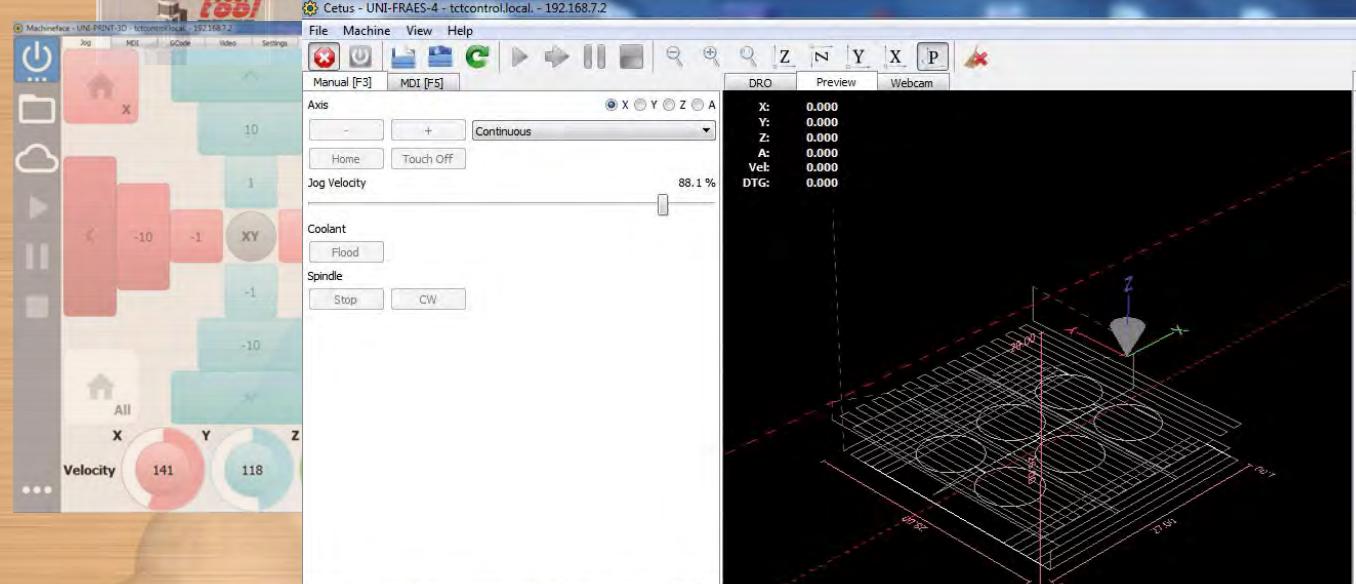




```

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 X0

```



- (Building Brick project - Uni-Fraes4 - material: foam 26x26x50 mm, tool: end mill 1.6 mm.)
- (Zero point: Y-turning axis, X-right end of the material, Z-material surface.)
- (Getting zero point: rotate A-axis until surface is even, move the tip of the endmill to the)

[TECHN. AUSBILDUNG-CNC-1]

Unimat CNC für Aus- und Weiterbildung

4.0

Möglichkeiten für einen vielfältigen Einsatz von CNC-Maschinen in der Bildung.

Besonders für den innovativen Unterricht in höheren Schulstufen ist Unimat CNC eine interessante Sache. Durch die bewährte Modularität des Unimat Systems stehen Ihnen schier unzählige Kombinationsmöglichkeiten und Anwendungsbereiche offen. Die Unimat1 - CNC Schlitten, Vertikal-, Flächenfräse und Drehbank werden mit 2A Schrittmotoren ausgeliefert.

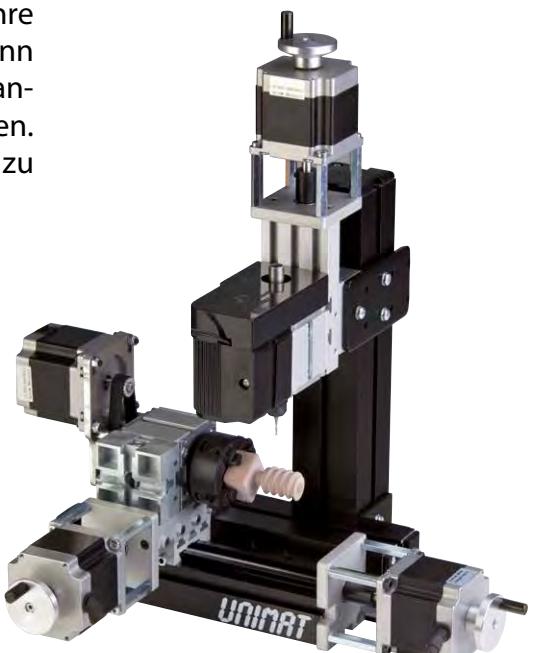
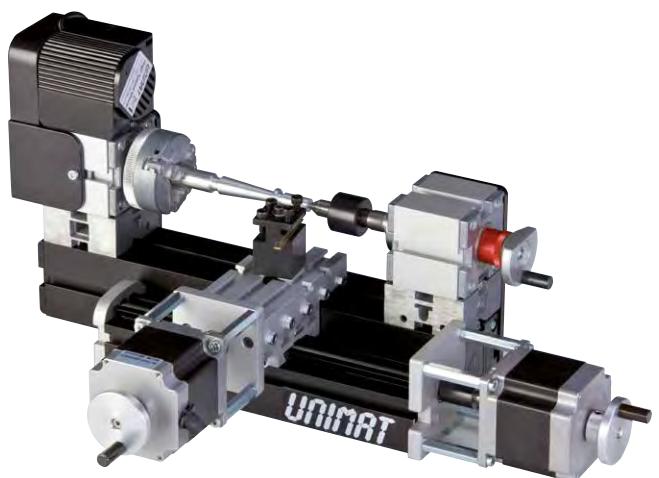
Einige der Merkmale sind:

- Querschlitten: Verfahrweg 50 mm, Sonderlängen bis 80 mm
- Längsschlitten: Verfahrweg 145 mm, Sonderlängen bis 445 mm
- Genauigkeit: 0,07 mm
- CNC-Fräse bis zu 4 Achsen

Besonders bemerkenswert sind die geringen Kosten für dieses System. Anstatt Industriemaschinen anzuschaffen, die das Schulbudget für Jahre ausreizen (hohe Anschaffungs- und laufende Wartungskosten), die dann den Schüler kaum zur Verfügung stehen, kann mit Unimat CNC ein ganzer Maschinenpark zu einem Bruchteil der Kosten bereitgestellt werden. Schüler haben dann die Möglichkeit, die Maschinen aktiv und selbst zu nutzen

Die Ansteuerung erfolgt mittels der freien Software LinuxCNC im Softwarepaket CoolCNC Linux. Somit können Schüler die Software auch völlig legal zuhause installieren und üben.

Was in CAD-Anwendungen gezeichnet wurde, kann in CAM-Anwendungen in Maschinencode umgewandelt und mit der CNC-Software abgearbeitet werden.



Lehrplanbeispiel

Lehrplan für die Sekundarstufe II Fachgymnasium, Maschinenbau-technik, Schleswig Hollstein. S. 33 ff.: „Kenntnisse über automatisierte Fertigungseinrichtungen ... Planung und Herstellung von ausgewählten Bauteilen bei der computergestützten Konstruktion anzuwenden. ... Die Schwerpunkte müssen im Bereich der Automatisierung des Fertigungsprozesses sowie der CAD-CAM-Koppelung und des Qualitätsmanagement liegen. ... Die Fertigung von Bauteilen soll automatisiert erfolgen, nach Möglichkeit der praktischen Umsetzung sollen die Schülerinnen und Schüler in die Prozesskette eingebunden werden.“

Unimat CNC für Aus- und Weiterbildung

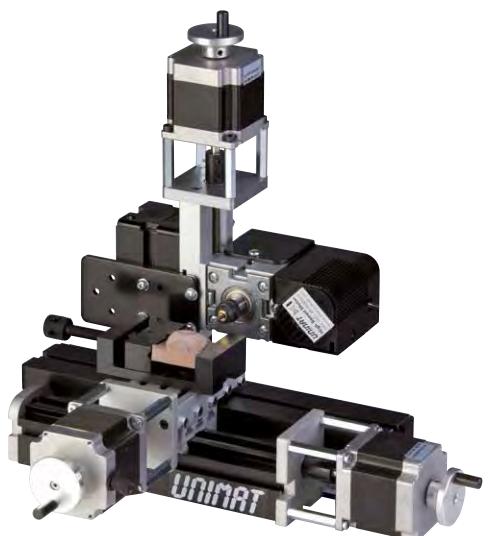
4.0

Möglichkeiten für einen vielfältigen Einsatz von CNC-Maschinen in der Bildung.

CNC-Technologie ist mittlerweile ein integraler Bestandteil jeder soliden technischen Ausbildung geworden. Das Verständnis für Material, Maschine und Steuercode sollte dabei jedoch keinesfalls nur in der Theorie vermittelt werden.

Industrieanlagen haben in der Ausbildung zwar den Vorteil, dass die Schüler praxisnahe Maschinen kennen lernen, jedoch stehen diese Maschinen in kaum einer Schule in ausreichendem Umfang zur Verfügung.

Die Brücke zwischen praxisnaher und fundierter Ausbildung und den immer eingeschränkteren Budgets für die Bildung kann mit Unimat CNC geschlagen werden. Dieses für Modell- und Prototypenbauer entwickelte System weist auch für den Bildungsbereich eine Reihe von Vorteilen auf.



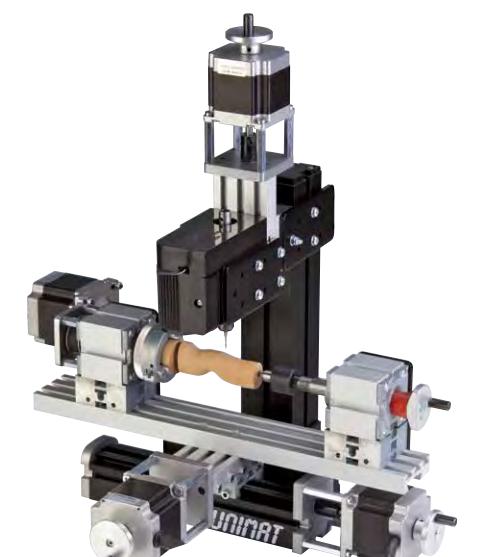
Selbständiges Arbeiten durch leichteren Zugang zu den Maschinen

Geringste Kosten erlauben die Anschaffung mehrerer Maschinen, viele Schüler können gleichzeitig arbeiten. Durch die hohe Sicherheit ist auch keine permanente Beaufsichtigung nötig.



Fundiertes Fachwissen statt herstellerspezifischem Wissen

Alles was auf diesen Maschinen erlernt wird, kann auch auf großen angewendet werden. Nichts ist so speziell, dass es nur hier gilt.



*„Man begreift nur, was man selber machen kann,
und man fasst nur, was man selbst hervorbringen kann.“*

Johann Wolfgang von Goethe

Unimat CNC für Aus- und Weiterbildung

4.0

Möglichkeiten für einen vielfältigen Einsatz von CNC-Maschinen in der Bildung.

- **Einsatz ist ortsungebunden**

Durch geringe Größe und Gewicht können die Maschinen im Transportkoffer ähnlich verwaltet und ausgegeben werden wie bspw. Videobeamer oder Overheads.

- **Garantiezeit 2 Jahre**

Die Maschinen sind österreichische Qualitätsprodukte mit einer 2-jährigen Garantiezeit (ausgenommen Verschleißteile)

- **Professionelle Steuersoftware ohne Lizenzkosten**

Als Steuersoftware erhalten Sie das CoolCNC-Paket. Sie starten den Rechner einfach mit dieser CD und alle Anwendungen starten automatisch. Dabei kommen nur Opensource-Anwendungen zum Einsatz, womit sämtliche Lizenzkosten entfallen und auch spätere Upgrades kostenlos verfügbar sind. Dies gilt ebenso für kompatible CAD/CAM Lösungen wie z.B: Heeks, Inkscape mit GCodeTools. Das ist einfach und rechnet sich sofort.

CNC-Technik lässt sich so einfach, kostengünstig und mit ausreichenden Zugangsmöglichkeiten in die Ausbildung integrieren. Stand bisher eine Industrieanlage jedem Schüler durchschnittlich nur wenige Minuten pro Schuljahr zur Verfügung, können mit Unimat CNC Schüler in kleineren Projektgruppen fast eigenständig und ohne Aufsicht arbeiten.

Beispielprojekt Möbelbau

Der Werkstättenleiter für Innenraumgestaltung der HTL Mödling, Herr Prof. Mag. arch. Thomas Radatz, hat uns ein Design als AutoCAD-Datei übermittelt, das wir dann mit der CAM-Software Deskproto umgewandelt haben. Ein Buchenholzrohling wurde in die Unimat CNC 4-Achsfräse eingespannt und das Werkstück „ergonomischer Stiel“ konnte gefräst werden. Für eine ausführliche Beratung stehen wir Ihnen gerne jederzeit zur Verfügung. Kontaktieren sie uns doch einfach, wenn Sie Interesse an unseren Maschinen haben!



4.1 CNC- GRUNDLAGEN



Vorteile

- automatisierte Reproduzierbarkeit
- Produktivitätssteigerung
- Hohe Flexibilität der Fertigung
- Reduzierung des Werkzeugverschleißes (durch konstante Bedingungen)
- Reduzierung des Prüfaufwandes
- konstante Fertigungszeiten (Planbarkeit der Fertigung)
- CNC-Maschinen können miteinander verbunden werden (Fertigungssysteme)
- große Vielfalt der Bearbeitungsmöglichkeiten
- ein Mitarbeiter kann mehrere Maschinen bedienen – geringere Personalkosten
- sehr komplizierte Werkstücke lassen sich leicht reproduzieren, einmalige Programmierung
- Verbesserung der Automation durch Integration von Robotern, Förderbänder, FMI, etc.

Nachteile

- hohe Anschaffungskosten (Maschine plus Werkzeuge)
- Es werden Facharbeiter im CNC Bereich, zur Betreuung der Maschinen benötigt.
- hohe Entwicklungsanforderungen an die Arbeitsvorbereitung (CAD/CAM/CIM)
- Bei Einzelstücken oft hohe Rüstkosten durch Programmierung usw.
- Wartung und Service, aufgrund der Komplexität der Anlagen, meist von externen Dienstleistern

NC Numerical Control

Numerisch gesteuerte Maschinen führen Programmanweisungen aus, die durch Buchstaben und Zahlen verschlüsselt sind. Bei den reinen NC Steuerungen wurde das Programm z.B. durch Lochkarten bzw. Lochstreifen eingegeben. Diese mußten eigens erstellt werden, daher war eine Programmänderung an der Werkzeugmaschine (NC Steuerung) nicht möglich. Bei Programmänderungen mußte eine neue Lochkarte erstellt werden.

CNC Computerized Numerical Control

Bei diesem Steuerungstypen wurde die Lochkarte durch einen PC ersetzt. Die Eingabe erfolgt direkt am PC, dieser sendet die Steuerungssignale an die Maschine. Bei vielen Werkzeugmaschinen ist der PC integriert und die Eingabe erfolgt am Eingabedisplay der Maschine. Diese Steuerungsart wird auch heute noch oft eingesetzt. Beim CoolCNC System wird der PC auch als Userpanel verwendet.

DNC Direct Numerical Control

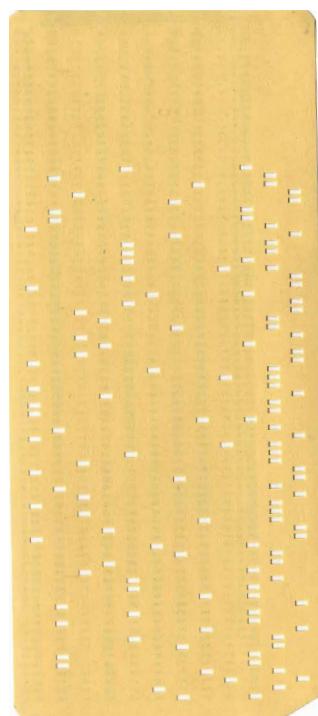
Diese Steuerung ist eine Weiterentwicklung der CNC Steuerung. Im Gegensatz zur CNC Steuerung, bei der ein Computer eine Maschine steuert, steuert bei der DNS Steuerung ein Computer (Server) mehrere Fertigungsmaschinen zur selben Zeit.

Bei der CoolCNC Software handelt es sich um eine CNC Steuerung nach dem rs274ngc Standard.

Lochkartenstanze



Lochkarte



The cool tool CNC control systems

**TCTControl - CNC Maschine •
SandyBox - Schrittmotorsteuerung - CNCMaschine**

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)

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

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

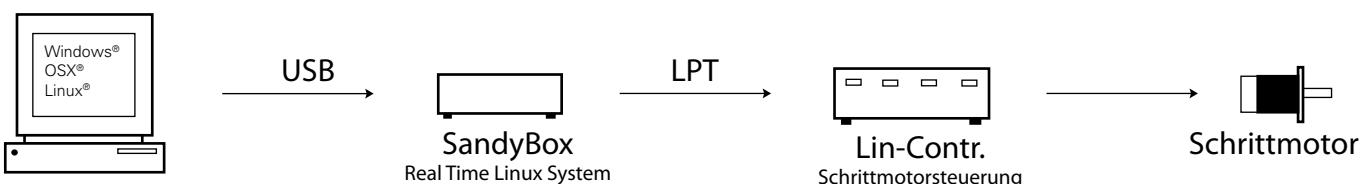
Stromversorgung: Extern, 110-240V, 24V, 5A

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

I/Os: 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.

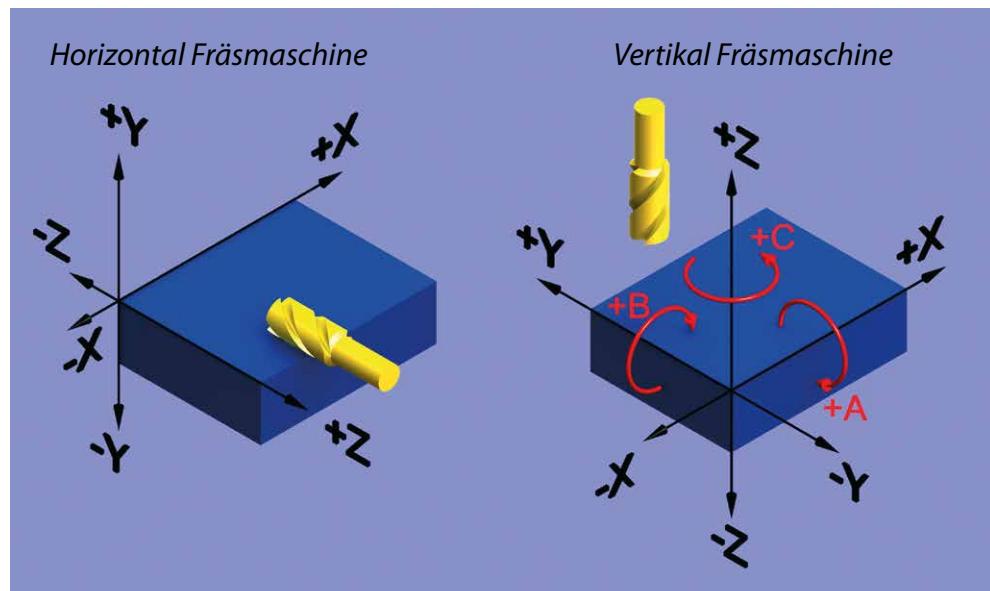


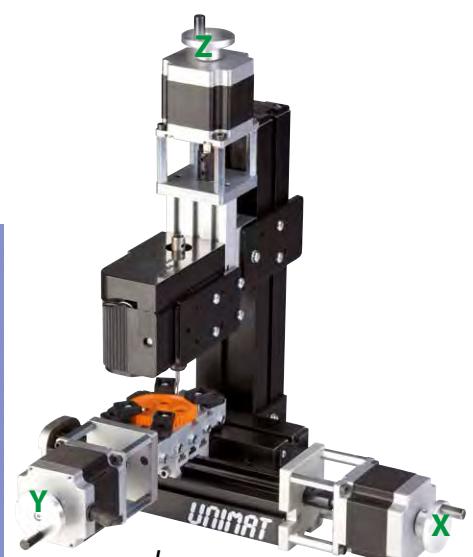
Abbildung 1

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.

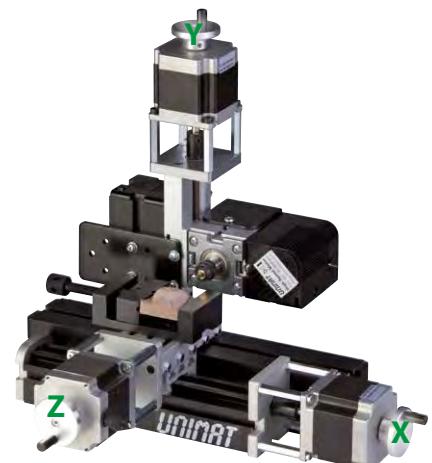
Die Grundlage der Erstellung eines G-Code Programmes ist folgende Definition.

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

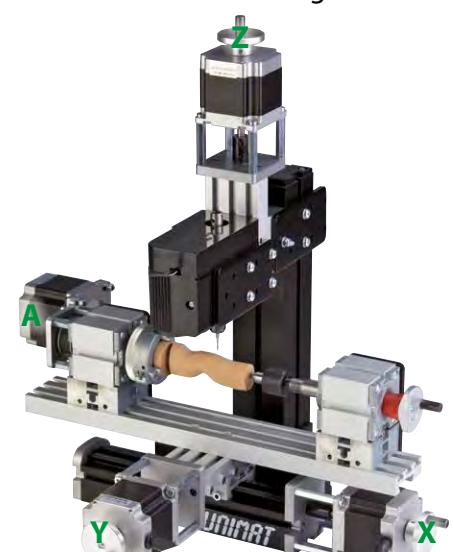
Dies ermöglicht, dass jeder normkonforme G-Code auf jeder NC Fräse ausgeführt werden kann, das Ergebnis (Werkstück) ist gleich.



sample:
vertical milling machine



sample:
horizontal milling machine



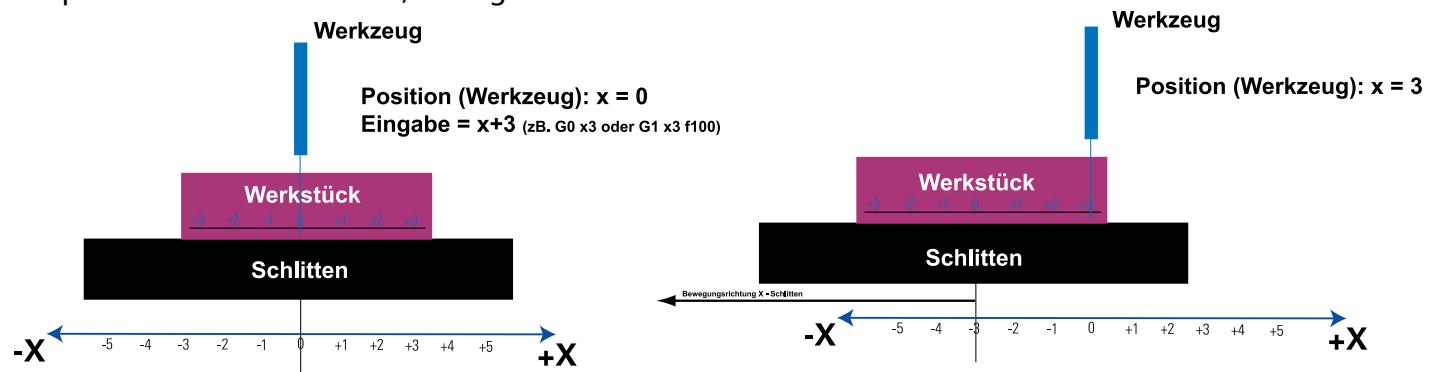
sample:
vertical milling machine with A -axis

Das Koordinatensystem von gesteuerten Maschinen

4.1.4

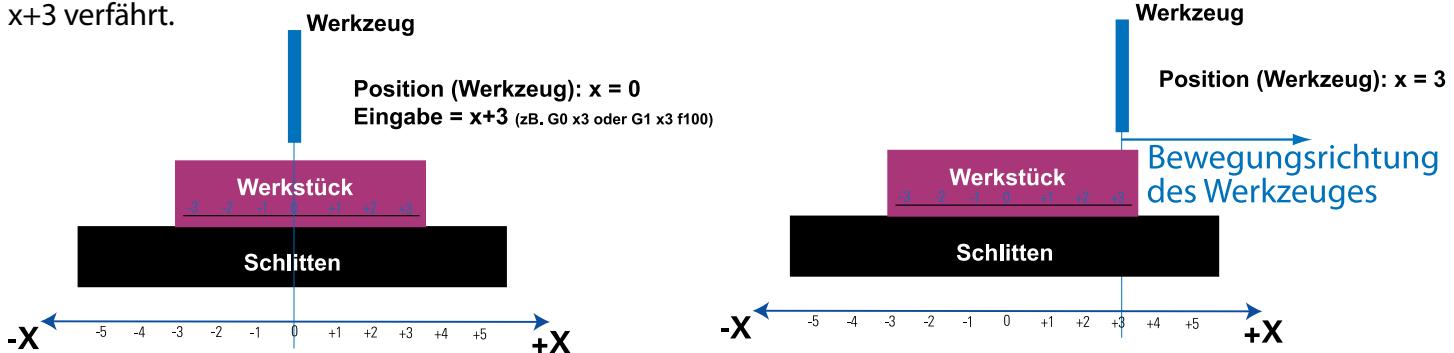
Erklärung:

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.



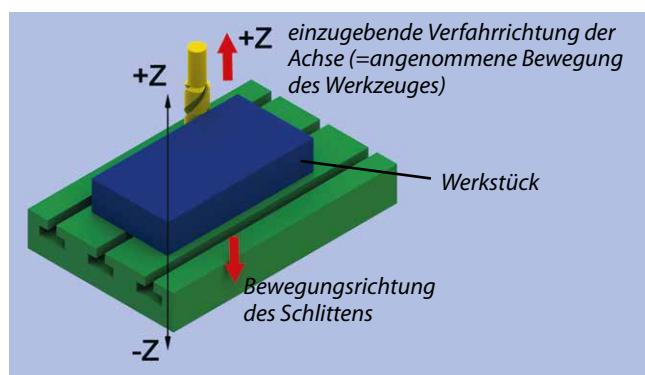
Durch diese negative Bewegung des Werkstückes ist die Position des Werkzeugs, relativ zum Werkstück +3.

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).



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

Abbildung 2

Drehmaschinen haben 3 Achsen X, Z und C. Die C Achse entspricht der Hauptspindel (Drehachse). Die Bewegung in der Z - Achse entspricht einer linearen Bewegung parallel zur Hauptspindel. Dies entspricht auch der Definition der Z - Achse bei Fräsmaschinen.

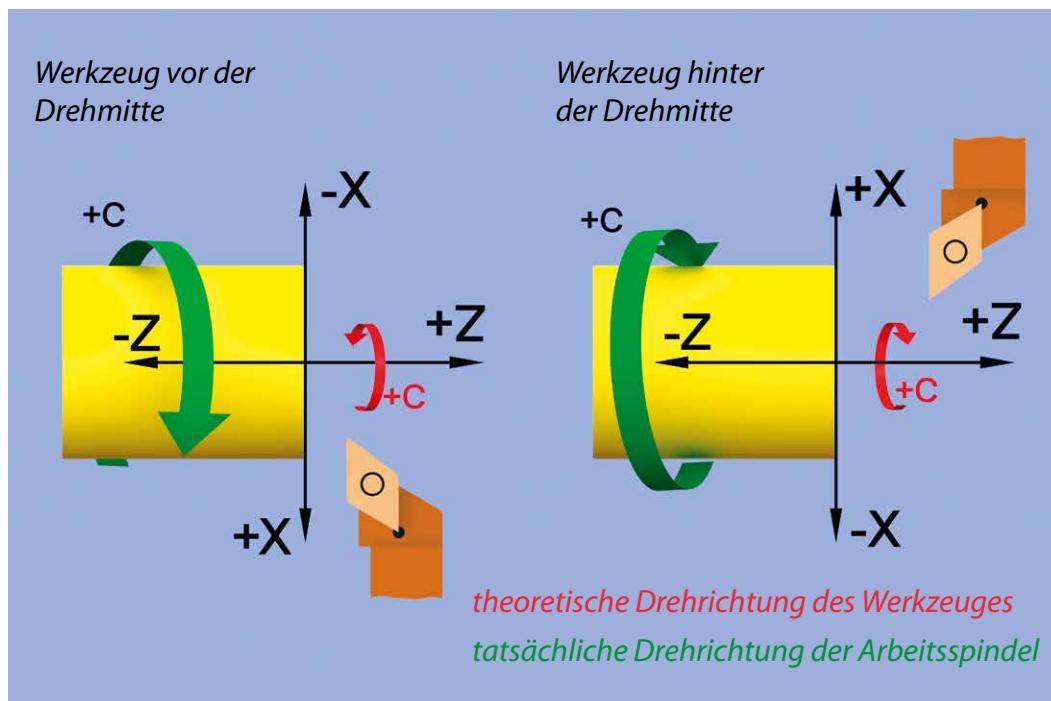
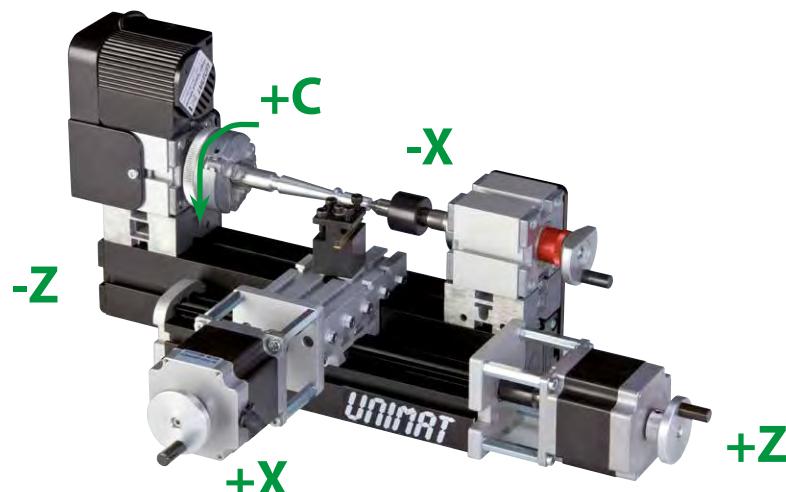


Abbildung 3

Alle Bewegungen in das Werkstück entsprechen einer negativen Bewegung.

Dadurch ergeben sich verschiedene Koordinatensysteme für Maschinen die das Werkzeug vor bzw. hinter der Drehachse haben (Abb. 3). Da die meisten CNC Drehmaschinen das Werkzeug hinter der Drehachse haben, wird auch der Großteil der Maschinen so programmiert.



Auch die Unimat Drehbank, obwohl hier das Werkzeug vor der Drehachse liegt!

Nullpunkte und Bezugspunkte

Maschinen Nullpunkt (M) (Abb. 4):

Dies ist der gemeinsame Nullpunkt der Maschinenkoordinaten. Er wird vom Maschinenhersteller festgelegt und ist unveränderbar. Auf diesen Punkt beziehen sich die Maße der Wegmesssysteme.

Referenzpunkt (R) (Abb. 5):

Der Referenzpunkt und der Maschinennullpunkt liegen meist an der selben Position. Nur bei Maschinen, bei denen der Maschinennullpunkt nicht angefahren werden kann (z.B. Drehbänke), haben die zwei Punkte unterschiedliche Positionen. Da die relative Lage der beiden Punkte zueinander bekannt ist, ergibt sich die Position des Maschinennullpunktes beim Anfahren des Referenzpunktes. Die meisten Maschinen nutzen Referenzschalter, durch diese wird der Referenzpunkt automatisch angefahren.

Werkzeugträgerbezugspunkt (T) (Abb. 5):

Dies ist der Schnittpunkt der Werkzeugachse mit der Anschlagsfläche für das Werkzeug.

Werkstücknullpunkt (W) (Abb. 6 u. 7):

Dieser Bezugspunkt ist sehr wichtig. Ohne einen Werkstücknullpunkt müßte man das zu fertigende Teil bezogen auf den Maschinennullpunkt programmieren. Dies ist aus folgenden Gründen kein gangbarer Weg:

- 1) Die Programmierung ist um vieles aufwendiger (erschwert)
- 2) Man könnte den erstellten G-Code nur auf dieser Maschine, für die er geschrieben wurde, nutzen. Durch den Werkstücknullpunkt ist es möglich, ein und das selbe Programm auf verschiedenen Fräsmaschinen zu nutzen, mit dem gleichen Ergebnis.

Daher werden Werkstücke immer bezogen auf den Werkstücknullpunkt programmiert!

