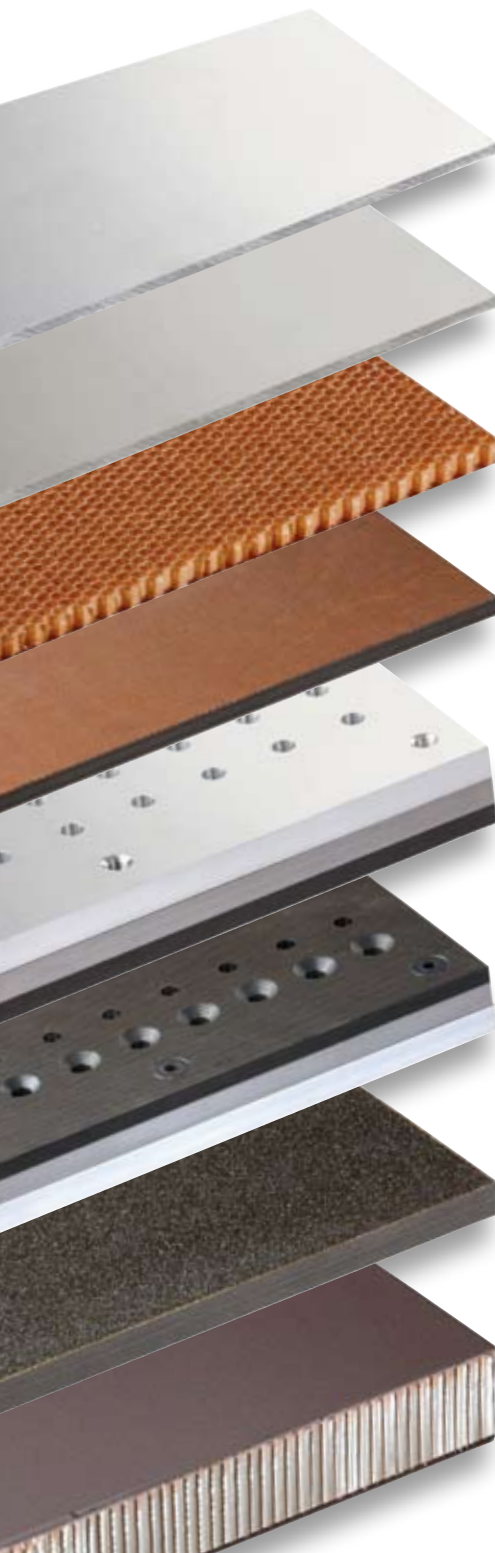




Über 40 Jahre HAM®  
Over 40 years HAM

## Zerspanung von modernen Werkstoffen *Machining of advanced materials*



advanced materials

## Moderne Werkstoffe

### *Advanced materials*



#### **Faserverbundwerkstoffe**

Faserverbundwerkstoffe wie beispielsweise CFK, GFK, AFK (Kevlar) und CFC bestehen aus einem Matrixwerkstoff sowie verstärkenden Fasern. Durch gegenseitige Kombination der einzelnen Komponenten erhalten Faserverbundwerkstoffe höherwertige Eigenschaften.

#### ***Fibre-reinforced composites***

*Fibre-reinforced composite materials such as CFRP, GRP, AFRP (Kevlar) and CFC consist of a matrix material as well as reinforced fibres. By reciprocal combination of each element a higher quality of the fibre components is achieved.*

#### **Aluminium**

Aluminium und seine Legierungen werden dort eingesetzt, wo es auf die Masse ankommt. Denn durch die geringe Dichte wird erheblich an Gewicht gespart.

#### ***Aluminium***

*Aluminium and its alloys are often employed where dimensions are important. Because by low density the weight is considerably economised.*

#### **Titan**

Titan und seine Legierungen zeichnen sich durch eine relativ geringe Dichte, hohe Festigkeit und thermische Belastbarkeit sowie durch gute Korrosionsbeständigkeit aus.

#### ***Titanium***

*Titanium and its alloys are characterised by relatively low density, high stability and thermal load capacity as well as good corrosion resistance.*


#### **Honeycomb**

Die wabenförmige Struktur besteht aus Kunststoffen, Aramidfasern oder auch Aluminium, die mit verschiedenen Decklagenmaterialien überzogen werden, um die Stabilität zu erhöhen.

#### ***Honeycomb***

*The honeycomb structure consists of plastic material, aramide fibre or Aluminium, which is covered by a different top layer material to increase stability.*

## HAM Standard- und Sonderwerkzeuge HAM Standard types and special designs




**Bohren**

Standard- und Sonderbohrer in Vollhartmetall mit Diamantbeschichtung oder PKD bestückt für hohe Bohrungsqualität.

**Drilling**

Standard and special drills in solid carbide with diamond coating or PCD-tipped for high boring quality.

Bohren




**Senken  
Bohrsenken**

Vollhartmetall- und PKD bestückte Werkzeuge zum Senken oder Bohrsenken von Nietlochbohrungen.

**Countersinking  
Drill-sinking**

PCD-tipped and solid carbide tools for countersinking or drill-sinking of rivet holes.

Bohrsenken




**Reiben  
Reibsenken**

Vollhartmetall- und PKD bestückte Reibwerkzeuge für exakte Maßhaltigkeit und sehr gute Oberflächenqualität.

**Reaming  
Countersink-reaming**

Solid carbide tools and PCD-tipped reaming tools for exact measurement and excellent surface quality.

Reiben









**Fräsen**




Standard- und Sonderfräser in Vollhartmetall mit Diamantverzahnung, Diamantbeschichtung oder PKD bestückt.



**Milling**




Standard and special end mills in solid carbide with diamond profiled teeth, diamond coating or PCD-tipped.





