

# SINUMERIK live: Mehrseitenbearbeitung Fräsen (3+2 Achsen)

Prinzip, Handhabung und Anwendungsfälle mit SINUMERIK Operate

# SINUMERIK live

Anwendungstechnik leicht verständlich erklärt

**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*

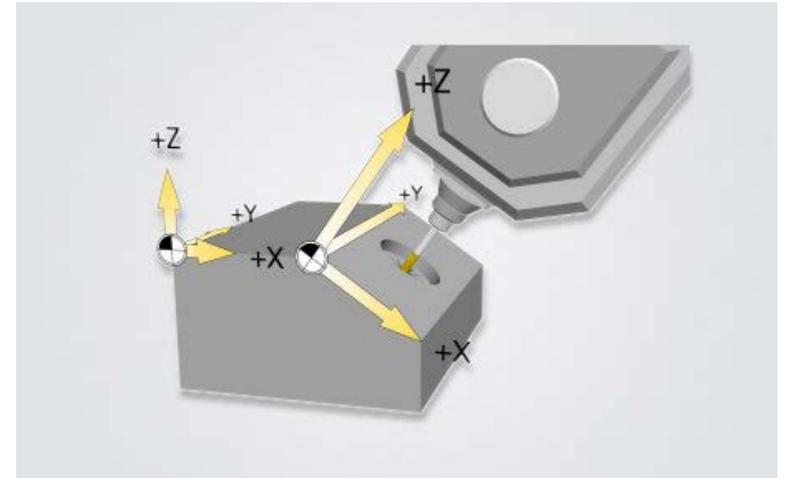


## Mehrseitenbearbeitung Fräsen (3+2 Achsen)

Prinzip, Handhabung und  
Anwendungsfälle mit SINUMERIK  
Operate

**Videoreihe** mit dem Ziel, einzelne Themen  
der Anwendung der SINUMERIK  
praxisgerecht und mit wenig Zeitaufwand  
zu präsentieren!

Bestehend aus kurzen Folienvorträgen und  
**Praxisanwendung!**



# Mehrseitenbearbeitung Fräsen (3+2 Achsen)

## Prinzip, Handhabung und Anwendungsfälle mit SINUMERIK Operate



1	Grundlagen Fräsen
1.1	Definition
1.2	Fräswerkzeuge
1.3	Fräs-Kinematik
1.4	Vergleich 3+2 und 5-Achs simultan
2	3+2-Achs Fräsen mit SINUMERIK Operate
2.1	2D-Frästechnologien in geschwenkter Ebene
2.2	Ebenen schwenken: Cycle800
3	Anwendungsbeispiel live an der SINUMERIK
3.1	Beispielwerkstück
3.2	Schwenken mit ShopMill und mit G-Code-Programmierung
4	Zusammenfassung

# 1 Grundlagen Fräsen

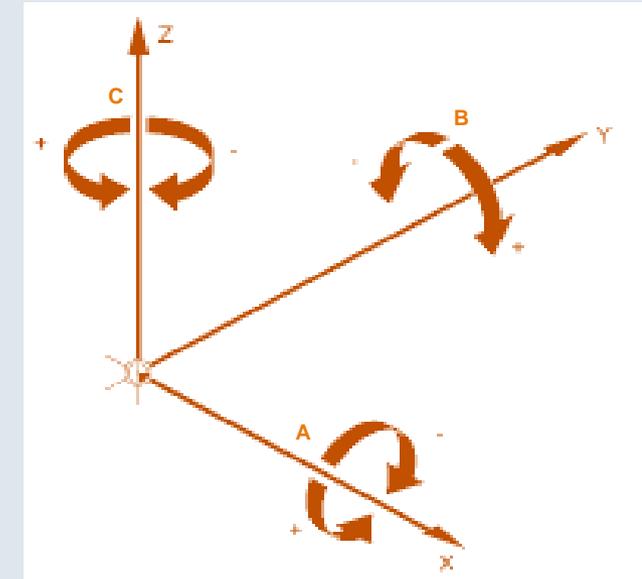
## Definition

### Definition Fräsen:

Fräsen ist ein Zerspanungsverfahren. Dabei wird das Material entfernt, indem das Fräswerkzeug sich mit hoher Geschwindigkeit um seine eigene Achse dreht, während entweder das Werkzeug die programmierte Kontur abfährt oder das Werkstück entsprechend bewegt wird.

