

[TECHN. AUSBILDUNG-CNC-1]

# 4.0 Unimat in der technischen Ausbildung – CNC

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 32mm, Sonderlängen bis 2000mm
- Längsschlitten: Verfahrweg 145mm, Sonderlängen bis 5000mm
- Genauigkeit: 0,08mm
- CNC-Fräse bis zu 6 Achsen

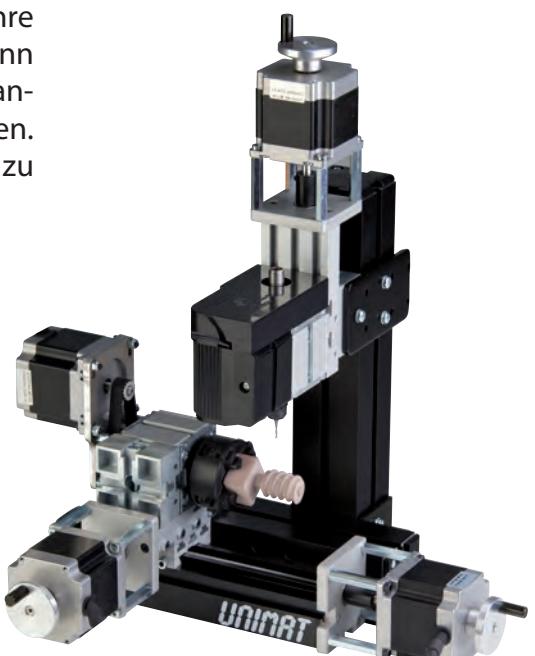
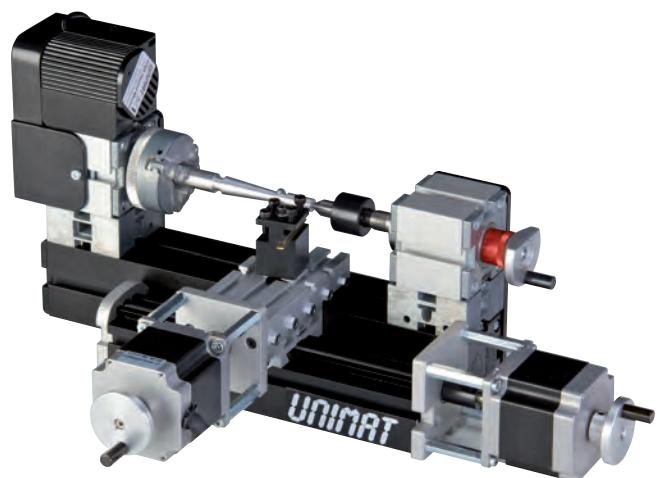
Besonders bemerkenswert sind die geringen Kosten für dieses System. Anstatt Industriemaschinen anzuschaffen, die das Schulbudget für Jahre ausreizen (hohe Anschaffungs- und laufende Wartungskosten), die dann den Schüler kaum zur Verfügung stehen, kann mit Unimat CNC ein ganzer Maschinenpark zu einem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

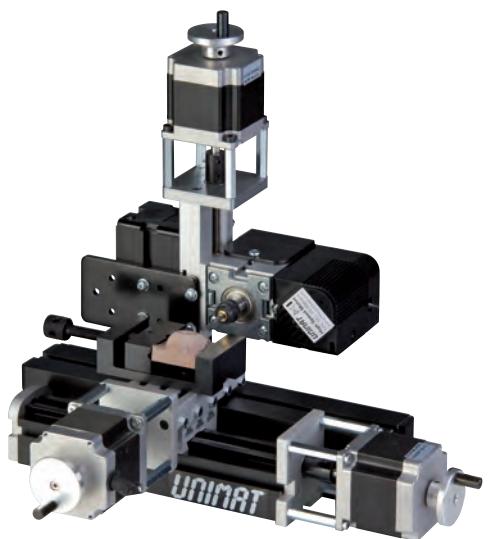
4.0

## 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.

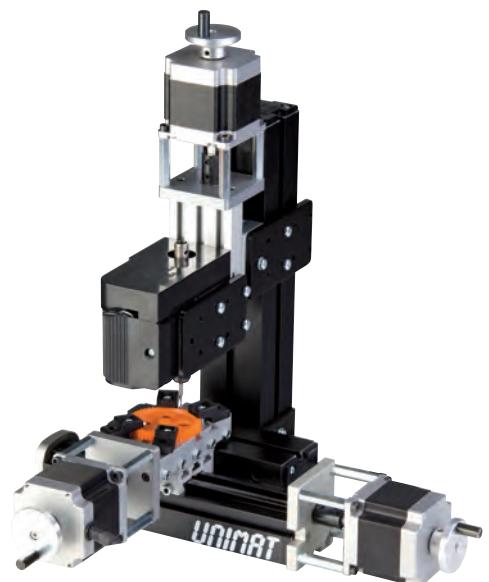
Industrieanlagen haben in der Ausbildung zwar den Vorteil, dass die Schüler praxisnahe Maschinen kennen lernen, jedoch stehen diese Maschinen in kaum einer Schule in ausreichendem Umfang zur Verfügung.

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.



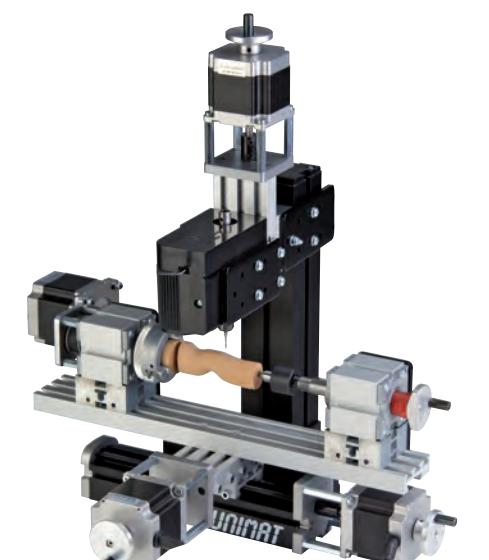
### Selbständiges Arbeiten durch leichteren Zugang zu den Maschinen

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



The **cool tool®** Quality Product  
MADE IN AUSTRIA

### 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

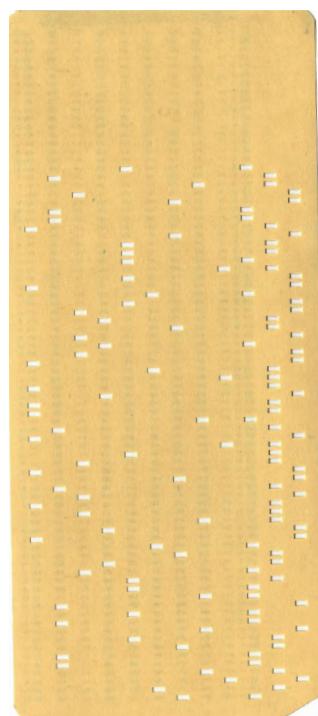
Diese Steuerung ist eine Weiterentwicklung der CNC Steuerung. Im Gegensatz zur CNC Steuerung, bei der ein Computer eine Maschine steuert, steuert bei der DNS Steuerung ein Computer (Server) mehrere Fertigungsmaschinen zur selben Zeit.

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

Lochkartenstanze



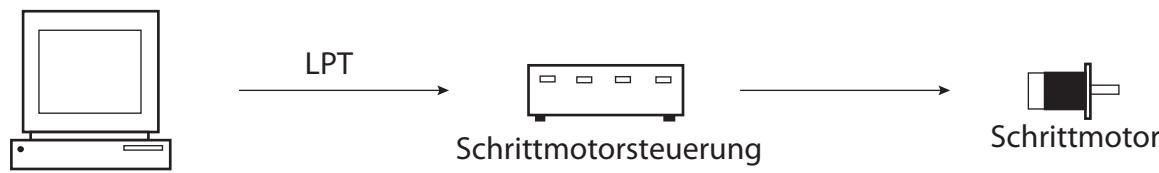
Lochkarte



# Funktionsweise der Cool Tool CNC - Steuerungen

**Real Time Linux bzw. Windows (nicht Real Time fähig)**

## CoolCNC Linux



Für Notebooks ohne LPT:  
Hier können PCMCIA- oder Express Cards zu Parallel Karten verwendet werden.  
Von uns getestet: Delock Art.No.: 61612 and 66220

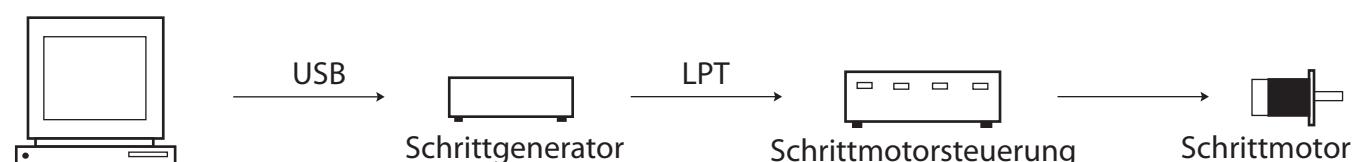
### Der PC dient als:

- 1) Eingabegerät (G-Code Dateien können hier erstellt bzw. fertige Dateien geöffnet werden)
- 2) „Manual“ Steuerung der Maschine über die Tastatur
- 3) CNC Steuerung erzeugt für jede einzelne Achse in Echtzeit (Real Time) die Steuerungssignale und sendet diese zur Schrittmotorsteuerung.

### Funktion der Schrittmotorsteuerung:

Signale werden für den Schrittmotor verstärkt (teilweise aufbereitet - 1/2, 1/4, 1/8, ... Schritt)

## CoolCNC Windows



### Der PC dient als:

- 1) Eingabegerät (G-Code Dateien können hier erstellt bzw. fertige Dateien geöffnet werden)
- 2) „Manuelle“ Steuerung der Maschine über die Tastatur
- 3) CNC Steuerung (generiert Steuerungspakete - nicht in Echtzeit)

### Schrittgenerator:

Entpackt die Steuerungspakete vom PC und sendet die Steuerungssignale für jede Achse einzeln in Echtzeit an die Schrittmotoren (puffert Steuerungsbefehle). Dies ist notwendig, da Windows nicht echtzeitfähig ist.

### Funktion der Schrittmotorsteuerung:

Signale werden für den Schrittmotor verstärkt (teilweise aufbereitet - 1/2, 1/4, 1/8, ... Schritt)

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.

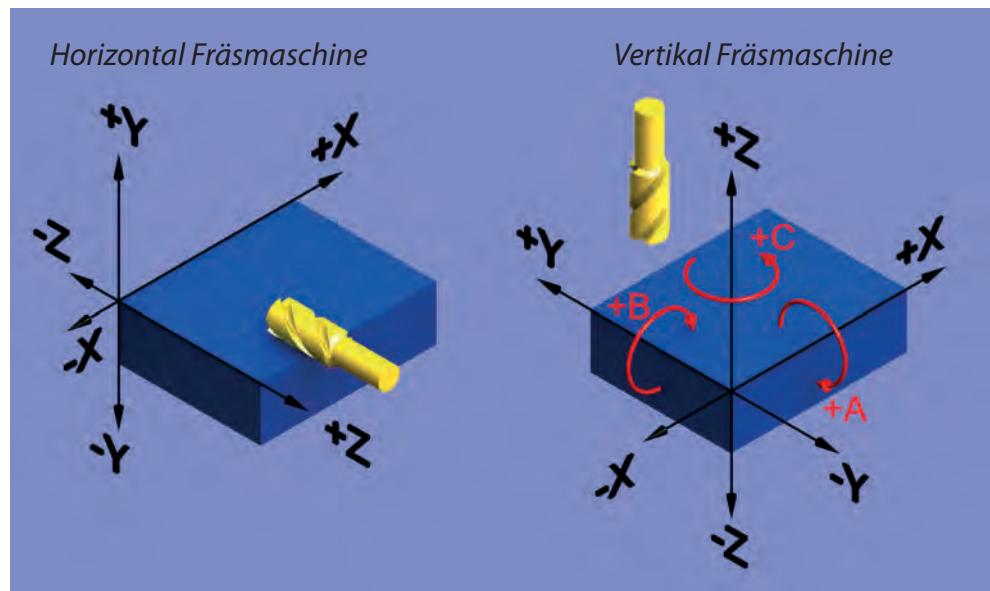


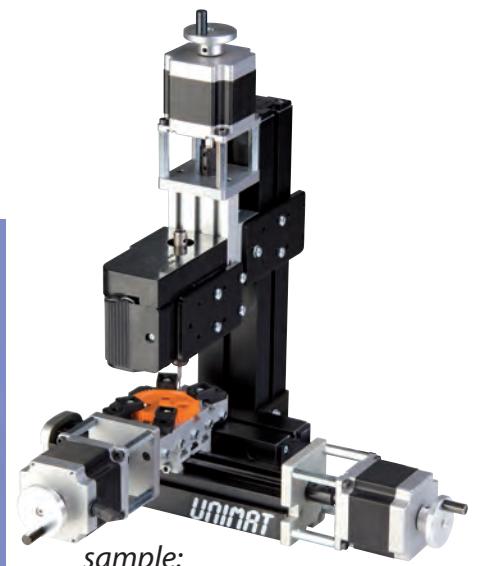
Abbildung 1

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.

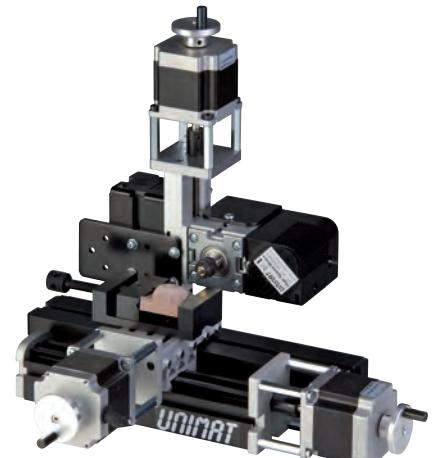
Die Grundlage der Erstellung eines G-Code Programmes ist folgende Definition.

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

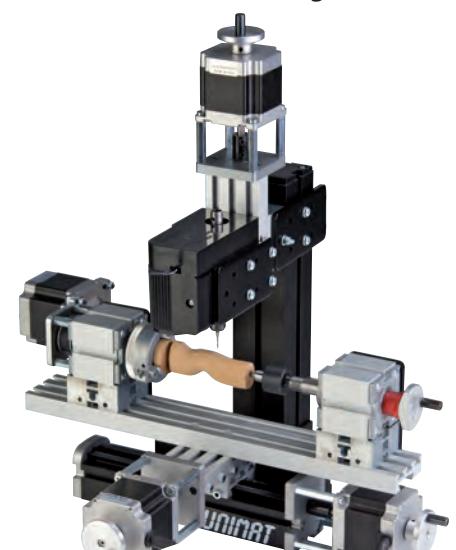
Dies ermöglicht, dass jeder normkonforme G-Code auf jeder NC Fräse ausgeführt werden kann, das Ergebnis (Werkstück) ist gleich.



sample:  
vertical milling machine



sample:  
horizontal milling machine



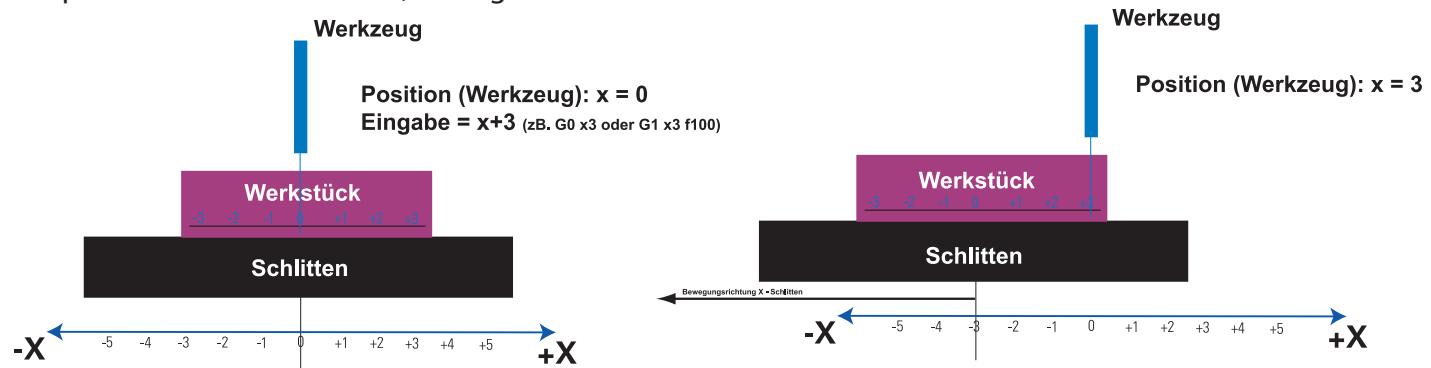
sample:  
vertical milling machine with A -axis

# Das Koordinatensystem von gesteuerten Maschinen

4.1.4

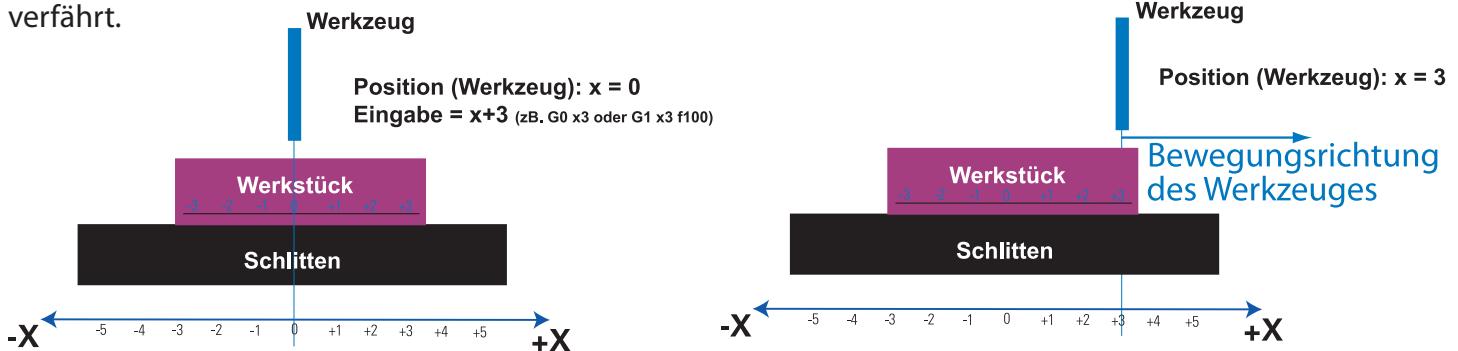
## Erklärung:

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.



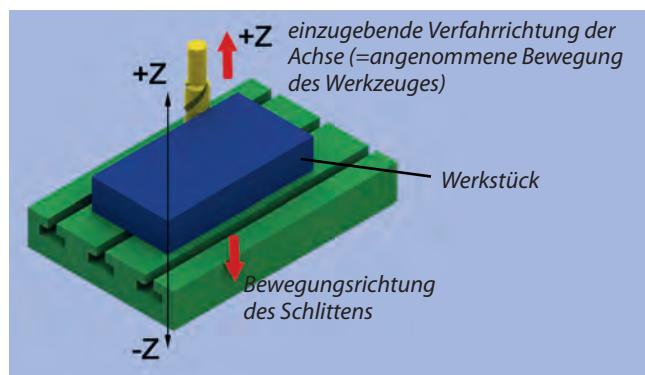
Durch diese negative Bewegung des Werkstückes ist die Position des Werkzeuges, relativ zum Werkstück +3.

Maschinen, bei denen das Werkzeug in x/y Richtung (Flächen- bzw. Portalfräsen) 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.

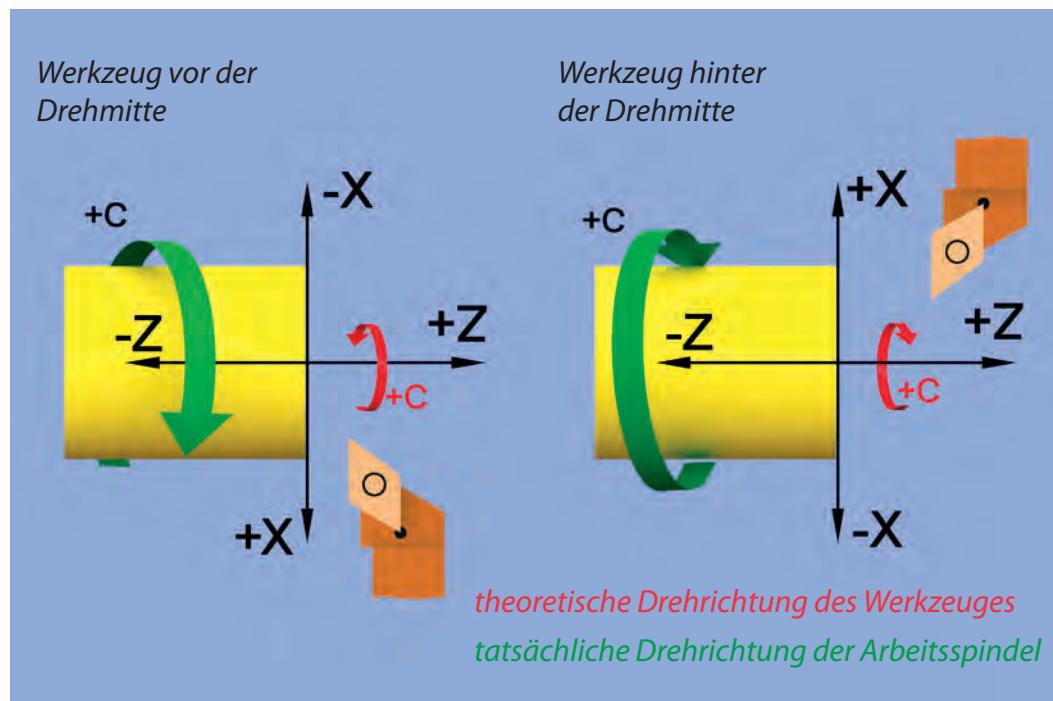
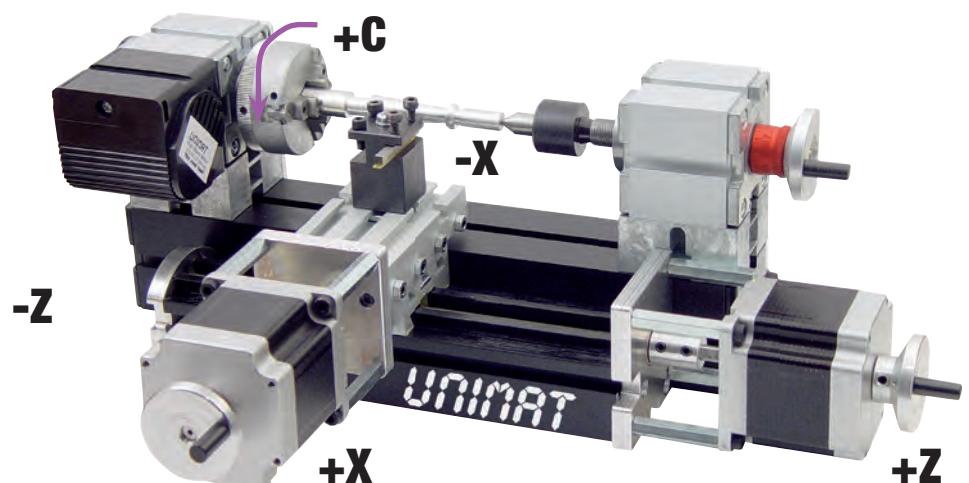


Abbildung 3

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!**

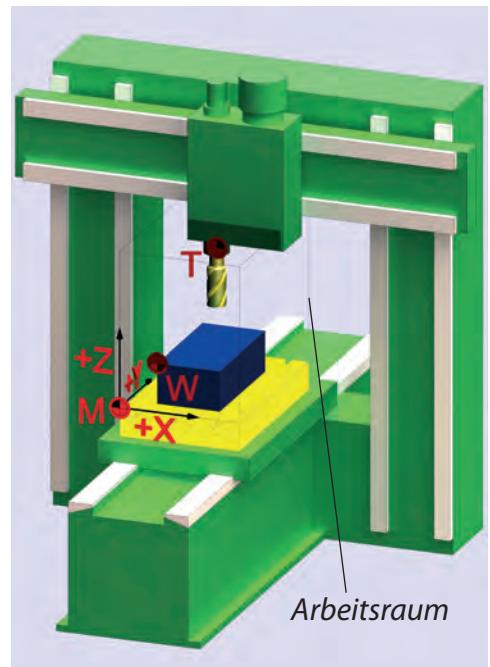


Abbildung 4

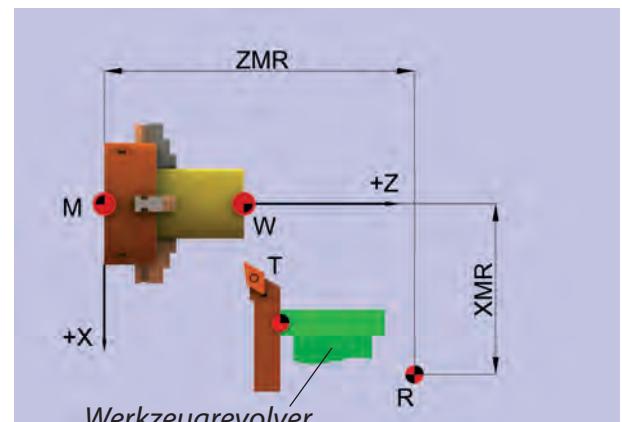


Abbildung 5

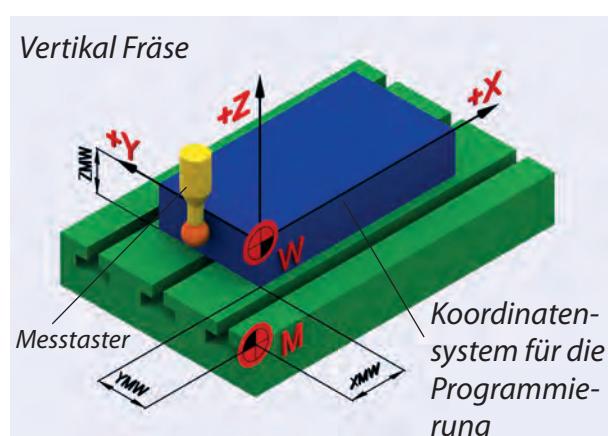


Abbildung 6

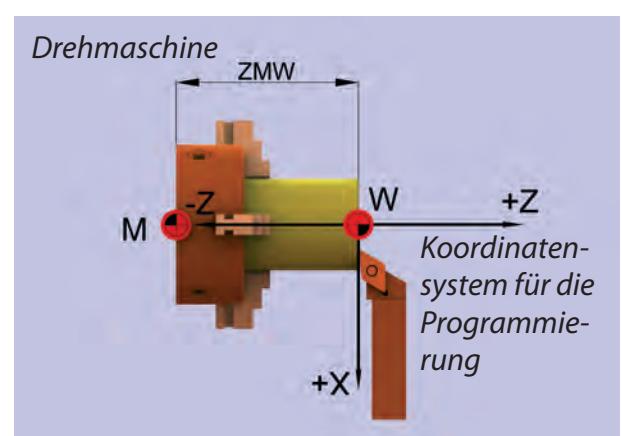
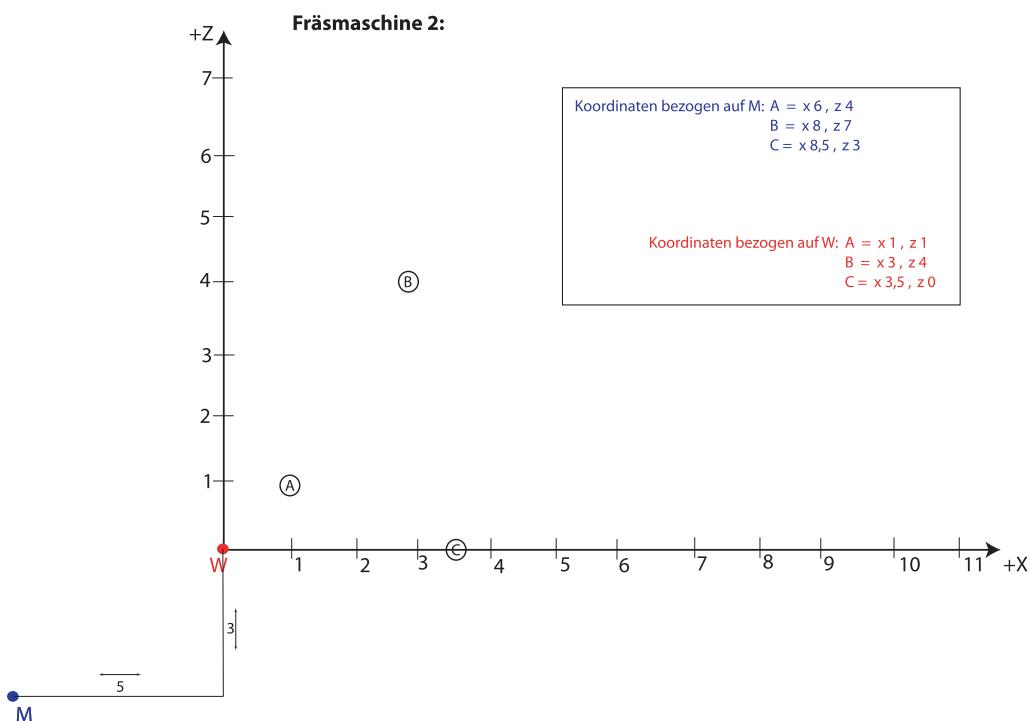
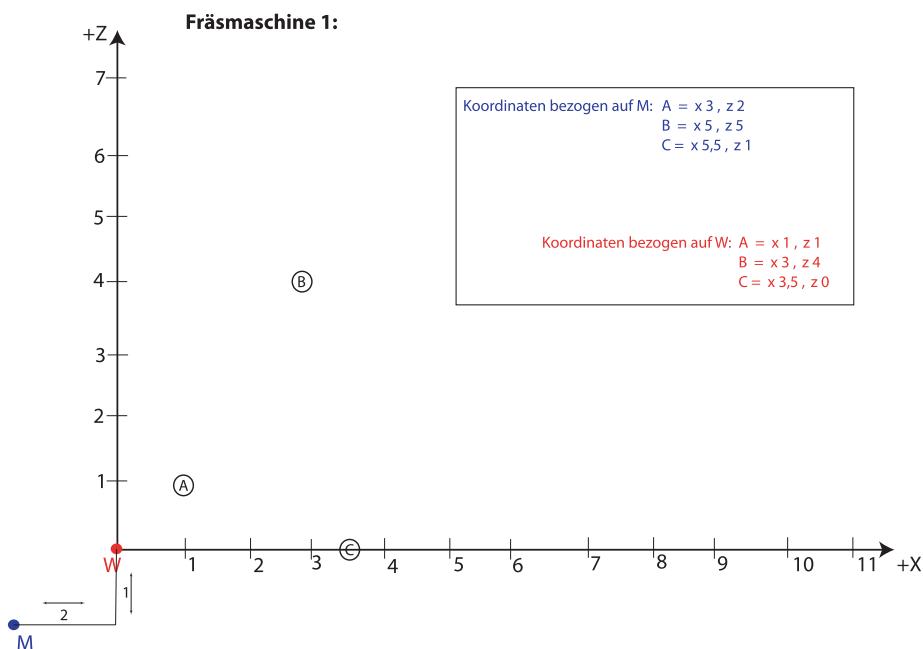


Abbildung 7



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.

