may also be found in other industries like e. g. finishing of plastic inlays for knee prostheses.

The cutting tool competence of LMT Tool Systems

LMT Kieninger – our specialist for Die and Mould making – offers, in cooperation with LMT Fette milling specialists, a complete standard milling programme dedicated to all prototype and mould makers. Specific PCD tools and PCD tipped inserts do complete this offer for 3D milling.

LMT Onsrud – our specialist for thermoplastics machining has created a particular offer of solid carbide tools for mould making and medical industry.

For more information contact:
mouldanddie@lmt-tools.com



Ein Produktkatalog, der sich mit der Zerspanung von Composites & Plastics befasst, ist sicherlich nicht das geeignete Medium für eine Grundlagenschulung über Kunststoffe, ihre chemischen Zusammensetzung und Eigenschaften. Dennoch ist es notwendig, einige für die mechanische Bearbeitung relevante Eigenschaften hervorzuheben, insbesondere in Abgrenzung zu typischen Eigenschaften von Metallen.

Kunststoffe werden im Allgemeinen in 3 Hauptgruppen unterteilt: Elastomere, Thermoplaste und Duromere.

Elastomere werden überwiegend in Anwendungen aus der Hydraulik und Pneumatik eingesetzt. Die Herstellung dieser Komponenten erfordert nur selten eine mechanische Nachbearbeitung. Aus diesem Grunde werden wir uns im Folgenden auf die spezifischen Eigenschaften von Thermo- und Duroplasten konzentrieren.

Eigenschaften von Thermoplasten

Thermoplaste sind Einkomponenten-Werkstoffe und bestehen aus wenig oder nicht verzweigten Kohlenstoffketten. Sie sind nicht toxisch und können, ähnlich wie Metalle, innerhalb eines bestimmten Temperaturbereichs beliebig oft zwischen einem flüssigen, teigigen und festen Zustand wechseln. Das bedeutet auch, dass die mechanischen Eigenschaften wie Härte, Festigkeit und Zähigkeit temperaturabhängig variieren. Erst oberhalb einer Maximaltemperatur werden Thermoplaste irreversibel geschädigt. Aufgrund dieser Eigenschaft sind Thermoplaste sehr gut für Ur- (z. B. Spritzgießen) oder Umformverfahren (z. B. Tiefziehen) geeignet. In Verbindungen mit Füllstoffen oder Fasern nutzt man häufig die reversiblen Eigenschaften der Thermoplaste um zunächst Halbzeuge wie z. B. imprägnierte Faserbündel oder kurzfaserverstärkte Platten herzustellen, die dann in einem zweiten Formgebungsprozess zum fertigen Bauteil weiterverarbeitet werden.

Innerhalb der Familie der Thermoplaste unterscheidet man zwischen amorphen und teilkristallinen Materialien. Amorphe Thermoplaste zeichnen sich durch ungeordnete, nicht verzweigte Molekülketten aus und sind im ungefärbten, nicht verformten Zustand transparent. Typische amorphe Thermoplaste sind PMMA und PC¹⁾. Teilkristalline Thermoplaste hingegen weisen verzweigte Molekülketten auf und sind nicht transparent (z. B. PA, POM). In ihrem Gebrauchsbereich verhalten sich beide Arten ähnlich wie NE-Metalle, jedoch mit deutlich höheren Zähigkeits- und Elastizitätswerten.

Wichtig für die Zerspanung von Thermoplasten

- Stark temperaturabhängige mechanische Kennwerte bis hin zum flüssigen Zustand.
- In einem bestimmten Temperaturbereich reversibel.
- Eher elastisch und zäh, bildet i. d. R. Späne wie NE-Metalle.

A product catalogue addressing the machining of composites & plastics is certainly not the appropriate medium for a basic training regarding plastics, its chemical composition and properties. Nevertheless, it is necessary to emphasize some properties relevant for the machining, in particular to differentiate them from typical properties of metals.

Plastics are generally being divided into 3 main groups: elastomers, thermoplastics and duroplastics.

Elastomers are mainly being used in hydraulic and pneumatic applications. The production of such components rarely requires a subsequent machining. Therefore, we will concentrate in the following on the specific properties of thermo- and duroplastics.

Properties of thermoplastics

Thermoplastics are one-component materials and consist of scarcely or non-branched chains of carbon molecules. They are non-toxic and able to switch within a certain temperature range as often as desired between a liquid, dough-like and solid state, similar to metals. That implies that the mechanical properties like hardness, strength and toughness are temperature-dependent. Thermoplastics are being irreversibly damaged only above a maximum temperature. Due to this property, thermoplastics are particularly suitable for master moulds (e.g. injection moulding) or forming and moulding technology (e.g. deep-drawing). In connection with filling material or fiber, the irreversible properties of thermoplastics are often being used to firstly produce semi-finished products e.g. impregnated fiber bundles or short-fiber-reinforced boards, which will subsequently be processed in a second moulding process to a finished component.

Within the family of thermoplastics we distinguish between amorphous and semi-crystalline materials. Amorphous thermoplastics are characterized by subordinated, non-branched molecular chains and are transparent when uncolored and not deformed. Typical amorphous thermoplastics are PMMA and PC¹⁾. Semi-crystalline thermoplastics however, have branched molecular chains and are not transparent (e.g. PA, POM). Within their field of use, both types perform similar to non-ferrous metals, however, with considerably higher toughness and elasticity values.

Important for the machining of thermoplastics

- Strongly temperature-depending mechanical characteristic values up to a liquid state.
- Reversible within a certain temperature range.
- Rather elastic and tough, normally forms chips like non-ferrous metals.

¹⁾ Die Werkstoffbezeichnungen zu den verwendeten Abkürzungen finden Sie in der Auswahlübersicht auf Seite 6–10.
Please refer to the selection tables page 6–10 for the complete material designation.

Eigenschaften von Duromeren (oder auch Duroplasten)

Duromere sind Mehrkomponenten-Werkstoffe und werden aus zwei Komponenten, dem Harz und einem Härter, hergestellt. Diese Komponenten gehen eine irreversible chemische Verbindung ein. Der exotherme Aushärtprozess findet häufig in einem definierten Temperaturbereich statt bzw. wird erst ab einer bestimmten Schwellentemperatur aktiviert.

Nach der vollständigen, irreversiblen Aushärtung weisen Duromere bis zu einer Maximaltemperatur nahezu konstante mechanische Eigenschaften auf. Nach ihrer Aushärtung sind Duromere nahezu amorph, hart und spröde, d. h. sie weisen eine sehr geringe Bruchdehnung auf. Typische Duromere sind EP oder VP¹⁾.

Bei der Verarbeitung kennzeichnet Duromere eine sehr geringe Viskosität. Da sie selten ohne Füllstoffe verarbeitet werden, erfolgt die Verarbeitung häufig in Imprägnier- oder Injektionsverfahren. Die temperaturabhängige Aktivierung des Härteprozesses macht man sich bei der Herstellung duroplastischer Halbzeuge zunutze: die sogenannten „Thermosets“ werden zur Weiterverarbeitung in bereits gemischtem Zustand gelagert. Im Gegensatz zu Thermoplasten ist ihr Zustand aber nicht chemisch stabil, d. h. sie sind nach einer max. Lagerdauer nicht mehr verwendbar.

Wichtig für die Zerspanung von Duromeren

- Nahezu konstante mechanische Eigenschaften bis zur Maximaltemperatur.
- Nach der Formgebung irreversibel ausgehärtet.
- Eher hart und spröde, bildet i. d. R. keine Späne sondern Staub.

Wesentliche Unterschiede zu Metallen hinsichtlich der Zerspanung

Während bei Metallen die Wärmebildung direkt an der Schneide erforderlich ist, um einen Span zu bilden, ist bei der Kunststoffbearbeitung genau das Gegenteil der Fall:

Thermoplaste bilden bereits bei Raumtemperatur Späne, hier wirkt sich eine zusätzliche Wärmeeinbringung tendenziell negativ aus, da bei höheren Temperaturen die Viskosität abnimmt (die Späne werden weicher und länger und können am Werkzeug anhaften bzw. aufschmelzen). Duromere hingegen weisen über ihren gesamten Einsatztemperaturbereich nahezu konstante Eigenschaften aus. Die Temperatur an der Schneide hat bei ihnen keinerlei Einfluss auf die Spanbildung.

Nachdem Thermoplaste wie Duromere oberhalb einer Maximaltemperatur irreversibel geschädigt werden, ist die **Wärmebildung** während des Zerspanungsprozesses grundsätzlich zu **minimieren**. Je höher die Bruchdehnung des Werkstoffes, desto stärker ist zudem die Temperaturabhängigkeit ihrer mechanischen Eigenschaften. So kann auch schon eine geringere Erwärmung an der Werkstückoberfläche zu unerwünschten Effekten führen (z. B. Verschmieren, Schuppenbildung, Eintrübung transparenter Kunststoffe).