### Achsen:

- Rotation des Werkzeuges um eigene Achse (Z-Achse)
- Bewegung in X, Y oder Z-Richtung
- Drehung um Rundachsen A, B oder C über Werkzeugkopf oder Tisch



# 1 Grundlagen Fräsen

## Fräswerkzeuge



### Fräswerkzeuge:

- Verfügen über eine oder mehrere Schneiden
- Abtragung des Materials durch rotierende Bewegung der Werkzeuge
- Im Mittelpunkt des Werkzeugs keine Rotation



### Unterscheidung von Fräswerkzeugen nach ...

- ... Art der Werkzeugspannung (Schaft- oder Aufsteckfräser)
- ... Schneidstoff (Vollhartmetall oder HSS)
- ... Form der Schneiden (für Schruppen bzw. Schlichten)
- ... Frässtrategie (Nutenfräsen, Planfräsen, Eckfräsen, ...)

# 1 Grundlagen Fräsen

## Fräskinematik

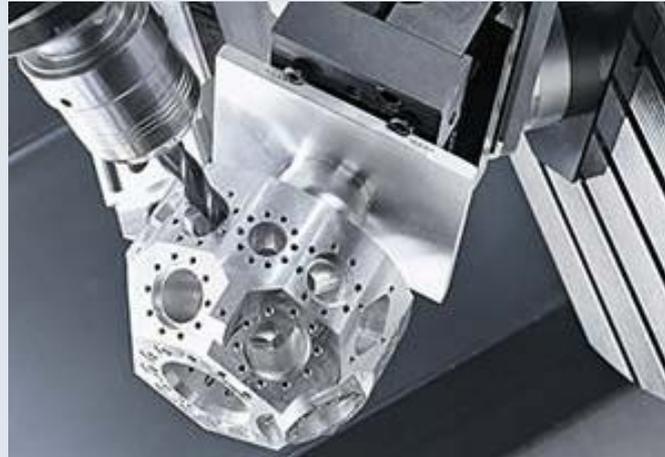
**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*

### 3-Achsbearbeitung



Bei der 3-Achs-Bearbeitung erfolgt die Bearbeitung durch Programmierung der drei Linearachsen. Die Kontur wird synchronisiert durch die Bewegung der drei Linearachsen gefräst. Das Werkzeug ist senkrecht zum Werkstück angestellt.

### 3+2-Achsbearbeitung



Mit drei Linearachsen und zwei Drehachsen ist theoretisch jeder Punkt im Raum mit jeder beliebigen Werkzeugorientierung erreichbar. So kann das Werkzeug zur Bearbeitungsfläche statisch ausgerichtet werden.

### Dynamische 5-Achsbearbeitung



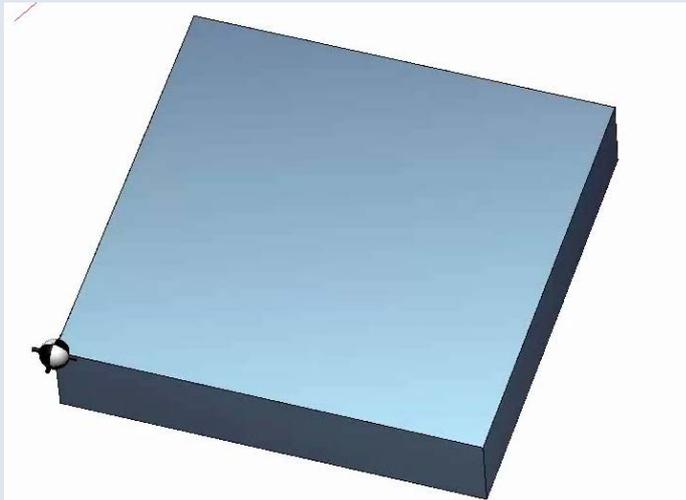
Es werden ebenfalls die drei Linearachsen (X, Y und Z) sowie zwei der Drehachsen (A, B oder C) zur Orientierung des Werkzeuges verwendet. Die Achsen werden dynamisch und simultan angestellt.