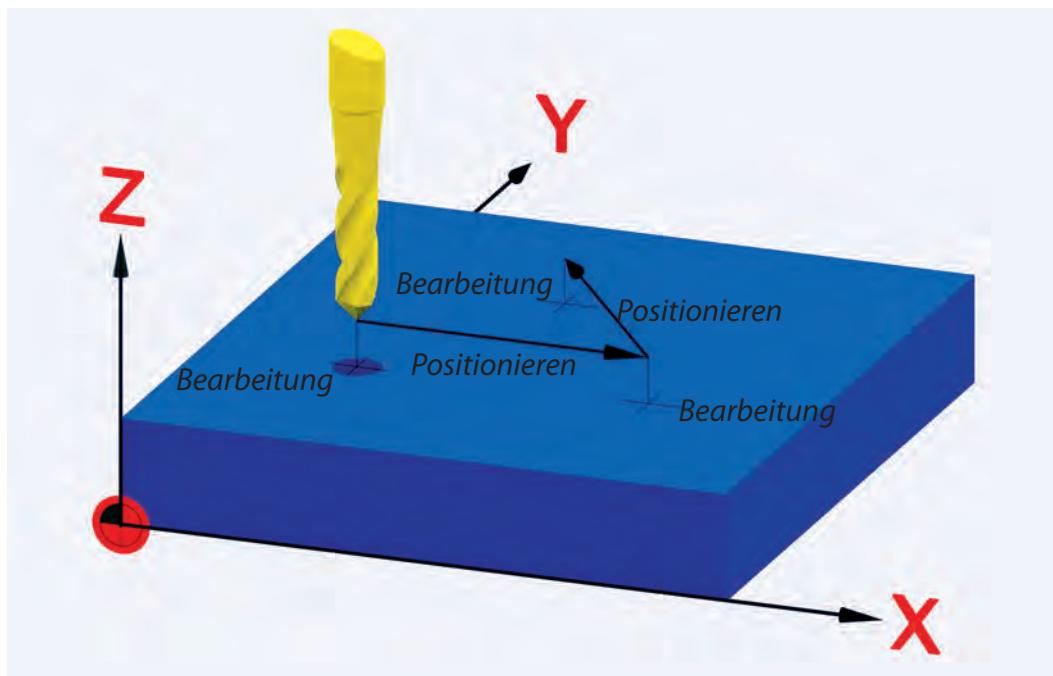


Abbildung 8

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).

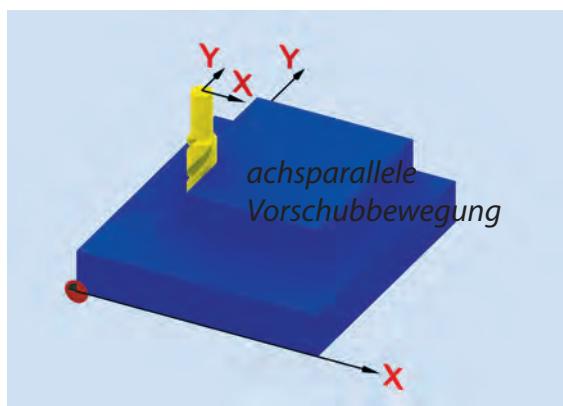


Abbildung 9

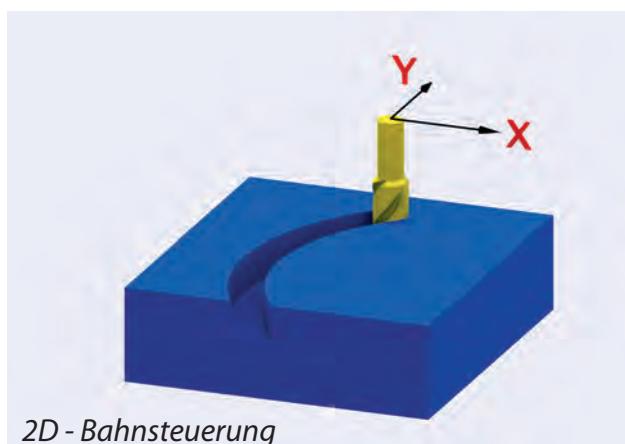
# Steuerungsarten

## 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

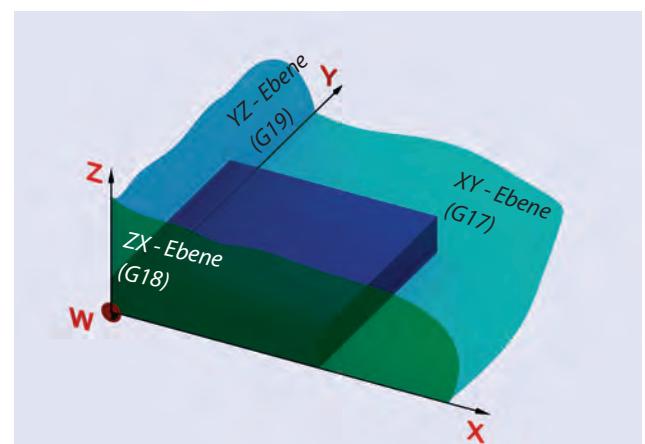


Abbildung 11

### 2 1/2 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.

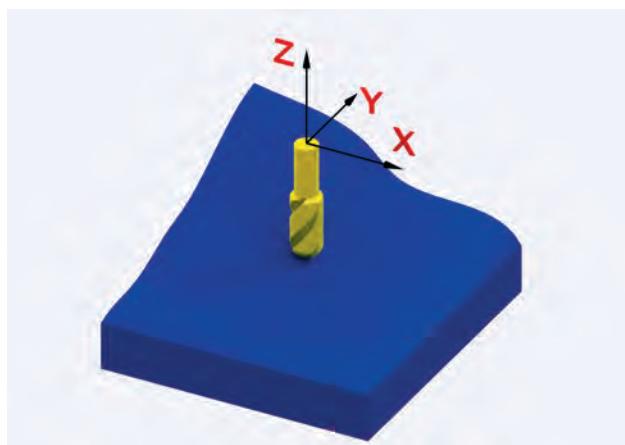


Abbildung 12

**Unsere CoolCNC Linux Software ist eine 3D Bahnsteuerung!**

Es können bis zu 8 Achsen interpoliert werden.

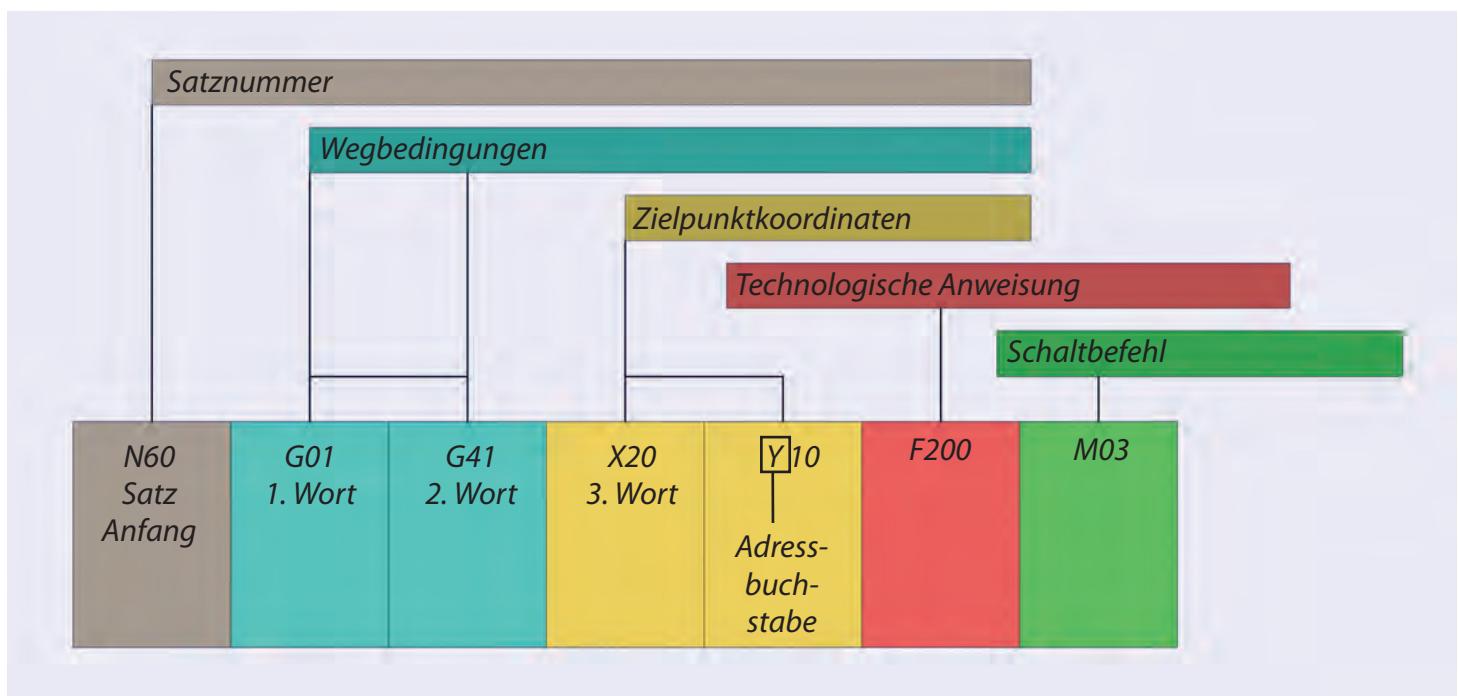
a) Manuell in einem Texteditor oder über das Eingabepanel an der CNC Maschine.

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](http://www.linuxcnc.org)

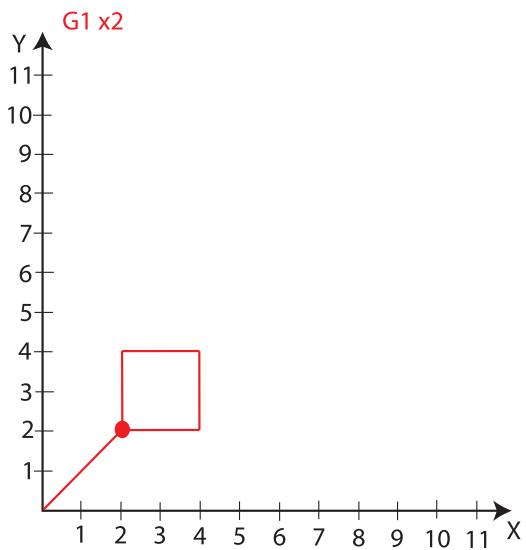
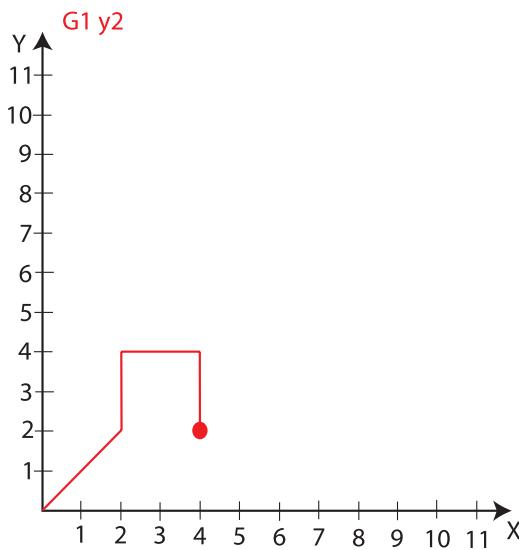
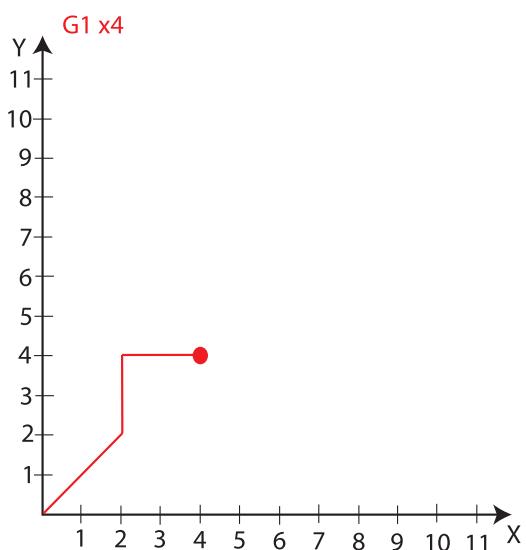
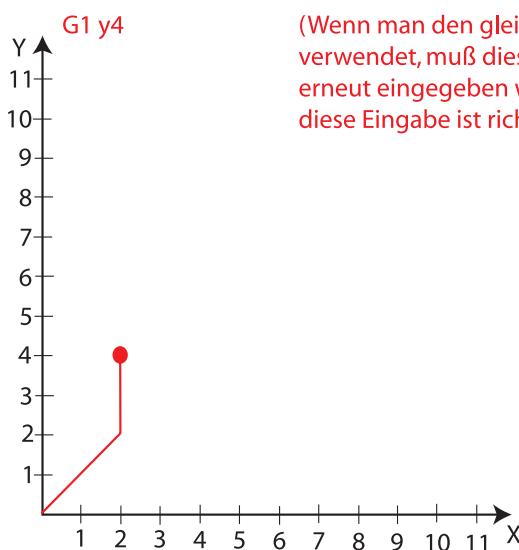
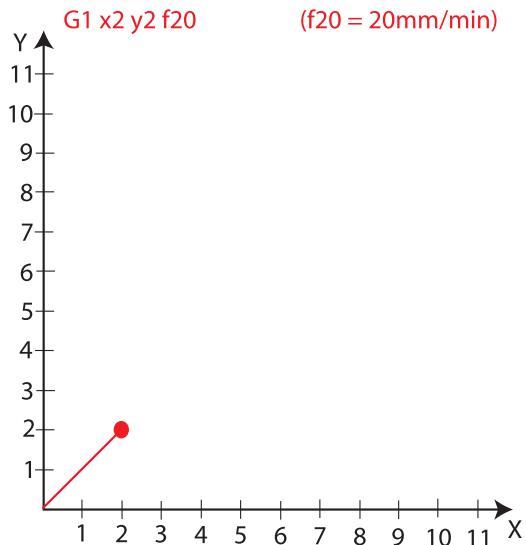
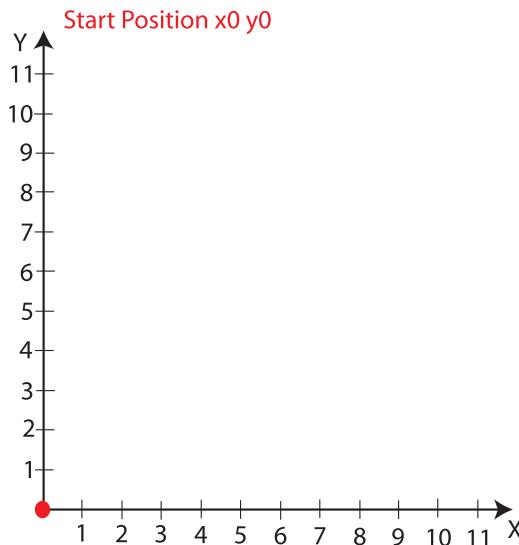
## GO / G00

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

## G1 / G01:

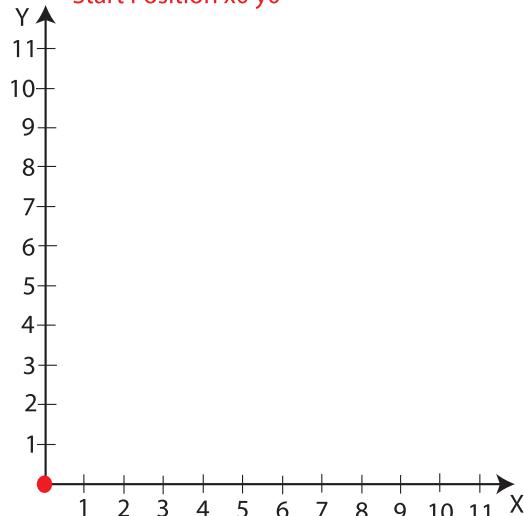
Lineare interpolierte Bewegung. Dieser Befehl benötigt auch die Eingabe der Vorschubgeschwindigkeit.

### Beispiel 1:

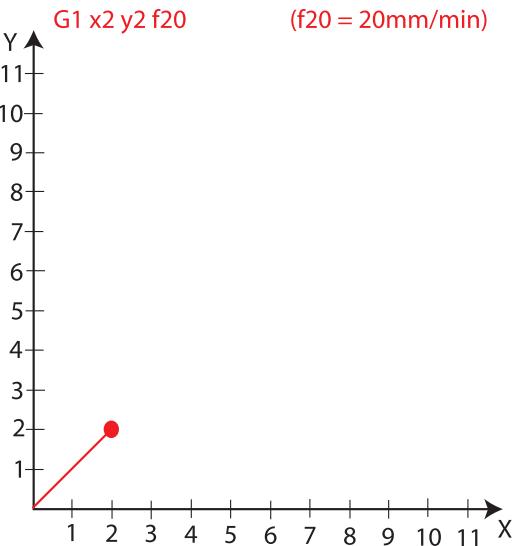


### Beispiel 2:

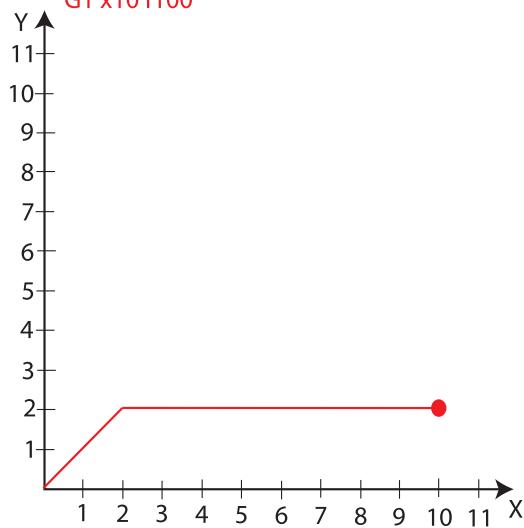
Start Position x0 y0



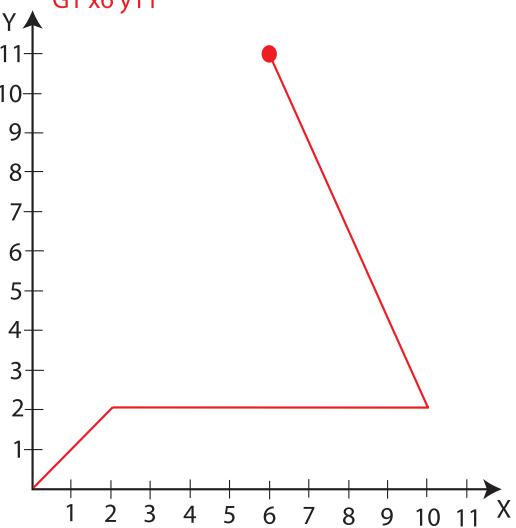
G1 x2 y2 f20



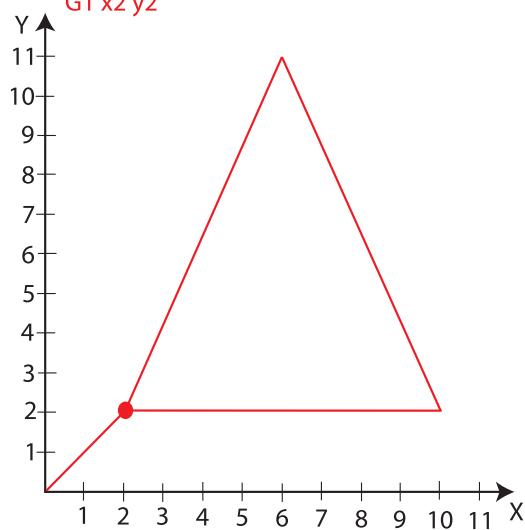
G1 x10 f100



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.

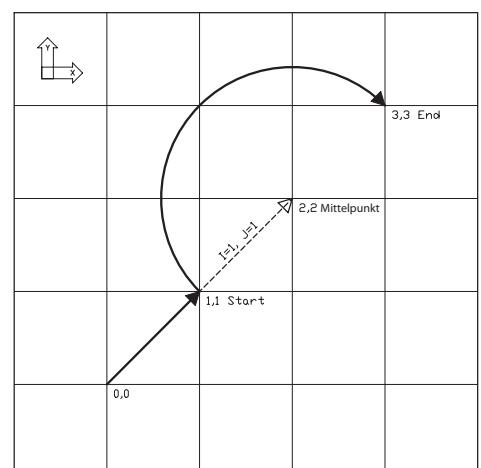


Abbildung 1

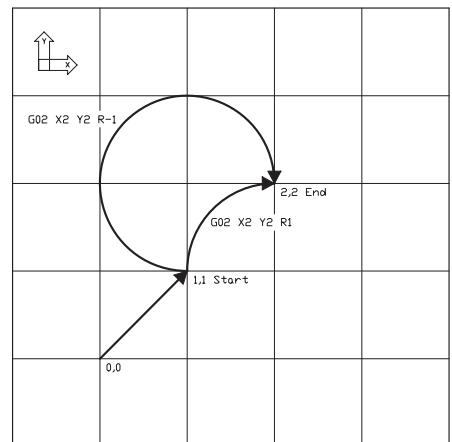


Abbildung 2

### 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).

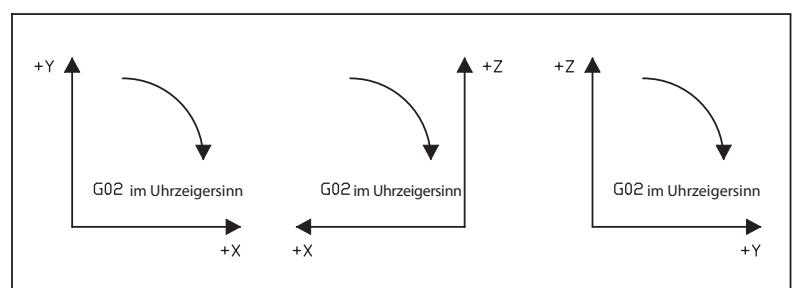


Abbildung 3

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).

