



Hybrid Additive Manufacturing

FRANKEN
 *Expert*

Fräswerkzeuge für additiv gefertigte Bauteile
Milling Tools for Additive Manufactured Components

Das „Hybrid Additive Manufacturing“ ist ein additives Hybridverfahren, bei dem das selektive Laserschmelzen im Pulverbett mit Dreiachsen-Hochgeschwindigkeitsfräsen kombiniert wird.

Beide Verfahrenskomponenten finden dabei prozessintegriert auf einer Anlage statt. Der additive Aufbau der Bauteilgeometrie kann während des Prozesses zu bestimmten Zeitpunkten unterbrochen werden, um die spanende Bearbeitung von innenliegenden und nachträglich schwer zugänglichen Funktionsflächen zu ermöglichen. Dadurch lassen sich zum einen deutlich höhere Oberflächengüten erreichen, als dies durch das konventionelle Laserschmelzen im Pulverbett möglich ist. Zudem schafft die Nullpunkt-Definition durch maschinenintegrierte Spindelkoordinatensysteme die Möglichkeit, hochpräzise Referenz- und Spannflächen für die nachgelagerte Prozesskette (z.B. auf einem Mehrachsbearbeitungszentrum) zu erzeugen.

Diese Ergänzung der additiven Fertigung mit einem baukammerintegrierten subtraktiven Verfahren erlaubt insbesondere im Bereich des Werkzeug- und Formenbaus, im Rapid Prototyping und in der Kleinserienfertigung eine Minimierung der nachgeordneten Prozesskette (Fräsen auf einem Bearbeitungszentrum, Erodieren, usw.) sowie völlig neue Gestaltungsspielräume wie beispielsweise ein einteiliges Bauteildesign, komplexe innenliegende Strukturen und lokal angepasste Materialeigenschaften.

Derzeit können folgende Materialien bearbeitet werden:

- Werkzeugstahl ähnlich 1.2709 / X3NiCoMoTi18-9-5
- Nichtrostender Stahl ähnlich 1.4542 / 5XCrNiCuNb16-4
- Nichtrostender Stahl ähnlich 1.4404 / X2CrNiMo17-13-2
- Nickel-Chrom-Eisen-Legierung ähnlich 2.4668 / NiCr19FeNbMo
- Titan-Legierung ähnlich 3.7165 / TiAl6V4
- Aluminium-Legierung ähnlich 3.2381 / AlSi10Mg
- Kobalt-Chrom-Stahl

“Hybrid Additive Manufacturing” is an additive hybrid process combining Selective Laser Melting in a powder bed with high-speed three-axis milling.

Both process components are process-integrated in one production system. The additive production of the structural component geometry can be interrupted during the process at certain points in time in order to facilitate the machining of internal functional areas of the workpiece which are later difficult to access. On the one hand, this allows significantly higher surface qualities to be achieved than is possible with conventional laser melting in a powder bed. In addition, the zero point definition by machine-integrated spindle coordinate systems makes it possible to generate high-precision reference and clamping surfaces for the downstream process chain (e.g. on a multi-axis machining centre).

