

The screenshot displays the 'Available Launchers' window with various machine models like 'UNI-PRINT-3D' and 'UNI-FRAES-4'. Below it is the main control interface with a 'Jog' panel on the left, a central control area with 'Manual [F3]' and 'MDI [F5]' buttons, and a 3D view on the right showing a part with a grid. The 3D view includes coordinate axes (X, Y, Z) and a 'Webcam' button. On the far right, there are configuration options for 'Feed Override', 'Rapid Override', and 'Maximum Velocity'. At the bottom, a list of G-code instructions is visible:

```

G21
M06 T45
G0 Z2
G0 X0 Y0
G0 X20 Y10
G0 Z0.5
G1 Z-1.5 F80
G1 X80 Y-25 F250
G1 X20
G1 Y5
G2 Y...
  
```

Below the 3D view, there are three numbered instructions:

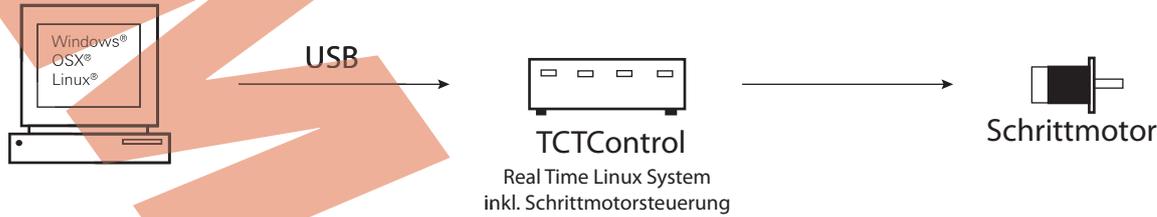
- 1 (Building Bruck project - Uni-Fraes-4 - material: foam 26x26x50 mm, tool: end mill 1.6 mm.)
- 2 (zero point: Y-turning axis, X-right end of the material, Z-material surface.)
- 3 (getting zero point: rotate A-axis until surface is even, move the tip of the endmill to the)

[TECHN. AUSBILDUNG-CNC-1]

TCTControl - CNC Maschine •

SandyBox - Schrittmotorsteuerung - CNC Maschine

TCTControl - [aktuelle Version]



Der PC dient als:

- 1) Eingabegerät (G-Code Dateien können hier erstellt bzw. fertige Dateien geöffnet werden)
- 2) „Manual“ Steuerung der Maschine über die Tastatur

TCTControl Box:

Steuerelektronik mit integriertem Motion-Controller und vorinstallierter CNC-Software

Technische Daten: Software und Driver inkludiert für Win (7, 8, 10) OSX, Linux

Anzahl der ansteuerbaren Achsen: 4 (aufrüstbar auf 6)

IOs: 6x input (Limit/Endschalter), 1x E-Stop, 2x Relais, 0-10V Steuersignal

Board: 1 GHz CPU, 512 MB DDR3 RAM, 4 GB Speicher

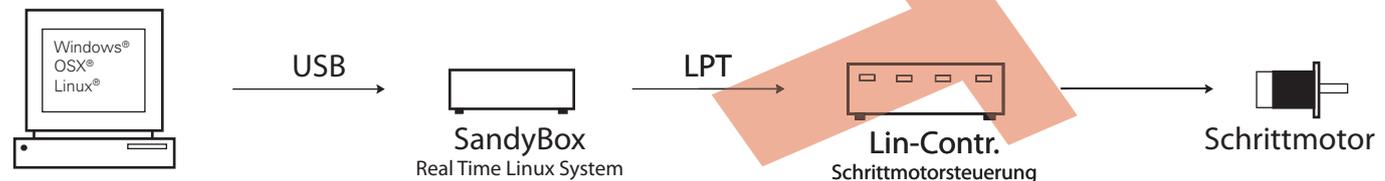
Stromversorgung: Extern, 110-240V, 24V, 5A

Anschlüsse: USB, Ethernet, WIFI (optional)

Dateiformat: ISO G-Code RS-274, DIN 66025

Werkzeugweg-Simulationsmodus: verfügbar

SandyBoy - Lin-Contr. - [Vorgänger Version]



Der PC dient als:

- 1) Eingabegerät (G-Code Dateien können hier erstellt bzw. fertige Dateien geöffnet werden)
- 2) „Manual“ Steuerung der Maschine über die Tastatur

SandyBox:

Motion-Controller mit vorinstallierter CNC-Software, Technische Daten:

Software und Driver inkludiert für Win (7, 8, 10) OSX, Linux

Board: 1 GHz CPU, 512 MB DDR3 RAM, 4 GB Speicher

Connectivity: USB, Ethernet, WiFi (optional)

Lin-Contr.:

Anzahl der ansteuerbaren Achsen: 3 oder 5

IOs: 5x input, 1x relays, 0-10V control signal

Stromversorgung: Extern, 110-240 V, 24 V, 2 A

Dateiformat: ISO G-Code RS-274, DIN 66025

Werkzeugweg-Simulationsmodus: verfügbar

Das rechtwinklige Koordinatensystem (auch kartesisches Koordinatensystem genannt) wird auf das Werkstück bezogen. Die Achsen werden mit x , y und z bezeichnet. Die Achse mit der Hauptspindel trägt die Bezeichnung Z . Aus dieser Definition ergeben sich unterschiedliche Koordinatensysteme für Vertikal- bzw. Horizontalfräsmaschinen.