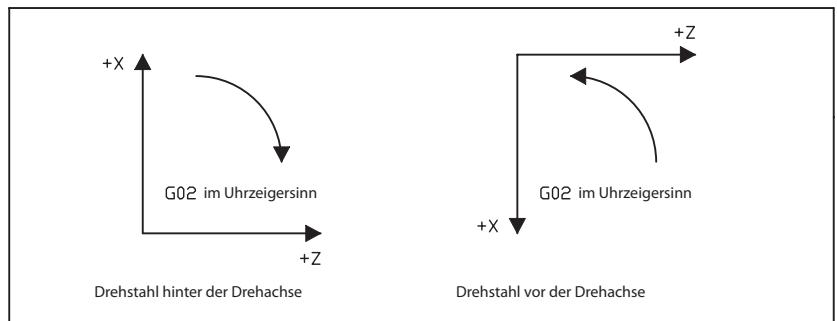


Abbildung 4

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

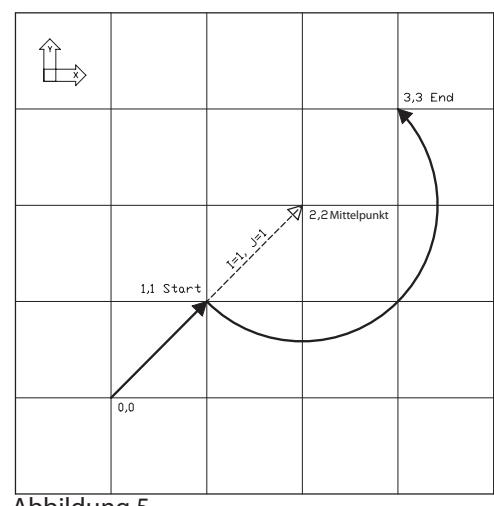
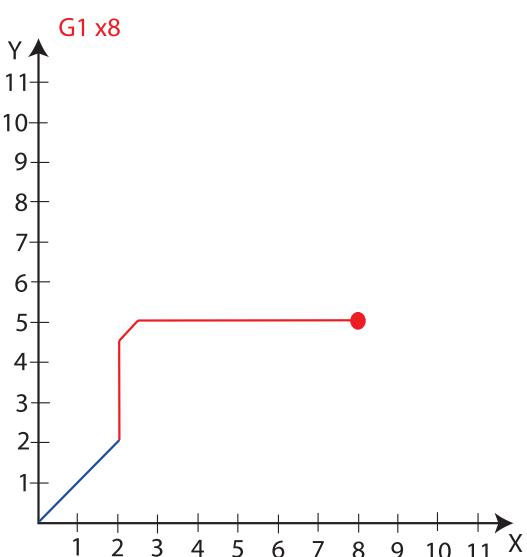
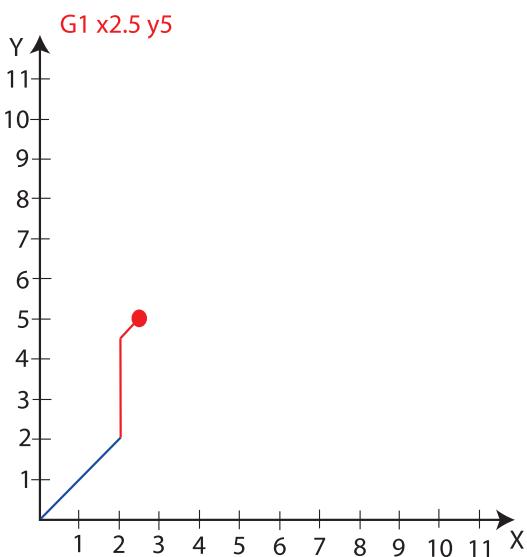
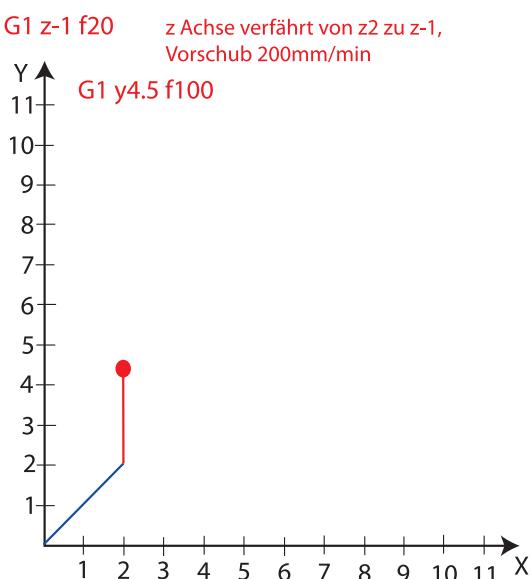
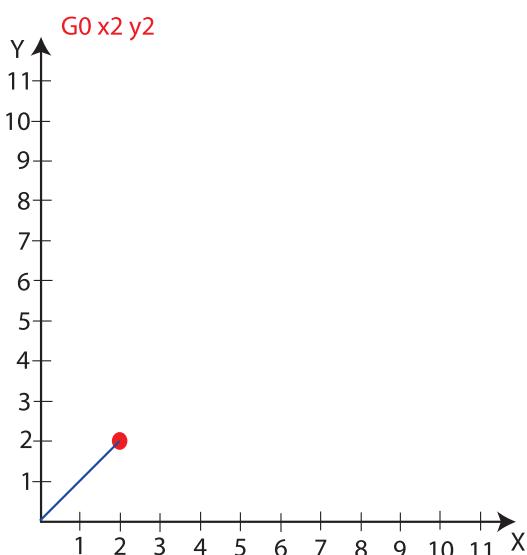
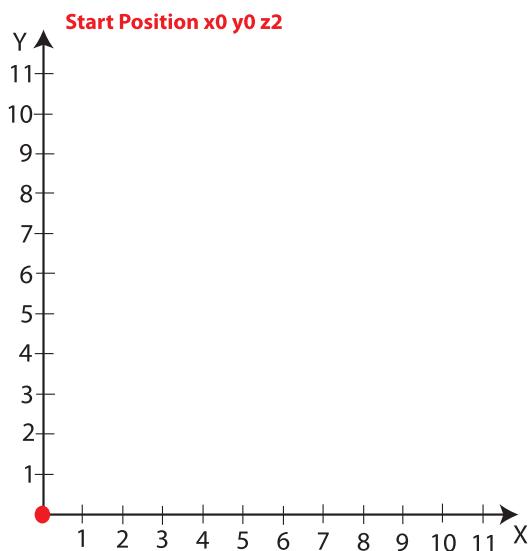
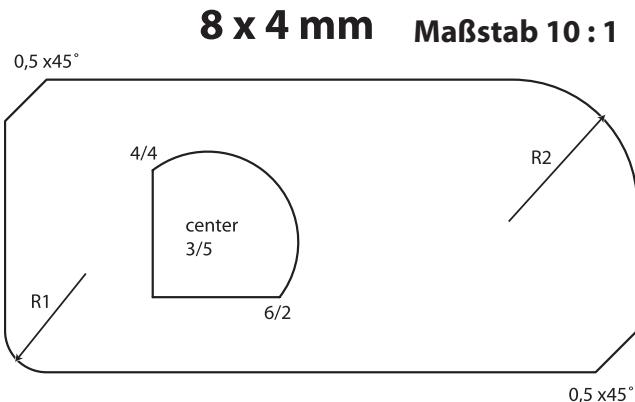
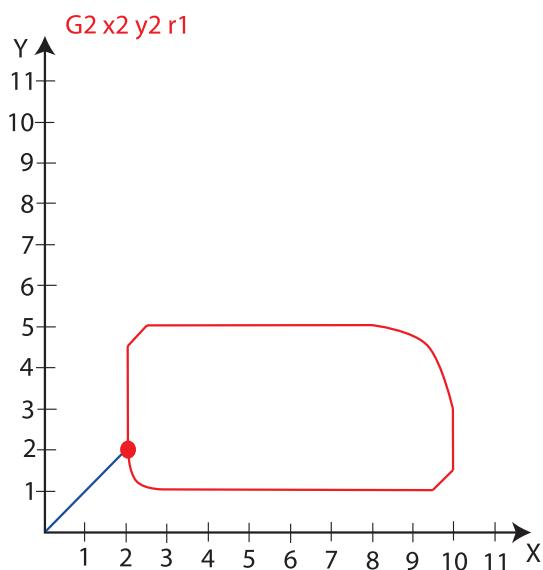
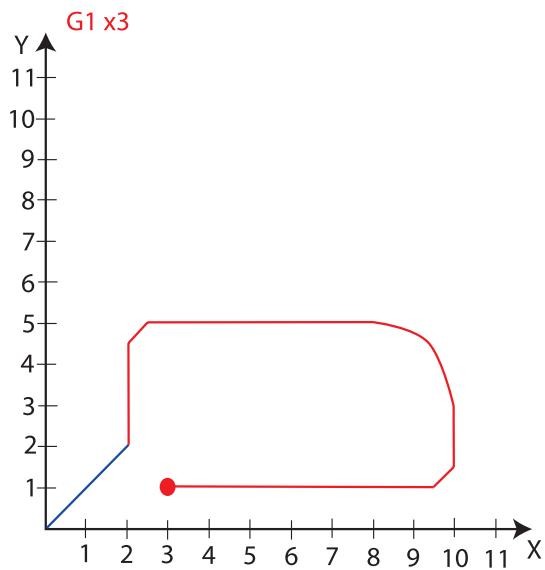
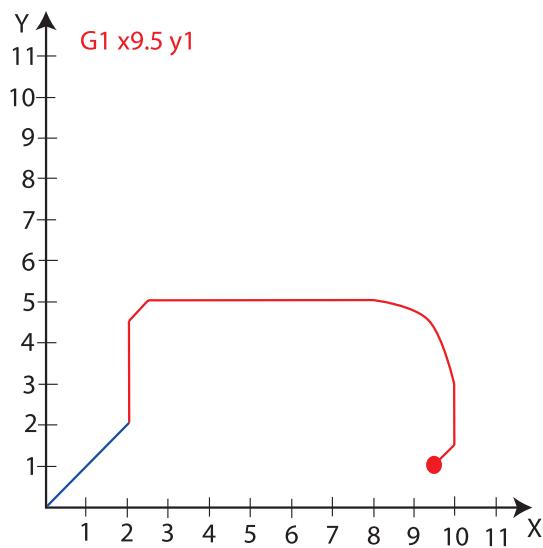
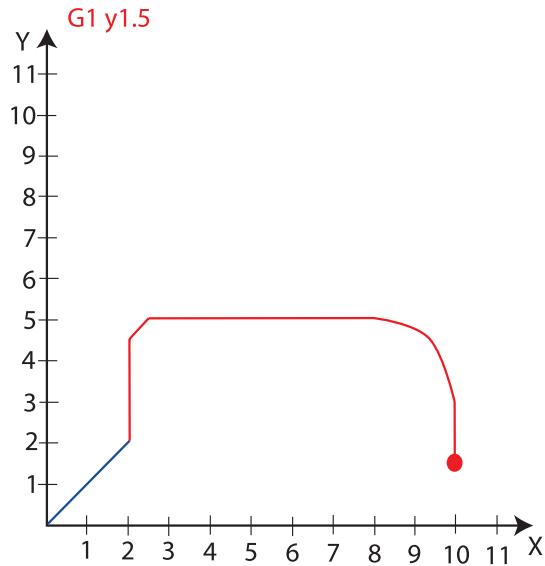
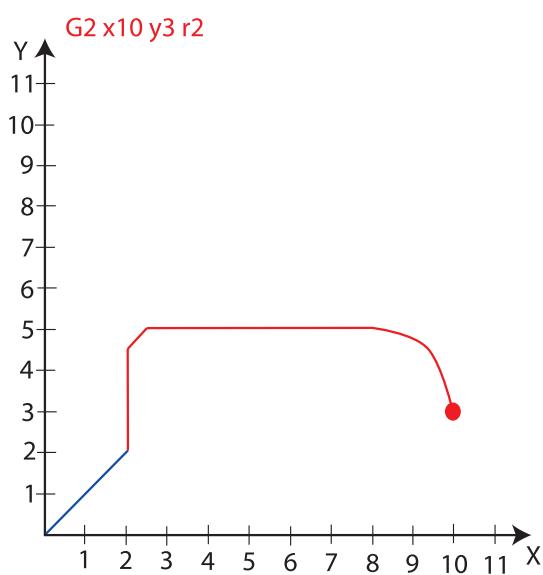
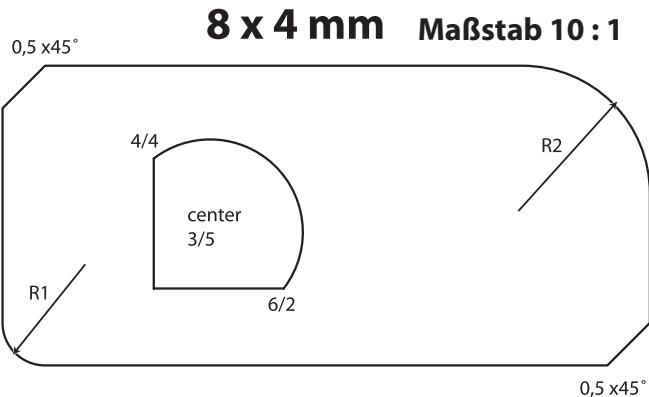


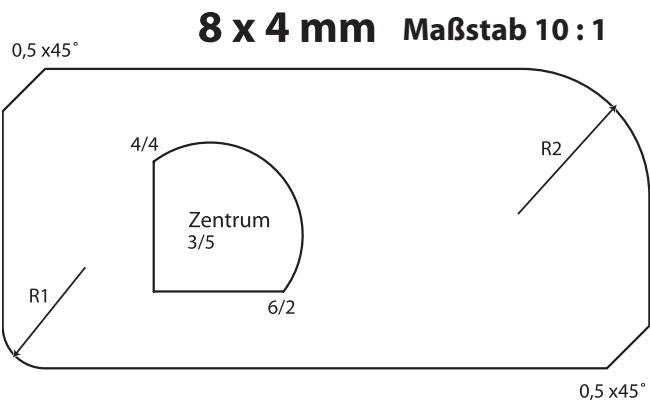
Abbildung 5

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

### Beispiel 3:



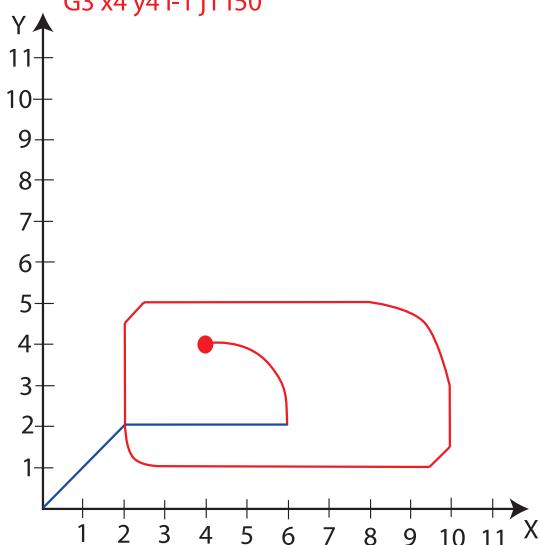




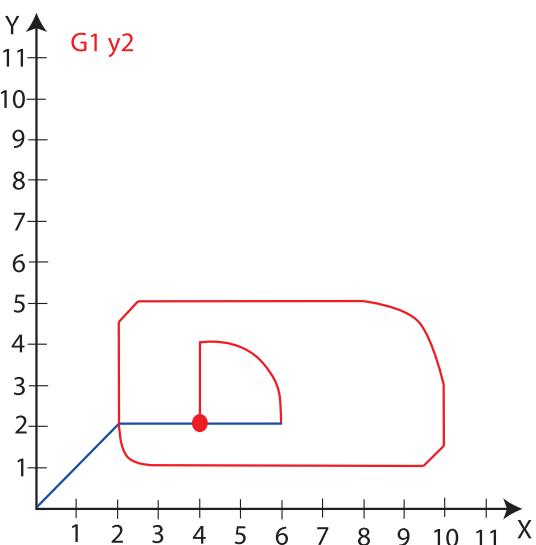
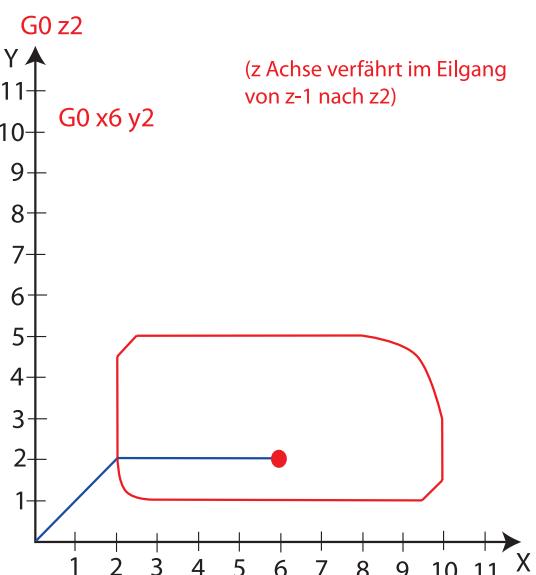
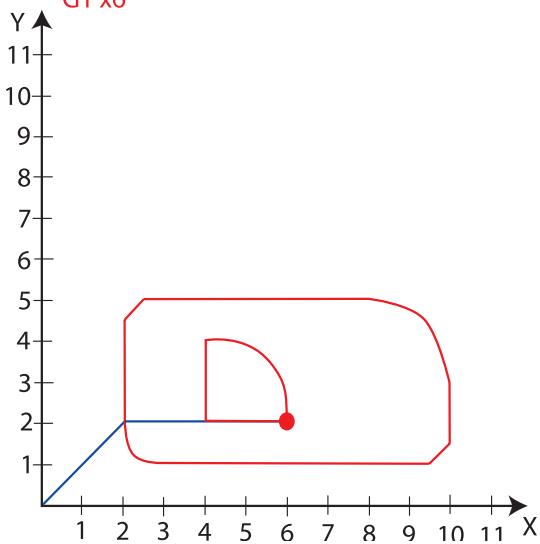
G1 z-1 f20

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

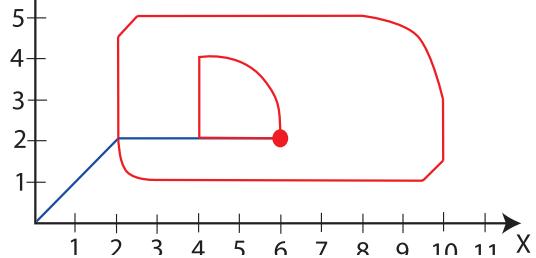
G3 x4 y4 i-1 j1 f50



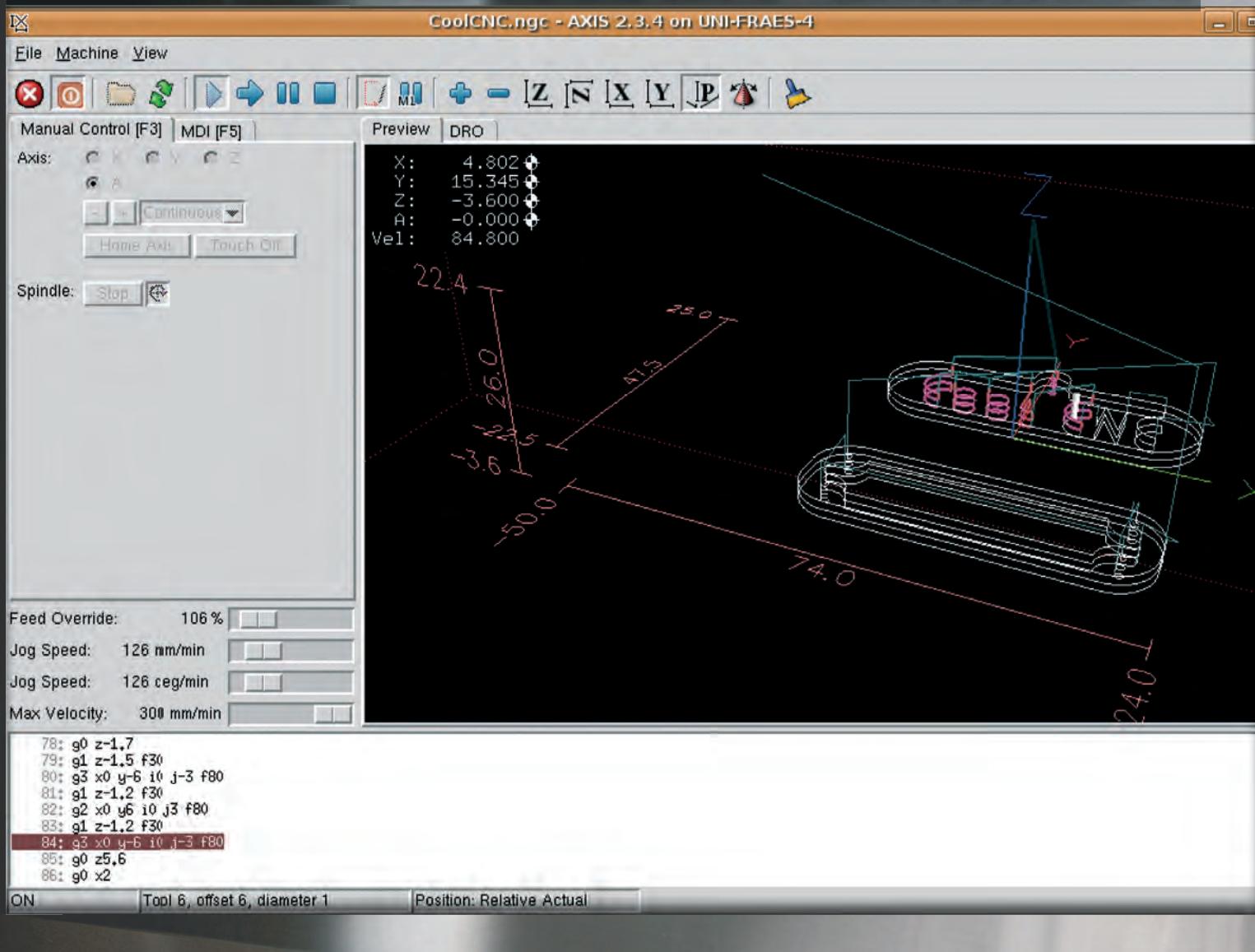
G1 x6



**G0 z2**  
(z Achse verfährt von z-1 nach z2 im Eilgang)



# 4.2 CoolCNC® LINUX (LinuxCNC)



## Allgemeines

Unser CoolCNC Linux® Paket basiert auf einem eigens entwickelten 5-Achsen Schrittmotorkontroller und der Steuersoftware. Wir setzen die Open Source Software LinuxCNC® ein. LinuxCNC® läuft unter Ubuntu® Linux, welches durch einen Rtai® Kernel erweitert wurde. Als grafisches Interface dient die ebenfalls unter der GNU GPL veröffentlichte Software Axis®. LinuxCNC® unterstützt den generell üblichen G - Code Standard RS-274 bzw. DIN66025.

Das Axis® Interface ist zur Zeit in folgenden Sprachen erhältlich, an weiteren Übersetzungen wird laufend gearbeitet: de, en, es, fi, fr, hu, it, ja, pt, pl, ro, ru, sk, sr, sv, zh (cn, hk, tw)

Um die Installation so einfach wie möglich zu gestalten bieten wir eine Live CD mit dem kompletten System an. Diese kann auch als Image von unserer Homepage herunter geladen werden. Mittels der Live CD ist es möglich unser System zu nutzen, ohne dieses auf dem Rechner zu installieren!

In unserem CoolCNC Linux Komplettpaket ist ein, auf unser System abgestimmter, Industrie PC inkludiert. Durch das vorinstallierte Betriebssystem ergibt sich eine Plug and Play Lösung. Optional können auch Opensource CAD/CAM Lösungen vorinstalliert werden.

Falls Sie unseren vorinstallierten PC nicht nutzen finden Sie anschließend die wichtigsten Informationen zur Installation.

## Systemanforderungen

Grundsätzlich kann das System auf jedem „i386“ basierenden Computer installiert werden (achten Sie auf die Mindestanforderungen). Um jedoch eine Maschine ansteuern zu können, müssen folgende Voraussetzungen auf jeden Fall erfüllt sein:

- 1) Geringe Latenze des PC's (Prozessors)
- 2) Parallele Schnittstelle (LPT)

Sind diese zwei Punkte nicht erfüllt, kann das System meist installiert werden. Die Bearbeitung kann jedoch nur am Bildschirm simuliert werden.

- Pentium III® oder höher (auf die Latenze achten)
- min. 512 MB RAM
- min. 2,1 GB freien Speicherplatz auf der HDD
- Parallele Schnittstelle bzw. freien Steckplatz für Schnittstellenkarte
- Notebook - LPT oder PCMCIA- bzw. Express Card Slot für Schnittstellenkarte
- CD bzw. DVD Laufwerk

## Vor der Installation

Es stehen Ihnen grundsätzlich folgende Varianten zur Verfügung:

### 1) Keine Installation auf der HDD

Booten von der Live CD - arbeiten mit dem System - alle Änderungen gehen bei einem Neustart verloren.

### 2) Testen danach Installieren

Booten von der Live CD - arbeiten (testen) des Systems - über das Installations Icon am Desktop die Installation starten

### 3) Installieren aus dem Startmenü

Booten von der live CD - im ersten Menü (vor dem eigentlichen Bootvorgang) die Installation starten

### 4) LinuxCNC® auf einem vorinstallierten Ubuntu® System installieren

Da dies eher selten vorkommt, gehen wir hier nicht näher darauf ein.

Nähere Informationen finden Sie unter [www.linuxcnc.org](http://www.linuxcnc.org)

Das System kann auch zusätzlich zu einem bereits installierten Betriebssystem installiert werden. Dies ergibt ein so genanntes Dual Boot System. Für ein Dual Boot System müssen minimum 2,1 GB freier Speicherplatz auf der HDD zur Verfügung stehen.

Führen Sie vor dem Einrichten eines Dual Boot Systemes eine Datensicherung durch.

Im Bios Setup Ihres Rechners muss die Funktion „Booten from CD bzw. DVD“ aktiviert sein.

Bei Fragen wenden Sie sich an Ihren Systemadministrator.

## Installation

Hier wird die Vorgehensweise „Testen danach Installieren“ beschrieben.

- Legen Sie die Live CD (CoolCNC) in das CD bzw. DVD Laufwerk
- Starten Sie den PC
- Nach ein paar Sekunden sehen Sie eine Fenster in dem Sie die Sprache, in der das System gestartet wird, wählen können.
- Im nächsten Menü wählen Sie: „Ubuntu ausprobieren ( Rechner ..... )“
- Nun wird Ubuntu gestartet. Dies kann einige Minuten dauern und ist von der Performens des verwendeten Rechners abhängig

Falls Sie nach dem PC Start nicht zur Spachauswahl kommen überprüfen Sie Folgendes:

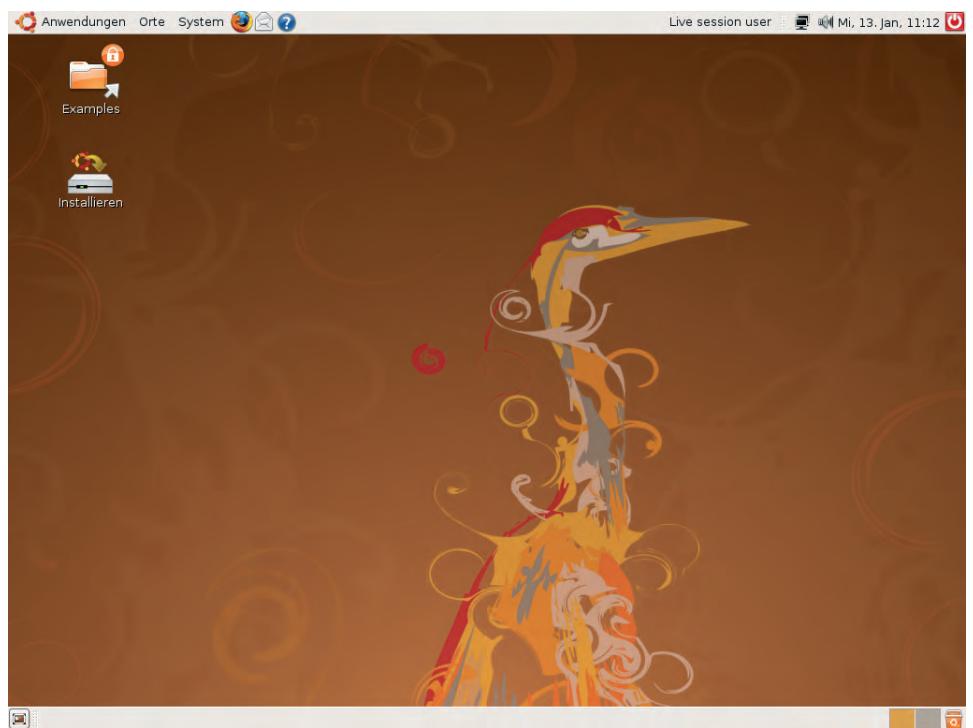
- Ist im Bios „Starten von CD“ aktiviert. Stellen Sie sicher, daß der PC vom optischen Laufwerk startet (CD, DVD, ...).
- Bei den neueren Live CD's handelt es sich um „Live DVD's“, d.h. es wird ein DVD Laufwerk benötigt. Alternativ können Sie das Image der Live CD

herunterladen und selbst eine Live CD (CD Rohling) brennen.

- Nachdem Ubuntu gestartet wurde sehen Sie den Desktop mit dem Installations Icon. Nun können Sie das System benutzen.

Genauere Informationen finden Sie unter „Arbeiten mit Axis 4.2.2“.

Doppelklicken Sie auf das Installationsicon „Installieren“ um das Setup zu starten.



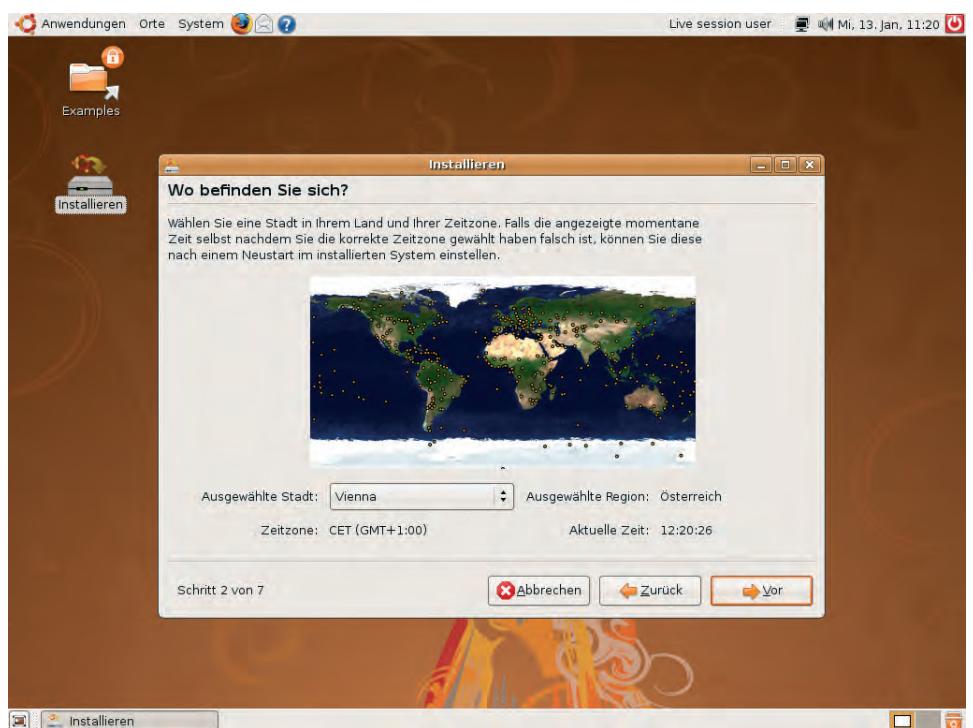
- Wählen Sie die Sprache Ihrer Installation.

Danach klicken Sie auf „Vor“.



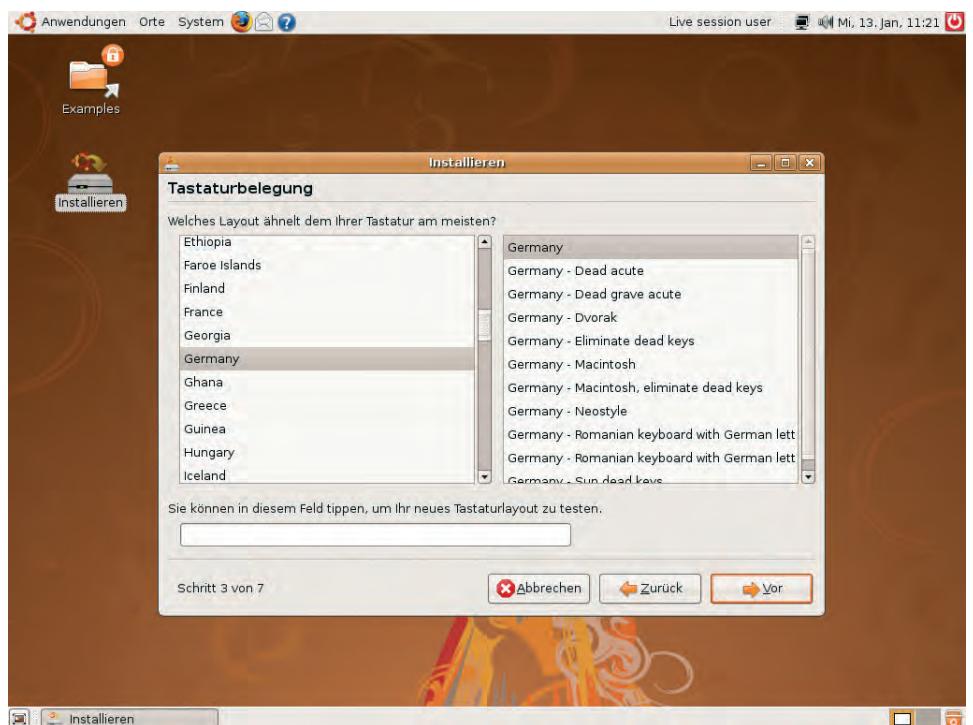
- Wählen Sie Ihre Zeitzone.

Danach klicken Sie auf „Vor“.



- Wählen Sie Ihr Tastaturlayout.

Danach klicken Sie auf „Vor“.



# Allgemeines und Installation

- Hier gibt es je nach Festplattenkonfiguration und weiteren Parametern wie z.B. Dualboot System oder nicht, die unterschiedlichsten Möglichkeiten. Untenstehend sind die 2 häufigsten beschrieben.

a) Leere Festplatte (kein Dualboot system): Wählen Sie den Menüpunkt „Geführt - verwende vollständige Festplatte“. Falls Daten auf dieser Festplatte sind, gehen diese verloren!

b) Dualboot System

b.1) Festplatte besteht aus einer Partition: Wählen Sie die Funktion „..... verkleinern und freigewor denen Platz zur Installation nutzen“.

Die bestehende Partition wird orange dargestellt. Der grau hinterlegte Bereich entspricht dem freien Speicherplatz. Dazwischen befindet sich ein grauer Regelbalken, mittels dieses Balkens können Sie die gewünschte Größe einstellen.