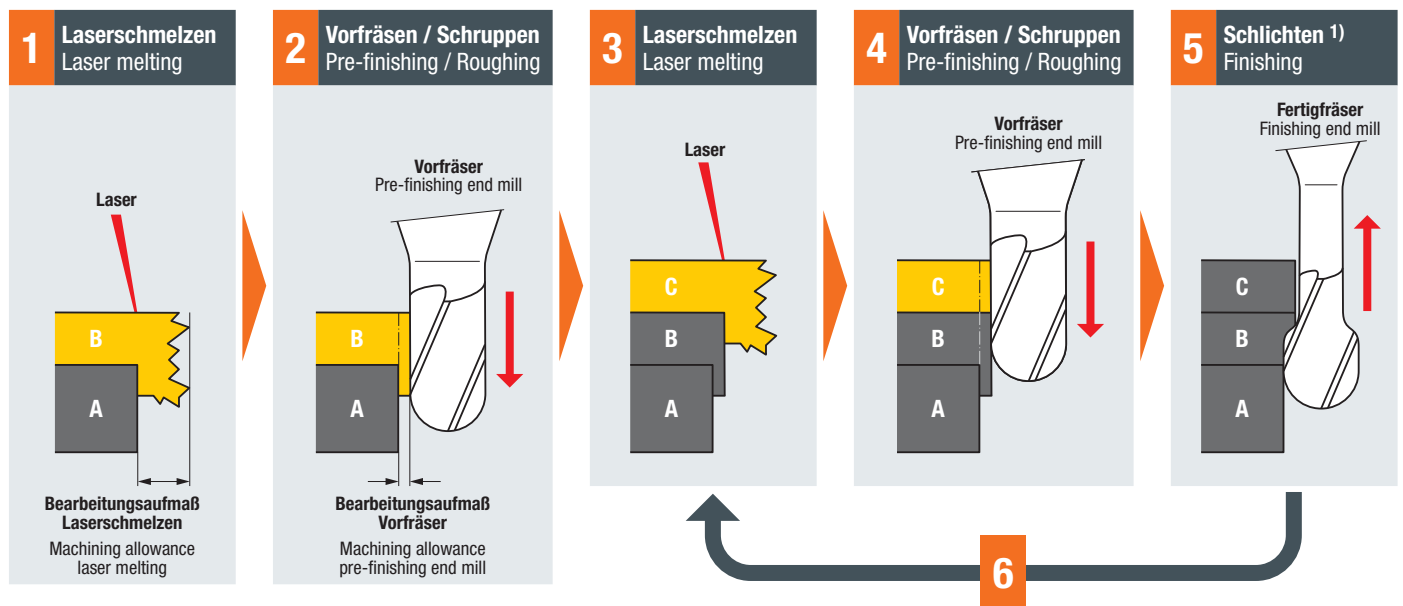
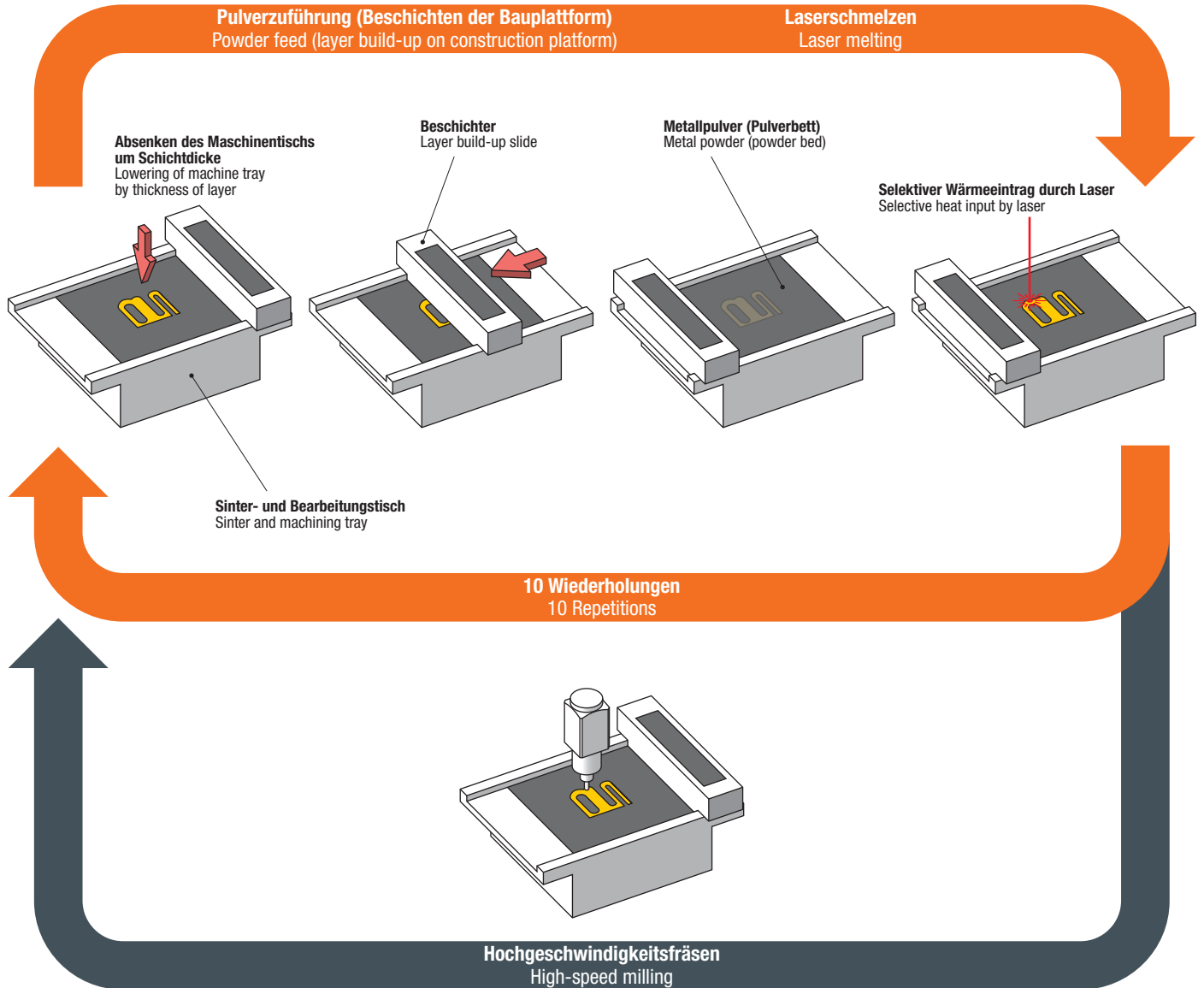
This supplement to additive production with a subtractive process integrated into the construction chamber enables minimisation of the downstream process chain (milling on a machining centre, electrical discharge machining, etc.) as well as completely new possibilities of design, especially in the areas of tool and mould making, rapid prototyping and small series production, such as a one-piece design of the component, complex internal structures and locally adapted material properties.