Properties of duroplastics (also thermosets)

Duroplastics are multi-component materials and are made of two components: resin and setting agent. These components undergo an irreversible chemical compound. The exothermic curing process commonly takes place within a defined temperature range respectively it will only be activated at a certain threshold temperature.

After complete, irreversible curing, duroplastics show almost constant mechanical properties up to a maximum temperature. After its curing, thermosets are almost amorphous, hard and brittle. This means they show a very low ductile yield. Typical duroplastics are EP or VP¹⁾.

During processing, duroplastics are characterized by a very low viscosity. As they are very rarely being processed without filling material, the processing is carried out mostly by means of impregnation or injection techniques. The temperature-depending activation of the curing process is being exploited during the production of duroplastic half-finished products: the so-called “thermosets” are being stored for further processing in an already mixed state. However, in contrast to thermoplastics their state is not chemically stable; this means they cannot longer be used after a maximum duration of storage.

Important for the machining of duroplastics

- Almost constant mechanical properties up to a maximum temperature.
- After processing irreversible cured.
- Rather hard and brittle, normally forms no chips but dust.

Important divergences from metals regarding the machining

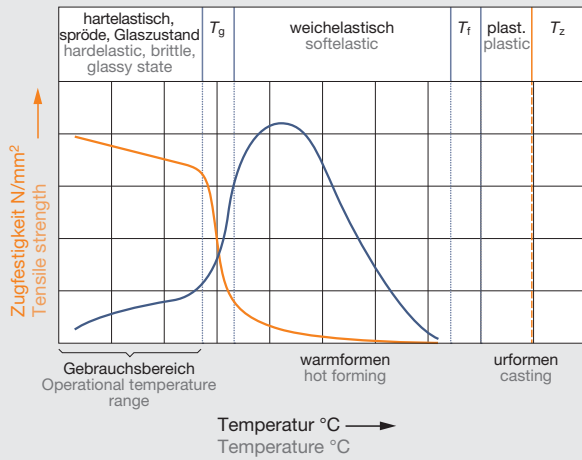
While metals need a heat formation directly at the cutting edge to form a chip, the opposite is true regarding plastic technology: Thermoplastics already form machining at room temperature, an additional heat input tends to have a negative impact, as the viscosity reduces at higher temperatures (the chips become softer and longer and might adhere or melt to the tool). Duroplastics, however, show almost constant characteristics over their entire operating temperature range. In view of duroplastics, the temperature at the cutting edge does not have any influence on the chip forming.

As thermoplastics are being irreversibly damaged above a maximum temperature like duroplastics, the **heat formation** during machining process has to be **minimized** as a matter of principle. The higher the ductile yield of the material, the stronger the temperature-dependence of their mechanical characteristics. Already a minimal heating of the workpiece surface may lead to undesired effects (e.g. smear, flaking, clouding of transparent plastics).

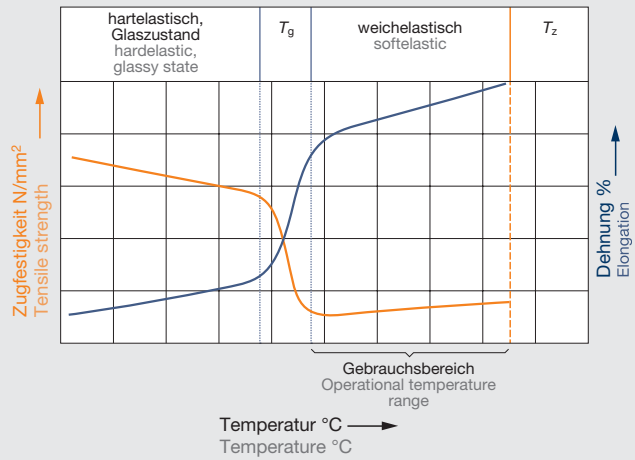
¹⁾ Die Werkstoffbezeichnungen zu den verwendeten Abkürzungen finden Sie in der Auswahlübersicht auf Seite 6–10.
Please refer to the selection tables page 6–10 for the complete material designation.

Zustandsdiagramme
Material characteristics

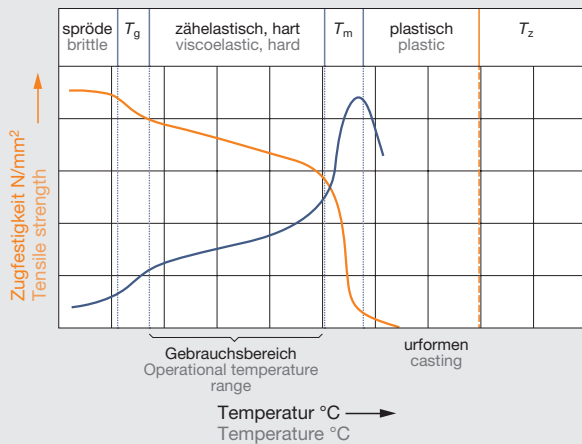
Amorphe Thermoplaste
Amorphous thermoplastics



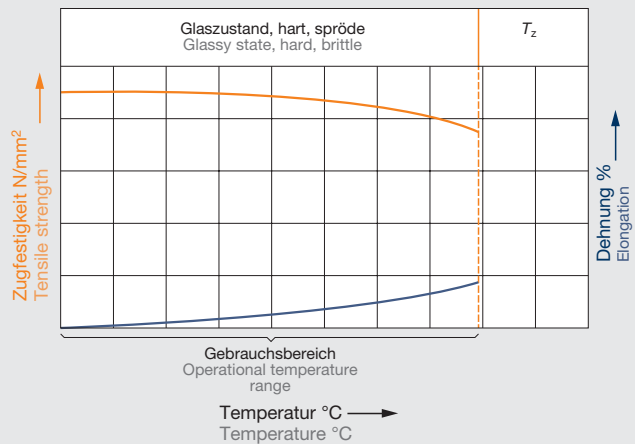
Elastomere
Elastomers



Teilkristalline Thermoplaste
Semi-crystalline thermoplastics



Duromere
Duroplastics



Die folgenden Empfehlungen beziehen sich zunächst auf ungefüllte Kunststoffe. Wie oben bereits erwähnt spielen bei der mechanischen Bearbeitung von Kunststoffen allgemein zwei Faktoren eine ganz wesentliche Rolle:

- Ihre Zähigkeit, welche sich wiederum durch die Kenngröße ihrer Bruchdehnung ausdrücken lässt sowie
- ihr Einsatztemperaturbereich, d. h. der Temperaturbereich, in welchem der jeweilige Kunststoff seine optimalen Festigkeitswerte aufweist.

Das nachfolgende Diagramm stellt die gängigsten Thermoplaste und Duromere anhand ihrer Bruchdehnung über dem Einsatztemperaturbereich (Bandbreite der maximalen Dauertemperatur innerhalb einer Werkstoffgruppe) dar. Zum Vergleich sind die Durchschnittswerte von Aluminium angegeben.

Anhand dieser beiden Kenngrößen lassen sich alle Kunststoffe in zwei Cluster unterteilen, welche in sich sehr ähnliche Eigenschaften bei der Zerspaltung aufweisen:

- Standardkunststoffe SP und
- Hochleistungskunststoffe HP.

Anhaltspunkte zur Werkzeugauswahl

Hochleistungskunststoffe HP

- Je niedriger die Bruchdehnung, desto kleiner der Spanwinkel und größer Keilwinkel. Der optimale Schneidstoff ist PKD.
- Bei höheren Bruchdehnungen (z. B. weiches PEEK) nimmt der Spanwinkel zu während der Keilwinkel reduziert werden muss. Der optimale Schneidstoff ist beschichtetes Vollhartmetall.

Standardkunststoffe SP

- Generell benötigen SP größere Spanwinkel als HP. Auch hier gilt: je niedriger die Bruchdehnung, desto kleiner kann der Spanwinkel ausfallen.
- Je größer die Bruchdehnung ist, desto größer sollte der Freiwinkel gewählt werden. Bei transparenten SP empfiehlt sich zudem ein Facettenschliff.
- Der optimale Schneidstoff für SP ohne Füll- und Zusatzstoffe ist unbeschichtetes Hartmetall, bei anspruchsvollen Schlichtoperationen sind jedoch geläppte PKD oder MKD Schneiden erforderlich.

Zahnvorschub ist ein entscheidender Faktor

Je mehr Material mit einem Schnitt abgetragen wird, desto weniger Wärme wird im Verhältnis zum abgetragenen Material freigesetzt. Deshalb ist der Zahnvorschub eine entscheidende Stellschraube, um die Hitzeeinwirkung auf den Werkstoff zu reduzieren.