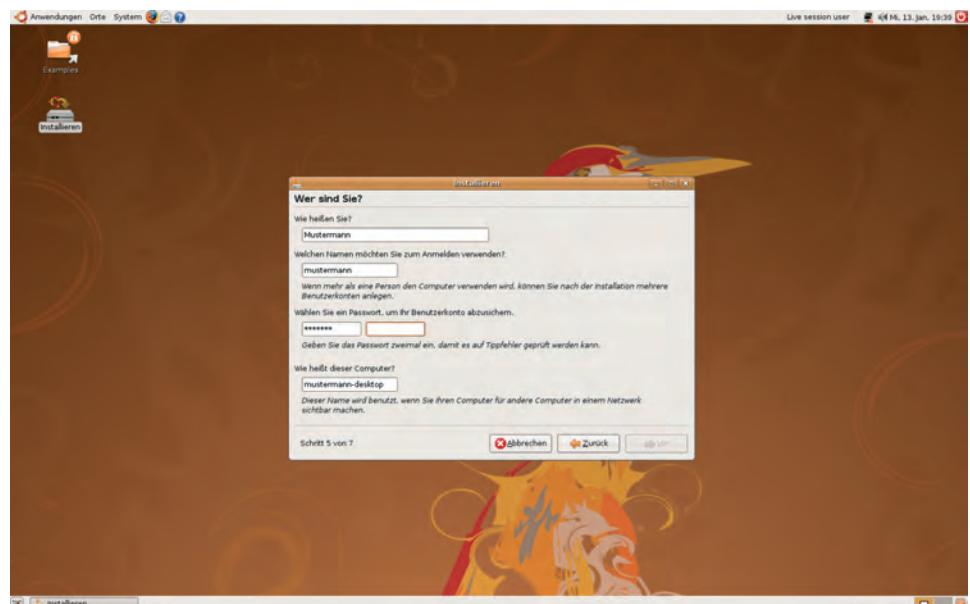
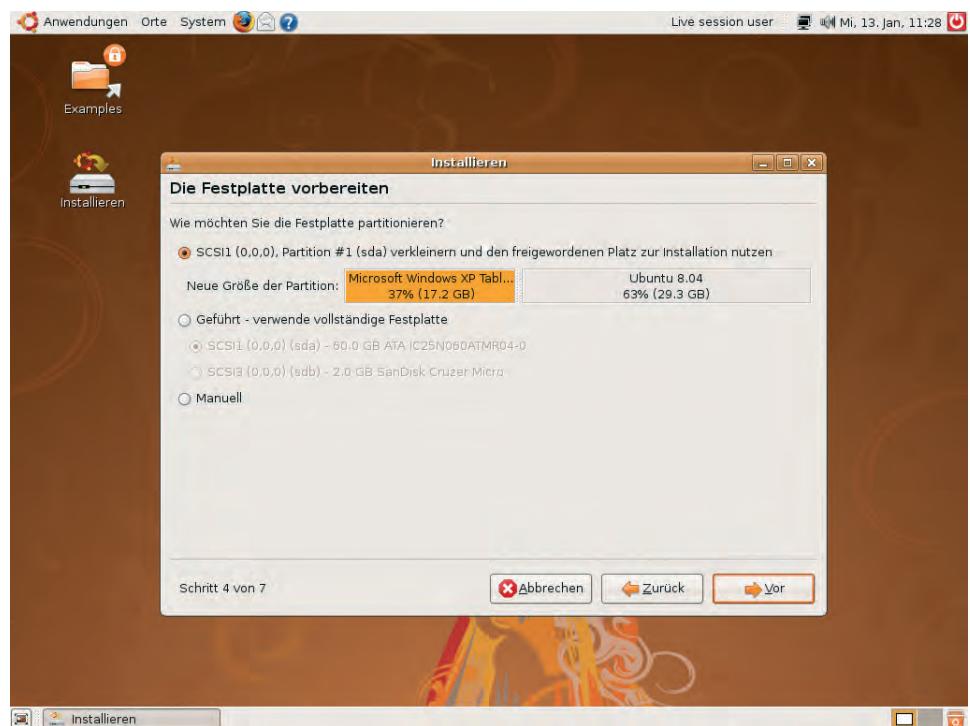
b.2) Festplatte besteht aus mehreren Partitionen: Wählen Sie eine der freien Partitionen für die Installation aus, und folgen Sie den Anweisungen.

Danach klicken Sie auf „Vor“.

**Wenn Sie nicht sicher sind, ziehen Sie Ihren Systemadministrator hinzu!**

- Geben Sie Ihren Namen ein, weiters können Sie hier einen Benutzernamen sowie das Passwort festlegen. Auch ein individueller Computername kann vergeben werden.

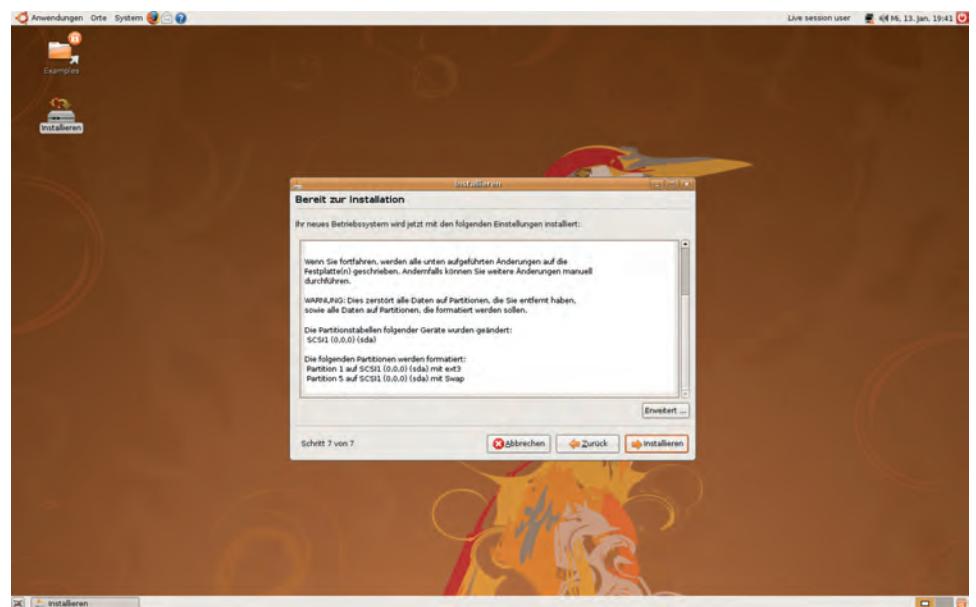
Danach klicken Sie auf „Vor“.



- Hier können Sie alle Einstellungen vor der Installation noch mal überprüfen.

Danach klicken Sie auf „Installieren“.

Falls Sie noch Änderungen vornehmen wollen, klicken Sie auf „Zurück“.



- Nun startet die Installation. Den Installationsfortschritt können Sie in diesem Fenster beobachten.

Die Installationsgeschwindigkeit hängt von der Leistung Ihres Rechners ab.

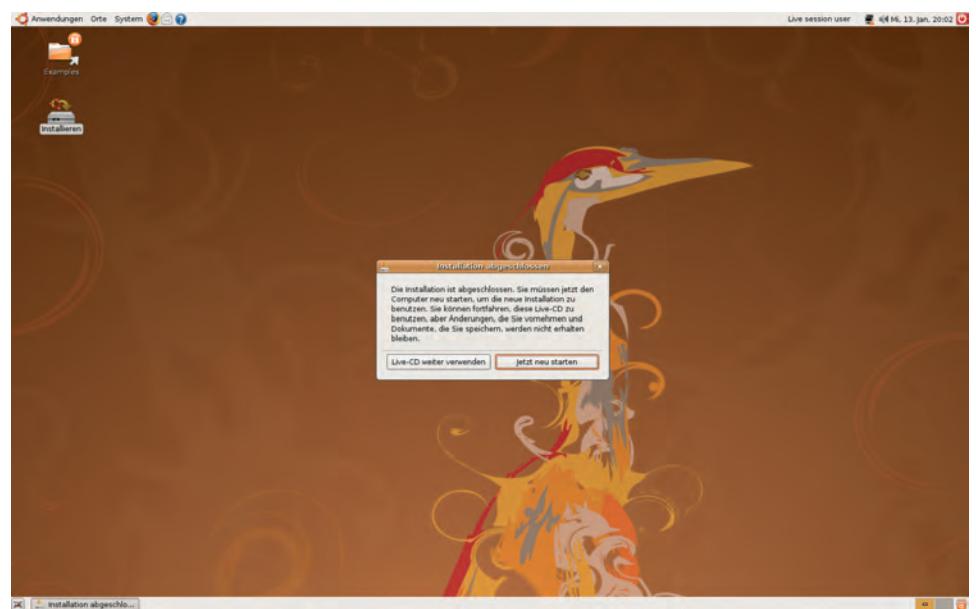


- Nach der Installation können Sie den PC neu starten. Klicken Sie auf „Jetzt neu starten“

Ubuntu wird beendet. Sie werden aufgefordert die CD zu entnehmen, danach drücken Sie Enter.

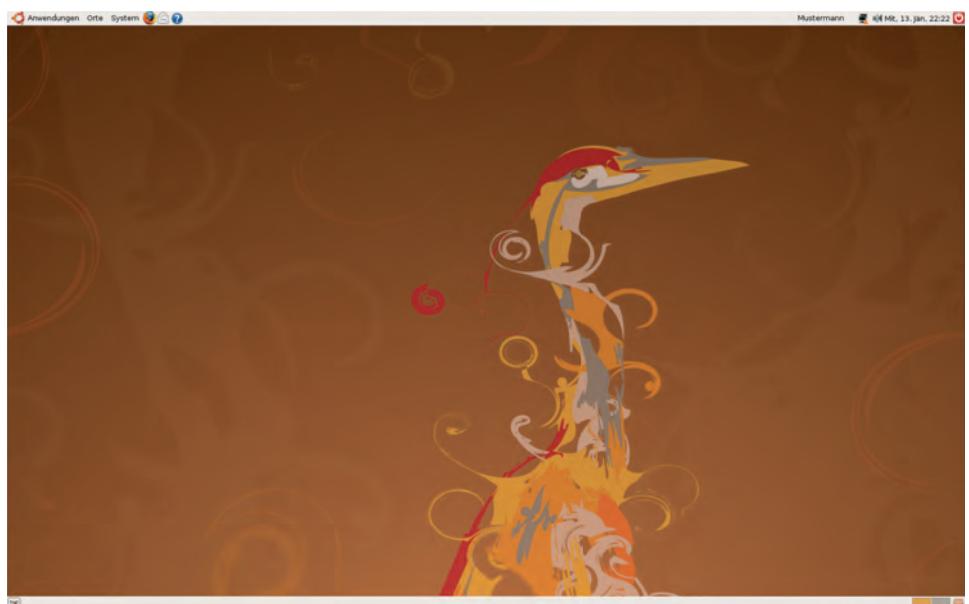
Beim nächsten PC Start wird Ihnen bei Dualboot Systemen der Bootmanager angezeigt. Hier können Sie wählen in welches Betriebssystem Sie starten wollen.

Nach dem Bootvorgang melden Sie sich mit Ihrem Benutzernamen und Passwort an.



Nachdem Sie sich angemeldet haben, sehen Sie den Desktop. Damit Sie LinuxCNC® sowie Ubuntu® regelmäßig update können benötigen Sie eine Internetverbindung. Untenstehend ist erläutert wie Sie Netzwerkeinstellungen vornehmen.

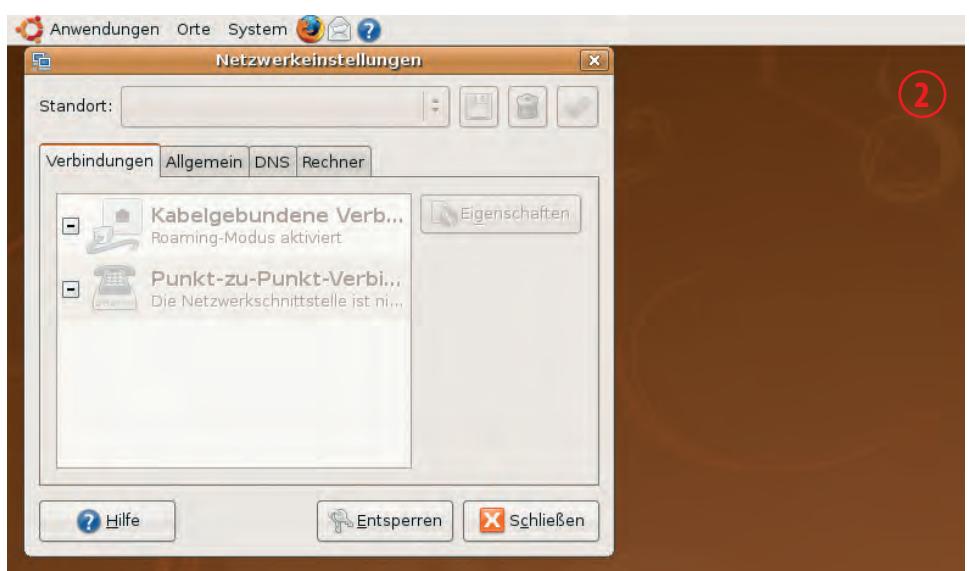
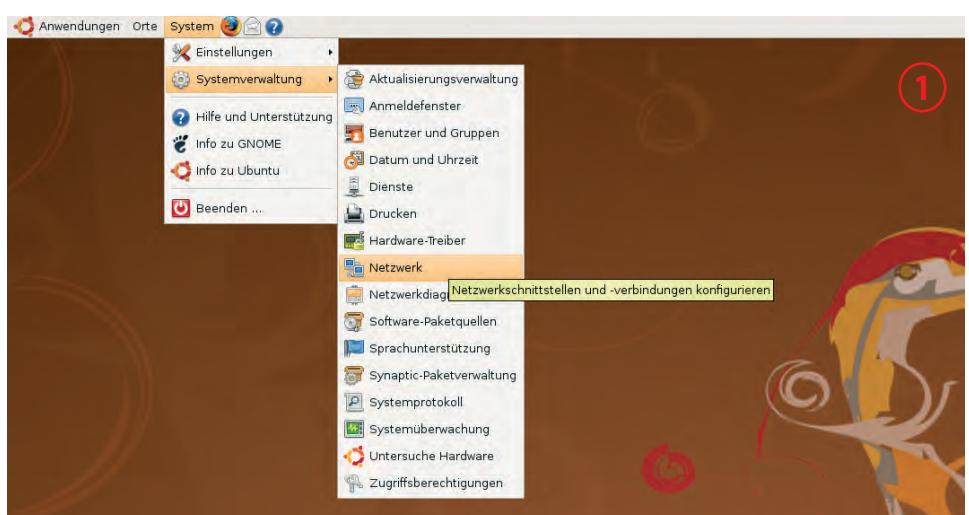
In den nächsten Abbildungen ist der Desktop teilweise nicht als Ganzes abgebildet, es werden nur die wesentlichen Teile dargestellt.



### Netzwerkverbindung

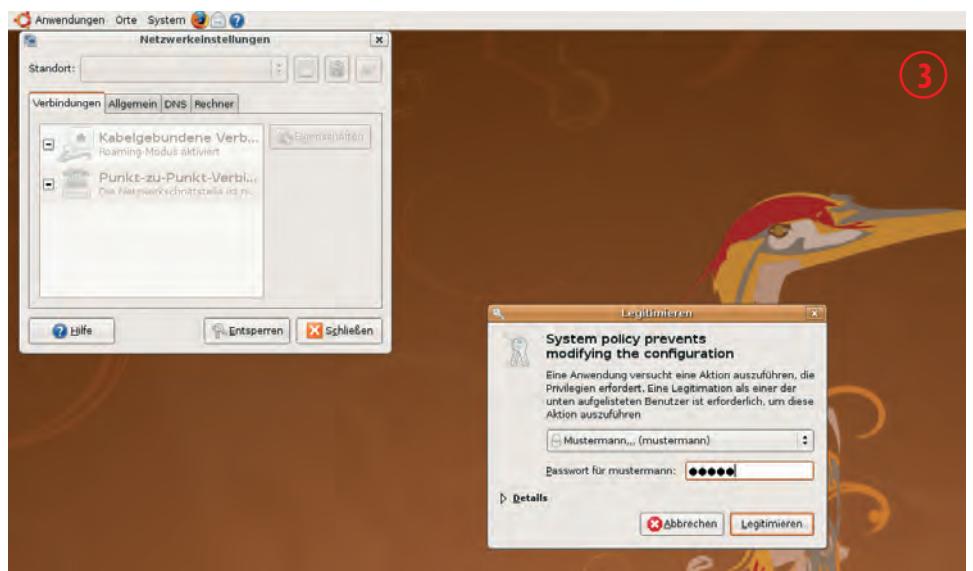
Hier wird nur eine mögliche Netzwerkeinstellung beschrieben um die Vorgehensweise zu erläutern.

Die bei Ihnen notwendigen Einstellungen erfragen Sie von Ihrem Netzwerkadministrator bzw. Provider!

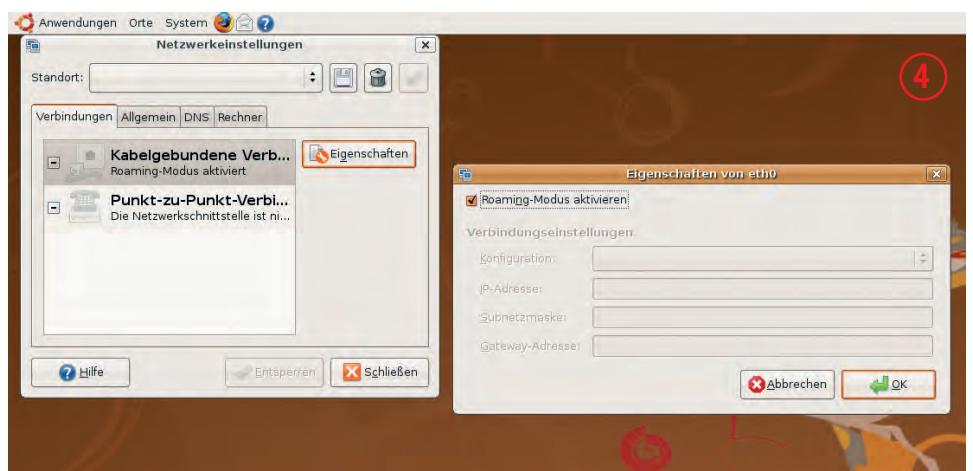


# Allgemeines und Installation

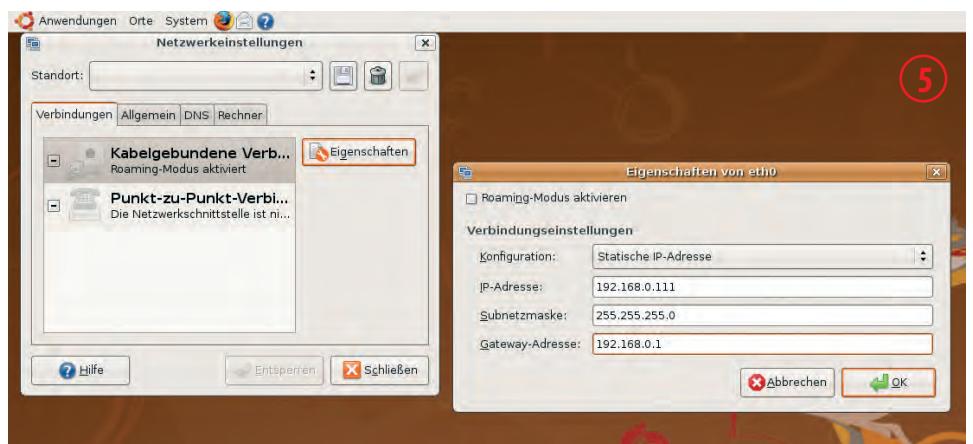
3) Geben Sie Ihr Passwort ein und klicken auf „Legitimieren“



4) Markieren Sie im linken Fenster die zu definierende Netzwerkkarte, danach klicken Sie auf „Eigenschaften“. Nun öffnet sich das Eigenschaftsfenster der Netzwerkkarte, entfernen Sie das Häkchen neben „Roaming-Modus aktivieren“.



5) Wählen Sie Ihre „Konfiguration“ und geben Ihre spezifischen Parameter ein. Danach schließen Sie das Fenster in dem Sie auf „OK“ klicken.



# Allgemeines und Installation

6) Nun klicken Sie auf den Reiter „DNS“. Danach auf „Hinzufügen“ Rechts neben dem Fenster „DNS-Server“. Nun geben Sie die IP Adresse des DNS Servers ein und drücken „Enter“.

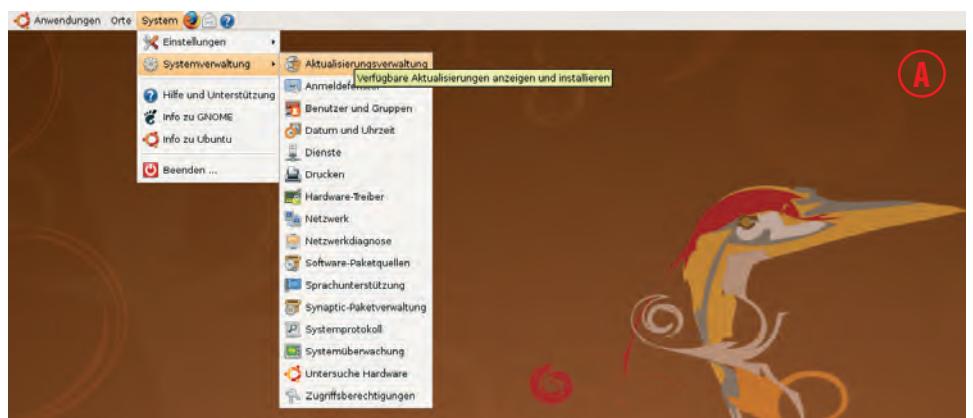
Schließen Sie das Fenster in dem Sie auf „Schließen“ klicken.



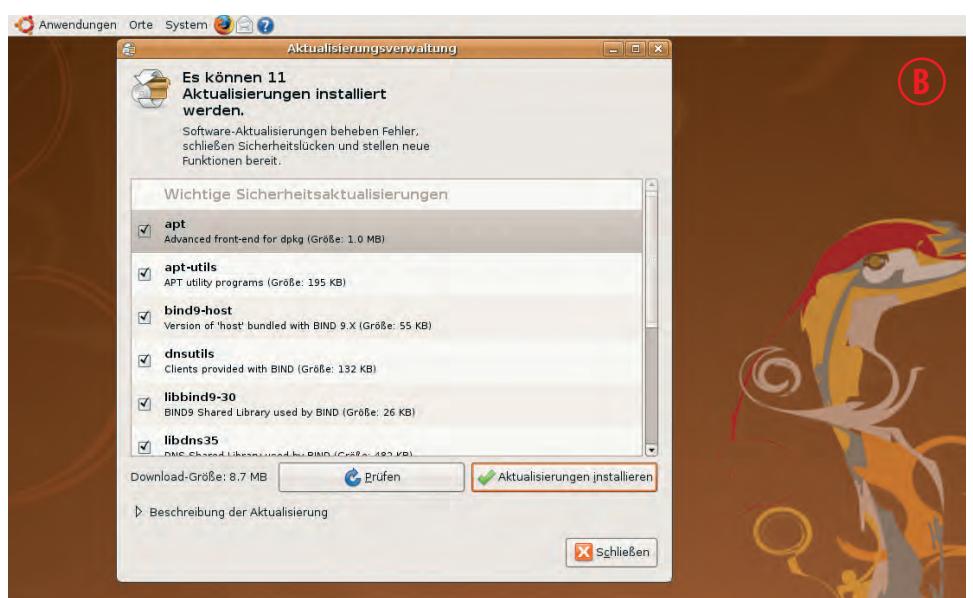
## Aktualisierungen

Ubuntu® prüft bei bestehender Internetverbindung automatisch ob Aktualisierungen zur Verfügung stehen. Sie können jedoch wie untenstehend beschrieben die Aktualisierungsverwaltung auch manuell starten. Diese Aktualisierungen umfassen sowohl Ubuntu® als auch LinuxCNC® und Axis®.

A) Öffnen Sie die „Aktualisierungsverwaltung“

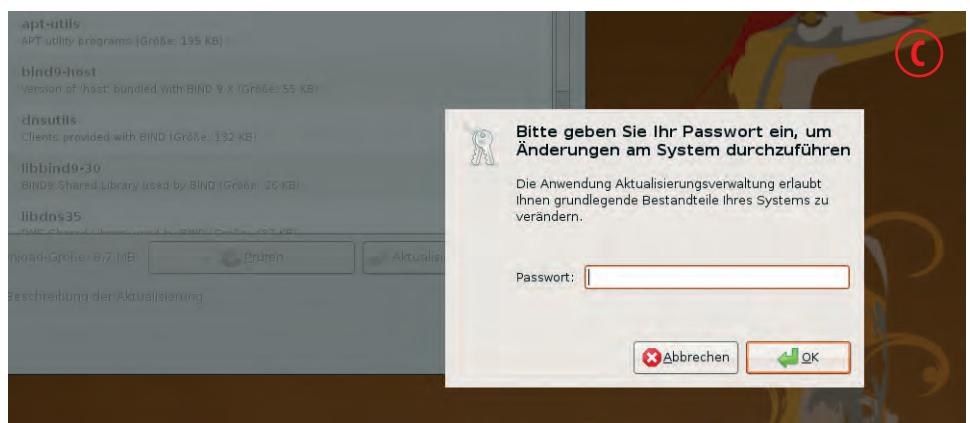


B) Hier wird Ihnen eine Liste der zur Verfügung stehenden Aktualisierungen angezeigt. Um sicher zu stellen, daß die Liste dem aktuellen Stand entspricht klicken Sie auf „Prüfen“.

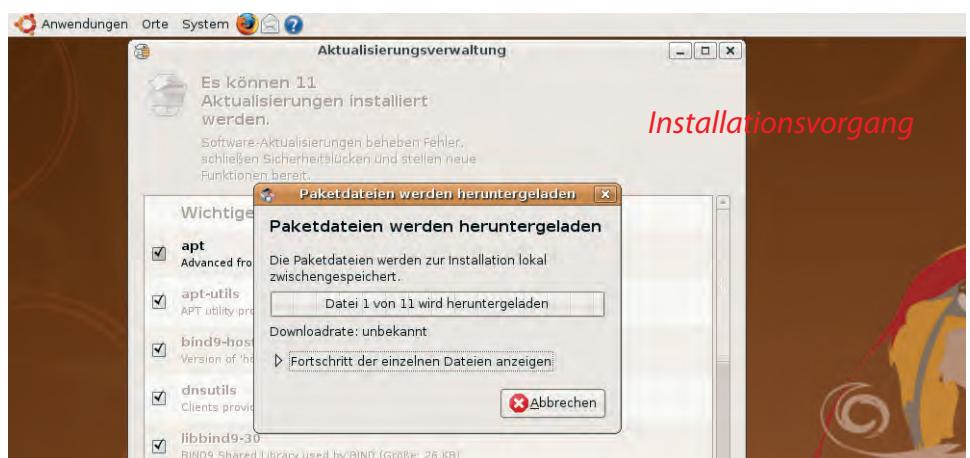
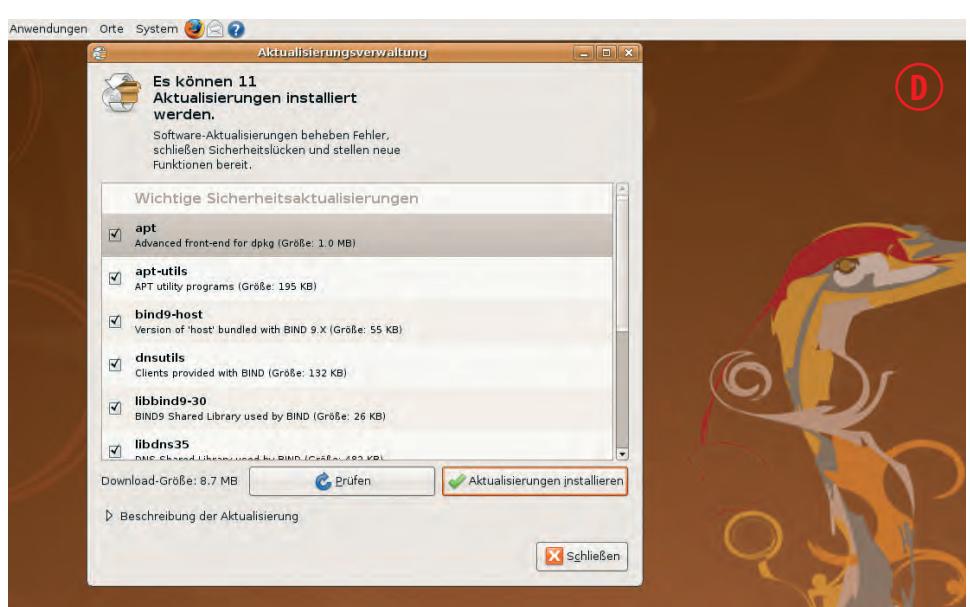


# Allgemeines und Installation

C) Geben Sie Ihr Passwort ein und klicken auf „OK“. Nun aktualisiert das System die Liste.



D) Es wird Ihnen die aktuelle Liste angezeigt. Um die vorgeschlagenen Updates zu installieren klicken Sie auf „Aktualisierungen installieren“. Nach der Installation können Sie die Aktualisierungsverwaltung schließen.



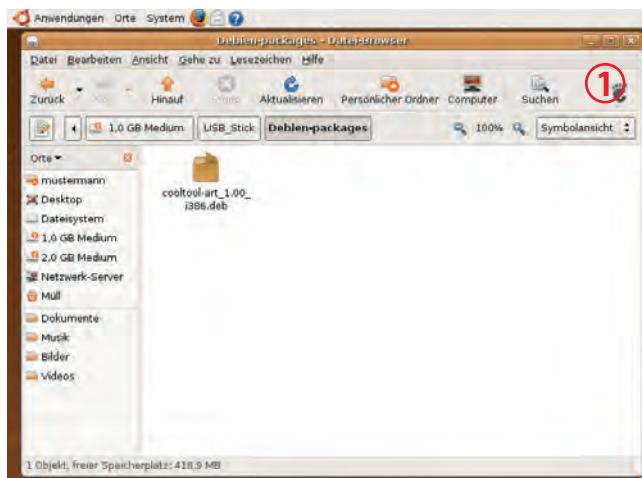
# Allgemeines und Installation

## CoolCNC Desktop Hintergrundbild

Die Installation des CoolCNC® Desktop Hintergrundbildes ist optional. Auf dem mitgelieferten USB Stick finden Sie einen Ordner „Debian - packages“, öffnen Sie diesen.