The following materials can currently be processed:

- Tool steel similar to 1.2709 / X3NiCoMoTi18-9-5
- Stainless steel similar to 1.4542 / 5XCrNiCuNb16-4
- Stainless steel similar to 1.4404 / X2CrNiMo17-13-2
- Nickel-chrome-iron alloy similar to 2.4668 / NiCr19FeNbMo
- Titanium alloy similar to 3.7165 / TiAl6V4
- Aluminium alloy similar to 3.2381 / AlSi10Mg
- Cobalt-chrome steel

© Bildquellen:
Image sources:





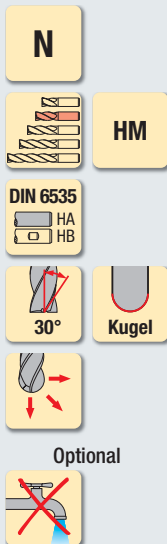
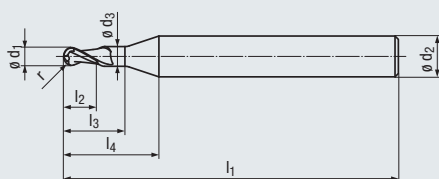
Patentiert: 4452692
Patented:

¹⁾ Entkopplung von der Schrubb- und Schlichtbearbeitung (thermisch nicht mehr belastete Schichten werden endbearbeitet)
Decoupling from roughing and finishing operations (layers that are no longer thermally stressed are finished)

© Bildquellen:
Image sources: **Matsuura**

- Vorfräser für additiv gefertigte Bauteile
- Optimierte Querschnitte
- Spezielle Halsausführung
- Hochleistungs-Beschichtung

- Pre-finishing end mill for additive manufactured components
- Optimised chisel edge
- Special neck designs
- High performance coating



Vorfräser Pre-finishing end mill



Allround

Beschichtung · Coating

ALCR

Kurze Ausführung · Short design

Bestell-Code · Order code										2508L	
$\emptyset d_1$	r	l_2	l_3	l_1	$\emptyset d_3$	l_4	$\emptyset d_2$	Z (Flutes)	Dimens.- Code		
-0,02	-0,01										
0,6	0,3	0,9	2	50	0,55	14	6	2	.0006	•	
0,8	0,4	1,2	3	50	0,75	14	6	2	.0008	•	
1	0,5	1,6	3	50	0,95	14	6	2	.001	•	
2	1	3,2	6	50	1,8	14	6	2	.002	•	
3	1,5	4,8	9	50	2,8	14	6	2	.003	•	