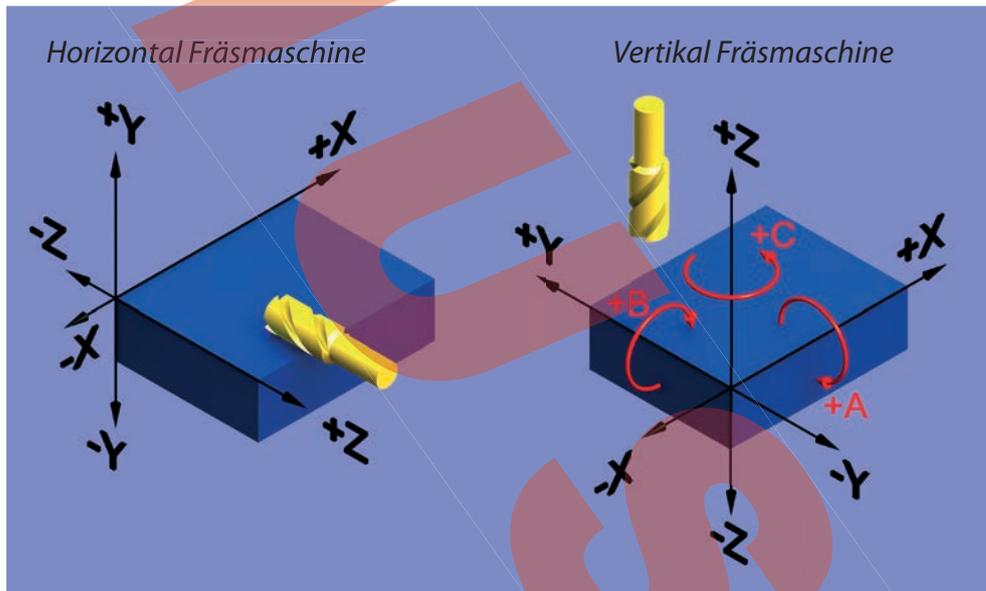


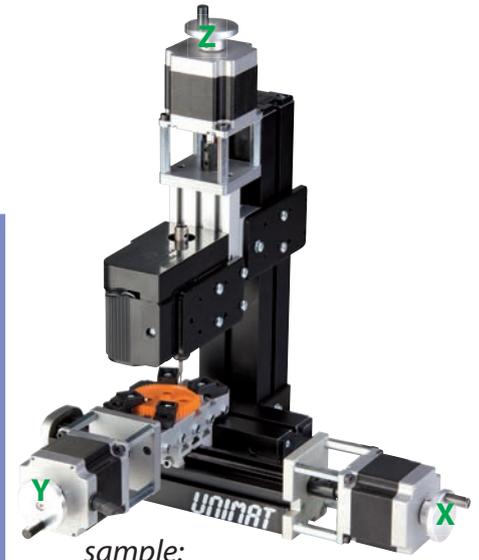
Abbildung 1

Kann die Drehbewegung um eine Achse gesteuert werden, ergeben sich die sogenannten Drehachsen die mit A , B , und C bezeichnet werden (Abb. 1). Bei der abgebildeten Unimat 4 Achsen Maschine führt der Drehtisch eine Drehbewegung um die X -Achse aus, daher wird diese Achse mit A bezeichnet.

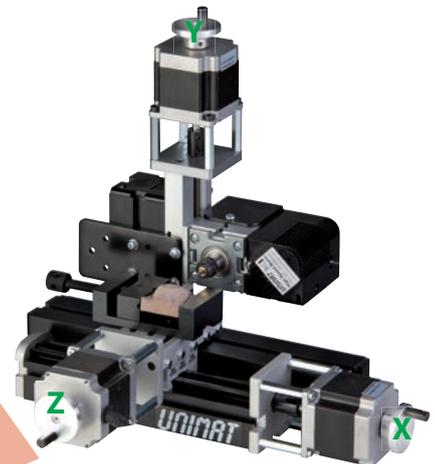
Die Grundlage der Erstellung eines G-Code Programmes ist folgende Definition.

Der G-Code wird **IMMER** so erstellt als ob das Werkstück verfährt!

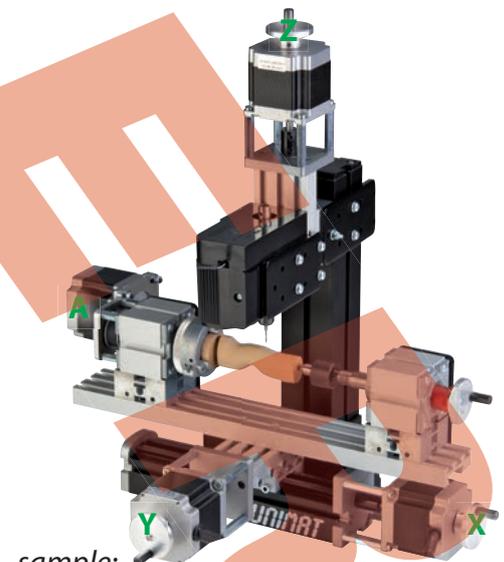
Dies ermöglicht, dass jeder normkonforme G-Code auf jeder NC Fräse ausgeführt werden kann, das Ergebnis (Werkstück) ist gleich.