1) Doppelklicken Sie auf die Datei „cooltool-art\_1.00\_i386.dep“

Diese Datei steht auch zum Download auf unserer Homepage.



2) Klicken Sie auf „Paket installieren“

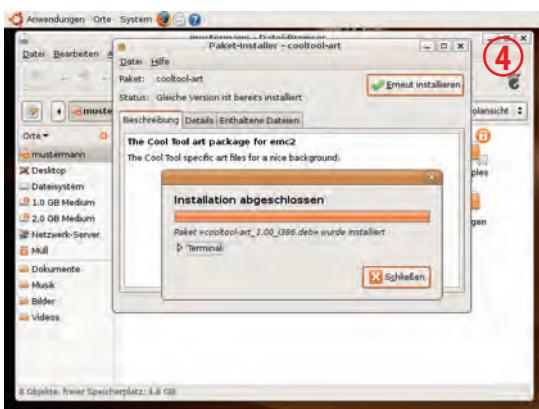


3) Geben Sie Ihr Passwort ein, die Installation startet.

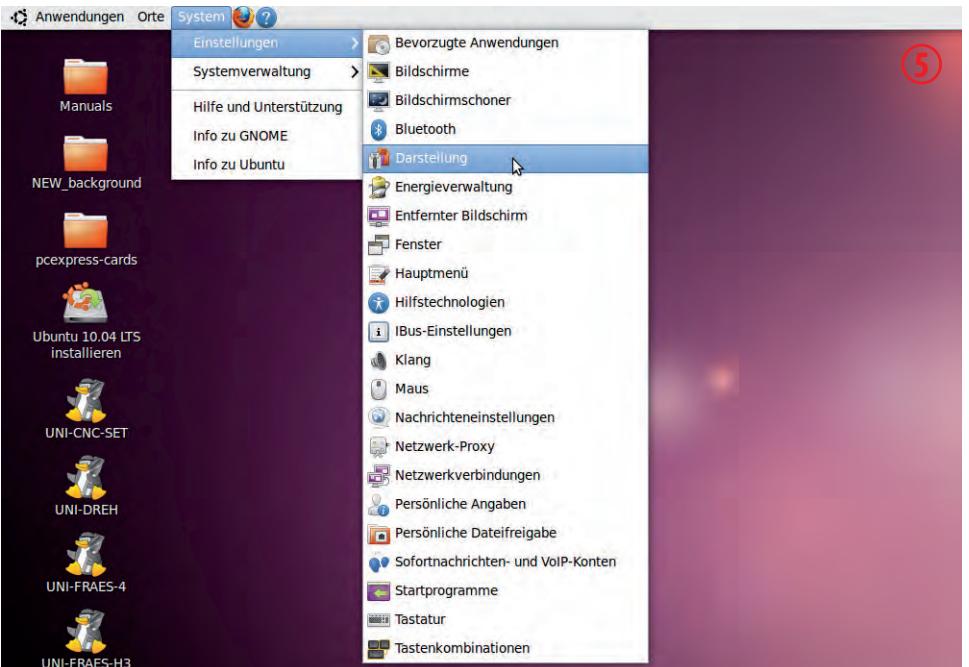


# Allgemeines und Installation

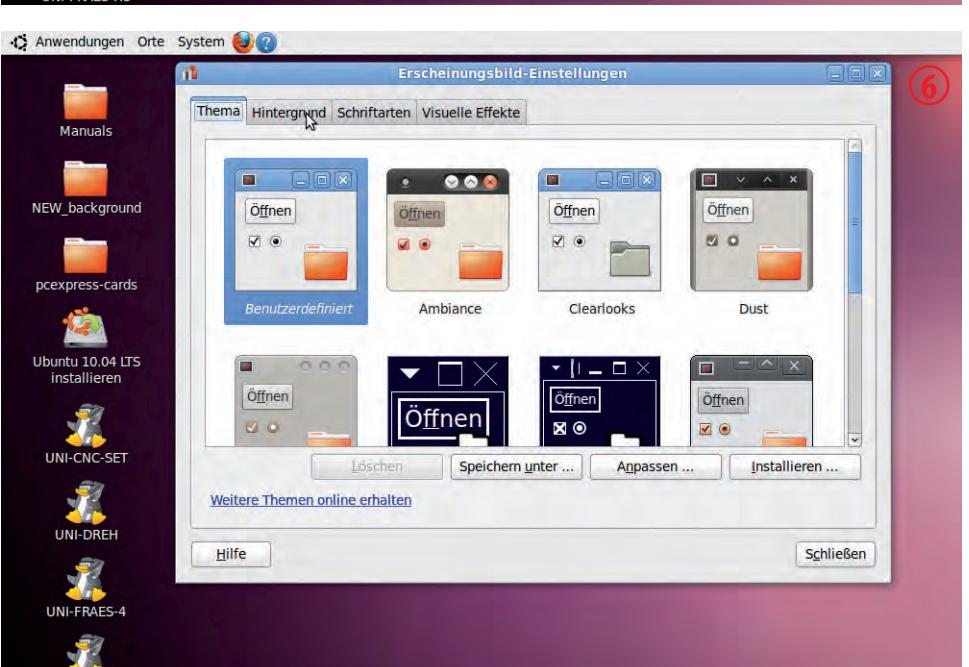
4) Klicken Sie auf „Schließen“. Anschließend schließen Sie auch den „Paket-Installer“.



5) öffnen Sie „Darstellung“



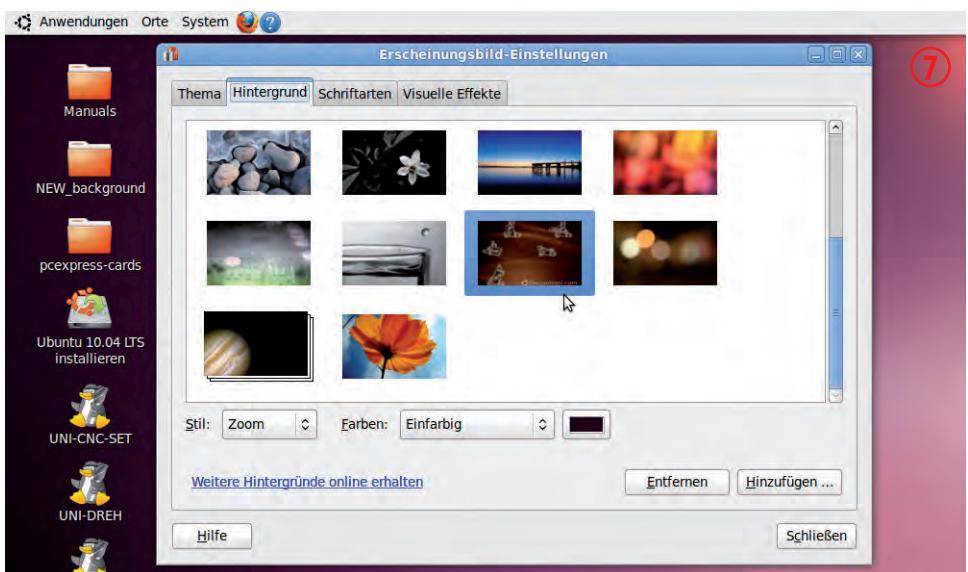
6) gehen Sie zu „Hintergrund“



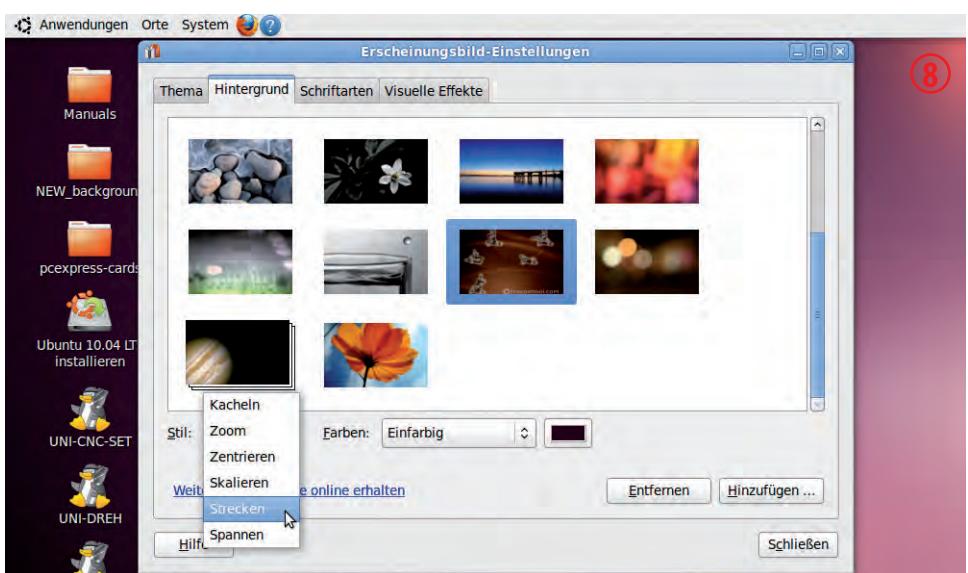
# Allgemeines und Installation

4.2.1

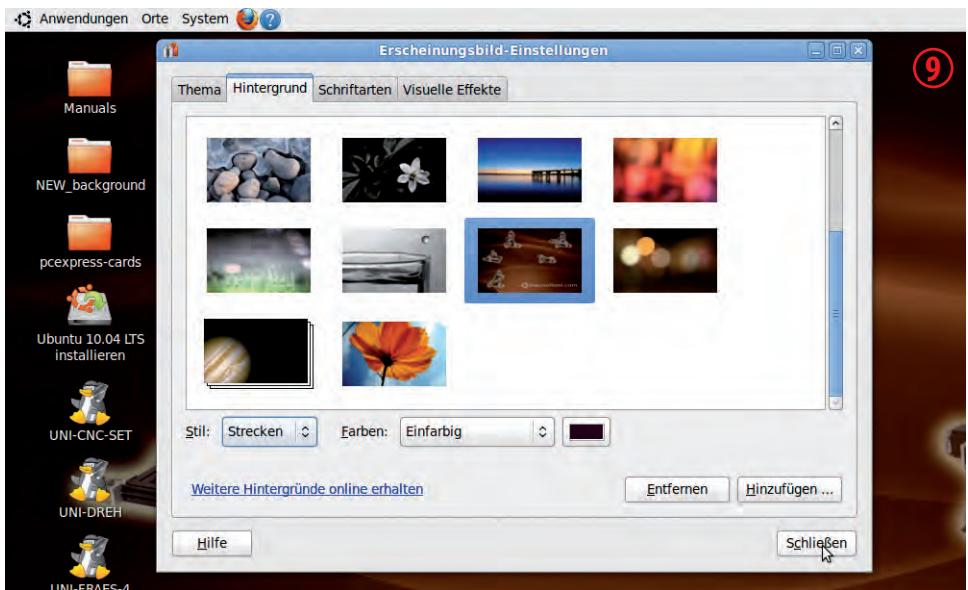
7) wählen Sie den neuen CoolTool Hintergrund aus.



8) wählen Sie "Strecken"



9) schließen Sie das Fenster



### Allgemeine Hinweise zur Handhabung der Schrittmotorsteuerbox

Die CoolCNC® Schrittmotorsteuerbox gibt es in einer 3 - und einer 5 Achsen Variante. Beide Varianten verfügen zusätzlich zu den Schrittmotorausgängen über: 1x LPT-Eingang, 1x Relaisausgang, 1x 5 V Ausgang, 1x 24 V Ausgang, 5x Signaleingang (z.B. für Endschalter), 1x PWM Ausgangssignal, 1x Netzteilanschluß (Netzteil im Lieferumfang inkludiert)

Beachten Sie folgende Punkte:

- 1) Wenn Sie die Steuerbox mit dem PC verbinden muß sowohl der PC als auch die Box ausgeschalten sein.
- 2) Stecken Sie niemals im Betrieb Schrittmotoren an bzw. ab. Die Box muß ausgeschaltet sein. Dies gilt auch für sämtliche anderen Kabeln der Ein- bzw. Ausgänge der Box.
- 3) Verwenden Sie die Box in einer trockenen Umgebung, die Umgebungstemperatur sollte zwischen -10 und +35 °C liegen.
- 4) Verwenden Sie nur die von uns empfohlenen bzw. mitgelieferten Schrittmotoren.
- 5) Schalten Sie die Box erst ein nachdem Sie die Steuersoftware Linux-CNC® (Axis®) gestartet haben.



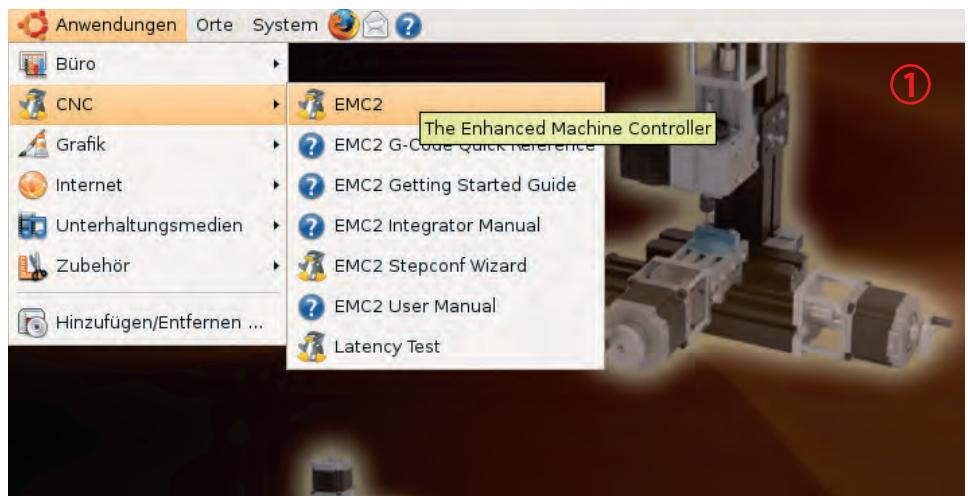
- 1 ... Hauptschalter  
2 ... Anschluss Netzteil  
3 ... Relais Ausgang  
4 ... Anschluss PC (LPT)  
5 ... 5 und 24 V Ausgang, 5x Signaleingang



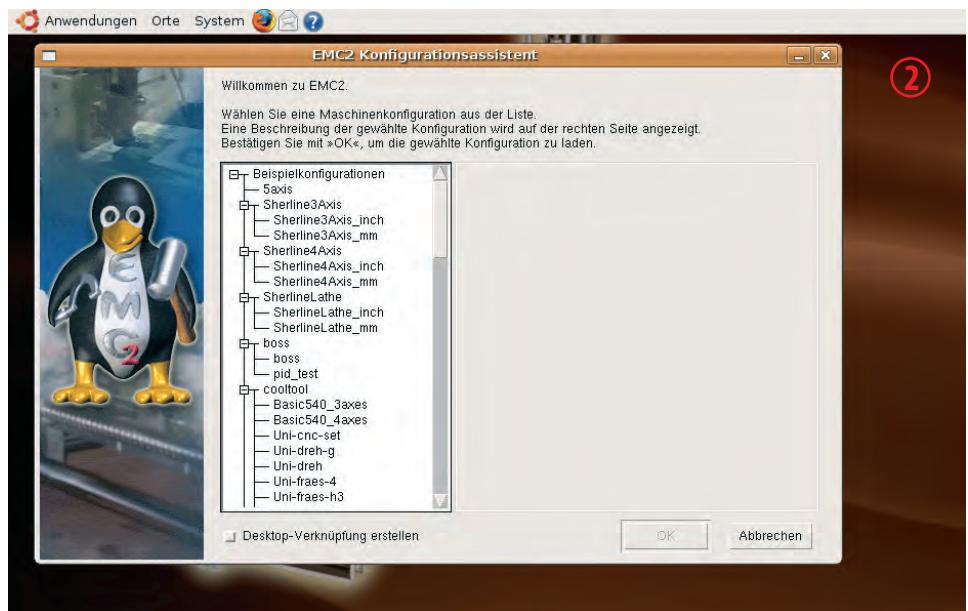
- 6 ... PWM Ausgang (z.B. Drehzahlregelung)  
7 - 9 ... Schrittmotorausgänge (X, Y, Z)  
Nur bei der 5 - Achsenversion  
10 ... Schrittmotorausgang A - Achse  
11 ... Schrittmotorausgang B bzw. C - Achse

### Erststart von LinuxCNC®

1) Klicken Sie auf das Icon „Linux-CNC“. Nun öffnet sich ein Auswahlfenster.



2) Unter „Beispielkonfigurationen“ sind alle vorinstallierten Maschinenkonfigurationen aufgelistet.

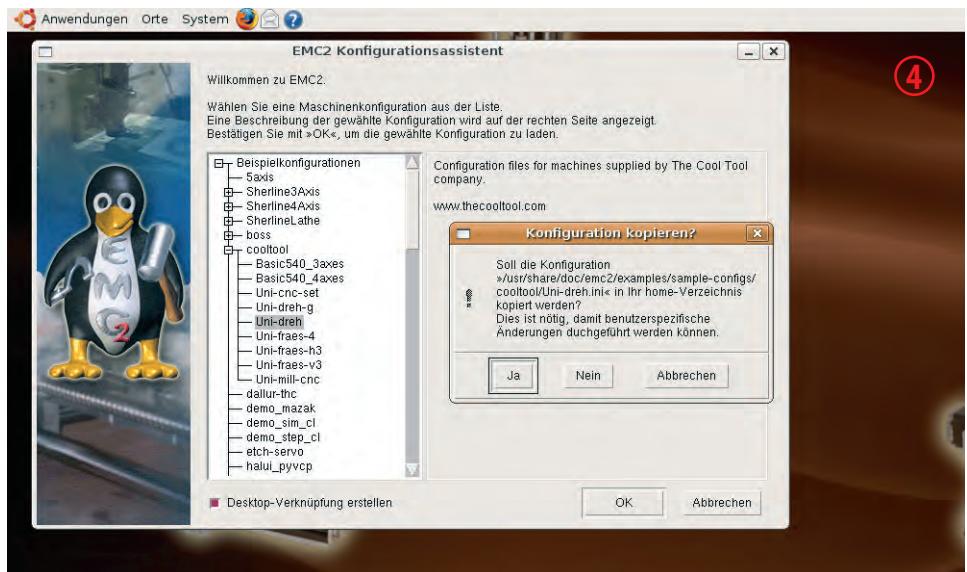


3) Gehen Sie zum Ordner „cooltool“ und markieren die gewünschte Unimat CNC Maschine . Um eine Desktopverknüpfung zu erstellen, aktivieren Sie die Funktion „Desktop-Verknüpfung erstellen“, danach klicken Sie auf „OK“

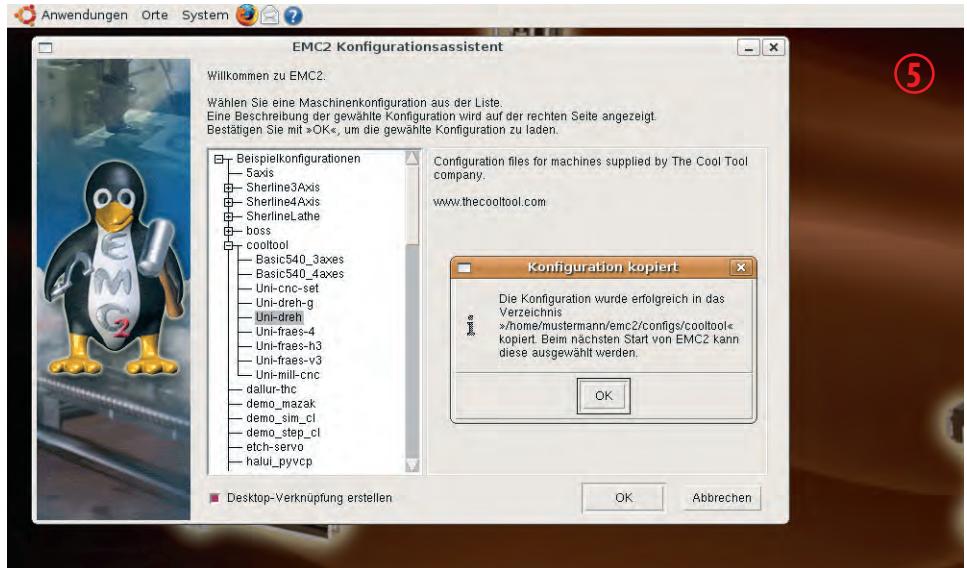


# Arbeiten mit Axis®

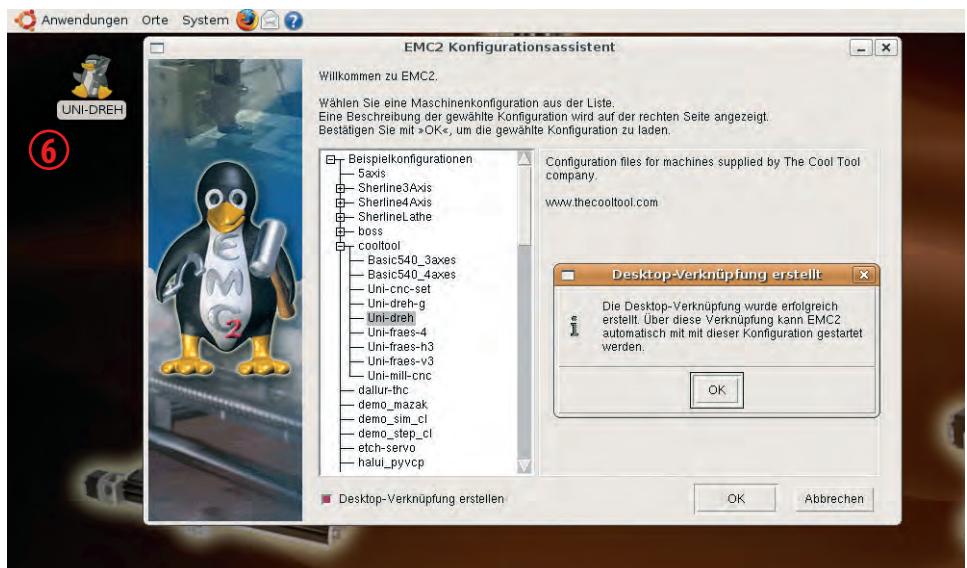
4) Bei der Frage ob die Konfigurationsdateien kopiert werden sollen, klicken Sie auf „JA“.



5) Sie sehen eine Bestätigung, daß die Dateien kopiert wurden (Es wird jeweils nur der aktuelle Unterordner kopiert, in diesem Fall der Ordner „cooltool“). Klicken Sie auf „OK“.

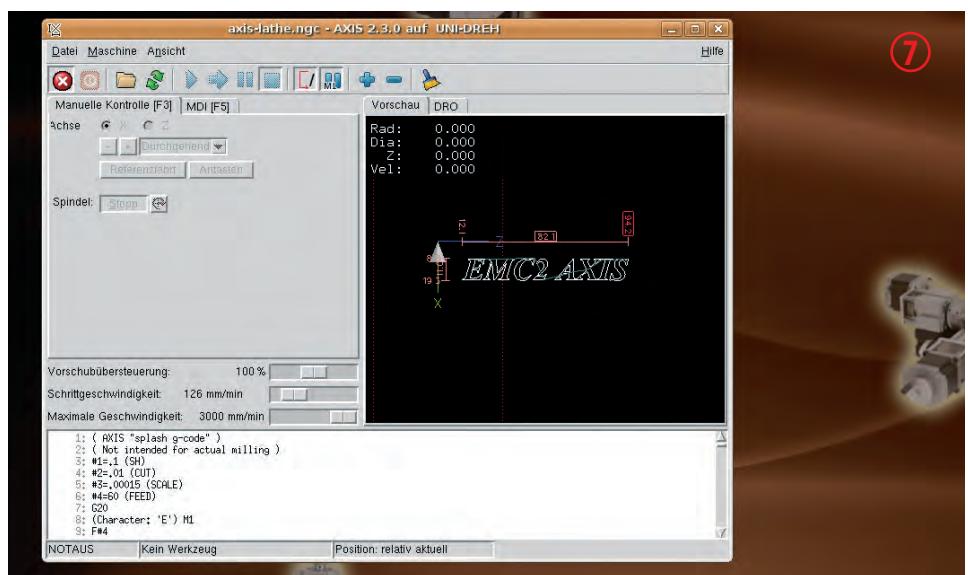


6) Nun sehen Sie bereits die Desktopverknüpfung. Schließen Sie das Bestätigungsfenster mit einem Klick auf „OK“.



# Arbeiten mit Axis®

7) Nachdem LinuxCNC® gestartet wurde, sehen Sie das Axis® Userinterface. Beenden Sie fürs Erste das Programm.

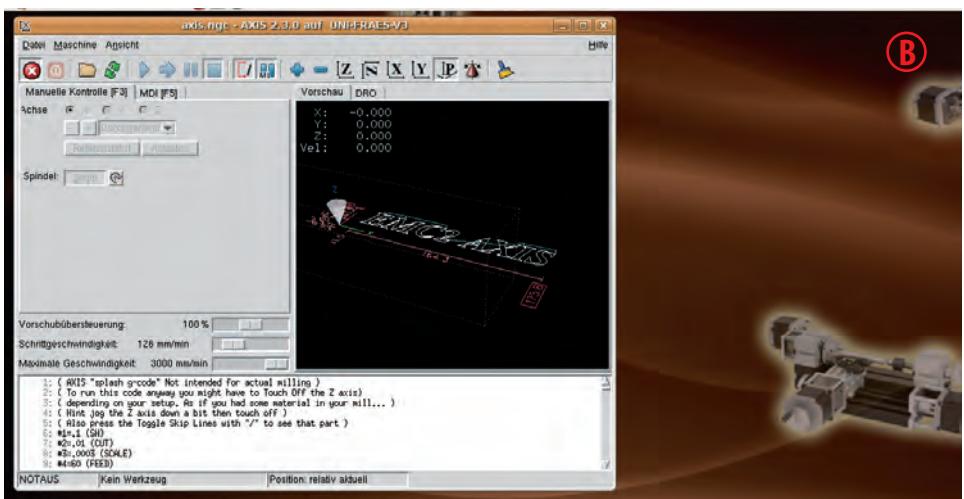
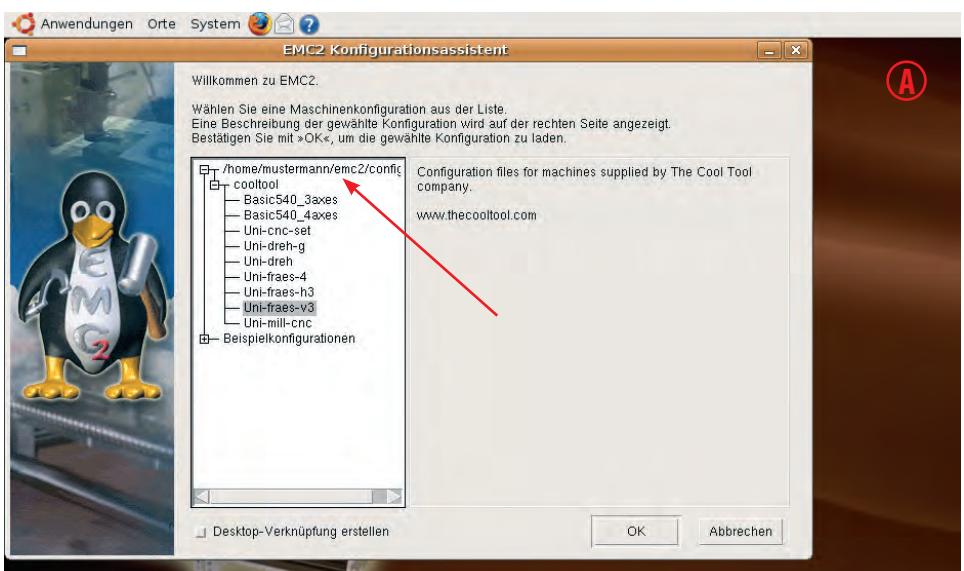


## Erneuter LinuxCNC® Start

**Variante 1:** Doppelklick auf die Desktopverknüpfung, das Userinterface der entsprechenden Maschine wird direkt gestartet.