# 1 Grundlagen Fräsen

## Fräskinematik

### 3-Achsbearbeitung

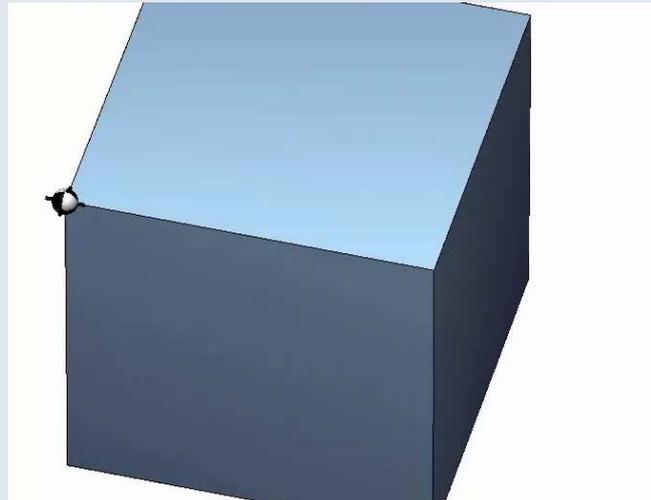
Die Fräsbearbeitung beschränkt sich auf die XY-Ebene und kann somit 2- dimensionale Konturen abfahren.



2D-Bearbeitung

### 3+2-Achsbearbeitung

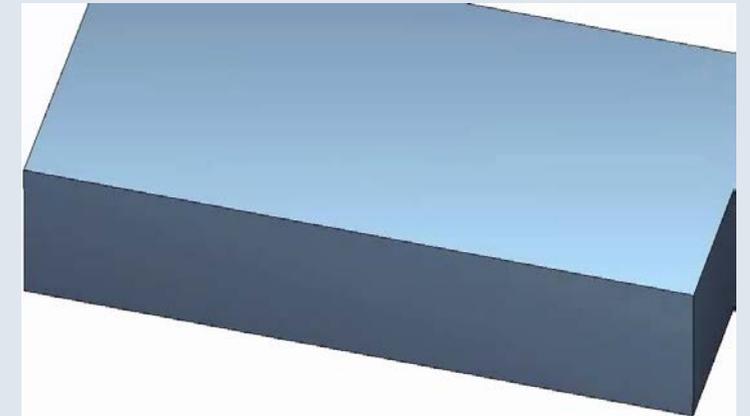
Die Bearbeitung an sich beschränkt sich auf 2-dimensionale Konturen. Die dritte Dimension wird durch das Schwenken und fixieren der Bearbeitungsebene erreicht.



2½D-Bearbeitung

### Dynamische 5-Achsbearbeitung

Zur Bearbeitung der Freiformflächen bewegen sich die 5 Achsen dynamisch und gleichzeitig (simultan).



3D-Bearbeitung

# 1 Grundlagen Fräsen

## Fräskinematik

Sowohl für die 3+2 Achs als auch für die 5-Achs simultan Bearbeitung benötigt man zur Orientierung des Werkzeuges **zusätzlich zu den drei Linearachsen (X, Y und Z) zwei Drehachsen (A, B oder C)**.

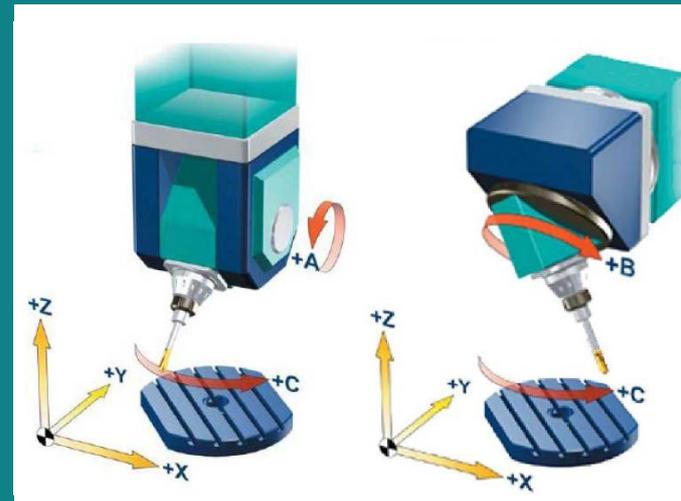
Abhängig von der kinematischen Beschaffenheit der Maschine können diese 2 Achsen durch **einen schwenkbaren Kopf und/oder einen schwenkbaren Tisch** eingestellt werden.