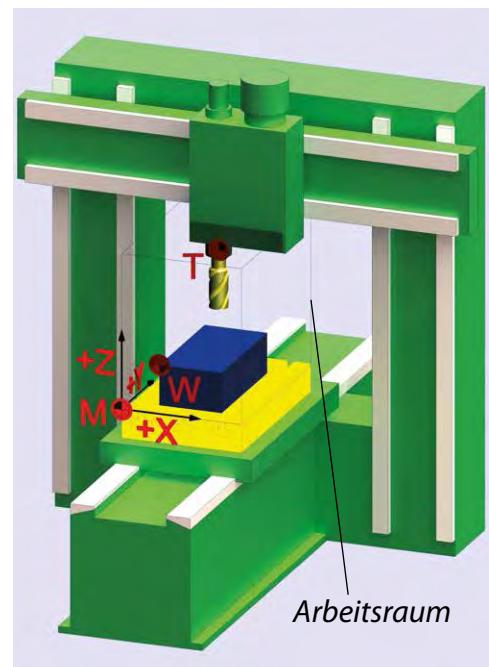


Abbildung 4

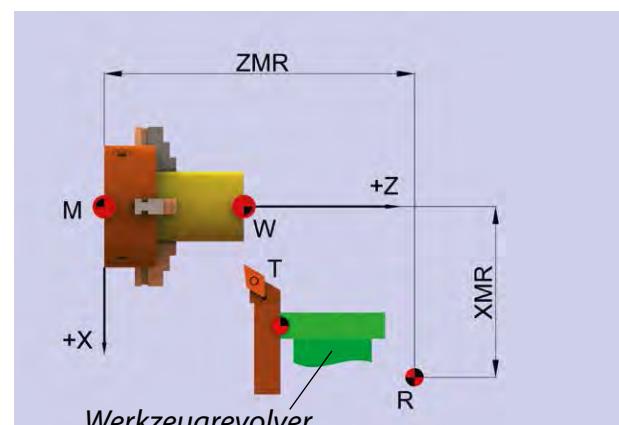


Abbildung 5

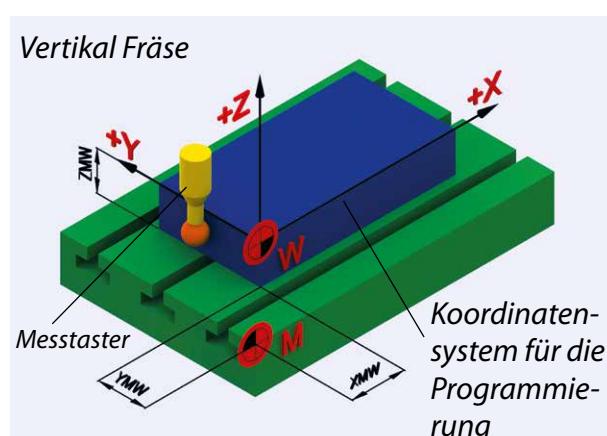


Abbildung 6

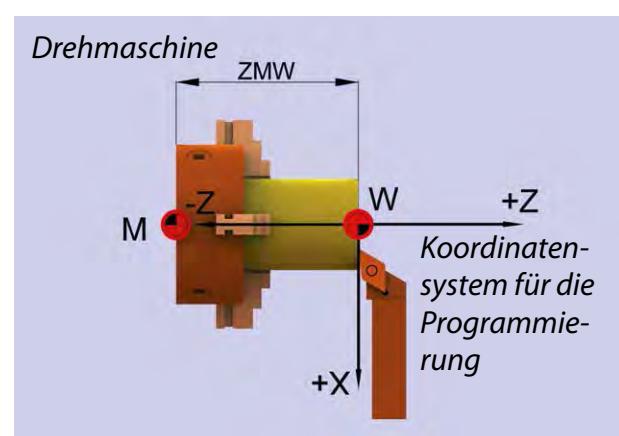
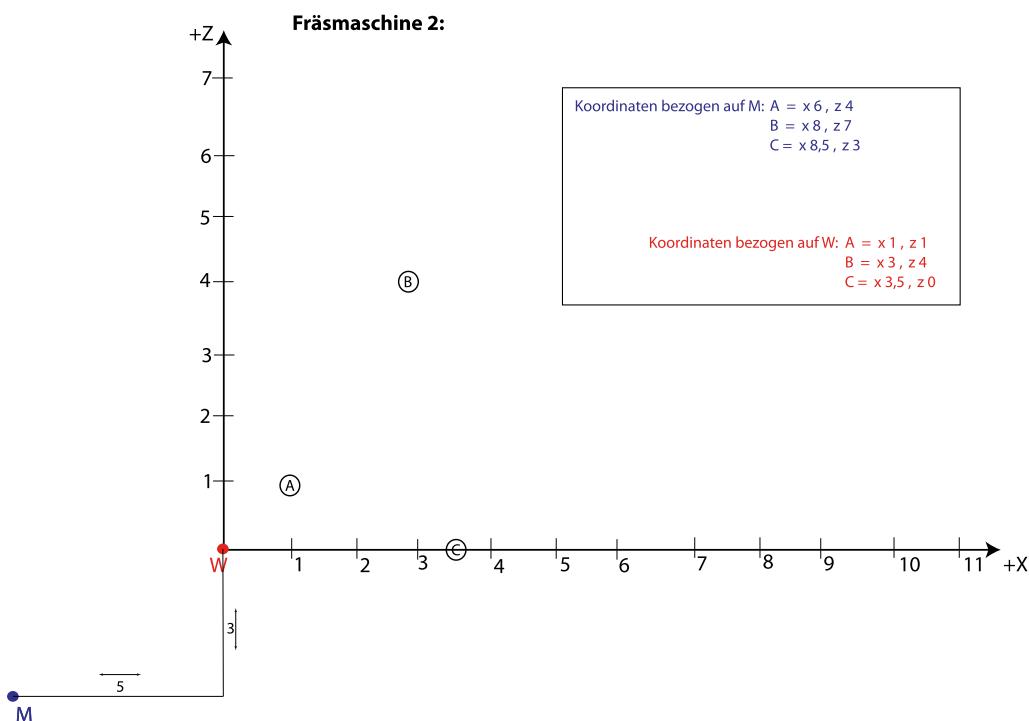
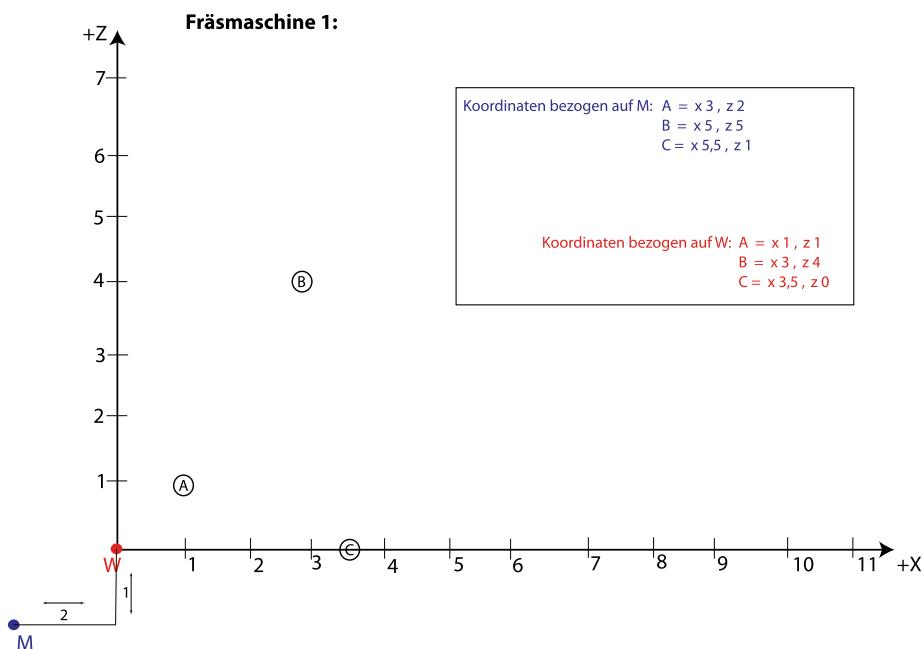


Abbildung 7



Maschinennull- und Referenzpunkt können auch bei den Unimat Maschinen verwendet werden, es macht jedoch wenig Sinn.
 Wieso? Das Unimat System ist modular und es werden in der Standardausführung keine Referenzschalter verwendet. -> Jeder G-Code ist bezogen auf den Werkstücknullpunkt. Aus diesem Grund brauchen wir nur den Werkstücknullpunkt setzen. Die Position des Werkstücknullpunktes bezogen auf den Rohteil (unbearbeitetes Werkstück), ist als Kommentar in der G-Code Datei hinterlegt (zB. Material Oberseite - Mitte, oder Material Oberseite - linkes unteres Eck).

Punktsteuerung

Diese Steuerung wird bei Maschinen eingesetzt, bei denen das Werkzeug an einem bestimmten Punkt positioniert werden soll. Der Weg zu diesem Punkt ist nebensächlich, daher werden die Schlitten entweder gleichzeitig oder einzeln im Eilgang bewegt (Abb. 8). Eine Bearbeitung des Materials erfolgt erst nach der Positionierung. Diese Steuerung wird häufig bei NC - Bohrmaschinen, Stanz- oder Punktschweißmaschinen eingesetzt.

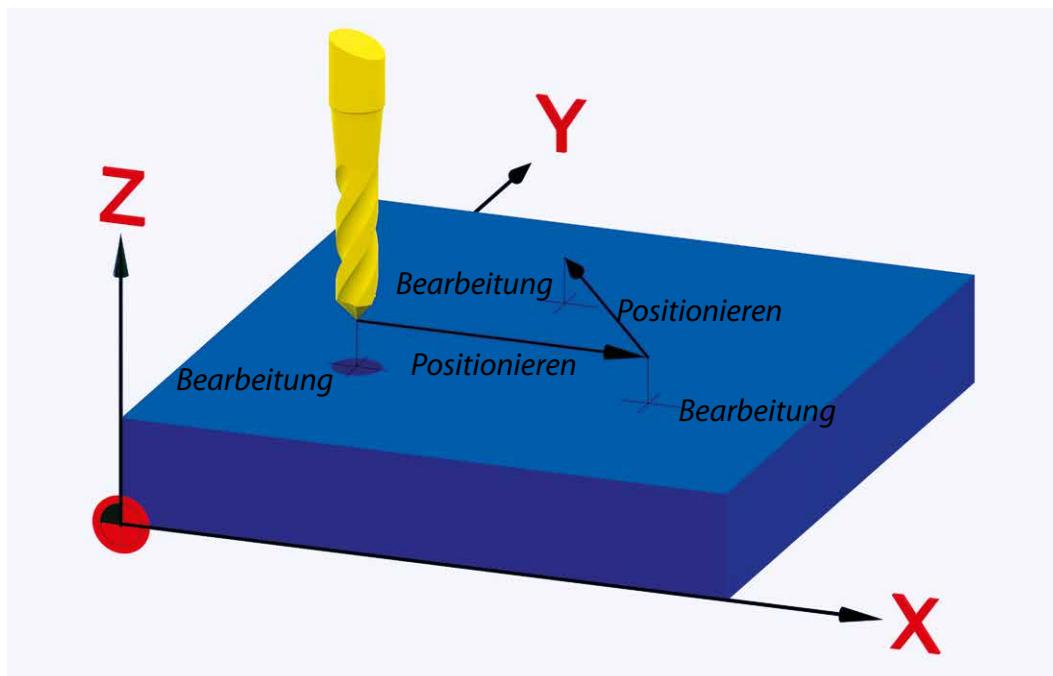


Abbildung 8

Der Bohrer wird bei Punkt 1 gesenkt, nach dem Anheben verfährt das Werkzeug zum Punkt 2, der Bohrer senkt sich, nach dem Anheben, (Es geht hier nur um eine schnelle Positionierung nicht um eine bestimmte Werkzeuggbahn in x/y Richtung.)

Streckensteuerung:

Hier sind meist nur achsparallele Vorschübe möglich. Diese Steuerung findet Verwendung bei der Werkstückmanipulation und bei einfachen Werkzeugmaschinen (Abb. 9).

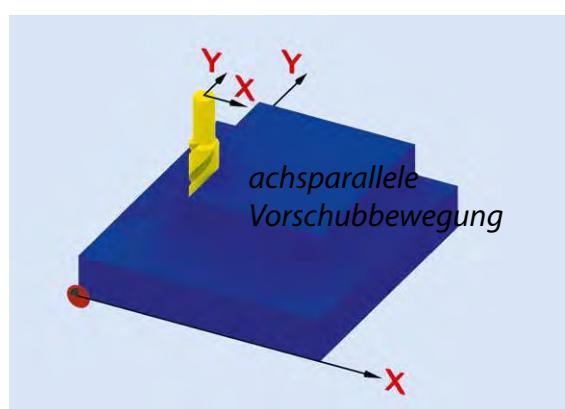


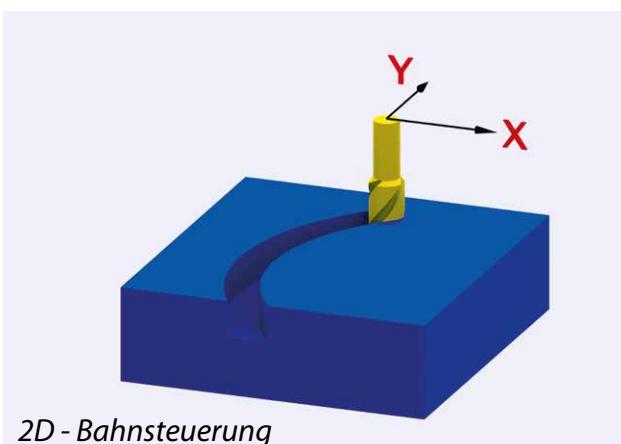
Abbildung 9

Bahnsteuerung:

Diese Steuerung kann zwei oder mehr Achsen (Schlitten) zur selben Zeit mit einem programmierten Vorschub verfahren. Durch das exakte Interpolieren der Vorschubgeschwindigkeiten der verschiedenen Achsen verfährt die Maschine genau auf der programmierten Bahn. Im Gegensatz zur Punktsteuerung ist hier nicht nur die Endposition wichtig, hier hat die Werkzeugbahn die gleiche Priorität.

2D Bahnsteuerung

Hier werden die Vorschubgeschwindigkeiten von zwei Achsen (x/y) interpoliert. Das ergibt eine Bewegung in einer Ebene (Abb. 10).



2D - Bahnsteuerung

Abbildung 10

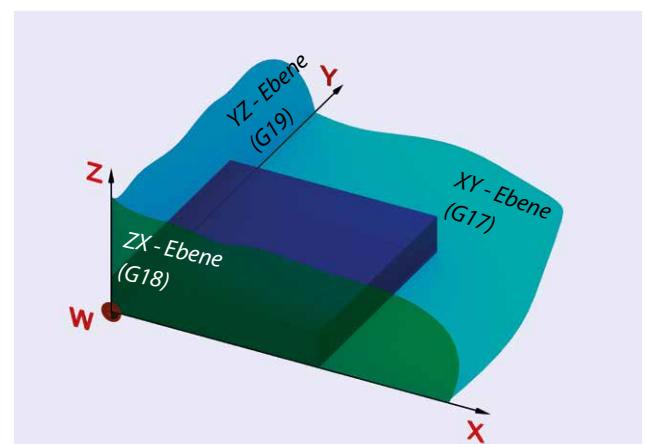


Abbildung 11

2 ½ D Bahnsteuerung

Auch hier werden zwei Achsen interpoliert, es ist jedoch möglich zwischen 2 bis 3 Ebenen (X/Y, Z/X, Y/Z) zu wählen (Abb. 11). Die Anwahl der Ebenen erfolgt mit den in Abb. 11 angeführten G Befehlen.

3D Bahnsteuerung

Hier können mindesten 3 Achsen interpoliert werden (Abb. 12). Moderne Bearbeitungszentren verfügen meist über 5 Achsen.

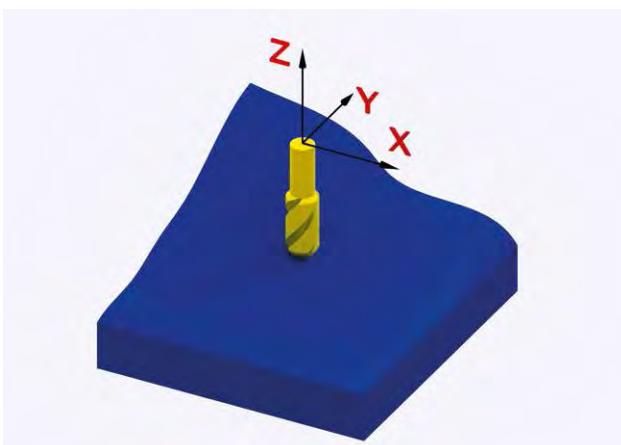


Abbildung 12

Unsere CoolCNC Linux Software ist eine 3D Bahnsteuerung!

Es können bis zu 8 Achsen interpoliert werden.

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.)

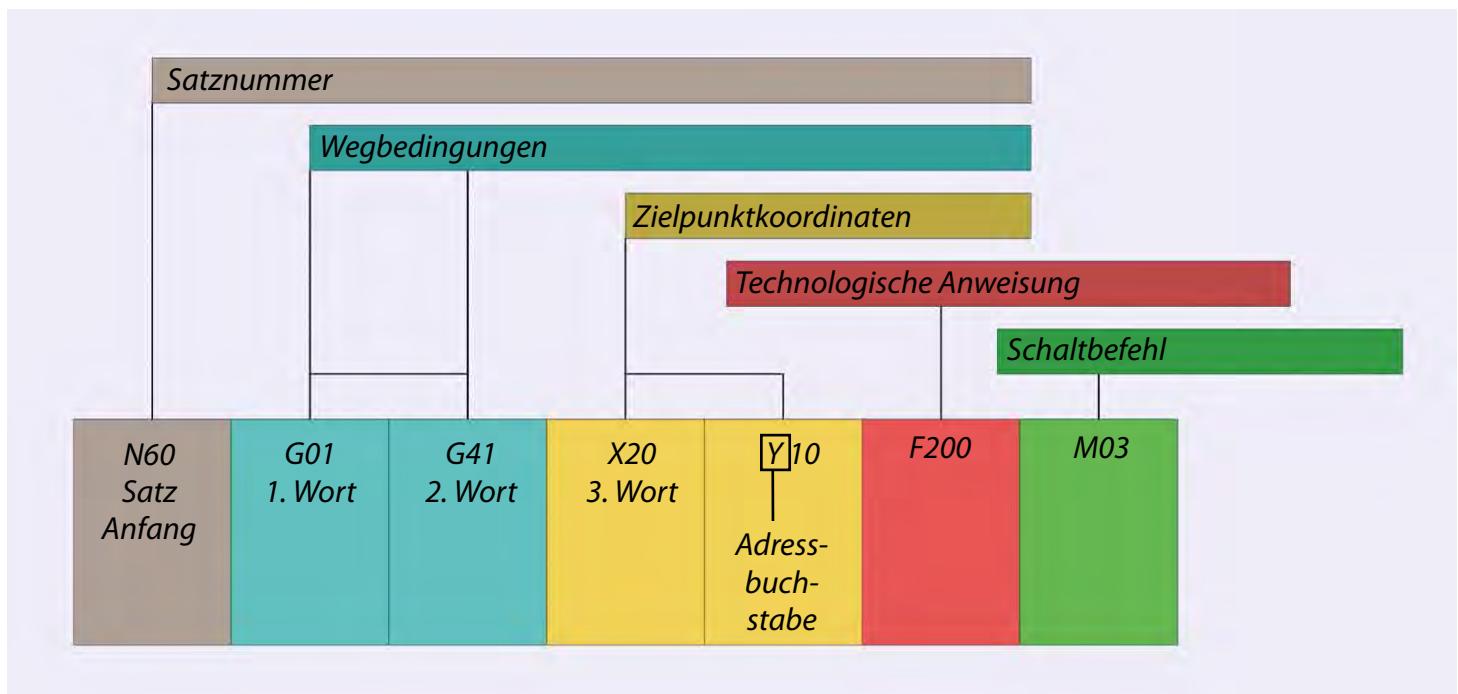


Tabelle der in CoolCNC Linux unterstützten Befehlen

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	Werkzeugtabelle ändern	P, R, I, J, Q
G10 L2	Koordinatensystem ändern	P, R
G10 L10	Werkzeugtabelle ändern	P, R, I, J, Q
G10 L11	Werkzeugtabelle 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	Werkzeulgängenkorrektur ein	H
G49	Werkzeulgängenkorrektur 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

Befehl	Beschreibung	Parameter
G92.1 - .2	Koordinatensystem reset	-
G92.3	Koordinatensystem wiederherstellen	-
G93	Invers Zeit Modus	-
G94	Einheit pro Minute (mm/min)	-
G95	Einheit pro umdrehung (mm/U)	-
G96	Konstante Schnittgeschwindigkeit	D, S
G97	Konstante Drehzahl	-
G98, G99	fixer Rückkehrzyklus	-
F	Vorschub	-
S	Drehzahl	-
M0	Pause	-
M1	Pause	-
M2	Programmende	-
M3	Spindel ein im Uhrzeigersinn	S
M4	Spindel an gegen den Uhrzeigersinn	S
M5	Spindel aus	-
M6	Werkzeugwechsel (T=Werkzeugnummer)	T
M7	Sprühnebel ein	-
M8	Kühlung ein	-
M9	Sprühnebel bzw. Kühlung aus	-
M30, M60		-
M48 - M53	Befehlsüberschreibungen	P
M61	Aktive Werkzeugnummer ändern	Q
M62 - 65	Steuerungsausgänge	P
M66	Eingangssignal	P, E, L, Q
M100-199	Frei zu definierende M Befehle	P, Q
O	O Befehl (Unterprogramme)	-

Die detaillierte Beschreibung der Befehle finden Sie unter www.linuxcnc.org

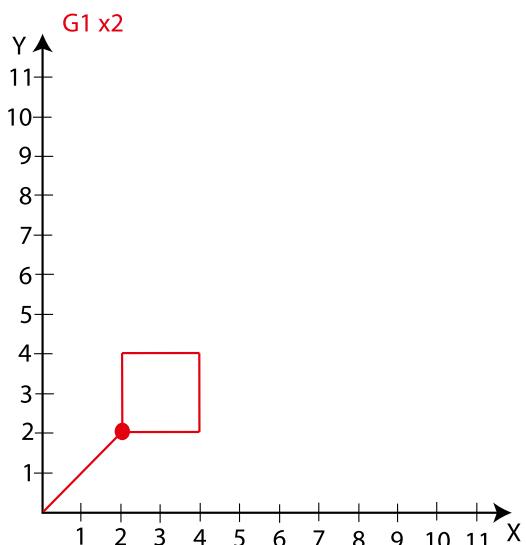
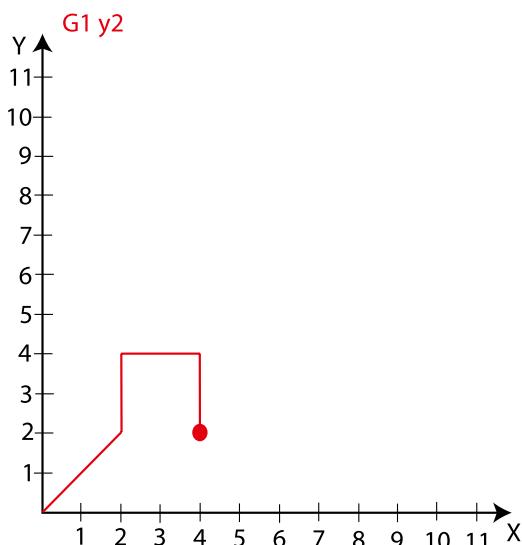
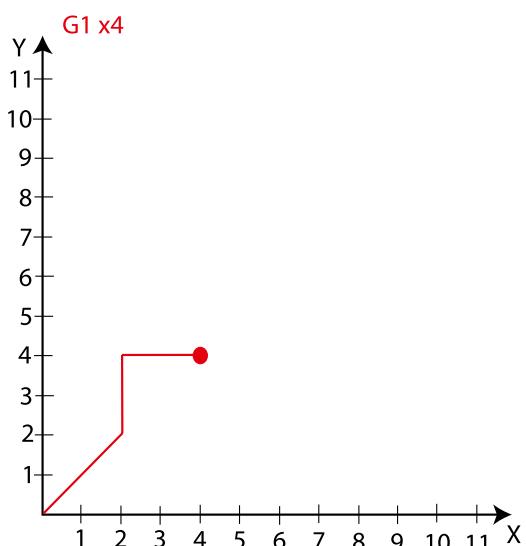
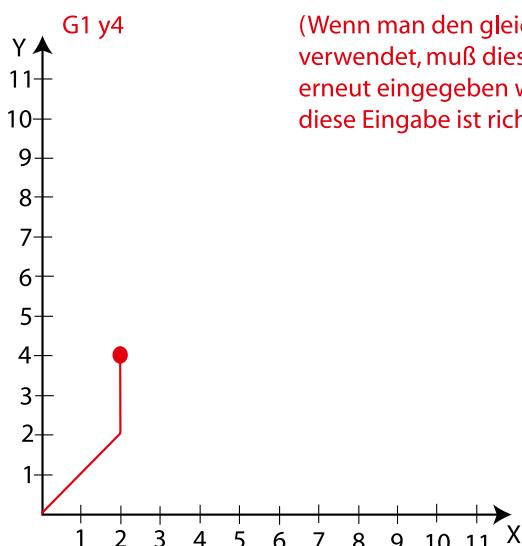
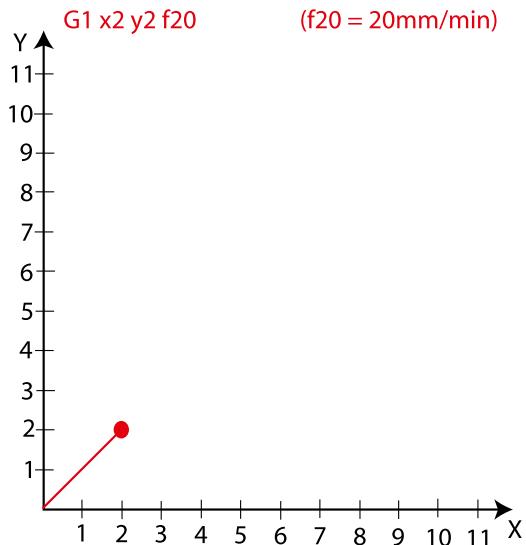
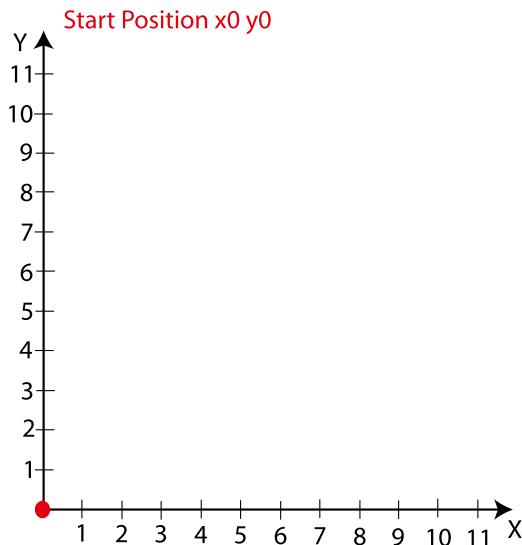
G0 / G00

Eilgang – Beim Eilgang handelt es sich um eine lineare Bewegung mit maximaler Schlittenverfahrgeschwindigkeit.

G1 / G01:

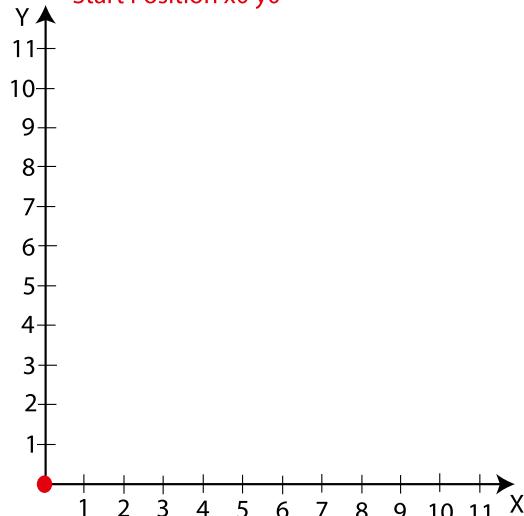
Lineare interpolierte Bewegung. Dieser Befehl benötigt auch die Eingabe der Vorschubgeschwindigkeit.

Beispiel 1:

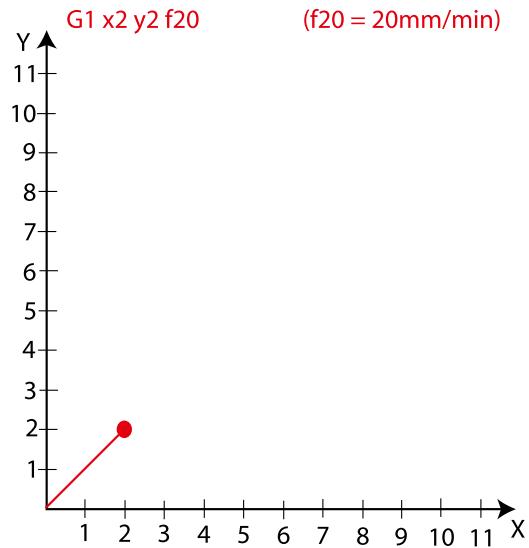


Beispiel 2:

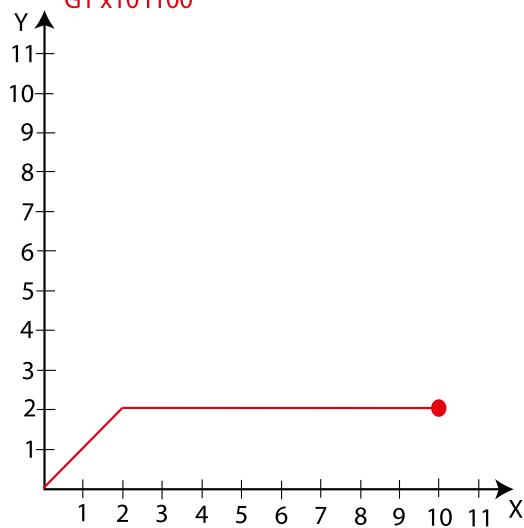
Start Position x0 y0



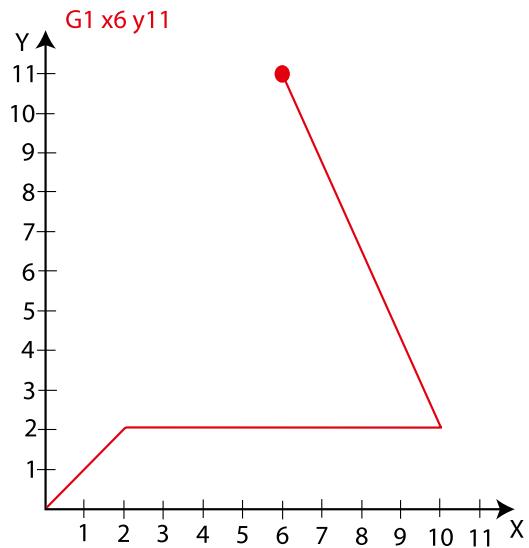
G1 x2 y2 f20



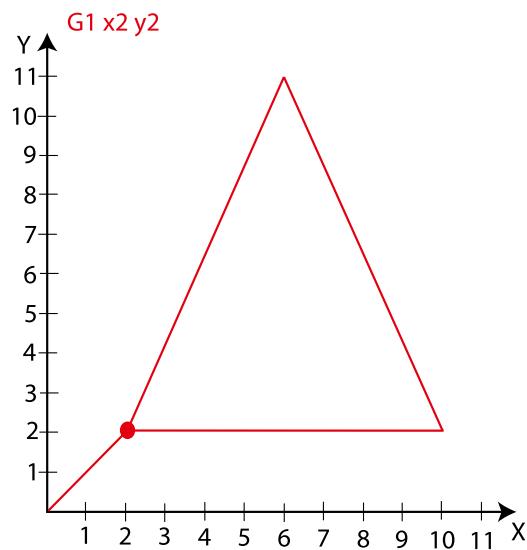
G1 x10 f100



G1 x6 y11



G1 x2 y2



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 (aktuellen 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.

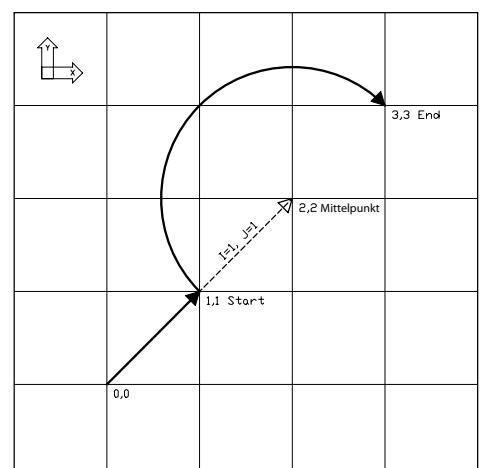


Abbildung 1

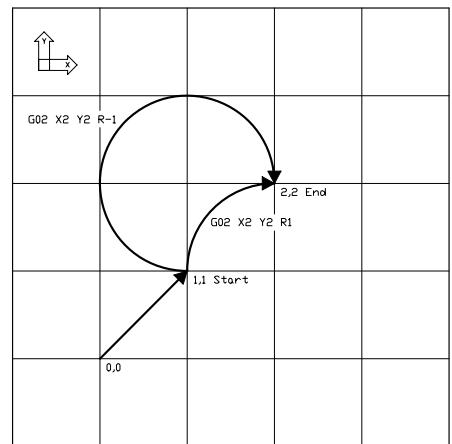


Abbildung 2

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.

Der Befehl G02 kann auch für eine spiralenförmige Verfahrbewegung verwendet werden. Hierzu wird die kreisförmige Bewegung mit einer linearen Bewegung kombiniert. Um die spiralenförmige Bewegung zu definieren, wird ein X, Y oder Z Wert, der den Endpunkt der linearen Bewegung fixiert, eingesetzt.