sample:
vertical milling machine



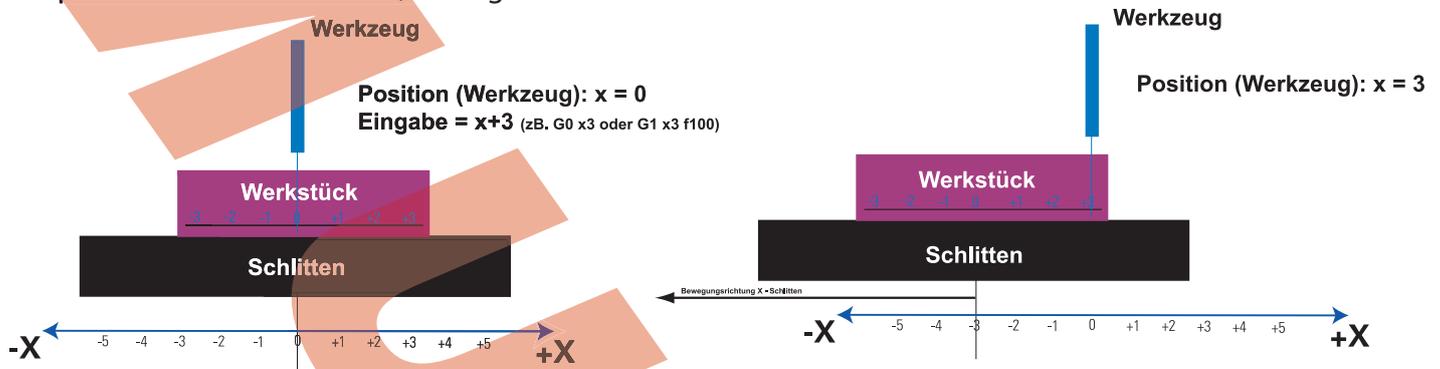
sample:
horizontal milling machine



sample:
vertical milling machine with A-axis

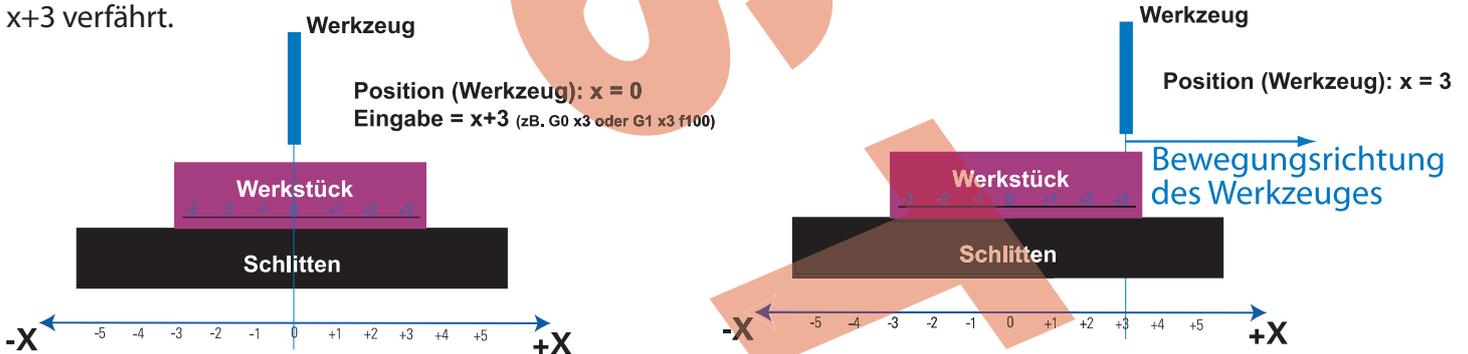
Erklärung:

Maschinen bei denen das Werkstück in x/y Richtung verfährt, sind zum Beispiel die Uni-Fräs-V3 und Uni-Fräs4 – Wenn wir in der x Achse von der Nullposition zu x+3 verfahren, bewegt sich der Schlitten um -3.



Durch diese negative Bewegung des Werkstückes ist die Position des Werkzeuges, relativ zum Werkstück +3.

Maschinen, bei denen das Werkzeug in x/y Richtung (Flächen- bzw. Portalfräsen - zB. Step490) verfährt, verhalten sich wie folgt: Hier bewegt sich das Werkzeug mit dem x - Schlitten um +3, wenn man von Null zu x+3 verfährt.



Durch diese positive Bewegung des Werkzeuges steht dieses nun auf +3 relativ zum Werkstück.

Bei Maschinen, bei denen das Werkstück in Z - Richtung verfährt, gilt das selbe Prinzip für die Z - Achse (Abb 2).

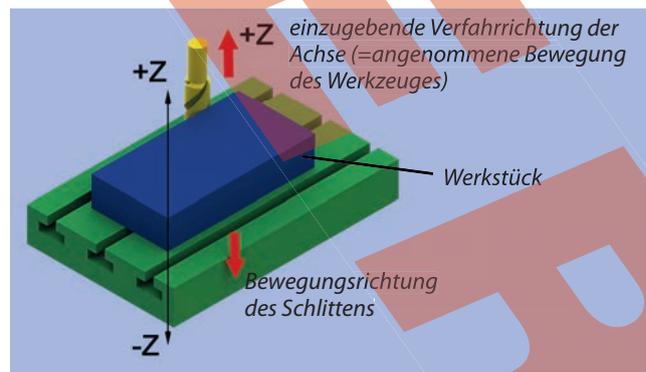


Abbildung 2

Hier muß sich der Z - Schlitten in positiver Richtung bewegen, damit sich das Werkzeug relativ zum Werkstück in negativer Richtung bewegt.

- a) Manuell in einem Texteditor oder über das Eingabepanel an der CNC Maschine.
- b) Automatisch - durch Verwendung einer CAM Software wird die CAD Zeichnung umgewandelt.

Auch wenn heutzutage die G-Code Dateien für Werkstücke mittels CAM Software erstellt werden, sollte man die Programmierung beherrschen, z.B. zur Fehlersuche.

Grundlage (Aufbau einer Befehlszeile):

N	....	Zeilennummer bzw. Befehlssatznummer
Gxx	....	Wegbedingung (lineare- bzw. kreisförmige Bewegung)
X, Y,	....	Zielpunktkoordinaten
F, S, T	....	Technologische Anweisungen (Vorschubgeschwindigkeit, Spindeldrehzahl, Werkzeug)
M	....	Schaltbefehle (Motor ein/aus, Drehrichtung, Kühlung, Programmende, usw.)