### Kopfkinematik



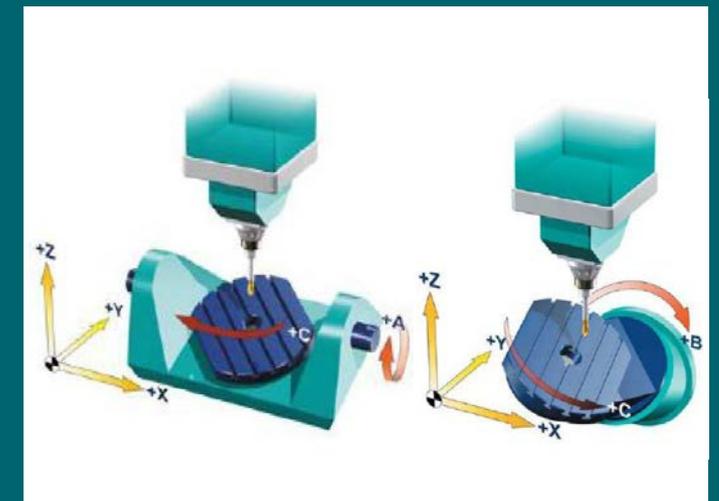
Schwenkbare Kopf

### Gemischte Kinematik



Schwenkbare Kopf  
und schwenkbare Rundtisch

### Tischkinematik



Schwenkrundtisch

# 1 Grundlagen Fräsen

## Vergleich 3+2 und 5-Achs simultan

### Werkzeugorientierung

#### 3+2-Achs

- statisch

#### 5-Achs simultan

- dynamisch

### Programmierung

#### 3+2-Achs

- „von Hand“

#### 5-Achs simultan

- CAD/CAM

### Anwendung in der SINUMERIK

#### 3+2-Achs

- Schwenkzyklus Cycle800

#### 5-Achs simultan

- 5-Achstransformation
- TRAORI

### Werkstücke

#### 3+2-Achs

- Werkzeug- und Vorrichtungsbau

#### 5-Achs simultan

- Freiformflächen und Formenbau

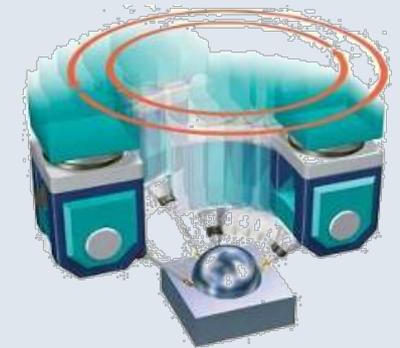
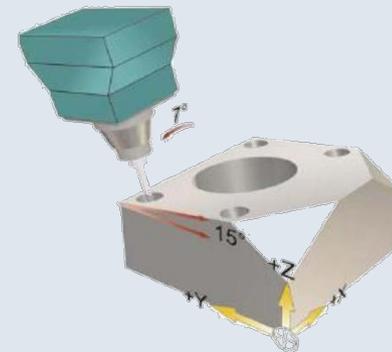
### Vorteile