Prämissen für die Bearbeitung von Kunststoffen generell

- Wärmebildung vermeiden durch
 - die Auswahl der geeigneten Werkzeuggeometrie und
 - die Maximierung des Zahnvorschubs.
- Entstehende Wärme schnell vom Werkstück abführen durch
 - Bearbeitung im Gegenlauf (bei Fräsoperationen),
 - eine effiziente Absaugung an der Spindel und
 - Kühlung durch Luft (Einsatz anderer Kühlmittel nur bei Verträglichkeit mit dem jeweiligen Werkstoff).

The following recommendations initially refer to unfilled plastics. As mentioned above, two factors generally play a decisive role regarding the machining of plastics:

- Its ductility, which can be expressed by the parameter of its ductile yield as well as
- its operation temperature range, which is the temperature range in which the respective plastic shows its optimum strength values.

The following diagram shows the most common thermoplastics and duroplastics with its ductile yields over the operation temperature range (range of maximum continuous temperature within one group of material). For comparison the average values of aluminum are given.

With these two parameters, all plastics may be divided into two clusters, which within themselves show very similar machining properties:

- Standard plastics SP and
- High-performance plastics HP.

Criteria for tool selection

High-performance plastics HP

- The lower the ductile yield, the smaller the rake angle and the larger the wedge angle. The optimum cutting material is PCD.
- At higher ductile yields (e.g. soft PEEK) the rake angle increases while the wedge angle has to be reduced. The optimum cutting material is coated solid carbide.

Standard plastics SP

- SP need generally a higher rake angle as HP. The rule is also true for SP: the lower the ductile yield, the smaller the angle of rake may be.
- The larger the ductile yield, the larger the clearance angle should be selected. At transparent SP it is recommended to use a faceted tool.
- The optimum cutting material for SP without filling material and additives is uncoated carbide, for demanding finishing operations however, lapped PCD or MCD cutting edges are necessary.

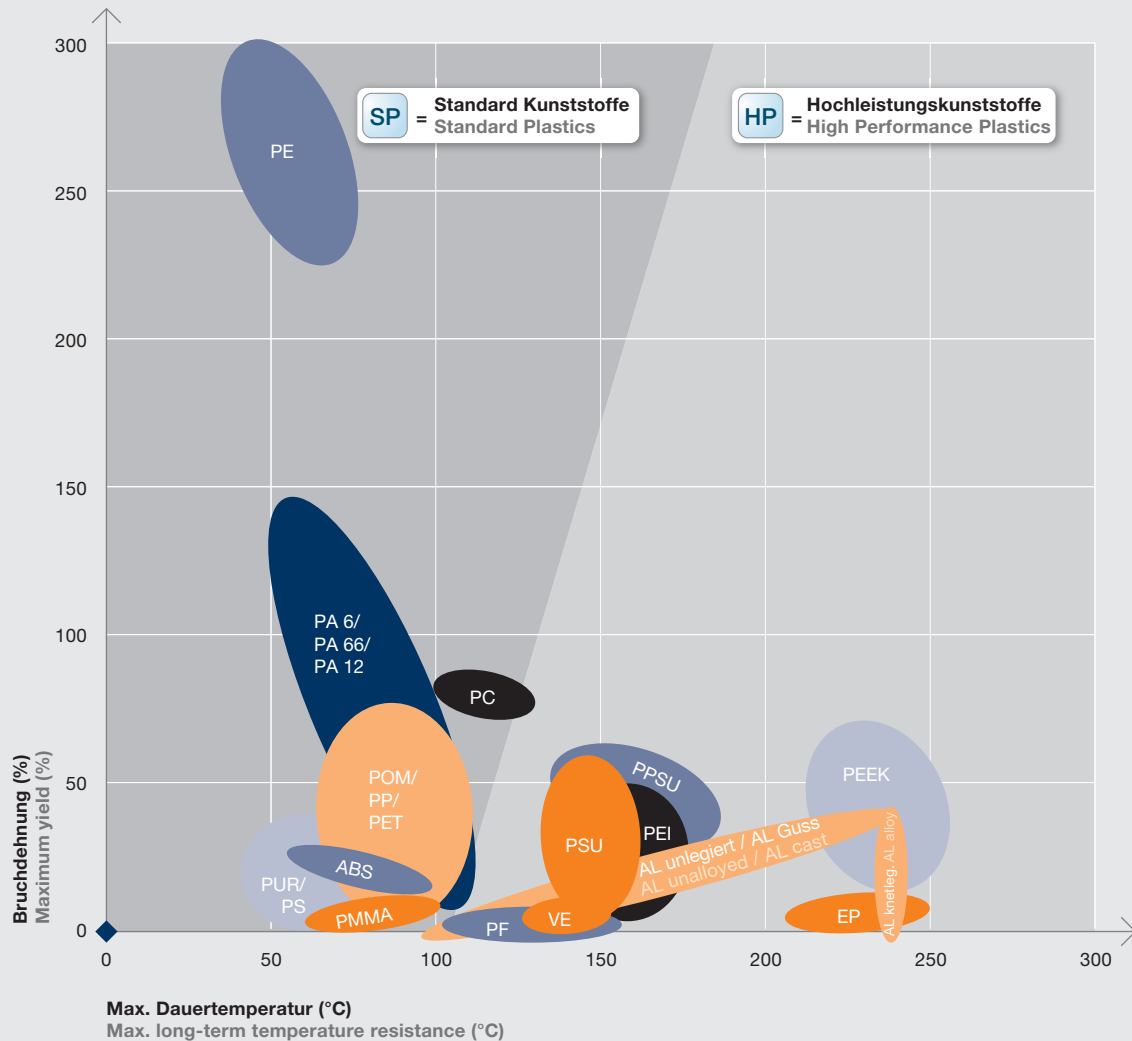
The feed per tooth is a decisive factor

The more material is removed with one cut, the less heat is being released in proportion to the removed material. Therefore, the feed per tooth is a decisive setting screw in order to reduce the heat impact on the material.

General premises for plastic processing

- Avoid a heat generation by
 - selecting the appropriate tool geometry and
 - the maximization of the feed per tooth.
- Dissipate generated heat quickly from the work piece by
 - upcut milling,
 - an efficient dust extraction at the spindle and
 - cooling by air (use of different coolant only if compatible with the resp. material).

Bruchdehnung und thermischer Einsatzbereich von Thermo- und Duroplasten im Vergleich zu Aluminium
Ductile yield and the thermal operating range of thermoplastics and duroplastics compared to aluminum



Die angegebenen Werte sind Richtwerte und können, je nach Art und Menge der Additive (Zusätze) variieren.
Weichmacher, Stabilisatoren, Farbstoffe und Füllstoffe werden häufig als Additive verwendet um das Bauteil auf die jeweiligen Bedürfnisse anzupassen.
The given values are standard values and may vary depending on kind and quantity of additives (admixtures).
Plasticisers, stabilisers, colorants and filling materials are often used as additives in order to match the component with the respective needs.

Moderner konstruktiver Leichtbau setzt zunehmend auf faserverstärkte Kunststoffverbunde (im Folgenden FRP). Ein umfassender Überblick ist an dieser Stelle nicht möglich und sinnvoll. Im Folgenden werden lediglich die wichtigsten zerspannungsrelevanten Kriterien für die häufigsten Anwendungen angesprochen.

Die Faser

Grundsätzlich kann jede Art von Faser zu einem Verbund weiterverarbeitet werden. Welche Faser in welcher Anwendung zum Einsatz kommt hängt von den physikalischen Eigenschaften wie z. B. der Zugfestigkeit, den chemischen Eigenschaften wie z. B. UV-Beständigkeit aber auch ganz wesentlich von wirtschaftlichen Aspekten ab. Neben den direkten Herstellkosten spielt dabei auch die Umweltverträglichkeit, insbesondere die Recyclingfähigkeit eine wichtige Rolle.

Den weltweit größten Anteil an Faserverbundwerkstoffen haben Glasfaserverbunde (GFK), die für viele Anwendungen das optimale Kosten-Nutzen-Verhältnis bieten. Extremer Leichtbau und extreme mechanische Eigenschaften können jedoch nur mit Kohlenstofffaserverbunden (CFK) erreicht werden. Biofasern und mineralische Fasern gewinnen zwar an Bedeutung, haben aber noch einen vernachlässigbaren Marktanteil und werden daher an dieser Stelle auch nicht weiter behandelt.

- Glasfasern sind spröde und besitzen eine hohe Zugfestigkeit.
- Carbonfasern sind ebenfalls spröde, besitzen aber eine um ein Vielfaches höhere Zugfestigkeit.
- Aramid- bzw. Kevlarfasern sind mit der Carbonfaser verwandt, zeichnen sich aber durch eine deutlich höhere Zähigkeit und Bruchdehnung aus.

Die Fasern können in unterschiedlicher Form in einen Verbundwerkstoff eingebracht werden. Für die Ver- und Bearbeitung unterscheidet man insbesondere:

- Kurzfasern,
- Lang- oder Endlosfasern und
- Gewebe.