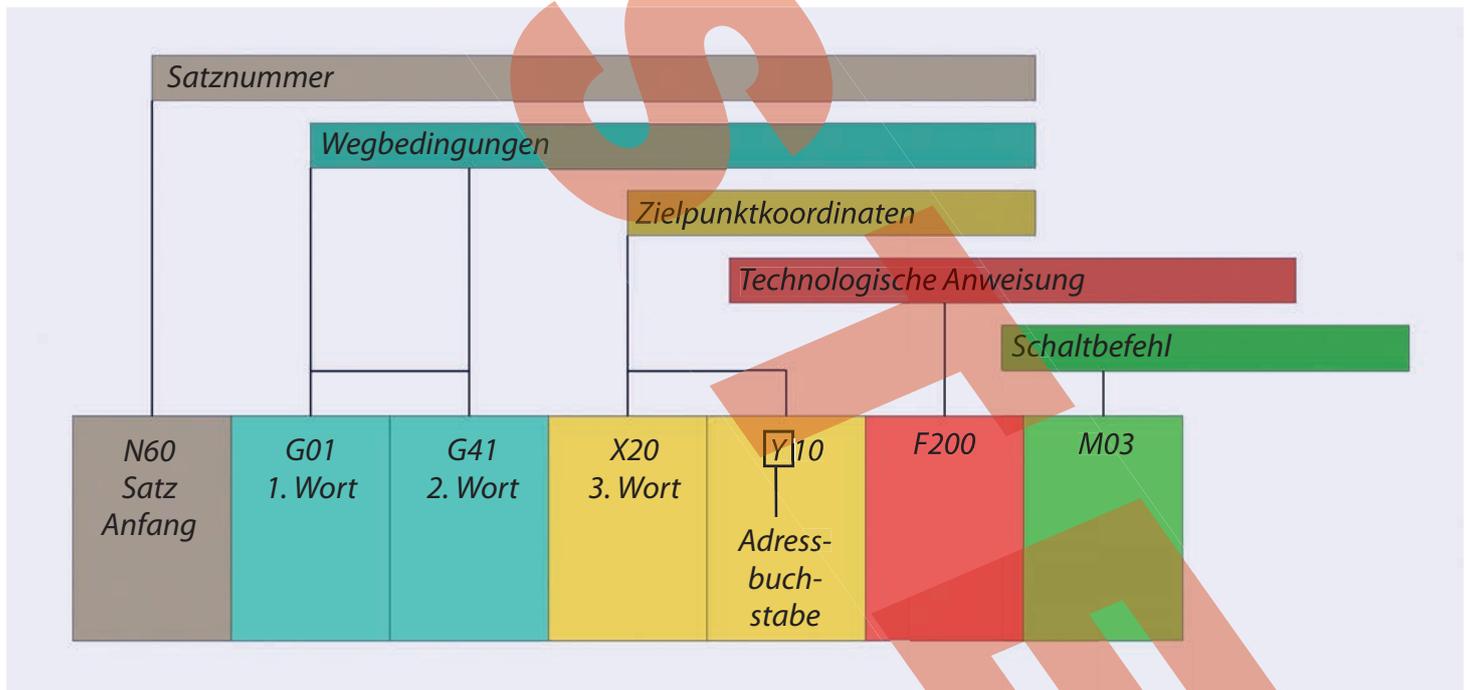


Tabelle der in CoolCNC Linux unterstützten Befehlen

Befehl	Beschreibung	Parameter
G0	lineare Bewegung im Eilgang	-
G1	lineare Bewegung im Vorschub	-
G2, G3	kreisförmige Bewegung im Vorschub	I, J, K oder R
G4	Pause (Verweilzeit)	P
G5.1	Quadratische B-Spline	I, J

Befehl	Beschreibung	Parameter
G5.2, G5.3	NURBs Block	P, L
G7, G8	auf Durchmesser oder Radius bezogen	-
G10 L1	Werkzeigtabelle ändern	P, R, I, J, Q
G10 L2	Koordinatensystem ändern	P, R
G10 L10	Werkzeigtabelle ändern	P, R, I, J, Q
G10 L11	Werkzeigtabelle ändern	P, R, I, J, Q
G10 L20	Koordinatensystem ändern	P
G17	XY Ebene	-
G18	ZX Ebene	-
G19	YZ Ebene	-
G20	Inches	-
G21	Millimeter	-
G28	Positionieren an definierter Position	-
G30	Positionieren an definierter Position	-
G33	Vorschub an Spindeldrehzahl koppeln	K
G33.1	Zyklus Gewindebohren	K
G38.2 - .5	gerade Probe	-
G40	Werkzeugradiuskorrektur aus	-
G41	Werkzeugradiuskorrektur links ein	-
G42	Werkzeugradiuskorrektur rechts ein	-
G41.1	Dynamische Fräser Kompensation	D, L
G42.1	Dynamische Fräser Kompensation	D, L
G43	Werkzeuglängenkorrektur ein	H
G49	Werkzeuglängenkorrektur aus	I, K
G53	Bewegung im Maschinenkoord. System	-
G54 - G59	Auswahl Koordinatensystem	-
G59.1 - .3	Auswahl Koordinatensystem	-
G61	Exakte Bahnsteuerung	-
G61.1	Exakter Halt	-
G64	Höchst mögliche Geschwindigkeit	P
G73	Bohrzyklus mit Spanzbrechen	R, L, Q
G76	Gewindedrehzyklus	P, Z, I, J, R, K, Q, H, L, E
G80	festen Zyklus beenden	
G81	Bohrzyklus	R, L, P
G82 - G89	andere Bohrzyklen	R, L, P, Q
G90	Absolut Koordinaten	-
G91	Relativ Koordinaten	-
G92	Koordinatensystem offset	X, Y, Z, A, B, C

G2 und G3 / G02 und G03

Kreisförmige interpolierte Bewegung. Auch hier ist die Eingabe der Vorschubgeschwindigkeit notwendig.

G2/G02 Bewegung im Uhrzeigersinn.

G3/G03 Bewegung gegen den Uhrzeigersinn.