**Variante2:** Starten Sie LinuxCNC® wie oben unter Punkt 1 beschrieben. Es öffnet sich wieder das Auswahlfenster (A).

**Hier sehen Sie nun Ihren eigenen Konfigurationsordner. Starten Sie Maschinenkonfigurationen nur noch aus diesem Ordner oder über die erstellten Desktopverknüpfungen!**

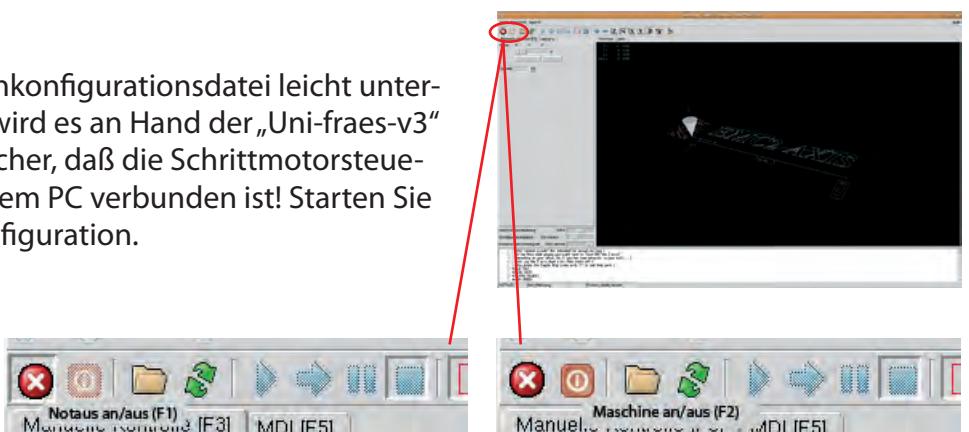


(B) ..... Axis® Userinterface der Unimat CNC Vertikal Fräse

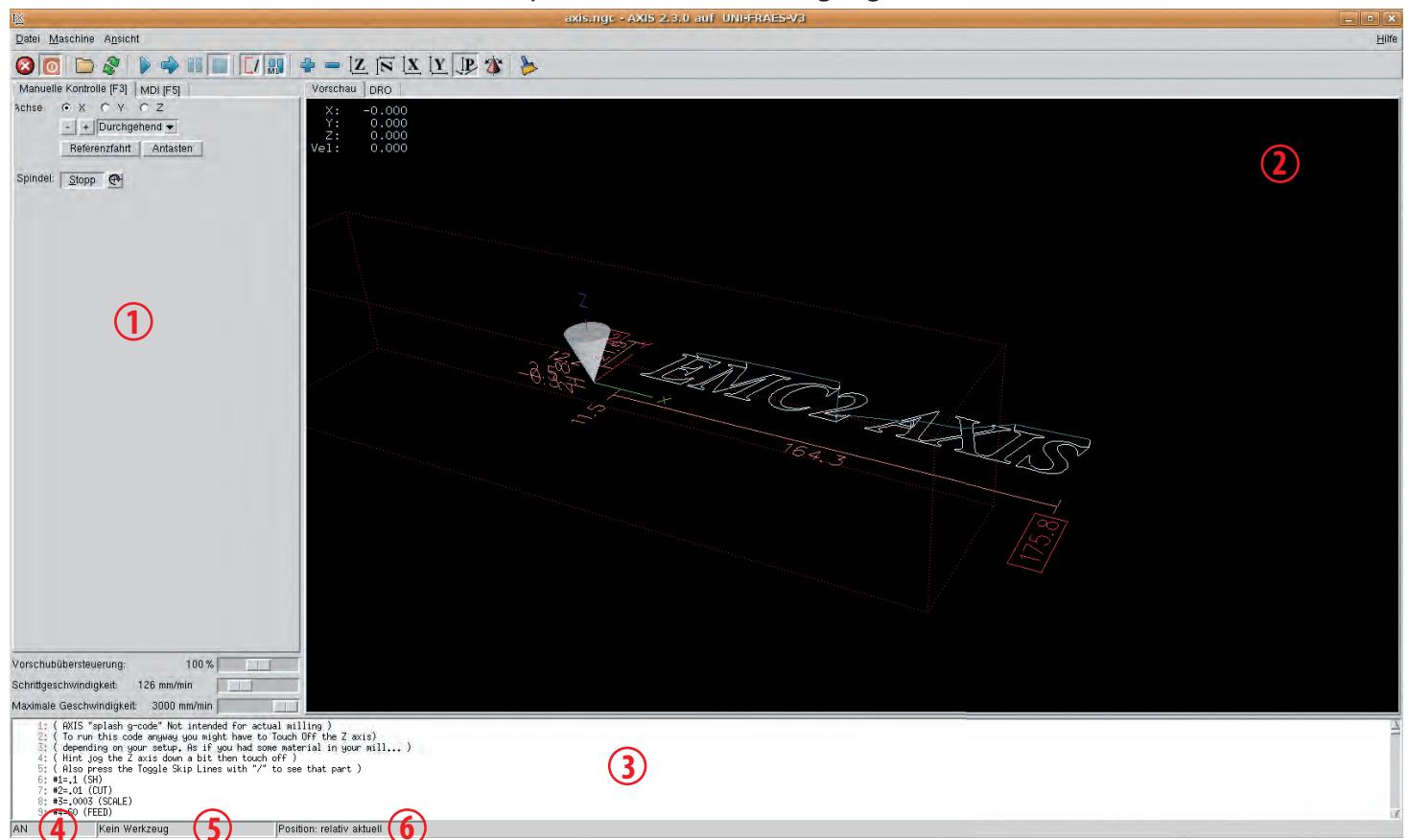
### Erläuterung des Axis® Userinterface

Das Userinterface kann je nach Maschinenkonfigurationsdatei leicht unterschiedlich aussehen. Untenstehend wird es an Hand der „Uni-fraes-v3“ Konfiguration erläutert. Stellen Sie sicher, daß die Schrittmotorsteuerung ausgeschalten, bzw. nicht mit dem PC verbunden ist! Starten Sie nun die „Uni-fraes-v3“ Maschinenkonfiguration.

Um Zugriff auf alle Funktionen zu haben, müssen Sie die Maschine „Einschalten“. Hierzu klicken Sie entweder auf rechts dargestellten Symbole oder drücken die Tasten „F1“ und „F2“ nacheinander.



Nun stehen auch die zuvor inaktiven Menüpunkte (Icons) zur Verfügung.



### Icon Leiste

- Öffnen (G-Code)
- Aktualisieren, Datei neuladen (G-Code)
- Aktuelle Datei ausführen (G-Code)
- Führt nur die nächste Zeile aus (G-Code)
- Bearbeitungs Pause
- Bearbeitungs Abbruch (Stop)
- Zeilen die mit / beginnen werden ignoriert (G-Code)

- M1 Befehl an bzw. ignorieren
- Vergrößert die Darstellung in der Vorschau
- Verkleinert die Darstellung in der Vorschau
- Vorschau - Wahl der Ansicht
- Dreht Vorschau in beliebigen Winkel
- Löscht aufgezeichnete Verfahrwege i. d. Vorschau

### 1) Manueller Bereich

Dieser Bereich des Interfaces dient zur manuellen Steuerung der Maschine. Er besteht aus den zwei Reitern „Manuelle Kontrolle“ und „MDI“.

#### Manuelle Kontrolle

**Achsen:** Über die „+“ und „-“ Icons (über dem „Referenzfahrt“ Icon) kann die aktivierte Achse verfahren werden. Entweder „Durchgehend“ oder um einen bestimmten Wert (0,1; 0,01; usw.). Bei „Durchgehend“ verfährt die Achse so lange man auf das Icon drückt. Die Maschine kann auch über die Tastatur verfahren werden: Pfeiltaste links rechts - X Achse; Pfeiltaste oben unten - Y Achse; Bild rauf runter - Z Achse. Weitere Tastenbelegungen finden unter „Hilfe“ rechts oben im Axis® Fenster.

**Referenzfahrt:** Setzt auf der aktiven Achse den Referenzpunkt, d.h. die Achse wird auf Null gestellt (momentane Istposition wird zu 0). Bei Maschinen mit Referenzschaltern wird eine Referenzfahrt ausgelöst. Die Maschine fährt die Referenzschalter an und referenziert sich so.

**Antasten:** Hier kann für die aktive Achse der Abstand von der Istposition zum Nullpunkt eingegeben werden. Dies ist z.B. sehr nützlich bei der Drehbank und wird bei der Uni-Dreh genauer erörtert.

**Spindel:** Hier kann die Hauprspindel ein- bzw. ausgeschaltet werden. Diese Funktion kann nur in Verbindung mit einer Relaisbox verwendet werden, bzw. in Kombination mit speziellen Spindelmotoren über den PWM Ausgang.

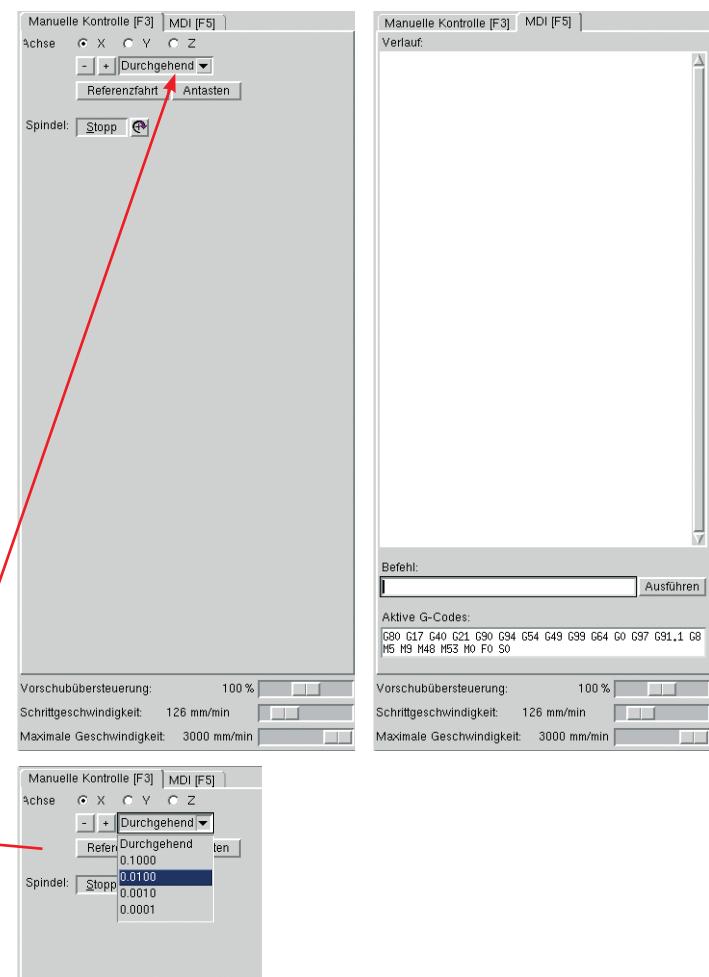
**Vorschubübersteuerung:** Mit diesem Regler können die Vorschubgeschwindigkeiten prozentuell erhöht bzw. vermindert werden. Dieser Wert hat sowohl Auswirkungen auf G-Code Dateien als auch auf die manuellen Verfahrgeschwindigkeiten.

**Schrittgeschwindigkeit:** Einstellung der Verfahrgeschwindigkeit beim manuellen Verfahren.

**Maximale Geschwindigkeit:** Dieser Wert setzt die maximale Verfahrgeschwindigkeit der linearen Achsen (x, y, z) fest.

#### MDI

Hier können einzelne Kommandos (G-Code Zeilen) eingegeben werden um z.B. die Maschine an einer exakten Position zu positionieren.



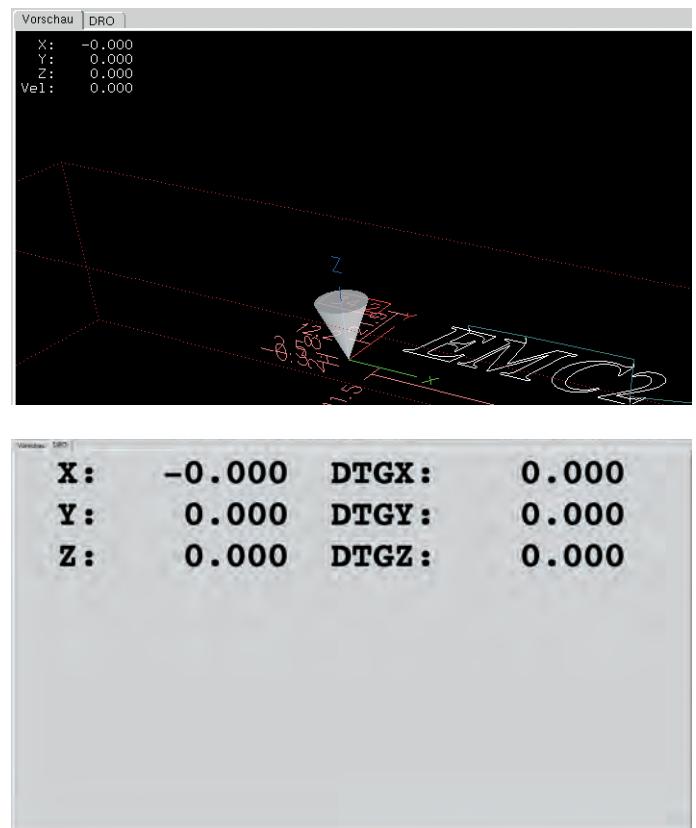
## 2) Koordinaten Bereich

In diesem Bereich kann unter anderem die momentane Istposition der Maschine abgelesen werden. Er besteht aus den zwei Reitern „Vorschau“ und „DRO“.

### Vorschau

Hier können folgende Werte abgelesen werden:

- Istposition der einzelnen Achsen
- Referenzierte und nicht referenzierte Achsen. Ist eine Achse referenziert so befindet sich neben beim Koordinatenwert noch ein Punkt.
- Momentane Verfahrgeschwindigkeit - (wenn mehrere Achsen verfahren, wird die Geschwindigkeit der schnellsten Achse angezeigt)
- „Vorschau“ des Werkstückes - Es wird nicht das Werkstück, sondern die programmierten Werkzeugbahnen dargestellt. Weiters wird jede Bewegung der Maschine aufgezeichnet und dargestellt (z.B. manuelle Verfahrwege in gelber Farbe).



### DRO

In diesem Reiter wird die Istposition der Achsen nur in Koordinaten angezeigt. Jeder Achse ist eine „DTG“ Anzeige zugeordnet, diese steht für „Distance to go“. Dieser Wert zeigt den noch zu verfahrenden Weg der Achse an, bis diese den in der aktuellen Befehlszeile definierten Endpunkt erreicht hat.

## 3) Programmfenster

Hier wird der momentan geöffnete G-Code angezeigt. Wird dieser abgearbeitet ist jeweils die aktuelle Zeile markiert. Durch Markieren einer Zeile ist es durch einen Klick mit der rechten Maustaste möglich, die Bearbeitung ab dieser Zeile zu starten.

```

15: G01 X [.5+1236,00*#3] Y [.5+1482,00*#3]
16: G01 X [.5+1327,00*#3] Y [.5+1482,00*#3]
17: G01 X [.5+1851,00*#3] Y [.5+1594,00*#3]
18: G01 X [.5+1020, 10*-#1] V F=1660,75*#3
19: G01 X [1000,00*#3] Y [.5+1594,00*#3]
20: G01 X [1000,00*#3] Y [.5+1594,00*#3]
21: G01 X [1000,00*#3] Y [.5+1594,00*#3]
22: G01 X [.5+1335,00*#3] Y [.5+1980,00*#3]
23: G01 X [.5+1906,00*#3] Y [.5+1984,00*#3]

```

## 4) Maschinenstatus

Zeigt den Maschinenstatus an - Maschine ein/aus, Notaus ein

## 5) Werkzeug

Zeigt das aktivierte Werkzeug an. Hierfür müssen Werkzeuge in der Werkzeugdatenbank hinterlegt sein (siehe Kapitel 4.3.).

## 6) Positionsmodus

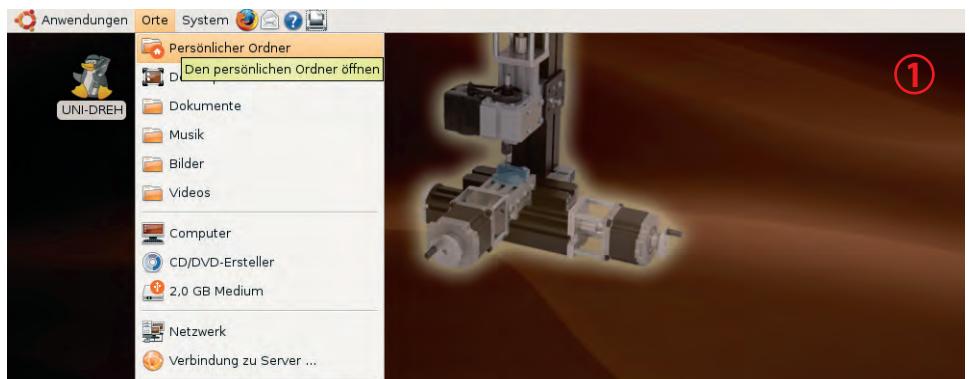
Zeigt an in welchen Modus sich die Software befindet.

### Dateien und Speicherorte

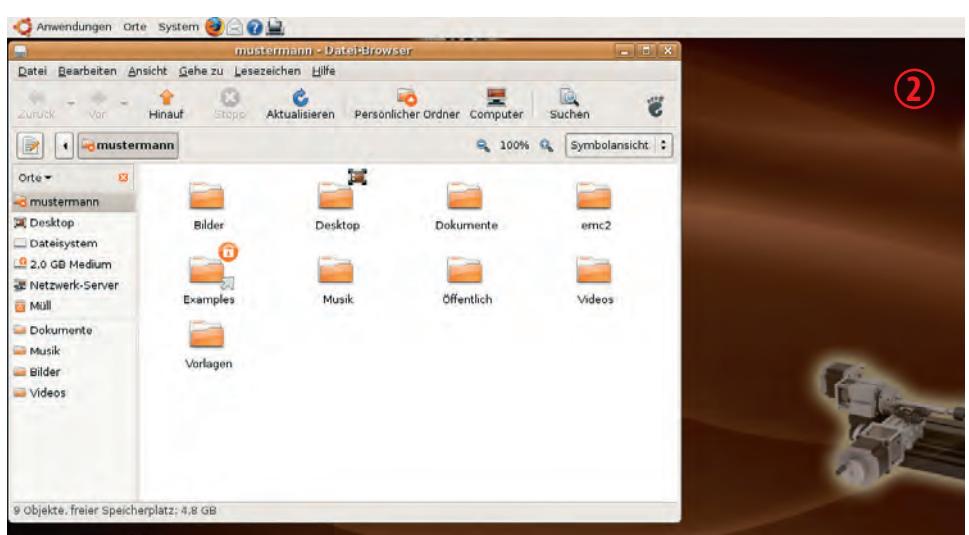
Alle relevanten Dateien sind unter dem Ordner „LinuxCNC“ zusammengefasst, dieser befindet sich im „Persönlichen Ordner“ des Benutzers. In unserem Fall ist dies der Ordner: **/home/mustermann/**

#### Öffnen des Persönlichen Ordners:

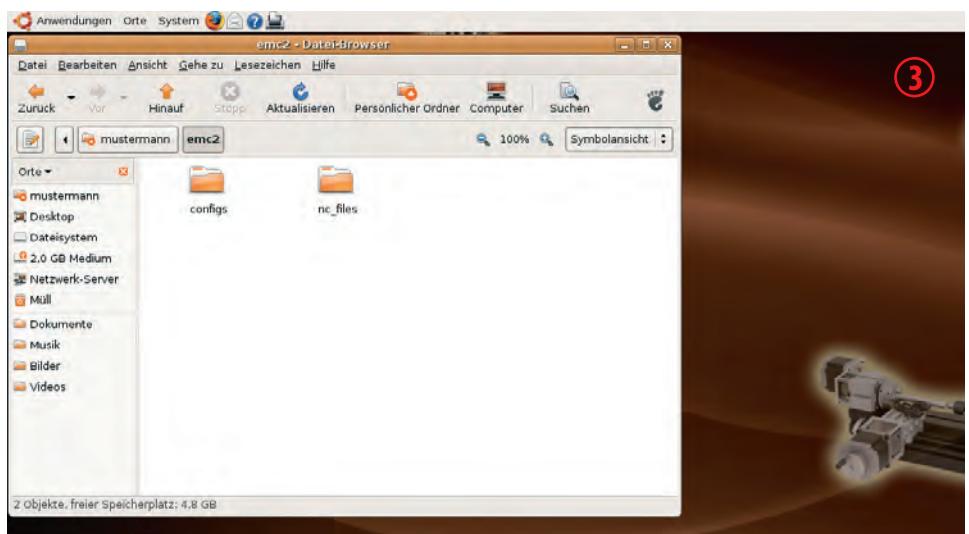
- 1) Klicken Sie auf „Orte“ -> „Persönlicher Ordner“



- 2) Nun sehen Sie in Ihrem persönlichen Ordner das Verzeichnis „LinuxCNC“, öffnen Sie es mit einem Doppelklick.

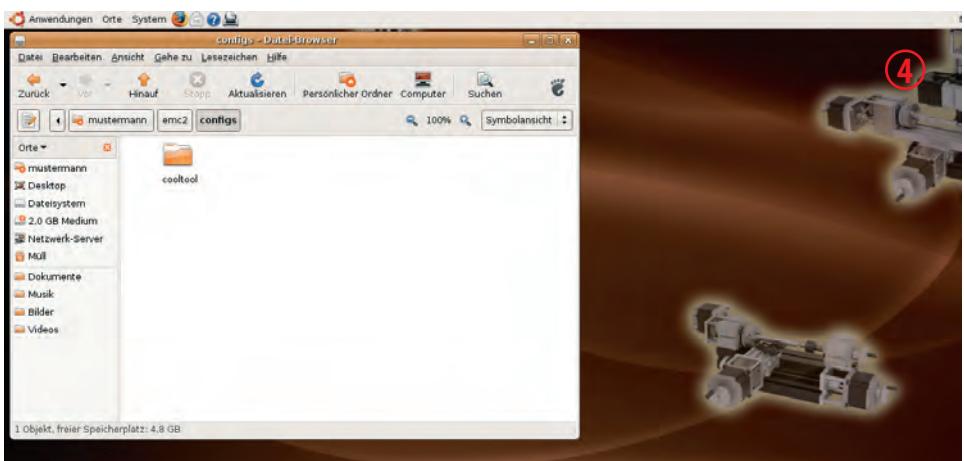


- 3) Doppelklicken Sie auf „configs“.



# Arbeiten mit Axis

4) Doppelklick auf „cooltool“.

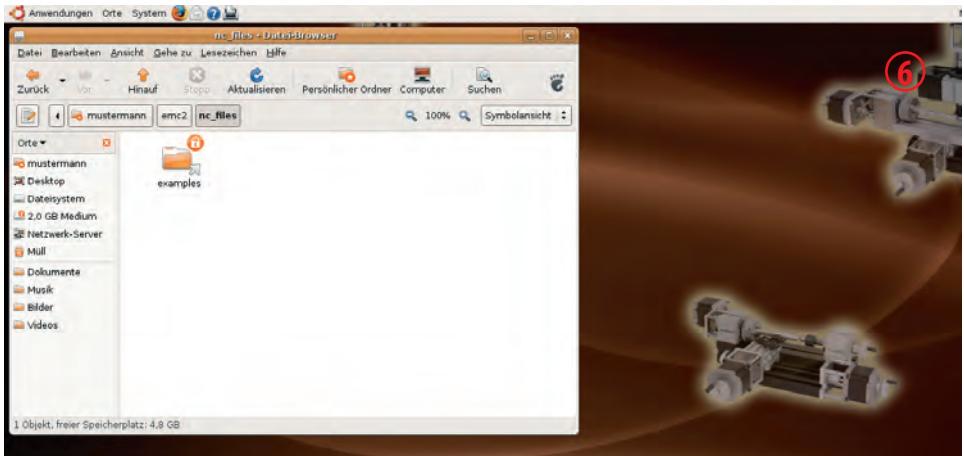


5) Nun sehen Sie alle Konfigurationsdateien. Aus diesem Ordner, können Sie die Maschinenkonfigurationsdateien (---.ini) öffnen um diese zu editieren (siehe z.B. „Ändern der Schrittmotordrehrichtung“).



6) Klicken Sie so oft auf das „Zurück“ Icon bis Sie wieder die Ordner „configs“ und „nc\_files“ sehen (Punkt 3). Nun öffnen Sie den Ordner „nc\_files“. In diesen Ordner sollten Sie alle Ihre NC - Dateien (G-Code) speichern. Besonders wichtig ist dies, wenn Sie mit Unterprogrammen im G-Code arbeiten, da diese Unterprogramme von LinuxCNC® hier gesucht werden.

Weiters befindet sich in diesem Ordner eine Verknüpfung „examples“ zu den vorinstallierten Beispieldateien.



## Ändern der Schrittmotordrehrichtung

Die Maschinenkonfigurationsdateien sind so mit den Unimat CNC Maschinen abgestimmt, daß die Schlitten normgerecht verfahren (siehe auch - „Das Koordinatensystem von NC gesteuerten Maschinen 4.1.4“ - ).

Teilweise kann es jedoch vorkommen, daß ein Schrittmotor umgekehrt gepolt ist (der Schlitten verfährt genau in die andere Richtung).

# Arbeiten mit Axis

4.2.2

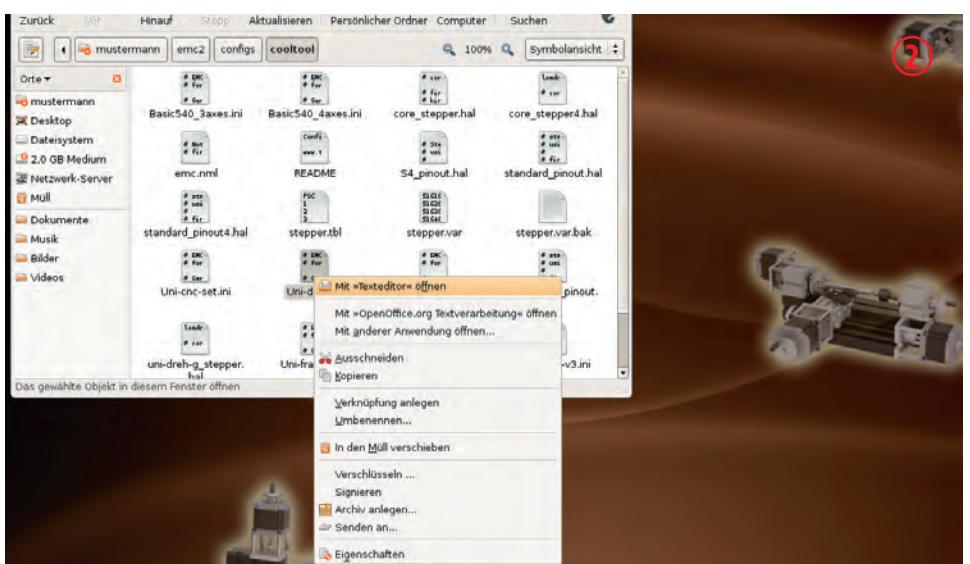
Daher sollten die Verfahrrichtungen der Schlitten bei jeder Maschine, nach dem Zusammenbau, überprüft werden. Die Verfahrrichtung einer Achse kann wie folgt geändert werden:

1) Öffnen Sie den entsprechenden Konfigurationsordner (siehe „Dateien und Speicher Orte“), in diesem Fall ist es der „cooltool“ Ordner ★(/home/mustermann/LinuxCNC/configs/cooltool).

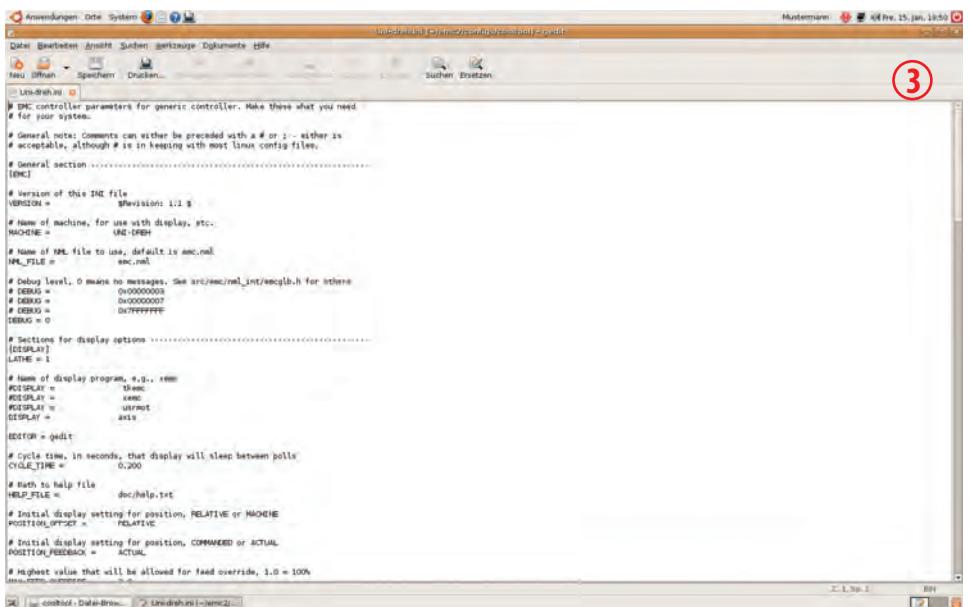
Suchen Sie die entsprechende Maschinenkonfigurationsdatei und klicken mit der rechten Maustaste auf diese (z.B. Uni-dreh.ini).



2) Nun öffnet sich ein Auswahlfenster. Wählen Sie hier „Mit >>Texteditor<< öffnen“, falls diese Auswahl nicht zur Verfügung steht, wählen Sie „Mit anderer Anwendung öffnen“. Nun sehen Sie eine Liste der Programme, wählen Sie hier den Texteditor.

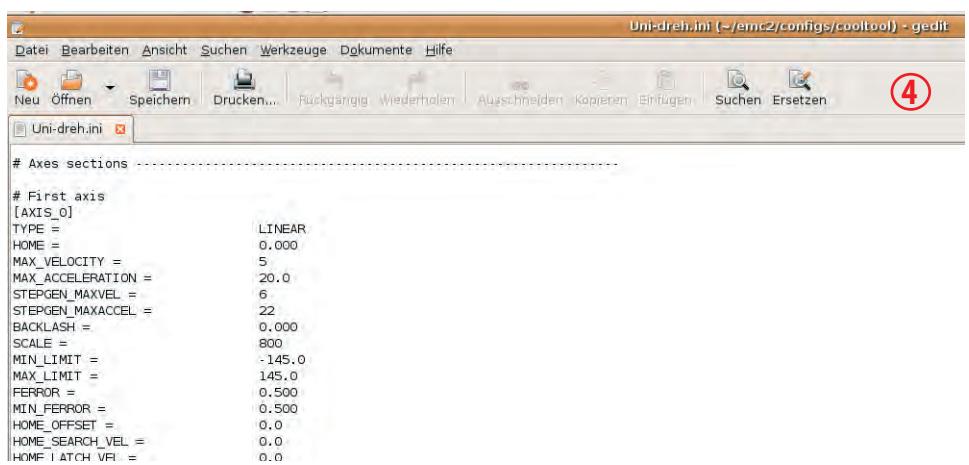


3) Nun sehen Sie die im Texteditor geöffnete Maschinenkonfigurationsdatei. Scrollen Sie zu „Axes sections“.