Die Matrix

Als Matrix bezeichnet man das „Bindemittel“, durch welches die Fasern zusammengehalten werden. Generell werden Faserverbunde sowohl mit Thermoplasten als auch mit Duromeren hergestellt, auf die unterschiedlichen Herstellverfahren soll an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden. Die zerspannungsrelevanten Eigenschaften der Matrixwerkstoffe sind bereits ausreichend in den vorangehenden Abschnitten beschrieben.

Wichtig zum Verständnis der Zerspanungsmechanismen sind hinsichtlich der Matrix 2 Punkte:

- Der Matrixwerkstoff an sich ist isotrop oder quasiisotrop, d. h. die mechanischen Eigenschaften sind in allen Richtungen gleich.
- Es besteht keine chemische Verbindung zwischen Matrix und Faser. Die Faser wird lediglich von der Matrix umschlossen.

A modern and constructive lightweight design is based on fiber-reinforced plastic composites (hereinafter named FRP). At this point, an exhaustive overview is not possible and practical. In the following, only the most important machining criteria for the most common applications will be touched upon.

The fiber

Generally, every kind of fiber can be further processed to a compound. Which fiber is used within which application depends on the physical properties like e.g. tensile strength, the chemical properties like e.g. UV resistance but also essentially on economic aspects. Besides the direct manufacturing costs, also the environmental compatibility, in particular the recyclability is an important factor.

Fiberglass composites (GFRP) form the world's largest share in fiber composite. They offer the optimum cost-benefit ratio for many applications. Extreme lightweight construction and extreme mechanical properties may however, only be reached by means of carbon fiber composites (CFRP). Organic fiber and mineral fibers currently gain in importance, but still have a negligible market share and will therefore not be dealt with any further at this point.

- Glass fiber is brittle and has a high tensile strength.
- Carbon fiber is brittle as well; however, it has a much higher tensile strength.
- Aramide and Kevlar fibers are related with carbon fibers, but feature a decisively higher ductility and ductile yield.

Fibers can be placed in different ways in a composite. For treatment and processing we particularly distinguish between:

- short fibers,
- long or endless fiber and
- fabric.

The matrix

Matrix describes the “binding agent” through which the fibers are being held together. Generally, the fiber composites are being produced with thermoplastics as well as with duroplastics, the different manufacturing methods will not be further explained at this point. The machining properties of the matrix materials have already been described in detail in the previous sections.

To understand the machining mechanism 2 points in terms of the matrix are important:

- The matrix material in itself is isotropic or quasi-isotropic; this means that the mechanical properties are equal in all directions.
- There is no chemical compound between matrix and fiber. The fiber only encloses the matrix.

Der Faserverbund

Hinsichtlich der mechanischen Bearbeitung sind 3 Werkstoffgruppen zu unterscheiden:

- Kurzfaserverstärkte FRP sind i. d. R. quasiisotrop und werden häufig mit thermoplastischen Matrices hergestellt. Sie lassen sich dann gut als Halbzeug oder Granulat herstellen, um sie z. B. im Tiefzieh- oder Extrusionsverfahren weiter zu verarbeiten.
- Gewebeverstärkte FRP sind anisotrop und decken eine enorme Bandbreite ab. Zwischen handlaminierten Surfbrettern und Formel 1 Karosserien liegen teilweise Welten hinsichtlich der spezifischen Festigkeit.
- Lang- bzw. endlosfaserverstärkte FRP sind ebenfalls anisotrop, können aber durch das schichtweise Auftragen unidirektionaler Gelege eine lastoptimierte Ausrichtung und einen deutlich höheren Faseranteil und damit eine deutlich höhere Dichte als gewebeverstärkte FRP erreichen. Sie kommen in der Regel in hochbelasteten Bauteilen wie z. B. Flugzeugrumpfen oder Druckbehältern zum Einsatz.

Die Dichte und Zugfestigkeit sind maßgebende Eigenschaften eines Konstruktionswerkstoffes, ausschlaggebend für ihren Einsatz ist jedoch das Verhältnis zueinander: die spezifische Festigkeit.

Die nachfolgenden Grafiken zeigen, warum Faserverbundwerkstoffe optimal für den Leichtbau geeignet sind. Insbesondere Carbonfaserverbunde sind in ihrer spezifischen Festigkeit einzigartig und Aluminium deutlich überlegen. Darüber hinaus besitzen CFK einen äußerst geringen Wärmeausdehnungskoeffizienten, eine hohe Korrosionsbeständigkeit, ein günstiges Schlag- oder Impact-Verhalten sowie eine hohe Schwingungsfestigkeit.

The fiber composite

Regarding the machining, 3 material groups are to be distinguished:

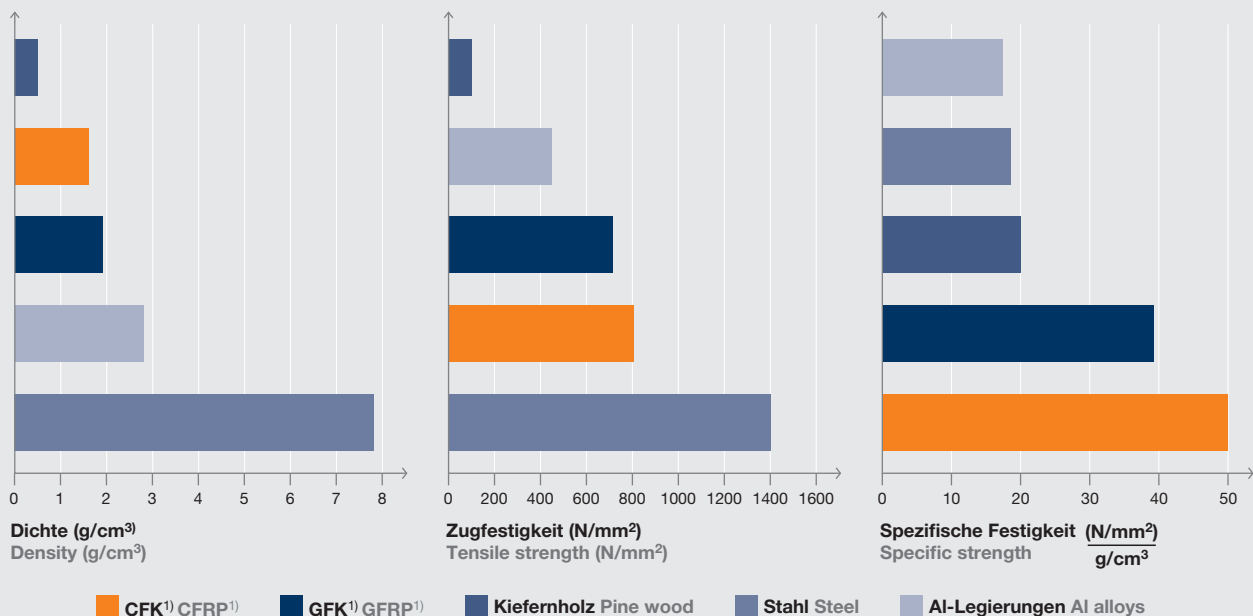
- Short fiber reinforced FRP are as a rule quasi-isotropic and are mainly produced by means of thermoplastic matrices. They can then be produced as semi-finished products or granules, to further process them e.g. by means of deep-drawing or extrusion technique.
- Fabric-reinforced FRP are anisotropic and cover an enormous range. Manual laminated surf boards and formula 1 bodies are partially worlds apart from each other in view of the specific strength.
- Long or endless fiber-reinforced FRP are as well anisotropic, but may reach a load-optimized alignment and a substantially higher fiber share and therewith a substantially higher density than fabric-reinforced FRP by means of a layer-wise applying of unidirectional fibers. They are generally being used for highly stressed components e.g. aircraft fuselages or pressure vessels.

The density and tensile strength are decisive properties of a construction material; decisive for its application is however, the relation to each other: the specific strength.

The following graphics show, why fiber composites are the perfect solution for lightweight construction. Carbon fiber composites in particular are unique in their specific strength and therefore are substantially superior to aluminum. Furthermore, CFRP have a very low coefficient of thermal expansion and a high corrosion resistance, a favorable impact resistance and a high vibration fatigue limit.

Spezifische Festigkeit von Faserverbundwerkstoffen im Vergleich zu Holz, Aluminium und Stahl

Specific strength of fiber reinforced plastics compared to wood, aluminum and steel



¹⁾ Faserorientierung Fiber orientation 0°/± 45° = 1/1

Allerdings ist die Bandbreite der mechanischen Eigenschaften von Faserverbundwerkstoffen groß. Die nachfolgende Tabelle zeigt einige typische glas- und carbonfaserverstärkte Thermoplaste (GF und CF) sowie einen duroplastischen Carbonfaserverbund (EP-CF) im Vergleich zu Stahl und Aluminium. Hier wird deutlich, dass ein Faserverbund nicht grundsätzlich Metalle ersetzen kann sondern dem Lastfall angemessen eingesetzt werden muss.