Fräsen





<b>Bohren</b> <i>Drilling</i>	CFRP	GRP	CFRP-Aluminium	CFRP-Titanium	CFRP-Titanium-Aluminium	Honeycomb/Kevlar	Aluminium	Titanium	HAM Vollhartmetall-Werkzeuge <i>HAM Solid carbide tools</i>  HAM Polykristalline Diamantwerkzeuge <i>HAM PCD-tipped tools</i>
<b>HAM 30-1320</b> Spiralbohrer mit Sonderanschliff <i>twist drill with            special point</i>	■					■			
<b>HAM 33-1000 / 33-1040</b> <b>33-1120 / 33-1160</b>  PKD-Spiralbohrer <i>PCD-tipped twist drill</i>	■	■	■				■		
<b>HAM 33-1080</b>  PKD-Spiralbohrer (mit IK) <i>PCD-tipped twist drill (with IC)</i>	■	■	■				■		
<b>HAM 30-1891 / 30-1901</b> <b>30-1941</b>  HAM Nirodrill <i>HAM Nirodrill</i>	■		■	■	■			■	
<b>VHM-Bohrer</b> <b>Solid carbide drill</b>  mit Gewindeschaft aus Stahl <i>with threaded steel shank</i>	■	■	■	■	■		■		
<b>PKD-Bohrer</b> <b>PCD-tipped drill</b>  zentrale Späneabsaugung <i>central chip removal extraction</i>	■		■				■		


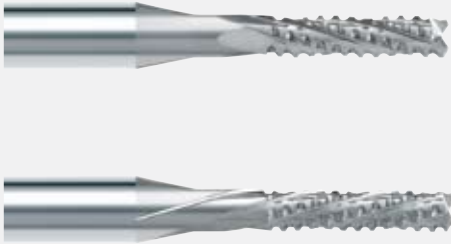
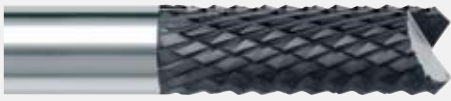

<p><b>Bohren – Senken</b> <i>Drilling – Countersinking</i></p>	CFRP	GRP	CFRP-Aluminium	CFRP-Titanium	CFRP-Titanium-Aluminium	Honeycomb/Kevlar	Aluminium	Titanium	<p>HAM Vollhartmetall-Werkzeuge <i>HAM Solid carbide tools</i></p> <p>HAM Polykristalline Diamantwerkzeuge <i>HAM PCD-tipped tools</i></p>
<p><b>VHM-Bohrsenker</b> <i>Solid carbide countersink drill</i></p> <p>wahlweise mit IK und mit Beschichtung entsprechend der Anwendung <i>alternatively with IC and coating according to application</i></p>	■		■		■		■		
<p><b>HAM 33-1200</b></p> <p>PKD-Stufenbohrer <i>PCD-tipped step drill</i></p>	■	■	■				■		
<p><b>VHM-Bohrsenker</b> <i>Solid carbide countersink drill</i></p> <p>Diamant beschichtet <i>diamond coated</i></p>	■								







<b>Bohren – Reiben</b> <i>Drilling – Reaming</i>	CFRP	GRP	CFRP-Aluminium	CFRP-Titanium	CFRP-Titanium-Aluminium	Honeycomb / Kevlar	Aluminium	Titanium	HAM Vollhartmetall-Werkzeuge <i>HAM Solid carbide tools</i>
<b>HAM One-Shot-Drill</b>  mit doppelter Führungsfase <i>with double guide chamfer</i>	■	■	■	■	■				
<b>HAM One-Shot-Drill</b>  Diamant beschichtet <i>diamond coated</i>	■	■	■	■	■				

<p><b>Bohren – Reiben – Senken</b>  <i>Drilling – Reaming – Countersinking</i></p>	CFRP	GRP	CFRP-Aluminium	CFRP-Titanium	CFRP-Titanium-Aluminium	Honeycomb / Kevlar	Aluminium	Titanium	<p>HAM Polykristalline                      Diamantwerkzeuge  <i>HAM PCD-tipped tools</i></p>
<p><b>PKD-Bohrsenker</b>  <i>PCD-tipped countersink drill</i></p> <p>mit spezieller Geometrie  <i>with special geometry</i></p>	■	■							
<p><b>PKD-Bohrsenker</b>  <i>PCD-tipped countersink drill</i></p>	■	■	■	■	■				
<p><b>PKD-Bohrsenker</b>  <i>PCD-tipped countersink drill</i></p>	■	■	■	■	■				

<p><b>Reiben</b> <i>Reaming</i></p>	CFRP	GRP	CFRP-Aluminium	CFRP-Titanium	CFRP-Titanium-Aluminium	Honeycomb / Kevlar	Aluminium	Titanium	<p>HAM Vollhartmetall-Werkzeuge <i>HAM Solid carbide tools</i></p> <p>HAM Polykristalline Diamantwerkzeuge <i>HAM PCD-tipped tools</i></p>
<p><b>VHM-Reibahle</b> <i>Solid carbide reamer</i> Beschichtung entsprechend der Anwendung <i>coating according to application</i></p>	■		■	■	■		■		
<p><b>HAM 53-1000</b> PKD-Reibahle <i>PCD-tipped reamer</i></p>	■	■	■				■		
<p><b>VHM-Reibahle</b> <i>Solid carbide reamer</i> mit Gewindeschaft aus Stahl <i>with threaded steel shank</i></p>	■		■	■	■		■		
<p><b>VHM-Reibahle</b> <i>Solid carbide reamer</i> zentrale Späneabsaugung <i>central chip removal extraction</i></p>	■		■				■		

