

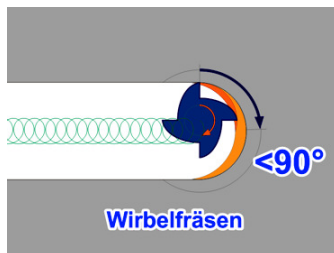
Hohes Spanvolumen mit Wirbelfräsen

Während beim konventionellen Fräsen einer Nut beim Vollschnitt der Umschlingungswinkel 180° beträgt, kann er beim Wirbelfräsen je nach Spiralvorschub (horizontale Spiralsteigung) auf $<90^\circ$ begrenzt werden. Möglich macht dies ein Fräser mit kleinerem Durchmesser, der mit hoher Drehzahl wirbelnd bewegt wird.



Die horizontale Zustellung erfolgt in Schleifen entlang einer Mittelpunktsbahn. Der Spanquerschnitt an der Schneide ist relativ gleich und unabhängig von horizontalen Fräsrichtungsänderungen. Daraus resultiert eine geringere Maschinen- und Werkzeugbelastung, die es ermöglicht wesentlich höhere Schnittwerte zu fahren.

Andere Bezeichnungen für Wirbelfräsen sind Taumelfräsen, Wave Milling, Zirkular Nutenfräsen, Trochoidalfräsen.



Aufgrund des kleineren Umschlingungswinkels kommt es zu einer geringeren Wärmeentwicklung. Darüber hinaus ist die Spanlast beim Wirbelfräsen geringer. Da der Fräser die Nut nicht vollständig ausfüllt, ist ein Spänestau und erneutes Schneiden der Späne so gut wie ausgeschlossen. Das ist gerade bei Nuten bedeutsam, die im Verhältnis zu ihrer Breite tief sind. Beim konventionellen Fräsen ist eine max. Frästiefe von $1..1,5 \cdot FrD$ (Werkzeug Spitzendurchmesser) üblich. Anders beim Wirbelfräsen. Durch das Umgehen des Vollschnitts sind selbst ohne speziell entwickelte Fräser Schnitttiefen von $> 2 \times FrD$ erreichbar.

Beim Wirbelfräsen kann mit großer Schnitttiefe und hoher Schnittgeschwindigkeit bearbeitet und die Schruppbearbeitung beschleunigt werden. Für den Anwender bedeutet dies kürzere Bearbeitungszeiten, eine bessere Werkzeugausnutzung und einen spürbar geringeren Werkzeugverschleiß. Weil mit nur einem Werkzeug unterschiedliche Nutbreiten oder Taschengrößen erzeugt werden können, muß das Werkzeug seltener gewechselt werden.

Wirbelfräsen bringt Kosten- und Wirtschaftlichkeitsvorteile:

- Die gesamte Schneidenlänge ist im Eingriff, damit höhere Schnittwerte und höheres Spanvolumen;
- die Werkzeugstandzeiten werden erhöht;
- weniger Schwingungen; die Maschinenmechanik und das Werkstück werden geschont;
- die Bearbeitungszeiten werden verkürzt.

Im **CAM** werden unter '**Wirbel Zyklen**' komplexe Fräs - Funktionen angeboten. Verfügbar sind eine Wirbel Basisbewegung ('**Wirbel Strecke**') und mehrere Wirbel - Konturbearbeitungen ('**Wirbel Ausbruch**', '**Wirbel Umfräsung**', '**Wirbel Tasche**').

Wirbelfräsen macht nur Sinn für Vollschnitt (Nuten).

Beim Wirbelfräsen bewegt sich das Werkzeug mit Spiralen seitlich in das Material (vgl. oben). Nachteil ist der relativ große Leerweg von ca. 50% auf der rückseitigen Spiralbewegung. Zum Abräumen von Flächen (in Taschen) ist es daher sinnvoll nur die erste Nut mit Wirbelfräsen zu erzeugen. Eine bereits freigefräste Insel läßt sich wirtschaftlicher mit den bisherigen Abräummethoden (z.B. konturparallel) bearbeiten.