Im folgenden Beispiel wurde ein Z Parameter in die G02 Befehlszeile, die in der XY Ebene verlaufenden Kreisbogens eingefügt.

G1 x1 y1 z1 f3

G2 x3 y3 z2 i1 j1

Bewegt das Werkzeug zu den Koordinaten X=1, Y=1, Z=1, mit einem Vorschub von 3 mm/min. Das Werkzeug wird in einem Kreisbogen im Uhrzeigersinn zu den Koordinaten X=3, Y=3 bewegt. Der Mittelpunkt des Kreisbogens liegt bei X=2, Y=2. Während dieser Bewegung wird die Z - Achse simultan in einer linearen Bewegung auf Z=2 verfahren.

Folgende Punkte sind bei der Verwendung des G02 Befehles zu beachten:

Dieser Befehl bleibt so lange aktiviert bis er durch einen anderen Befehl (G00, G01, G03) abgewählt wird. Der neu aktivierte Befehl bleibt ebenfalls bis zur nächsten Abwahl aktiviert.

Die Interpretation der X, Y und Z Werte hängt davon ab ob man „absolute“ oder „relative“ Koordinaten verwendet - Betriebsmodus G90 / G91. Die Parameter I, J and K sind unabhängig vom gewählten Betriebsmodus (G90/G91).

Der gewählte Vorschub (F) bleibt so lange unverändert, bis eine neue Vorschubgeschwindigkeit gewählt wird.

Es können nur XY Kreisbögen beschrieben werden wenn G17 aktiviert ist. Bei G18 können nur Kreisbögen in XZ, und in YZ nur bei aktiviertem G19 beschrieben werden. Kreisbögen können nicht mit einer der Drehachsen (A, B, C) beschrieben werden!

Das Koordinatensystem wird zur Definition der Drehrichtung (im/gegen den Uhrzeigersinn) vom positiven Ende der nicht verwendeten Achse aus betrachtet (jene Achse die sich nicht in der eingestellten Ebene befindet). Zum Beispiel ist eine G02 kreisförmige Bewegung in der XY Ebene vom positiven Ende der Z Achse aus betrachtet eine Bewegung im Uhrzeigersinn. Untenstehend ist das Verhalten der Kreisinterpolation für die 3 möglichen Ebenen dargestellt (Abb. 3).

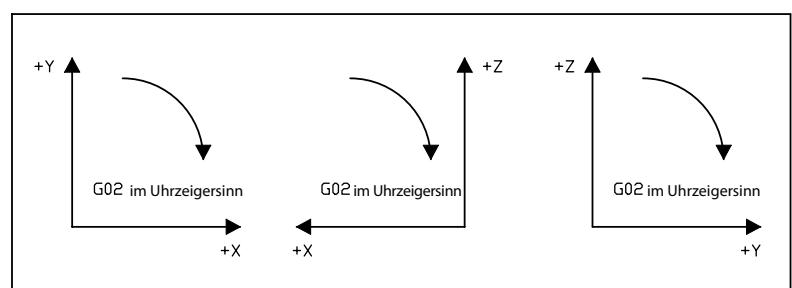


Abbildung 3

In manchen Fällen kommt es vor, dass eine Bewegung die im Uhrzeigersinn definiert ist, in der Visualisierung der Software gegen den Uhrzeigersinn dargestellt wird. Zum Beispiel bei Drehbankanwendungen wird durch die Position des Drehstahles (vor bzw. hinter der Drehachse) definiert ob das positive Ende der X Achse, im Darstellungsfenster der Software, nach oben oder unten zeigt. Dadurch ergibt sich bei Drehbänken mit vor der Drehachse liegendem Werkzeug, daß das positive Ende der X Achse nach unten zeigt. Durch diese Ausrichtung der X Achse wird ein G02 Kreisbogen, am Display, als eine Bewegung gegen den Uhrzeigersinn dargestellt (Abb. 4).

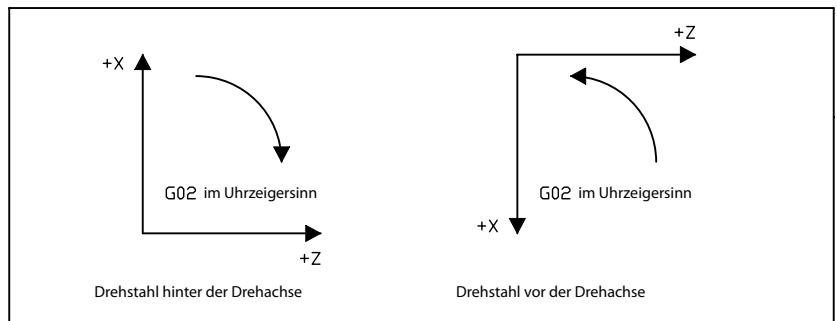


Abbildung 4

Der G03 Befehl entspricht bis auf die Drehrichtung dem G02. Bei Eingabe des G03 Befehles verfährt die Maschine in einem Kreisbogen gegen den Uhrzeigersinn (Abb. 5).

Beispiel:

G1 x1 y1 f3

G3 x3 y3 i1 j1

Bewegt das Werkzeug zu den Koordinaten X=1, Y=1; Vorschub 3 mm/min. Das Werkzeug wird gegen den Uhrzeigersinn in einem Kreisbogen auf die Position X=3, Y=3 verfahren. Der Mittelpunkt hat die Koordinaten X=2, Y=2. Der Vorschub beträgt 3 mm/min

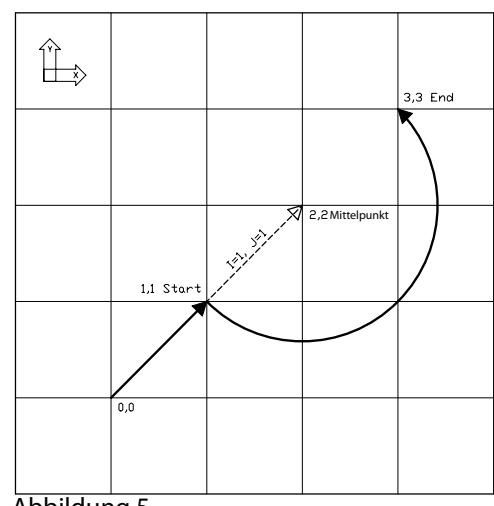
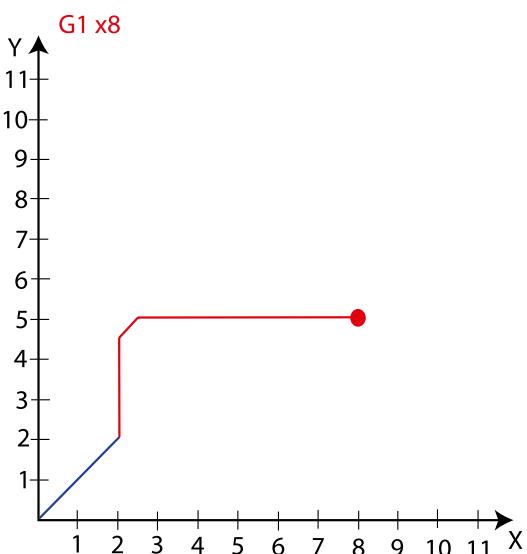
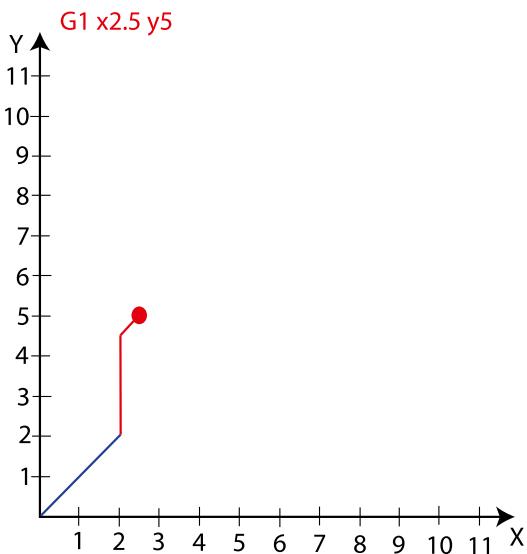
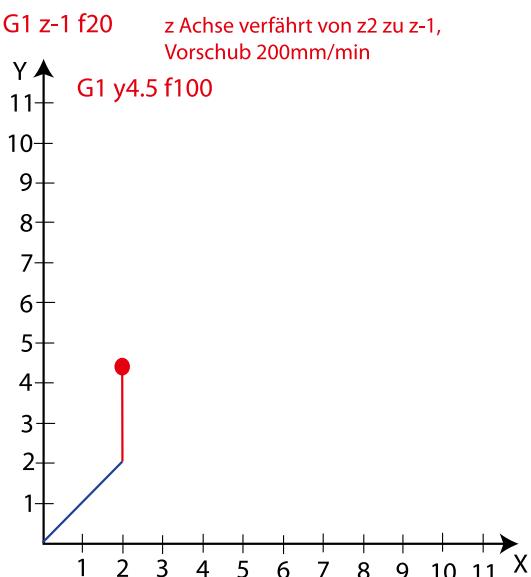
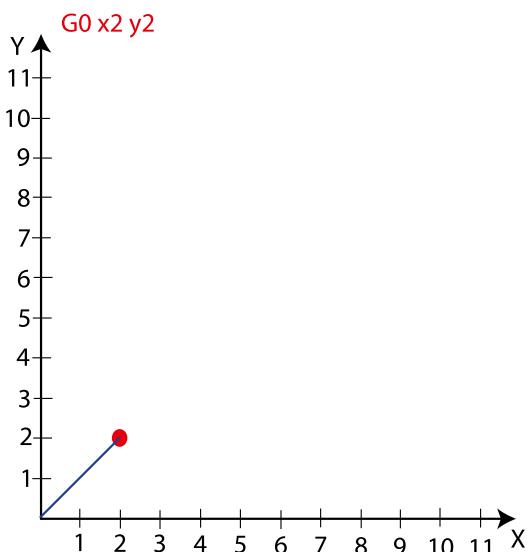
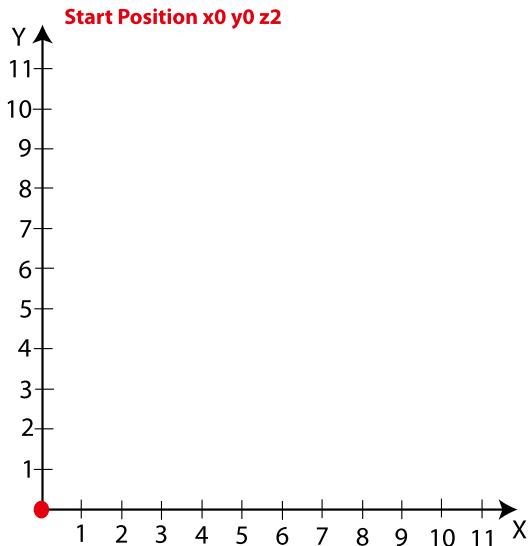
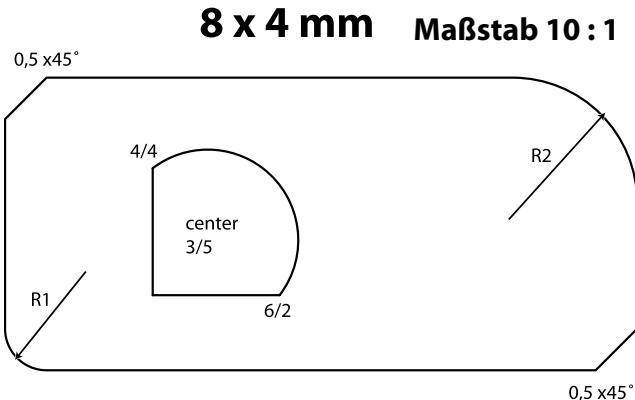
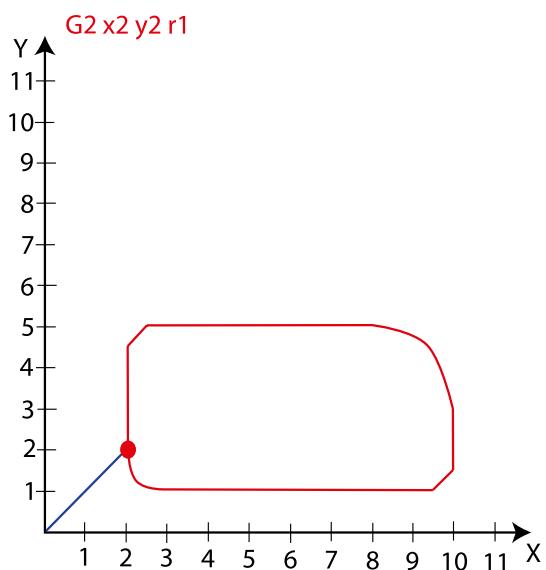
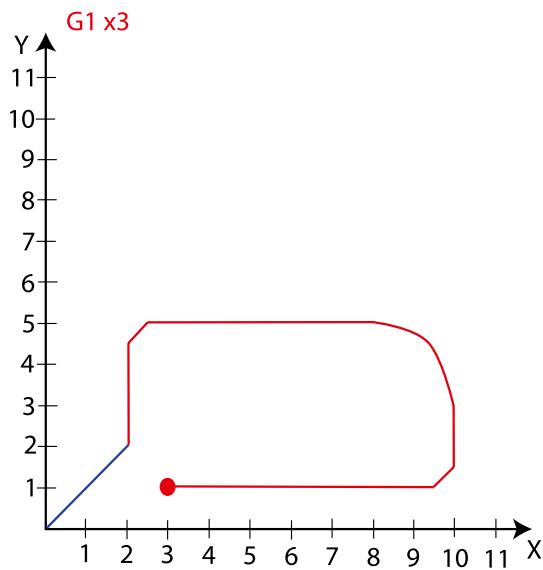
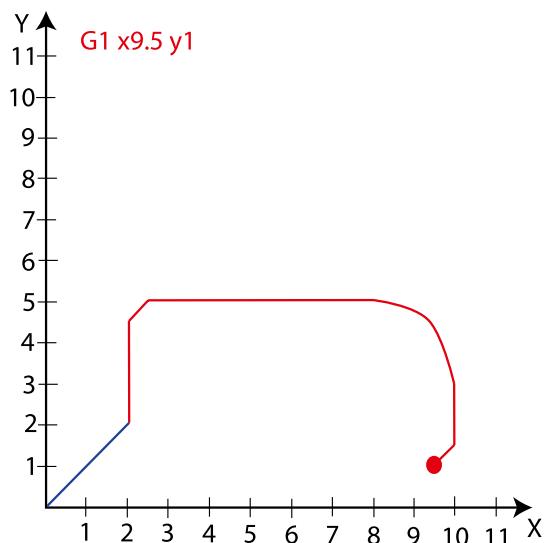
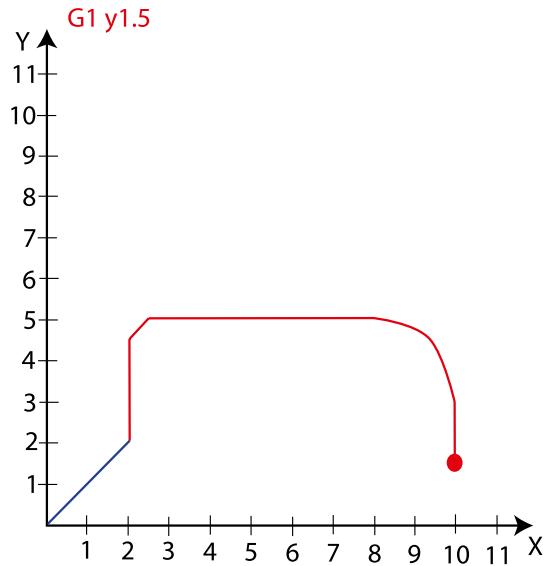
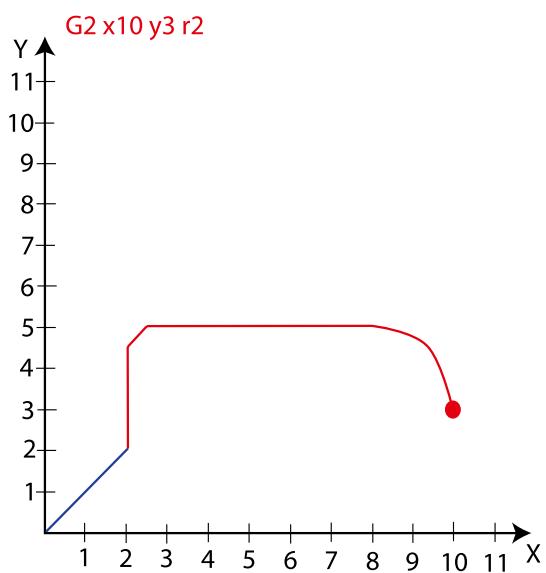
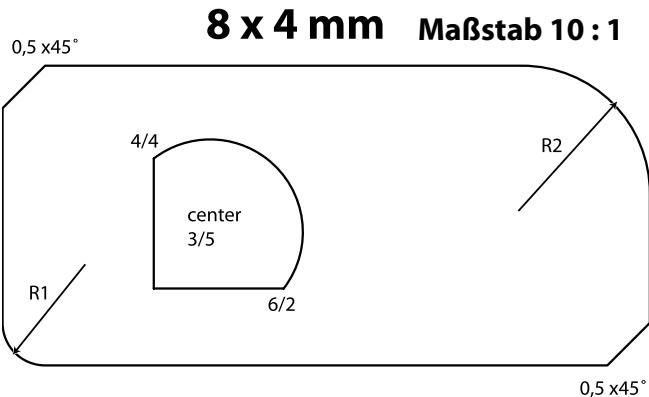


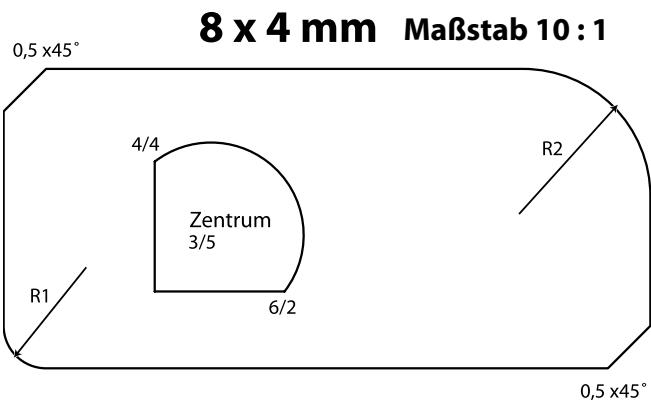
Abbildung 5

Unsere CoolCNC Software kann sowohl I, J und K als auch R Parameter verarbeiten.

Beispiel 3:



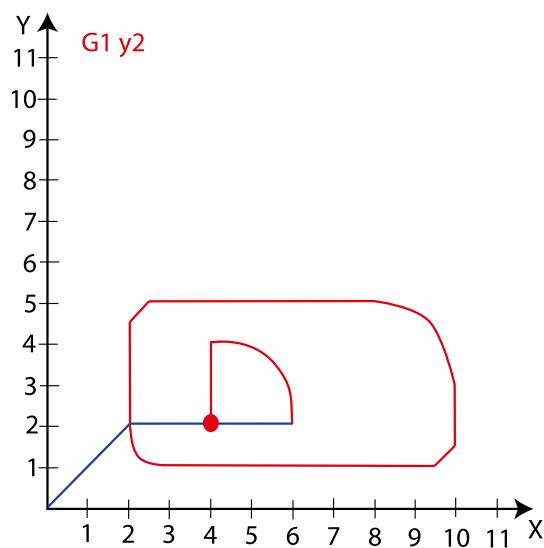
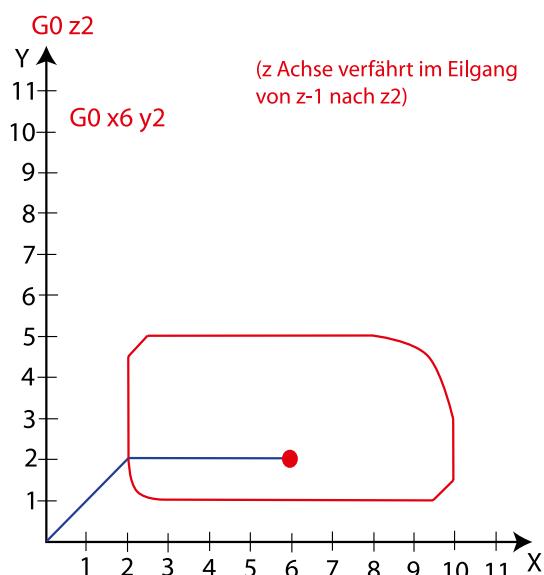
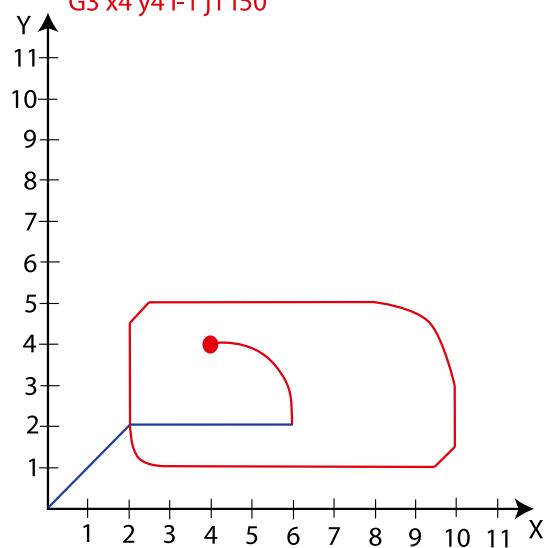




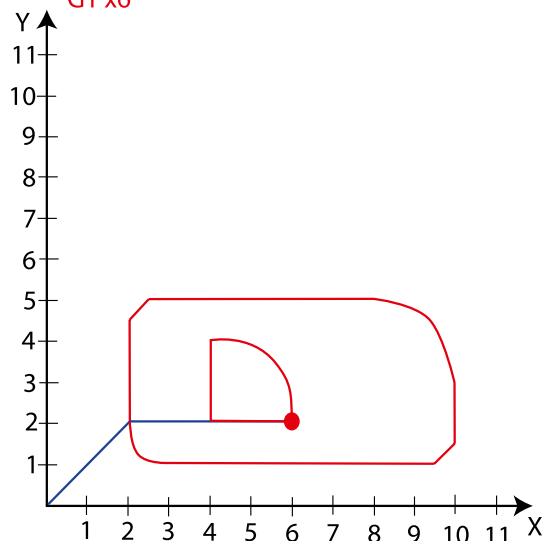
G1 z-1 f20

(z Achse verfährt von z2 nach z-1,
Vorschub 20mm/min)

G3 x4 y4 i-1 j1 f50

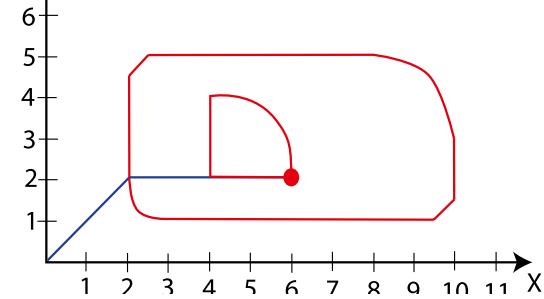


G1 x6



G0 z2

(z Achse verfährt von z-1 nach z2 im Eilgang)



Allgemeines und Installation

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.

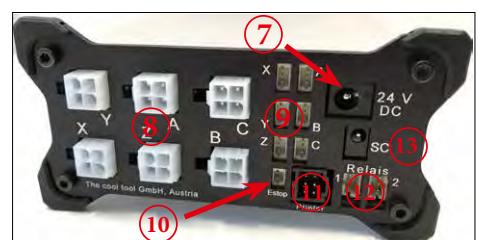
4) Schalten Sie „Machine“ nur ein [ON] nachdem Sie die Steuersoftware machinekit® (Cetus/machineface) gestartet haben. Um Projekte am Bildschirm zu simulieren, schalten Sie „Machine“ aus [OFF].



- 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)

Den TCTControl an einen freien USB-Port anschließen
(das mitgelieferte USB-Kabel verwenden).

Es kann ca. 1 Minute dauern, bis der TCTControl unter Windows angezeigt wird (erstmalige Verbindung).

(Windows 7 oder höher)



Win8 und Win10 Nutzer:

a) Deaktivieren Sie die Abfrage nach der Treiber-Signatur.

Entsprechende Anleitungen finden Sie im Internet.

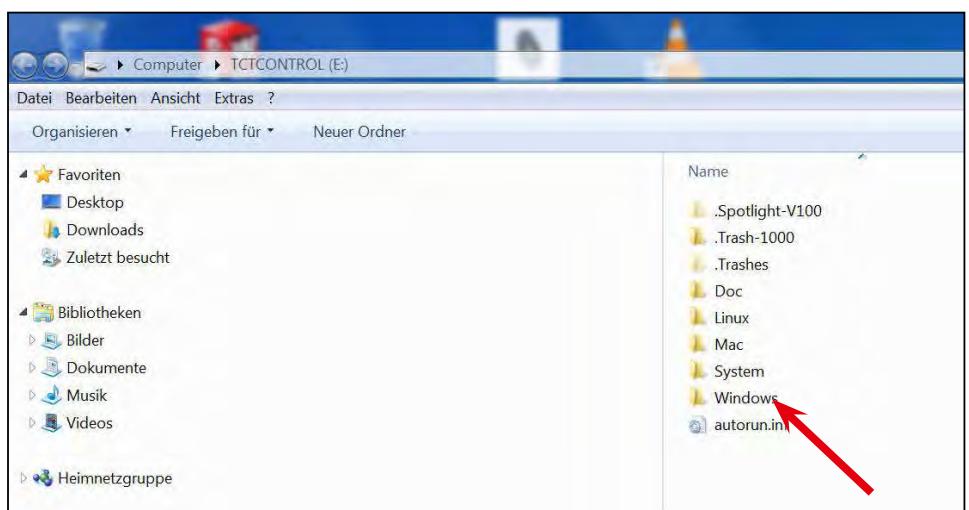
oder

b) Folgen Sie den Anweisungen in dem Video <https://youtu.be/y-rFVQplUWs>

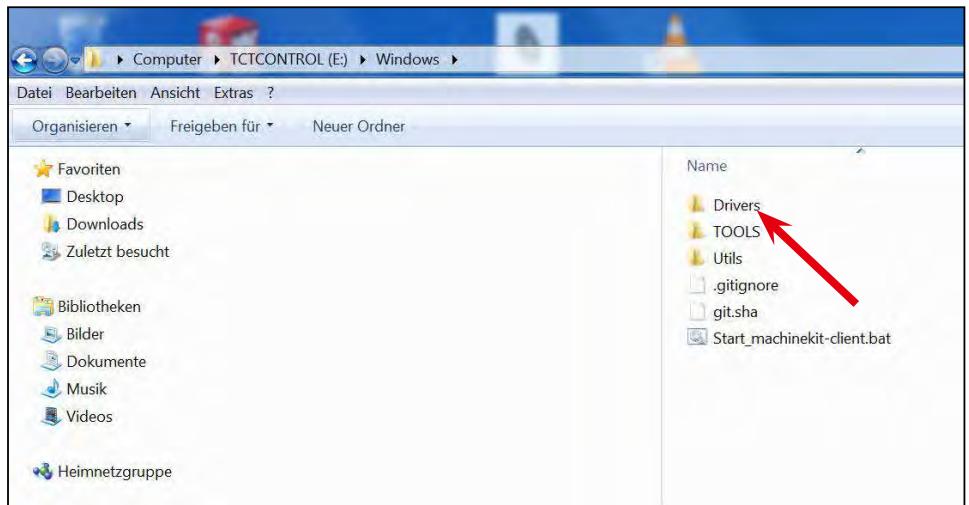
(In diesem Fall setzen Sie bei „CNC Anwendung starten 4.2.2“ fort.)

Allgemeines und Installation

unter TCTControl den "Windows" Ordner öffnen

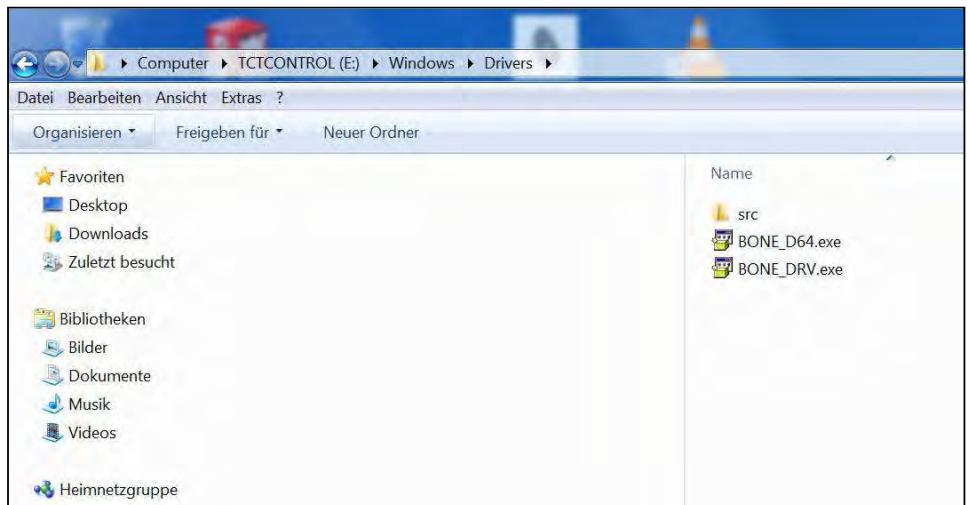


Ordner „Drivers“ öffnen



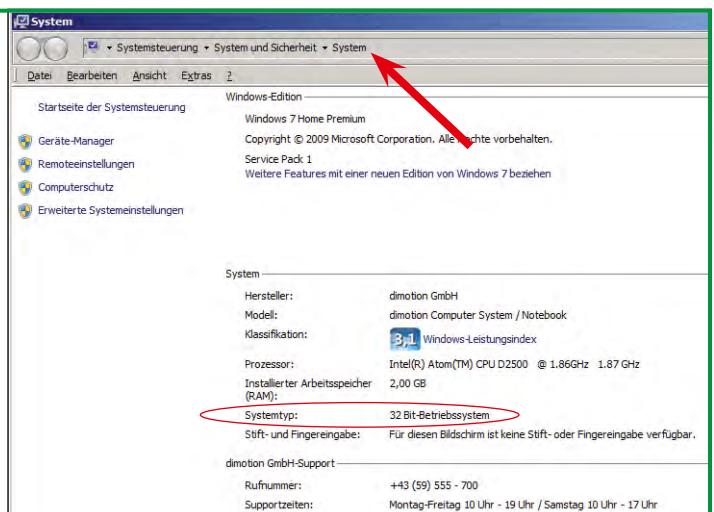
„BONE_DRV“
ausführen bei 32bit Betriebssystem

„BONE_D64“
ausführen bei 64bit Betriebssystem

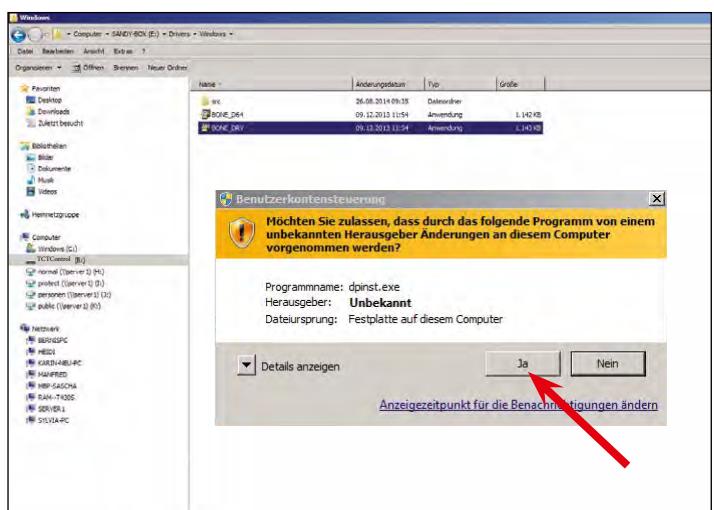


OPTIONAL

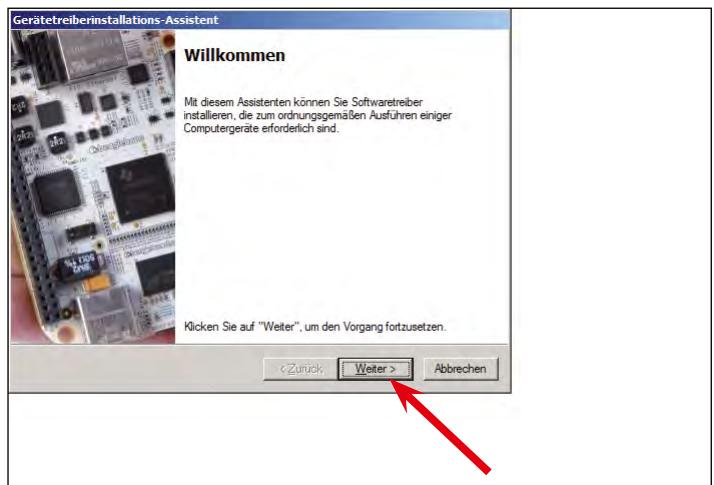
Unter „Systeminformation“ befindet sich der Betriebssystemtyp 32/64 bit



mit JA bestätigen



FORTFAHREN

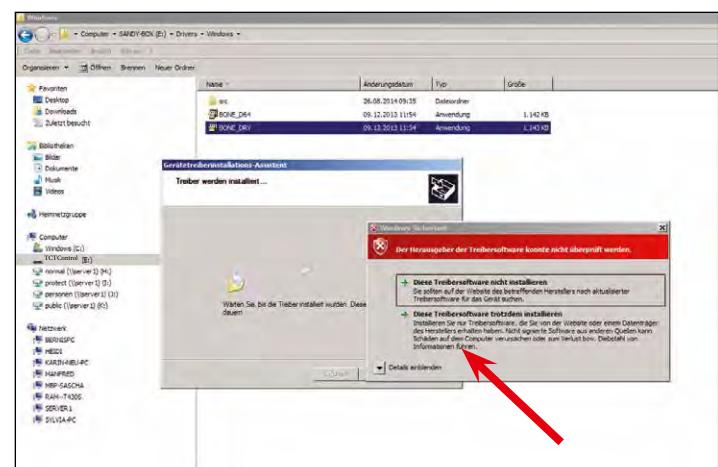


Allgemeines und Installation

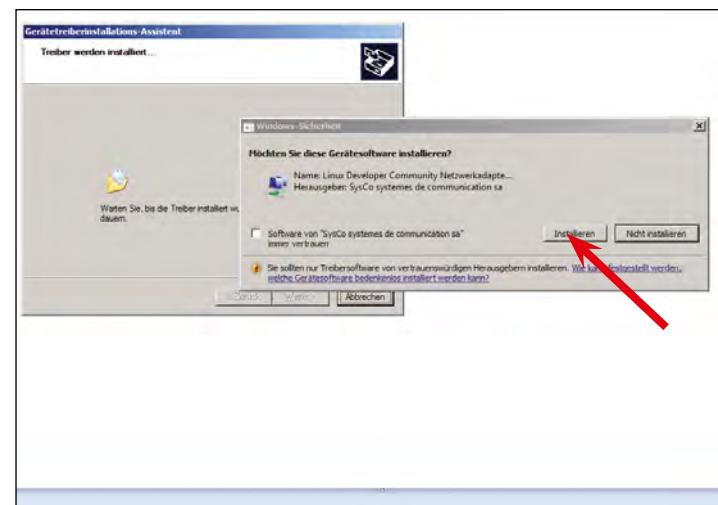
JA - diesen Treiber installieren!