Mit dem G02 Befehl bewegt sich das Werkzeug im Uhrzeigersinn vom Startpunkt (aktueller Werkzeugposition) zum eingegebenen Endpunkt in der zuvor gewählten Koordinatenebene (G17 - G19). Die Parameter I, J und K stehen für den inkrementalen Abstand in X, Y und Z vom Startpunkt bis zum Mittelpunkt des Kreisbogens (Abb. 1).

Beispiel:

```
G1 x1 y1 f3  
G2 x3 y3 i1 J1
```

Bewegt das Werkzeug zu den Koordinaten X=1, Y=1, mit einem Vorschub von 3 mm/min

Verfährt das Werkzeug im Uhrzeigersinn zu den Koordinaten X=3, Y=3. Der Mittelpunkt des Kreisbogens hat die Koordinaten X=2, Y=2. Vorschub ebenfalls 3 mm/min

Es ist ebenfalls möglich den Radius (Abb. 2) des Kreisbogens anzugeben, statt des Abstandes I, J bzw. K. Diese Methode ist in vielen Fällen leichter als den richtigen I, J, K Wert einzugeben. Generell sind für jeden eingegebenen Radius zwei Kreisbögen möglich: einer, der einen Kreisbogen kleiner 180° und einer, bei dem der Kreisbogen mehr als 180° beschreibt (siehe Skizze). Um den Winkel kleiner als 180° zu wählen verwendet man einen positiven R Wert, für einen größeren Winkel als 180° wird ein negativer R Wert verwendet.

```
G1 x1 y1 f3
```

```
G2 x2 y2 r1 (or r-1)
```

Bewegt das Werkzeug zu den Koordinaten X=1, Y=1, mit dem Vorschub 3 mm/min. Das Werkstück wird in einem Kreisbogen im Uhrzeigersinn zu den Koordinaten X=2, Y=2 bewegt. Der Vorschub beträgt 3 mm/min.

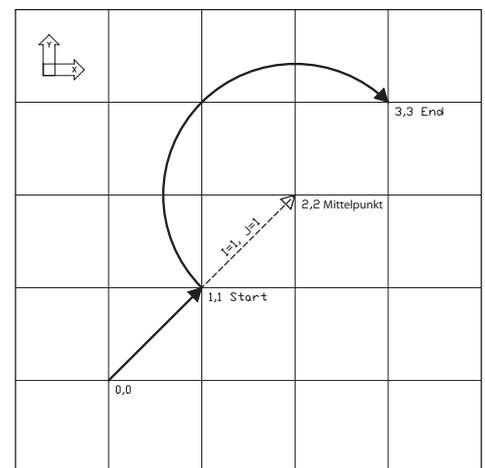


Abbildung 1

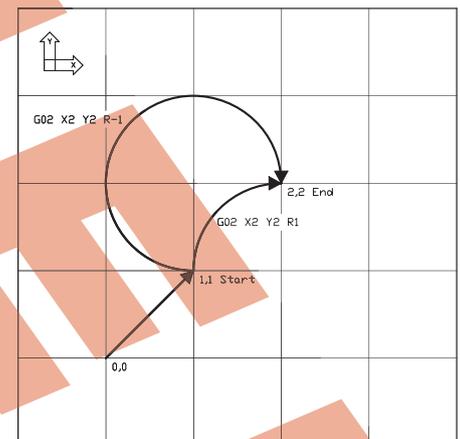


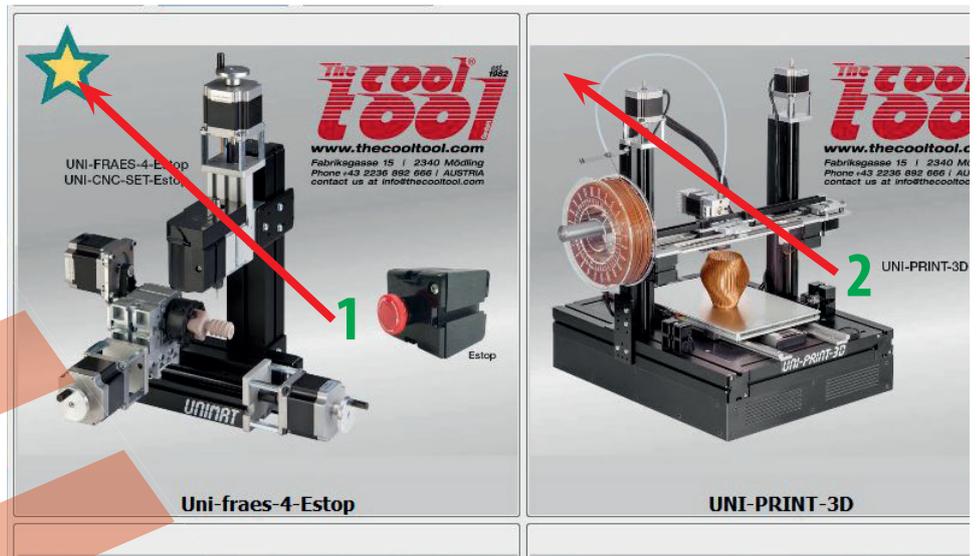
Abbildung 2

Hinweise zur Verwendung des R - Parameters:

Umfaßt der Kreisbogen einen Winkel von 180° ist es egal, ob R positiv oder negativ ist.

Entspricht der Startpunkt des Kreisbogens auch dem Endpunkt, wird die Eingabe vom CoolCNC ignoriert, da der Mittelpunkt nicht festgestellt werden kann.

Konfigurationen mit aktiviertem Stern werden vorgezogen.
(ins linke obere Eck klicken)



Durch Anklicken der Abbildung wird die entsprechende Maschinenkonfiguration gestartet.



Der Startvorgang nimmt einige Sekunden in Anspruch.