<p><b>Reibsenken</b> <i>Countersink-reaming</i></p>	CFRP	GRP	CFRP-Aluminium	CFRP-Titanium	CFRP-Titanium-Aluminium	Honeycomb / Kevlar	Aluminium	Titanium	<p>HAM Vollhartmetall-Werkzeuge <i>HAM Solid carbide tools</i></p> <p>HAM Polykristalline Diamantwerkzeuge <i>HAM PCD-tipped tools</i></p>
<p><b>VHM-Senkreibahle</b> <i>Solid carbide countersink reamer</i> Diamant beschichtet <i>diamond coated</i></p>	■		■						
<p><b>PKD-Senkreibahle</b> <i>PCD-tipped countersink reamer</i></p>	■	■	■						
<p><b>Senken</b> <i>Sinking</i></p>	CFRP	GRP	CFRP-Aluminium	CFRP-Titanium	CFRP-Titanium-Aluminium	Honeycomb / Kevlar	Aluminium	Titanium	<p>HAM Polykristalline Diamantwerkzeuge <i>HAM PCD-tipped tools</i></p>
<p><b>PKD-Senker</b> <i>PCD-tipped countersink</i> auf Wunsch mit Führungszapfen oder Einsteckbohrer <i>by request with replaceable pilot or insert drill</i></p>	■	■	■						
<p><b>PKD-Senker</b> <i>PCD-tipped countersink</i></p>	■	■	■						

<p><b>Fräsen</b> <i>Milling</i></p>	CFRP	GRP	CFRP-Aluminium	CFRP-Titanium	CFRP-Titanium-Aluminium	Honeycomb / Kevlar	Aluminium	Titanium	<p>HAM Vollhartmetall-Werkzeuge <i>HAM Solid carbide tools</i></p>
<p><b>Konturenfräser</b> mit spezieller Diamantverzahnung <i>Router with special diamond profiled teeth</i></p> <p><b>HAM 40-1580 upcut</b> <b>HAM 40-1590 downcut</b> grobverzahnt / <i>coarse cut teeth</i></p> <p><b>HAM 40-1600 upcut</b> <b>HAM 40-1610 downcut</b> feinverzahnt / <i>fine cut teeth</i></p>	■	■							
<p><b>Konturenfräser</b> mit spezieller Spiralverzahnung und Spanbrecher <i>Router with special spiral profiled teeth and chip breaker</i></p> <p><b>HAM 40-1620 upcut</b> <b>HAM 40-1630 downcut</b></p>	■	■							
<p><b>VHM-Konturenfräser</b> <i>Solid carbide router</i></p> <p>G-Spitze, Diamant beschichtet <i>G-Point, diamond coated</i></p>	■	■							
<p><b>VHM-Konturenfräser</b> <i>Solid carbide router</i></p> <p>Diamant beschichtet <i>diamond coated</i></p>	■	■							

<p><b>Fräsen</b> <i>Milling</i></p>	CFRP	GRP	CFRP-Aluminium	CFRP-Titanium	CFRP-Titanium-Aluminium	Honeycomb / Kevlar	Aluminium	Titanium	<p>HAM Vollhartmetall-Werkzeuge <i>HAM Solid carbide tools</i></p> <p>HAM Polykristalline Diamantwerkzeuge <i>HAM PCD-tipped tools</i></p>
<p><b>VHM-Konturenfräser</b> <i>Solid carbide router</i></p>						■			
<p><b>VHM-Fräser up-/downcut</b> <i>Solid carbide router up-/downcut</i> Diamant beschichtet <i>diamond coated</i></p>	■	■				■			
<p><b>HAM 43-1080</b> PKD-Bohrnutenfräser <i>PCD-tipped slot end mill</i></p>	■	■	■	■	■		■		
<p><b>PKD-Schaftfräser</b> <i>PCD-tipped end mill</i></p>	■	■	■	■	■		■		
<p><b>HAM 40-7640</b> PKD-Aufsteckfräser <i>PCD-tipped arbour milling cutter</i></p>	■	■	■				■		
<p><b>SAFE-LOCK™</b> by HAIMER spezielle Werkzeugaufnahme zum Fräsen <i>special tool holder for milling</i></p>	<p>Kombination aus hochpräziser reib- und formschlüssiger Spannung <i>combination of high-precision frictional and positive locking clamping</i></p>								



### **Standard and special tools for machining of advanced materials**

*Efficient and qualified machining of new or exotic materials such as CFRP, GRP, Honeycomb, Titanium and Aluminium require extraordinary demands to cutting materials, geometries and coatings.*

*Whereas in aerospace industry "exotic" materials have been used for quite some time, the implementation in the automotive industry of materials such as CFRP or Titanium has only just started.*

*The main reason is the reduction of weight and the optimisation of performance and efficiency while at the same time keeping the maximum degree of strength and stability.*

*One of the greatest challenges concerning the application of advanced material is the chip removing process. For example CFRP is very abrasive and Titanium is a long-chipping material with very poor heat conductivity. This leads to high temperatures at the tool cutting edge which affects an enormous tool wear with accordingly low tool life.*

*For many years HAM has been working on solutions for efficient and economic tool machining of advanced materials and is now able to offer an extensive programme for solid carbide and PCD-tipped tools in standard and special design.*

### **Standard- und Sonderwerkzeuge zum Bearbeiten moderner Werkstoffe**

Rationelles und qualitatives Zerspanen neuer oder exotischer Werkstoffe wie CFK, GFK, Honeycomb, Titan und Aluminium bringt bezüglich Schneidstoffen, Geometrien und Beschichtungen außerordentliche Anforderungen mit sich.

Während in der Luft- und Raumfahrtindustrie schon länger der Einsatz „exotischer“ Werkstoffe praktiziert wird, beginnen sich die Materialien wie CFK oder Titan in der Automobilindustrie erst jetzt langsam durchzusetzen.

Hauptgrund dafür ist das Einsparen von Gewicht und die Optimierung von Leistung und Effizienz bei gleichzeitig größtmöglicher Festigkeit und Stabilität.

Als eine der größten Herausforderungen hinsichtlich Verwendung moderner Werkstoffe ist die spanabhebende Bearbeitung anzusehen. CFK beispielsweise ist stark abrasiv und Titan ein langspanender Werkstoff mit sehr schlechter Wärmeleitfähigkeit. Das heißt an der Werkzeugschneide bilden sich hohe Temperaturen, die zu enormem Werkzeugverschleiß, folglich auch zu geringer Standzeit führen.