(Diese Abfrage erfolgt mehrmals während der Installation.)

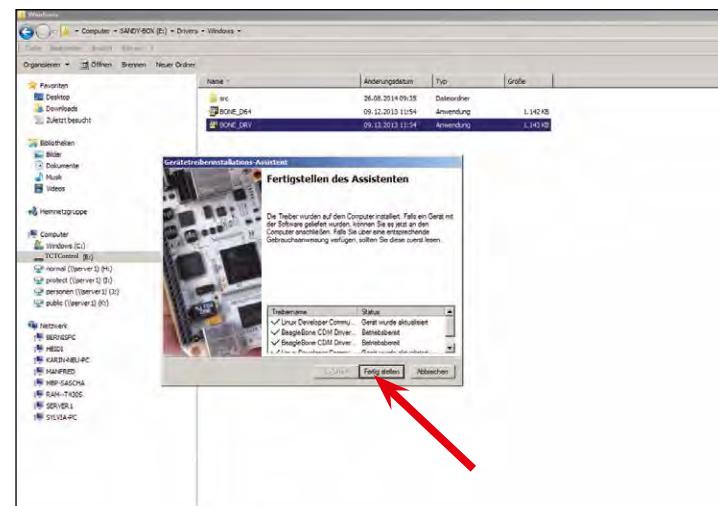
Firewall- und Virenscanner Hinweise betreffend des TCTControl ebenfalls bestätigen.



INSTALLIEREN



FERTIG STELLEN



CNC Anwendung starten

Variant A:

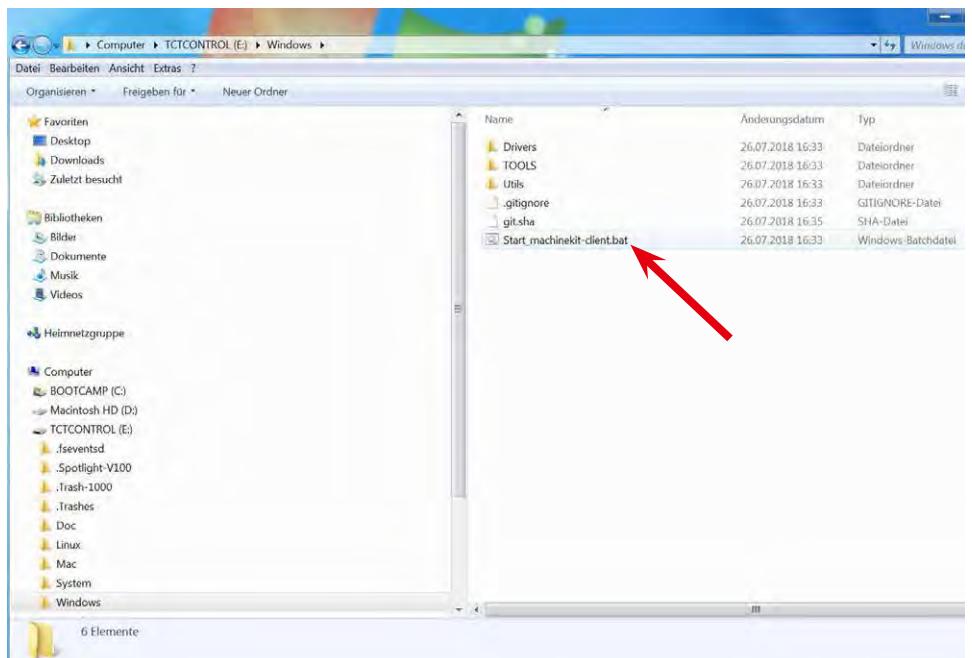
Ausführen des machinekit-client am TCTControl.

Im Ordner:

TCTControl\Windows\

“Start_machinekit-client.bat”

ausführen



Variant B:

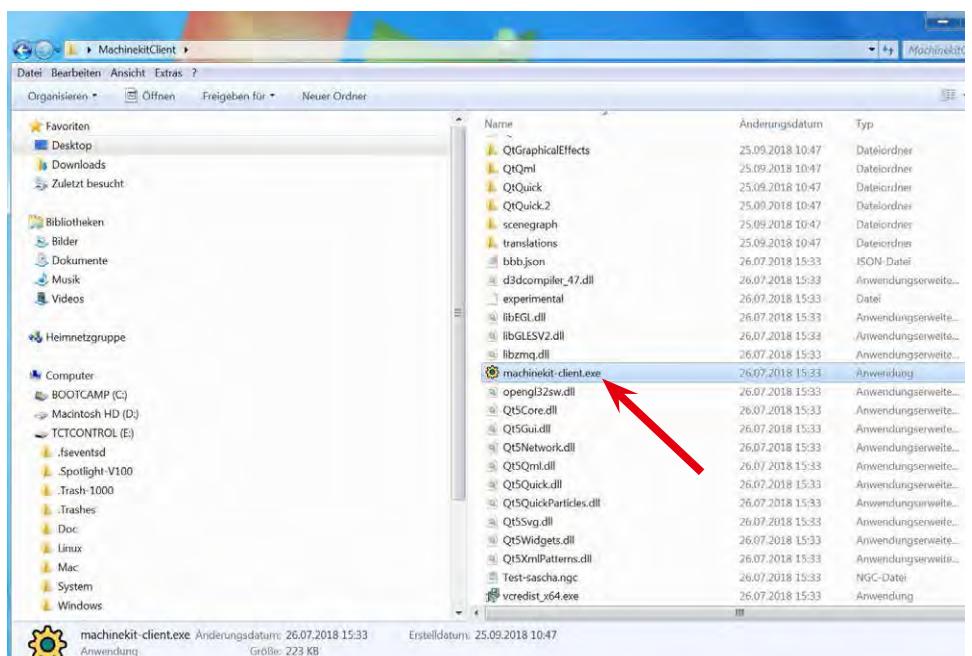
Ausführen des machinekit-client am Windows PC.

Folgenden Ordner öffnen:

TCTControl\Windows\Utils\

Den Ordner “MachinekitClient“ auf den PC kopieren
(z.B. auf den Schreibtisch),

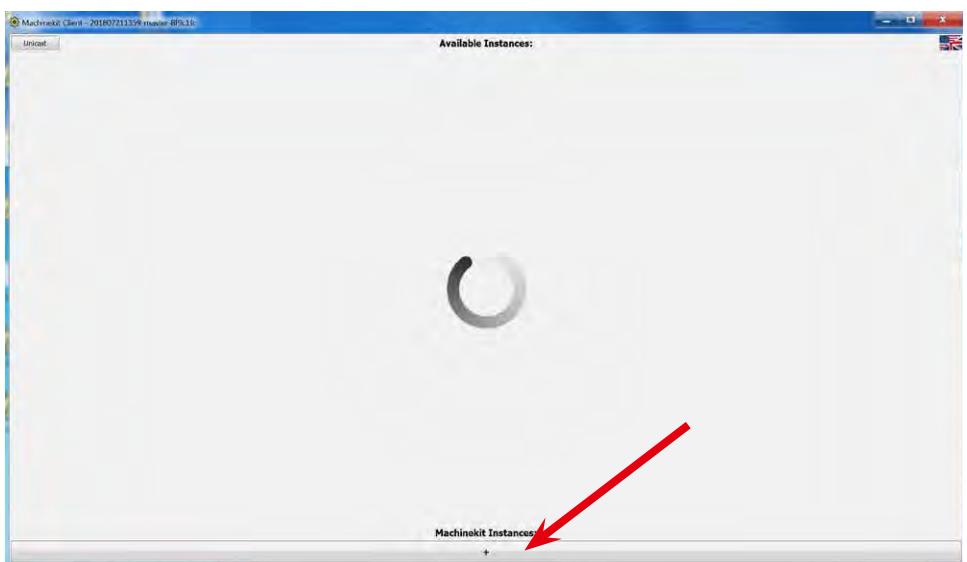
Die sich im Ordner befindende
“machinekit-client.exe”
ausführen.



Machinekit-client startet



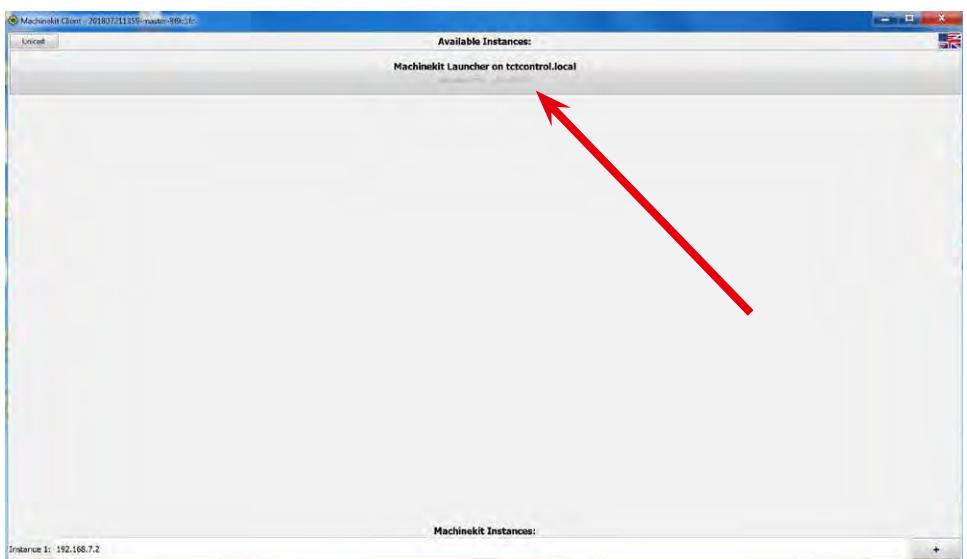
Bei Variante B, muss die IP des TCTControl eingegeben werden (nur beim ersten Softwarestart). Klick “+”



Die Standard-IP des TCTControl ist: **192.168.7.2**



Nach ein paar Sekunden wird der TCTControl angezeigt.



CNC Anwendung starten

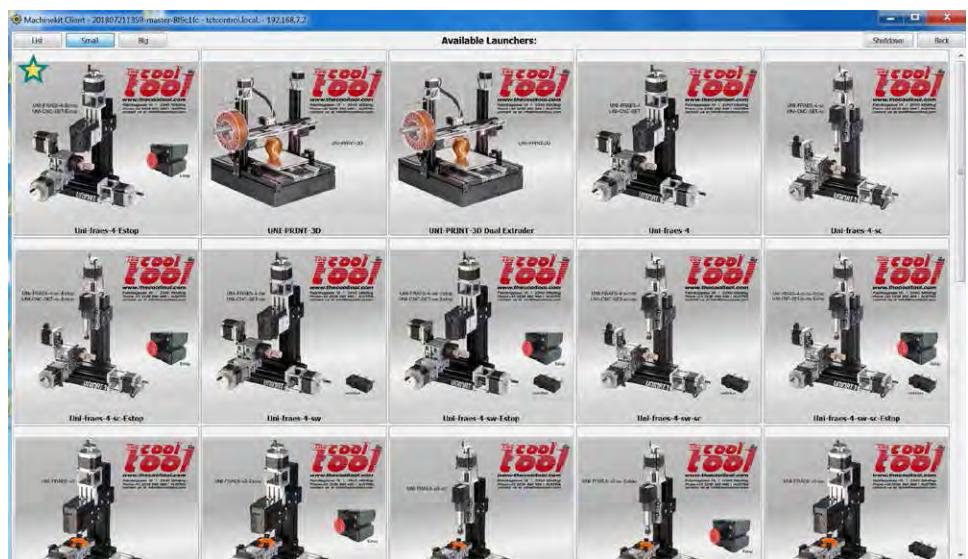
Um die Sprache zu ändern, die Flaggen im rechten oberen Eck anklicken.



Zur Maschinenauswahl:
“Machinekit Launcher”
anklicken



Alle zur Verfügung stehenden
Maschinenkonfigurationen werden
angezeigt.

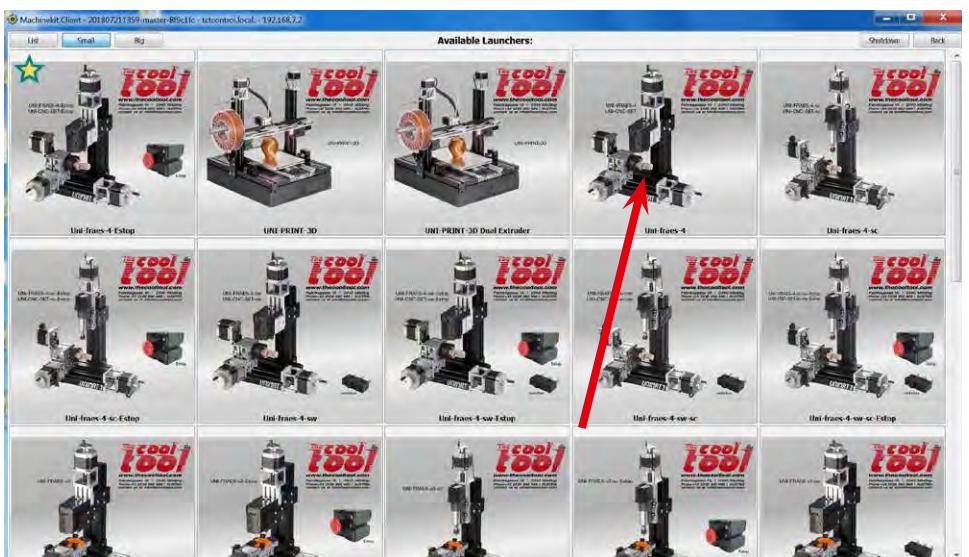


CNC Anwendung starten

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



Durch Anklicken der Abbildung wird die entsprechende Maschinenkonfiguration gestartet.

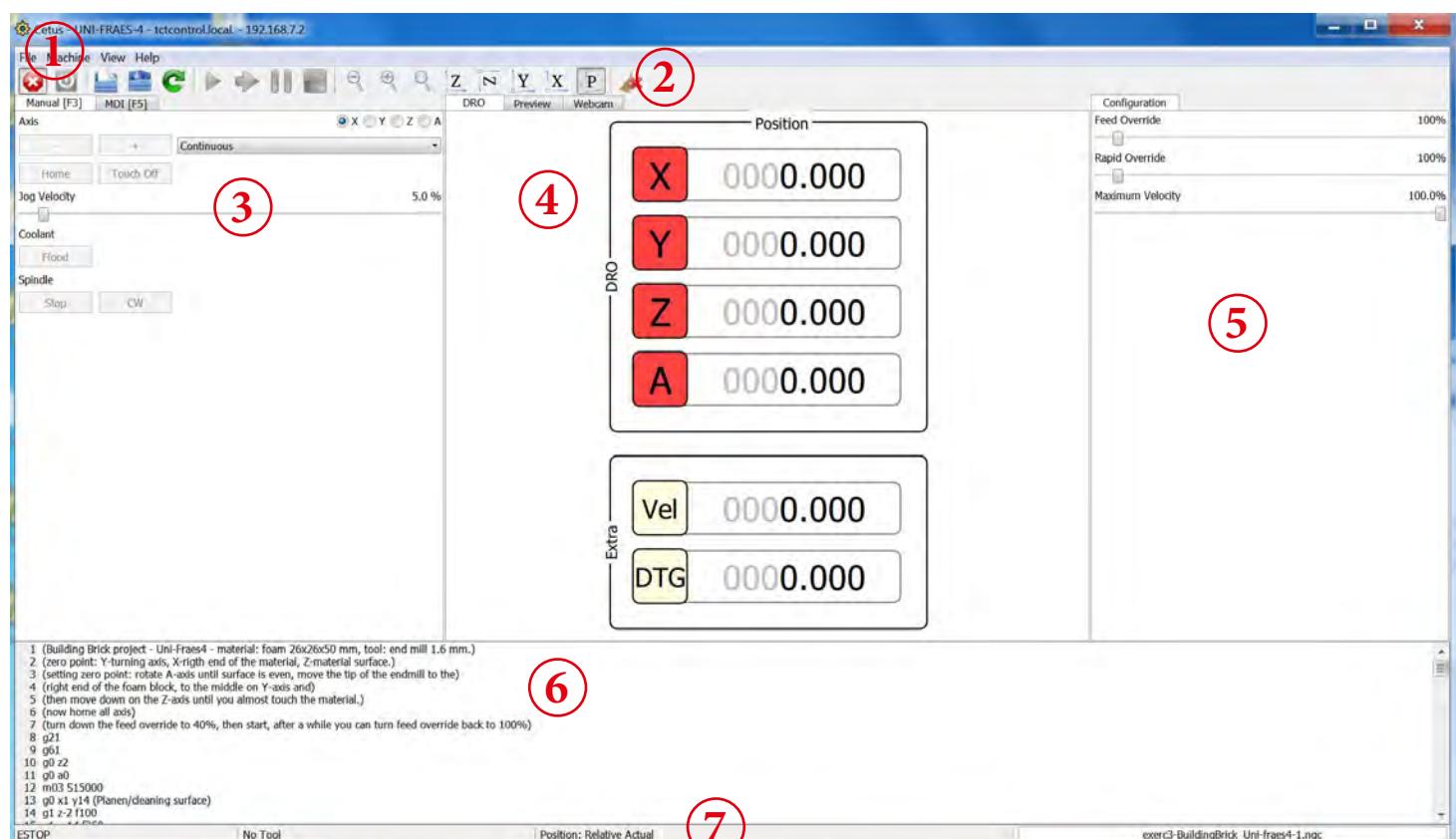


Der Startvorgang nimmt einige Sekunden in Anspruch.



Cetus - machinekit-client Oberfläche

[Fräsen • Drehen • Schneiden]



1 Menüleiste

- Datei -> Datei öffnen ... --- Eine Datei vom PC oder Netzwerk öffnen (wird auf den TCTControl kopiert)
- Datei -> Datei von Maschine öffnen ... ---- Eine Datei zu öffnen die bereits am TCTControl gespeichert ist
- Datei -> Datei mit Systemeditor bearbeiten ... --- Den geöffneten G-Code editieren.
- Datei -> Datei erneut öffnen --- zB. neu laden nachdem die Datei editiert wurde.
- Datei -> Werkzeugtabelle bearbeiten ... --- Werkzeuge hinzufügen bzw. zu löschen.
- Datei-> Von Sitzung trennen --- Die Verbindung zur laufenden Konfiguration wird getrennt - zurück zum Launcher (die Konfiguration wird nicht beendet).
- Datei-> Sitzung beenden --- Konfiguration wird beendet, Launcher wird angezeigt.
- Datei-> Benutzeroberfläche schließen --- Machinekit-Client wird geschlossen, Konfiguration läuft weiter.

B) Maschine --- Details siehe Punkt 2 „Symbolleiste“

C) Ansicht --- Eingabebildschirm konfigurieren

2 Symbolleiste

	Notaus ON/OFF		Maschinen Power ON/OFF		Datei öffnen vom PC
	Datei öffnen vom TCTControl		Datei neu laden		Datei ausführen
	nächste Zeile ausführen		Pause - Arbeitsprozess		Stop - Arbeitsprozess
	Zoom Funktionen - Vorschau		Ansicht Vorschau ändern		Live Plot zurücksetzen
Zoom Funktionen - Vorschau			Ansicht Vorschau ändern		

Cetus - machinekit-client Oberfläche

[Fräsen • Drehen • Schneiden]

3 Steuerungsbereich

Kann nur genutzt werden wenn Notaus AUS und Maschinen Power EIN geschalten ist.

A) Manuell

Die zur Verfügung stehenden Funktionen sind von der gestarteten Maschinenkonfiguration abhängig.



1 Maschinenachse wählen

2 Bewegungsrichtung der gewählten Achse

3 Art der Bewegung (0,001 Schritte bis zu kontinuierlicher Bewegung)

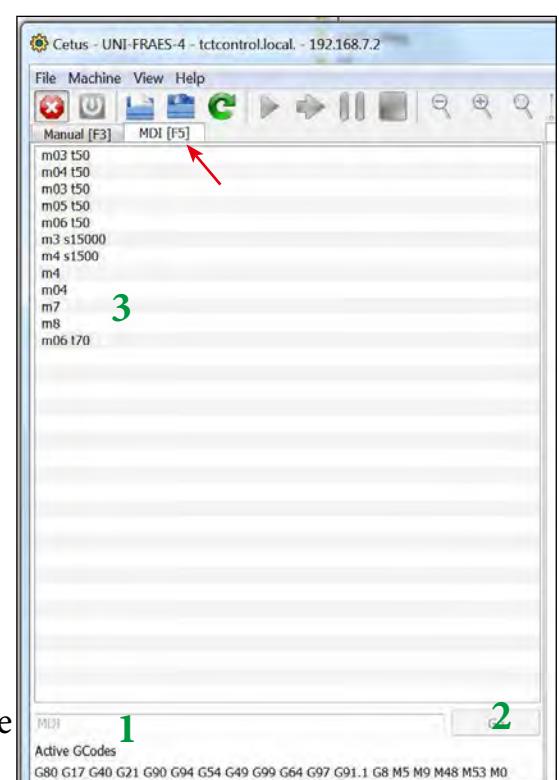
4 Achse referenzieren (zB. Nullpunkt setzen,)

5 Geschwindigkeit der Bewegung (Vorschub)

6 Relais (Kühlung, Absaugung, ...)

7 Hauptspindel (EIN/AUS, U/min, Drehrichtung)

Zur Verfügung stehende Funktionen hängen vom jeweiligen Motor ab.



B) MDI (Eingabe einzelner Befehlszeilen)

Kann nur genutzt werden, wenn alle Achsen referenziert sind.

1 Befehlszeile eingeben (zB. G0 X10 y10)

2 Befehlszeile ausführen - hier anklicken

3 Befehlshistorie

Durch Anklicken einer Befehlszeile in der History wird diese erneut (1) eingefügt.

[Fräsen • Drehen • Schneiden]

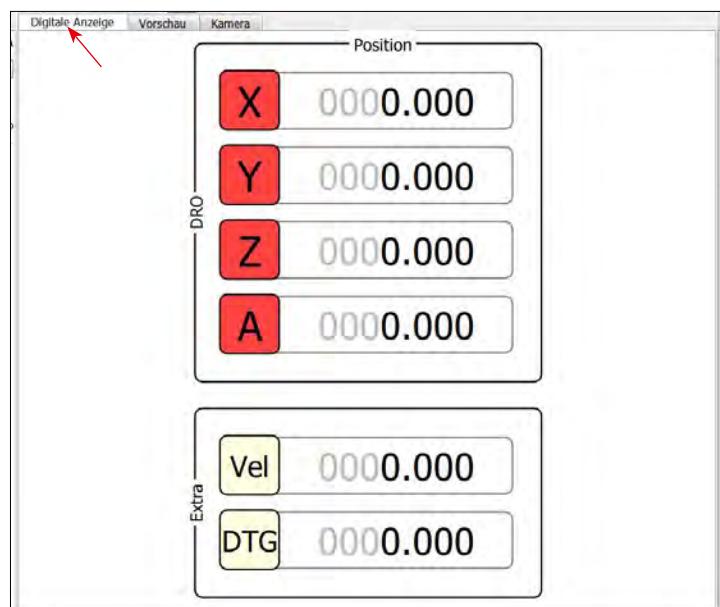
4 Anzeigebereich

DRO (Digitale Anzeige)

X, Y, (von der genutzten Maschine abhängig) zeigt die aktuelle Position der Achse an. Ein ROTER Hintergrund markiert eine nicht referenzierte Achse - ist die Achse referenziert, wird der Hintergrund GRÜN dargestellt.

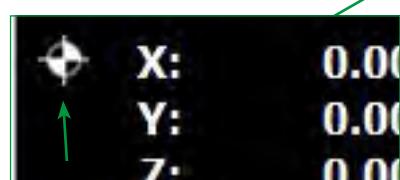
Vel Aktuelle Vorschubgeschwindigkeit der Werkzeuge.

DTG Entfernung zum nächsten Endpunkt

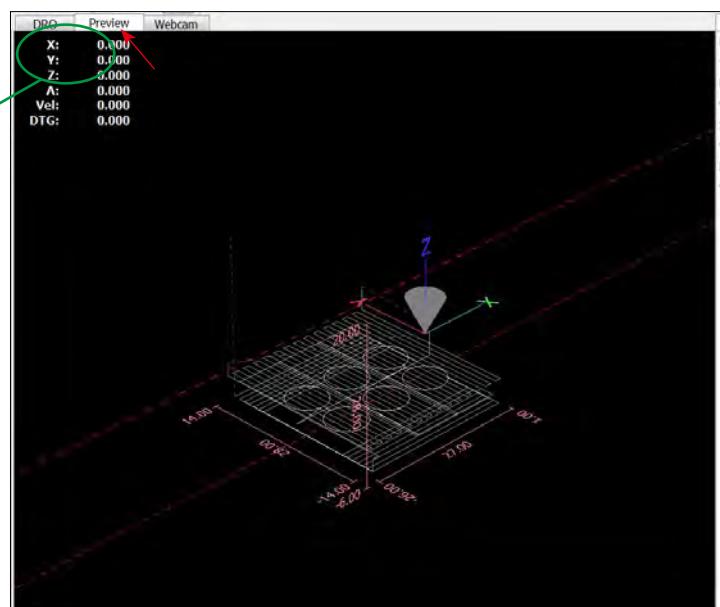


Vorschau

Es werden alle Werkzeugbahnen des geöffneten G-Codes angezeigt.



Markiert referenzierte Achsen.



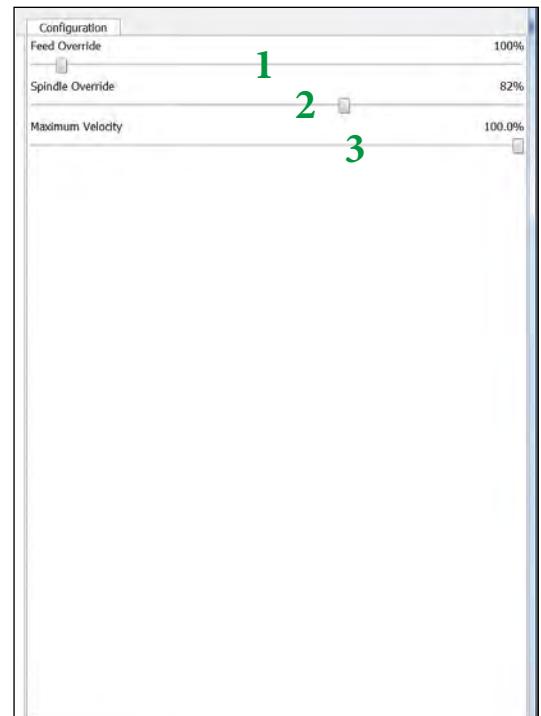
Cetus - machinekit-client Oberfläche

[Fräsen • Drehen • Schneiden]

4.2.2.1

5 Konfigurationsbereich

- 1 Vorschubgeschwindigkeit (überschreibt die programmierte Vorschubgeschwindigkeit [F] im geöffneten G-Code)
- 2 Spindelgeschwindigkeit (überschreibt die programmierte Spindeldrehzahl [S] im geöffneten G-Code)
- 3 Maximalgeschwindigkeit (überschreibt die in der Maschinenkonfiguration festgelegte maximale Positioniergeschwindigkeit)



6 geladener G-Code und 7 Informationsleiste



- 1 Inhalt der geöffneten G-Code Datei
- 2 Status der Maschine ON/OFF
- 3 Aktuell aufgerufenes Werkzeug
- 4 Positionierungsart
- 5 Dateiname des geöffneten G-Codes.
Weiters Fortschrittsanzeige bei gestarter Bearbeitung.

Cetus - Beispieldatei starten [Fräsen • Drehen • Schneiden]

4.2.2.2

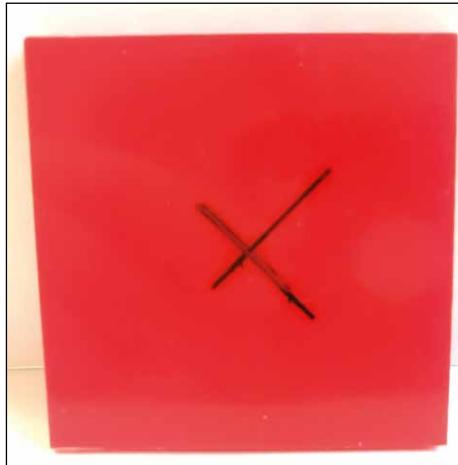
Maschine: UNI-FRAES-V3

Datei: Sample_M1.ngc

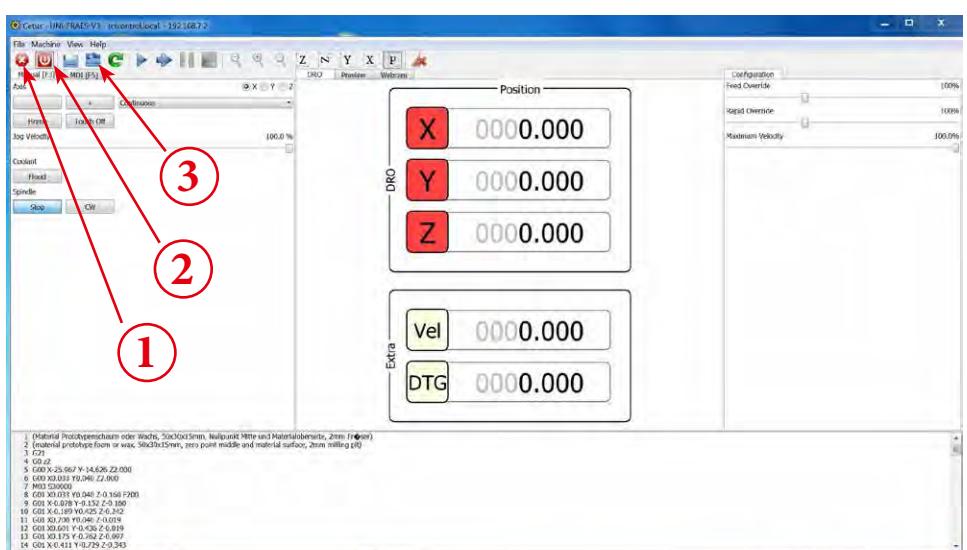
Rohmaterial: Spezial-Acryl, 50x50x3 mm [art.no.: 166PLEXS]

Werkzeug: 1.6 mm Schaftfräser

-) Werkstückmitte markieren (am Rohmaterial)
-) Rohmaterial mit Spannklaue fixieren. Um die Maschine zu schützen, eine zweite Platte (Sperrholz oder Acryl, Stärke min. 3 mm) unter dem Rohmaterial platzieren.