Übung 4

Maschine: UNI-FRAES-V3

Datei: .../examples/exerc4-100-call-a-subroutine-sample.ngc

Rohmaterial: Sperrholz oder Acryl, Abmessungen habhängig von den eingegebenen Parametern

Werkzeug: 1.6 mm Schafffräser

Vorbereitung

-) files.bat ausführen

TCTControl/Windows/
TOOLS/

-) Passwortabfrage

Passwort: machinekit

Auf der linken Seite der „WinSCP“
Oberfläche wird das Dateisystem
des PCs angezeigt. Auf der rechten
Seite das des TCTControls.

-) Ordner nc_files/examples
öffnen

-) Folgende Dateien in den

Ordner nc_files kopieren:

100.ngc

exerc4-100-call-a-subroutine-
sample.ngc

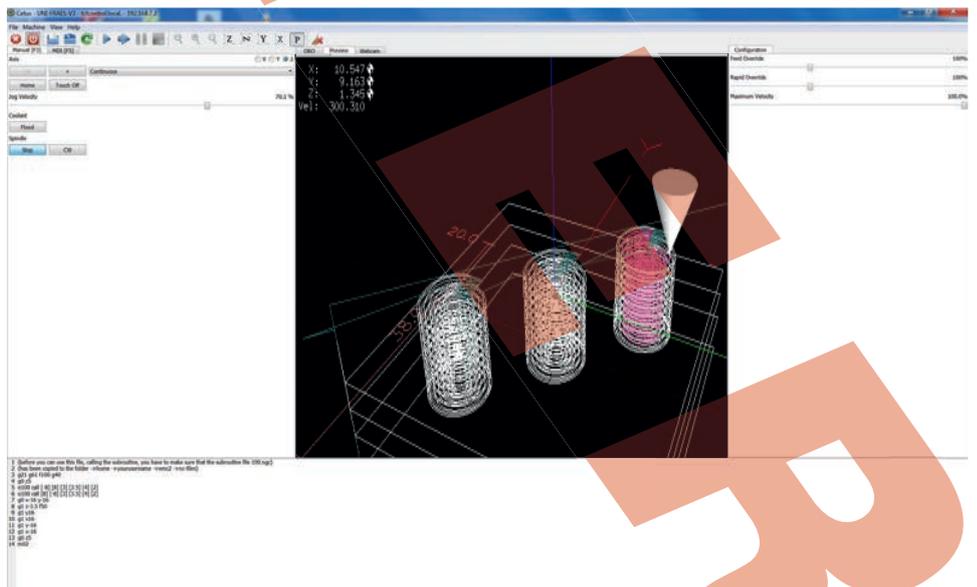
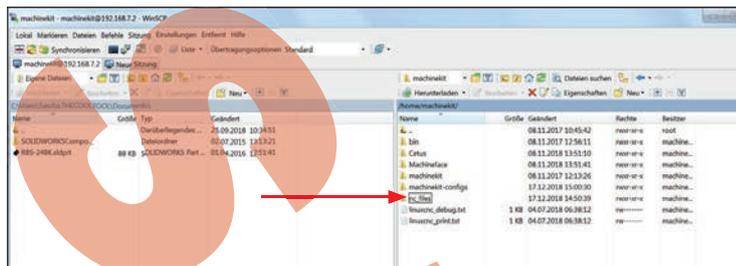
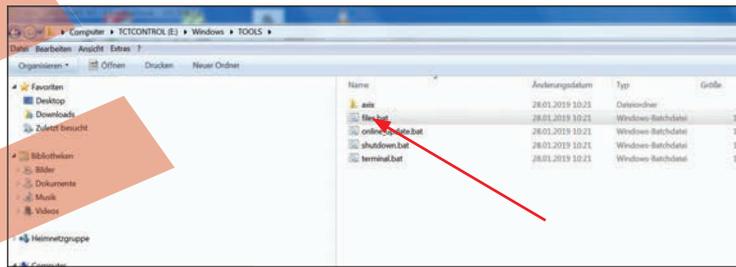
-) exerc4-100-call-a-subrou-
tine-sample.ngc

Datei in CETUS öffnen

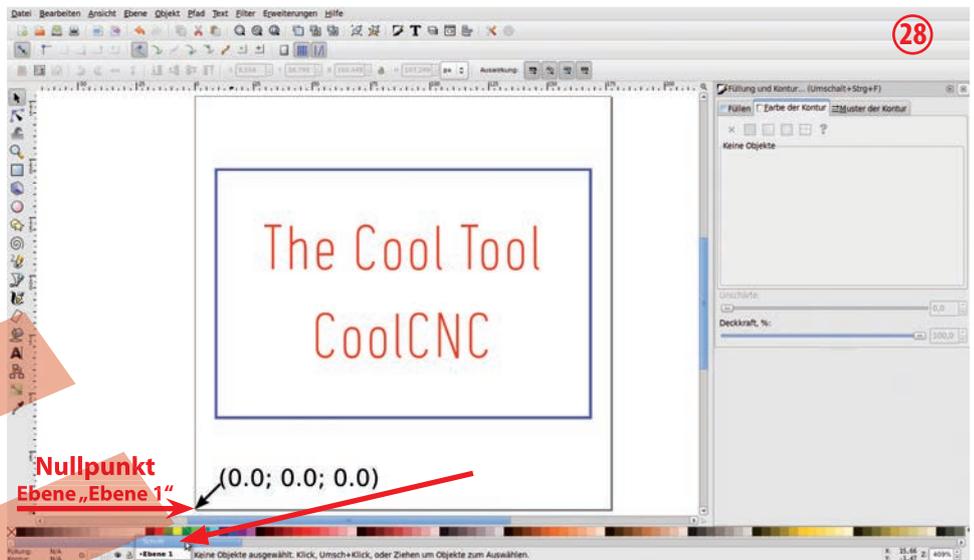
Siehe Kommentare in der
Datei exerc4-100-call-a-sub-
routine-sample.ngc !!!