HAM hat sich schon vor Jahren der Werkzeugproblematik für die effiziente und wirtschaftliche Bearbeitung moderner Werkstoffe angenommen und bietet heute ein umfassendes Programm an VHM- und PKD-Werkzeugen in Standard- und Sonderausführung.



**VHM-Konturenfräser** mit Diamantbeschichtung zum Besäumen von Außenkonturen sowie zum Fräsen von Nuten und Taschen in CFK-Bauteilen:

- nahezu gratfreie Fräsfläche
- sehr gute Standwege durch Diamantbeschichtung

**Solid carbide router** with diamond coating for trimming of outer contours as well as milling of grooves and pockets in CFRP components:

- almost burr-free surface
- excellent tool life travel by diamond coating

### CFK prozesssicher und wirtschaftlich zerspanen

Eine weitere Hauptanwendung in CFK ist das Bohren und Senken von Nietlöchern in einem Arbeitsgang.

Die besondere Anforderung hier ist die **Vermeidung von Delamination und Ausfransungen am Bohrungseintritt und Bohrungsaustritt.**

HAM setzt hier beispielsweise einen VHM-Bohrsenker mit spezieller Geometrie und angepasster Diamantbeschichtung ein, der die Anforderung an Bauteilqualität und Werkzeugstandzeit erfüllt.

Einsatzdaten: VHM-Bohrsenker  
 Ø 6,35 / 15,0 mm  
 vc = 75 m / min  
 f = 0,10 mm / U  
 Trockenbearbeitung

- Ergebnis:
- Maßhaltigkeit des Bohrungsdurchmessers und der Senkung prozesssicher erfüllt
  - sehr gute Oberflächengüte
  - keine Delamination zwischen den Materialschichten
  - keine Ausfransungen, saubere Werkstückkanten
  - rattermarkenfreie Senkung

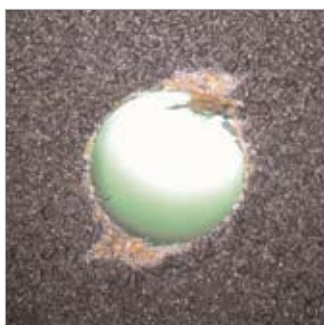
### CFRP – reliable in process and economic in machining

A further main application in CFRP is the drilling and countersinking of rivet holes in one process. The special requirement is to avoid the delaminating and frizzling at the bore entry and bore exit.

HAM uses for example a solid carbide countersink drill with special geometry and aligned diamond coating which fulfills the requirements of the component quality and tool life.

Application data: solid carbide countersink drill  
 Ø 6,35 / 15,0 mm  
 vc = 75 m / min  
 f = 0,10 mm / rev  
 dry processing

- Result:
- size accuracy of boring diameter and countersinking reliably achieved
  - very good surface quality
  - no delaminating between material layers
  - no frizzling, best workpiece edges
  - countersinking with no chatter marks



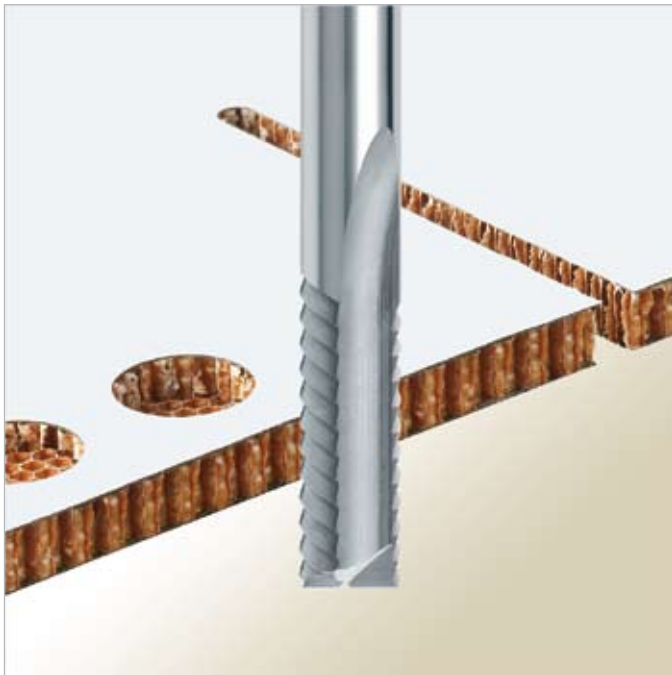
Delamination und Ausfransungen mit konventionellem Bohrer.

Delamination and frizzling with conventional drill.



Bohrer mit spezieller Geometrie und Diamantbeschichtung – keine Delamination und keine Ausfransungen.

Drill with special geometry and diamond coating – no delamination and no frizzling.



### Honeycomb-Bauteile effizient zerspnen

Seine mechanische Festigkeit bei vergleichsweise geringem Gewicht erhält Honeycomb-Material aufgrund seiner bienenwabenförmigen Struktur, die mit verschiedenen Decklagen aus Glas- oder Kohlefasergewebe und einer Folie (teilweise beidseitig) überzogen wird.

Die Schwierigkeit beim Fräsen und Bohren von Honeycomb-Materialien besteht darin, neben kontur- und maßgetreuer Bearbeitung auch hochwertige Schnittkanten / Oberflächen sicherzustellen.

