



DREHEN - BENUTZERDEFINIERTER WERKZEUGE

Januar 2018

POWERED BY MASTERCAM'S
DYNAMIC MOTION™ TECHNOLOGY



Mastercam®

Be Dynamic.

DREHEN - BENUTZERDEFINIERTER WERKZEUGE

Januar 2018

© 2018 InterCAM-Deutschland GmbH - Alle Rechte vorbehalten.

Software: Mastercam 2018

Nutzungsbedingungen

Die Verwendung dieses Dokuments unterliegt dem Mastercam Endbenutzer-Lizenzvertrag, der bei der Installation angezeigt wird. Sie finden ihn unter:

<http://www.mastercam.de/Rechtliches/EULA.htm>

Vergewissern Sie sich, dass Sie über die neuesten Informationen verfügen!

Vergewissern Sie sich, dass Sie über die neuesten Informationen verfügen!

Möglicherweise haben sich seit der Veröffentlichung dieses Dokumentes Informationen geändert oder sind neu hinzugekommen. Die neueste Version dieses Dokumentes wird mit Mastercam installiert oder kann über Ihren Vertriebspartner bezogen werden. Eine ReadMe-Datei (ReadMe.pdf), die mit jeder Version installiert wird, beinhaltet die neuesten Informationen zu den Funktionen/Features und Verbesserungen in Mastercam.

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	5
Allgemeine Voraussetzungen für die Arbeit mit diesem Übungshandbuch ...	5
1 Erzeugen eines vertikal ausgerichteten Werkzeugs	7
Übung 1: Zeichnen der Geometrie der Wendeschneidplatte	8
Übung 2: Fertigstellen der Wendeschneidplattenspitze	14
Übung 3: Zeichnen des Halters	21
Übung 4: Einstellen der Ausrichtung und Position	27
Übung 5: Einstellen von Werkzeugtyp und Versatz	32
Übung 6: Einrichten des Werkzeugs	34
Übung 7: Testen des Werkzeugs in einem Werkzeugweg	37
2 Graphische Ausrichtung und WZ-Einstellungen	43
Übung 1: Verwenden der WZ-Ausrichtung	44
Übung 2: WZ-Position im Grafikfenster	49
Übung 3: Zurücksetzen des Werkzeugs auf seine Ursprungseinstellungen ..	54
3 Erzeugen eines horizontal ausgerichteten Werkzeugs	57
Übung 1: Rotieren des Werkzeugs	58
Übung 2: Einstellen der Ausrichtung und Position	61
Übung 3: Einstellen von Werkzeugtyp und Versatz	67
Übung 4: Einrichten des Werkzeugs	68
Übung 5: Testen des Werkzeugs in einem Werkzeugweg	70
Ende	73

Mastercam Ressourcen	73
Kontakt	74

Einleitung

In diesem Übungshandbuch erfahren Sie, wie man benutzerdefinierte Dreh-Werkzeuge erzeugt und welche Parameter zur Erzeugung gültiger Werkzeuge besonders wichtig sind. Es geht speziell um die folgenden Themen:

Ziele dieses Handbuchs

- Zeichnen eines benutzerdefinierten Drehwerkzeugs
- Konfigurieren eines benutzerdefinierten Drehwerkzeugs
- Verwenden eines benutzerdefinierten Drehwerkzeugs

WARNUNG: Die Bildschirmfarben in den Abbildungen des Handbuchs wurden zur Verbesserung der Bildqualität modifiziert; sie stimmen mit Ihren Mastercam-Einstellungen oder den Übungshandbuchergebnissen möglicherweise nicht überein. Diese Farbunterschiede haben jedoch keinen Einfluss auf die Lektion oder Ihre Ergebnisse.

Geschätzte Zeit, um dieses Übungshandbuch abzuschließen: 2 Stunden

Allgemeine Voraussetzungen für die Arbeit mit diesem Übungshandbuch

Bei allen Mastercam 2018-Übungshandbüchern werden folgende allgemeine Anforderungen vorausgesetzt:

- Sie müssen im Umgang mit dem Betriebssystem Windows® vertraut sein.
- Die Übungen können nicht mit der „Demo/Home Learning Edition“ von Mastercam absolviert werden. Das Demo/HLE-Dateiformat (`emcam`) unterscheidet sich vom Mastercam-Dateiformat (`mcam`) und grundlegende Mastercam-Funktionen, wie beispielsweise Dateikonvertierung und Posten (Postprozessorlauf), stehen nicht zur Verfügung.

- Jede einzelne Übung im Handbuch baut auf der Beherrschung der Kenntnisse aus der vorherigen Übung auf. Wir empfehlen, diese der Reihe nach durchzugehen.
- Im Anhang zu einem Übungshandbuch finden Sie in den meisten Fällen zusätzliche Übungsdateien. Speichern Sie sie in einem Verzeichnis, auf das über den Mastercam 2018-Arbeitsplatzrechner zugegriffen werden kann - entweder mit dem Übungshandbuch oder an einem beliebigen anderen Ort - es sei denn, das Übungshandbuch liefert bestimmte Anweisungen darüber, wo diese Dateien gespeichert werden sollen.
- Zum Ansehen der Videos im Tutorial ist eine aktive Internetverbindung erforderlich. Sie finden alle Videos auch auf unserem YouTube-Kanal:
www.youtube.com/user/MastercamTechDocs.
- Für die Arbeit mit den Mastercam Übungshandbüchern muss Mastercam auf eine metrische oder Inch-Konfiguration eingestellt sein. Das Handbuch liefert Instruktionen zum Laden der entsprechenden Konfigurationsdatei.

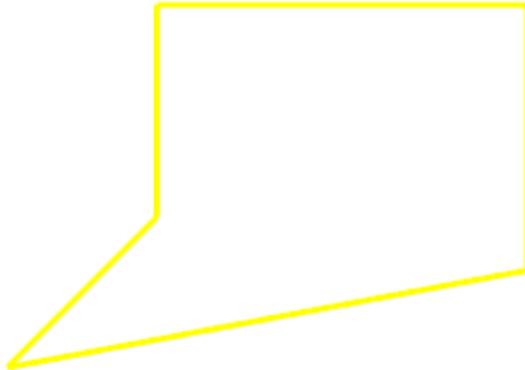
Erzeugen eines vertikal ausgerichteten Werkzeugs

In dieser Lektion wird ein vertikal ausgerichtetes Werkzeug angelegt, das im oberen Revolver der Maschine verwendet wird um Material auf der linken Spindel zu bearbeiten. Dazu müssen folgende Schritte befolgt werden.

- Zeichnen der Wendeschneidplatte.
- Zeichnen des Halters.
- Einstellen der WZ-Eigenschaften.
- Testen des Werkzeugs anhand eines Werkzeugwegs.

Übung 1: Zeichnen der Geometrie der Wendeschneidplatte

Der erste Schritt beim Anlegen eines benutzerdefinierten Werkzeugs ist das Zeichnen seiner Werkzeugprofilgeometrie. Diese Geometrie besteht aus zwei Teilen: Der Wendeschneidplatte und dem Halter. In dieser Übung zeichnen Sie die unten abgebildete Wendeschneidplatte.



1. Starten Sie Mastercam mit der gewünschten Methode:
 - a. Klicken Sie doppelt auf das Desktop-Symbol von Mastercam.

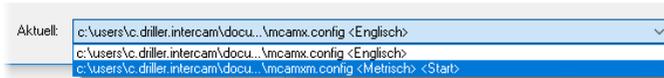


ODER

- b. Rufen Sie Mastercam über das Startmenü von Windows auf.
2. Wählen Sie die voreingestellte metrische Konfigurationsdatei:
 - a. Klicken Sie auf die Registerkarte **DATEI**.
 - b. Klicken Sie in der Backstage-Ansicht von Mastercam auf **Konfiguration**, um das Dialogfeld „Systemkonfiguration“ zu öffnen.

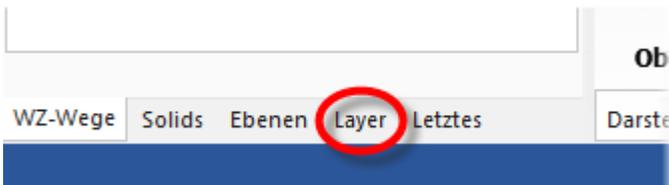


- c. Wählen Sie in der Dropdownliste **Aktuell** die Einstellung `... \m-camxm.config <Metrisch>`.



- d. Klicken Sie auf **OK**.

3. Klicken Sie unten links im Mastercam-Fenster auf die Registerkarte **Layer**.



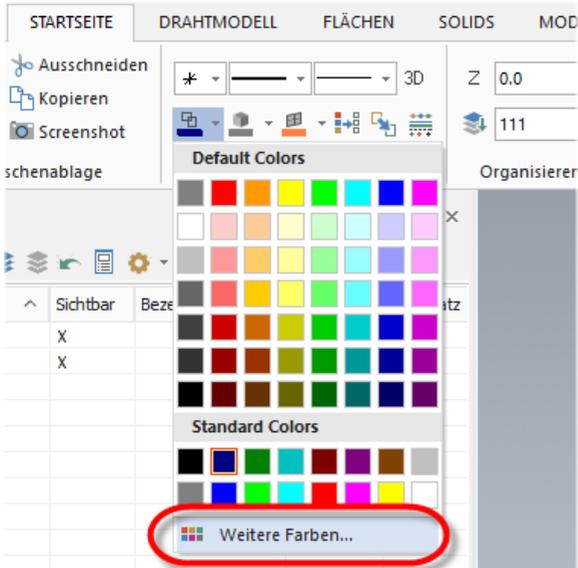
Es erscheint daraufhin der Layer-Manager.

4. Geben Sie im Feld **Nummer** eine 111 ein.



Da Werkzeuggeometrie auf einem eigenen Layer liegen muss, auf dem sich sonst keine weitere Geometrie befindet, sollten Sie eine Layernummer wählen, die Sie in Ihren Teile-Zeichnungen eher nicht verwenden.

5. Klicken Sie auf der Mastercam-Registerkarte **STARTSEITE** auf **Drahtmodellfarbe, Weitere Farben**.



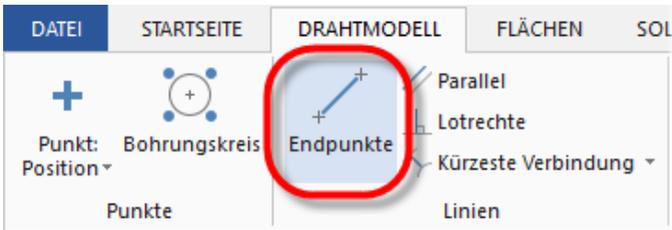
Das Dialogfeld „Farben“ wird angezeigt.

6. Ändern Sie die **Aktuelle Farbe** in 14 und klicken Sie auf **OK**.



Zum Zeichnen der Wendeschneidplatte und des WZ-Halters müssen unterschiedliche Farben verwendet werden. Die empfohlene Farbe für die Oberseite der Wendeschneidplatte ist 14. Für die Unterseite wird Farbe 138 empfohlen. Verwenden Sie für den Halter die Farbe 116.

7. Klicken Sie auf der Registerkarte **DRAHTMODELL** auf **Endpunkte**.



Das Funktionspanel „Linie: Endpunkte“ erscheint daraufhin.

8. Klicken Sie ins Grafikfenster und zeichnen Sie irgendwo eine kurze Linie.



9. Stellen Sie im Funktionspanel die Länge auf 20 und den Winkel auf 45 ein und drücken Sie [Enter].



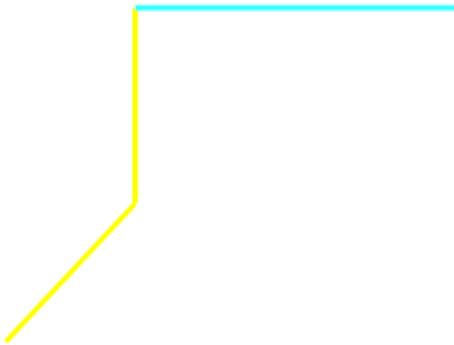
10. Zeichnen Sie eine weitere Linie, die am oberen Endpunkt der ersten Linie beginnt.



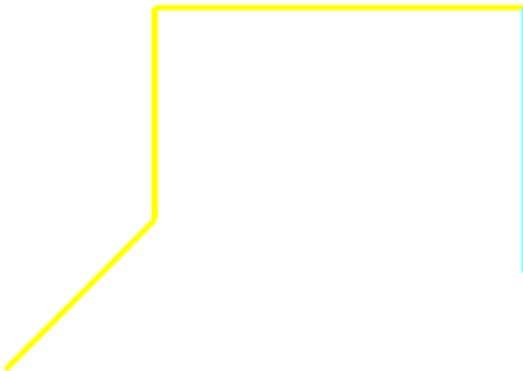
11. Stellen Sie die **Länge** der Linie auf **20** und den **Winkel** auf **90** ein und drücken Sie [Enter].