Um die Parameters [-8] [8]
[3] [3.5] [4] [2] zu verstehen
lesen Sie die Kommentare in
der Datei 100.ngc.

Experimentiere mit verschie-
denen Parametern.



28) Aktivieren Sie die Ebene "Schrift"

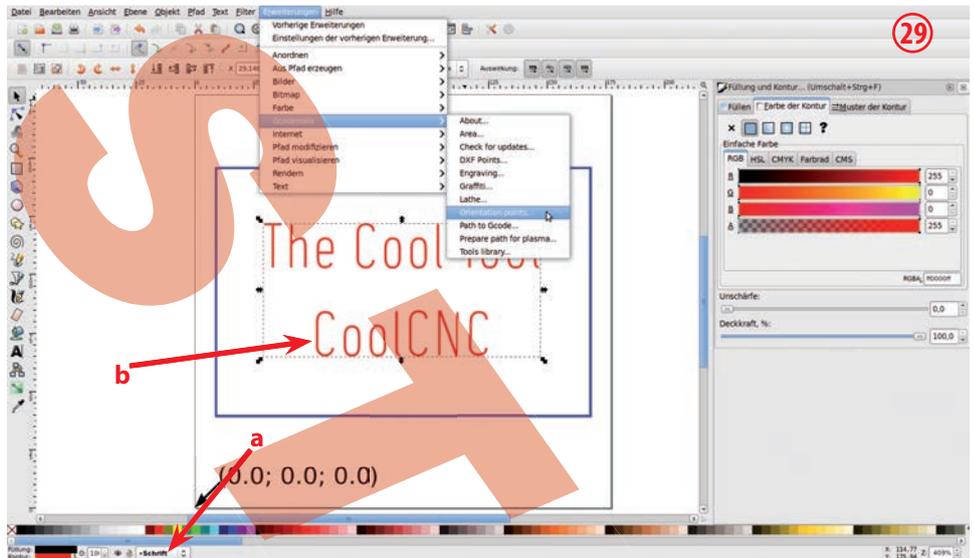


29) Orientation points (Nullpunkt für den roten Text)

Klicken Sie auf "Erweiterungen" --> "Gcodetools" --> "Orientation points ..."

Achtung:

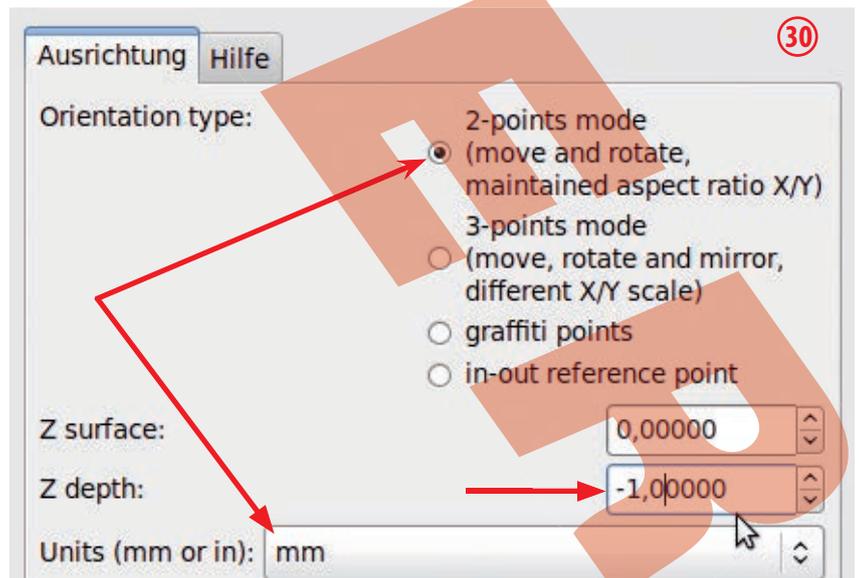
- a) Ebene "Schrift" muss aktiviert sein.
- b) Der rote Text muss markiert sein.



30) Markieren Sie "2-points mode" und "mm". Setzen Sie "-1,0" diesen Wert bei "z depth" ein.

Achtung:

Wert für "z surface" ist "0,0".



Allgemeine Hinweise zur TCTControl Steuerelektronik

Die TCTControl Steuerelektronik ist in einer 4- und 6-Achsenvariante erhältlich.

Neben den Schrittmotorausgängen sind folgende weitere Anschlüsse vorhanden:

1xUSB client, 1xUSB host, 1x10/100 Ethernet, 1xNotaus-Eingang, 6x Signaleingang (zB. für Referenzschalter), 1xSteuersignal für Spindel, 2xRelaisanschluss, 1xUniPrint3D Anschluss und 1xNetzteilanschluss (Netzteil im Lieferumfang enthalten).

Zu beachten:

1) Schrittmotoren nicht im Betrieb an- oder ausstecken. Der Schalter „MACHINE“ [3] muss in OFF Position stehen. Dies gilt ebenfalls für alle anderen Anschlüsse an der hinteren Abdeckung (Anschlussseite Schrittmotoren).

2) Verwenden Sie die Steuerung in einer trockenen Umgebung. Die Raumtemperatur sollte zwischen -10 und +35 °C betragen (14 - 95 ° Fahrenheit).

3) Schließen Sie nur die von uns gelieferten Schrittmotoren an die Steuerung an.

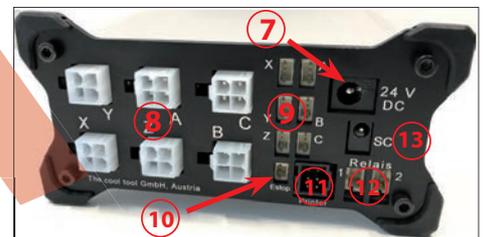
4) Schalten Sie „Machine“ nur ein [ON] nachdem Sie die Steuersoftware machinekit® (Cetus/machineface) gestartet haben. Um Projekte am Bildschirm zu simulieren, schalten Sie „Machine“ aus [OFF].