Die Funktionen '**Wirbel Ausbruch**', '**Wirbel Umfräsung**' und '**Wirbel Tasche**' berücksichtigen dies und führen nur den ersten Vollschnitt im Wirbelverfahren aus. Die Kontur kann danach freigeräumt und geschlichtet werden. Zum Start der Wirbelfräsung kann dazu eine senkrechte Startspirale in das Material gewählt werden.

Etwas aus dem Rahmen fällt die '**Spiral Tasche**'. Diese ist eine hocheffiziente Taschenbearbeitung mit Anfahrspirale, Abräumspirale und Schlichtweg. Wegen der speziellen Bewegung ist diese Funktion nur für einfache, regelmäßige Geometrien geeignet.

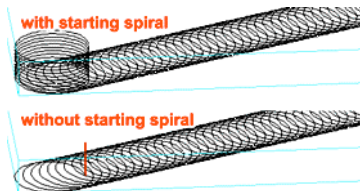
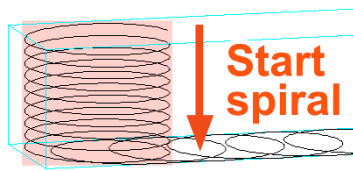
Wirbel/Spiral Fräszyklen	Höheres Spanvolumen mit Wirbelfräsen!
---------------------------------	---------------------------------------

Mit diesen Zyklen kann das innovative und hochproduktive Wirbelfräsen auf allen Fräsmaschinen zur wirtschaftlichen Bearbeitung mit großen Schnitttiefen und in schwierig zu bearbeitenden Materialien genutzt werden. Die Fräswege - Berechnungen für das effektive Zerspanen erfolgen immer nur für **eine** Strecke oder **eine** Kontur. Die Fräswege werden zusammen mit einer **Eintauchspirale** und den **Werkzeugdaten** in den angegebenen **Ziellayer** gespeichert.



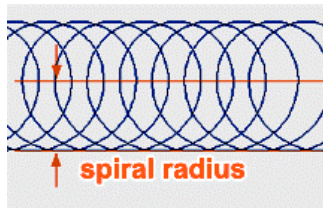
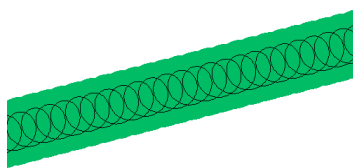
Die Funktionen '**Wirbel Ausbruch**', '**Wirbel Umfräsung**', '**Wirbel Tasche**' und '**Spiral Tasche**' sind für einfache Konturen ohne Verschachtelungen oder Überlappungen ausgelegt. Komplexe Konturen müssen manuell eingegeben oder konventionell bearbeitet werden.

Die Funktionen verwenden mehrere Einzelverfahren, die zu komplexen Fräszyklen zusammengefaßt sind. Alle Bewegungen werden mit dem gleichen Werkzeug ausgeführt.



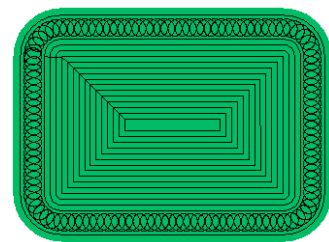
Startspirale (Anfahrbewegung, Eintauchspirale).

Zum leichteren Eintauchen in das Vollmaterial kann eine 3D - Startspirale gewählt werden.

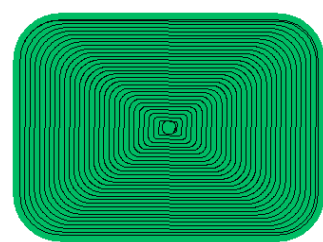


Wirbelspirale (Wirbelfräsen).

Für die erste Nut wird das Wirbel Fräsverfahren verwendet.



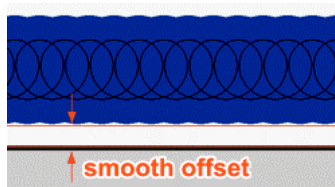
Wirbel Tasche



Spiral Tasche

Abräumen.

Taschen werden mit konventionellen Verfahren freigeräumt (Ausnahme: '**Spiral Tasche**').