However, there is a wide range of mechanical properties regarding fiber composites. The following table shows some typical glass and carbon fiber reinforced thermoplastics (GF and CF) as well as a duroplastic carbon fiber composite (EP-CF) compared to steel and aluminum. It becomes clear, that a fiber composite cannot generally replace metal but has to be used appropriate to the specific load case.

Zugfestigkeit, Dichte und E-Modul von häufig eingesetzten GFK und CFK im Vergleich zu Aluminium und Stahl			
Tensile strength, density and E-module of commonly used GFK and CFK compared to aluminum and steel			
	Zugfestigkeit Tensile strength N/mm²	Dichte Density g/cm³	E-Modul E-module N/mm²
PEEK CF30	224	1,44	13000
PA66 GF30	110	1,29	5200
POM GF25	130	1,58	8800
PP GF30	83	1,14	6700
CFK (EP-CFHT60)	3400	1,7	120000
Stahl Steel	1100	7,8	210000
Al-Legierung Al alloys	350	2,8	70000

Die angegebenen Werte sind Richtwerte und können, je nach Art und Menge der Additive (Zusätze) variieren.
 The given values are standard values and may vary depending on kind and quantity of additives (admixtures).

Wie im vorangehenden Abschnitt bereits erwähnt, ist die Vielfalt und Bandbreite der FRP enorm. Die nachfolgenden Empfehlungen können somit nicht umfassend sein sondern werden sich auf die wesentlichen Faktoren bei der Bearbeitung der gängigsten FRP beschränken.

Kriterien der Bearbeitungsqualität

- Vermeiden einer mechanischen Schädigung des Bauteils (sog. Delamination),
- erzeugen glatter Werkstückoberflächen sowie sauberer und gratfreier Kanten,
- einhalten der geforderten Fertigungstoleranzen.

Kriterien der Wirtschaftlichkeit

- Reduzierung der Bearbeitungszeit,
- optimieren der Prozesssicherheit und
- Maximierung der Werkzeugstandzeiten.

Fragen vor der Auswahl eines Werkzeuges

- Welche Matrix (Thermoplast, Duroplast, Hochleistungskunststoff oder Standardkunststoff)?
- Welches Fasermaterial (Glas, Carbon, Kevlar, sonstige ...)?
- Welcher Faservolumengehalt (in Prozent)?
- Wie ist die Faser eingebracht (nicht orientierte Kurzfaser, unidirektionale Gelege, Gewebe, ...)?

Verhalten der Faser bei der Bearbeitung

Generell gilt für Glas-, Carbon- und Kevlarfasern: Die Faser wird geschert, nicht geschnitten. Unterschiede gibt es hier durch unterschiedliche Zähigkeiten. Als Besonderheit soll an dieser Stelle die Kevlarfaser hervorgehoben werden, welche aufgrund einer hohen Zähigkeit spezielle Werkzeuglösungen beim Fräsen und Bohren erforderlich macht (siehe Auswahlübersicht).

Um eine optimale Scherwirkung an der Faser zu erzielen, ist

- Werkstückseitig darauf zu achten, dass die Faser in der Matrix abgestützt bleibt (Bearbeitung im Gegenlauf),
- Werkzeugseitig eine scharfe Schneide erforderlich, um möglichst viel Druck auf einer kleinen Scherfläche zu erzeugen.

Delamination

Unter Delamination versteht man eine lokale Ablösung einzelner Faserlagen innerhalb des Werkstoffs und dadurch einen lokalen Verlust seiner Festigkeit. Beim Bohren treten Delaminationen insbesondere an der Werkstückober- und Unterkante auf (sog. Peel-up oder Push-out), subtiler sind jedoch Ablösungen in den Kernschichten des Werkstoffes, da diese schwer zu erkennen sind und insbesondere bei einer Dauerbelastung zu gravierenden Folgeschäden führen können.

Die wesentlichen Ursachen der Delamination sind eine

- lokale Überhitzung und dadurch Verlust der mechanischen Eigenschaften der Matrix (resin burn),
- Schälbelastung durch zu starken axialen Druck/Zug (push-out) oder Reibung (peel-up) und
- hochfrequente Schwingungen im Eigenfrequenzbereich.

As mentioned in the previous section, the diversity and range of FRP is enormous. The following recommendations are therefore not comprehensive but are limited to the essential factors of the processing of the most common FRP.

Criteria of machining quality

- Avoid a mechanical damage to the component (so-called delamination),
- produce a smooth workpiece surface as well as ideal and burr-free edges,
- comply with all required manufacturing tolerances.

Criteria of efficiency

- Reduction of processing time,
- optimization of process reliability and
- maximization of tool-life.

Questions prior to the selection of a tool

- Which matrix (thermoplastics, duroplastics, high-performance plastics or standard plastics)?
- Which fiber material (glass, carbon, Kevlar, other ...)?
- Which fiber volume content (in percent)?
- How is the fiber being implemented (non-oriented short fiber, unidirectional fabrics, fabrics ...)?

Fiber conduct during processing

As a general rule, the following applies to glass, carbon and Kevlar fiber: The fiber is being sheared, not cut. There are differences due to different ductility. The Kevlar fiber needs to be highlighted in particular, as it makes special tooling solutions necessary regarding milling and drilling due to a high ductility (see overview).

To reach the best shearing effect at the fiber, you must ensure

- that the fiber remains supported within the matrix in view of the workpiece,
- that a sharp cutting edge is necessary, in order to generate a quite high pressure on a very small shearing area.

Delamination

Delamination means a local separation of single fiber layers within the material and thereby a local loss of solidity. During drilling operations delaminations occur particularly at the upper or lower edge of the workpiece (so-called peel-up or push-out), more subtle however, are separations within the core layer of the material, as these are difficult to detect and may lead to serious consequential damages especially during continuous strain.

The essential causes for a delamination are

- a local overheating and thereby a loss of mechanical properties of the matrix (resin burn),
- a peeling stress due to a too strong axial pressure/traction (push-out) or friction (peel-up) and
- high-frequency vibrations in the natural frequency range.

Ausbrüche und Faserüberstände

Ausbrüche und Faserüberstände sind eine Form von Delamination, in der Regel jedoch ohne Stabilitätsverlust am Bauteil. Die Folgen von Faserüberständen und Ausbrüchen sind eher eine unerwünschte Optik oder Montageprobleme.

Ausbrüche entstehen insbesondere in spröden Matrixwerkstoffen, insbesondere Duromeren wie Epoxidharz (EP), Faserüberstände entstehen, wenn die Faser nicht ausreichend in der Matrix abgestützt ist und vom Werkzeug nicht abgesichert werden kann.

Die häufigsten Ursachen sind

- Eine stumpfe oder zu stark verrundete Schneide (mangelnder Schereffekt),
- zu starker axialer Zug oder Druck durch das Werkzeug (Drall) oder
- Vibrationen (Werkzeug „schlägt“ Stücke aus der spröden Matrix heraus).

Kompressionstechnologie

Allgemeingültige Regeln für das optimale Werkzeug gibt es nicht, zu unterschiedlich sind die branchen- und prozessspezifischen Anforderungen. Das Beispiel der Kompressionstechnologie als typisches FRP-Werkzeug zeigt jedoch, dass Analogien zur Holz-zerspaltung häufig zielführender sind, als Ableitungen aus der Metallbearbeitung.

Kompressionsfräser besitzen gegenläufigen Drallrichtungen und „drücken“ somit gegen die Werkstückober- und Unterseite. Dadurch eine optimale Scherwirkung erreicht, wodurch extrem saubere Werkstückkanten entstehen. Zusätzlich heben sich die Axialkräfte weitgehend auf, was das Delaminationsrisiko verringert und die Vibrationsneigung minimiert.

Eingeschränkt sind Kompressionswerkzeuge allerdings in der Spanabführung. Insbesondere bei Vollnut-Operationen und in weichen Werkstoffen ist der Einsatz dieses Werkzeugtyps (siehe Seite 32, 35) nur eingeschränkt möglich.

Allgemeingültige Regeln zum optimalen Schneidstoff

- Eine Bearbeitung von carbonfaserverstärkten Materialien sollte immer mit einem verschleißresistenten Werkzeug erfolgen. Optimale Schneidstoffe sind PKD oder Hartmetall mit Diamant- oder Carbonbeschichtung.
- Glasfaserverstärkte Werkstoffe erfordern ebenfalls einen Abrasionsschutz für das Werkzeug, das beste Kosten-Nutzen-Verhältnis erreicht man hier mit klassischen PVD Dünnschichten (z. B. AlTiN).
- Lediglich für kurzfaserverstärkte Thermoplaste mit geringem Faseranteil (< 20 %) können sinnvoll mit unbeschichteten Werkzeugen bearbeitet werden.