Bearbeitungsbeispiel

Material: Werkzeugstahl ähnlich 1.2709

Machining example

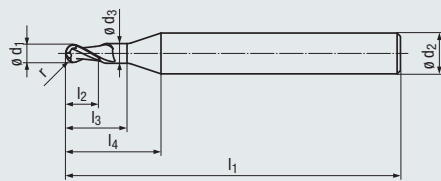
Material: Tool steel similar to 1.2709

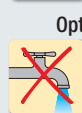
Bearbeitung Machining	Werkzeug Tool	v_c [m/min]	n [min ⁻¹]	f_z [mm]	v_f [mm/min]
Vorschlichten Pre-finishing	2508L.0006	75	40 000	0,015	1 200
Vorschlichten Pre-finishing	2508L.0008	100	40 000	0,025	2 000
Vorschlichten Pre-finishing	2508L.001	125	40 000	0,025	2 000
Schruppen Roughing	2508L.002	190	30 000	0,05	3 000
Vorschlichten Pre-finishing	2508L.002	190	30 000	0,05	3 000
Schruppen Roughing	2508L.003	235	25 000	0,06	3 000
Vorschlichten Pre-finishing	2508L.003	235	25 000	0,06	3 000

- Fertigfräser für additiv gefertigte Bauteile
- 2D-Bearbeitung von Hinterschnitten möglich
- Optimierte Querschneide
- Spezielle Halsausführung
- Hochleistungs-Beschichtung

- Finishing end mill for additive manufactured components
- 2D machining of undercuts
- Optimised chisel edge
- Special neck designs
- High performance coating

schneidender Bereich
cutting area of tool


N

HM


Optional


Fertigfräser
 Finishing end mill

Allround

Beschichtung · Coating

ALCR
Kurze Ausführung · Short design
Bestell-Code · Order code
2509L

$\emptyset d_1$	r	l_2	l_3	l_1	$\emptyset d_3$	l_4	$\emptyset d_2$ h5	Z (Flutes)	Dimens.- Code		
-0,02	-0,01										
0,6	0,3	0,4	2	50	0,54	14	6	2	.0006	●	
0,8	0,4	0,52	2,6	50	0,72	14	6	2	.0008	●	
1	0,5	0,65	3,2	50	0,9	14	6	2	.001	●	
2	1	1,2	6	50	1,8	14	6	2	.002	●	
3	1,5	1,8	9	50	2,8	14	6	2	.003	●	

Bearbeitungsbeispiel

Material: Werkzeugstahl ähnlich 1.2709

Machining example

Material: Tool steel similar to 1.2709

Bearbeitung Machining	Werkzeug Tool	v_c [m/min]	n [min ⁻¹]	f_z [mm]	v_f [mm/min]
Schlichten Finishing	2509L.0006	75	40 000	0,009	700
Schlichten Finishing	2509L.0008	100	40 000	0,023	1 800
Schlichten Finishing	2509L.001	125	40 000	0,031	2 500
Schlichten Finishing	2509L.002	190	30 000	0,05	3 000
Schlichten Finishing	2509L.003	235	25 000	0,06	3 000

● = Lagerwerkzeug, siehe Preisliste · Stock tool, see price list
 ○ = Kurzfristig lieferbar, Preis auf Anfrage · Available at short notice, price on request

- Fertigfräser für additiv gefertigte Bauteile
- 2D-Bearbeitung von Hinterschnitten möglich
- T-Nutenform mit Radius
- Hochleistungs-Beschichtung

- Finishing end mill for additive manufactured components
- 2D machining of undercuts
- T-slot form with radius
- High performance coating