Einsatzbeispiel für den in der Abbildung dargestellten 2-schneidigen VHM-Spezial-Konturenfräser Ø 6,0 mm

Einsatzdaten:     $n = 20.000 \text{ U/min}$   
                        $vc = 376 \text{ m/min}$   
                        $vf = 3.000 \text{ mm/min}$

Werkstück:        Honeycomb-Platten aus einer 10 mm hohen Wabe, kombiniert mit einer beidseitigen CFK-Deckschicht mit Folie

Bearbeitung:      Außenkanten umsäumen, Aussparungen und Nuten verschiedener Tiefen fräsen

Anforderung:    • saubere Schnittkanten  
                          • hohes Zeitspanvolumen  
                          • hohe Standmengen

Ergebnis:         • nahezu gratfreie Fräsoberfläche  
                          • keine Ausfransungen an Folien  
                          • erreichter Standweg bei Langzeitversuchen 450 m  
                          > **Prozessfähigkeit für Serienfertigung erreicht**

### Efficient machining of Honeycomb components

*Honeycomb achieves its mechanical stability at a quite comparatively low weight because of its special honeycomb structure which is covered with different layers of glass and carbon fibre material and a film (partly double-sided).*

*The difficulty of milling and drilling honeycomb components is apart from contour and dimensional accuracy also to achieve a high-quality cutting edge / surface of the component.*

*Application data for the solid carbide router with 2 cutting edges Ø 6,0 mm illustrated*

Cutting data:     $n = 20.000 \text{ rev/min}$   
                        $vc = 376 \text{ m/min}$   
                        $vf = 3.000 \text{ mm/min}$

Workpiece:        *Honeycomb-plates from a 10 mm high comb, combined with a double-sided CFRP-cover layer with film*

Process:            *To line the outside edge, milling of slots and grooves of different depths*

Requirements:    • excellent flange machining  
                          • high material removal rate  
                          • high tool life

Result:             • milling surface almost burr-free  
                          • no frizzling on films  
                          • tool life of 450 m on long-term tests achieved  
                          > **process capability for serial production reached**



### Fräsen von Nuten und Außenkonturen

Die Abbildung zeigt einen VHM-Fräser up-/downcut mit Diamantbeschichtung. Die Rechts-/Linksspirale des 2-schneidigen Fräasers sorgt für saubere Kantenbearbeitung.

Einsatzbeispiel für VHM-Fräser up-/downcut, Ø 12,7 mm

- Werkstoff: CFK mit Kupferbeschichtung  
 Schnittwerte:  $vc = 120 \text{ m/min}$   
 $f = 0,10 \text{ mm/U}$   
 Bearbeitung: Nutfräsen  
 Umfangfräsen ( $ae = 4 \text{ mm}$ ,  $ap = 8,5 \text{ mm}$ )  
 Kühlung: trocken  
 Ergebnis:
  - keinerlei Geräuschbildung während der Bearbeitung, Fräser arbeitet ruhig und stabil
  - keine Faserüberstände an den Fräskanten
  - keine Delamination aufgrund der Rechts-/Linksspirale

### Milling of grooves and outer contours

The picture shows a solid carbide end mill up-/downcut with diamond coating. The right-/left-hand spiral of the 2-flute end mill provides an excellent flange machining.

Application data for solid carbide end mill up-/downcut, Ø 12,7 mm

- Material: CFRP with copper lamination  
 Cutting data:  $vc = 120 \text{ m/min}$   
 $f = 0,10 \text{ mm/rev}$   
 Process: groove milling  
 contour milling ( $ae = 4 \text{ mm}$ ,  $ap = 8,5 \text{ mm}$ )  
 Coolant: dry  
 Result:
  - no noise creation during machining, end mill runs quietly and stably
  - no fibre protrusions at milling edge
  - no delaminating due to right-/left-hand spiral

### HAM Polykristalline Diamantwerkzeuge PKD-HPC-Aufsteckfräser 40-7640 (PKD-Plan-Eckfräser)

- hohe Vorschübe und Schnittgeschwindigkeiten
- hohe Abtragsleistung durch hohe Zähnezahl ( $Z = 5-7$ )
- sehr gute Oberflächengüte durch ungerade Zähnezahl
- einfaches Handling (Montage und Einstellen der Schneiden entfällt, fest bestückte Eckschneiden)
- zentrale Innenkühlung durch die Anzugsschraube

#### Richtwerte für den Einsatz in CFK:

Schnittgeschwindigkeit  $vc = 800$  bis  $1.000 \text{ m/min}$   
 Vorschub  $fz = 0,08$  bis  $0,12 \text{ mm}$  (je nach Spantiefe)

### HAM PCD-HPC arbour milling cutter 40-7640 (PCD-tipped face corner cutter)

- high feed and cutting speed
- excellent chip removal by high teeth number ( $Z = 5-7$ )
- high surface quality by unequal teeth number
- simple handling (no mounting and adjusting of cutting edges, fix tipped corner cutting edges)
- central interior coolant through a tightening screw

#### Recommended cutting value for application in CFRP:

Cutting speed  $vc = 800$  until  $1.000 \text{ m/min}$   
 Feed  $fz = 0,08$  until  $0,12 \text{ mm}$  (according to depth of cut)



## Bearbeiten von Sandwich-Bauteilen

Je nach Bauteil besteht das sogenannte Sandwich-Material aus CFK in Kombination mit Aluminium, mit Titan oder mit Titan und Aluminium. Schon allein die Zerspaltung der einzelnen Werkstoffe erfordert ein hohes Maß an Know-how, die Kombination dieser Werkstoffe bringt nun besondere Schwierigkeiten mit sich.

Beispielsweise entstehen aufgrund der schlechten Wärmeleitfähigkeit von Titan hohe Temperaturen an der Wirkzone und somit an der Schneide. Hier ist eine Kühlung durch Minimalmengenschmierung notwendig, zusätzlich muss die Schnittgeschwindigkeit reduziert werden, um vorzeitigem Werkzeugverschleiß entgegen zu wirken.

Bei Aluminium und CFK hingegen kommen höhere Schnittgeschwindigkeiten zum Einsatz, wobei hier darauf geachtet werden muss, dass es bei CFK zu keiner Überhitzung kommt, was Delamination zur Folge hat. Nun müssen die unterschiedlichen Zerspaltungseigenschaften der einzelnen Werkstoffe, die auch die Bohrungsqualität beeinflussen, in einem Werkzeug kombiniert werden.