- 1 ... ON/OFF Taster (Betriebssystem)
- 2 ... Verbindung zum PC (USB)
- 3 ... ON/OFF Schalter (Schrittmotorsteuerung)
Der Leistungsteil (Schrittmotorsteuerung) ist unabhängig vom Betriebssystem und muss separat ein- bzw. ausgeschaltet werden.
- 4 ... Netzwerkanschluss
- 5 ... USB Anschluss zB. für WLAN Adapter, USB-Stick,
- 6 ... Status LEDs:



- Blaue LED leuchtet**
Betriebssystem läuft
- Blaue und rote LED leuchten**
CNC Maschinenkonfiguration aktiv
- Software Status -> Maschine „EIN“ (Cetus/machineface)*
- (ON/OFF Taster one Funktion)*



- 7 ... Netzteilanschluss (24 V / 5 A Netzteil)
- 8 ... Achsen (Anschlüsse Schrittmotoren)
- 9 ... Input zB. Referenzschalter
- 10 ... Notaus Anschluss (art.no. 164 425 CNC)
- 11 ... Datenverbindung zum UniPrint3D
- 12 ... Anschluss Relais 1 + 2 (24 V Signal)
- 13 ... Steuersignal zB. Frässpindel (0 - 10 V)

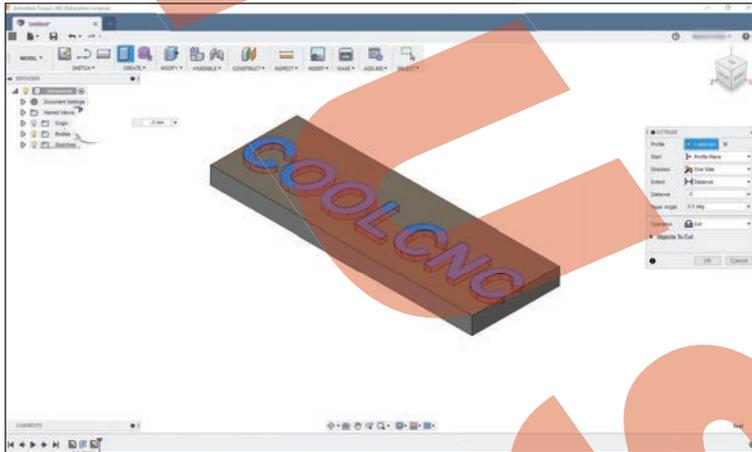


<https://www.autodesk.de/products/fusion-360/students-teachers-educators>

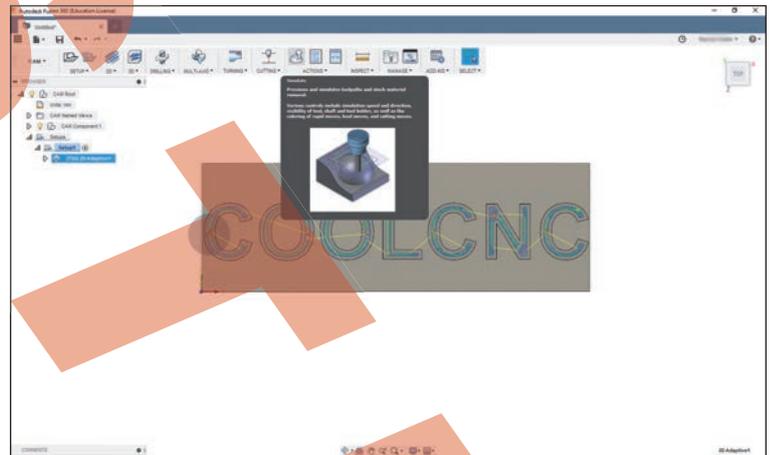
Fusion 360 ist eine professionelle CAD/CAM Anwendung. AUTODESK stellt gratis Lizenzen für den Schuleinsatz zur Verfügung.

Komplexe 2,5D sowie 3D Modelle können erstellt werden. Die CAM Funktion ermöglicht es, das Fertigungsprogramm (G-Code) zu erstellen.

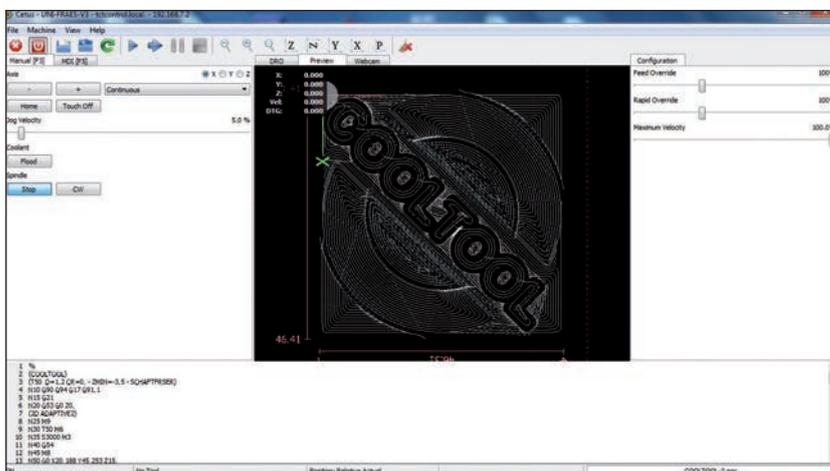
Durch geeignete Post-Prozessoren und Werkzeugdatenbanken ist Fusion 360 mit der CNC Software Machinekit kompatibel.



Fusion 360 - CAD
(Konstruktionsprozess)



Fusion 360 - CAM
(festlegen der Bearbeitungsparameter)



Cetus - machinekit
(G-Code öffnen)

Autodesk® Inventor® kann ebenfalls verwendet werden.