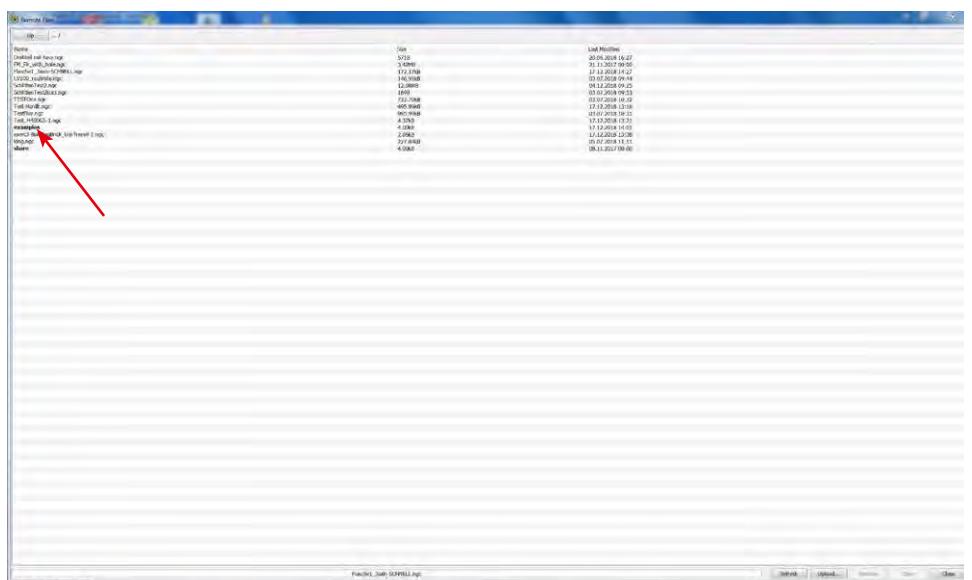
-) UNI-FRAES-V3 starten (machinekit-client)
1) Notaus deaktivieren
2) Maschinen Power - ON
3) Datei öffnen vom TCTControl



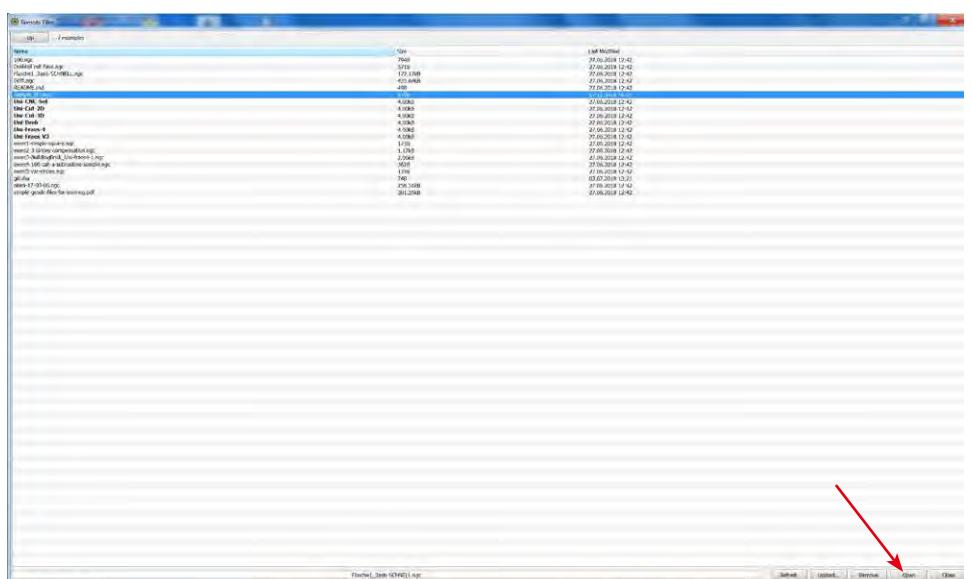
Cetus - Beispieldatei starten [Fräsen • Drehen • Schneiden]

4.2.2.2

Ordner EXAMPLES öffnen
(Doppelklick)



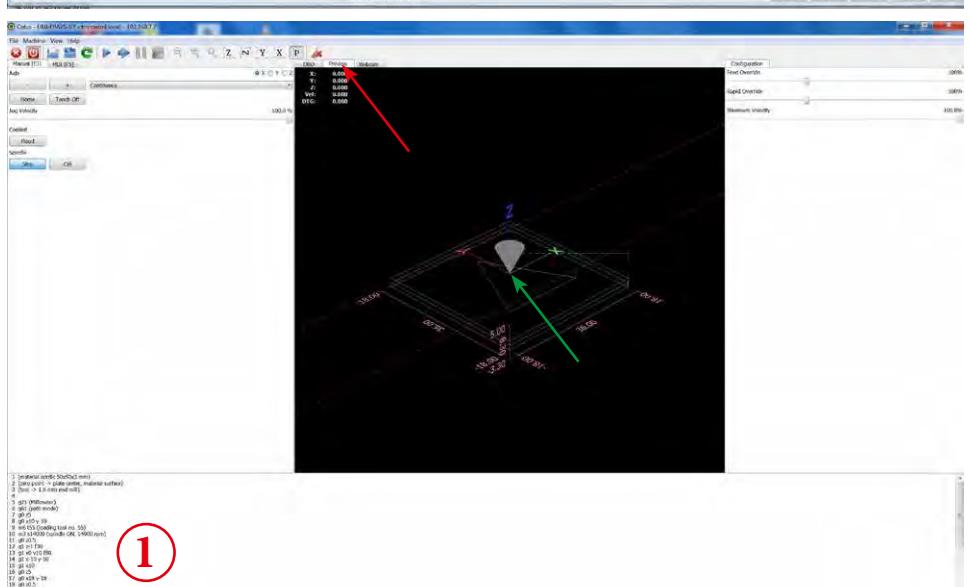
- 1) G-Code Datei markieren
[Sample_M1.ngc]
- 2) Klick - ÖFFNEN



wechseln zu PREVIEW

Koordinatensystem
Ursprung = Werkstücknullpunkt

1 ... aktuell geladener G-Code
Kommentare zwischen ()
werden von der Software
ignoriert.
Sie dienen dem Anwender nur
als zusätzliche Information.



Cetus - Beispieldatei starten [Fräsen • Drehen • Schneiden]

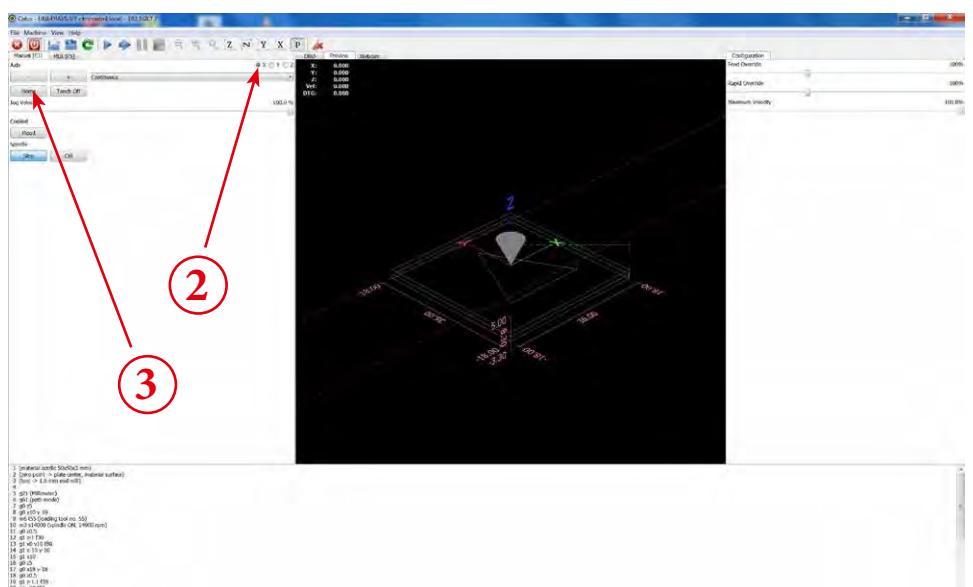
4.2.2.2

-) Bearbeitung simulieren

- 1 ... MACHINE - OFF!
- 2 ... X-Achse markieren
- 3 ... HEIMEN - anklicken

Den Vorgang für die Achsen Y u. Z wiederholen.

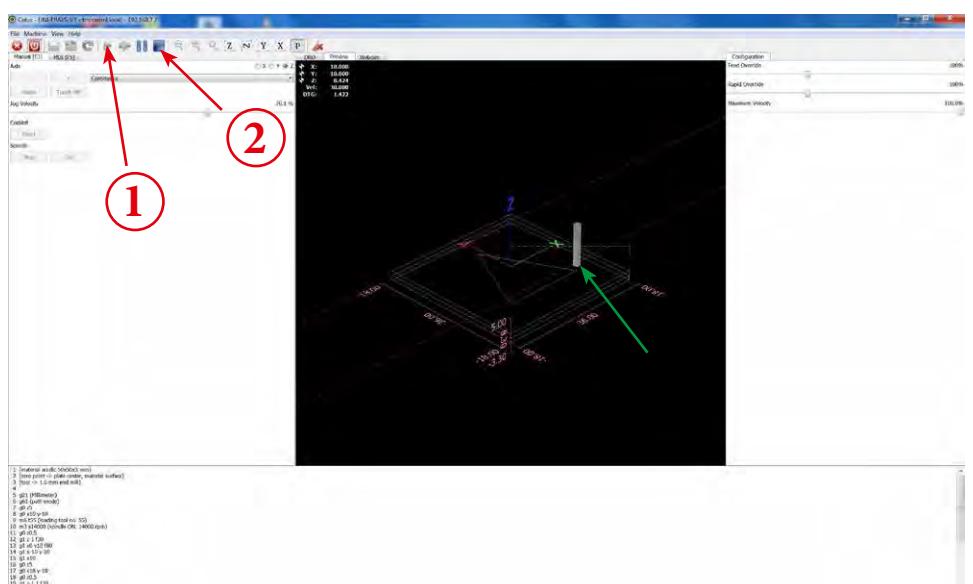
Nun sind alle 3 Achsen referenziert.



- 1) „PLAY“ anklicken

Die Simulation startet.

- 2) Um die Simulation zu stoppen auf „STOP“ klicken.



Cetus - Beispieldatei starten [Fräsen • Drehen • Schneiden]

4.2.2.2

-) Werkstück fräsen
(Arbeiten an der Maschine)

1 ... Fräser in der X/Y Achse über dem markierten Nullpunkt (Rohmaterial) positionieren.
2 ... Ein dünnes Blatt Papier zwischen Fräser und Rohmaterial positionieren. Während die Z-Achse abgesenkt wird, das Papier hin und her bewegen - bis es leicht klemmt.
3 ... Nun steht der Fräser in allen 3 Achsen (x/Y/Z) auf der Null-Position (Werkstücknullpunkt).



Die Achsen können per Hand (mittels Handrad) verfahren werden - davor „MACHINE“ am TCTControl auf OFF stellen.

- 4 ... MACHINE auf ON stellen



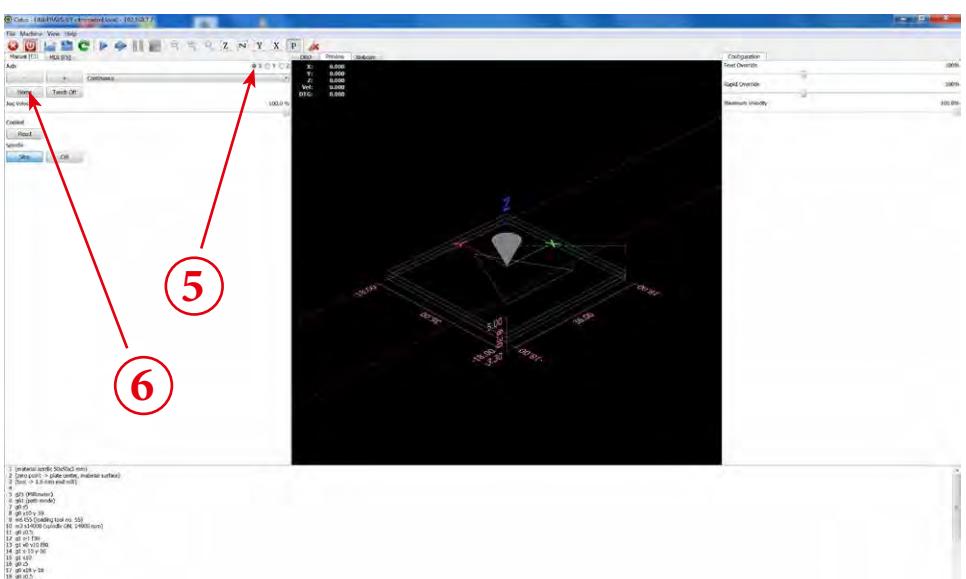
- 5 ... X-Achse markieren
- 6 ... HEIMEN klicken

Den Vorgang für die Achsen Y u. Z wiederholen.

Nun sind alle 3 Achsen referenziert.



Referenzierte Achsen erneut referenzieren!



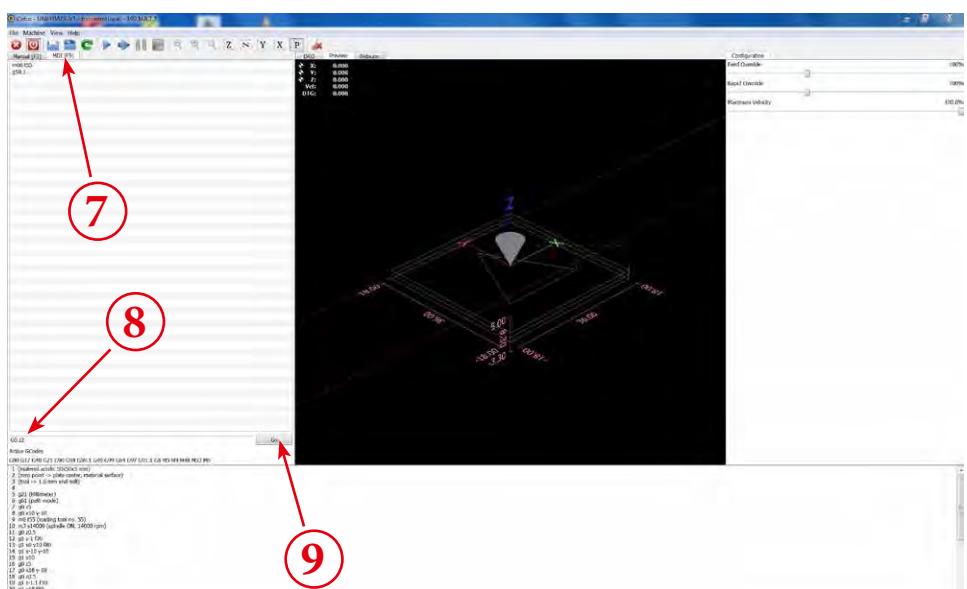
Cetus - Beispieldatei starten

[Fräsen • Drehen • Schneiden]

7 ... zu MDI wechseln

8 ... G0 z2 - eingeben

9 ... klick GO



10 ... Fräsmotor einschalten

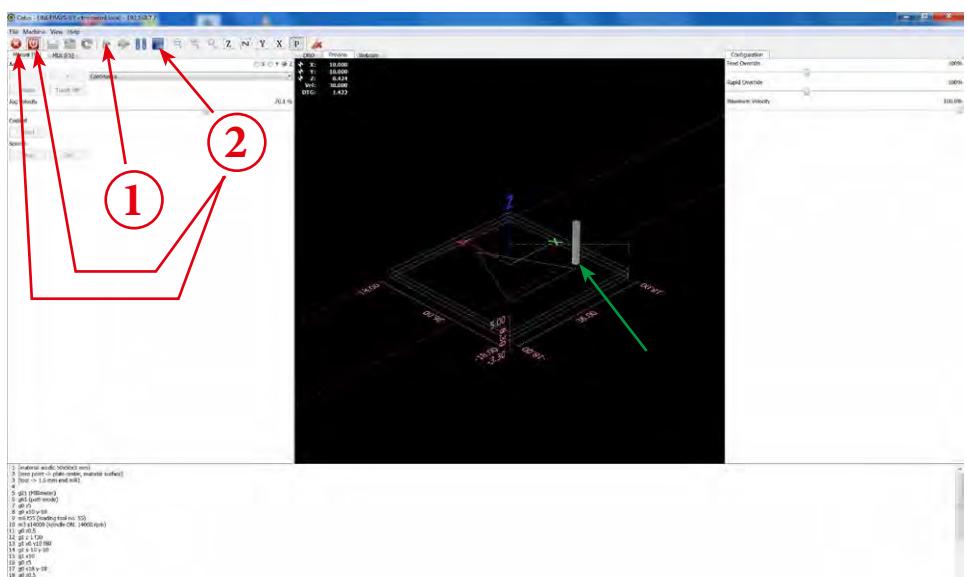


1) klick „PLAY“

Die Maschine beginnt mit der Bearbeitung.

2) um den Arbeitsprozess (die Maschine) zu stoppen auf eines der folgenden Ikonen klicken.

- a) Notaus
- b) Maschinen Power
- c) Stop



Wenn der Bearbeitungsprozess abgeschlossen ist, den Fräsmotor abschalten!



Übung 1

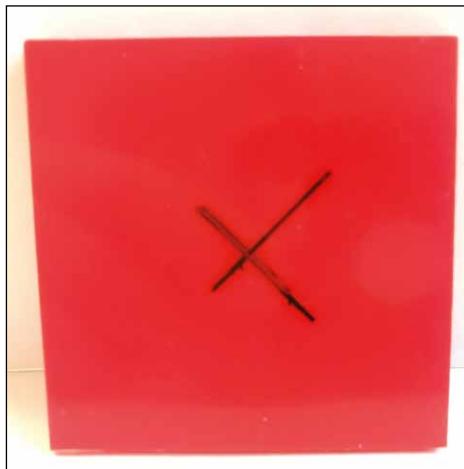
Maschine: UNI-FRAES-V3

Datei: .../examples/exerc1-simple-square.ngc

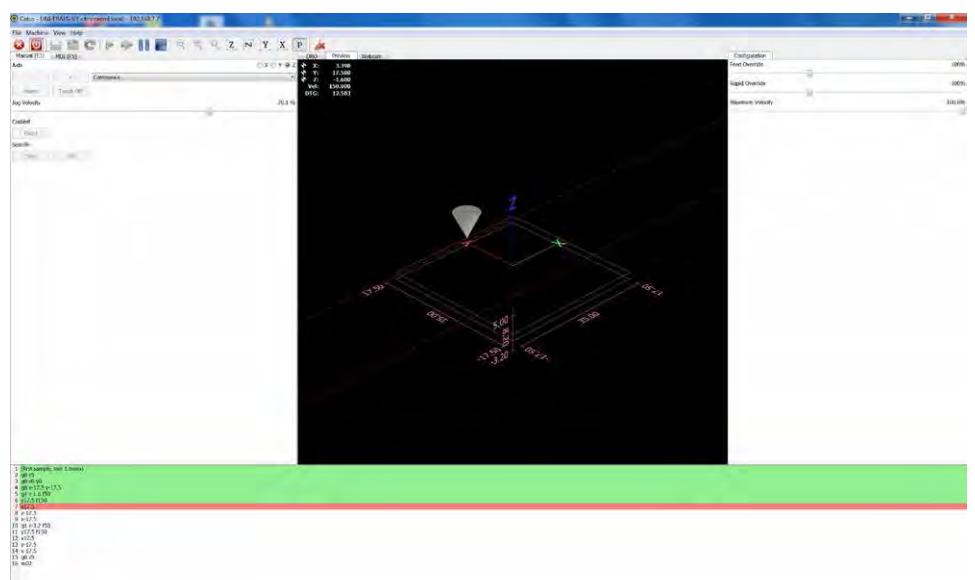
Rohmaterial: Spezial-Acryl, 50x50x3 mm [art.no.: 166PLEXS]

Werkzeug: 1.6 mm Schaftfräser

-) Werkstückmitte markieren (am Rohmaterial)
 -) Rohmaterial mit Spannklaue fixieren. Um die Maschine zu schützen, eine zweite Platte (Sperrholz oder Acryl, Stärke min. 3 mm) unter dem Rohmaterial platzieren.



Diese Übung ähnelt der
Sample_M1.ngc



Cetus - G-Code Übungen

[Fräsen]

Übung 2

Maschine: UNI-FRAES-V3

Datei: .../examples/exerc2-3circls-g41_g42.ngc

Rohmaterial: Spezial-Acryl, 50x50x3 mm [art.no.: 166PLEXS]

Werkzeug: 1.6 mm Schaftfräser

-) Werkstückmitte markieren (am Rohmaterial)
-) Rohmaterial mit Spannklaue fixieren. Um die Maschine zu schützen, eine zweite Platte (Sperrholz oder Acryl, Stärke min. 3 mm) unter dem Rohmaterial platzieren.

Der programmierte Kreisdurchmesser beträgt 6 mm.



Kreis 1 (rechter Kreis):

Wird ohne Fräserradiuskorrektur gefräst. Der Ø des ausgefrästen Teils beträgt $6 - 1.6 = 4.4$ mm

Der Ø des Loches im Rohmaterial beträgt $6 + 1.6 = 7.6$ mm

Kreis 2 (Kreis in der Mitte):

Mit Fräserradiuskorrektur [g42].

Der Ø des aus gefrästen Teils beträgt $6 - 1.6 - 1.6 = 2.8$ mm

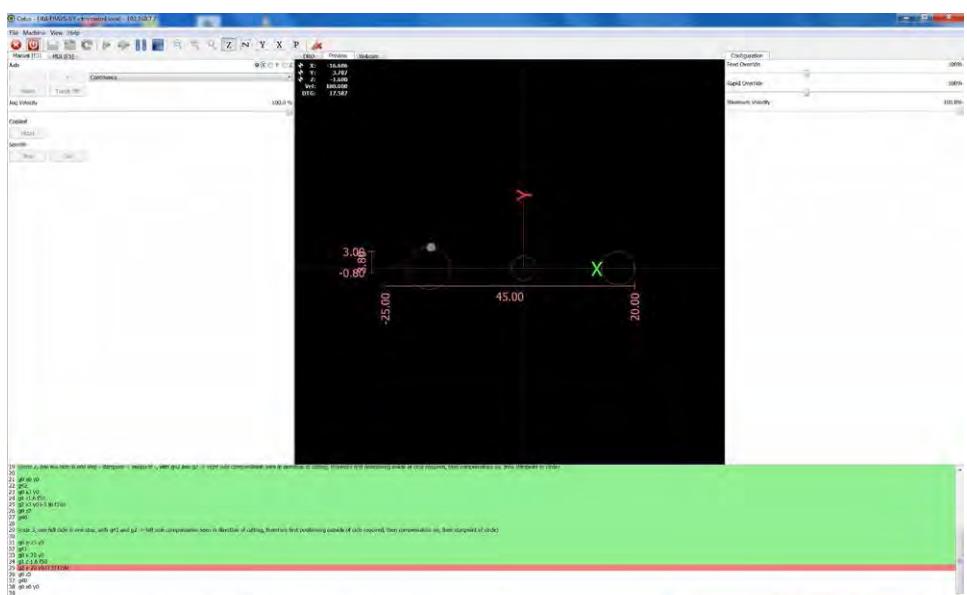
Der Ø des Loches im Rohmaterial beträgt 6 mm

Kreis 3 (linker Kreis):

Mit Fräserradiuskorrektur. [g41]

Der Ø des aus gefrästen Teils beträgt 6 mm.

Der Ø des Loches im Rohmaterial beträgt $6 + 1.6 + 1.6 = 9.2$ mm



Experiment

Fräser wechseln (anderen Ø) an der Maschine - zB. einen 1.2 mm Schaftfräser.

Die Werkzeugnummer kann der Werkzeugtabelle entnommen werden. (t50 = 1.2 mm Schaftfräser)

Editieren der G-Code Datei „Datei => Datei mit Systemeditor bearbeiten“, Werkzeugnummer von T55 auf T50 ändern.

Speichern unter => exerc2-3circls-g41_g42-A.ngc ==> zB. am Schreibtisch ==> erstellte Datei in CETUS öffnen

Neues Rohmaterial einspannen und die Kreise erneut fräsen. (Achtung: Nullpunkt aktualisieren/neu setzen).

Der Ø des Loches (Kreis 2) und des aus gefrästen Teils (Kreis 3) wird genauso 6 mm betragen.

Die Kreise mussten nicht neu programmiert werden, ein einzige kleine Änderung im G-Code war ausreichend!

Übung 3

Maschine: UNI-FRAES-4

Datei: .../examples/exerc3-BuildingBrick_Uni-fraes4-1.ngc

Rohmaterial: Spezial-Frässchaum, 50x25x25 mm[art.no.: 166FOAM S]

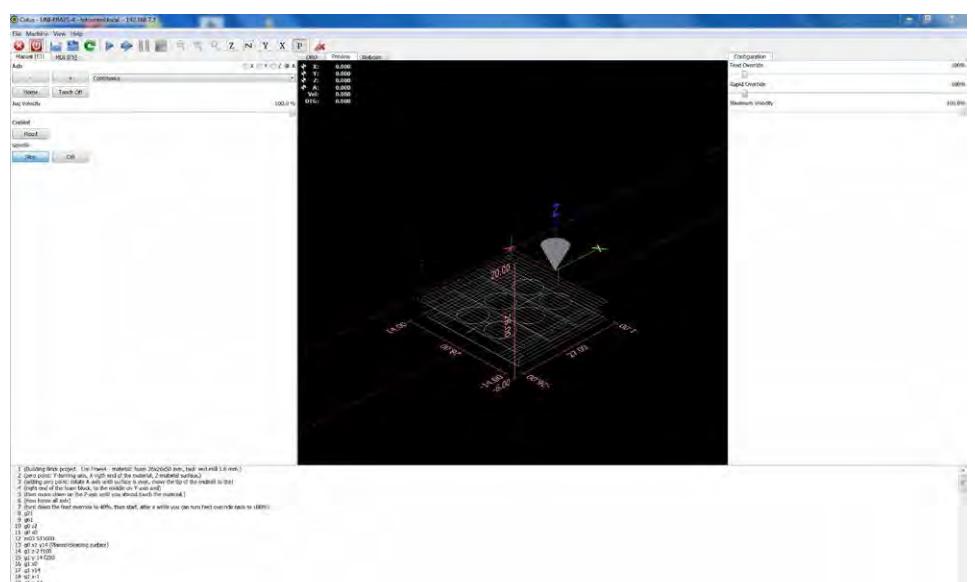
Werkzeug: 1.6 mm Schaftfräser

- Nullpunkt am Rohmaterial markieren
- Das Rohmaterial mit dem 4-Backenfutter spannen



Nachdem die Bearbeitung erfolgreich beendet wurde, die Maschine für eine weitere Bearbeitung vorbereiten:

- Zu „MDI“ wechseln
- G0 a180 eingeben => „GO“
- Zu „MANUEL“ wechseln
- A-Achse erneut referenzieren (HEIMEN)!
- Nun kann der Arbeitsvorgang erneut gestartet werden.



Cetus - G-Code Übungen

[Fräsen]

Übung 4

Maschine: UNI-FRAES-V3

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

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

Werkzeug: 1.6 mm Schaftfräser

Vorbereitung

-) files.bat ausführen

TCTControl/Windows/

TOOLS/

-) Passwortabfrage

Passwort: machinekit

Auf der linken Seite der „WinSCP“

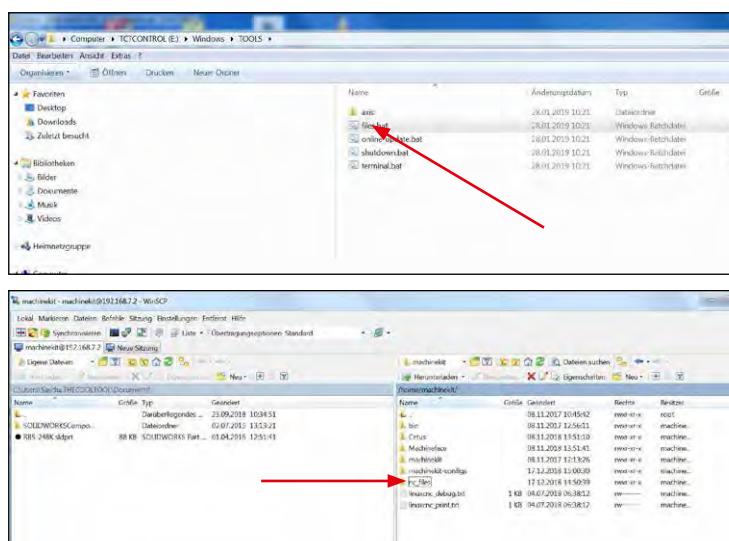
Oberfläche wird das Dateisystem des PCs angezeigt. Auf der rechten Seite das des TCTControls.

-) Ordner nc_files/examples öffnen

-) Folgende Dateien in den Ordner nc_files kopieren:

100.ngc

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



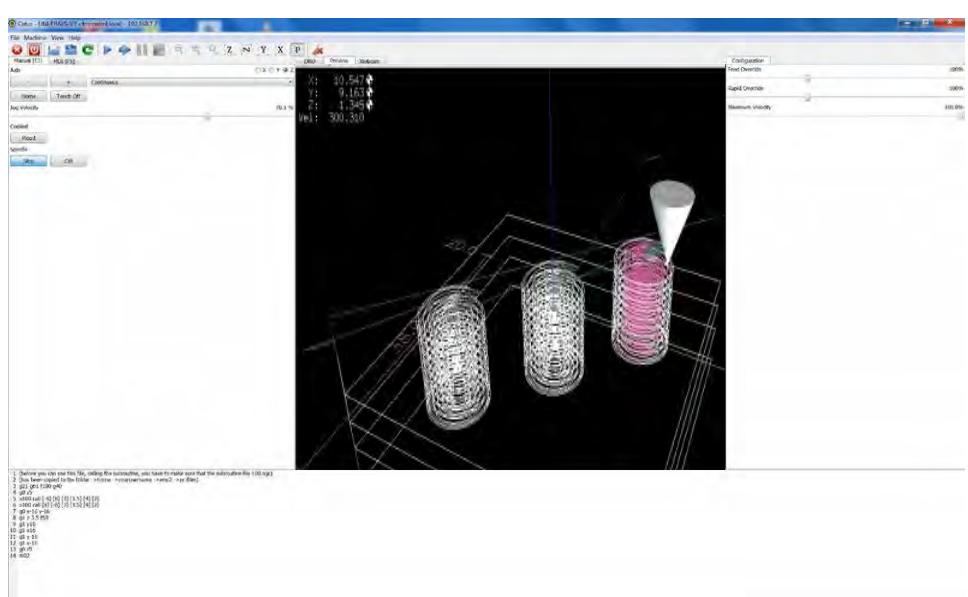
-) exerc4-100-call-a-subroutine-sample.ngc

Datei in CETUS öffnen

Siehe Kommentare in der Datei exerc4-100-call-a-subroutine-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 verschiedenen Parametern.



Übung 5

Maschine: UNI-FRAES-V3

Datei: .../examples/exerc5-var-cicles.ngc

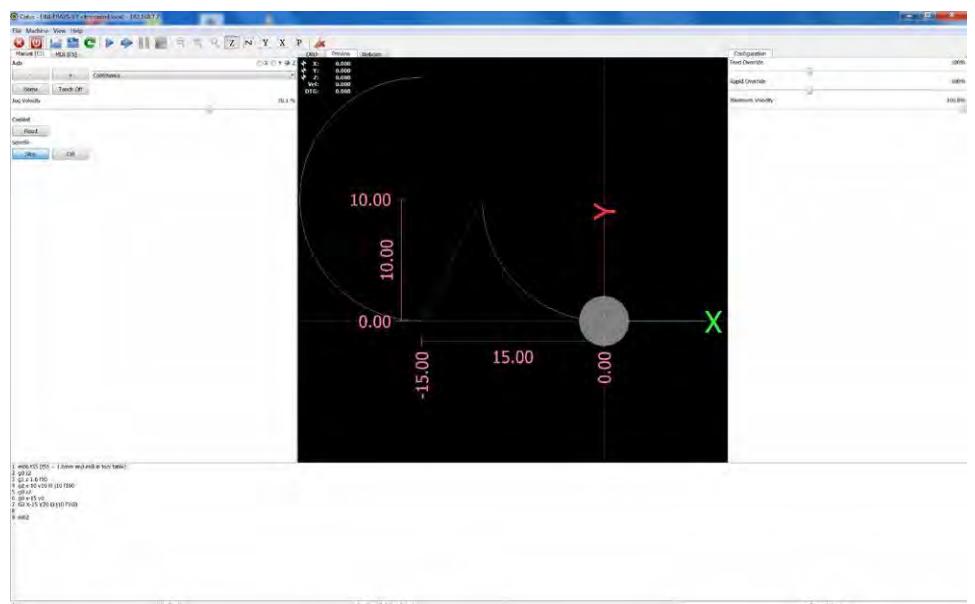
Rohmaterial: Spezial-Acryl, 50x50x3 mm[art.no.: 166PLEXS]

Werkzeug: 1.6 mm Schaftfräser

-) Werkstückmitte markieren
(am Rohmaterial)
-) Rohmaterial mit
Spannklaue fixieren. Um die
Maschine zu schützen, eine
zweite Platte (Sperrholz oder
Acryl, Stärke min. 3 mm)
unter dem Rohmaterial
platzieren.



Kreissegment programmiert mit
G2.