Je nach geforderter Toleranzklasse werden die Sandwich-Bauteile in **zwei Arbeitsgängen** (Vollbohren, anschließend Reiben und Senken; Bohrreihen, anschließend Senken oder Bohrsenken, anschließend Reiben) oder sogar in **einem Arbeitsgang** (Vollbohren, Reiben und Senken) bearbeitet.

Hierzu ist eine intensive Entwicklungsarbeit in Kooperation mit den Kunden gefordert, denn die Werkzeuggeometrien müssen der entsprechenden Kombination der Sandwich-Bauteile angepasst werden.

Das Bild zeigt eine Auswahl an Werkzeugen für die Zerspaltung solcher Sandwich-Bauteile. Mit dem HAM One-Shot-Drill beispielsweise erfolgt das Bohren und Reiben von CFK/Ti/Al-Sandwich in einem Arbeitsgang, anschließend wird mit einem PKD-Senker die Senkung an der CFK-Schicht gesenkt.

Einsatzdaten: VHM-One-Shot-Drill mit Diamantbeschichtung  
 $\varnothing$  6,35 mm  
 $vc = 50 \text{ m/min}$  und  $f = 0,10 \text{ mm/U}$  in **CFK + Al**  
 $vc = 25 \text{ m/min}$  und  $f = 0,05 \text{ mm/U}$  in **Ti**  
 Kühlung: MMS

Ergebnis:

- hohe Maßhaltigkeit des Durchmessers in CFK, Titan und Aluminium (prozesssicher)
- sehr gute Oberflächengüte (entspricht durchgängig der geforderten Toleranzklasse)
- keine Delamination in CFK
- kurze Spanbildung in Ti und Al
- Bohrungsaustritt nahezu gratfrei (entspricht den Anforderungen)

Spezielle Werkzeuge für die Zerspaltung in nur **einem Arbeitsgang** sind spiralisierte PKD-Stufenbohrer mit speziell angepasster Geometrie und Innenkühlung für MMS oder ein VHM-One-Shot-Drill mit Senkstufe sowie Diamantbeschichtung und Innenkühlung für MMS – Bohren, Reiben, Senken sind in einem Werkzeug vereint. Die Auslegung solcher Werkzeuge erfolgt je nach Anordnung und Dicke der einzelnen Werkstoffe. Deshalb kann hier kein allgemein gültiges Werkzeugdesign erwähnt werden, denn die Veränderung einzelner Parameter sorgt für die prozesssichere Zerspaltung.

Nach dem Zusammensetzen der Sandwich-Bauteile muss natürlich auch der Umfang gefräst werden. Hier kommen neben PKD-Fräsern auch VHM-Fräser zum Einsatz.

Der VHM-Schaftfräser HAM 40-5151,  $\varnothing$  12 mm,  $Z = 4$ , mit spezieller Geometrie und ungleicher Drallsteigung, TA beschichtet wurde mit folgenden Schnittdaten eingesetzt:

Einsatzdaten:  $vc = 80 \text{ m/min}$   
 $fz = 0,05 \text{ mm}$

Ergebnis:

- sehr gute Fräsoberfläche sowohl bei CFK, Aluminium als auch Titan
- saubere Fräskanten:  
keine Faserüberstände und keine Delamination am CFK,  
keine Gratbildung am Al und Ti

## Machining of stack components

Depending on each component the so called stack material consists of CFRP in combination with Aluminium or Titanium, or with both Titanium and Aluminium. Even the machining of each material requires a high demand of know-how as the combination of the materials can create special difficulties.

Due to the poor heat conductivity of Titanium, for example, high temperatures at the effective range and thus at the cutting edge will be caused. Therefore a cooling with minimal quantity lubrication (MQL) is necessary and in addition the cutting speed has to be reduced in order to avoid premature tool wear.

When using Aluminium and CFRP the cutting speed should be increased, however, it has to be considered that the CFRP does not overheat as this can lead to delaminating. Now the different chipping characteristics of each material, which influence the boring quality, must be combined in one tool.

According to the required tolerance class, the stack components are machined **in two working steps** (full boring, followed by reaming and countersinking; drill-reaming, then countersinking or drill-sinking followed by reaming) or even **in one working step** (full boring, reaming and countersinking).

As the tool geometry must be adjusted to the adequate combination of the stack components, intensive development work in close cooperation with the customer is required.

The picture shows a selection of cutting tools for such stack components. The drilling and reaming of CFRP/Ti/Al-stack in one step is for example performed with the HAM One-Shot-Drill. Subsequently the CFRP-layer is counterbored by a PCD-tipped countersink drill.

Application data: solid carbide One-Shot-Drill with diamond coating,  $\varnothing$  6,35 mm  
 $vc = 50$  m/min and  $f = 0,10$  mm/rev in **CFRP + Al**  
 $vc = 25$  m/min and  $f = 0,05$  mm/rev in **Ti**  
 coolant: MQL

Result:

- high size accuracy of diameter in CFRP, Titanium and Aluminium (process reliable)
- excellent surface quality (according to universally required tolerance class)
- no delaminating in CFRP
- short chip removal in Ti and Al
- boring exit almost burr-free (according to requirements)

Special tools for machining in only **one working step** are spiral PCD-tipped step drills with specially adjusted geometry and interior coolant for MQL, or a solid carbide One-Shot-Drill with counter bore step as well as with diamond coating and interior coolant for MQL: boring, reaming and countersinking, which is also combined in one tool. The construction of these tools is designed according to the configuration and thickness of each material. Therefore a general tool design cannot be quoted because an adjustment of each parameter guarantees a reliable processing.

After assembling of the stack components the periphery must also be milled. In addition to PCD-tipped end mills, solid carbide end mills are also employed.