# Arbeiten mit Axis

4) In dieser Sektion sind die Achsparameter definiert, wie z.B. maximale Verfahrwege, Vorschub, Drehrichtung des Schrittmotors usw.



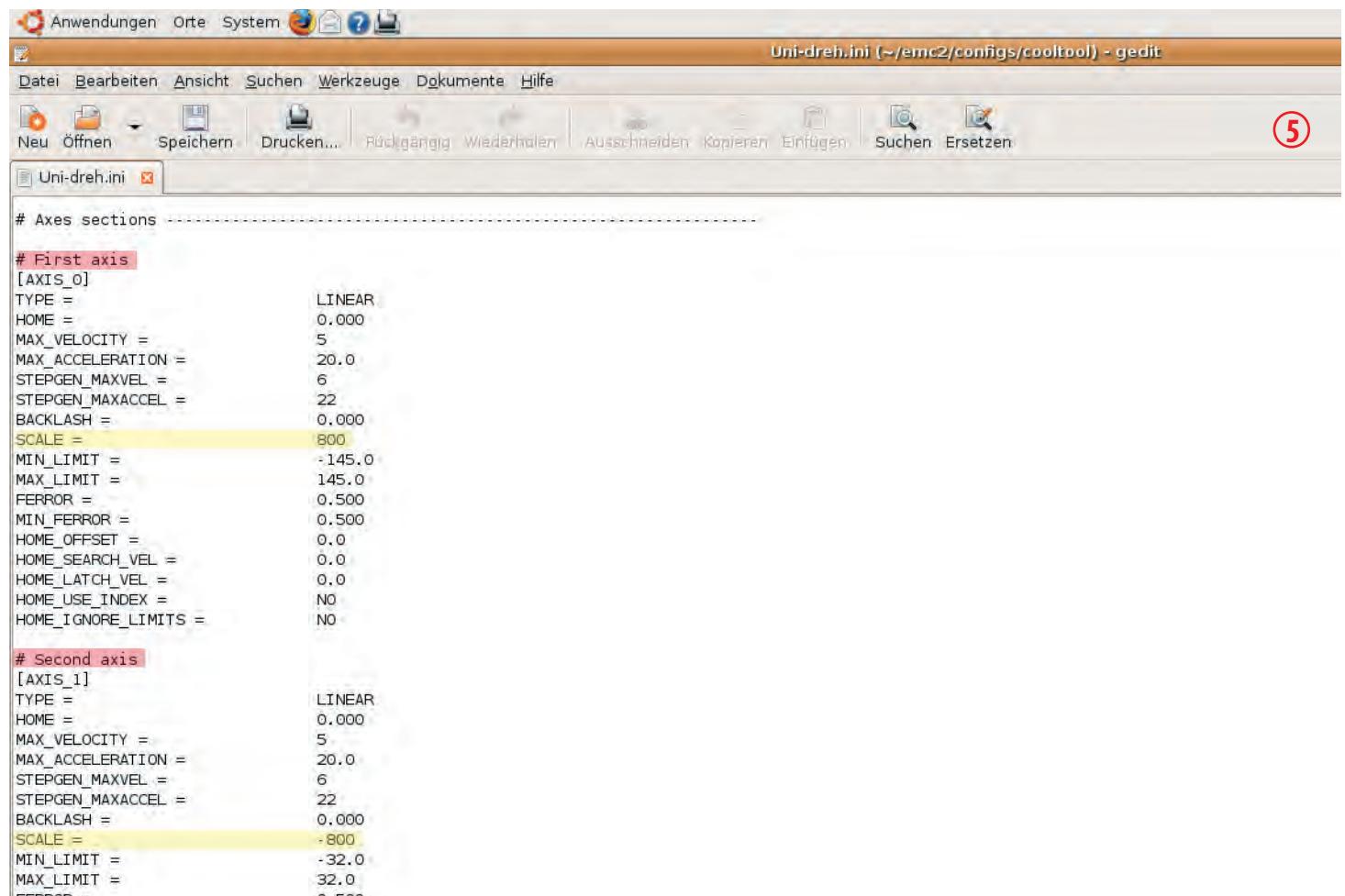
```

# Axes sections -----
# First axis
[AXIS_0]
TYPE = LINEAR
HOME = 0.000
MAX_VELOCITY = 5
MAX_ACCELERATION = 20.0
STEPGEN_MAXVEL = 6
STEPGEN_MAXACCEL = 22
BACKLASH = 0.000
SCALE = 800
MIN_LIMIT = -145.0
MAX_LIMIT = 145.0
FERROR = 0.500
MIN_FERROR = 0.500
HOME_OFFSET = 0.0
HOME_SEARCH_VEL = 0.0
HOME_LATCH_VEL = 0.0
HOME_USE_INDEX = NO
HOME_IGNORE_LIMITS = NO

```

5) „#First axis“ entspricht der x - Achse, „#Second axis“ entspricht der Y - Achse usw.

Bei jeder Achse finden Sie den Parameter „SCALE“, dieser Wert steht für die Schrittauflösung des Schrittmotor bzw. der Steuerung (eine Umdrehung des Motors entspricht 800 Schritten bzw. Teilschritten). Bei Spindeln mit 1 mm Steigung entspricht eine Umdrehung des Schrittmotors 1 mm Vorschub der Achse (1ne Einheit = Scale 800). Bei 2 mm Steigung der Spindel ergibt sich der Scale Wert 400 (1 mm Vorschub entspricht 400 Teilschritten des Schrittmotors). Das Vorzeichen dieses Wertes legt die Drehrichtung (Polarität) des Schrittmotors fest. Um die Drehrichtung umzukehren, wechseln Sie das Vorzeichen dieses Wertes bei der entsprechenden Achse (800 wird zu -800 und umgekehrt).



```

# Axes sections -----
# First axis
[AXIS_0]
TYPE = LINEAR
HOME = 0.000
MAX_VELOCITY = 5
MAX_ACCELERATION = 20.0
STEPGEN_MAXVEL = 6
STEPGEN_MAXACCEL = 22
BACKLASH = 0.000
SCALE = 800
MIN_LIMIT = -145.0
MAX_LIMIT = 145.0
FERROR = 0.500
MIN_FERROR = 0.500
HOME_OFFSET = 0.0
HOME_SEARCH_VEL = 0.0
HOME_LATCH_VEL = 0.0
HOME_USE_INDEX = NO
HOME_IGNORE_LIMITS = NO

# Second axis
[AXIS_1]
TYPE = LINEAR
HOME = 0.000
MAX_VELOCITY = 5
MAX_ACCELERATION = 20.0
STEPGEN_MAXVEL = 6
STEPGEN_MAXACCEL = 22
BACKLASH = 0.000
SCALE = -800
MIN_LIMIT = -32.0
MAX_LIMIT = 32.0
FERROR = 0.500

```

### Beispiel 1 - Plexiglas gravieren

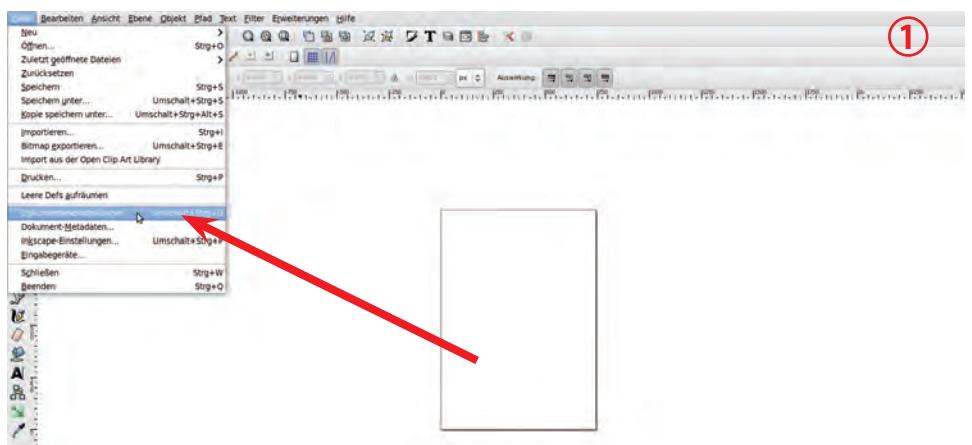
Rohmaterial: Plexiglasplättchen ~ 50 x 50 x 3 mm

Werkzeug: Schaftfräser ø1,0 mm

Optional: Schaftfräser ø1.6 mm

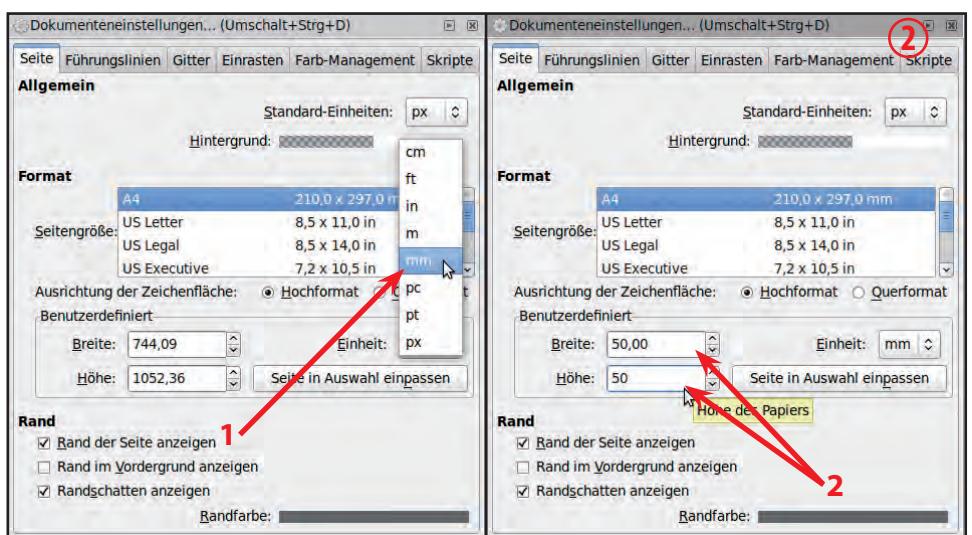


1) Öffnen Sie "Inkscape®", danach klicken Sie auf "Datei" --> "Dokumenteneinstellungen...."

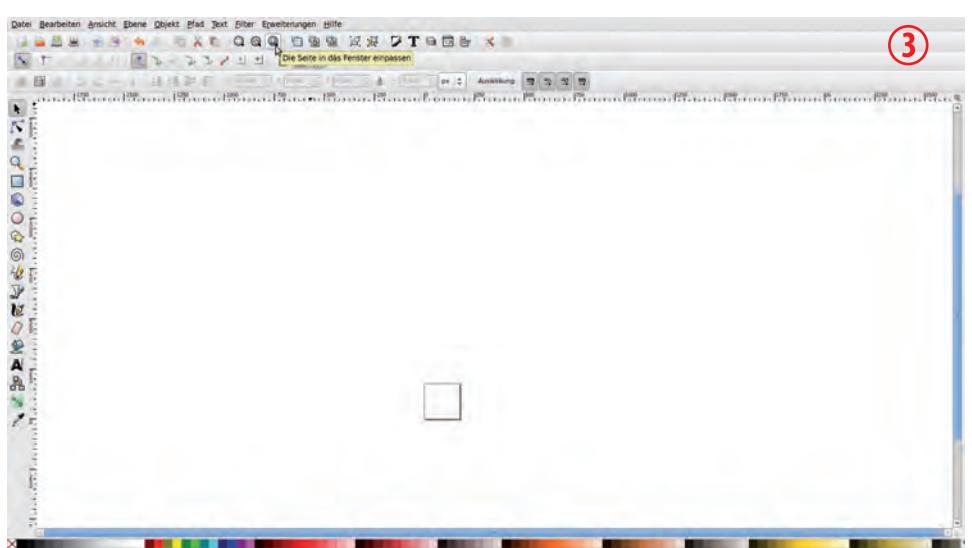


2) Wählen Sie bei "Benutzerdefiniert" --> "Einheit" --> "mm".

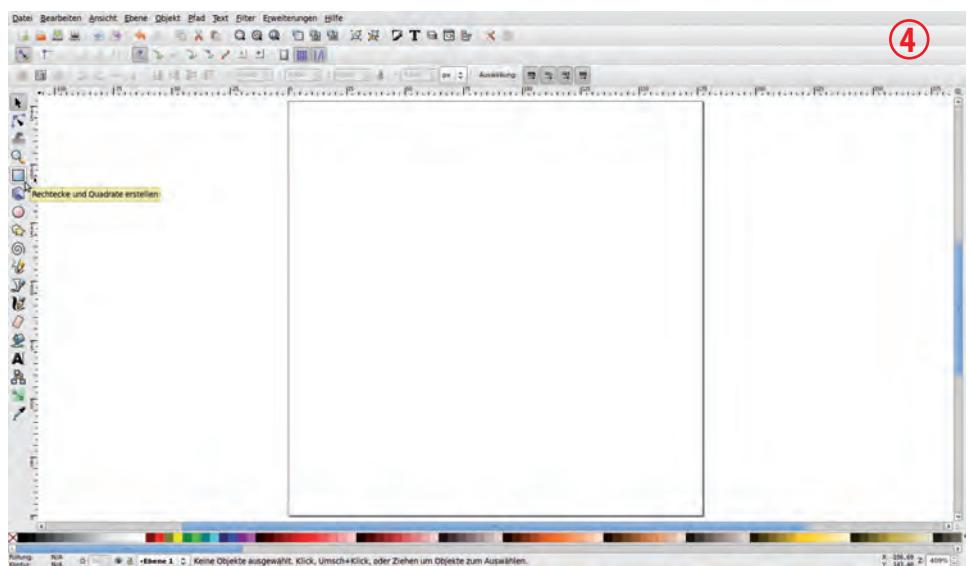
Geben Sie bei „Breite“ und „Höhe“ jeweils 50 ein. Danach schließen Sie das Fenster.



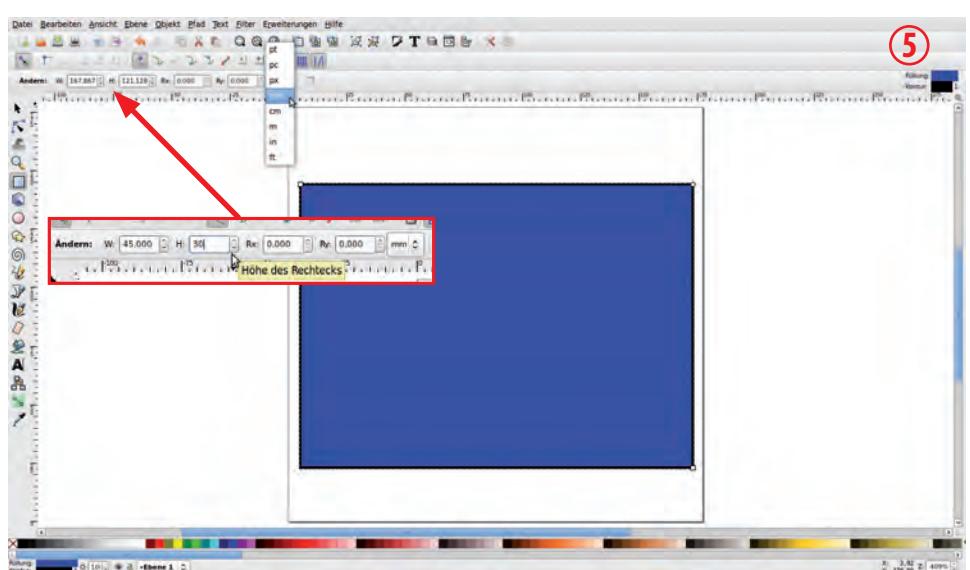
3) Klicken Sie auf das Ikon „Lupen“ - "Die Seite in das Fenster einpassen".



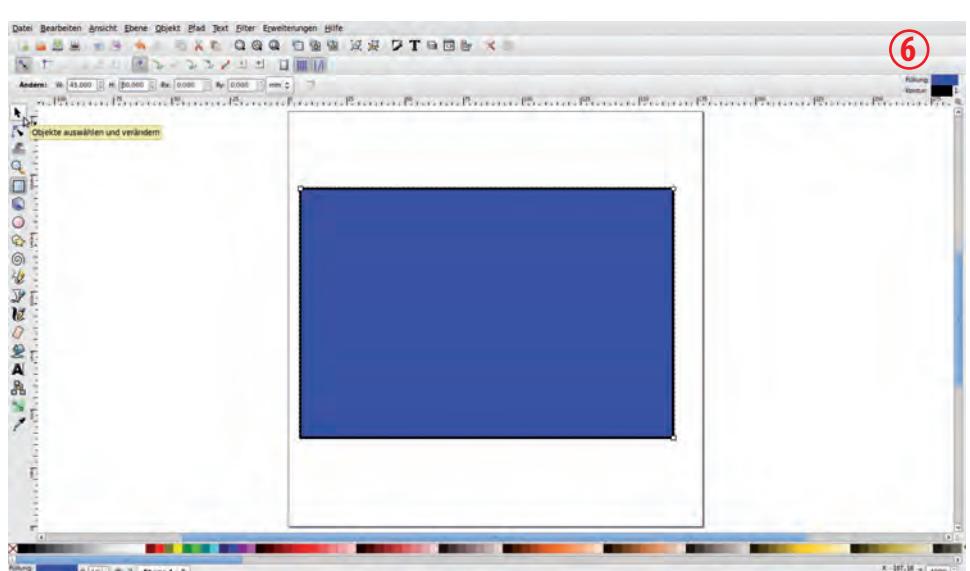
4) Klicken Sie auf das Ikon „Quadrat“ - „Rechtecke und Quadrate erstellen“.



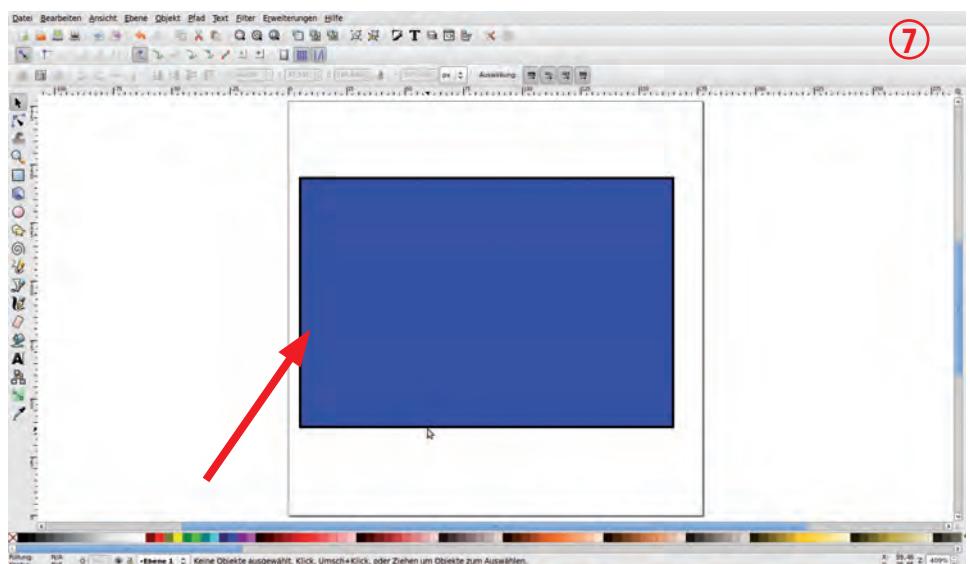
5) Bei „Ändern“ wählen Sie „mm“, danach ändern Sie die Werte wie folgt: „W“ (Breite) **45** und „H“ (Höhe) **30**.



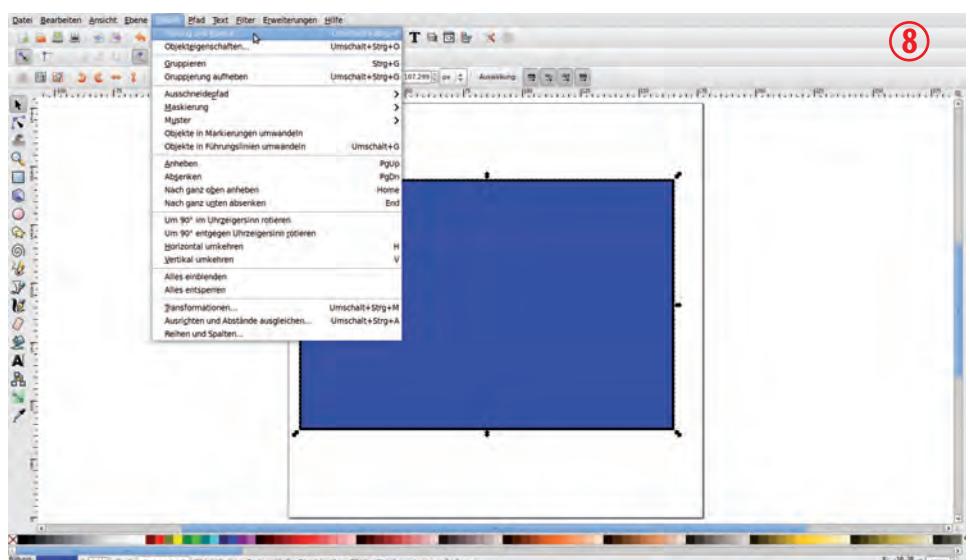
6) Klicken Sie auf das Ikon „Pfeil“ - „Objekte auswählen und verändern“.



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



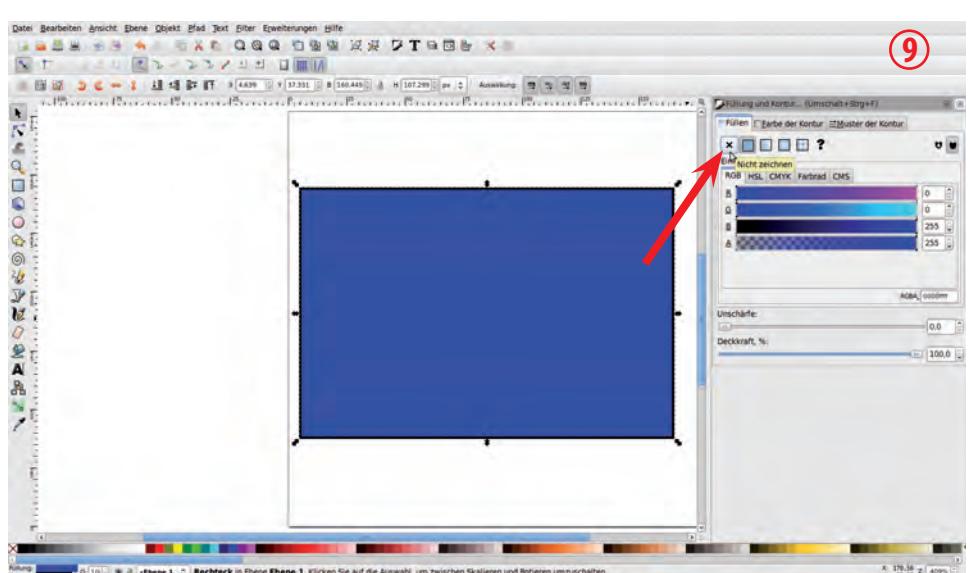
8) Das Rechteck ist markiert, klicken Sie auf "Objekt" --> "Füllung und Kontur".



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

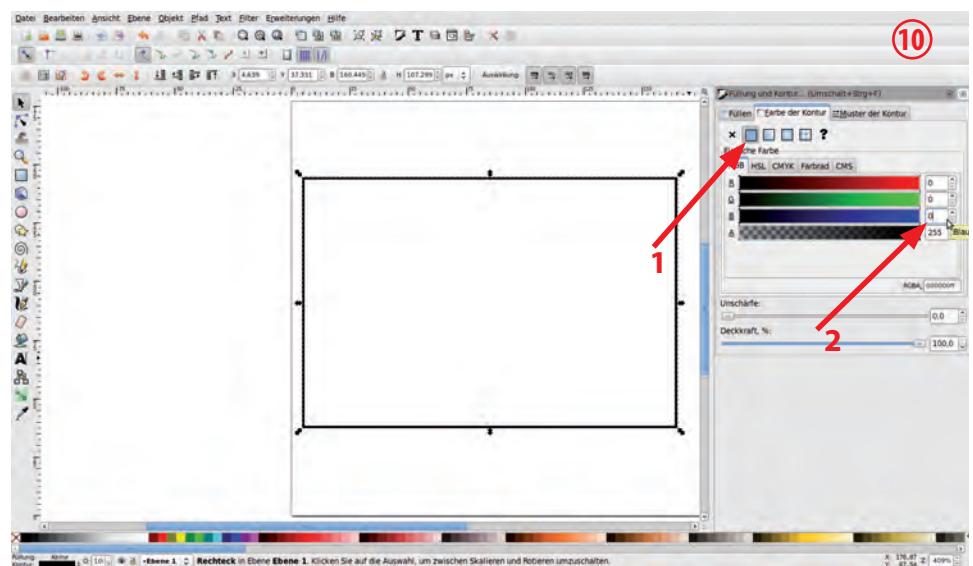
Achtung:

Das blaue Rechteck muss markiert sein.



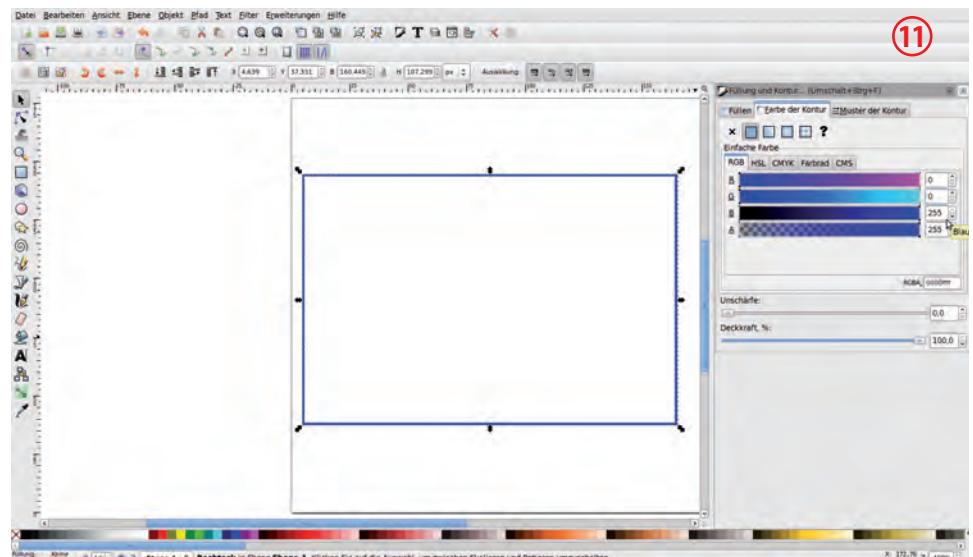
- 10) Klicken Sie auf "Farbe der Kontur" danach auf "Einfache Farbe" (1). Nun klicken Sie in das Feld „Blau“ (2).

Achtung:  
Das blaue Rechteck muss markiert sein.



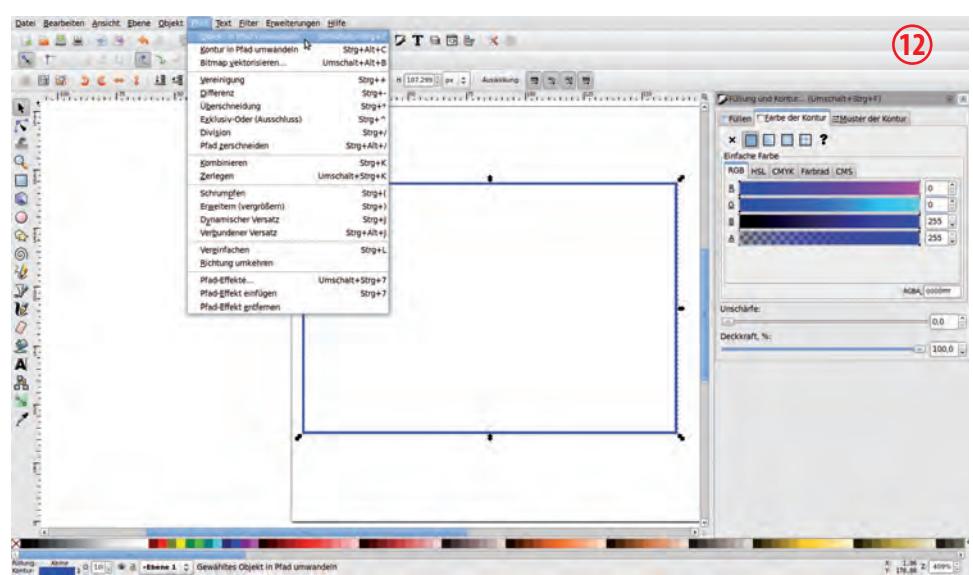
- 11) Ändern Sie den Wert auf "255" danach drücken Sie die Eingabetaste.

Achtung:  
Das blaue Rechteck muss markiert sein.