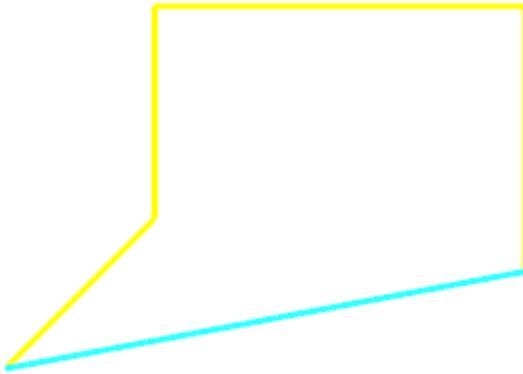
12. Zeichnen Sie eine Linie vom Endpunkt der vorherigen Linie mit einer **Länge** von **35** und einem **Winkel** von **0**.



13. Zeichnen Sie eine Linie vom Endpunkt der vorherigen Linie mit einer **Länge** von **25** und einem **Winkel** von **270**.

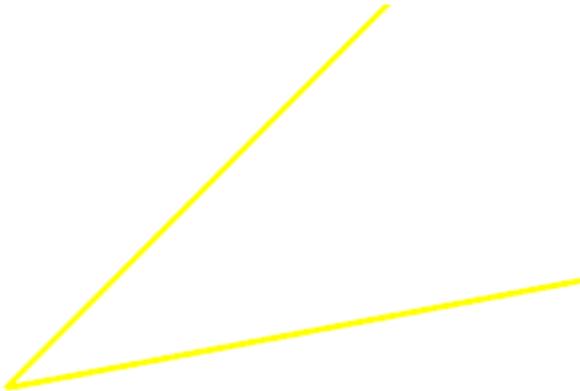


14. Ziehen Sie eine letzte Linie mit der Sie die Form der Wendeschneidplatte schließen und klicken Sie auf **OK**, um das Funktionspanel zu beenden.

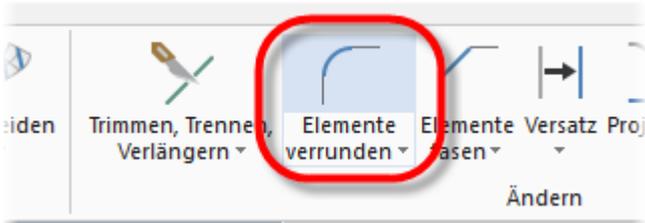


Übung 2: Fertigstellen der Wendeschneidplattenspitze

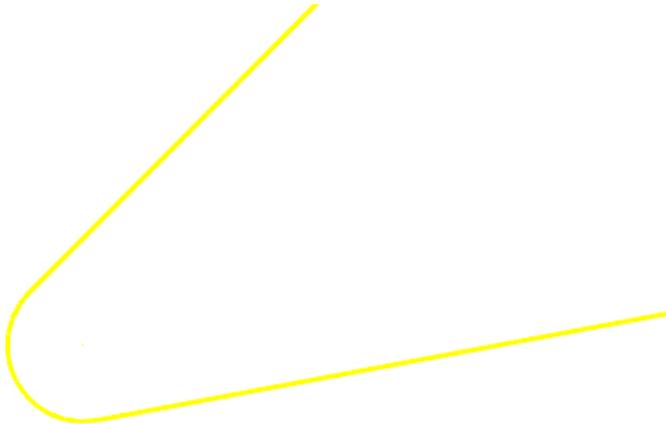
1. Zoomen Sie näher an die Spitze der Wendeschneidplatte heran.



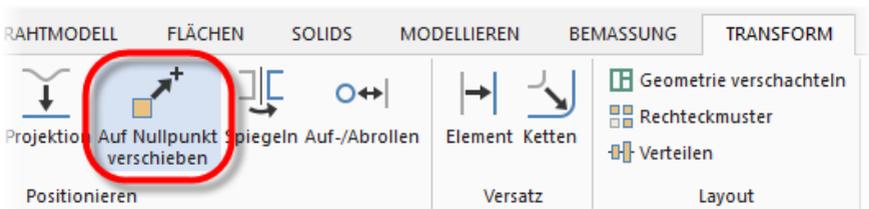
2. Klicken Sie auf der Mastercam-Registerkarte **DRAHTMODELL** auf **Elemente ver-**
runden.



3. Wählen Sie die zwei Linien, die die Spitze bilden, geben Sie einen **Radius** von **0.8** ein und klicken Sie im Funktionspanel auf **OK**.

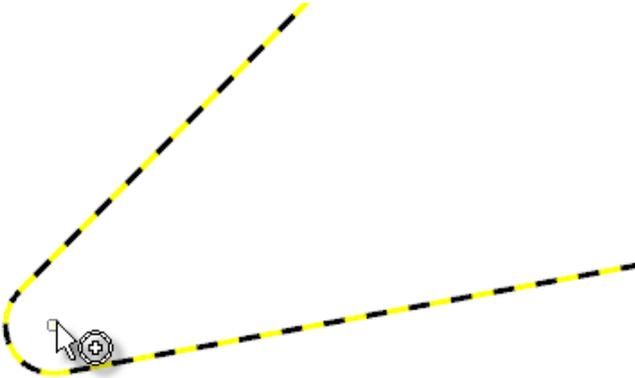


4. Wählen Sie auf der Registerkarte **TRANSFORM** die Funktion **Auf Nullpunkt verschieben**.



Die gesamte Geometrie wird automatisch ausgewählt.

5. Wählen Sie den Mittelpunkt der Rundung.

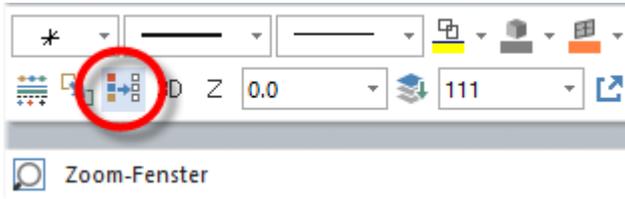


Die Wendeschneidplatte wird auf den Nullpunkt verschoben, wobei der Mittelpunkt der Spitzenverrundung auf 0,0 liegt.

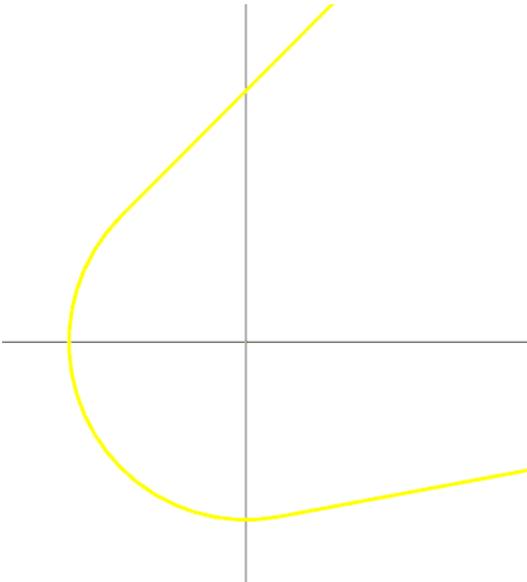
6. Klicken Sie mit der rechten Maustaste ins Grafikfenster und wählen Sie die Kontextmenü-Option **Anpassen**.



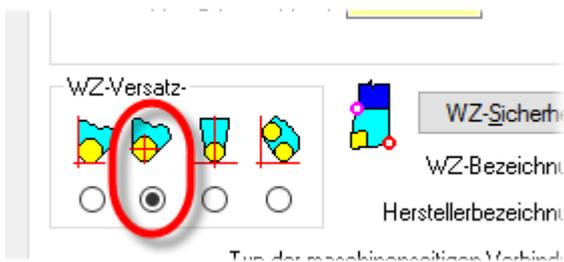
7. Klicken Sie erneut mit der rechten Maustaste ins Grafikfenster, wählen Sie dann die Kontextmenü-Option **Temporäre Farben entfernen** und drücken Sie die Taste [F9], um die Achsen im Grafikfenster einzublenden.



8. Zoomen Sie auf den Nullpunkt und beachten Sie, wie die Spitze der Wendeschneidplatte nun positioniert ist.



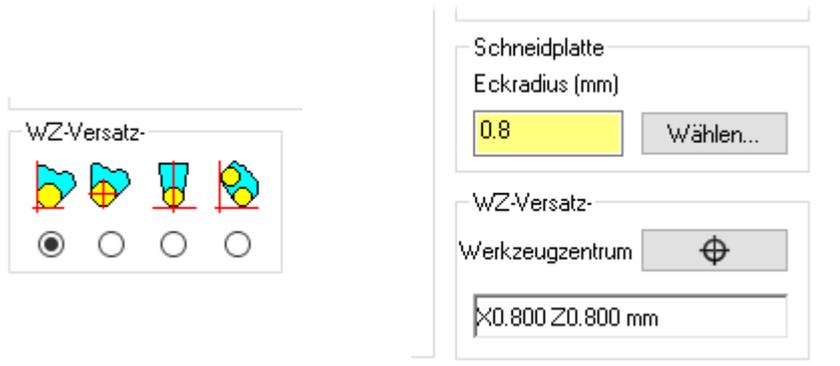
Die Position der Wendeschneidplatte im Grafikfenster legt fest, wie die Parameter des Werkzeugs in Mastercam definiert werden müssen. Wenn Sie die Position der Wendeschneidplatte beispielsweise wie in Schritt 8 belassen, würden Sie beim Einstellen der WZ-Parameter den unten gezeigten Versatzpunkt wählen.



Außerdem würde das WZ-Zentrum auf 0,0 liegen.

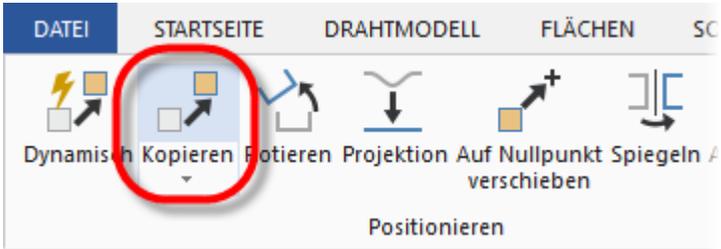


Die geläufigere Position für ein vertikal ausgerichtetes Werkzeug ist hingegen diejenige, bei der der Bearbeitungspunkt der Wendeschneidplatte komplett im oberen rechten Quadranten des Grafikfensters liegt. In diesem Fall würden Sie den Versatzpunkt und das WZ-Zentrum wie in der folgenden Abbildung gezeigt einstellen.



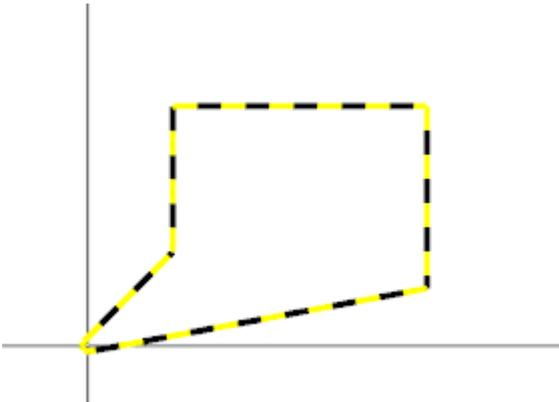
In den letzten Schritten dieser Übung verschieben Sie die Wendeschneidplatte in den oberen rechten Quadranten des Grafikfensters.

9. Wählen Sie auf der Registerkarte **TRANSFORM** die Funktion **Kopieren**.

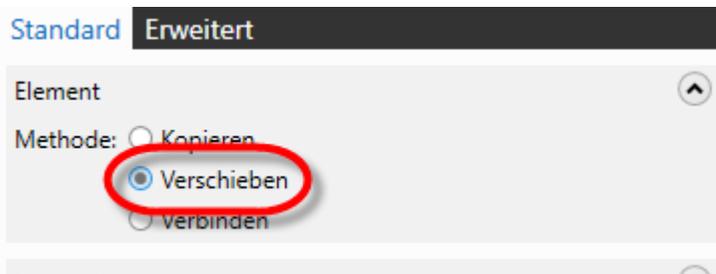


Das Funktionspanel „Kopieren“ wird daraufhin angezeigt.

10. Wählen Sie die ganze Wendeschneidplatte aus und drücken Sie [Enter].



11. Stellen Sie die Methode auf Verschieben ein.

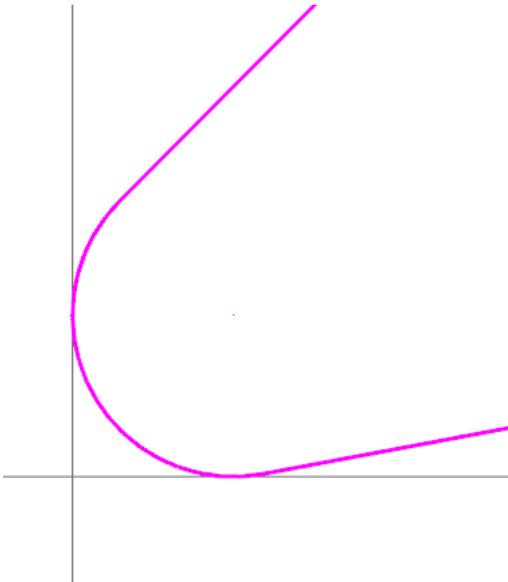


12. Stellen Sie X und Y jeweils auf 0.8 ein und klicken Sie auf OK.

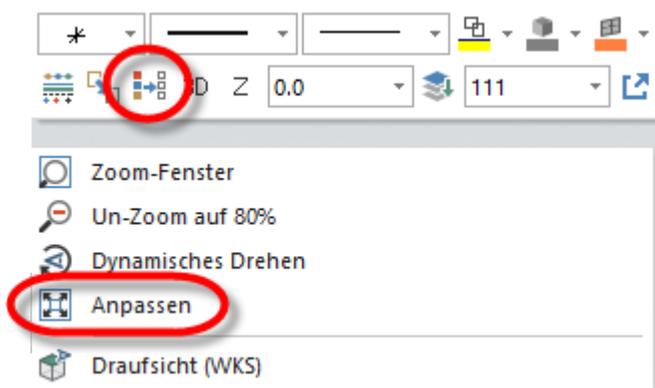


Die Geometrie wird daraufhin auf die gewählte Position verschoben.