#### 3+2-Achs

„von Hand“ programmierbar  
bei dennoch hoher  
Flexibilität

#### 5-Achs simultan

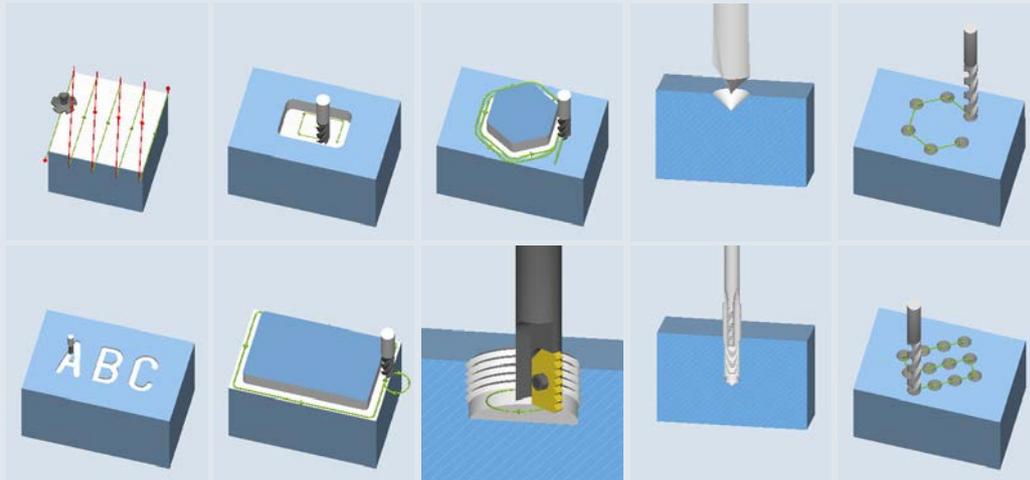
- Maximale Flexibilität
- Vermeidung von Leerschnitten
- Optimale Anstellung des Werkzeuges



## 2 3+2-Achs Fräsen mit SINUMERIK Operate 2D-Frästechnologien in geschwenkter Ebene

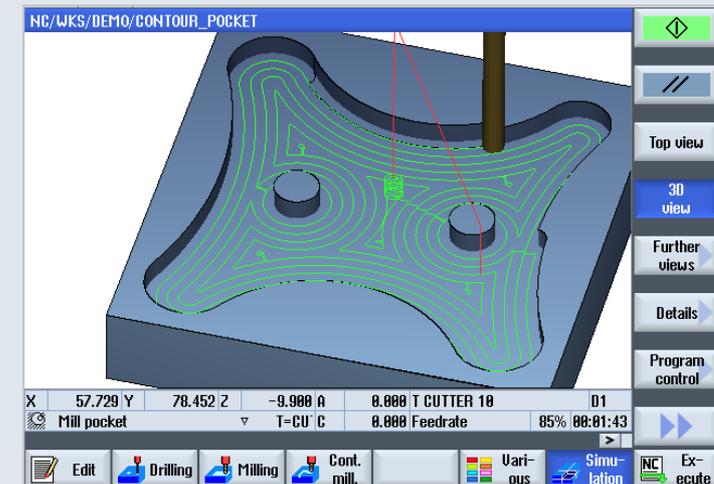
### Standardgeometrien

Die SINUMERIK bietet eine große Auswahl an Bearbeitungszyklen zum Bohren und Fräsen von Standardgeometrien.



### Konturfräsen

- Bearbeitung von Konturtaschen- und zapfen
- Automatische Restmaterialerkennung
- Freie Konturerzeugung mit Konturrechner/DXF-Reader



Der **volle Umfang an SINUMERIK Technologiezyklen** steht **auch in geschwenkten Ebenen** zur Verfügung  
– vom einfachen Bohren bis zur Konturbearbeitung mit Restmaterialerkennung.

## 2 3+2-Achs Fräsen mit SINUMERIK Operate

### Ebenen schwenken: Cycle800

Die Zentrale für die Programmierung der 3+2 Achsbearbeitung ist der **Schwenkzyklus Cycle800**. Dank einer **grafisch interaktiven Eingabemaske** lassen sich alle Schwenkaufgaben schnell und komfortabel direkt an der CNC-Steuerung programmieren.

#### Schwenkzyklus Cycle800:

- Grafische Eingabemaske in ShopMill
- Auswahl des Schwenkdatensatzes
- Steuerung des Schwenkablaufs (Freifahren, Schwenkrichtung)
- Festlegen des Schwenkmodus (achsweise/Projektionswinkel/direkt)
- Eingabe der Schwenkparameter

Die Schwenkachsen werden dabei immer so eingedreht, dass die Bearbeitungsebene bei der anschließenden Bearbeitung senkrecht zur Werkzeugachse liegt.