Beispiel 1 - Plexiglas gravieren

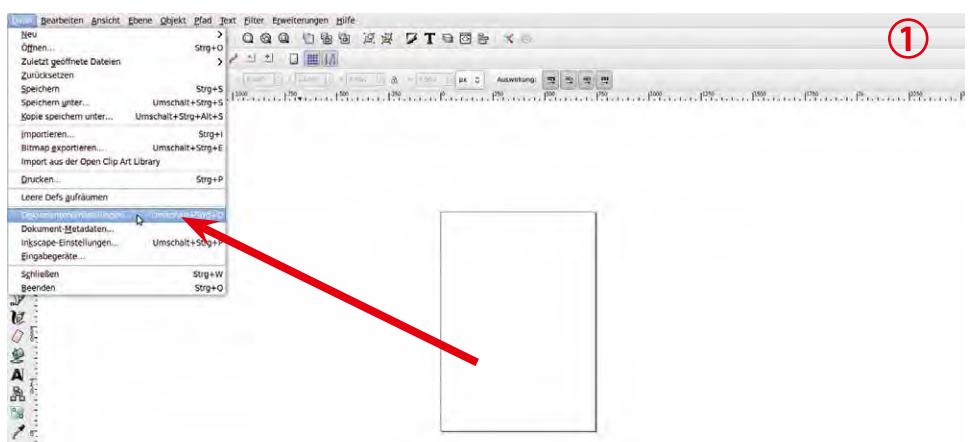
Rohmaterial: Plexiglasplättchen ~ 50 x 50 x 3 mm

Werkzeug: Schaftfräser ø1,0 mm

Optional: Schaftfräser ø1.6 mm

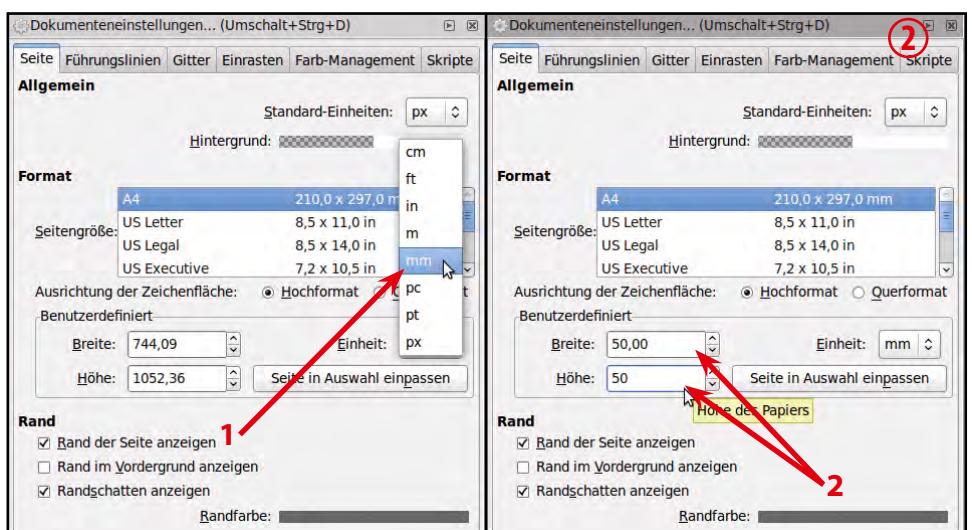


1) Öffnen Sie "Inkscape®", danach klicken Sie auf "Datei" --> "Dokumenteneinstellungen...."

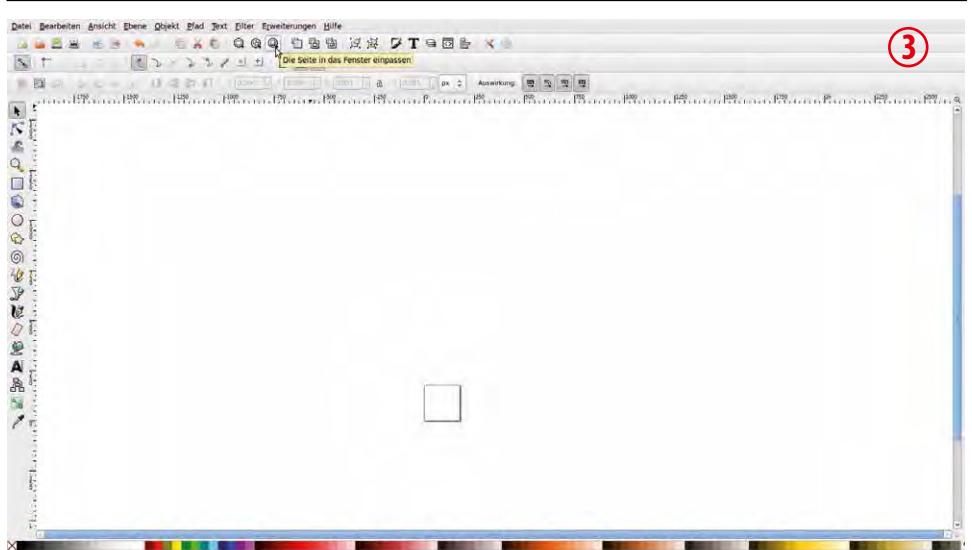


2) Wählen Sie bei "Benutzerdefiniert" --> "Einheit" --> "mm".

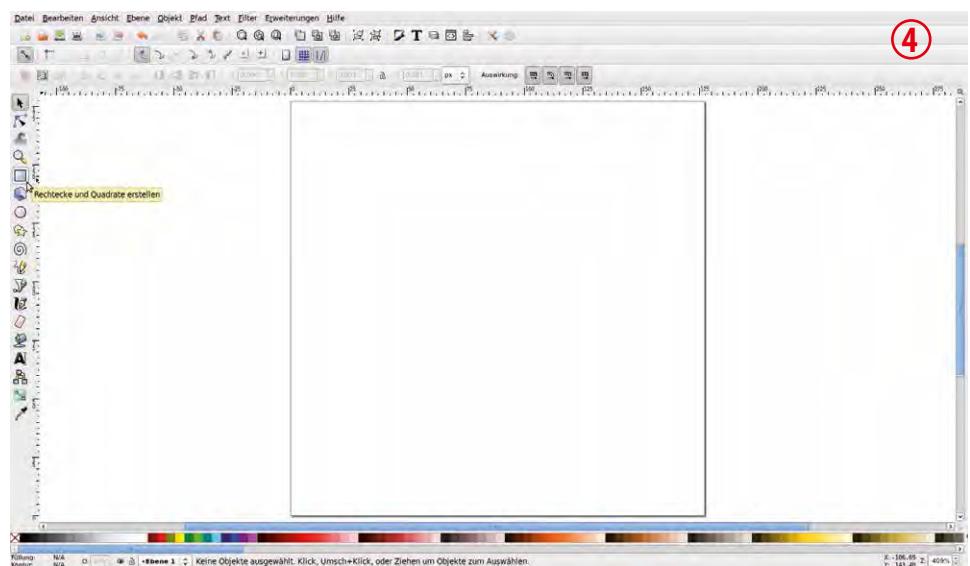
Geben Sie bei „Breite“ und „Höhe“ jeweils 50 ein. Danach schließen Sie das Fenster.



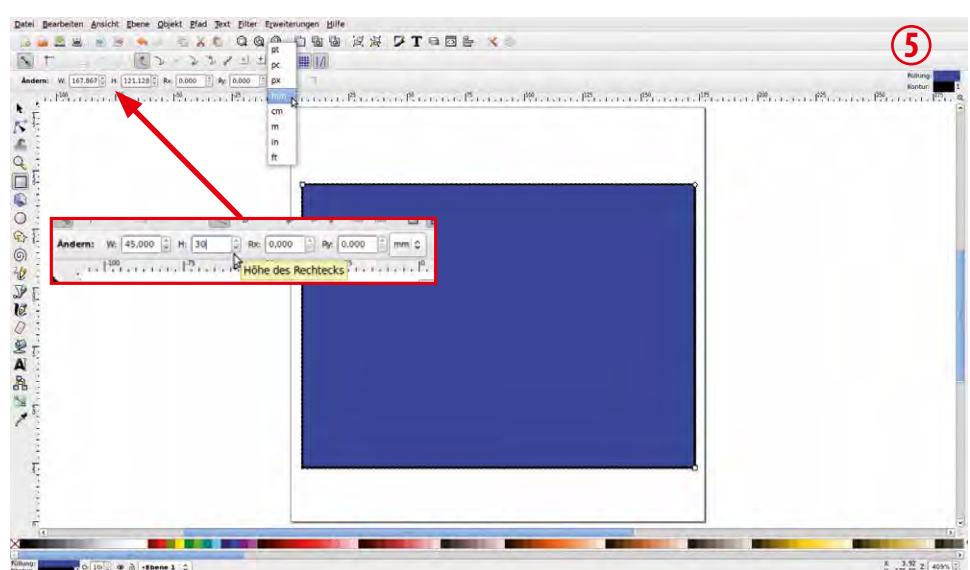
3) Klicken Sie auf das Ikon „Lupen“- "Die Seite in das Fenster einpassen".



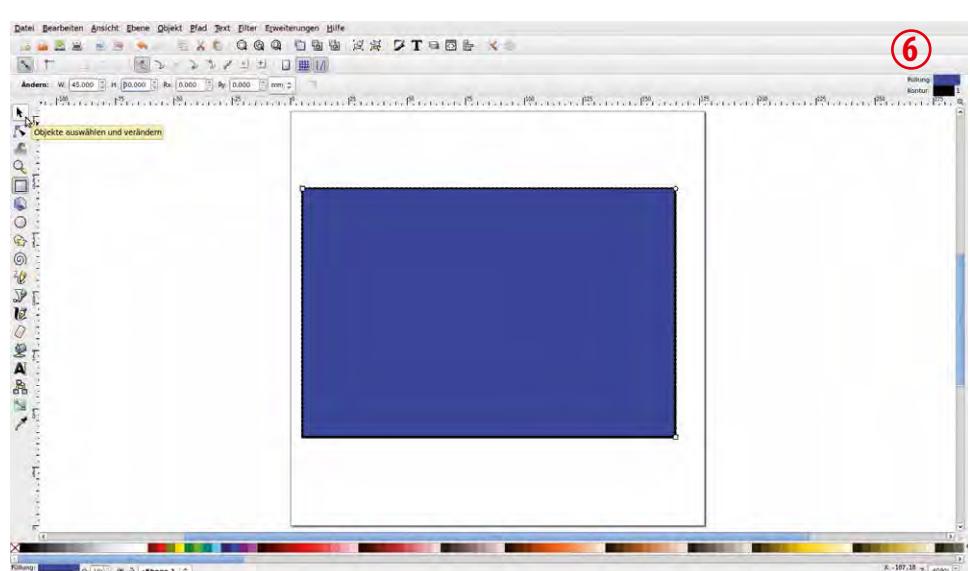
4) Klicken Sie auf das Ikon „Quadrat“ - „Rechtecke und Quadrate erstellen“.



5) Bei „Ändern“ wählen Sie „mm“, danach ändern Sie die Werte wie folgt: „W“ (Breite) **45** und „H“ (Höhe) **30**.



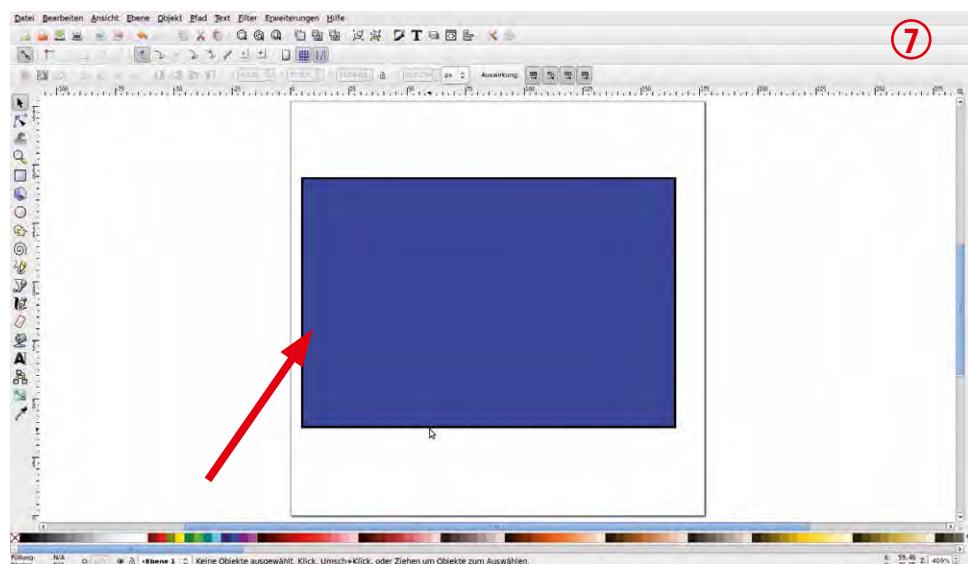
6) Klicken Sie auf das Ikon „Pfeil“ - „Objekte auswählen und verändern“.



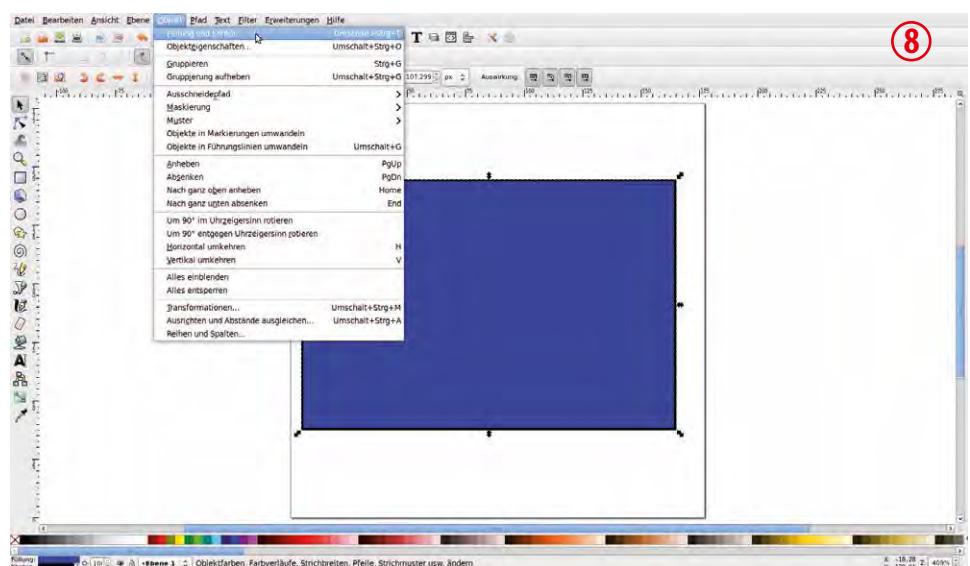
Arbeiten mit LinuxCNC® und Inkscape® inkl. GcodeTools®

4.3

- 7) Markieren Sie das Rechteck -
(klicken Sie darauf).

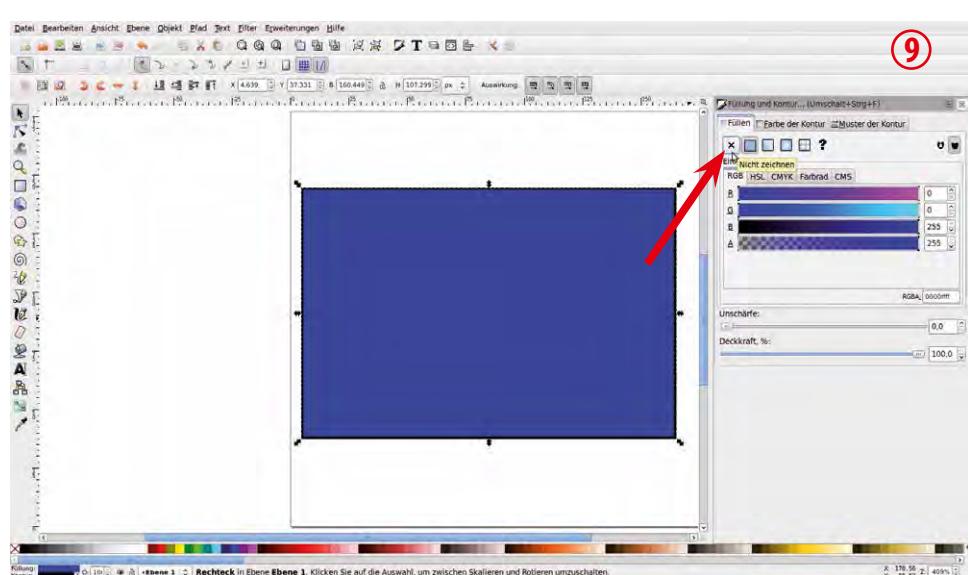


- 8) Das Rechteck ist markiert, kli-
cken Sie auf "Objekt"-->"Füllung
und Kontur".



- 9) Im Fenster "Füllung und Kontur"
klicken Sie auf "Füllen", danach auf
das "X" Ikon (Nicht Zeichnen).

Achtung:
Das blaue Rechteck muss markiert
sein.

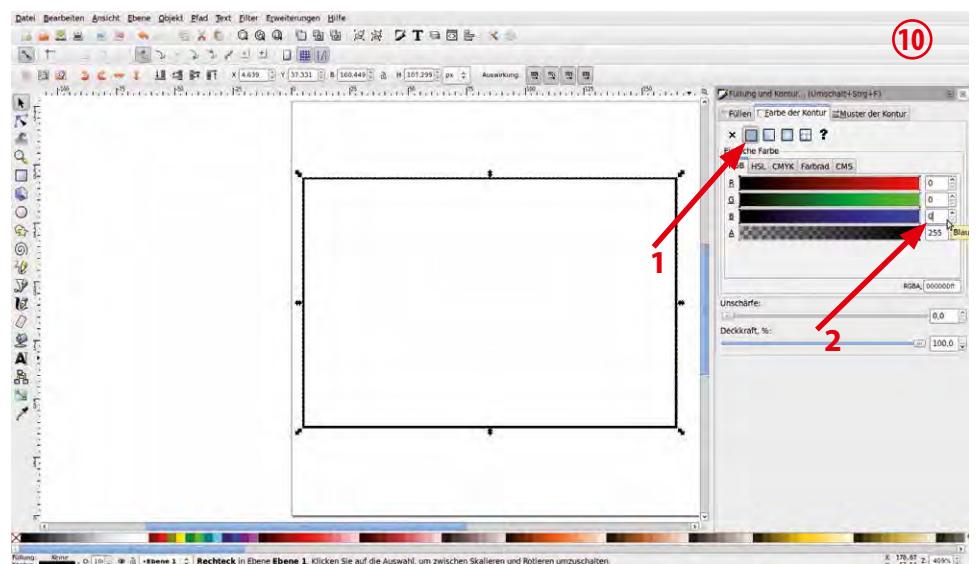


Arbeiten mit LinuxCNC® und Inkscape® inkl. GcodeTools®

4.3

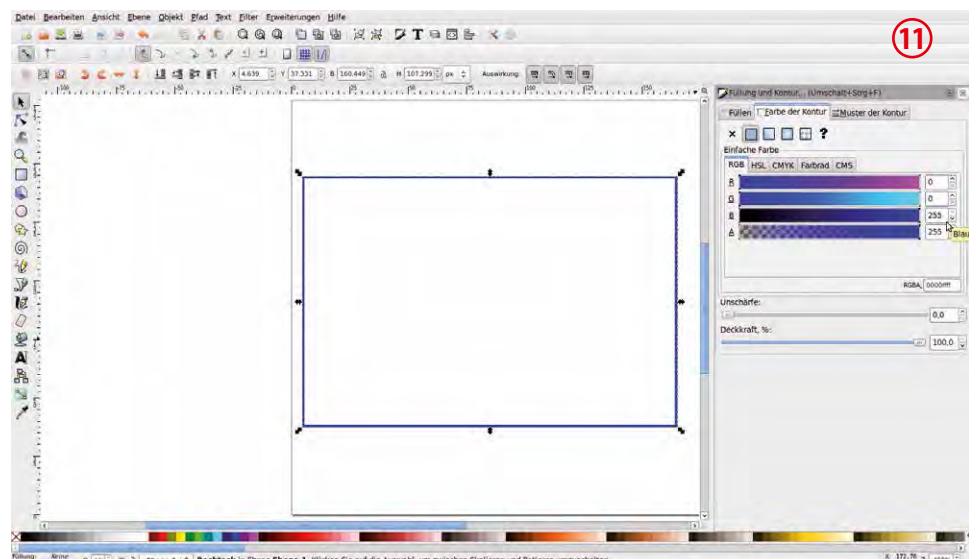
- 10) Klicken Sie auf "Farbe der Kontur" danach auf "Einfache Farbe" (1). Nun klicken Sie in das Feld „Blau“ (2).

Achtung:
Das blaue Rechteck muss markiert sein.



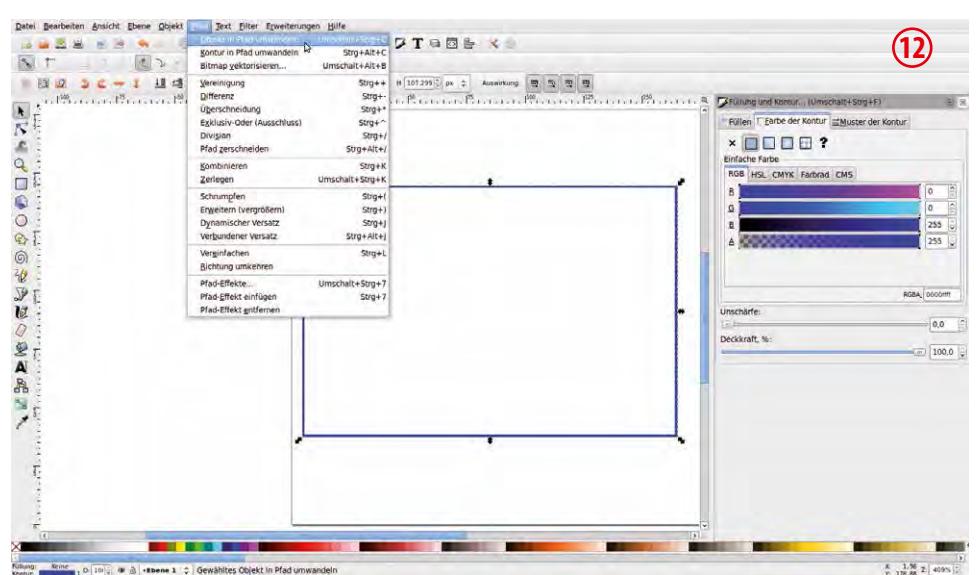
- 11) Ändern Sie den Wert auf "255" danach drücken Sie die Eingabetaste.

Achtung:
Das blaue Rechteck muss markiert sein.



- 12) Klicken Sie auf "Pfad" --> "Objekt in Pfad umwandeln" (Vektor). Nun ist das Rechteck in eine Vektorgrafik umgewandelt.

Achtung:
Das blaue Rechteck muss markiert sein.

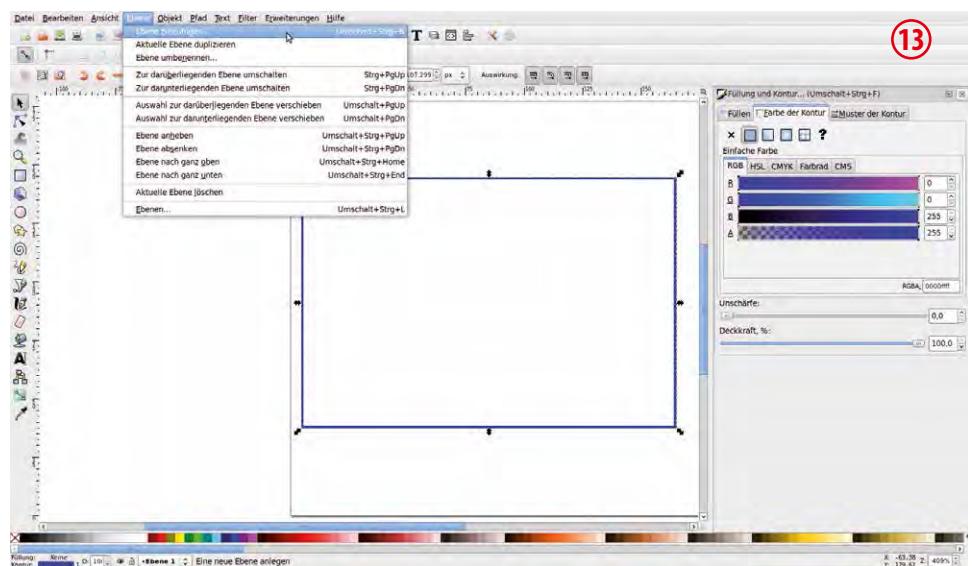


Arbeiten mit LinuxCNC® und Inkscape® inkl. GcodeTools®

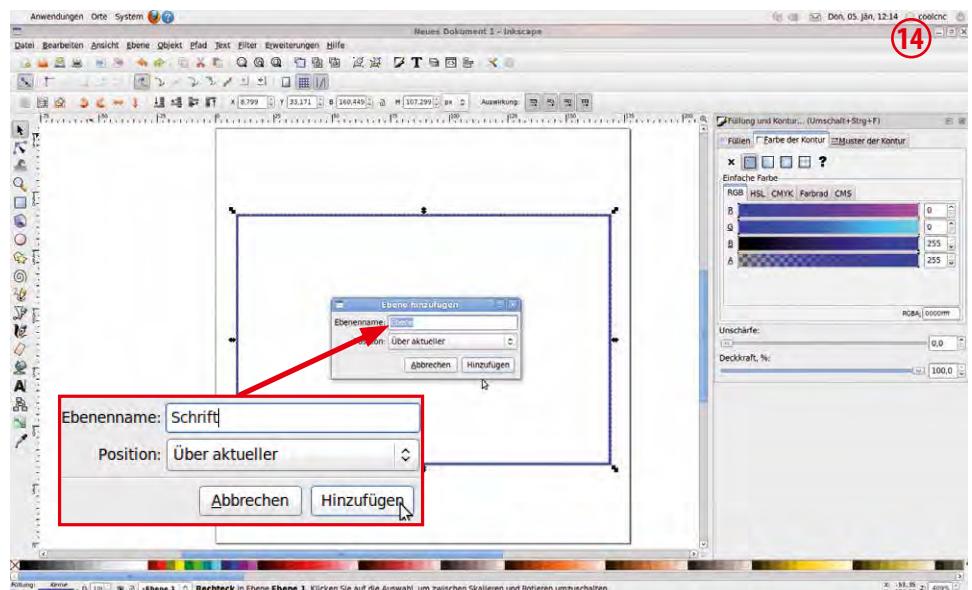
4.3

Erstellen Sie eine neue Ebene für die Beschriftung:

13) Klicken Sie auf "Ebene" --> "Ebene hinzufügen".



14) Verwenden Sie folgenden Namen für die Ebene "Schrift", danach klicken Sie auf „Hinzufügen“.



15) Klicken Sie auf das „A“ Ikon "Textobjekte erstellen und bearbeiten".

Achtung:
Ebene "Schrift" muss aktiviert sein.

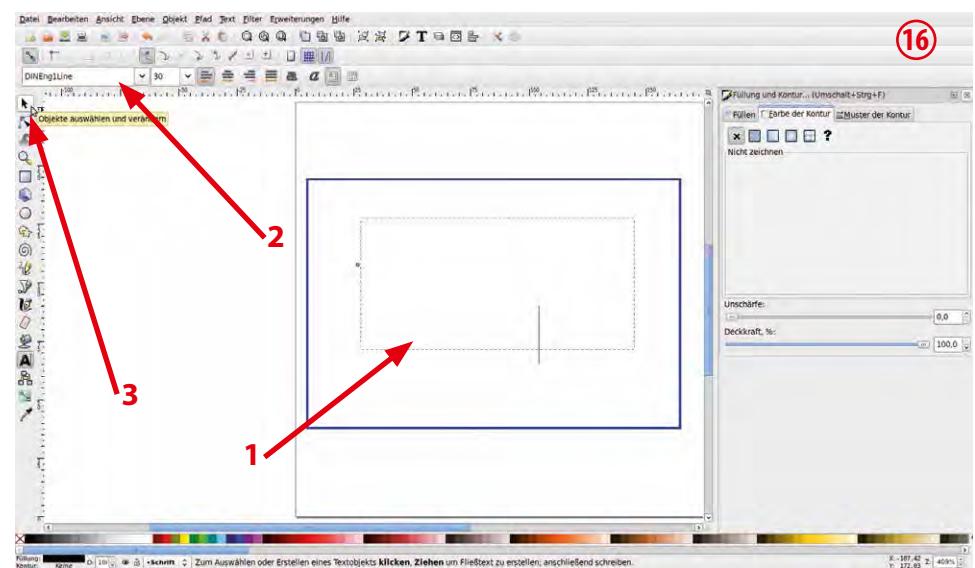


- 16) Klicken Sie in das blaue Rechteck, danach wählen Sie eine Schriftart aus (Single Line Fonts). - z.B. "DINEng1Line". Schreiben Sie Ihren Text - z.B.:

The Cool Tool

CoolCNC

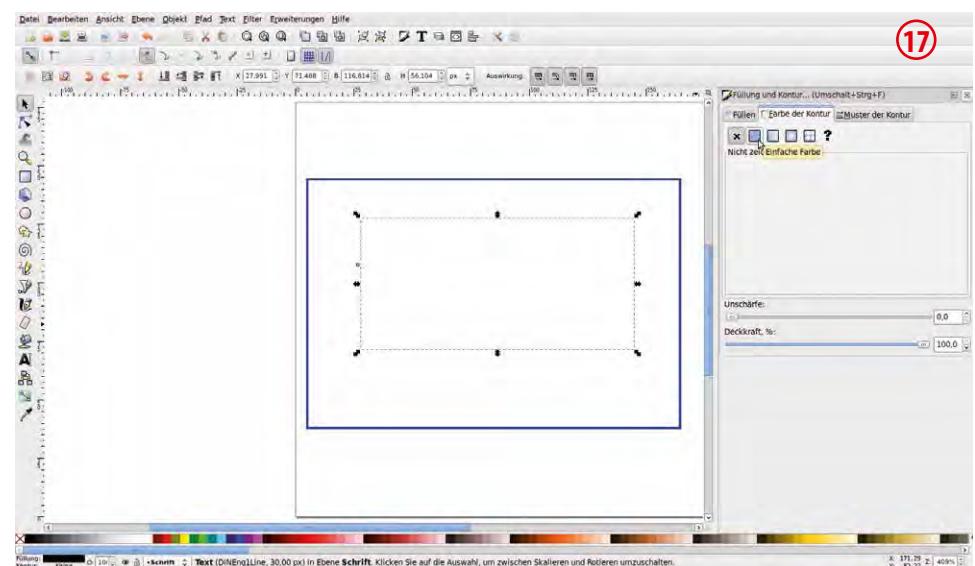
Danach klicken Sie auf das Ikon „Pfeil“ - „Objekte auswählen und verändern“.



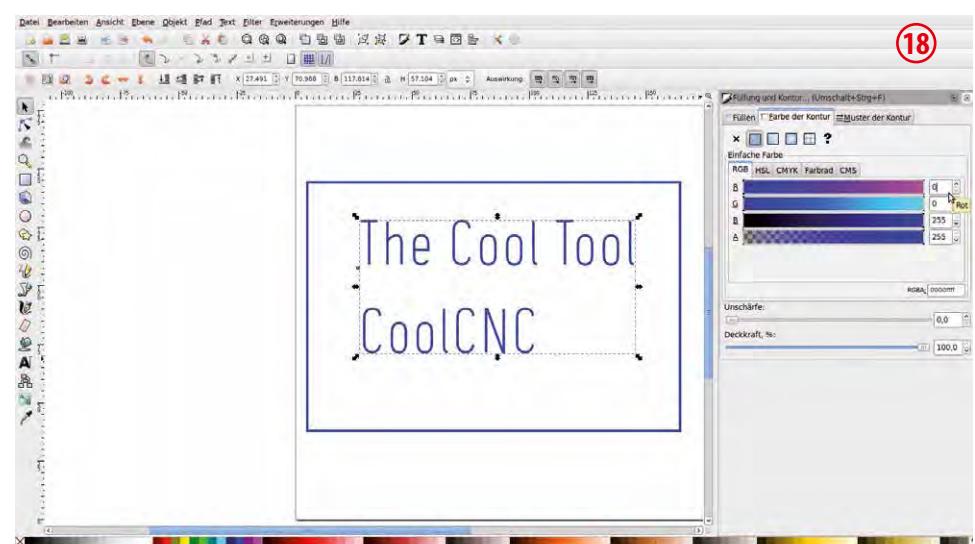
- 17) Klicken Sie auf "Farbe der Kontur" --> "Einfache Farbe".

Achtung:

Das Textfeld muss markiert sein.



- 18) Klicken Sie in das Feld "Rot".