Edge chipping and fiber rip out

Edge chipping and fiber rip out are a type of delamination. However, they normally do not cause any loss of stability in the component. The consequences of excess lengths of fiber and cracked surfaces are rather an unwanted appearances or assembly problem.

Cracked surfaces occur particularly within brittle matrix materials, especially duroplastics like epoxy resin (EP), excess lengths of fiber occur, if the fiber is not adequately supported within the matrix and cannot be sheared off by the tool.

The most common causes are

- a blunt or too strongly chamfered cutting edge (insufficient shearing effect),
- a too strong a traction or pressure due to the tool (helix) or
- vibrations (tool “hits out” pieces from the brittle matrix).

Compression technology

There are no generalities for the optimum tool as the branch and process specific requirements vary too widely. However, the example of the compression technology as typical FRP-tool shows that analogies to the machining of wood are often more efficient than derivations from metalworking.

Compression milling tools have a contra-rotating twist and thereby “press” against the upper or lower side of the workpiece. Thus, an optimum shearing effect is being reached, by which extremely ideal workpiece edges are being created. In addition, the axial forces are being almost nullified which reduces the delamination risk and minimizes the vibration.

However, compression tools are limited regarding chip removal. Particularly with full slotting operations and soft materials the use of this type of tool (see page 32, 35) is only possible to a limited extent.

Generalities regarding the optimal cutting material

- A processing of carbon fiber-reinforced materials should always be done by means of an abrasion resistant tool. Optimal cutting materials are PCD or carbide with diamond or carbon coating.
- Glass fiber reinforced materials need as well an abrasion protection for the tool: the best cost-benefit-ratio is being reached with classical PVD thin-layering (e.g. AlTiN).
- Only short fiber reinforced thermoplastics with a low fiber volume (< 20 %) may be processed reasonably with uncoated materials.

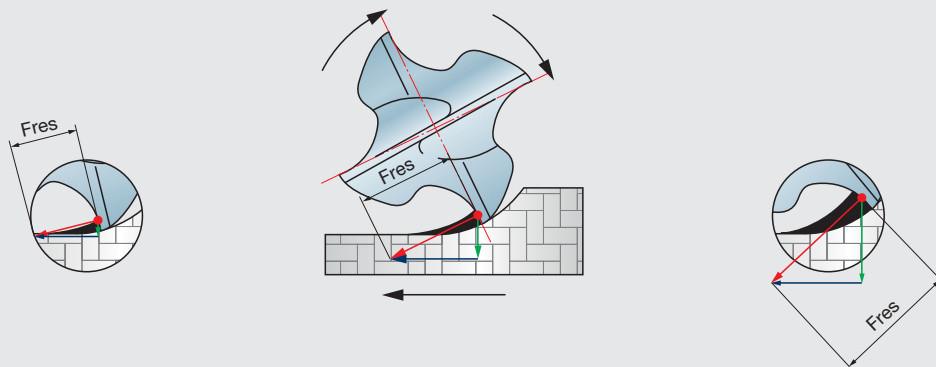
Prämissen für die Bearbeitung von Faserverstärkten Kunststoffen

- Wärmebildung vermeiden:
 - Auswahl der geeigneten Werkzeuggeometrie und
 - Maximierung des Zahnvorschubs.
- Absaugen und kühlen:
 - Effiziente Absaugung an der Spindel und
 - Kühlung durch Luft (Einsatz anderer Kühlmittel nur bei Verträglichkeit mit dem jeweiligen Werkstoff).
- Bearbeiten in einem Fertigungsgang:
 - Schruppen + Schlichten ist bei der optimalen Werkzeugauswahl nicht erforderlich, teilweise sogar kontraproduktiv.
- Maximierung von Zahnvorschub und Zustellung:
 - Der Werkstoffabtrag pro Schnitt ist das entscheidende Kriterium.
 - Alle weiteren Bearbeitungsparameter sind in Abhängigkeit von den Möglichkeiten der Maschine zu optimieren.
- Bearbeitung im Gegenlauf:
 - Führt die Wärme weg vom Bauteil,
 - reduziert die Gefahr einer mechanischen Schädigung (kein Schneidendruck senkrecht zum Bauteil),
 - erzeugt eine bessere Oberflächenqualität (Faser bleibt in der Matrix abgestützt und ermöglicht eine genauere Bearbeitung (kein „Aufschwimmen“)).

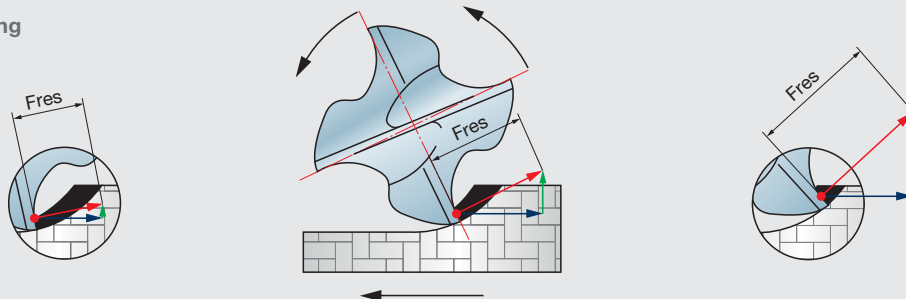
General premises for the processing of fiber reinforced plastics

- Avoid a heat generation:
 - Select the appropriate tool geometry and
 - the maximization of the feed per tooth.
- Aspirating and cooling:
 - an efficient aspiration at the spindle and
 - cooling by air (use of different coolant only if compatible with the resp. material).
- Processing in one manufacturing step:
 - With an optimally selected tool it is not necessary to do a roughing + finishing, in part both might even be counterproductive.
- Maximization of tooth feed and cutting depth:
 - The decisive criterion is a material removal per cut.
 - All further processing parameters have to be optimized depending on the possibilities of the machine.
- Conventional milling:
 - Removes heat from the component,
 - reduces the risk of a mechanical damage (no pressure perpendicular to the component),
 - creates a better surface quality (fiber remains supported within the matrix) and makes a more accurate machining possible (no “floating”).

Gleichlauf
Climb milling



Gegenlauf
Conventional milling



Fres = resultierende Kraft
 resulting force

Gleichlauf vs. Gegenlauf. Bei der Bearbeitung im Gegenlauf arbeitet die Schneide immer gegen maximal abgestützte Fasern, der Span und damit die Wärme wird vom Bauteil weggeführt, die Schneide kühlt ab, bevor sie wieder auf das Bauteil trifft, der Schneidendruck wirkt parallel zur Bearbeitungsrichtung.

Climb milling vs. conventional milling. During machining in upcut milling the cutting edge works always towards a maximum supported fiber, the cutting and therewith the heat is thereby being removed from the component, the cutting edge cools off before it reaches the component again, the cutting edge pressure acts parallel to the processing direction.

Allgemeingültige Zerspanungsregeln für die enorme Bandbreite an Werkstoffkombinationen sind nicht sinnvoll und können bei der enormen Dynamik der Verbundwerkstoff-Technologie nie umfassend sein. Für konkrete Bearbeitungsaufgaben stehen Ihnen hier die Anwendungstechniker der LMT Tools mit Rat und Tat zur Seite.

Im Folgenden dennoch einige stichwortartige Erklärungen der Begriffe „Stack“ und „Sandwich“.

Stacks

- Typische Anwendung aus dem Flugzeugbau.
Werkstoff:
 - Mehrere Lagen CFK oder Kombinationen von CFK und Aluminium und/oder Titan gemeinsam bearbeiten
 - Schichten sind i. d. R. nicht miteinander verklebt
- In der Regel Bohrungsbearbeitung (Nietlochbohren oder Tieflochbohrungen für Schraubverbindungen) unter Einsatz von:
 - Handgeführten Bohreinheiten
 - Pneumatischen Bohrvorschubeinheiten
 - Robotern
 - Portalmaschinen
- Hauptprobleme bei der Bearbeitung:
 - Metallspäne können bei der Abfuhr die Bohrungslaubung im CFK beschädigen oder sich zwischen die Werkstoffschichten schieben
 - Unterschiedliche Wärmeausdehnungskoeffizienten führen zu Toleranzabweichungen
 - Delamination am Bohrungsein- bzw. Austritt
- Wichtige Faktoren bei der Werkzeugauswahl:
 - Anpassung der Spitzenwinkels und der Verjüngung erforderlich
 - Luftzuführung durch KM-Bohrung muss kühlen und Spanabtransport unterstützen
 - Gedrallte Spannkammern sind nahezu immer erforderlich, lediglich CFK/CFK-Kombinationen können mit gerade genuteten Werkzeugen bearbeitet werden

Sandwiches

- Der Aufbau ist generell ein mehrlagiges Gefüge aus Deckschichten, welche insbesondere auf Zugfestigkeit und/oder Optik ausgelegt werden, sowie einem oder mehreren Kernmaterialien mit niedrigem Raumgewicht.
- Typische Kernschichten:
 - Honeycomb aus phenolharzgetränktem Papier oder Aluminium
 - Schäume z. B. aus Polyurethan, Polystyrol oder Polyethylen oder auch
 - Holz
- Typische Deckschichtmaterialien:
 - CFK
 - GFK
 - Aluminium
 - kurzfaserverstärkte Thermoplaste
- Typische Bearbeitungsprobleme:
 - das Vermeiden von Gratbildung an der Deckschicht
 - dreidimensionale Bearbeitung stark orientierter Materialien wie z. B. Holz oder Honeycomb
 - stark unterschiedliche Abrasionswirkung verschiedener Schichten, ...