Schwenken Ebene	
PL	G17 (XY)
TC	TC1
Freifahren	nein
Schwenkebene	neu
X0	0.000
Y0	0.000
Z0	0.000
Schwenkmodus	achsweise
Achsreihenfolge	X Y Z
X	0.000 °
Y	0.000 °
Z	0.000 °
X1	0.000
Y1	0.000
Z1	0.000
Richtung	-
Werkzeug	nicht nachführen

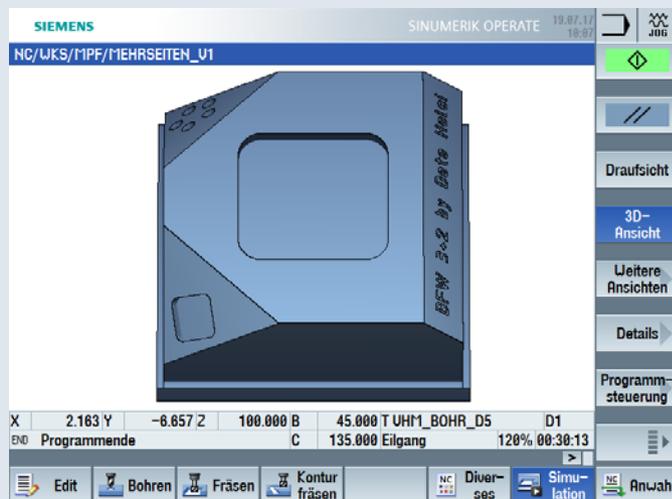
Buttons: Grundstellung, Abbruch, Übernehmen

Navigation bar: Edit, Bohren, Fräsen, Konturfräsen, Drehen, Diverses, Simulation, Anwahl

# 3 Anwendungsbeispiel live an der SINUMERIK

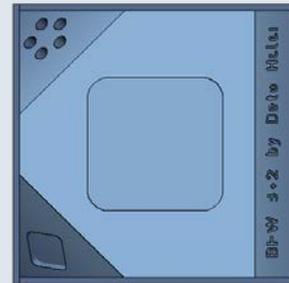
## Beispielwerkstück mit ShopMill

### Beispielwerkstück zur Mehrseitenbearbeitung 3+2 Fräsen:

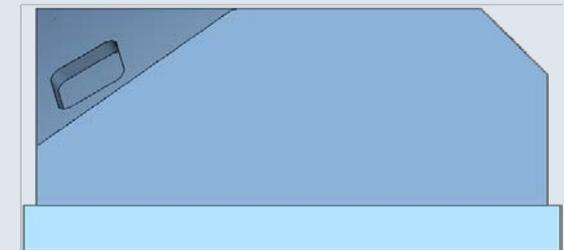


- 1 Vorbereitung Rohteil:  
Planfräsen der 5 Würfelseiten

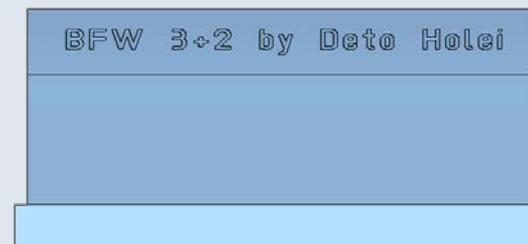
- 2 Taschenfräsen auf ungeschwenkter  
G17-Ebene



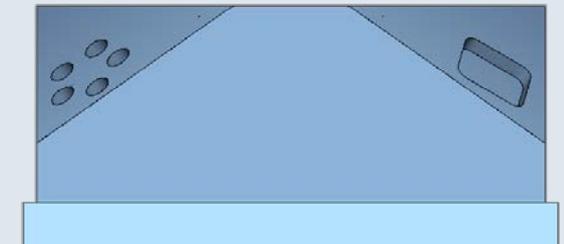
- 4 Schwenken um Y und Z und  
Fräsen einer Rombustasche



- 3 Schwenken um Y und Gravur der  
Geschwenkten Ebene



- 5 Erneutes Schwenken um Y und Z  
und Schrägbohren nach  
Bohrmuster



# 3 Anwendungsbeispiel live an der SINUMERIK

## Beispielwerkstück mit ShopMill

### Beispiel: Programmierung der Gravur auf geschwenkter Ebene

The screenshot shows the SINUMERIK OPERATE interface with a CNC program. The program includes several blocks for tilting the workpiece (Schwenken Ebene), planing (Planfräsen), and engraving (Gravur). The engraving block is highlighted in green and contains the text: "BFW 3+2 by Deto Hole!". The interface also shows a toolbar with icons for Edit, Bohren, Fräsen, Konturfräsen, Diverses, Simulation, and Anwahl.