N

HM

DIN 6535
HA
HB

0°

Optional

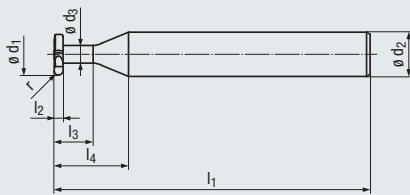
Optional

Hinterschnittbearbeitung
Machining of undercuts



Allround

schneidender Bereich
cutting area of tool



Beschichtung · Coating

ALCR

Bestell-Code · Order code

3060L

$\varnothing d_1$	r	l_2	l_3	l_1	$\varnothing d_3$	l_4	$\varnothing d_2$	Z (Flutes)	Dimens.- Code		
-0,02	-0,02										
3,5	0,5	1	4	42	2	8	6	3	.035050	•	
5	0,5	1	4,4	42	2	8,4	6	3	.050050	•	

Bearbeitungsbeispiel

Material: Werkzeugstahl ähnlich 1.2709

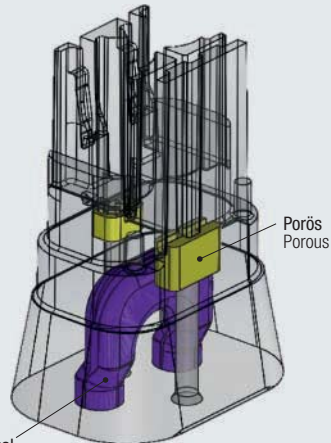
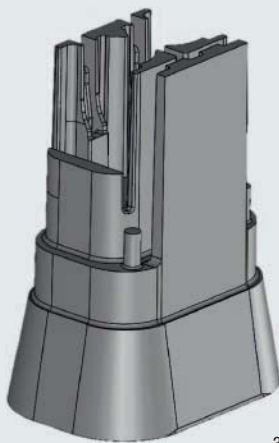
Machining example

Material: Tool steel similar to 1.2709

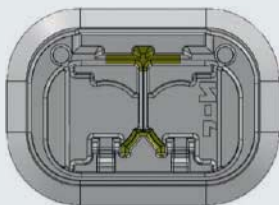
Bearbeitung Machining	Werkzeug Tool	v_c [m/min]	n [min ⁻¹]	f_z [mm]	v_f [mm/min]
Vorschlichten Pre-finishing	3060L.050050	95	6 000	0,056	1 000
Schlichten Finishing	3060L.050050	95	6 000	0,056	1 000

Stecker – Kern

Plug – Core



3D-Kühlkanal
3D coolant supply

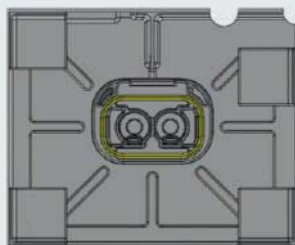
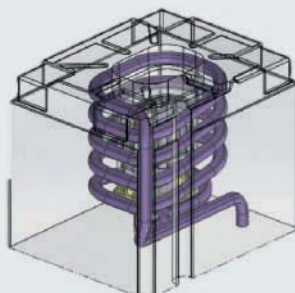
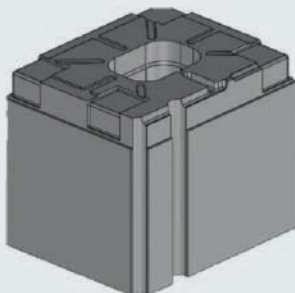


Prozesszeit Process time	31h 05m
Schmelzen Melting	6h 45m
Fräsen Milling	24h 20m



Stecker – Kavität

Plug – Cavity



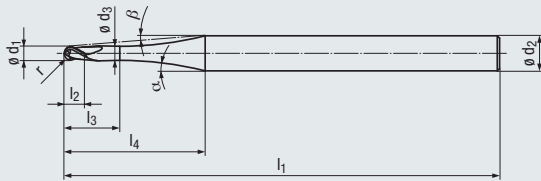
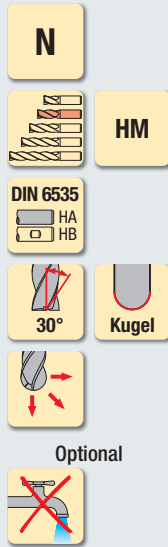
Prozesszeit Process time	72h 15m
Schmelzen Melting	35h 50m
Fräsen Milling	36h 25m