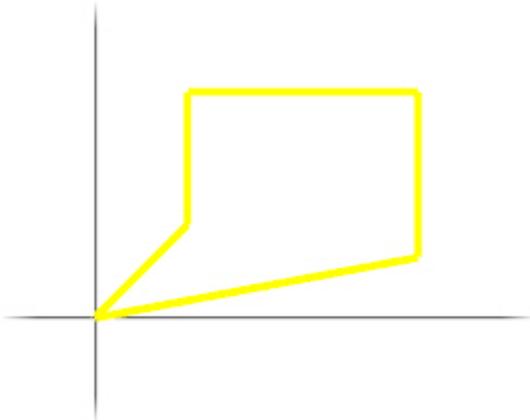
13. Zoomen Sie an die Spitze der Wendeschneidplatte heran, um zu sehen, dass Sie nun korrekt positioniert ist.



14. Passen Sie die Wendeschneidplatte mit der Kontextmenü-Funktion „Anpassen“ in das Grafikfenster ein und klicken Sie auf **Temporäre Farben entfernen**, um die Farbe der Wendeschneidplatte wieder auf gelb zurückzusetzen.



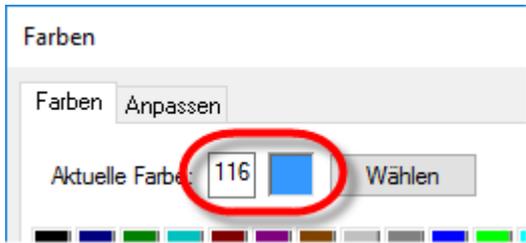
15. Die fertige Wendeschneidplatte sollte nun wie in der Abbildung unten aussehen.



16. Speichern Sie die Datei unter der Bezeichnung `CustomToo101_XXX`, wobei XXX ihre Initialen sind.

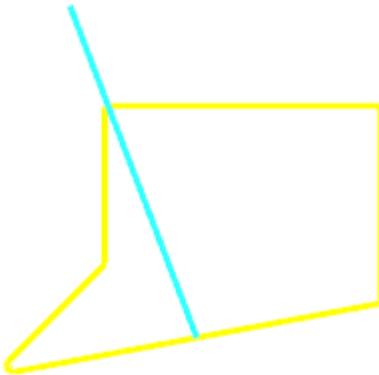
Übung 3: Zeichnen des Halters

1. Drücken Sie [F9], um die Achsen auszublenden.
2. Ändern Sie die Drahtmodellfarbe in 116.



Dies ist die empfohle Farbe für Werkzeughalter.

3. Zeichnen Sie eine Linie vom Mittelpunkt der unteren Linie der Wendschneidplatte und geben Sie als dessen **Länge45** und als **Winkel111** ein.



4. Zeichnen Sie eine Linie vom oberen Endpunkt der vorherigen Linie und geben Sie als **Länge210** und als **Winkel90** ein.



5. Zeichnen Sie eine Linie vom oberen Endpunkt der vorherigen Linie und geben Sie als **Länge50** und als **Winkel0** ein.



6. Zeichnen Sie eine Linie vom rechten Endpunkt der vorherigen Linie und geben Sie als Länge **247** und als Winkel **270** ein.



7. Zeichnen Sie eine letzte Linie, mit der Sie die Form des Halters schließen und klicken Sie auf **OK**, um das Funktionspanel „Linie: Endpunkte“ zu beenden.



8. Speichern Sie die Datei unter der Bezeichnung CustomTool02_XXX, wobei XXX ihre Initialen sind.

Hinweis: Die für selbstdefinierte Werkzeuge verwendete Geometrie wird auf die aktuelle Systemeinheit (Inch oder metrisch) skaliert. Dabei wird angenommen, dass in der Datei mit der Werkzeuggeometrie dieselbe Einheit verwendet wird, die auf der Registerkarte „Parameter“ des Dialogfelds „WZ-Definition“ eingestellt ist.

Das Bild zeigt ein Dialogfeld mit dem Titel 'WZ-Definition'. Links oben befindet sich ein Icon eines Werkzeugs. Rechts daneben steht 'WZ-Sicherheitsbereich'. Darunter befindet sich ein Kontrollkästchen mit der Aufschrift 'Metrische Werte', der mit einem Häkchen markiert ist und rot umrandet ist. Unter dem Kontrollkästchen befinden sich zwei Textfelder: 'WZ-Bezeichnung: Drehstahl 1' und 'Herstellerbezeichnung:'.

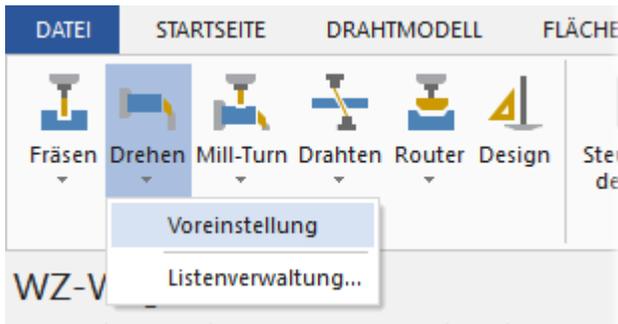
Übung 4: Einstellen der Ausrichtung und Position

Nach dem Zeichnen der Werkzeuggeometrie müssen Sie die Werkzeugparameter einstellen, die Mastercam anweisen, wie die WZ-Geometrie interpretiert und verwendet werden soll. Dazu zählen folgende Parameter:

- **Geometrische WZ-Orientierung:** Definiert, wie Mastercam die Werkzeugprofilgeometrie interpretiert, inklusive der Schnitt- und Eintauchrichtung.
- **WZ-Geometrie:** Legt fest, ob die Geometrie aus einer Datei oder von einem Layer der aktuellen Teile-Datei importiert werden soll.
- **WZ-Ausrichtung im Revolver:** Legt fest, wie das Werkzeug im Revolver montiert ist, inklusive Schnitt- und Eintauchrichtung.
- **Schneidplatte Eckradius:** Definiert den Radius der Werkzeugspitze.
- **WZ-Zentrum:** Definiert die Zentrumspunktposition der Werkzeugspitze.
- **WZ-Versatz:** Legt den bei der Werkzeugwegberechnung zu verwendenden WZ-Versatz fest.

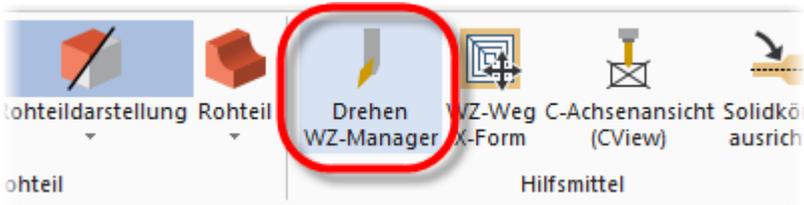
In dieser Übung stellen Sie die Orientierung (Ausrichtung) und die Position des Werkzeugs ein.

1. Klicken Sie auf der Mastercam-Registerkarte **MASCHINE** auf **Drehen, Voreinstellung**.



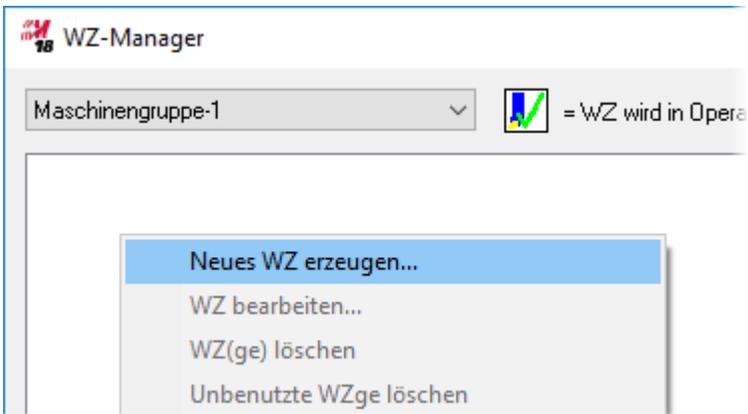
Mastercam legt daraufhin im Werkzeugweg-Manager eine neue Maschinengruppe an.

2. Klicken Sie auf der kontextabhängigen Registerkarte **DREHEN** (in der Registerkartengruppe „Hilfsmittel“) auf **Drehen WZ-Manager**.



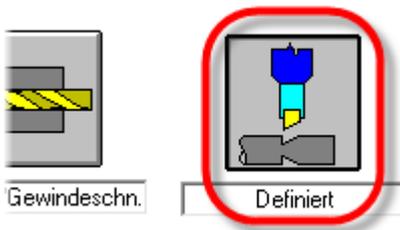
Das Dialogfeld „WZ-Manager“ wird angezeigt.

3. Klicken Sie mit der rechten Maustaste in den oberen Dialogfeldbereich und wählen Sie die Kontextmenü-Option **Neues WZ erzeugen**.



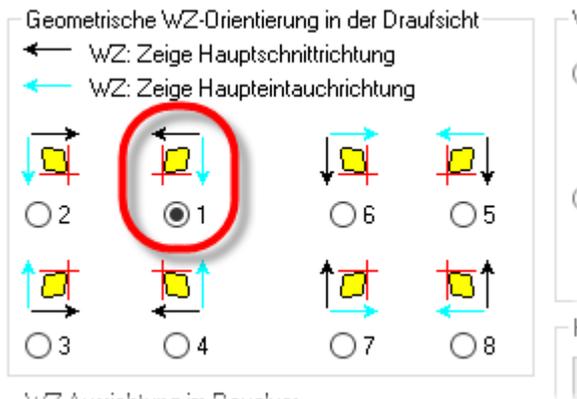
Das Dialogfeld „WZ-Definition - ...“ wird eingeblendet.

4. Wählen Sie den WZ-Typ **Definiert**.



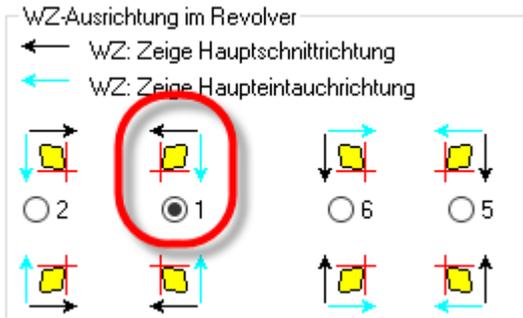
Das Dialogfeld wechselt automatisch zur Registerkarte **Geometrie**.

5. Stellen Sie sicher, dass unter **Geometrische WZ-Orientierung in der Draufsicht** die Orientierung (Ausrichtung) 1 markiert ist.



Dies ist die Ausrichtung der WZ-Geometrie in der Draufsicht. Beachten Sie, dass die Optionen 1 und 5 zwar dieselbe geometrische Ausrichtung besitzen, die Schnitt- und Eintauchrichtung jedoch unterschiedlich sind. Die Ausrichtung 5 wird üblicherweise für horizontale Werkzeuge verwendet.

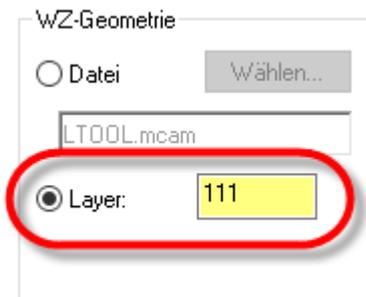
6. Stellen Sie sicher, dass unter **WZ-Ausrichtung im Revolver** die Ausrichtung 1 markiert ist.



Dies ist die Montage-Ausrichtung des Werkzeugs im Revolver. Beachten Sie wiederum, dass die Optionen 1 und 5 zwar dieselbe geometrische Ausrichtung besitzen, die Schnitt- und Eintauchrichtung jedoch unterschiedlich sind.

Hinweis: Wenn Ihre Maschine einen B-Achsen-Kopf besitzt und eine WZ-Rotation für eine Bearbeitung unter allen Winkeln erlaubt, dann muss das benutzerdefinierte Werkzeug in der WZ-Wechsel-Ausrichtungsposition definiert sein.

7. Wählen Sie im Feld „WZ-Geometrie“ die Option **Layer** und legen Sie Layer 111 fest. Dies ist der Layer, auf dem Sie die Geometrie erzeugt haben.



Hinweis: Wenn Sie die Werkzeuggeometrie in einer separaten Datei gespeichert haben, sollten Sie die Option **Datei** wählen und über die Schaltfläche **Wählen** die Datei mit dem benutzerdefinierten Werkzeug auswählen.