Universal machining rules for the enormous range of material combinations are not reasonable and can never be comprehensive due to the enormous dynamics of the composite materials technology. The application engineers of LMT Tools will be glad to advise you regarding all specific processing tasks.

In the following please find nevertheless some shorthand explanations regarding the terms “stack” and “sandwich”:

Stacks

- Typical application in the aircraft construction.
Material:
 - Several layers CFRP or combinations out of CFRP and aluminum and/or titanium jointly processed.
 - As a rule, layers are not glued together.
- As a rule drilling processes (rivet hole drilling or deep hole drilling for screwed connections) by means of:
 - Hand-guided drilling units,
 - pneumatic drill feed units,
 - robots,
 - portal machines.
- Main problems during processing:
 - Metal chips may damage the drilling reveal within the CFRP or may slide between the material layers.
 - Different coefficients of thermal expansion lead to tolerance deviations.
 - Delamination at the hole entrance or exit.
- Important factors regarding the tool selection:
 - An adjustment of the tip angle and the taper is necessary.
 - The air supply by means of coolant bore needs to cool and has to support the chip removal.
 - Helical flutes are almost always necessary, only CFRP/CFRP-combinations allow a processing by means of straight fluted tools.

Sandwiches

- The setup is generally a multilayered structure of final layers which have been particularly dimensioned on tensile strength and/or appearance, as well as on one or several core materials with low volume weight.
- Typical core layers are:
 - Honeycomb made of phenolic resin impregnated paper or aluminum,
 - foams e.g. made of polyurethane, polystyrene or polyethylene or as well as,
 - wood.
- Typical top coating materials are e.g.:
 - CFRP
 - GFRP
 - Aluminum
 - Short fiber reinforced thermoplastics
- Typical processing problems are e.g.:
 - The avoidance of feathering on the top coat,
 - three-dimensional processing of strongly oriented materials like wood or honeycomb,
 - strongly different abrasion effects of different layers, ...

1.00 inch = 0,0254 m = 2,5400 cm = 25,400 mm

inch	inch	mm	inch (mm)	mm (inch)
3/16	0.1875	4,7625	0.1875 (4,7625)	4,7625 (0.1875)
1/4	0.25	6,35	0.25 (6,35)	6,35 (0.25)
5/16	0.3125	7,9375	0.3125 (7,9375)	7,9375 (0.3125)
3/8	0.375	9,525	0.375 (9,525)	9,525 (0.375)
7/16	0.4375	11,1125	0.4375 (11,1125)	11,1125 (0.4375)
1/2	0.5	12,7	0.5 (12,7)	12,7 (0.5)
5/8	0.625	15,875	0.625 (15,875)	15,875 (0.625)
3/4	0.75	19,05	0.75 (19,05)	19,05 (0.75)
7/8	0.875	22,225	0.875 (22,225)	22,225 (0.875)
1"	1	25,4	1 (25,4)	25,4 (1)
1 1/4	1.25	31,75	1.25 (31,75)	31,75 (1.25)
1 1/2	1.5	38,1	1.5 (38,1)	38,1 (1.5)
1 3/4	1.75	44,45	1.75 (44,45)	44,45 (1.75)
2"	2	50,8	2 (50,8)	50,8 (2)
2 1/4	2.25	57,15	2.25 (57,15)	57,15 (2.25)
2 1/2	2.5	63,5	2.5 (63,5)	63,5 (2.5)
2 3/4	2.75	69,85	2.75 (69,85)	69,85 (2.75)
3"	3	76,2	3 (76,2)	76,2 (3)
3 1/4	3.25	82,55	3.25 (82,55)	82,55 (3.25)
3 1/2	3.5	88,9	3.5 (88,9)	88,9 (3.5)
3 3/4	3.75	95,25	3.75 (95,25)	95,25 (3,75)
4"	4	101,6	4 (101,6)	101,6 (4)
4 1/4	4.5	114,3	4.5 (114,3)	114,3 (4.5)
4 1/2	5	127	5 (127)	127 (5)
4 3/4	5.5	139,7	5.5 (139,7)	139,7 (5.5)
6"	6	152,4	6 (152,4)	152,4 (6)
6 1/2	6.5	165,1	6.5 (165,1)	165,1 (6.5)
7"	7	177,8	7 (177,8)	177,8 (7)
7 1/2	7.5	190,5	7.5 (190,5)	190,5 (7.5)
8"	8	203,2	8 (203,2)	203,2 (8)
8 1/2	8.5	215,9	8.5 (215,9)	215,9 (8.5)
9"	9	228,6	9 (228,6)	228,6 (9)
9 1/2	9.5	241,3	9.5 (241,3)	241,3 (9.5)
10"	10	254	10 (254)	254 (10)
10 1/2	10.5	266,7	10.5 (266,7)	266,7 (10.5)
11"	11	279,4	11 (279,4)	279,4 (11)
11 1/2	11.5	292,1	11.5 (292,1)	292,1 (11.5)
12"	12	304,8	12 (304,8)	304,8 (12)
12 1/2	12.5	317,5	12.5 (317,5)	317,5 (12.5)
13"	13	330,2	13 (330,2)	330,2 (13)
13 1/2	13.5	342,9	13.5 (342,9)	342,9 (13.5)
14"	14	355,6	14 (355,6)	355,6 (14)
14 1/2	14.5	368,3	14.5 (368,3)	368,3 (14.5)
15"	15	381	15 (381)	381 (15)

Schneidstoffe Cutting materials	
 Vollhartmetall Solid carbide	 Polykristalliner Diamant Polycrystalline Diamond
 Schnellarbeitsstahl High speed steel	 Diamantkorund Diamond grit
 Monokristalliner Diamant Monocrystalline Diamond	

Beschichtungen Coatings	
 Diamantbeschichtet Diamond coated	 Diamond Like Carbon Diamond Like Carbon
 AlTiN	 Nano-sphere

Anzahl von Schneiden Number of cutting surfaces	
 Einscheider Single flute	 Dreischeider 3 Flutes
 Zweiseider 2 Flutes	 Achtscheider 8 Flutes

Drall, Drallwinkel Spiral, spirale angle	
 Rechtsdrall Upcut	 Linksdrall Downcut
 Kompressionsfräser Compression end mill	 Geradenutet Straight fluted

Toleranzklassen Tolerance classes	
 Zylinderschaft h6 Straight shank h6	

Bohrungsarten Types of holes	
 Sack- und Durchgangsloch Blind and through hole	

Prozesse Processes	
 Superfinish Oberfläche Superfinish surface	
 Planfräsen Face milling	 Taschenfräsen/Nutenfräsen Pocket milling/Slotting
 Kopierfräsen Copy milling	 Besäumen Contour milling
 Eckfräsen Corner milling	 Tauchfähig Able to plunge

Anwendungen Applications	
 Hochleistungskunststoffe High performance plastics	 Standard Kunststoffe Standard plastics
 Wabenmaterial Honeycomb	 Hybridwerkstoffe Hybrid materials
 Faserverstärkte Duromere/Graphit Fiber reinforced thermoset/graphite	
 Faserverstärkte Thermoplaste Fiber reinforced thermoplastics	

Besonderheiten Special features	
 Innere Kühlmittelzuführung Internal cooling system	

Anfrageformblatt Sonderfräser

Inquiry form customized mills

Formular ausfüllen und senden an Please fill in the form and send at:

E-Mail: composites@lmt-tools.com

Fax: +49 (0) 73 64 95 79-8099

Kundenangaben Customer information			
Firma Company		Ansprechpartner Contact person	
Adresse Address		Telefon Phone	
		E-Mail E-Mail	

Werkstückangaben Workpiece information			
Zu bearb. Werkstoff Material to be machined		Seitliche Zustellung (a_e) Width of cut	
Festigkeit Strength		Schnitttiefe (a_p) Depth of cut	
Bearbeitungsart Machining operation		Zusatzangaben Additional information	

Maschine Machine			
Maschinentyp Machine type		Werkstückspannung Workpiece clamping	
Bearbeitungslage Treatment position	☐ horizontal horizontal ☐ vertikal vertical	Zusatzangaben Additional information	
Max. Drehzahl (min^{-1}) Max. spindle speed (RPM)			

Werkzeugangaben Tool data			
Stückzahl Quantity		Schneidenzahl Number of teeth	
Schneidenmaterial Cutting material		Schaftausführung Shank style	
Beschichtung Coating		Kühlungssystem Cooling system	
Drall Helix	☐ rechts right ☐ links left ☐ gerade straight	Werkzeug ähnlich Tool similar to	
Über Mitte schneidend? Center cutting?	☐ ja yes ☐ nein no		

Allgemeine Informationen General information	
	Technical drawing of a mill tool with the following dimensions labeled: - Schneiden Ø Cutting dia. - Schneidenlänge Flute length - Hals Ø Neck dia. - Halslänge Neck length - Gesamtlänge Over all length - Eckenradius Corner radius - Schaft Ø Shank dia.