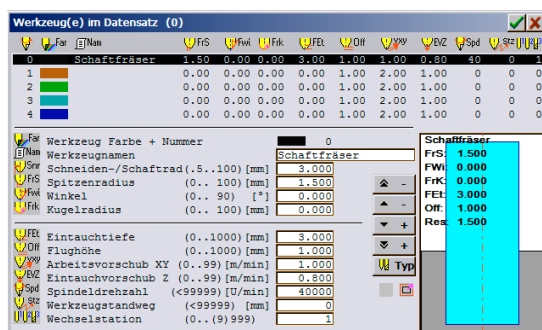
Schichten der Kontur.

Das Werkstück wird auf das Endmaß geschlichtet.

Werkzeugeingabe (vgl. 'Allgemeine Anleitung . Die Werkzeugeingabe').

Die Wirbel Fräszyklen werden mit einem zylindrischen Werkzeug in 2D (Ausnahme Startspirale) ausgeführt. Jedes Werkzeug benötigt eine Geometrie (**Schneidenradius**, **Spitzenradius**) und gültige Technologiedaten (**Eintauchtiefe**, **Flughöhe**, **Arbeitsvorschub XY**, **Eintauchvorschub Z**, **Spindeldrehzahl** und **Wechselstation**). Sind die Werkzeugdaten unvollständig oder fehlerhaft, können falsche Fräsdaten entstehen.

Alle Fräswege werden mit einem **Werkzeug** gefahren und in den angegebenen **Ziellayer** gespeichert.



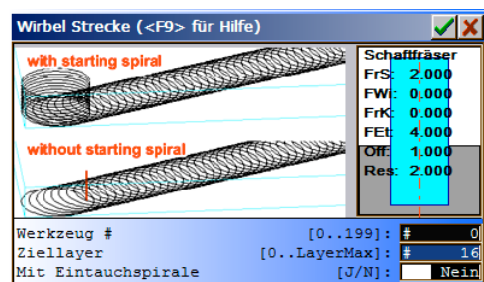
Werkzeug



Ziellayer

Fräsobjekte in einen Fräslayer (Ziellayer) speichern (vgl. 'Allgemeine Anleitung . Die Werkzeugeingabe'). Die berechneten Fräswege werden in den angegebenen Ziellayer gespeichert. Dabei sollte die Fräsreihenfolge beachtet werden. Die Fräsobjekte im Ziellayer können mit '**CAM . CAM - Edit**' nachträglich verändert werden. Diese Technologie ist ideal für umfangreiche, komplexe Fräsarbeiten und Kombination aller Fräsverfahren. Die Fräsarbeit wird am Programmierplatz komplett vorbereitet. Mit Hilfe der Funktionen '**CAM . Norm/Zoom Projektion**' und '**Volumen Ansicht**' kann die gesamte Arbeit kontrolliert werden.

Wirbel Strecke (Nutenfräsen)



Die '**Wirbel Strecke**' ist eine Basisfunktion zum Nutenfräsen. Bedingt durch das Fräsverfahren werden keine glatten Nutenränder erreicht. Für glatte, geschlichtete Ränder müssen die nötigen Schlichtwege konventionell/manuell erzeugt werden.

Werkzeug # [0..199]:

Auswahl eines Fräswerkzeuges für die komplette Bearbeitung.

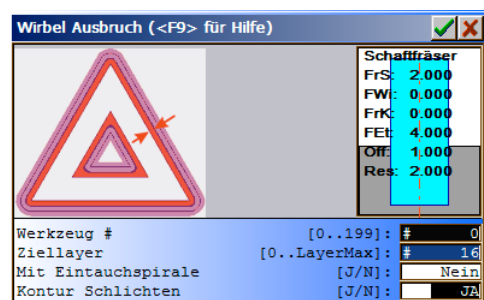
Ziellayer [0..LayerMax]:

Die Fräswege werden in den angegebenen Ziellayer gespeichert.

Mit Eintauchspirale [J/N]:

Zum Starten im Material kann eine Anfahrschnecke erzeugt werden. Die Daten der Eintauchspirale ('**Spiral Radius**', '**vertikal.Spiralsteigung**') werden in den '**Wirbel Parameter**' festgelegt.

Wirbel Ausbruch (Kontur Innenbearbeitung)



Der Ausbruch wird mit der Wirbel Fräsfunktion ausgeschnitten und anschließend geschlichtet.

Werkzeug # [0..199]:

Auswahl eines Fräswerkzeuges für die komplette Bearbeitung.