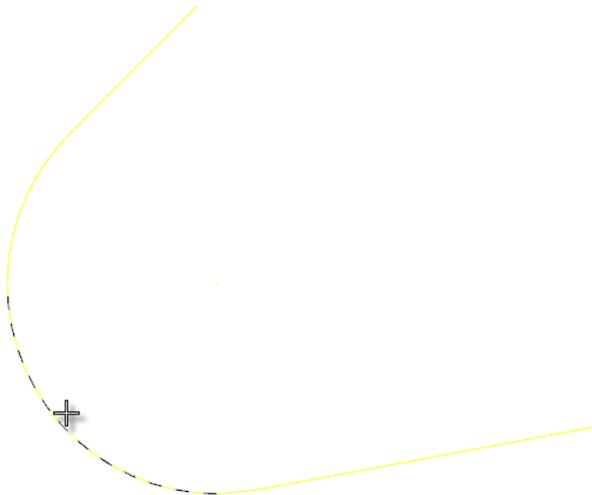
8. Klicken Sie neben dem Feld unter **Eckradius (mm)** auf die Schaltfläche **Wählen**.

Schneidplatte
Eckradius (mm)

0.0	Wählen...
-----	-----------

Das Dialogfeld wird daraufhin minimiert, so dass Sie auf das Grafikfenster zugreifen können.

9. Zoomen Sie näher an die Spitze der Wendeschneidplatte heran und wählen Sie die Verrundung der Wendeschneidplatte.



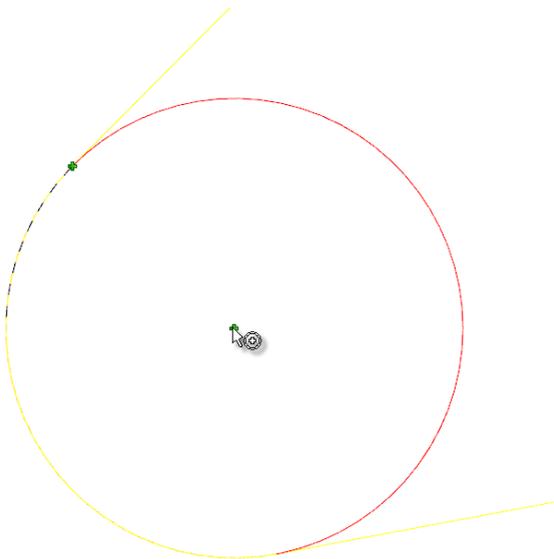
Mastercam wechselt daraufhin ins Dialogfeld „WZ-Definition - ...“ zurück, wo im Feld **Eckradius** nun der Wert **0.8** eingetragen ist.

10. Wählen Sie die Schaltfläche **Werkzeugzentrum**.



Das Dialogfeld wird daraufhin minimiert, so dass Sie auf das Grafikfenster zugreifen können.

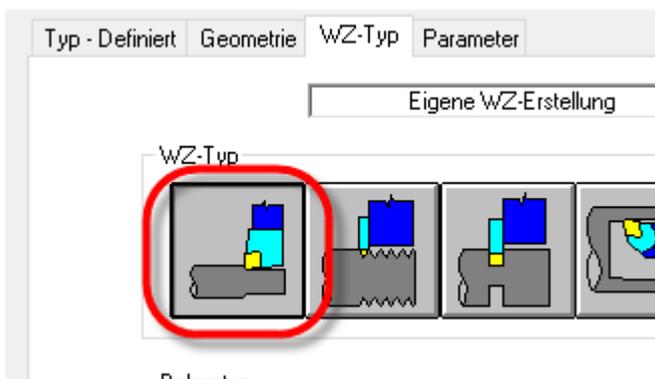
11. Zoomen Sie näher an die Spitze der Wendeschneidplatte heran und wählen Sie den Mittelpunkt der Verrundung.



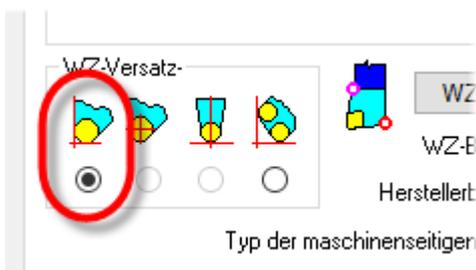
Mastercam wechselt dann ins Dialogfeld „WZ-Definition - ...“ zurück, wo nun der Wert X0.800 Z0.800 mm als Werkzeugzentrum eingetragen ist.

Übung 5: Einstellen von Werkzeugtyp und Versatz

1. Klicken Sie auf die Registerkarte **WZ-Typ**, auf der die Option **Außendrehen** ausgewählt sein sollte.



2. Klicken Sie auf die Registerkarte **Parameter**, wo unter **WZ-Versatz** die erste Option markiert sein sollte.



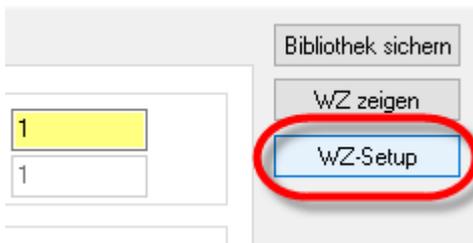
Diese Auswahl legt fest, dass der Versatz für einen Werkzeugweg auf der scharfen Kante des Spitzen-Eckradius' basiert.

Übung 6: Einrichten des Werkzeugs

Nachdem Sie die allgemeinen WZ-Parameter festgelegt haben, müssen Sie die WZ-Einrichtung vornehmen. Diese Einstellungen bestimmen die physische Ausrichtung eines Werkzeugs und beinhalten unter anderem folgende Optionen:

- **Einbauposition:** Geben Sie hier an, ob das Werkzeug vertikal oder horizontal im Revolver eingespannt sein soll.
- **WZ umdrehen:** Markieren Sie dieses Kontrollkästchen, wenn das Werkzeug im Revolver um 180 Grad von der voreingestellten Ausrichtung gedreht sein soll. Diese Option können Sie beispielsweise verwenden, wenn Sie einen Außen-drehmeißel zum Innendrehen oder einen Innendrehmeißel (Bohrstange) für die Außenbearbeitung verwenden wollen.
- **Revolver:** Geben Sie hier an, in welchen Revolver das Werkzeug eingespannt wird.
- **Aktive Spindel:** Legt fest, welche Spindel standardmäßig ausgewählt wird, wenn Sie dieses Werkzeug in einer Operation verwenden.
- **Drehrichtung:** Legt die Richtung der Spindelrotation fest.
- **WZ-Winkel:** Bestimmt den Winkel, um den das Werkzeug für den Werkzeugweg gedreht ist.
- **WZ-Wechselposition:** Bestimmt die Position, zu der das Werkzeug zum Werkzeugwechsel fährt.

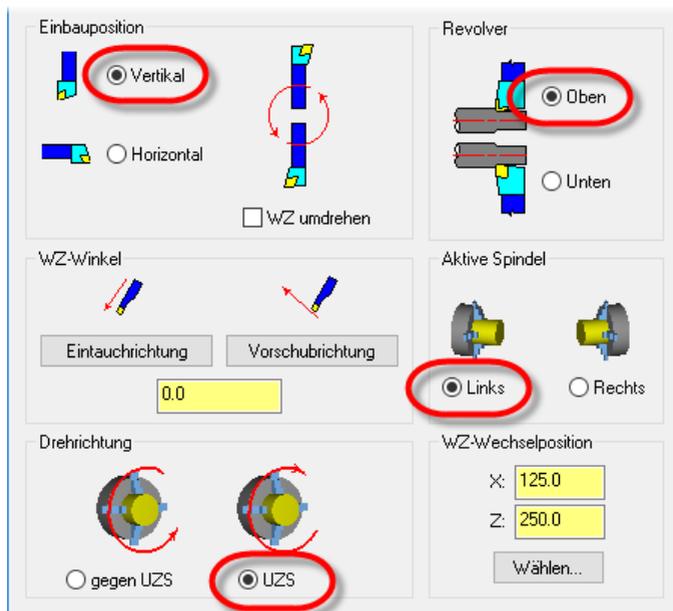
1. Klicken Sie auf die Schaltfläche **WZ-Setup**.



Das Dialogfeld „WZ-Einstellungen“ wird daraufhin eingeblendet.

2. Stellen Sie die folgenden Optionen ein:

- a. Einbauposition auf Vertikal.
- b. Revolver auf Oben.
- c. Aktive Spindel auf Links.
- d. Spindeldrehrichtung auf UZS (im Uhrzeigersinn).



Ihre Einstellungen sollten mit denen in der Abbildung oben übereinstimmen (außer möglicherweise die **WZ-Wechselposition**). Beachten Sie, dass die Vertikalwerkzeug-Grafik im Bereich „Einbauposition“ für die linke Spindel im oberen Revolver ausgerichtet ist.

3. Klicken Sie im Dialogfeld **WZ-Einstellungen** auf OK.

4. Klicken Sie auf die Schaltfläche **WZ zeigen**.



5. Das Dialogfeld wird daraufhin minimiert, so dass Sie den aktuellen Status des Werkzeugs im Grafikfenster sehen können.



Hinweis: Verwenden Sie beim Definieren der WZ-Einrichtung oft die Funktion **WZ zeigen**, um das Ergebnis Ihrer Änderungen zu überprüfen und um sicherzustellen, dass das Werkzeug wie erwartet aussieht.

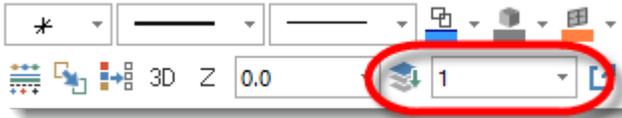
6. Drücken Sie **[Enter]**, um ins Dialogfeld zurückzukehren.
7. Klicken Sie in den beiden Dialogfeldern „WZ-Definition - ...“ und „WZ-Manager“ jeweils auf **OK**.

Das Werkzeug kann nun getestet werden.

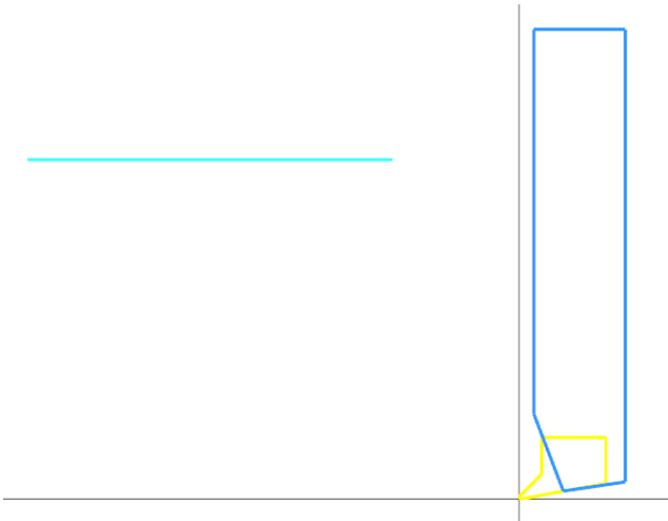
- Speichern Sie die Datei unter der Bezeichnung CustomTool103_XXX, wobei XXX ihre Initialen sind.

Übung 7: Testen des Werkzeugs in einem Werkzeugweg

- Drücken Sie [F9], um die Achsen einzublenden.
- Klicken Sie mit der rechten Maustaste ins Grafikfenster und stellen Sie den „Layer“ auf 1 ein.



- Zeichnen Sie mit Hilfe der Funktion Linie: Endpunkte im linken oberen Quadranten (minus X und plus Y Position) eine Linie und stellen Sie ihre Länge auf 200 und ihren Winkel auf 0 ein.



Wir verwenden diese Linie zur Erzeugung eines einfachen Dreh-Schlichtwerkzeugwegs.

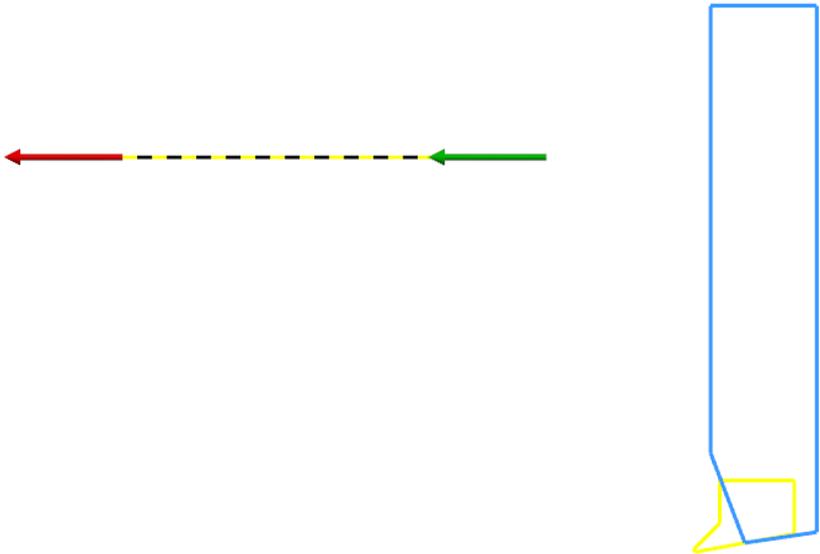
- Klicken Sie auf OK.
- Drücken Sie erneut [F9], um die Achsen auszublenden.