The solid carbide end mill HAM 40-5151,  $\varnothing$  12 mm, Z = 4, with special geometry, unequal lead of helix, TA-coated was used with the following cutting data:

Application data:  $vc = 80$  m/min  
 $fz = 0,05$  mm

Result:

- excellent surface for CFRP, Aluminium as well as Titanium
- excellent workpiece edge: no fibre protrusions and no delaminating at CFRP, no burr formation at Al and Ti





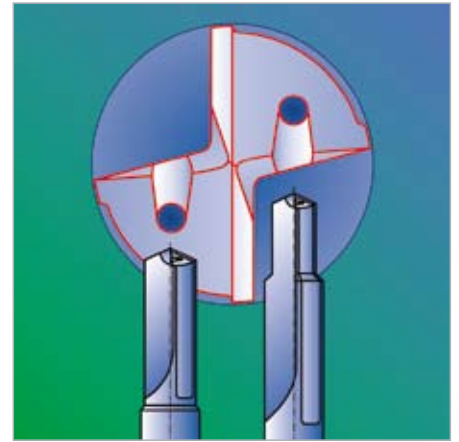
**HAM Projektengineering**  
Partnerschaft vom Projektengineering  
bis zum Toolmanagement

**HAM Project Engineering**  
partnership from Project Engineering  
to Toolmanagement



**HAM Superdrill**  
Vollhartmetall-Hochleistungsbohrwerkzeuge  
für höchste Ansprüche

**HAM Superdrill**  
solid carbide high performance drilling tools  
for the highest demands



**HAM Multi-Drill**  
Vollhartmetall-Hochleistungsbohrwerkzeuge  
für die Bearbeitung von kurzspanenden  
Werkstoffen

**HAM Multi-Drill**  
solid carbide high performance drilling tools  
for machining of short chipping materials



**HAM Vollhartmetallfräser**  
in Feinstkornqualität für Fräsoperationen  
in allen Werkstoffen

**HAM Solid Carbide End Mills**  
in ultra micro grain for milling operations  
in all materials



**HAM Wendeschneidplatten- und  
Kassettenwerkzeugsysteme**  
zum Bohren, Fräsen, Senken und für die  
Vor- und Feinstbearbeitung

**HAM Indexable Inserts- and  
Cartridge Tooling Systems**  
for drilling, milling, countersinking and  
for pre- and precise machining



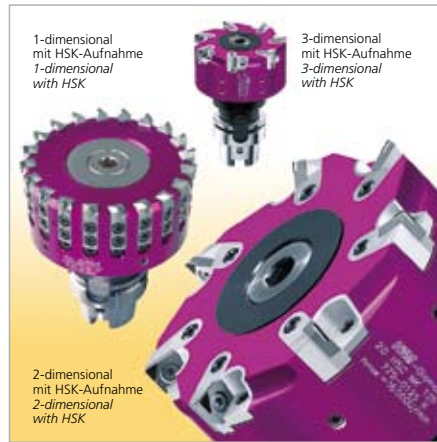
**HAM Technologiezentrum**  
Optimierung von Schnittdaten und  
Schneidengeometrie mit Versuchen  
an allen Schneidstoffen

**HAM Technology Center**  
optimization of cutting data and  
cutting geometry with tests on all  
cutting materials



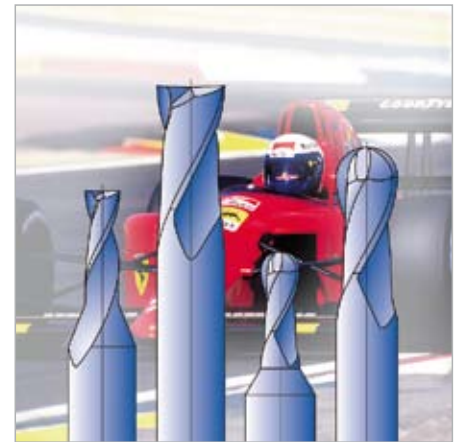
**HAM Diamantwerkzeuge**  
in Standard- und Sonderausführungen  
zum Bohren, Fräsen, Senken und für die  
Vor- und Feinstbearbeitung

**HAM Diamond Tools**  
standard types or special designs for  
drilling, milling, countersinking and for  
pre- and precise machining



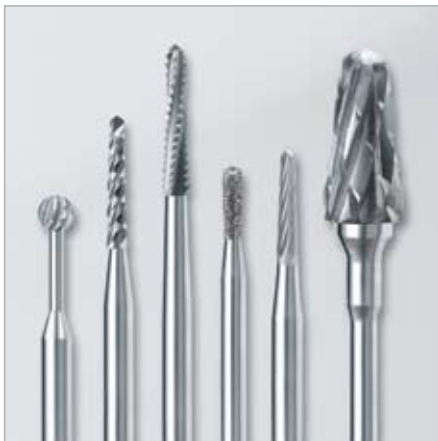
**HAM Diamant-Fräskopf-Systeme**  
1D-, 2D- und 3D-Fräskopf-Systeme zum  
Fräsen und für die Vor- und Feinstbearbeitung

**HAM Diamond Milling Cutter Systems**  
1D-, 2D- and 3D-Milling Cutter Systems for  
milling and for pre- and precise machining



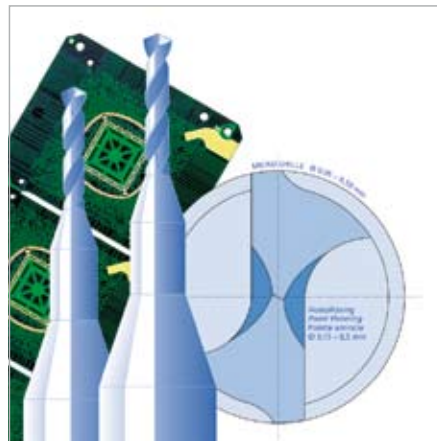
**HAM Alu-Cut**  
Vollhartmetallfräser für Aluminium-  
und Kunststoffbearbeitung