© Bildquellen:
Image sources: **Matsuura**

- Multifunktionales Werkzeug
- Optimierte Querschneide
- Kurze Schaftlängen
- Spezielle Halsausführungen

- Multi-functional tool
- Optimised chisel edge
- Short shank lengths
- Special neck designs



Allround



Allround

Beschichtung · Coating

ALCR

ALCR

$l_3 = 5 \times d_1$ – Kurze Ausführung · Short design

Bestell-Code · Order code

2771L

$\emptyset d_1$ $\pm 0,01$	r $\pm 0,005$	l_2	l_3	l_1	$\emptyset d_3$	l_4	$\emptyset d_2$ h5	α	β	Z (Flutes)	Dimens.- Code		
0,5	0,25	0,5	2,5	38	0,4	7,8	3	15°	10°	2	.0005	•	
0,8	0,4	0,8	4	38	0,64	9	3	15°	8°	2	.0008	•	
1	0,5	1	5	43	0,8	11,6	4	15°	8°	2	.001	•	
1,5	0,75	1,5	7,5	43	1,2	13,7	4	15°	6°	2	.0015	•	
2	1	2	10	57	1,6	19,7	6	15°	6°	2	.002	•	

$l_3 = 10 \times d_1$ – Kurze Ausführung · Short design

Bestell-Code · Order code

2772L

$\emptyset d_1$ $\pm 0,01$	r $\pm 0,005$	l_2	l_3	l_1	$\emptyset d_3$	l_4	$\emptyset d_2$ h5	α	β	Z (Flutes)	Dimens.- Code		
0,5	0,25	0,5	5	38	0,4	10,7	3	13°	6°	2	.0005	•	
0,8	0,4	0,8	8	38	0,64	10,5	3	8,2°	4°	2	.0008	•	
1	0,5	1	10	43	0,8	18,3	4	8°	5°	2	.001	•	
1,5	0,75	1,5	15	43	1,2	18,1	4	13,5°	4°	2	.0015	•	
2	1	2	20	57	1,6	32	6	9,5°	4°	2	.002	•	

- Multifunktionales Werkzeug
- Kurze Schaftlängen
- Spezielle Halsausführungen
- Hochgenauer Eckenradius

- Multi-functional tool
- Short shank lengths
- Special neck designs
- High-precision corner radius

N



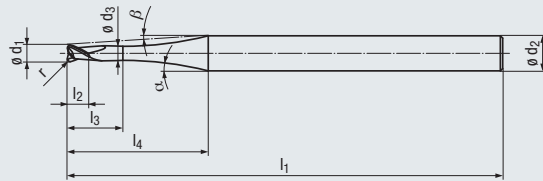
HM



Torus



Optional



Allround



Allround

Beschichtung · Coating

ALCR

ALCR

 $l_3 = 5 \times d_1$ – Kurze Ausführung · Short design

Bestell-Code · Order code

2781L

$\emptyset d_1$ $\pm 0,01$	r $\pm 0,005$	l_2	l_3	l_1	$\emptyset d_3$	l_4	$\emptyset d_2$ h5	α	β	Z (Flutes)	Dimens.- Code		
0,5	0,1	0,5	2,5	38	0,4	7,8	3	15°	10°	2	.0005	●	
1	0,2	1	5	43	0,8	11,6	4	15°	8°	2	.001	●	
1,5	0,3	1,5	7,5	43	1,2	13,7	4	15°	6°	2	.0015	●	
2	0,5	2	10	57	1,6	19,7	6	15°	6°	2	.002	●	