6. Wählen Sie auf der kontextabhängigen Registerkarte **DREHEN** in der Registerkartengruppe **Allgemein** den WZ-Wegtyp **Schichten**.



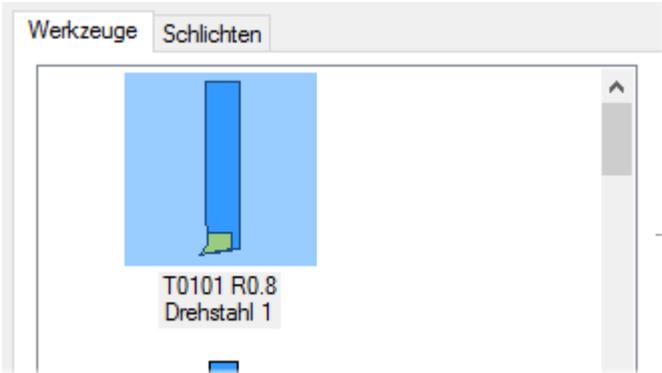
Das Dialogfeld „Verkettung“ wird daraufhin angezeigt.

7. Verketteten Sie die Linie wie unten dargestellt und klicken Sie auf OK.



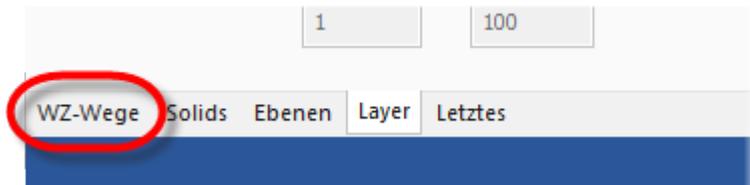
Das Dialogfeld „Drehen: Schichten“ wird angezeigt.

8. Stellen Sie sicher, dass Ihr benutzerdefiniertes Werkzeug ausgewählt ist und klicken Sie auf OK.



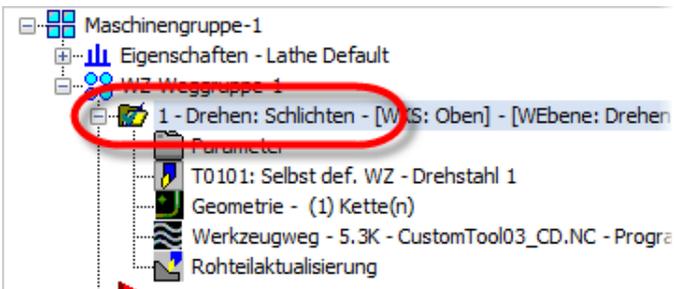
Mastercam erzeugt daraufhin den Werkzeugweg.

9. Wählen Sie unten links die Registerkarte WZ-Wege.

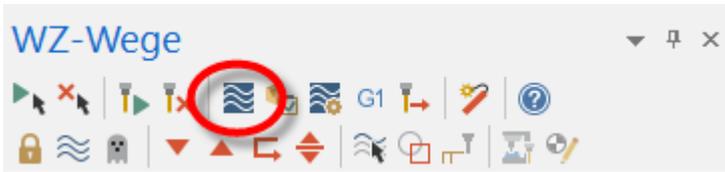


Der Werkzeugweg-Manager wird daraufhin angezeigt

10. Wählen Sie im Werkzeugweg-Manager den Werkzeugweg „Drehen: Schichten“ aus.

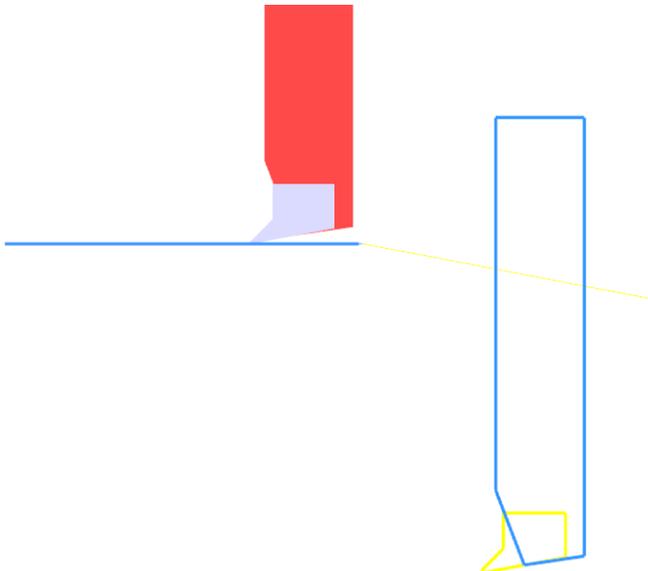
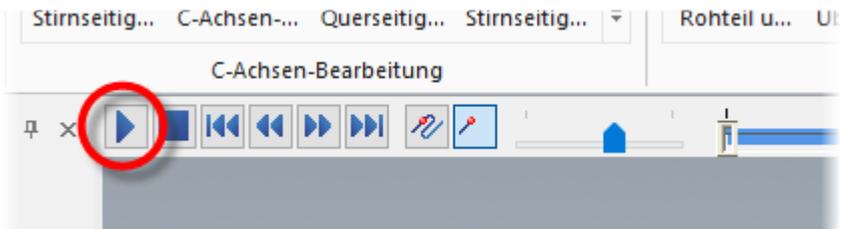


11. Klicken Sie auf die Schaltfläche **Selektierte OP's simulieren**.

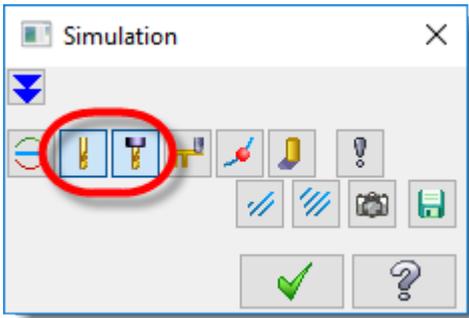


Das Dialogfeld „Simulation“ wird geöffnet.

12. Drücken Sie die Schaltfläche **Start (R)**, um den Werkzeugweg zu simulieren, damit sichergestellt ist, dass er korrekt ausgeführt wird.



13. Wenn das Werkzeug und der Halter nicht angezeigt werden, müssen Sie die entsprechenden Anzeige-Optionen im Dialogfeld „Simulation“ aktivieren. Diese Einstellungen sind per Voreinstellung deaktiviert.



14. Speichern Sie die Datei unter der Bezeichnung CustomTool104_XXX, wobei XXX ihre Initialen sind.

Graphische Ausrichtung und WZ-Einstellungen

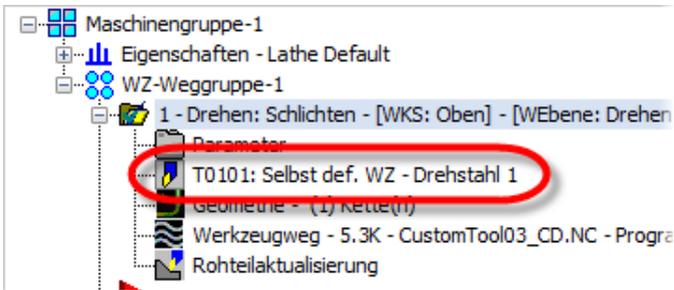
In dieser Lektion experimentieren wir mit einigen WZ-Einstellungen, um zu erkennen, wie sich diese auf die WZ-Position im Grafikfenster auswirken. So können Sie das Werkzeug an beliebiger Stelle zeichnen, wobei diese Position jedoch die Einstellungen, die Sie verwenden müssen, sowie die relative Position des Werkzeugwegs beeinflusst.

Fahren Sie mit der in der vorherigen Lektion fertiggestellten Teile-Datei fort oder laden Sie die Datei `CustomTool104` aus dem Übungshandbuchanhang.

Übung 1: Verwenden der WZ-Ausrichtung

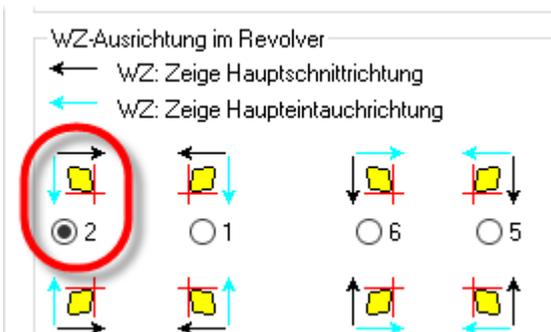
In der vorherigen Übung verwendeten Sie die Simulation, um das Werkzeug zu testen, damit sichergestellt ist, dass es sich korrekt über die Geometrie bewegt. In dieser Übung ändern Sie die Orientierung (Ausrichtung) des Werkzeugs und betrachten es dann in der Simulation.

1. Wählen Sie im Werkzeugweg-Manager das **benutzerdefinierte Werkzeug**.



Das Dialogfeld „WZ-Definition - ...“ wird eingeblendet.

2. Ändern Sie die WZ-Ausrichtung im Revolver in Option 2.

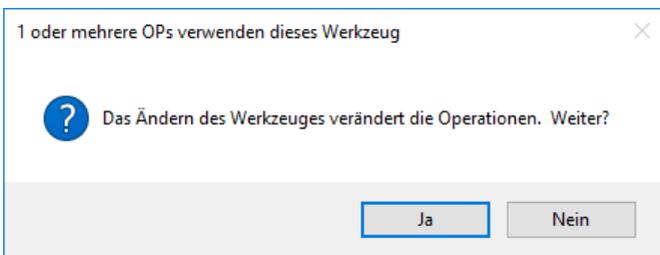


Hinweis: Achten Sie darauf, die WZ-Ausrichtung im Revolver zu ändern und nicht die Geometrische WZ-Orientierung in der Draufsicht. Da die Geometrische Ausrichtung darauf basiert, wie Sie das Werkzeug im Grafikfenster gezeichnet haben, muss sie nicht mehr geändert werden, wenn sie einmal eingestellt ist.

3. Klicken Sie auf die Schaltfläche **WZ zeigen** und beobachten Sie, wie sich die Ausrichtung des Werkzeugs an die gewählte Option angepasst hat.

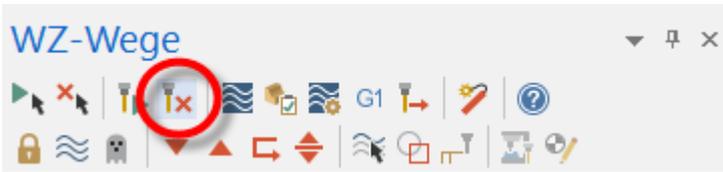


4. Drücken Sie **[Enter]**, um ins Dialogfeld zurückzukehren und klicken Sie auf **OK**. Das Dialogfeld „1 oder mehrere OPs verwenden dieses Werkzeug“ erscheint.
5. Klicken Sie auf **Ja**, um zu akzeptieren, dass die Operation durch die Änderungen aktualisiert wird.

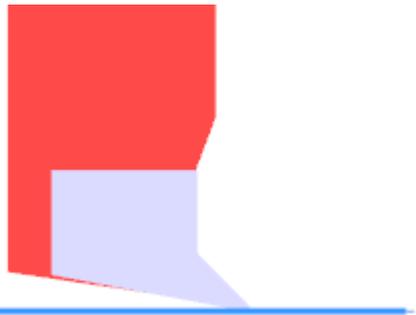


Der Werkzeugweg wird als ungültig markiert.

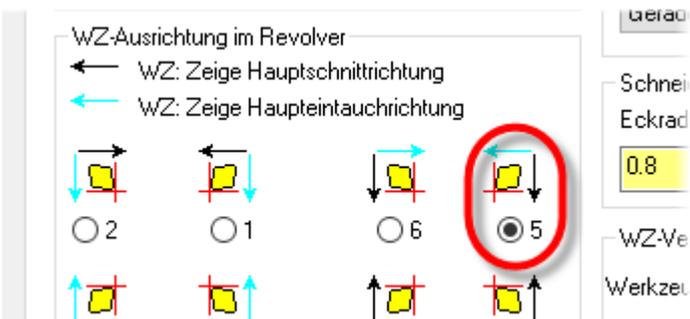
6. Klicken Sie im Werkzeugweg-Manager auf **Alle ungültigen OP's regenerieren**.



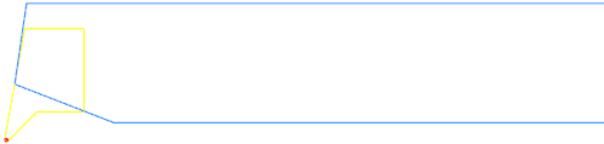
7. Klicken Sie auf die Schaltfläche **Selektierte OP's simulieren**.
8. Klicken Sie auf die Schaltfläche **Start (R)**, um die Operation zu simulieren und beachten Sie, dass das Werkzeug nun entgegengesetzt ausgerichtet ist.