**HAM Alu-Cut**  
solid carbide end mills for machining of  
aluminium and plastics



**HAM Dental und Medizintechnik**  
Rotierende Instrumente aus Vollhartmetall  
und Edelstahl

**HAM Dental and medical engineering**  
rotating instruments in solid carbide and  
stainless steel



**HAM Micro-Werkzeuge**  
Vollhartmetall-Spezialbohrer und -fräser  
für die Leiterplattenindustrie

**HAM Micro Tools**  
solid carbide special drills and -routers  
for PCB industry



**HAM Kristall-Technologie**  
Laser- und Präzisionsoptik

**HAM Crystal-Technology**  
laser- and high-precision optics

**Kundennah – rund um den Globus**  
**Customer orientated**  
**– anywhere in the world**



**HAM France Andreas Maier SARL**  
 F - 74250 Peillonex, Frankreich  
 2 Avenue Usinage Grande Vitesse - BP5  
 Telefon 00 33 / 4 50 / 36 95 44  
 Telefax 00 33 / 4 50 / 36 89 36



**HAM Precision S.A. DE C.V.**  
 Hacienda El Tintero No. 370-27  
 Prov. Juriquilla  
 Mex - C.P. 76222 Querétaro, Qro.  
 Telefon 00 52 / 442 234 0148  
 Telefax 00 52 / 442 234 2215



**HAM Technology UK Ltd.**  
 GB-Northamptonshire NN7 1NL  
 26 Whiston Road, Cogenhoe  
 Telefon 00 44 / 16 04 / 49 41 06  
 Telefax 00 44 / 16 04 / 49 90 08



**HAM Japan Co., Ltd.**  
 4F. Takachiho Bldg. 4 - 29 -5 Kamata  
 Ohta - Ku  
 J - Tokyo, 144 Japan  
 Telefon 00 81 / 3 / 37 39 / 86 86  
 Telefax 00 81 / 3 / 37 39 / 86 91



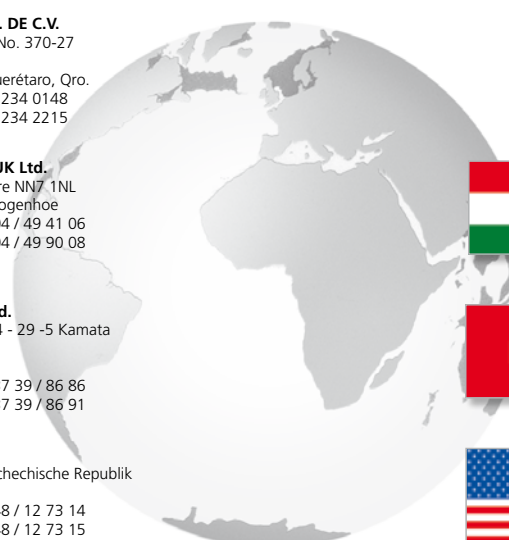
**HAM FINAL s.r.o.**  
 CZ - 62700 Brno, Tschechische Republik  
 Vlárská 22  
 Telefon 00 42 / 05 48 / 12 73 14  
 Telefax 00 42 / 05 48 / 12 73 15



**TCM Tool Consulting & Management GmbH**  
 A-8510 Stainz, Österreich  
 Technologiepark 3  
 Telefon 00 43 / 34 63 / 600 90  
 Telefax 00 43 / 34 63 / 600 90-304



**HAM Italia S.r.l.**  
 Via Privata Gorlich 1/A  
 I - 20037 Paderno Dugano (MI)  
 Telefon 00 39 / 02 9904 3335  
 Telefax 00 39 / 02 9904 3354



**Hartmetallwerkzeugfabrik Andreas Maier GmbH**  
 D-88477 Schwendi-Hörsenhausen  
 Stegwiesen 2  
 Telefon 00 49 / 73 47 / 61- 0  
 Telefax 00 49 / 73 47 / 73 07

**Kristall-Technologie Andreas Maier GmbH**  
 D-88477 Schwendi-Hörsenhausen  
 Stegwiesen 2  
 Telefon 00 49 / 73 47 / 61- 0  
 Telefax 00 49 / 73 47 / 61- 207

**Iller-Pneumatik Fluid-Technik-Systeme GmbH**  
 D-89290 Buch, Fabrikstraße 2  
 Telefon 00 49 / 73 43 / 82- 0  
 Telefax 00 49 / 73 43 / 82 - 27



**HTCM Ltd.**  
 Hungarian Tool Consulting & Management Ltd.  
 H - 9028 Győr, Ungarn  
 Regi Veszpremi ut 10  
 Telefon 00 36 / 96 51 52 50  
 Telefax 00 36 / 96 51 52 59



**HAM Präzision Swiss Andreas Maier AG**  
 CH - 9450 Altstätten, Schweiz  
 Alte Landstraße 50  
 Telefon 00 41 / 71 / 7 57 03 20  
 Telefax 00 41 / 71 / 7 57 03 45



**HAM Precision Tooling Systems Andreas Maier Inc.**  
 USA-Pewaukee, WI 53072  
 1275 E. Wisconsin Avenue, Unit E  
 Telefon 00 1 / 262 / 523 - 41 14  
 Telefax 00 1 / 262 / 523 - 41 16



**DIBO Diamantwerkzeuge GmbH**  
 A - 4400 Steyr, Österreich  
 Hubergutstraße 14 b  
 Telefon 00 43 / 72 52 / 41 68 4 - 0  
 Telefax 00 43 / 72 52 / 41 68 4 - 22



**HAM China Office**  
 No. 88 Keyuan Road Tower 3 Room 758B  
 VR - 201203 Pudong Shanghai  
 Telefon 00 86 / 21 28986272  
 Telefax 00 86 / 21 28986273

HAM ist in allen Teilen der Welt zu finden.

Niederlassungen rund um den Globus gewährleisten optimale Kundennähe.

Kontakten Sie die für Sie zuständige Vertretung.

*HAM is represented all over the world.*

*Our global network system ensures the best customer orientated service.*

*Contact your authorised service partner.*

Besuchen Sie auch unsere Homepage!

*Take a look at our homepage!*

[www.ham-tools.com](http://www.ham-tools.com)