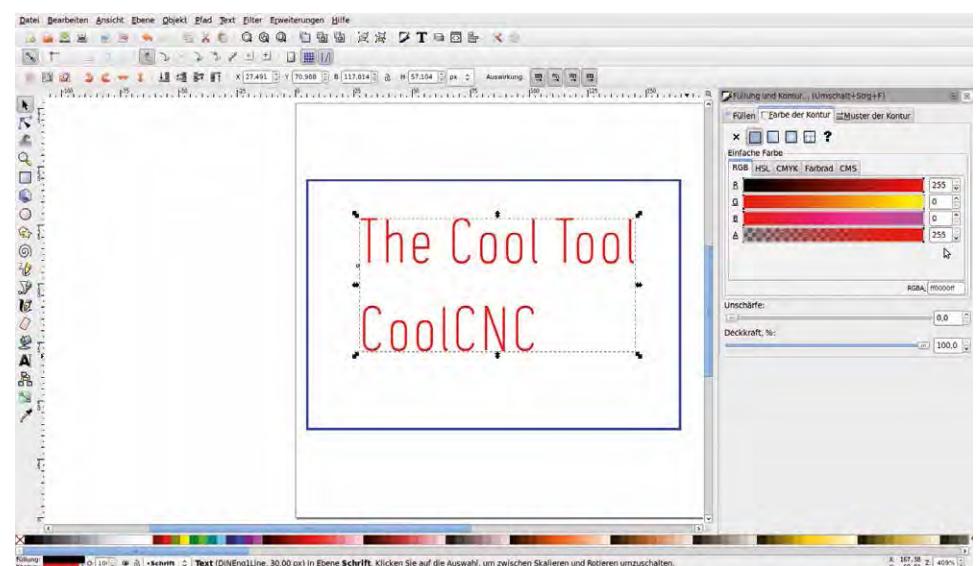


Arbeiten mit LinuxCNC® und Inkscape® inkl. GcodeTools®

4.3

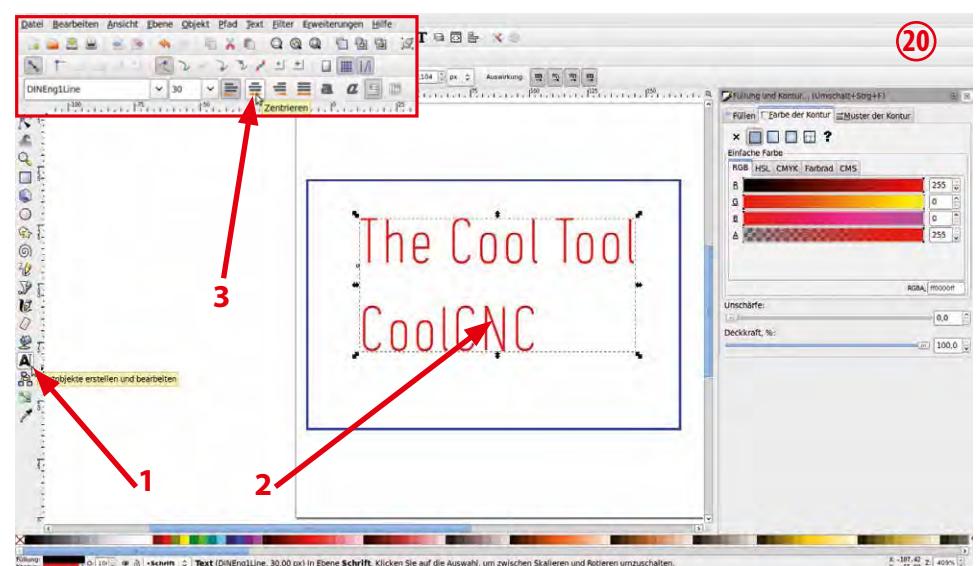
- 19) Ändern Sie den Wert auf "255" danach klicken Sie auf "blau" und ändern den Wert auf "0" - drücken Sie die Eingabetaste.

Achtung:
Das Textfeld (roter Text) muss markiert sein.

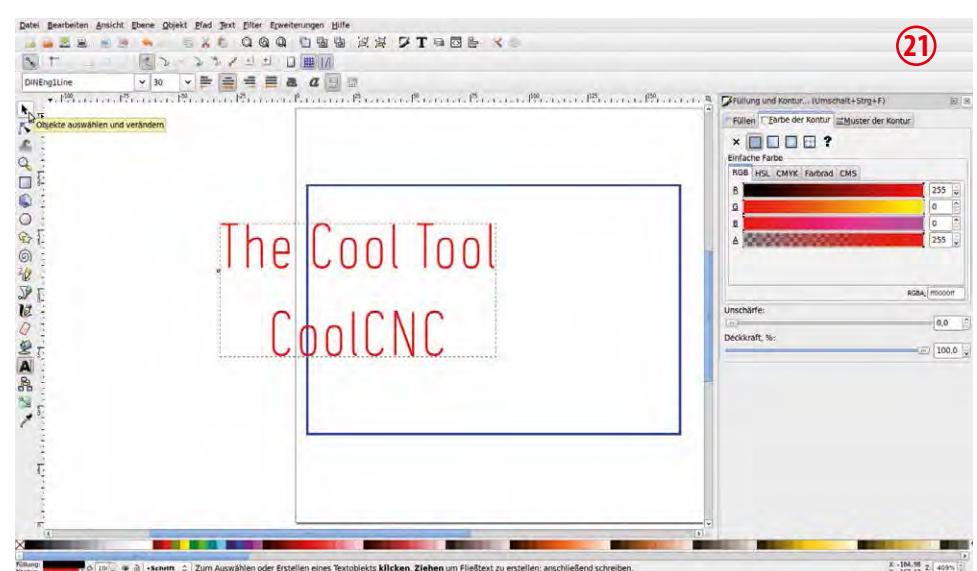


- 20) Klicken Sie auf das „A“ Ikon "Textobjekte erstellen und bearbeiten", danach klicken Sie in das rote Textfeld (The Cool Tool).

Nun klicken Sie auf "Zentrieren".



- 21) Klicken Sie auf das „Pfeil“ Ikon "Objekte auswählen und verändern".



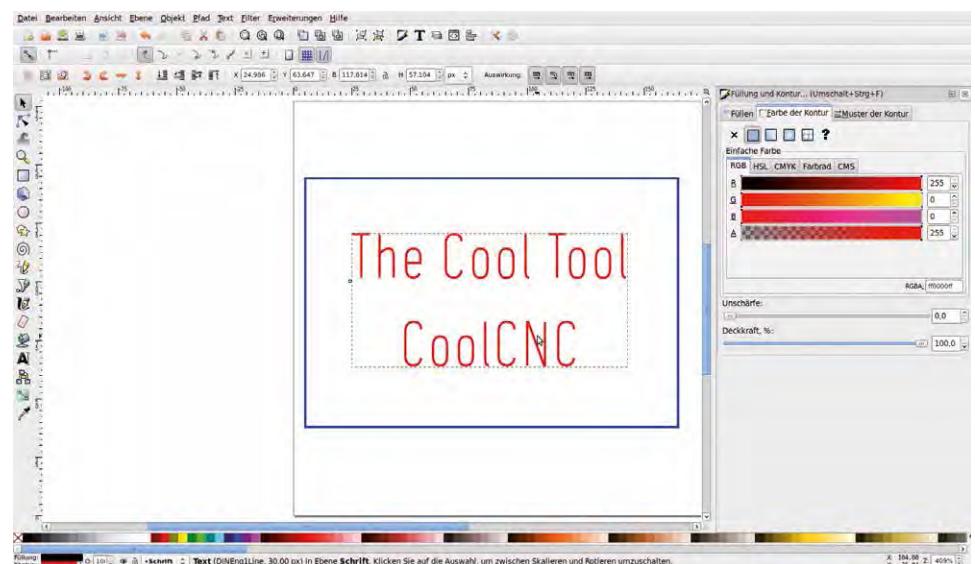
Arbeiten mit LinuxCNC® und Inkscape® inkl. GcodeTools®

4.3

22) Klicken Sie auf das Textfeld (roter Text) und ziehen es in die Mitte des blauen Rechtecks.

Achtung:

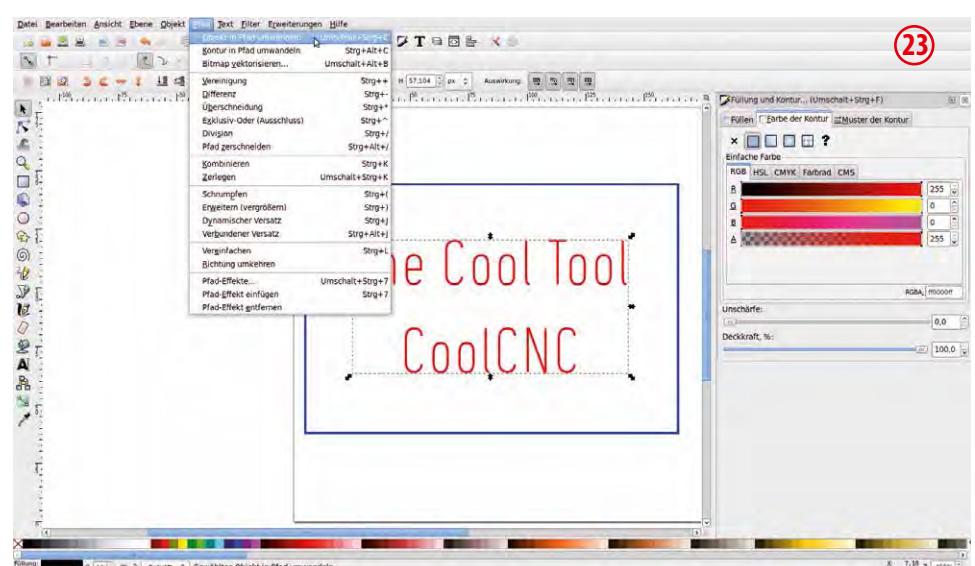
Auch das Werkstück (blaues Rechteck) soll in der Mitte des Rohmaterials positioniert (Arbeitsfläche) sein. Falls dies nicht der Fall ist, markieren Sie das blaue Rechteck inklusive dem roten Text und ziehen beide in die Richtige Position.



23) Klicken Sie auf "Pfad" --> "Objekt in Pfad umwandeln" (Vektor). Nun ist die Schrift in eine Vektorgrafik umgewandelt.

Achtung:

Das (roter Text) Textfeld muss markiert sein.

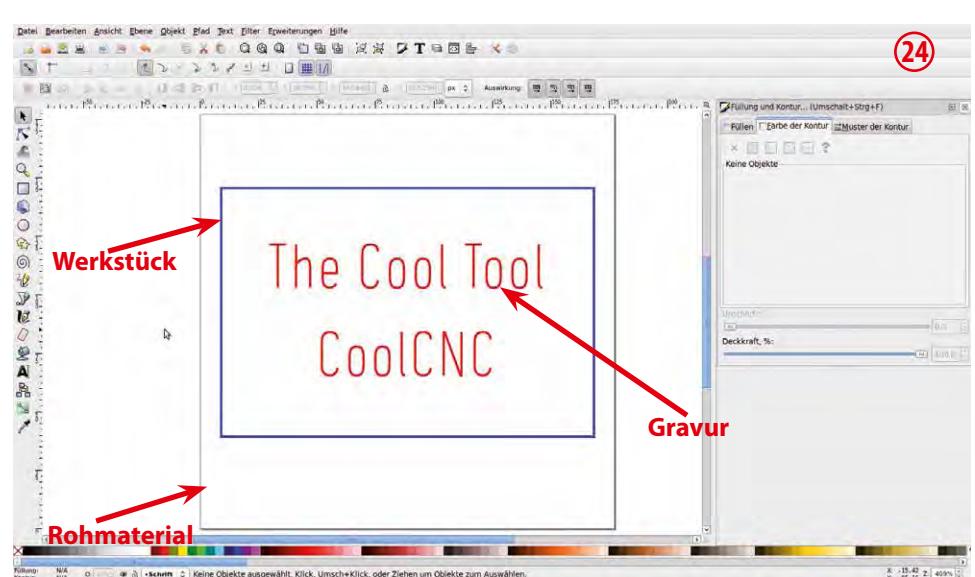


24) Wieso 2 Ebenen?

Für jede Frästiefe wird eine eigene Ebene benötigt.

1) roter Text: 1,0 mm (Gravur)

2) blaues Rechteck: 3,5 mm
(Rohmaterial 3,0 mm - Plexiglas)



Arbeiten mit LinuxCNC® und Inkscape® inkl. GcodeTools®

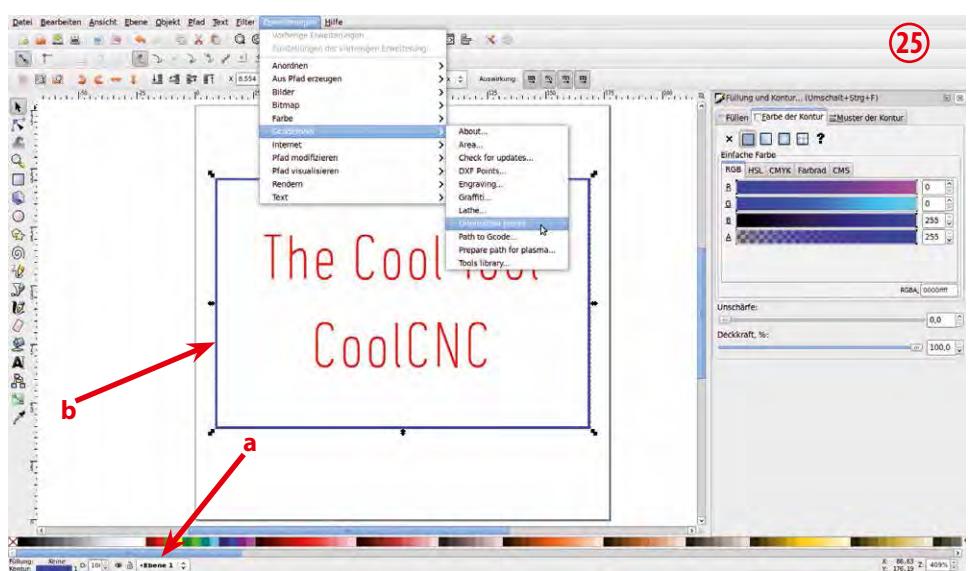
4.3

25) Orientation points (Nullpunkt für das blaue Rechteck)

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

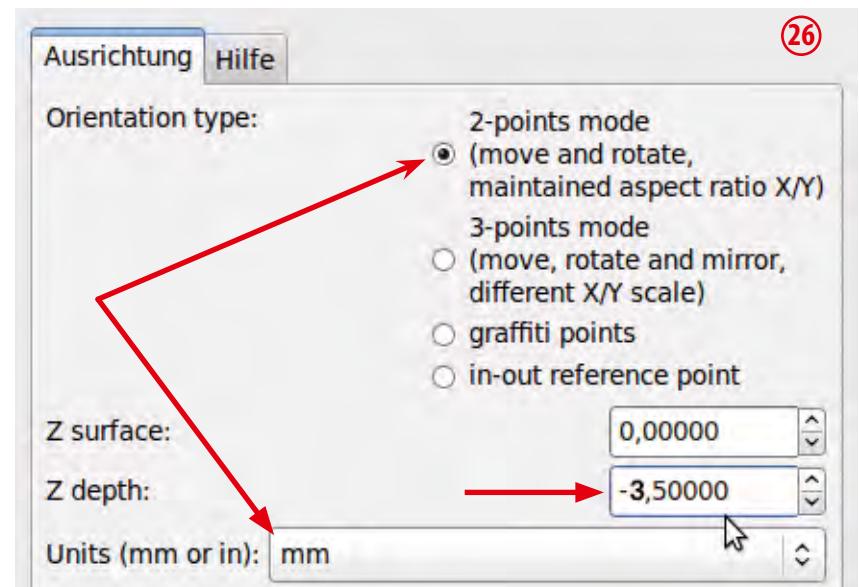
Achtung:

- a) Ebene "Ebene 1" muss aktiviert sein.
- b) Das blaues Rechteck muss markiert sein.

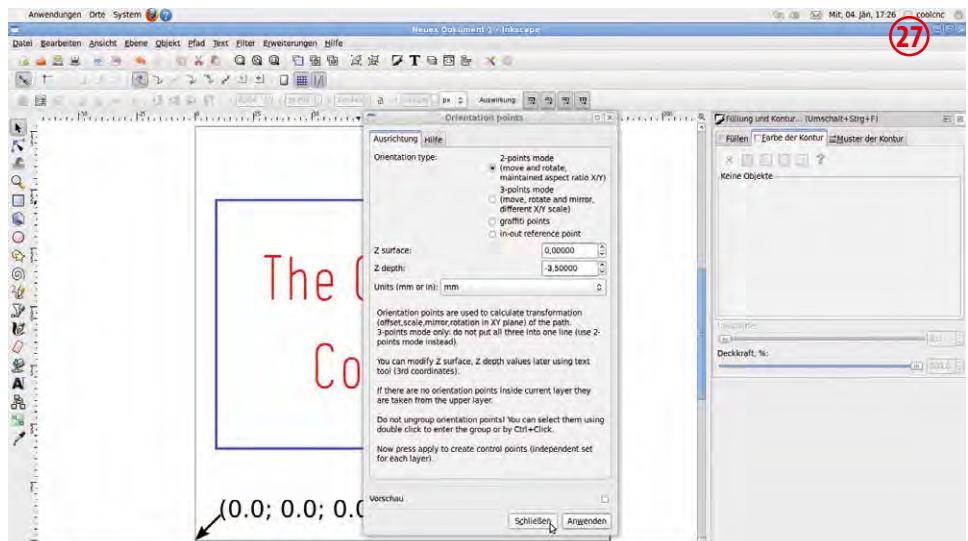


26) markieren Sie "2-points mode" und "mm". Setzen Sie „-3,5“ diesen Wert bei "z depth" ein.

Achtung:
Wert für "z surface" ist "0,0".



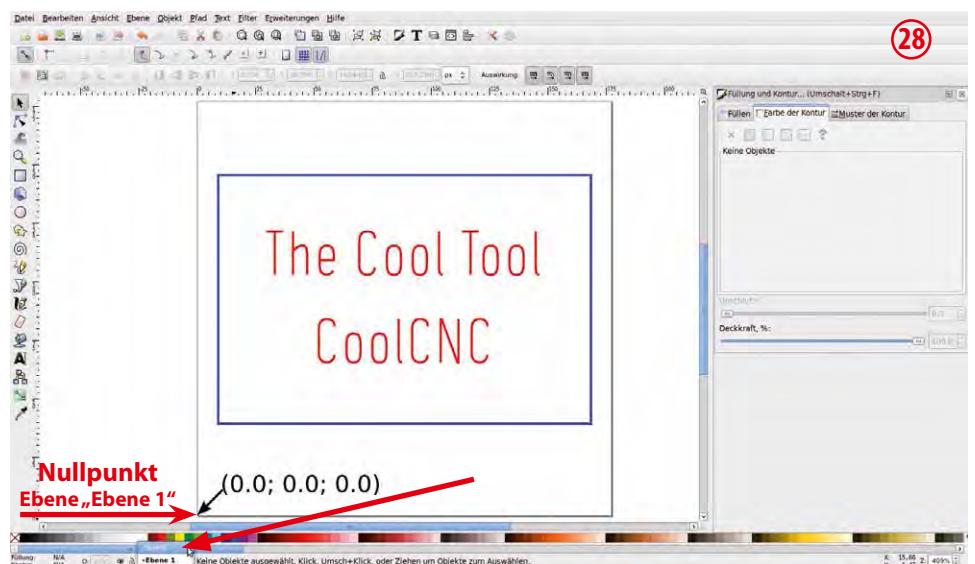
27) Klicken Sie auf "Anwenden" danach schließen Sie das Fenster - "Schließen"



Arbeiten mit LinuxCNC® und Inkscape® inkl. GcodeTools®

4.3

28) Aktivieren Sie die Ebene "Schrift"



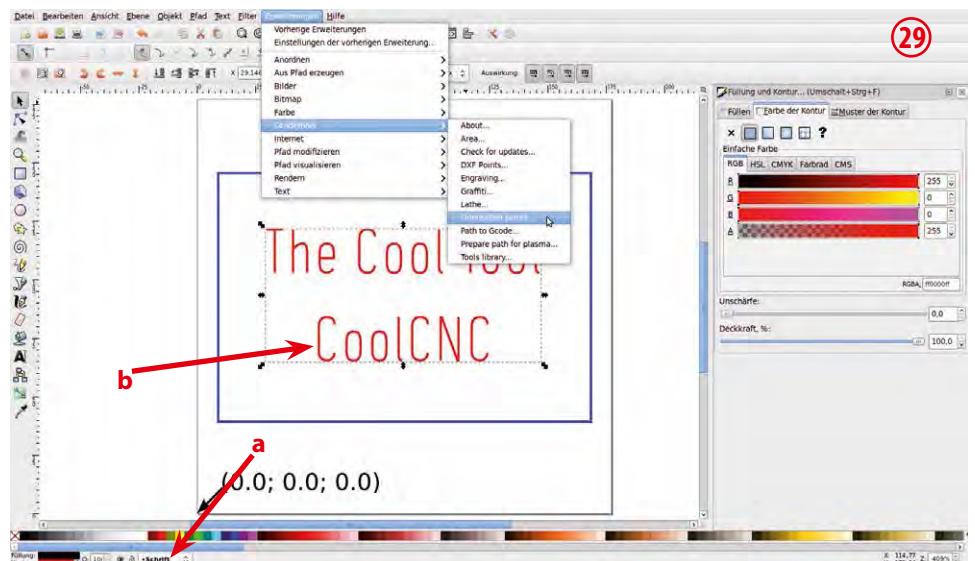
29) Orientation points
(Nullpunkt für den roten Text)

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

Achtung:

a) Ebene "Schrift" muss aktiviert sein.

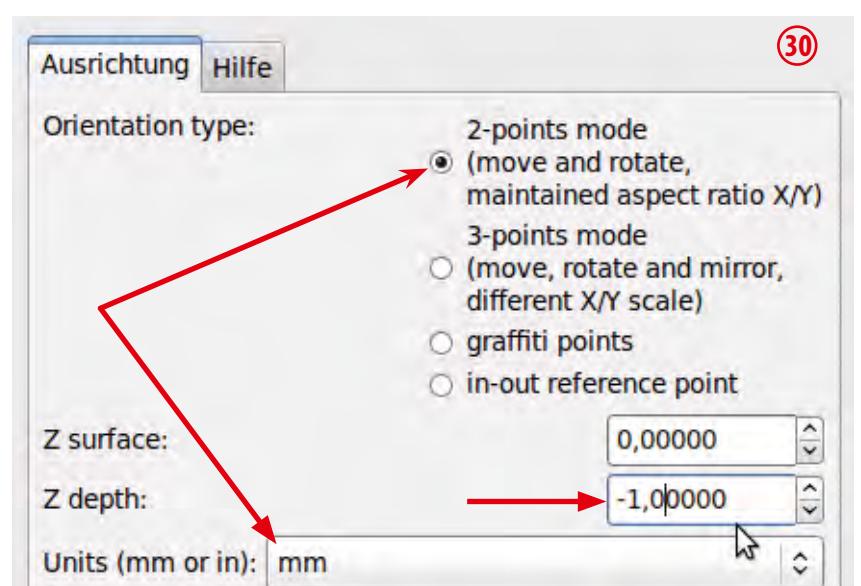
b) Der rote Text muss markiert sein.



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".

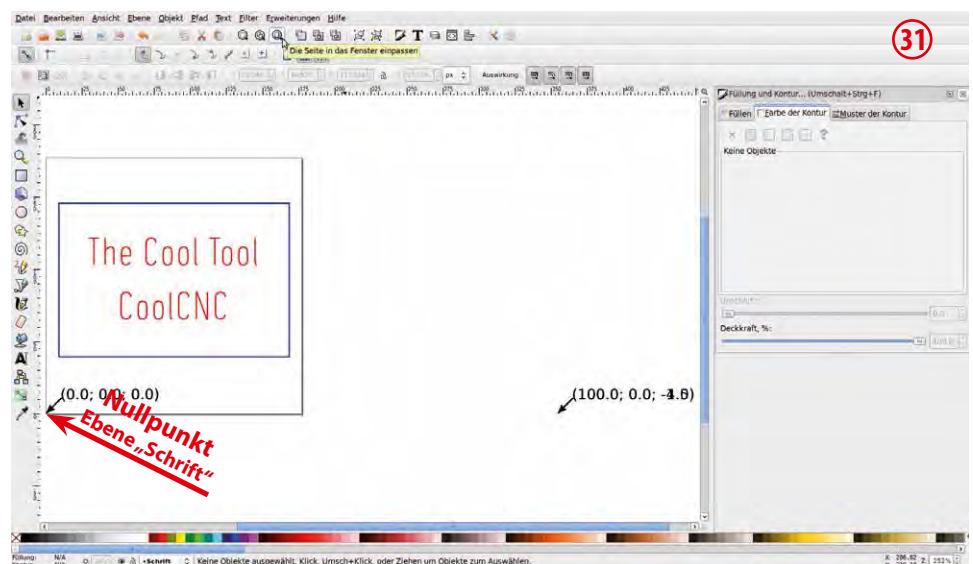


Arbeiten mit LinuxCNC® und Inkscape® inkl. GcodeTools®

4.3

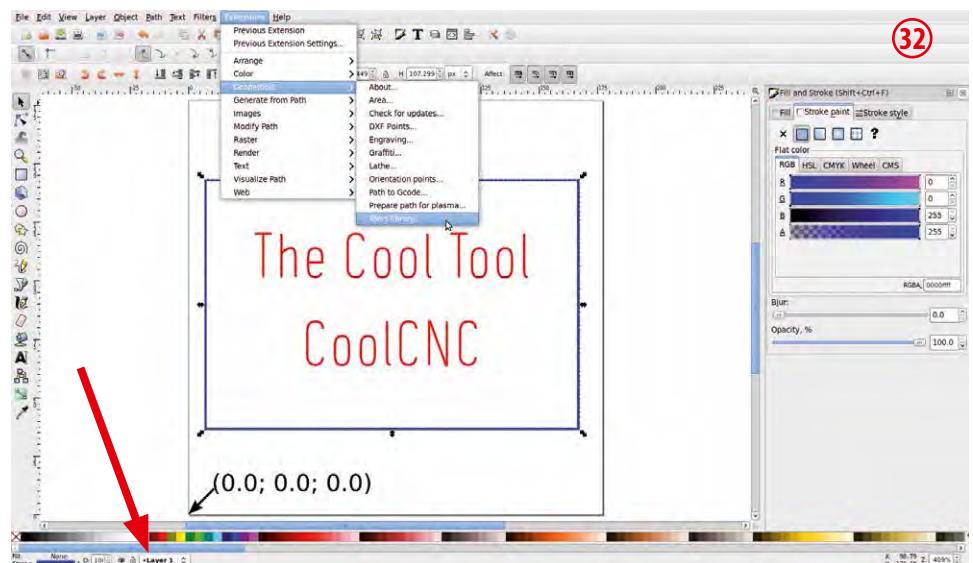
- 31) Die Position des Nullpunktes für die Ebene „Ebene 1“ sowie „Schrift“ ist identisch. (Deckungsgleich).

Achtung:
Verschieben Sie die Punkte (Textfelder) nicht!

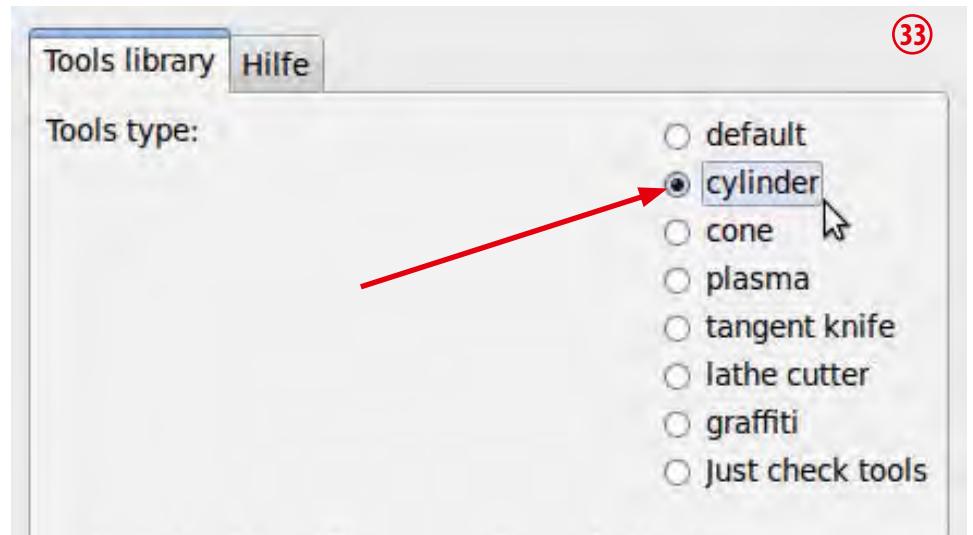


- 32) Tools library

Aktivieren Sie "Ebene 1" danach markieren Sie das blaue Rechteck, anschließend klicken Sie auf "Erweiterungen" --> "Gcodetools" --> "Tools library"



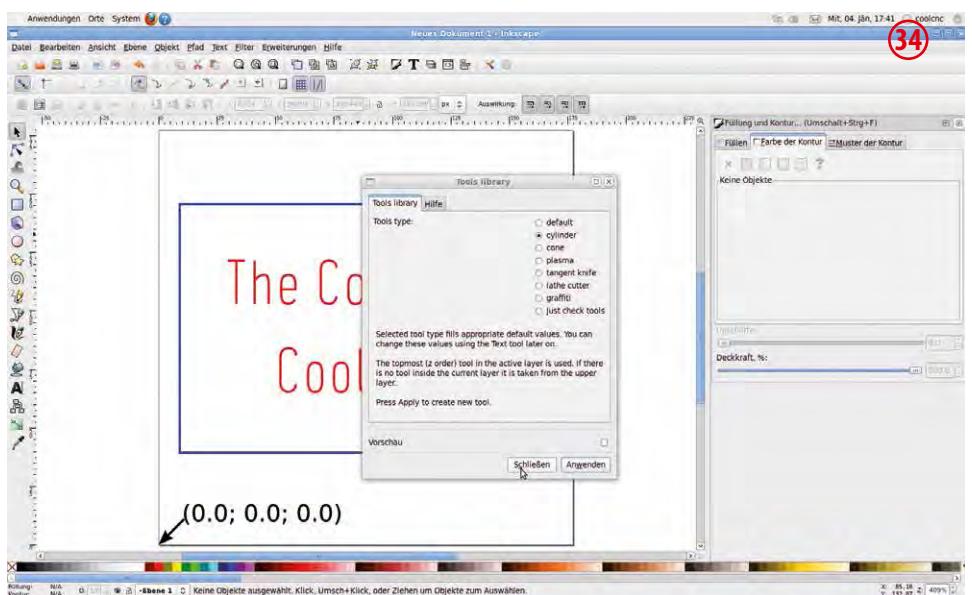
- 33) Markieren Sie "cylinder".



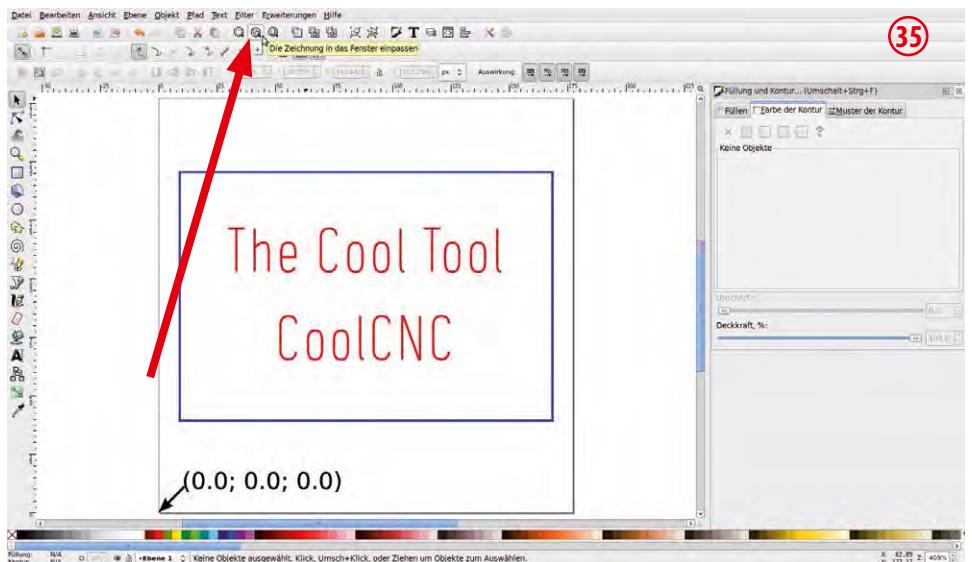
Arbeiten mit LinuxCNC® und Inkscape® inkl. GcodeTools®

4.3

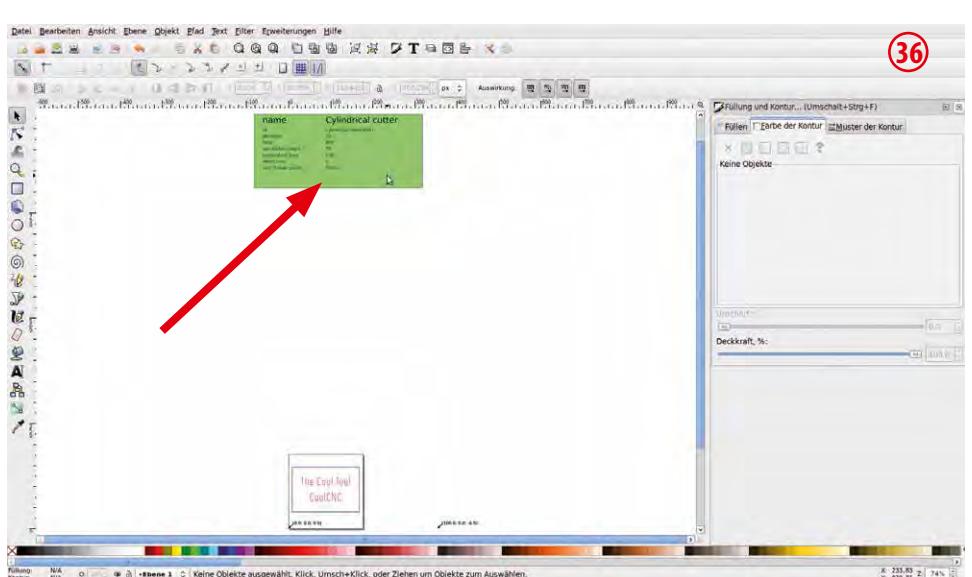
- 4) Klicken Sie auf "Anwenden"
danach schließen Sie das Fenster -
klicken Sie auf "Schließen"



- 2) Klicken Sie auf das Ikon „Lupen“ - „Die Zeichnung in das Fenster einpassen“.