Ziellayer [0..LayerMax]:

Die Fräswege werden in den angegebenen Ziellayer gespeichert.

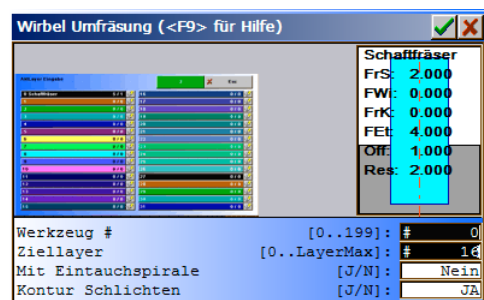
Mit Eintauchspirale [J/N]:

Zum Starten im Material kann eine Anfahrschnecke erzeugt werden. Die Daten der Eintauchspirale ('**Spiral Radius**', '**vertikal.Spiralsteigung**') werden in den '**Wirbel Parameter**' festgelegt.

Kontur Schlichten [J/N]:

Der Ausbruch wird mit dem Werkzeug geschlichtet.

Wirbel Umfräsung (Kontur Außenbearbeitung)



Die Umfräsung erfolgt mit der Wirbel Fräsfunktion und kann anschließend geschlichtet werden.

Werkzeug # [0..199]:

Auswahl eines Fräswerkzeuges für die komplette Bearbeitung.

Ziellayer [0..LayerMax]:

Die Fräswege werden in den angegebenen Ziellayer gespeichert.

Mit Eintauchspirale [J/N]:

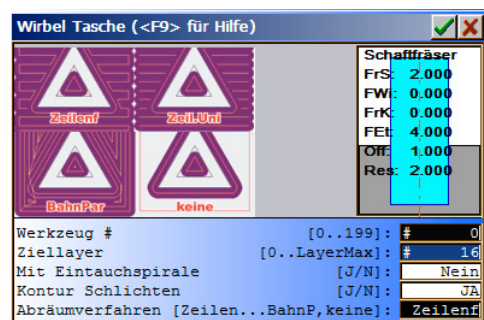
Zum Starten im Material kann eine Anfahrspirale erzeugt werden. Die Daten der Eintauchspirale ('**Spiral Radius**', '**vertikal.Spiralsteigung**') werden in den '**Wirbel Parameter**' festgelegt.

Kontur Schlichten [J/N]:

Die Umfräsung wird mit dem Werkzeug geschlichtet.

Wirbel Tasche

(Kontur Innenbearbeitung mit Abräumen)



Die Tasche wird mit der Wirbel Fräsfunktion ausgeschnitten, abgeräumt und geschlichtet.

Werkzeug # [0..199]:

Auswahl eines Fräswerkzeuges für die komplette Bearbeitung.

Ziellayer [0..LayerMax]:

Die Fräswege werden in den angegebenen Ziellayer gespeichert.

Mit Eintauchspirale [J/N]:

Zum Starten im Material kann eine Anfahrspirale erzeugt werden. Die Daten der Eintauchspirale ('**Spiral Radius**', '**vertikal.Spiralsteigung**') werden in den '**Wirbel Parameter**' festgelegt.

Kontur Schlichten [J/N]:

Die Tasche wird mit dem Werkzeug geschlichtet.

Abräumverfahren [Zeilen...BahnP,keine]:

Die Restfläche wird freigeräumt.

zeilenförmig:

Abräumkontur und Abräumzeilen im angegebenen Winkel erzeugen. Die Abräumzeilen werden soweit möglich miteinander verbunden.

Zeilen unidirekt.:

Abräumkontur und Abräumzeilen im anzugebenden Winkel erzeugen. Die Zeilen verlaufen immer in einer Richtung.

bahnparallel Rad.:

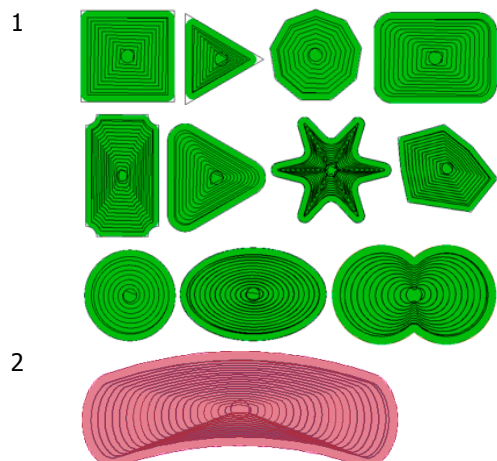
Es wird eine Abräumbahn durch äquidistante Fräslauflinien (radiusbezogen - Island Gravur) erzeugt.