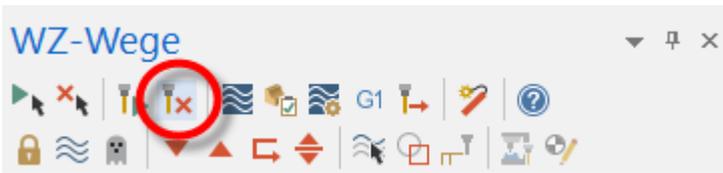
9. Klicken Sie im Dialogfeld „Simulation“ auf OK.
10. Wählen Sie im WZ-Wegmanager erneut das benutzerdefinierte Werkzeug aus und ändern Sie die **WZ-Ausrichtung im Revolver** in Option 5.



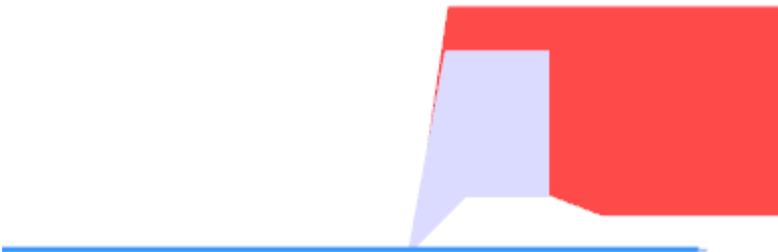
11. Klicken Sie auf die Schaltfläche **WZ zeigen** und beobachten Sie, wie sich die Ausrichtung des Werkzeugs an die gewählte Option angepasst hat.



12. Drücken Sie [Enter], um ins Dialogfeld zurückzukehren und klicken Sie auf **OK**.
Das Dialogfeld „1 oder mehrere OPs verwenden dieses Werkzeug“ erscheint.
13. Klicken Sie auf **Ja**, um zu akzeptieren, dass die Operation durch die Änderungen aktualisiert wird.
14. Regenerieren Sie die Operation.

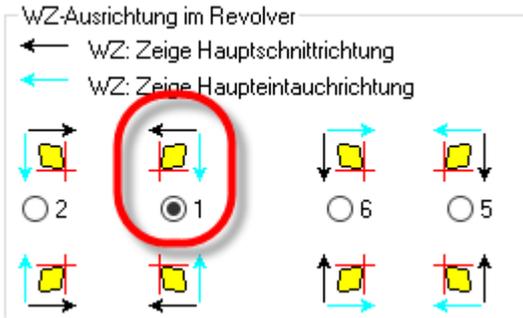


15. Simulieren Sie die Operation und beachten Sie, wie sich die WZ-Ausrichtung geändert hat.



16. Klicken Sie im Dialogfeld „Simulation“ auf **OK**.

17. Wählen Sie das benutzerdefinierte Werkzeug, ändern Sie die **WZ-Ausrichtung** im Revolver zurück zu Option 1 und klicken Sie auf **OK**.

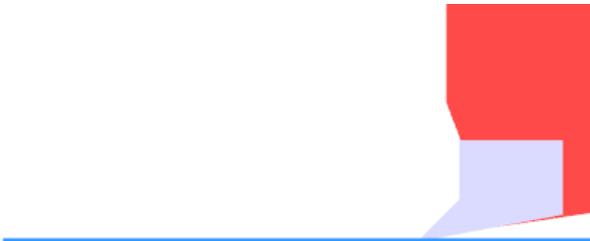


18. Klicken Sie auf **Ja**, um zu akzeptieren, dass die Operation durch die Änderungen aktualisiert wird.

Der Werkzeugweg wird als ungültig markiert.

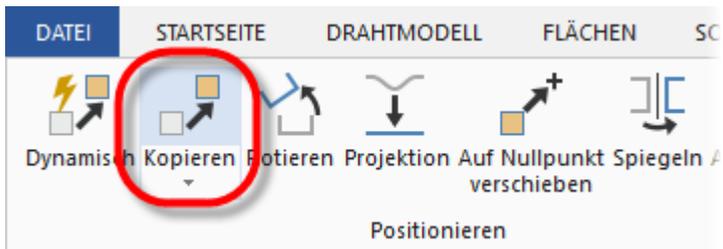
19. Regenerieren Sie die Operation und simulieren Sie sie.

Die Operation entspricht, wie unten zu sehen, nun wieder der vom Anfang,.



Übung 2: WZ-Position im Grafikfenster

1. Wählen Sie auf der Registerkarte **TRANSFORM** die Funktion **Kopieren**.



Das Funktionspanel „Kopieren“ wird daraufhin angezeigt.

2. Wählen Sie im Grafikfenster die gesamte Werkzeuggeometrie aus und drücken Sie [Enter].



3. Stellen Sie die **Methode** auf **Verschieben** ein.



4. Stellen Sie X und Y jeweils auf 5.0 ein und klicken Sie auf OK.

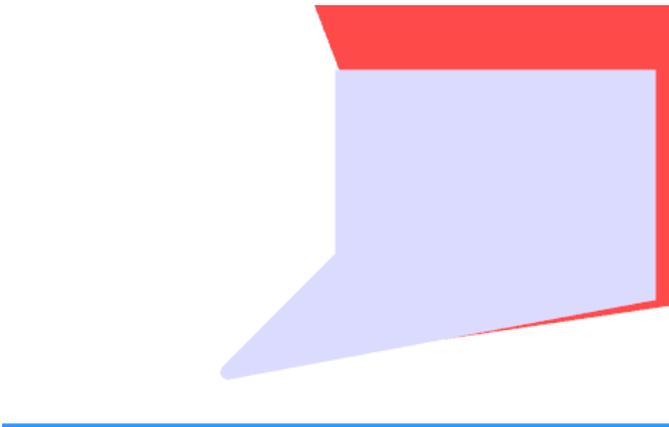


5. Klicken Sie mit der rechten Maustaste ins Grafikfenster und wählen Sie die Kontextmenü-Option **Temporäre Farben entfernen**, um die Farbwerte des Werkzeugs zurückzusetzen.
6. Drücken Sie [F9], um die Achsen einzublenden.

7. Zoomen Sie auf den Nullpunkt, um zu sehen, wie die Spitze der Wendeschneidplatte nun ausgerichtet ist.

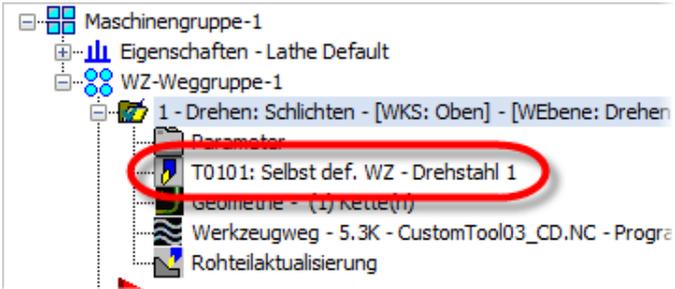


8. Drücken Sie erneut **[F9]**, um die Achsen auszublenden.
9. Simulieren Sie den Werkzeugweg und beobachten Sie, dass das Werkzeug nun oberhalb der Geometrie entlangfährt.



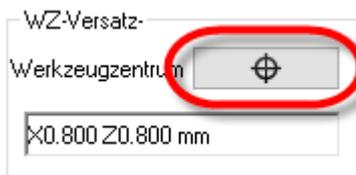
Das liegt daran, dass Sie den Mittelpunkt des Werkzeugs auf X 5.8, Y 5.8 verschoben haben, Mastercam jedoch immer noch mit X 0.8, Y 0.8 rechnet.

10. Wählen Sie im Werkzeugweg-Manager das **benutzerdefinierte Werkzeug**.

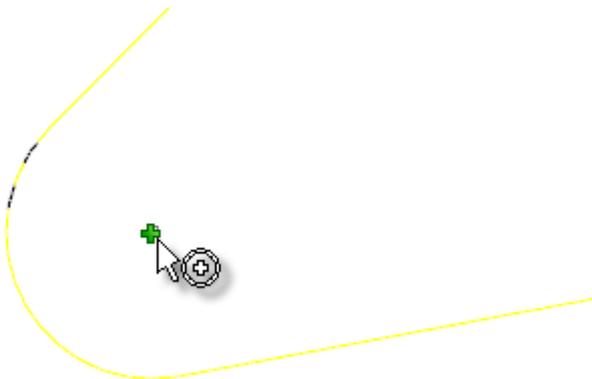


Das Dialogfeld „WZ-Definition - ...“ wird eingeblendet.

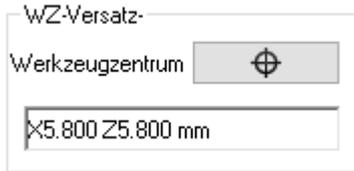
11. Klicken Sie auf die Schaltfläche neben **Werkzeugzentrum**, um ins Grafikenfenster zu wechseln.



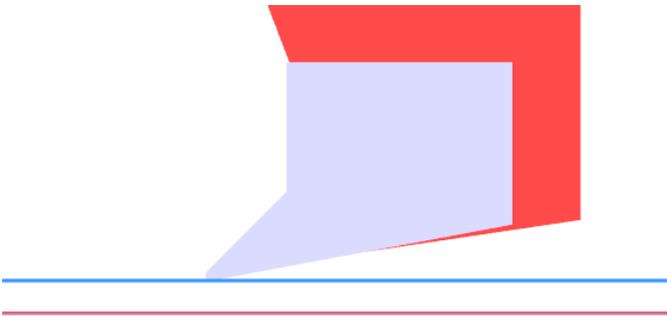
12. Wählen Sie das Zentrum der Verrundung, um das Werkzeugzentrum auf seine neue Position zurückzusetzen.



13. Das Werkzeugzentrum sollte nun auf **X 5.800 Z 5.800 mm** liegen.



14. Klicken Sie im Dialogfeld „**WZ-Definition** - ...“ auf OK, bestätigen die daraufhin erscheinende Nachricht mit **Ja** und regenerieren Sie den Werkzeugweg.
15. Simulieren Sie den Werkzeugweg.
16. Beachten Sie, dass das Werkzeug nun wieder auf der korrekten Position ist, der WZ-Weg jedoch um 5 mm nach unten verschoben wurde.



Dies liegt daran, dass die relative Position des Werkzeugs zur mit einem Werkzeugweg abgefahrenen Geometrie um 5 mm verändert wurde.

17. Klicken Sie im Dialogfeld „Simulation“ auf **OK**.

Übung 3: Zurücksetzen des Werkzeugs auf seine Ursprungseinstellungen

1. Wählen Sie auf der Registerkarte **TRANSFORM** die Funktion **Kopieren**.
Das Funktionspanel „Kopieren“ wird daraufhin angezeigt.
2. Wählen Sie die gesamte Werkzeuggeometrie aus und drücken Sie **[Enter]**.



3. Stellen Sie die **Methode** auf **Verschieben** ein.
4. Stellen Sie X und Y jeweils auf **-5.0** ein und klicken Sie auf **OK**.

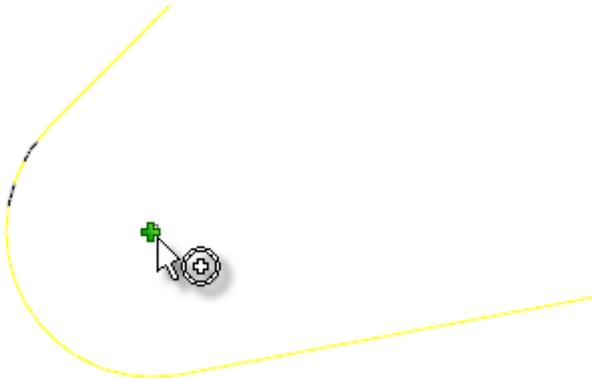
Delta		▲
X	-5.0	▼▲
Y	-5.0	▼▲
Z	0.0	▼▲

5. Wählen Sie im Werkzeugweg-Manager das benutzerdefinierte Werkzeug.

6. Wählen Sie die Schaltfläche **Werkzeugzentrum**.

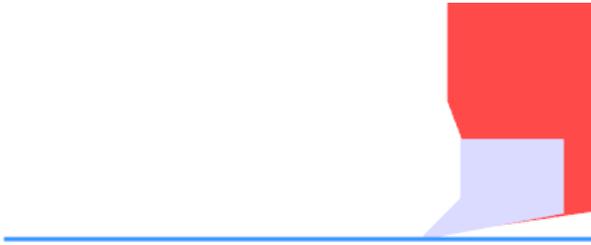


7. Wählen Sie das unten dargestellte Zentrum der Verrundung, um das Werkzeugzentrum zurückzusetzen.



Das Werkzeugzentrum sollte nun auf Position **X0.800 Z0.800 mm** zurückgesetzt sein.

8. Klicken Sie im Dialogfeld „WZ-Definition - ...“ auf **OK** und bestätigen Sie die daraufhin erscheinende Nachricht mit **Ja**.
9. Wählen Sie die Funktion **Temporäre Farben entfernen**, regenerieren Sie die Operation und simulieren Sie sie.
- Die Operation entspricht, wie unten zu sehen, nun wieder der vom Anfang.



Erzeugen eines horizontal ausgerichteten Werkzeugs

In dieser Lektion wird ein horizontal ausgerichtetes Werkzeug angelegt, das im oberen Revolver der Maschine verwendet wird um Material auf der rechten Spindel zu bearbeiten. Dazu müssen folgende Schritte befolgt werden:

- Neupositionieren des vertikalen Werkzeugs, das in Kapitel 1 erzeugt wurde.
- Einstellen der WZ-Eigenschaften.
- Testen des Werkzeugs mit einem Werkzeugweg.