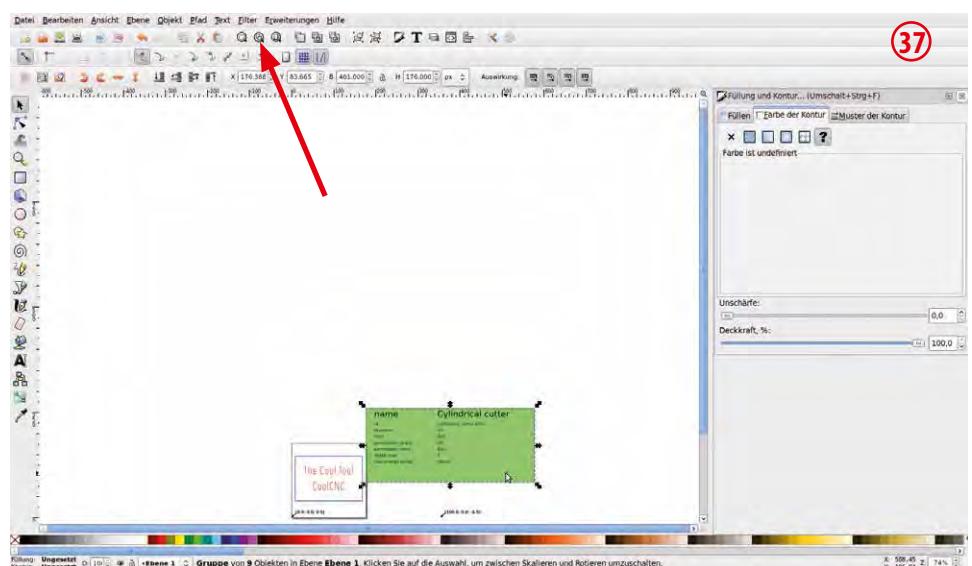
- 36) Hier sehen Sie das „Fräsparameterfenster“ für die Ebene
„Ebene 1“.



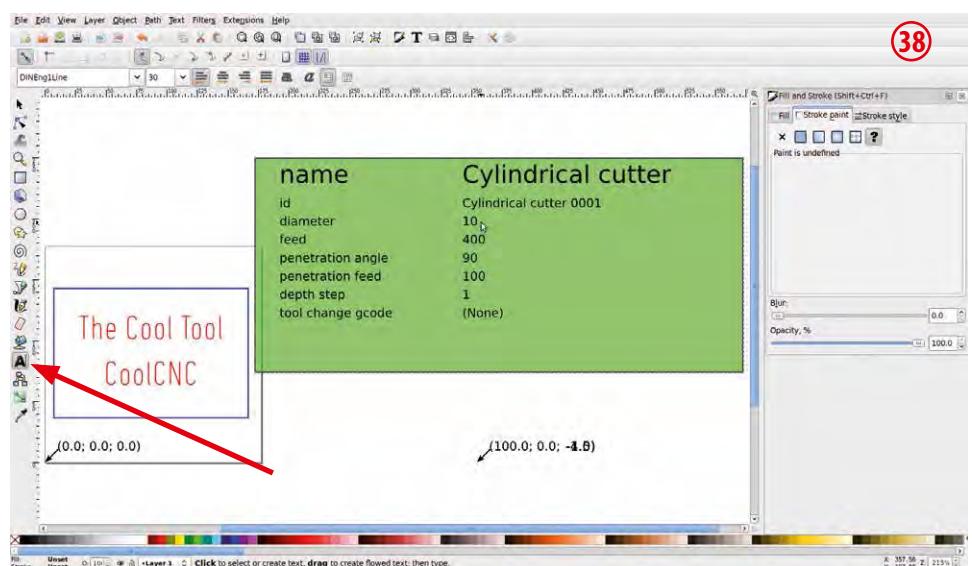
Arbeiten mit LinuxCNC® und Inkscape® inkl. GcodeTools®

4.3

- 37) Platzieren Sie das „Fräsparameterfenster“ in der Nähe des blauen Rechteckes, danach klicken Sie auf das Ikon „Lupen“ - „Die Zeichnung in das Fenster einpassen“.



- 38) Klicken Sie auf das „A“ Ikon (Textobjekte erstellen und bearbeiten).



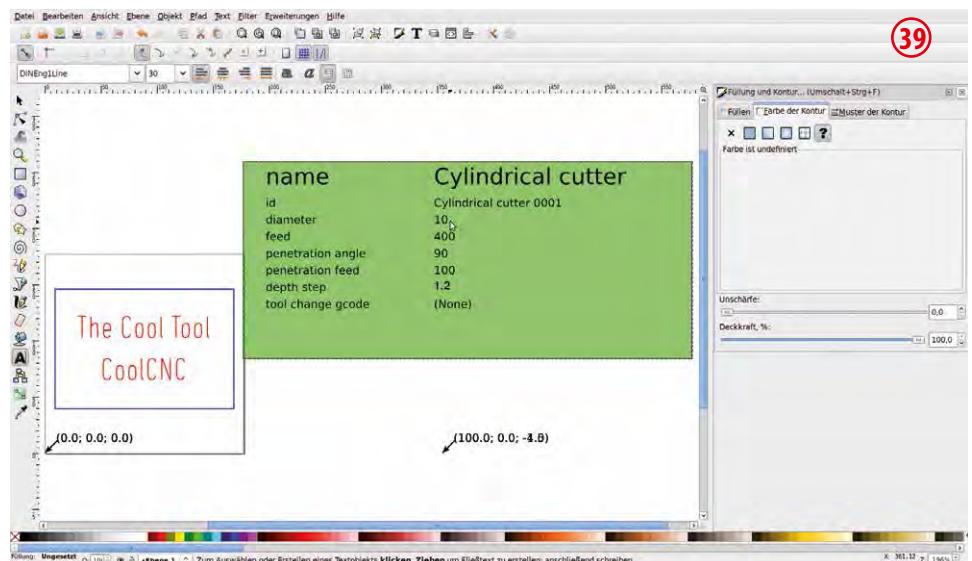
- 39) Geben Sie folgende Werte ein:

diameter = 1

feed = 100

penetration feed = 25

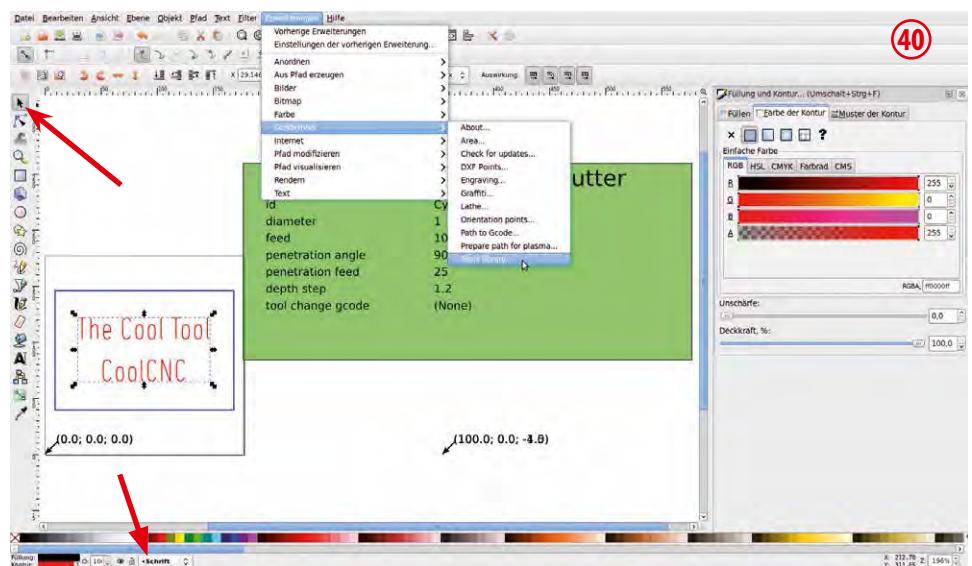
depth step = 1.2



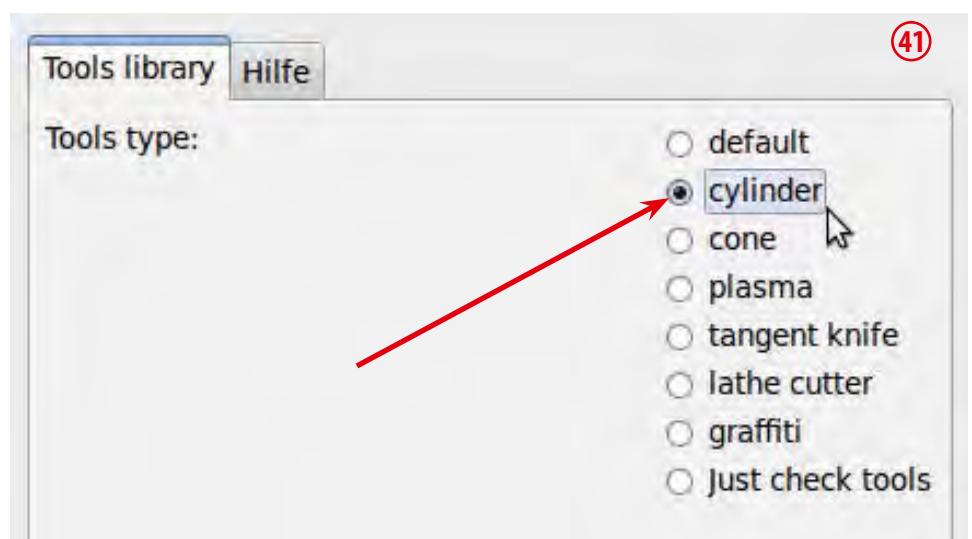
Arbeiten mit LinuxCNC® und Inkscape® inkl. GcodeTools®

4.3

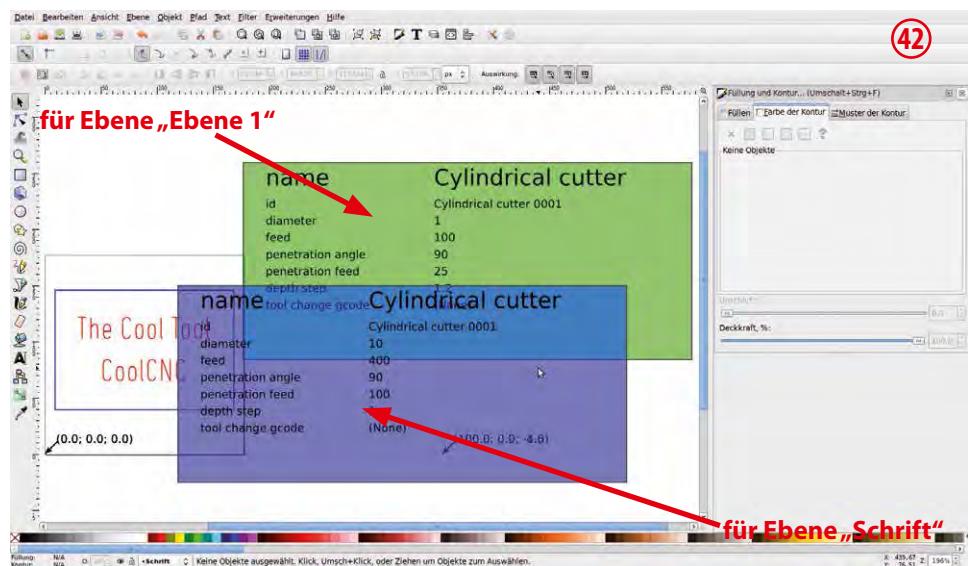
- 40) Aktivieren Sie die Ebene „Schrift“, anschließend markieren Sie das Textfeld (rote Schrift). Danach klicken Sie auf „Erweiterungen“ --> „Gcodetools“ --> „Tools library“



- 41) Markieren Sie „cylinder“ anschließend klicken Sie auf „Anwenden“, nun können Sie das Fenster schließen - klicken Sie auf „Schließen“.



- 42) Das neue „Fräsparameterfenster“, für die Ebene „Schrift“ ist violett.



Arbeiten mit LinuxCNC® und Inkscape® inkl. GcodeTools®

4.3

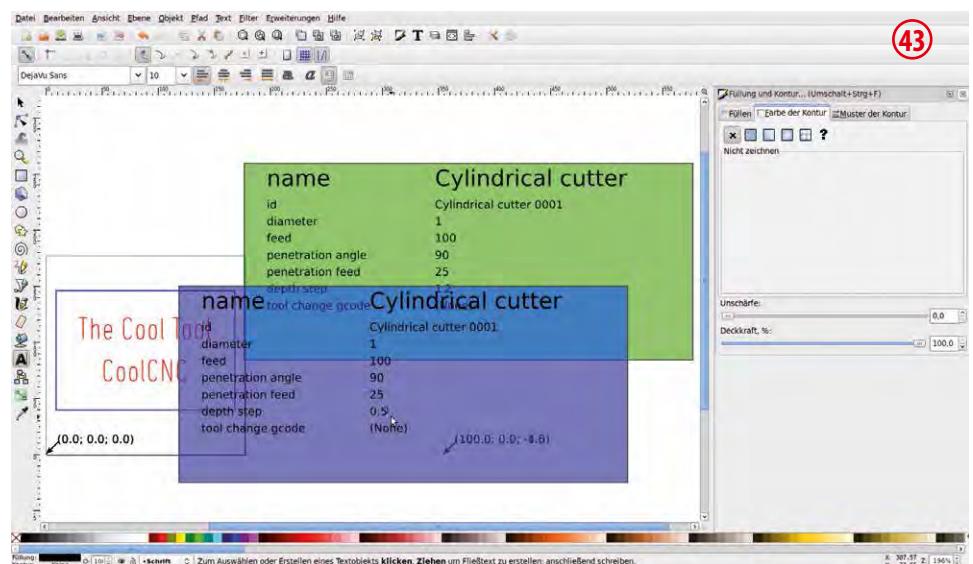
43) Klicken Sie auf das „A“ Ikon (Textobjekte erstellen und bearbeiten), danach editieren Sie die Werte:

diameter = 1

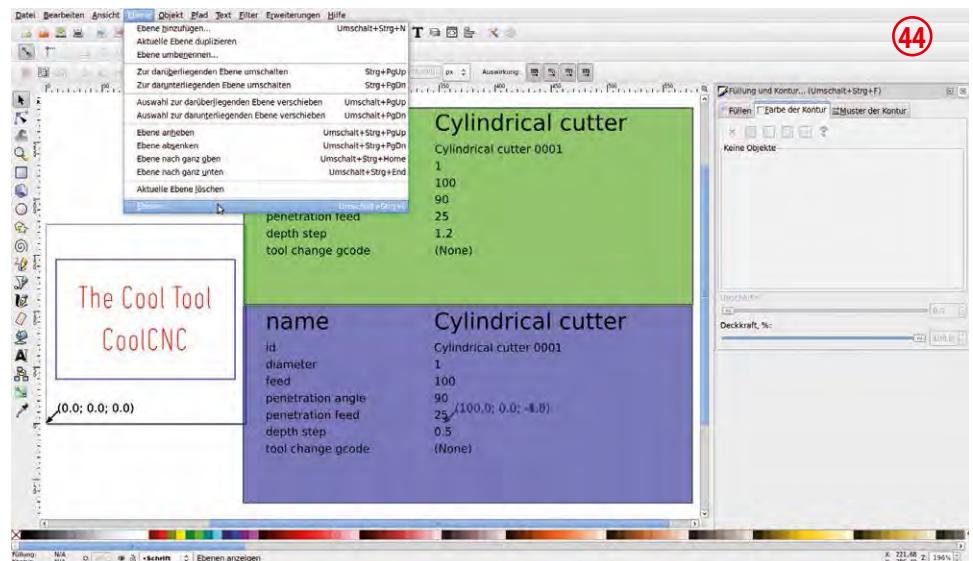
feed = 100

penetration feed = 25

depth step = 0.5



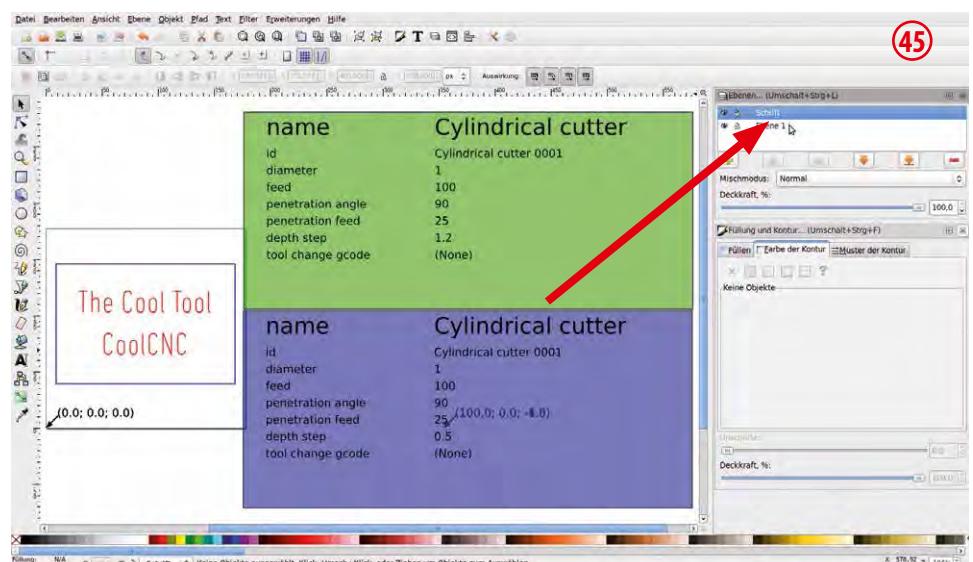
44) Nun überprüfen Sie die Reihenfolge der Ebenen. Klicken Sie auf "Ebene" --> "Ebenen"



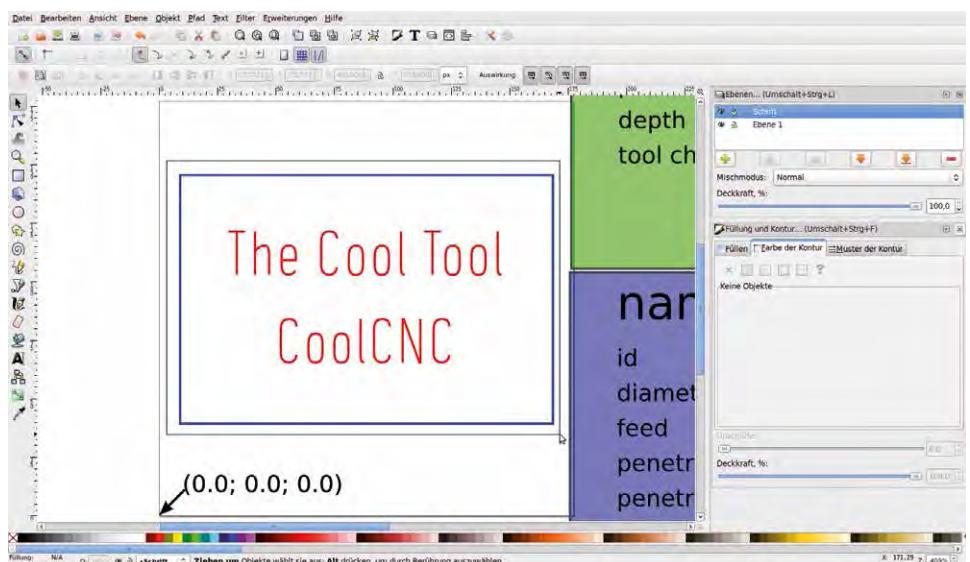
45) Richtig Reihenfolge:

- 1) Schrift
- 2) Ebene 1

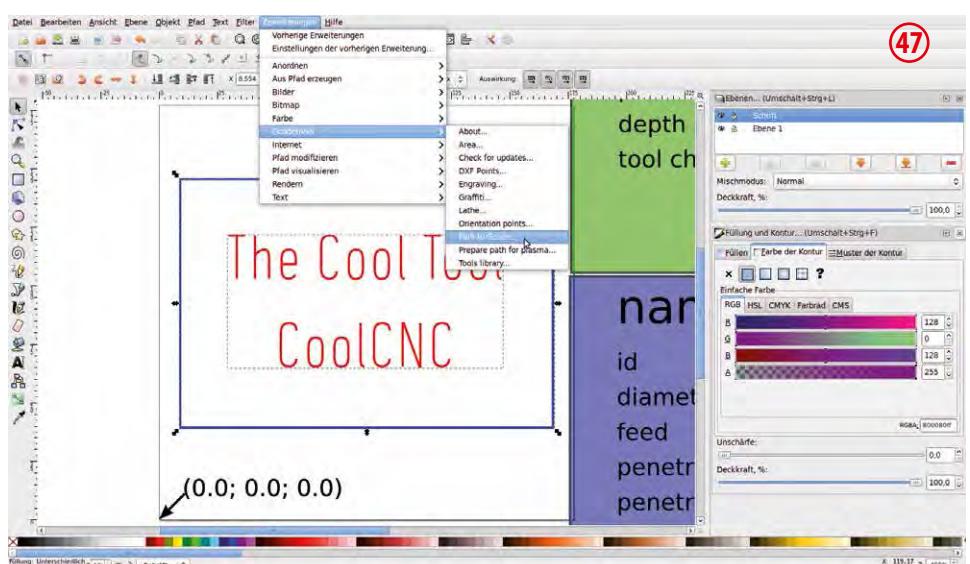
Falls die Ebenen nicht in der richtigen Reihenfolge angezeigt werden, können Sie diese ändern. Markieren Sie eine Ebene und verschieben diese, indem Sie auf das Ikon „Pfeil nach oben“ bzw. „Pfeil nach unten“ klicken.



46) Klicken Sie auf das Pfeil Ikon "Objekte auswählen und verändern", danach markieren Sie die Gravur (roter Text) und das Werkstück (blaues Rechteck).



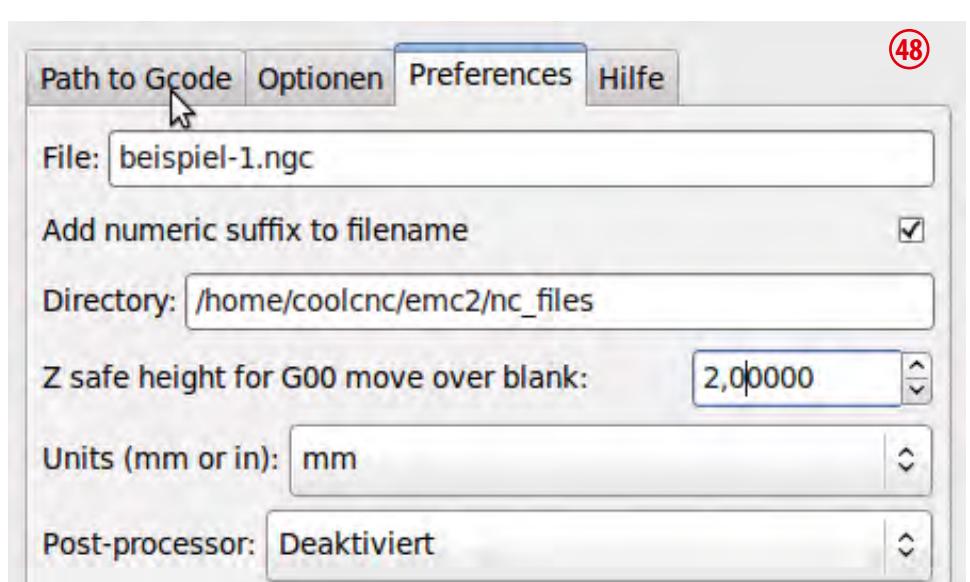
47) Klicken Sie auf "Erweiterungen" --> "Gcodetools" --> "Path to Gcode".



48) Klicken Sie auf "Preferences" danach geben Sie folgende Parameter ein:

File: **beispiel-1.ngc**
 Add numeric..... **"aktiviert"**
 Directory: **/home/
coolcnc/LinuxCNC/nc_files**
 ("coolcnc"= username)
 Z safe height **2,00**
 Units **mm**
 Post-processor **None**

Danach klicken Sie auf "Path to Gcode"!



49) Überprüfen Sie die Einstellungen:

Biarc inter.... **0,100**

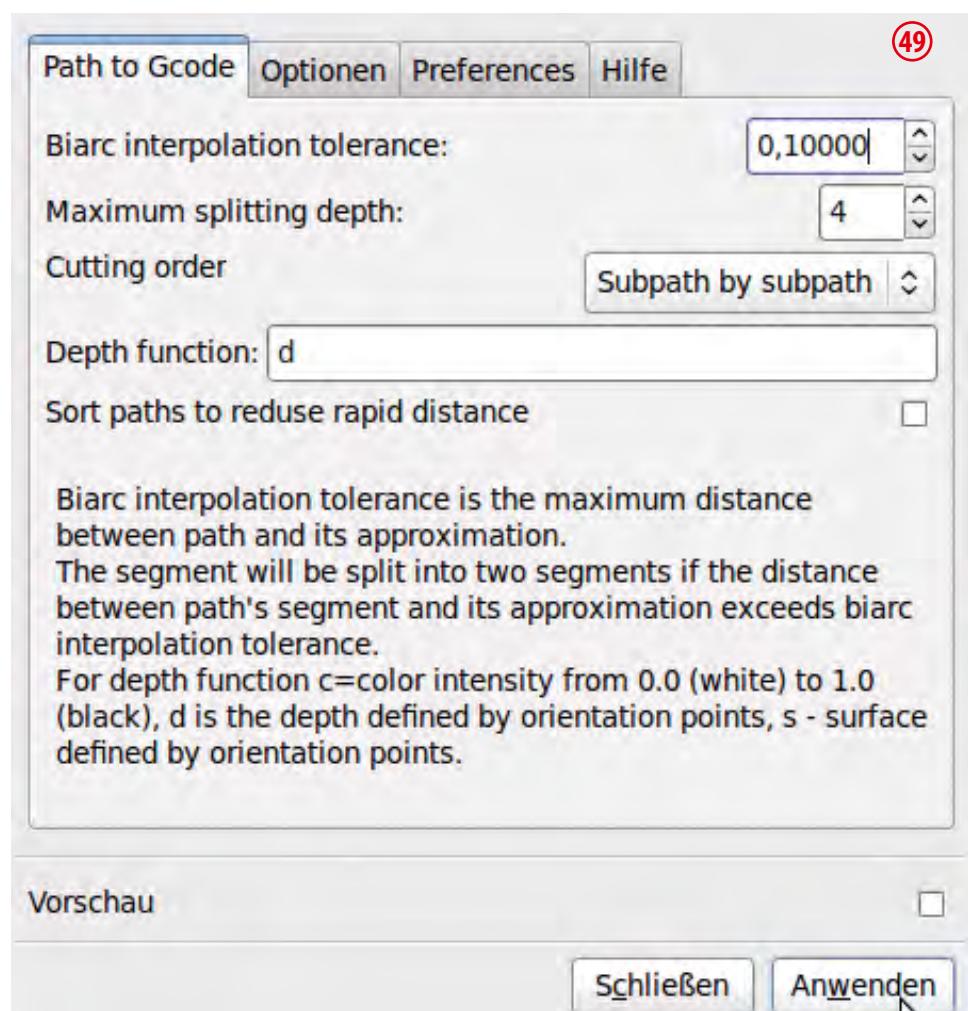
Maximum splitting **4**

Cutting order **sub-**

path by subpath

Depth funktion: **d**

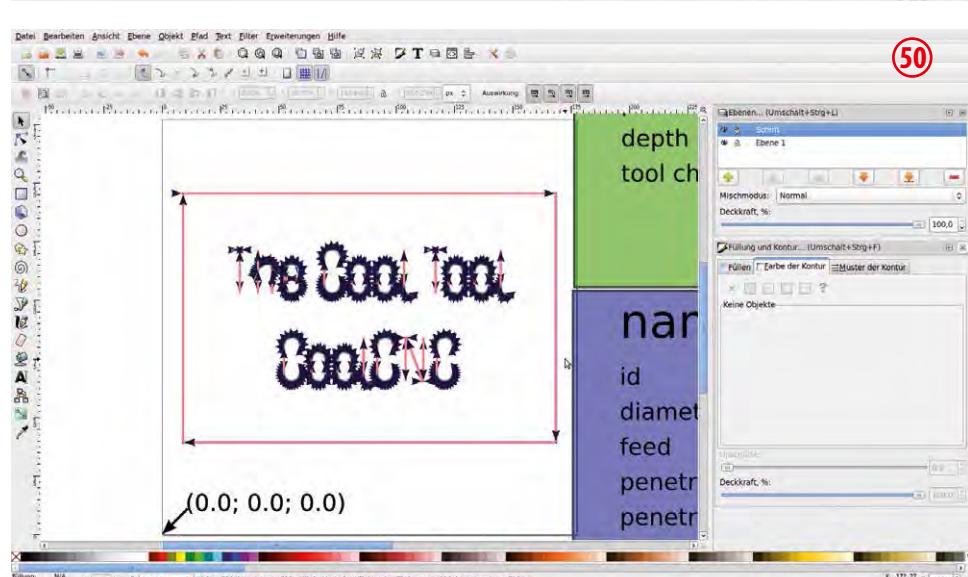
Danach klicken Sie "Anwenden" und schließen das Fenster - "Schließen"!



50) Fertig!

Sie können nun die Inkscape Datei speichern (klicken Sie "Datei" --> "Speichern"), danach schließen Sie Inkscape®.

(Speicherort und Dateinamen können Sie frei wählen.)



51) Den generierten G-Code in CETUS (UNI-FRAES-V3) öffnen.

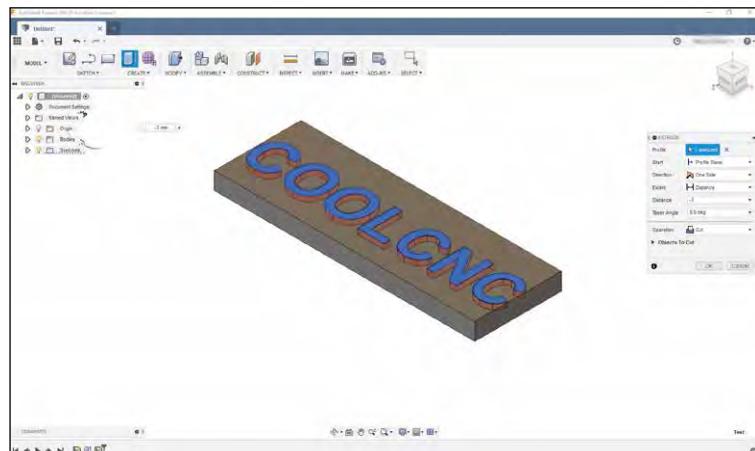
Arbeiten mit Autodesk® Fusion 360®

<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.

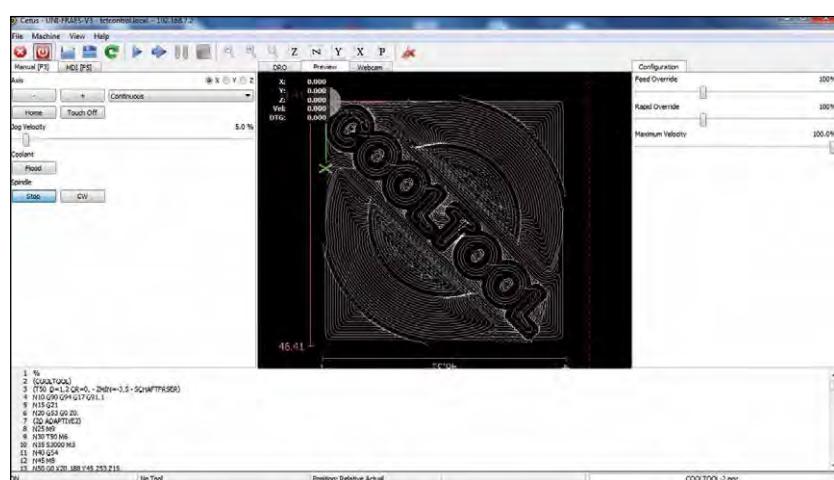
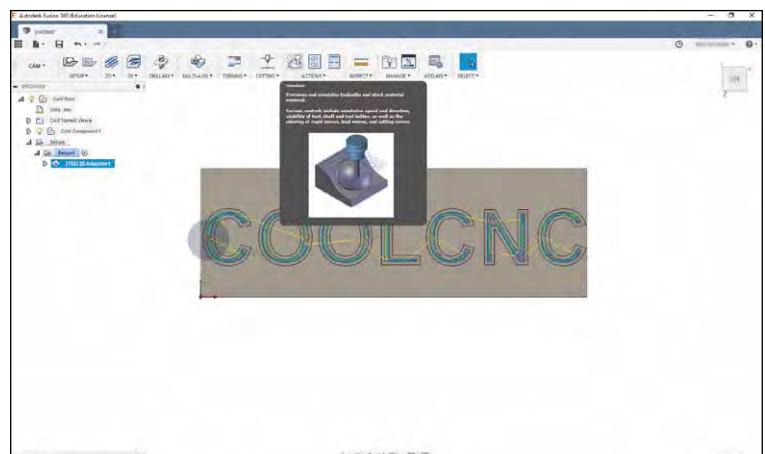
Komplexe 2,5D sowie 3D Modelle können erstellt werden. Die CAM Funktion ermöglicht es, das Fertigungsprogramm (G-Code) zu erstellen.

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.