keine:

Es werden keine Abräumwege berechnet

Spiral Tasche

(Kontur Innenbearbeitung mit Abräumen)

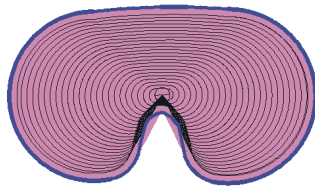


Diese Funktion ist nur geeignet für einfache Formen, deren Zentrum (Start der Bearbeitung) in der Flächenmitte liegt (Dreieck, Rechteck, Kreis, Ellipse u.s.w.). Für unregelmäßige Formen ergeben sich ungünstige Spiralen. Wenn das Zentrum außerhalb der Fläche liegt, kann keine Abräumspirale berechnet werden.

1: Geeignete Formen für '**Spiral Tasche**'.

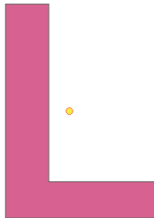
2: Ungünstige Spiralaufteilung, aber noch ohne Fehler.

3

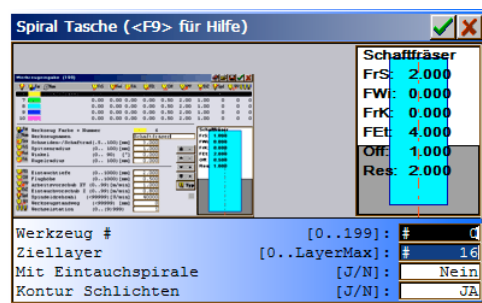


3: Ungeeignet: Kontur wird verletzt.

4



4: Ungeeignet: Zentrum liegt außerhalb.



Die Tasche wird immer ausgehend vom Zentrum mit einer Spirale freigeräumt. Damit ergeben sich sehr wirtschaftliche Fräswege, ohne Leerwege. Die Tasche wird mit der Spiral Fräsfunktion abgeräumt und geschlichtet.

Werkzeug # [0..199]:

Auswahl eines Fräswerkzeuges für die komplette Bearbeitung.

Ziellayer [0..LayerMax]:

Die Fräswege werden in den angegebenen Ziellayer gespeichert.

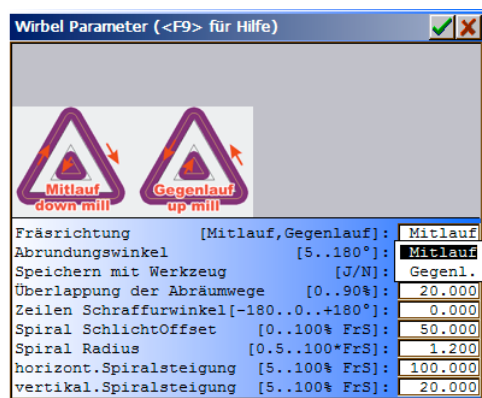
Mit Eintauchspirale [J/N]:

Zum Starten im Material kann eine Startspirale erzeugt werden. Die Daten der Eintauchspirale (**Spiral Radius**, **vertikal.Spiralsteigung**) werden in den **Wirbel Parameter** festgelegt.

Kontur Schlichten [J/N]:

Die Tasche wird mit dem Werkzeug geschlichtet.

Wirbel Parameter



Einstellungen für die 'Wirbel/Spiral Fräszyklen'. Einige Parameter werden nur für einzelne Fräsfunktionen verwendet.

Fräsrichtung [Mitlauf,Gegenlauf]:

Fräsrichtung für 'Ausbruch innen', 'Umfräsung', 'Tasche' einstellen.

Mitlauf: Im Uhrzeigersinn umfräsen (Standard). Typische Einstellung für die Mehrzahl der Materialien.

Gegenl.: Gegen Uhrzeigersinn umfräsen.