Übung 1: Rotieren des Werkzeugs

In dieser Übung soll kein komplett neues Werkzeug erstellt werden; stattdessen wird das vertikale Werkzeug aus der letzten Lektion neu ausgerichtet, sodass es, wie in der Abbildung unten zu sehen, horizontal im unteren linken Quadranten des Grafikbereichs liegt. Hierdurch wird das Werkzeug in die für ein horizontales Werkzeug erwartete Position ausgerichtet, das auf der rechten Spindel verwendet wird.



1. Laden Sie die Datei `CustomTool02`, entweder die von Ihnen selbst erstellte oder die aus dem Übungshandbuchanhang.
2. Drücken Sie gegebenenfalls [F9], um die Achsen im Grafikfenster einzublenden.
3. Wählen Sie auf der Registerkarte **TRANSFORM** die Funktion **Rotieren**.

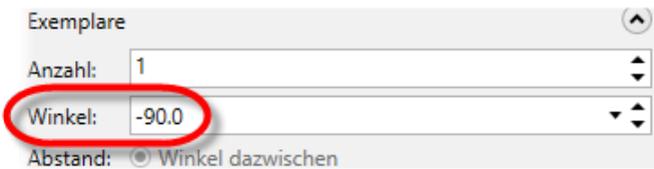


Das Funktionspanel „Rotieren“ wird daraufhin angezeigt.

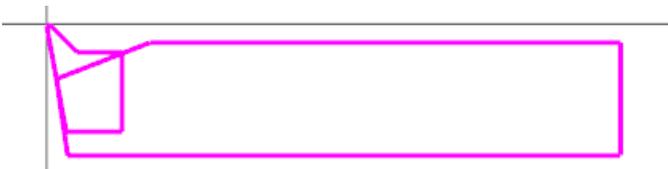
4. Wählen Sie die gesamte Werkzeuggeometrie aus und drücken Sie **[Enter]**.



5. Stellen Sie die **Methode** auf **Verschieben** ein.
6. Stellen Sie den **Winkel** auf **-90** ein.

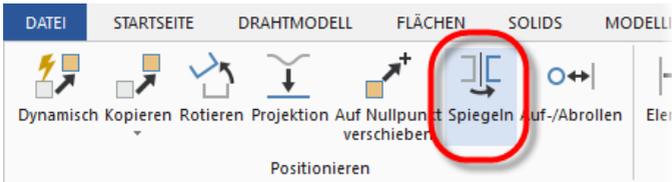


7. Klicken Sie auf **OK**. Die Werkzeuggeometrie wird in die Position gedreht, die in der Abbildung unten zu sehen ist.



Hinweis: Wenn Sie möchten, können Sie auch die Bildschirm-Steuerungselemente für die dynamische Transformation verwenden, um das Teil zu drehen. Weitere Informationen dazu finden Sie in der Hilfe.

8. Wählen Sie auf der Registerkarte **TRANSFORM** die Funktion **Spiegeln**.

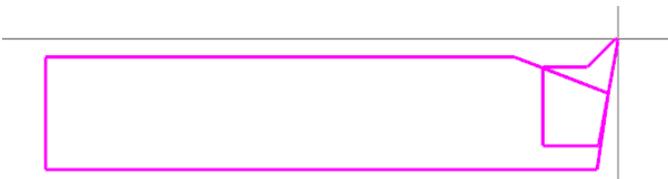


Das Funktionspanel „Spiegeln“ wird daraufhin angezeigt.

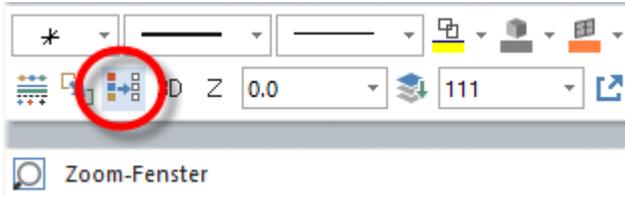
9. Wählen Sie die gesamte Werkzeuggeometrie aus und drücken Sie [Enter].
10. Stellen Sie die **Methode** auf **Verschieben** ein und wählen Sie die **Achse Y**.



11. Klicken Sie auf **OK**. Die Werkzeuggeometrie sollte nun in der unten gezeigten Position sein.

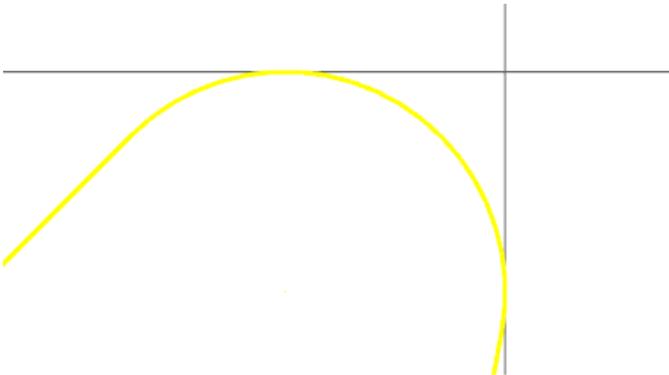


12. Klicken Sie mit der rechten Maustaste ins Grafikfenster und wählen Sie die Kontextmenü-Option **Temporäre Farben entfernen**.



Mastercam setzt die Geometrie auf ihre ursprünglichen Farben zurück.

13. Zoomen Sie auf den Nullpunkt und beachten Sie, wie die Spitze der Wendeschneidplatte nun ausgerichtet ist.

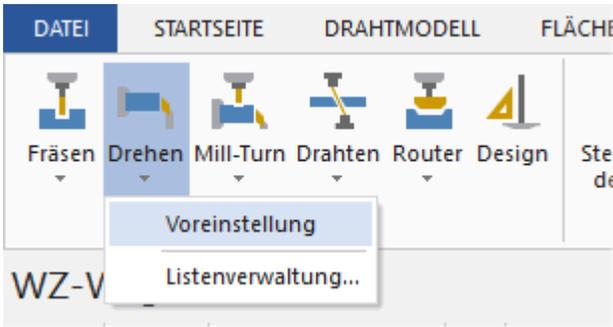


14. Drücken Sie **[Alt + F1]**, um das Werkzeug ins Grafikfenster einzupassen.
15. Speichern Sie die Datei unter der Bezeichnung `CustomTool105_XXX`, wobei `XXX` ihre Initialen sind.

Übung 2: Einstellen der Ausrichtung und Position

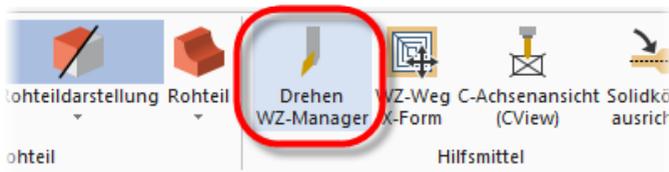
Nach dem Zeichnen der Werkzeuggeometrie müssen Sie die Werkzeugparameter einstellen, die Mastercam anweisen, wie die WZ-Geometrie interpretiert und verwendet werden soll. Diese Einstellungen für dieses horizontale Werkzeug unterscheiden sich von denen für das vertikal ausgerichtetes Werkzeug aus einer der vorherigen Lektionen.

1. Klicken Sie auf der Mastercam-Registerkarte **MASCHINE** auf **Drehen, Voreinstellung**.



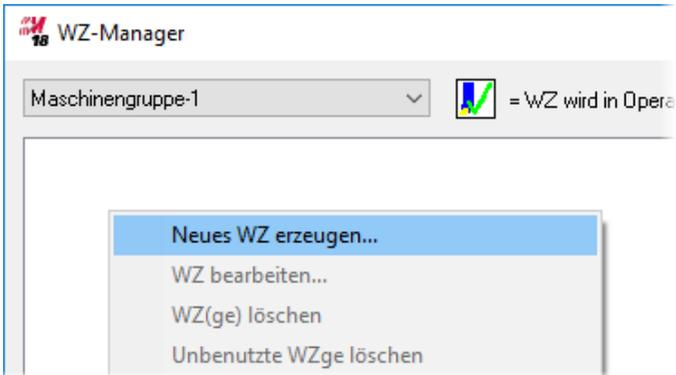
Mastercam legt daraufhin im Werkzeugweg-Manager eine neue Maschinengruppe an.

2. Klicken Sie auf der kontextabhängigen Registerkarte **DREHEN** (in der Registerkartengruppe „Hilfsmittel“) auf **Drehen WZ-Manager**.



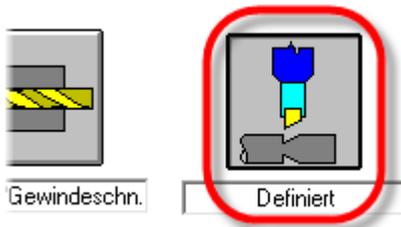
Das Dialogfeld „WZ-Manager“ wird angezeigt.

3. Klicken Sie mit der rechten Maustaste in den oberen Dialogfeldbereich und wählen Sie die Kontextmenü-Option **Neues WZ erzeugen**.



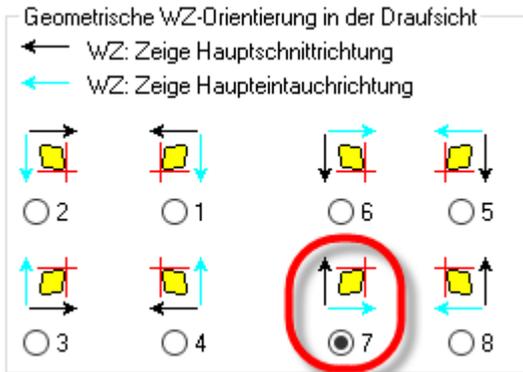
Das Dialogfeld „WZ-Definition - ...“ wird eingeblendet.

4. Wählen Sie den WZ-Typ **Definiert**.



Das Dialogfeld wechselt automatisch zur Registerkarte **Geometrie**.

5. Stellen Sie sicher, dass unter **Geometrische WZ-Orientierung in der Draufsicht** die Orientierung (Ausrichtung) 7 markiert ist.



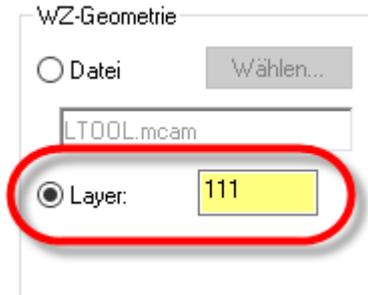
Dies ist die Ausrichtung der WZ-Geometrie in der Draufsicht. Beachten Sie, dass die Optionen 3 und 7 zwar dieselbe geometrische Ausrichtung haben, die Schnitt- und Eintauchrichtung jedoch unterschiedlich sind.

6. Stellen Sie sicher, dass unter **WZ-Ausrichtung im Revolver** die Ausrichtung 7 markiert ist.



Dies ist die Ausrichtung des Werkzeugs wie es im Revolver montiert ist. Beachten Sie wiederum, dass die Optionen 3 und 7 zwar dieselbe geometrische Ausrichtung haben, die Schnitt- und Eintauchrichtung jedoch unterschiedlich sind.

7. Stellen Sie sicher, dass im Feld **WZ-Geometrie** die Option **Layer:** ausgewählt ist und der Layer 111 angezeigt wird.



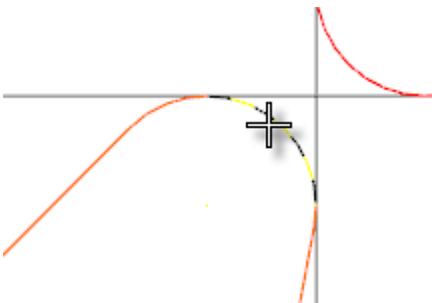
Dies ist der Layer, auf dem Sie die Geometrie erzeugen haben.

8. Klicken Sie neben dem Feld unter **Eckradius (mm)** auf die Schaltfläche **Wählen**.



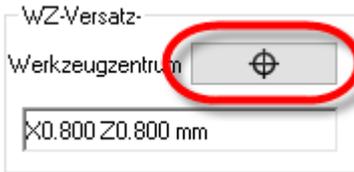
Das Dialogfeld wird daraufhin minimiert, so dass Sie auf das Grafikfenster zugreifen können.

9. Zoomen Sie auf die Spitze der Wendeschneidplatte und wählen Sie die Ver-
rundung der Spitze. Es können Bögen/Verrundungen zu sehen sein, die den
zuvor gewählten Eckradius anzeigen.