 $l_3 = 10 \times d_1$ – Kurze Ausführung · Short design

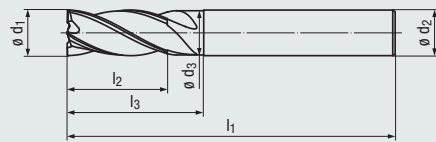
Bestell-Code · Order code

2782L

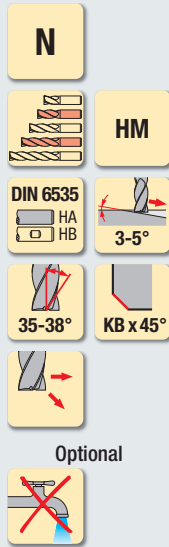
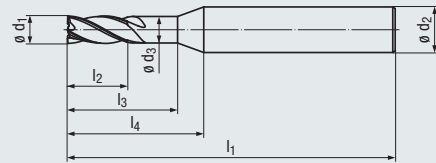
$\emptyset d_1$ $\pm 0,01$	r $\pm 0,005$	l_2	l_3	l_1	$\emptyset d_3$	l_4	$\emptyset d_2$ h5	α	β	Z (Flutes)	Dimens.- Code		
0,5	0,1	0,5	5	38	0,4	10,7	3	13°	6°	2	.0005		●
1	0,2	1	10	43	0,8	18,3	4	8°	5°	2	.001		●
1,5	0,3	1,5	15	43	1,2	18,1	4	13,5°	4°	2	.0015		●
2	0,5	2	20	57	1,6	32	6	9,5°	4°	2	.002		●

- Multifunktionales Hochleistungswerkzeug
- Mit Enorm-Geometrie
- Vibrationsarme Bearbeitung
- Schneiden zur Mitte

- Multi-functional, high performance tool
- With Enorm geometry
- Low-vibration machining
- Centre cutting



Design I₄:



Allround



Allround

Beschichtung · Coating

TIALN

TIALN

DIN 6527 – Kurze Ausführung · Short design

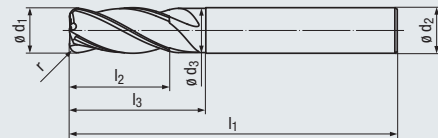
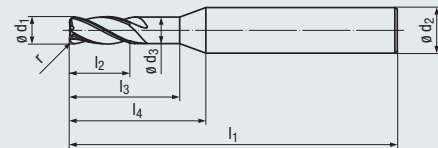
Bestell-Code · Order code										1916A	
$\emptyset d_1$ f8	l_2	l_3	l_1	$\emptyset d_3$	l_4	$\emptyset d_2$ h5	KB	Z (Flutes)	Dimens.- Code		
3	5	9	50	2,9	14	6	0,07	4	.003	●	
4	8	12	54	3,8	18	6	0,07	4	.004	●	
5	9	16	54	4,8	18	6	0,07	4	.005	●	
6	10	16	54	5,8	—	6	0,12	4	.006	●	

DIN 6527 – Lange Ausführung · Long design

Bestell-Code · Order code											1998A
$\emptyset d_1$ f8	l_2	l_3	l_1	$\emptyset d_3$	l_4	$\emptyset d_2$ h5	KB	Z (Flutes)	Dimens.- Code		
3	8	14	57	2,9	20	6	0,07	4	.003		●
4	11	18	57	3,8	20	6	0,07	4	.004		●
5	13	19	57	4,8	20	6	0,12	4	.005		●
6	13	20	57	5,8	—	6	0,12	4	.006		●

- Multifunktionales Hochleistungswerkzeug
- Mit Enorm-Geometrie
- Vibrationsarme Bearbeitung
- Schneiden zur Mitte

- Multi-functional, high performance tool
- With Enorm geometry
- Low-vibration machining
- Centre cutting


Design I₄:


N



HM



3-5°



ER



Optional



Allround

Beschichtung · Coating

TIALN

DIN 6527 – Lange Ausführung · Long design

Eckenradius · Corner radius

Bestell-Code · Order code

2698A

Ø d ₁ f8	r ±0,01	l ₂	l ₃	l ₁	Ø d ₃	l ₄	Ø d ₂ h5	Z (Flutes)	Dimens.- Code		
3	0,5	8	14	57	2,9	20	6	4	.003005	●	
4	0,5	11	18	57	3,8	20	6	4	.004005	●	
5	0,5	13	19	57	4,8	20	6	4	.005005	●	
6	0,5	13	20	57	5,8	—	6	4	.006005	●	