Abrundungswinkel [5..180°]:

Für alle Konturen erfolgt eine Offsetberechnung. Außenecken der Offsetwege werden mit dem Abrundungswinkel verrundet. Empfohlene Einstellung 20..30°.

Speichern mit Werkzeug [J/N]:

'JA' Speichert das angegebene Werkzeug zu den Fräswegen. Bei 'Nein' wird das Ergebnis ohne Werkzeug gespeichert.

Hinweis: Fräsdaten sollten immer mit Werkzeug gespeichert werden.

Überlappung der Abräumwege [0..90%]:

Überlappung der Abräumwege. Damit Taschen sauber freigeräumt werden, sollten die Abräumwege überlappen. Die Eingabe erfolgt in % vom Spitzenradius. Diese Einstellung wird nur für die 'Wirbel Tasche' und 'Spiral Tasche' verwendet.

Typische Einstellungen 20 .. 30%.

Zeilen Schraffurwinkel [-180..0..+180°]:

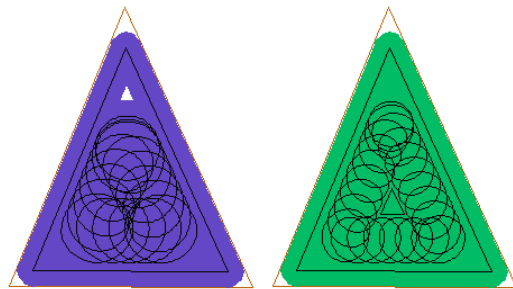
Verlaufsrichtung der zellenförmigen Schraffurbahnen im mathematisch positiven Drehsinn. 0 Grad ergibt waagerechte, 90° ergibt senkrechte Schraffurlinien. Diese Einstellung wird nur für die 'Wirbel Tasche' verwendet.

Spiral SchlichtOffset [0..100% FrS]:

Für die Wirbel - Kontur wird ein Schlichtoffset (Mindestabstand zur Fräskontur) eingehalten. Das Endmaß wird nach dem Schlichten erreicht.

Spiral Radius [0.5..100*FrS]:

Radius der Wirbelspirale. Da ungefähr die Hälfte des Spiralweges ohne Fräsbearbeitung erfolgt, sollte die Ausdehnung der Spirale möglichst klein gehalten werden. Andererseits sorgt ein größerer **Spiral Radius** für einen günstigeren Umschlingungswinkel. Eingegeben wird immer ein Faktor (0.5..100) zum Werkzeug Spitzenradius.



1) **Spiral Radius** = 2,0

2) **Spiral Radius** = 1,4

Wenn mit dem gleichen Werkzeug die Kontur geschlichtet wird, muß darauf geachtet werden, daß der **Spiral Radius** für Engstellen und enge Ecken max 1(*FrS) beträgt. Für abgerundete Formen (Kreis, Ellipse, ..) ohne Engstellen kann der **Spiral Radius** größer eingestellt werden. Typische Werte sind 1..2(*FrS).

In spitzen Ecken und in Engstellen muß die Spiralfräsung im Fall 1 zu großen Abstand zur Kontur halten. Im Beispiel wurde ein Werkzeugradius $FrS = 1,5\text{mm}$ gewählt. Im Fall 1 verbleibt mit **Spiral Radius** = 2,0 eine unbearbeitete Insel. Im Fall 2 wird mit **Spiral Radius** = 1,4 die Tasche komplett bearbeitet.

horizont.Spiralsteigung [5..100% FrS] (Spiralvorschub):

Abstand der aufeinanderfolgenden Spiralen. Eingegeben wird ein prozentualer Wert des Werkzeug Spitzenradius. Große Werte ergeben einen großen Span und belasten zunehmend das Werkzeug bei Materialberührung sowie kleinere Leerwege der Spiralkreise. Typische Werte sind 20..50% (FrS).

vertikal.Spiralsteigung [5..100% FrS]:

Z - Schrittweite der Eintauch- (Anfahr-) Spirale. Eingegeben wird ein prozentualer Wert des Werkzeug Spitzenradius. Große Werte ergeben eine große Spanbelastung beim Eintauchen. Typische Werte sind 10..50% (FrS).

Hinweis: Das Werkzeug muß für das schräge Eintauchen in das Material geeignet sein.