- 1) Schwenkzyklus Cycle800
- 2) Planfräszyklus Cycle61
- 3) Gravurzyklus Cycle60

### 1) Schwenkzyklus Cycle800

Bei der Parametrierung bzw. Programmierung des Schwenkens unterstützt die Steuerung durch die **übersichtliche grafische Darstellung** - „Animated Elements“.

The image shows a 3D CAD model of a workpiece being tilted by a tool. To the right of the model is a parameter table for the tilting cycle (Cycle800).

TC	DMG
T	ALU_SCHLICHT_D12 D 1
Freifahren	Z
Schwenken	ja
Schwenkebene	neu
X0	50.000
Y0	50.000
Z0	0.000
Schwenkmodus	achsweise
Achsreihenfolge	X Y Z
X	0.000 °
Y	45.000 °
Z	0.000 °
X1	0.000
Y1	0.000
Z1	0.000
Auswahl	+
Werkzeug	↓

Dabei können alle **Schwenkachsen direkt an der Maschine programmiert werden**. Die Drehung des Werkstückkoordinatensystems im Programm wird dann automatisch bei der Bearbeitung des Werkstücks in Drehungen der jeweiligen Schwenkachsen der Maschine umgerechnet.

### 3 Anwendungsbeispiel live an der SINUMERIK

#### Beispielwerkstück mit ShopMill

**Bild vom fertigen Werkstück**

#### 2) Planfräszyklus

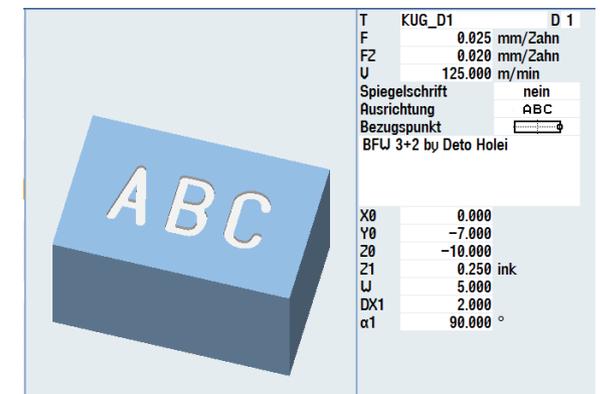
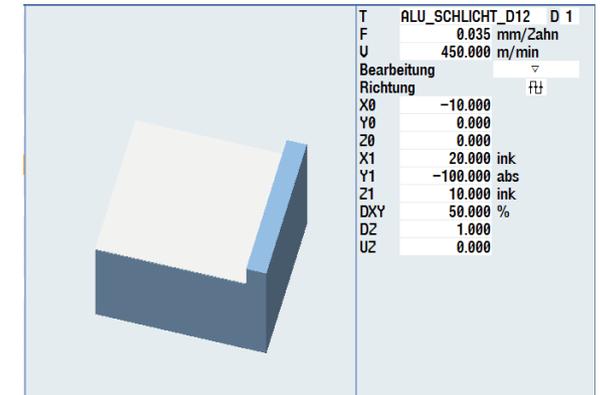
Ist die Ebene geschwenkt, kann mit Hilfe des Planfräszyklus die schiefe Ebene gefräst werden.

Hierbei ist zu beachten, dass man sich die Fräsebene rechteckig vorstellen muss, auch wenn durch den Schnitt der Fräsebene und des geschwenkten Werkstücks eine dreieckige Fläche entsteht.

#### 3) Gravurzyklus

Auf der vorbereiteten schiefen Ebene können anschließend alle Standardgeometrien, wie beispielsweise das Gravieren, wie gewohnt angewandt werden.

Die Eingabemaske von ShopMill unterstützt bei der Eingabe der Parameter.



## 4 Zusammenfassung



### Fräsen allgemein:

Beim Fräsen rotieren die Werkzeuge um ihre eigene Achse und fahren zum Spanabtrag die Werkstückkontur ab bzw. das Werkstück wird entsprechend bewegt.