Anfrageformblatt Sonderbohrer

Inquiry form customized drills

Formular ausfüllen und senden an Please fill out the form and send at:

E-Mail: composites@lmt-tools.com

Fax: +49 (0) 73 64 95 79-8099

Kundenangaben Customer information			
Firma Company		Ansprechpartner Contact person	
Adresse Address		Telefon Phone	
		E-Mail E-Mail	

Werkstückangaben Workpiece information			
Zu bearb. Werkstoff Material to be machined		Bohrungsart Drilling type	
Festigkeit Strength		Zusatzangaben Additional information	
Bohrtiefe Depth of hole			

Maschine Machine			
Maschinentyp Machine type		Werkstückspannung Workpiece clamping	
Bearbeitungslage Treatment position	☐ horizontal horizontal ☐ vertikal vertical	Zusatzangaben Additional information	
Max. Drehzahl (min ⁻¹) Max. spindle speed (RPM)			

Werkzeugangaben Tool data			
Stückzahl Quantity		Kühlungssystem Cooling system	
Schneidenmaterial Cutting material		Werkzeug ähnlich Tool similar to	
Beschichtung Coating			
Schneidenzahl Number of teeth		Zusatzangaben Additional information	
Schaftausführung Shank style			

Allgemeine Informationen General information	
	Technical drawing of a drill bit with the following dimensions labeled: - Schneiden Ø Cutting dia. - Schneidenlänge Flute length - Halslänge Neck length - Gesamtlänge Over all length - Schaft Ø Shank dia.

Brasilien/Brazil

LMT Boehlerit Ltda.
Alameda Caiapós, 693
Centro Empresarial
Tamboré
06460-110 – Barueri
São Paulo
Telefon +55 11 55460755
Telefax +55 11 55460476
lmtvendas@lmt.com.br

China

LMT China Co. Ltd.
No. 8 Phoenix Road,
Jiangning Development Zone
211100 Nanjing
Telefon +86 25 52128866
Telefax +86 25 52106376
lmt.cn@lmt-tools.com

Deutschland/Germany

LMT Tool Systems GmbH
Heidenheimer Str. 84
73447 Oberkochen
Telefon +49 7364 9579-0
Telefax +49 7364 9579-8000
lmt.de@lmt-tools.com

Frankreich/France

LMT Belin France S.A.S.
Lieu dit „Les Cizes“
01590 Lavancia
Telefon +33 474 758989
Telefax +33 474 758990
lmt.fr@lmt-tools.com

Großbritannien und Irland/ United Kingdom

LMT UK Ltd.
5 Elm Court
Copse Drive
Meriden
CV5 9RG
Telefon +44 1676 523440
Telefax +44 1676 525379
lmt.uk@lmt-tools.com

Indien/India

LMT (India) Private Limited
Old No. 14, New No. 29,
Ind Main Road
Gandhinagar, Adyar
Chennai – 600 020
Telefon +91 44 24405136/137
+91 44 42337701/03
Telefax +91 42337704
lmt.in@lmt-tools.com

Italien/Italy

LMT ITALY S.r.l.
Via Bruno Buozzi 31
20090 Segrate (MI)
Telefon +39 02 2694971
Fax +39 02 21872456
lmt.it@lmt-italy.it

Kanada/Canada

LMT USA Inc.
1081 S. Northpoint Blvd.
Waukegan, IL 60085
Telefon +1 847 6933270
Telefax +1 847 6933271
lmt.us@lmt-tools.com

Korea

LMT Korea Co. Ltd.
Room #1212, Anyang Trade
Center
1107 Bisan-Dong, Dongan-Gu,
Anyang-Si,
Gyeonggi-Do, 431-817,
South Korea
Telefon +82 31 3848600
Telefax +82 31 3842121
lmt.kr@lmt-tools.com

Mexiko/Mexico

LMT Boehlerit S.A. de C.V.
Ave. Acueducto No. 15
Parque Industrial
Bernardo Quintana
76246 El Marqués, Querétaro
Telefon +52 442 2215706
Telefax +52 442 2215555
info@lmt.com.mx

Österreich/Austria

Boehlerit GmbH & Co. KG
Werk-VI-Straße
8605 Kapfenberg
Telefon +43 3862 300-0
Telefax +43 3862 300793
info@boehlerit.com

Polen/Poland

LMT Boehlerit Polska Sp. z o.o.
ul. Wysogotowska 9
62-081 Przemierowo
Telefon +48 61 6512030
Telefax +48 61 6232014
lmt@lmt-polska.pl

Rußland/Russia

OOO LMT Tools
Kotlyakowskaya str. 3
115201 Moscow
Telefon +7 495 510-1027
Telefax +7 495 510-1028
info@lmt-russia.ru

Singapur/Singapore

LMT Asia PTE LTD.
1 Clementi Loop 04-01
Clementi West District Park
Singapur 12 9808
Telefon +65 64 624214
Telefax +65 64 624215
sales@lmta.com.sg

Spanien und Portugal/ Spain and Portugal

LMT Boehlerit S.L.
C/. Narcis Monturiol 11-15
08339 Vilassar de Dalt
Barcelona
Telefon +34 93 7507907
Telefax +34 93 7507925
lmt.es@lmt-tools.com

Tschechische Republik und Slowakei/ Czech Republic and Slovakia

LMT Czech Republic s.r.o.
Dusikova 3
63800 Brno-Lesná
Telefon +420 548 218722
Telefax +420 548 218723
lmt.fette@iol.cz

Türkei/Turkey

BÖHLER Sert Maden
ve Takim Sanayi ve Ticaret A.Ş.
Ankara Asfaltı Üzeri No. 22,
Kartal 34873
Istanbul
Telefon +90 216 306 65 70
Telefax +90 216 306 65 74
bohler@bohler.com.tr

Ungarn/Hungary

LMT-Boehlerit Kft
Kis-Duna U. 6
2030 Erd
Po Box # 2036 Erdliget Pf. 32
Telefon +36 23 521910
Telefax +36 23 521919
lmt.hu@lmt-tools.com

USA

LMT USA Inc.
1081 S. Northpoint Blvd.
Waukegan, IL 60085
Telefon +1 847 6933270
Telefax +1 847 6933271
lmt.us@lmt-tools.com

LMT Belin France S.A.S.

Lieu dit „Les Cizes“
01590 Lavancia
Frankreich
Telefon +33 474 758989
Telefax +33 474 758990
info@lmt-belin.com
www.lmt-belin.com

LMT Fette Werkzeugtechnik GmbH & Co. KG

Grabauer Straße 24
21493 Schwarzenbek
Deutschland
Telefon +49 4151 12-0
Telefax +49 4151 3797
info@lmt-fette.com
www.lmt-fette.com

LMT Kieninger GmbH

Vogesenstraße 23
77933 Lahr
Deutschland
Telefon +49 7821 943-0
Telefax +49 7821 943213
info@lmt-kieninger.com
www.lmt-kieninger.com

LMT Onsrud LP

1081 S. Northpoint Blvd.
Waukegan, IL 60085
USA
Telefon +1 847 3621560
Telefax +1 847 4731934
info@lmt-onsrud.com
www.lmt-onsrud.com

in alliance

Bilz Werkzeugfabrik GmbH & Co. KG

Vogelsangstraße 8
73760 Ostfildern
Deutschland
Telefon +49 711 348010
Telefax +49 711 3481256
info@bilz.com
www.bilz.com

Boehlerit GmbH & Co. KG

Werk-VI-Straße
8605 Kapfenberg
Österreich
Telefon +43 3862 300-0
Telefax +43 3862 300793
info@boehlerit.com
www.boehlerit.com

LMT Technology Group

**BELIN
FETTE
KIENINGER
ONSRUD**

in alliance

**BILZ
BOEHLERIT**