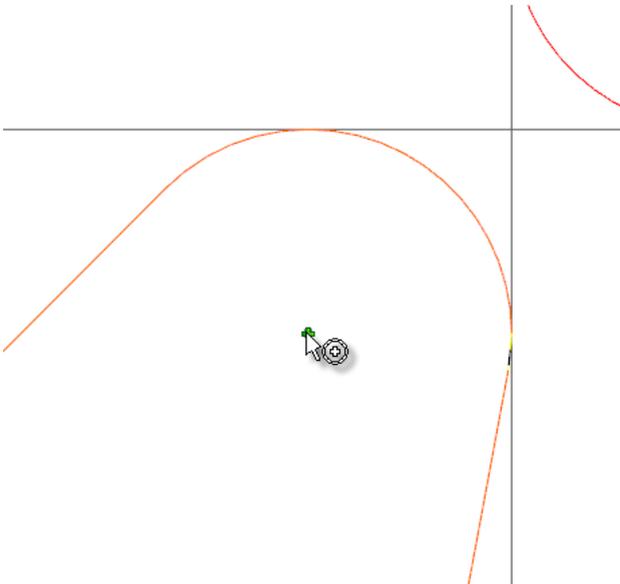
Mastercam wechselt daraufhin ins Dialogfeld „WZ-Definition - ...“ zurück.

10. Wählen Sie die Schaltfläche **Werkzeugzentrum**.



Das Dialogfeld wird daraufhin minimiert, so dass Sie auf das Grafikfenster zugreifen können.

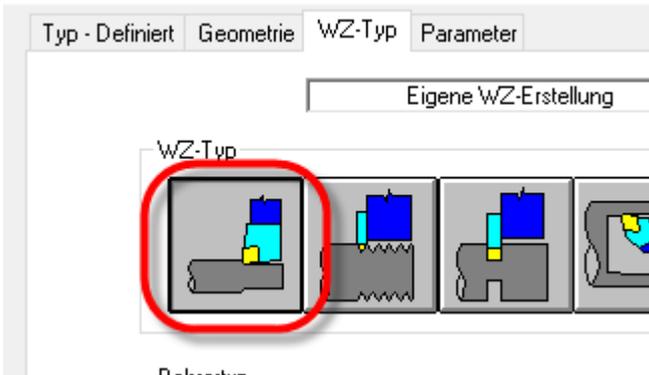
11. Zoomen Sie auf die Spitze der Wendeschneidplatte und wählen Sie den Zentrumspunkt der Spitze. Es können Bögen/Verrundungen zu sehen sein, die das zuvor gewählte Werkzeugzentrum anzeigen.



Mastercam wechselt dann ins Dialogfeld „WZ-Definition - ...“ zurück, wo nun der Wert X-0.800 Z-0.800 mm als Werkzeugzentrum eingetragen ist.

Übung 3: Einstellen von Werkzeugtyp und Versatz

1. Klicken Sie auf die Registerkarte **WZ-Typ**, auf der die Option **Außendreihen** ausgewählt sein sollte.



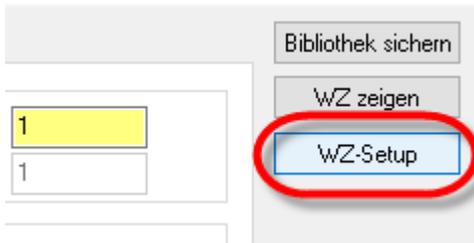
2. Klicken Sie auf die Registerkarte **Parameter**, wo unter **WZ-Versatz** die erste Option markiert sein sollte.



Diese Auswahl legt fest, dass der Versatz für einen Werkzeugweg auf der scharfen Kante des Spitzen-Eckradius' basiert.

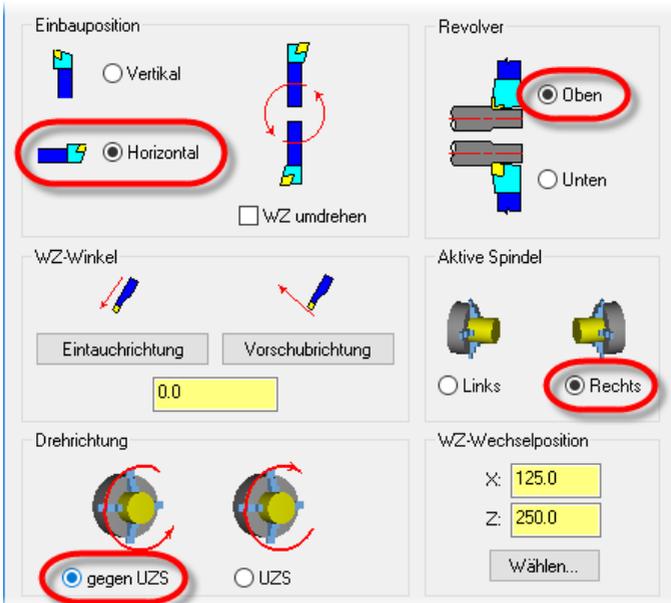
Übung 4: Einrichten des Werkzeugs

1. Klicken Sie auf die Schaltfläche **WZ-Setup**.



Das Dialogfeld „WZ-Einstellungen“ wird daraufhin eingeblendet.

2. Stellen Sie die folgenden Optionen ein:
 - a. **Einbauposition auf Horizontal.**
 - b. **Revolver auf Oben.**
 - c. **Aktive Spindel auf Rechts.**
 - d. **(Spindel-)Drehrichtung auf gegen UZS (im Gegenuhrzeigersinn).**

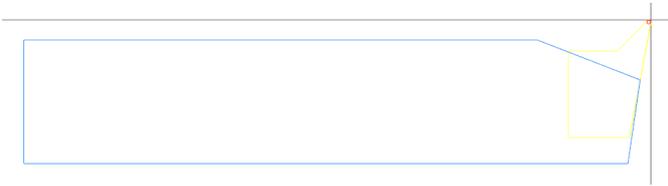


Ihre Einstellungen sollten mit denen in der Abbildung oben übereinstimmen (außer möglicherweise die **WZ-Wechselposition**).

3. Klicken Sie im Dialogfeld „WZ-Einstellungen“ auf OK.
4. Klicken Sie auf die Schaltfläche **WZ zeigen**.



Das Dialogfeld wird daraufhin minimiert, so dass Sie den aktuellen Status des Werkzeugs im Grafikfenster sehen können.



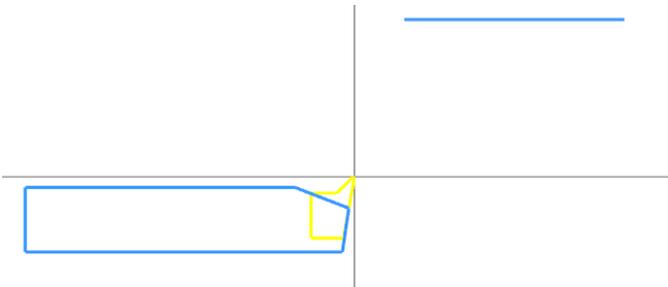
5. Drücken Sie [Enter], um ins Dialogfeld zurückzukehren.
6. Klicken Sie in den beiden Dialogfeldern „WZ-Definition - ...“ und „WZ-Manager“ jeweils auf OK.

Das Werkzeug kann nun getestet werden.

7. Speichern Sie die Datei unter der Bezeichnung CustomTool106_XXX, wobei XXX ihre Initialen sind.

Übung 5: Testen des Werkzeugs in einem Werkzeugweg

1. Ändern Sie die Layernummer in 1.
2. Zeichnen Sie im oberen rechten Quadranten des Grafikfensters eine horizontale Linie.



Wir verwenden diese Linie zur Erzeugung eines einfachen Dreh-Schlichtwerkzeugwegs.

3. Wählen Sie auf der kontextabhängigen Registerkarte **DREHEN** in der Registerkartengruppe **Allgemein** den WZ-Wegtyp **Schlichten**.



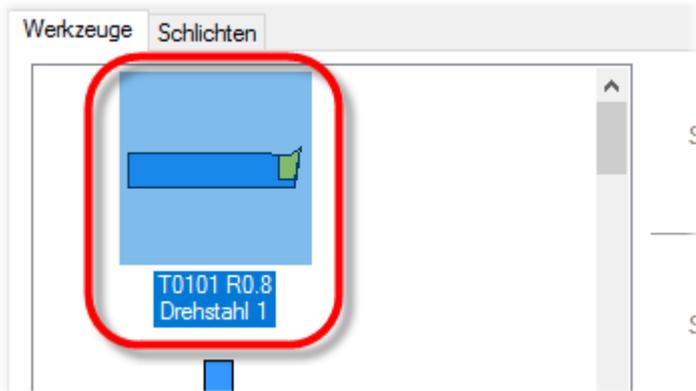
Das Dialogfeld „Verkettung“ wird daraufhin angezeigt.

4. Verketteten Sie die Linie wie unten dargestellt und klicken Sie auf OK.



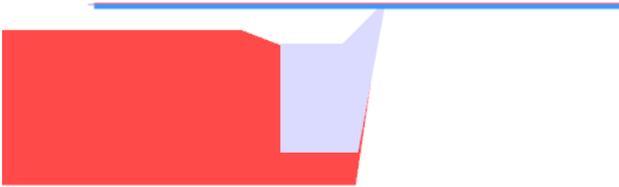
Das Dialogfeld „Drehen: Schlichten“ wird eingeblendet.

5. Stellen Sie sicher, dass Ihr benutzerdefiniertes Werkzeug ausgewählt ist und klicken Sie auf OK.



Mastercam erzeugt daraufhin den Werkzeugweg.

6. Simulieren Sie den Werkzeugweg, um sicherzustellen, dass er korrekt ausgeführt wird.



7. Speichern Sie die Datei unter der Bezeichnung `CustomTool107_XXX`, wobei XXX ihre Initialen sind.

Ende

Herzlichen Glückwunsch! Sie haben alle Übungen des Handbuchs *Drehen - Benutzerdefinierte Werkzeuge* abgeschlossen. Nachdem Sie die Fähigkeiten, die dieses Handbuch vermittelt, erlangt haben, können Sie nun mit der Untersuchung anderer Eigenschaften und Funktionen von Mastercam fortfahren.

Eventuell sind auch andere Übungshandbücher für Sie interessant. Mastercam Übungshandbücher werden kontinuierlich weiterentwickelt und neu hinzugefügt, sobald sie abgeschlossen sind. Die neuesten Veröffentlichungen finden Sie auf unserer Website oder klicken Sie dazu auf der Registerkarte **DATEI** auf **Hilfe, Übungshandbücher**.

Mastercam Ressourcen

Steigern Sie Ihre Erfahrungen mit Mastercam, indem Sie die folgenden Ressourcen verwenden:

- *Mastercam Dokumentation* - Mastercam installiert im Ordner „documentation“ Ihrer Mastercam 2018-Installation einige hilfreiche Dokumente für Ihre Softwareversion.
- *Mastercam Hilfe* - Rufen Sie die Hilfe von Mastercam auf, indem Sie die Mastercam-Registerkarte **DATEI** wählen und dann auf **Hilfe, Inhalt** klicken oder die Tastenkombination **[Alt+H]** drücken.
- *Mastercam Vertriebspartner* - Ihr zuständiger Mastercam-Vertriebspartner kann Ihnen bei den meisten Fragen zu Mastercam behilflich sein.
- *Mastercam Tutorials* - Wir stellen eine Reihe von Tutorials zur Verfügung, die registrierten Anwendern beim Kennenlernen grundlegender Features und Funktionen von Mastercam behilflich sind. Die neuesten Veröffentlichungen finden Sie auf unserer Website oder klicken Sie dazu auf der Registerkarte **DATEI** auf **Hilfe, Übungshandbücher**.
- *Mastercam University* - Die „Mastercam University“ ist eine günstige Online-Lernplattform, die Ihnen rund um die Uhr Zugang zu Übungsmaterial für Mastercam verschafft. Nutzen Sie die Vorteile von mehr als 180 Videos zum Steigern des Fachwissens nach eigenem Ermessen und zur Hilfe bei der Vorbereitung für die Mastercam-Zertifizierung. Für weitere Informationen zur „Mastercam University“ setzen Sie sich bitte mit Ihrem autorisierten Mastercam-Vertriebspartner in

Verbindung, besuchen Sie unsere Internetseite www.mastercamu.com oder schicken Sie eine E-Mail an training@mastercam.com.

- *Internetforum* - Sie finden unter www.mastercam.com eine Fülle von Informationen. Für Technik-Tipps und aktuelle Neuigkeiten zu Mastercam folgen Sie uns auf Facebook (www.facebook.com/mastercam.de) oder Google+ (plus.google.com/116824583880382480800/posts). Besuchen Sie unseren YouTube-Kanal, um Mastercam in Aktion zu sehen (www.youtube.com/user/mastercamdeutschland)! Registrierte Anwender können im Web-Forum von Mastercam (forum.mastercam.com) nach Informationen suchen oder Fragen stellen oder unter <http://kb.mastercam.com> die Wissensdatenbank verwenden.

Kontakt

Wenden Sie sich bei Fragen zu diesem Handbuch oder anderer Dokumentation für Mastercam an die Abteilung „Technische Dokumentation“: E-Mail an td@mastercam.de.



**ACHTUNG! ES STEHEN MÖGLICHERWEISE
UPDATES ZUR VERFÜGUNG.
AKTUELLE DOWNLOADS FINDEN SIE AUF
DOWNLOADS.MASTERCAM.DE.**

Hersteller:

CNC Software, Inc.
671 Old Post Road
Tolland, CT 06084 USA
www.mastercam.com

Distributor:

InterCAM-Deutschland GmbH
Am Vorderflöß 24a
33175 Bad Lippspringe
www.mastercam.de