### Fräskinematiken:

3-Achs Fräsen beschränkt sich auf eine Bewegung des Werkstückes und des Werkzeuges in den 3 Achsen X, Y und Z. Bei der 5-Achsbearbeitung werden zusätzlich noch zwei der Drehachsen (A, B und C) benötigt, um 2 ½D und 3D-Konturen zu fräsen.



### Warum ist 3+2 nicht gleich 5?

Der Unterschied zwischen der 3+2 Achsbearbeitung und des 5-Achs simultan Fräsen besteht in der Anstellung des Werkzeuges bzw. des Werkstückes. Dies geschieht bei 3+2 statisch mit dem Cycle800, bei 5-Achs simultan hingegen dynamisch.



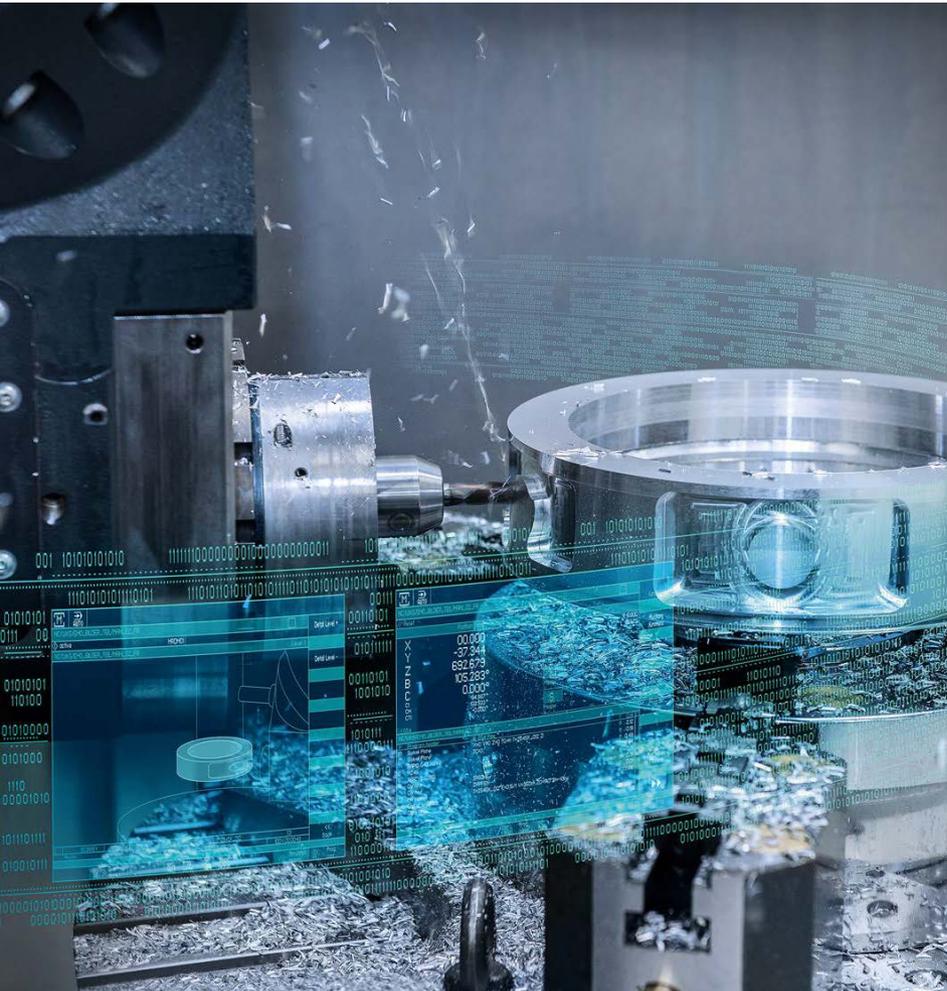
### Schwenkzyklus Cycle800:

Sowohl in ShopMill als auch im programGUIDE lässt sich der Schwenkzyklus Cycle800 leicht anwenden. Hierbei können verschiedene Parameter in der Maske eingegeben werden, die das Schwenken der Ebene um die Achsen definieren.



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**

**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*



**Technologie- und Applikationscenter Erlangen**

[siemens.de/cnc4you](https://www.siemens.de/cnc4you)