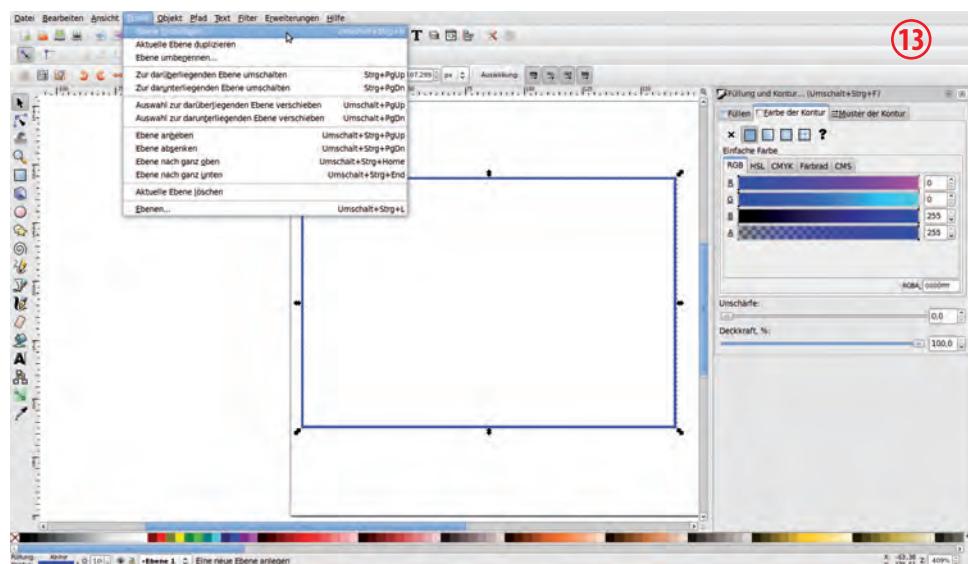
- 12) Klicken Sie auf "Pfad" --> "Objekt in Pfad umwandeln" (Vektor). Nun ist das Rechteck in eine Vektorgrafik umgewandelt.

Achtung:  
Das blaue Rechteck muss markiert sein.

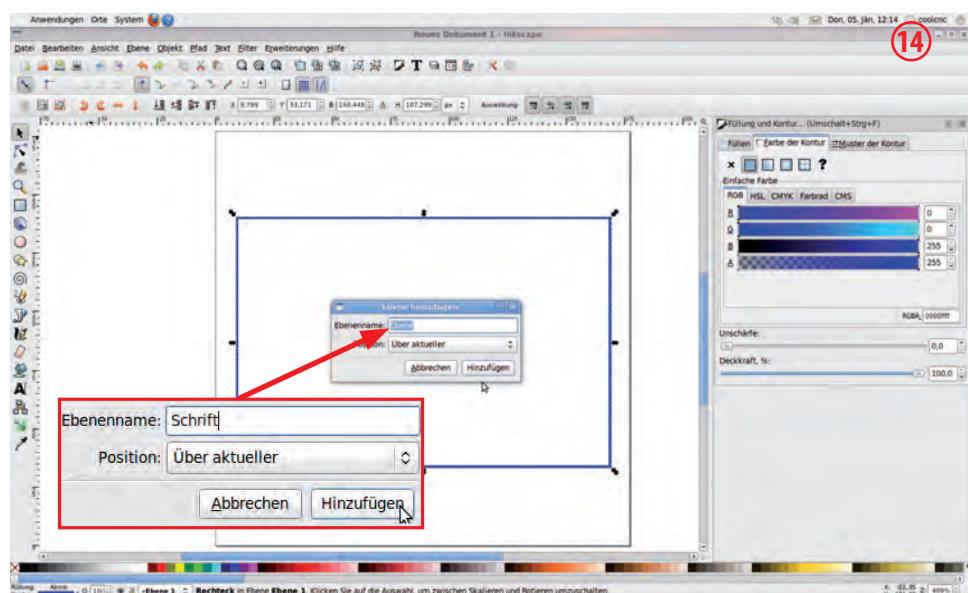


Erstellen Sie eine neue Ebene für die Beschriftung:

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

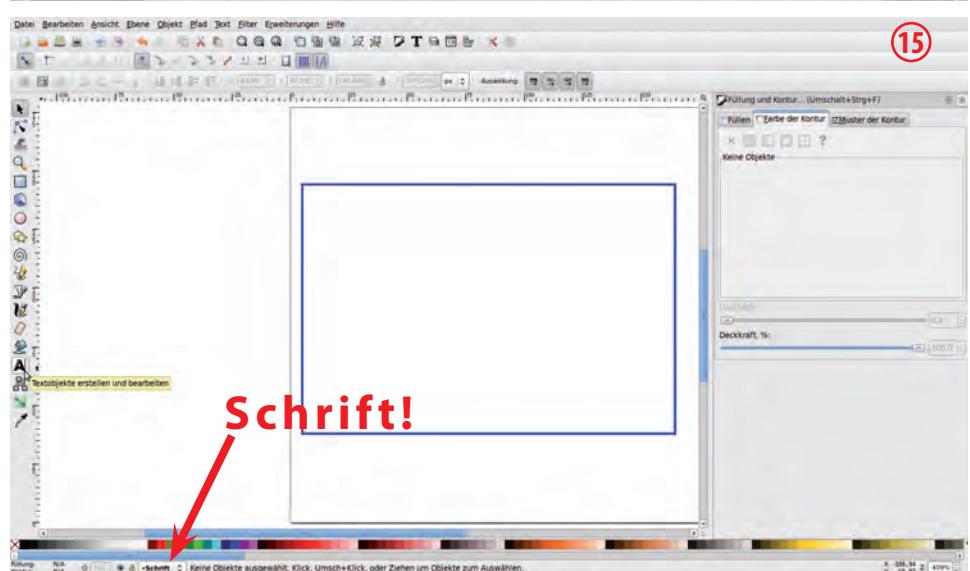


- 14) Verwenden Sie folgenden Namen für die Ebene "Schrift", danach klicken Sie auf „Hinzufügen“.



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

Achtung:  
Ebene "Schrift" muss aktiviert sein.

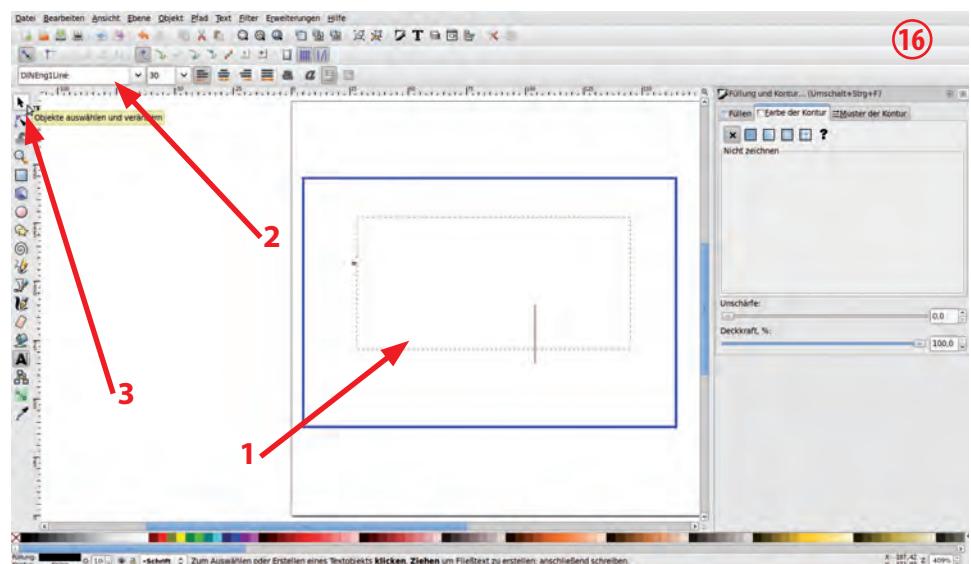


- 16) Klicken Sie in das blaue Rechteck, danach wählen Sie eine Schriftart aus (Single Line Fonts). - z.B. "DINEng1Line". Schreiben Sie Ihren Text - z.B.:

**The Cool Tool**

**CoolCNC**

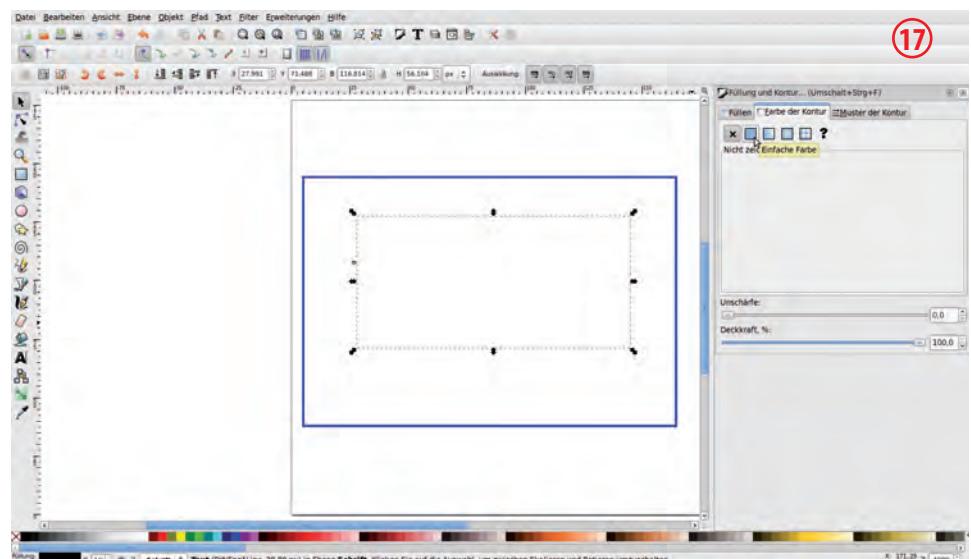
Danach klicken Sie auf das Ikon „Pfeil“ - „Objekte auswählen und verändern“.



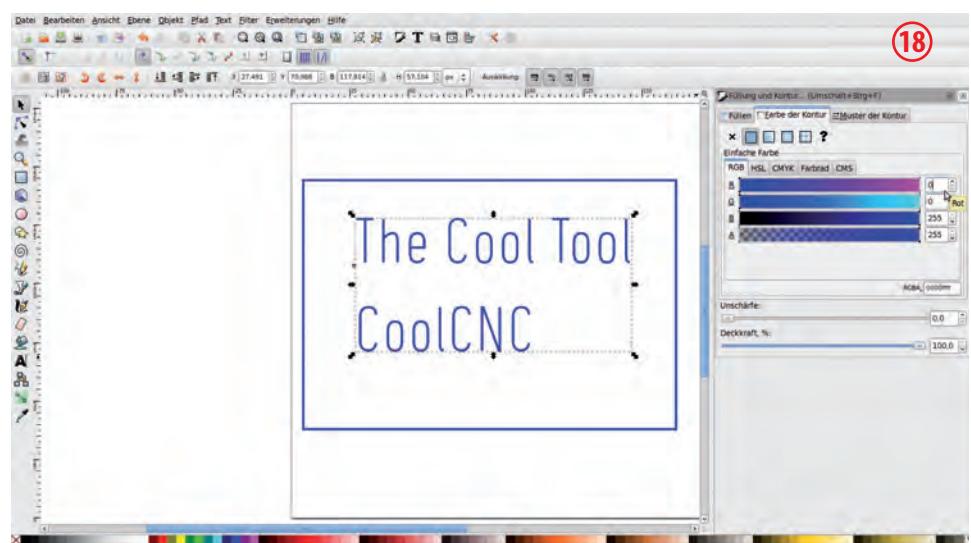
- 17) Klicken Sie auf "Farbe der Kontur" --> "Einfache Farbe".

Achtung:

Das Textfeld muss markiert sein.

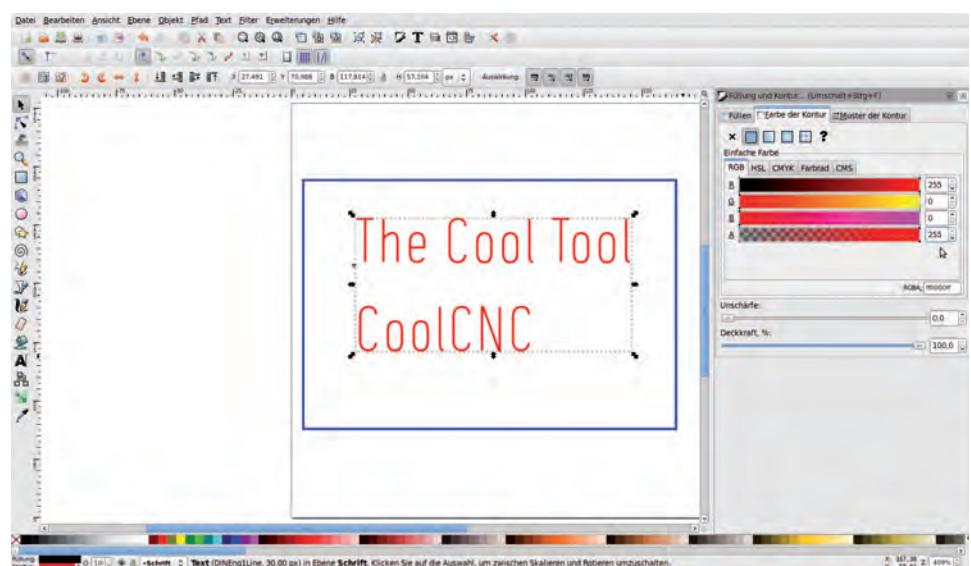


- 18) Klicken Sie in das Feld "Rot".



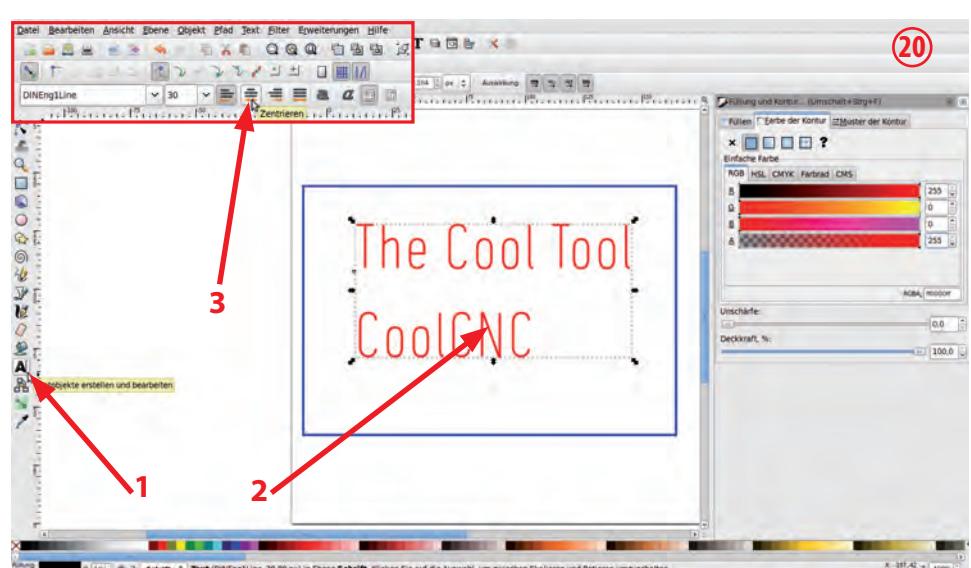
19) Ändern Sie den Wert auf "255" danach klicken Sie auf "blau" und ändern den Wert auf "0" - drücken Sie die Eingabetaste.

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

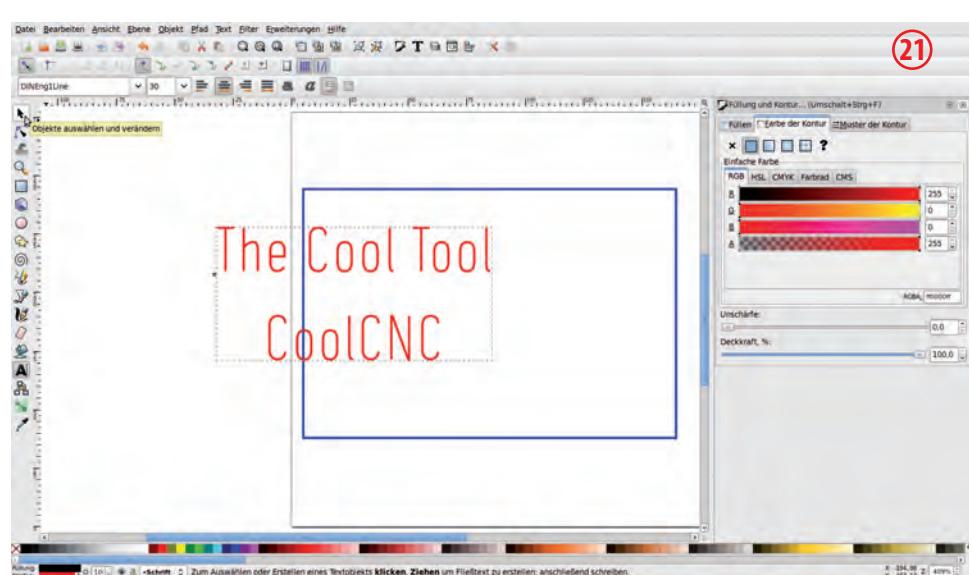


20) Klicken Sie auf das „A“ Ikon "Textobjekte erstellen und bearbeiten", danach klicken Sie in das rote Textfeld (The Cool Tool ....).

Nun klicken Sie auf "Zentrieren".



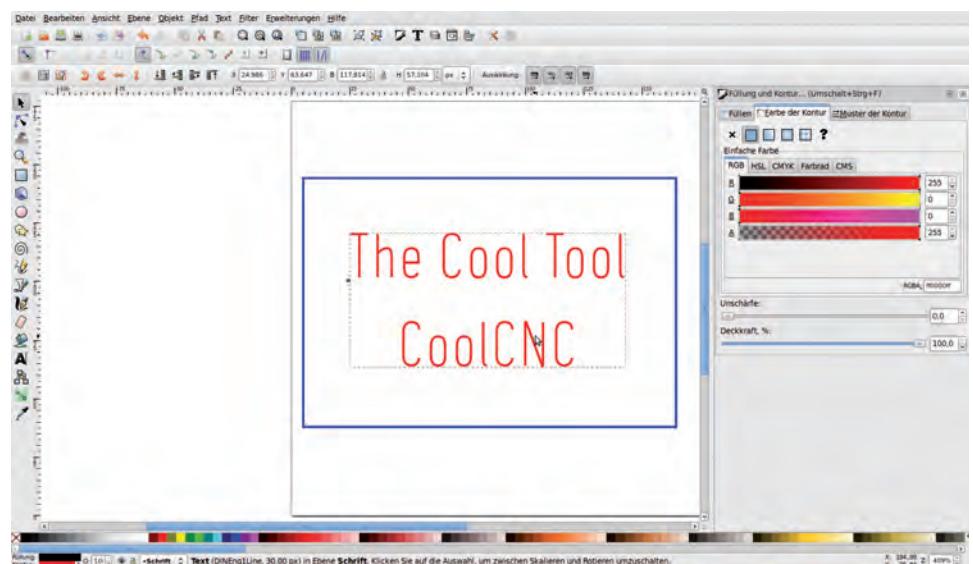
21) Klicken Sie auf das „Pfeil“ Ikon "Objekte auswählen und verändern".



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

Achtung:

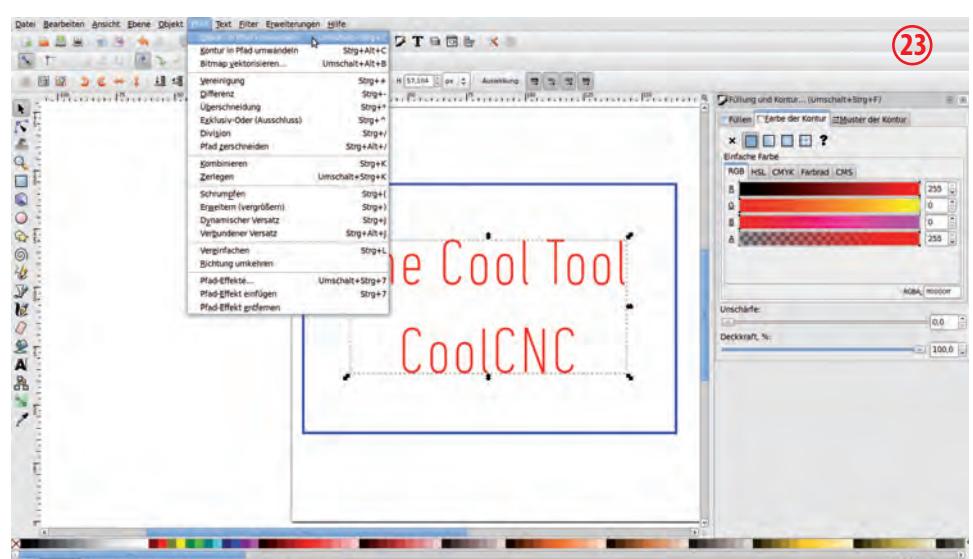
Auch das Werkstück (blaues Rechteck) soll in der Mitte des Rohmaterials positioniert (Arbeitsfläche) sein. Falls dies nicht der Fall ist, markieren Sie das blaue Rechteck inklusive dem roten Text und ziehen beide in die Richtige Position.



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.

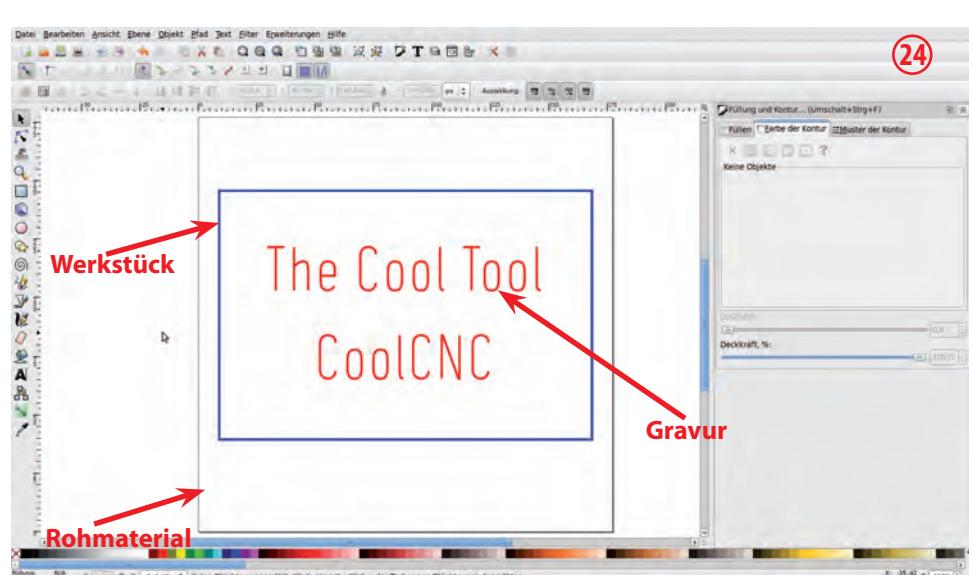


24) Wieso 2 Ebenen?

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)

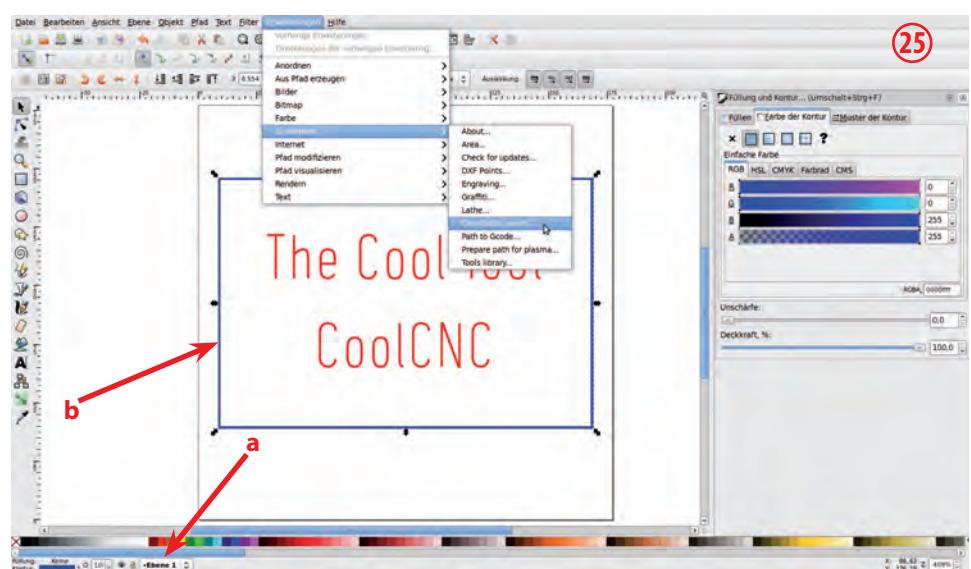


25) Orientation points  
(Nullpunkt für das blaue Rechteck)

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

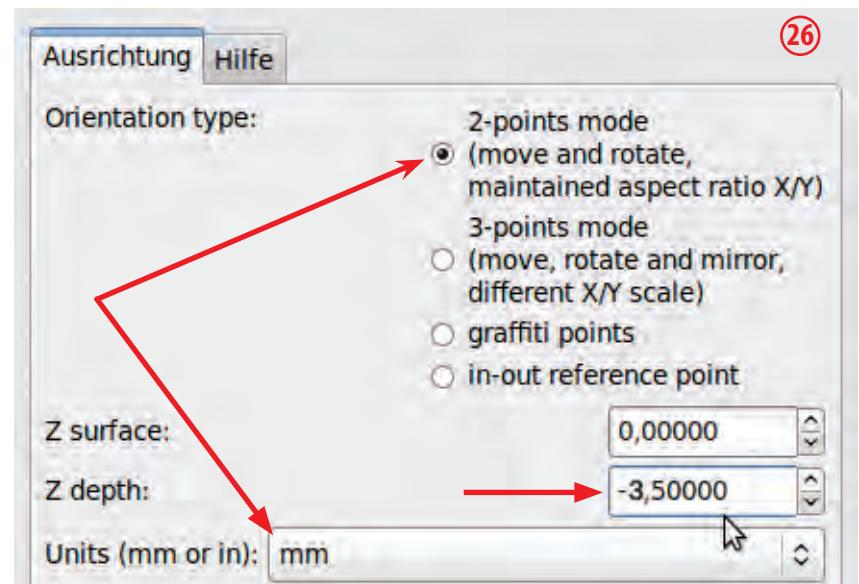
Achtung:

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

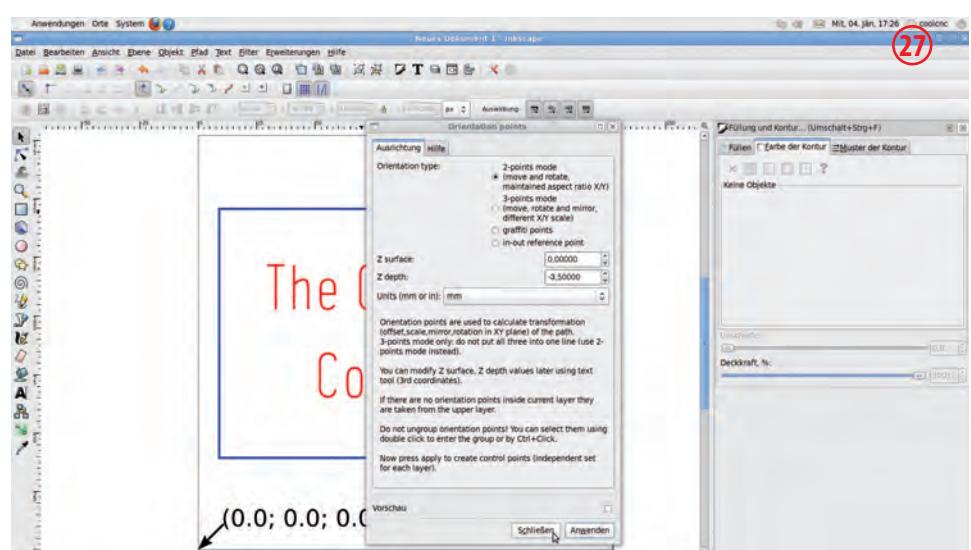


26) markieren Sie "2-points mode" und "mm". Setzen Sie „-3,5“ diesen Wert bei "z depth" ein.

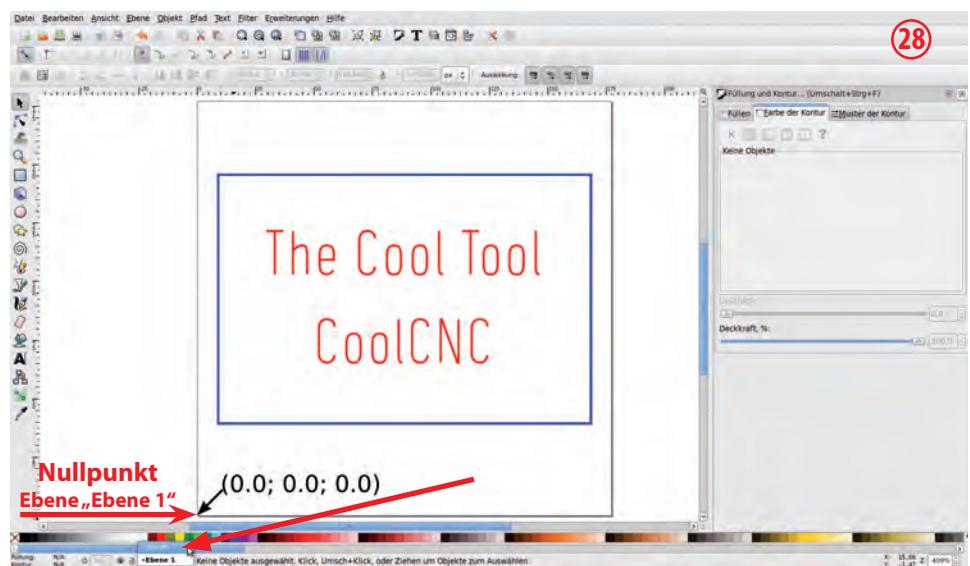
Achtung:  
Wert für "z surface" ist "0,0".



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



28) Aktivieren Sie die Ebene "Schrift"



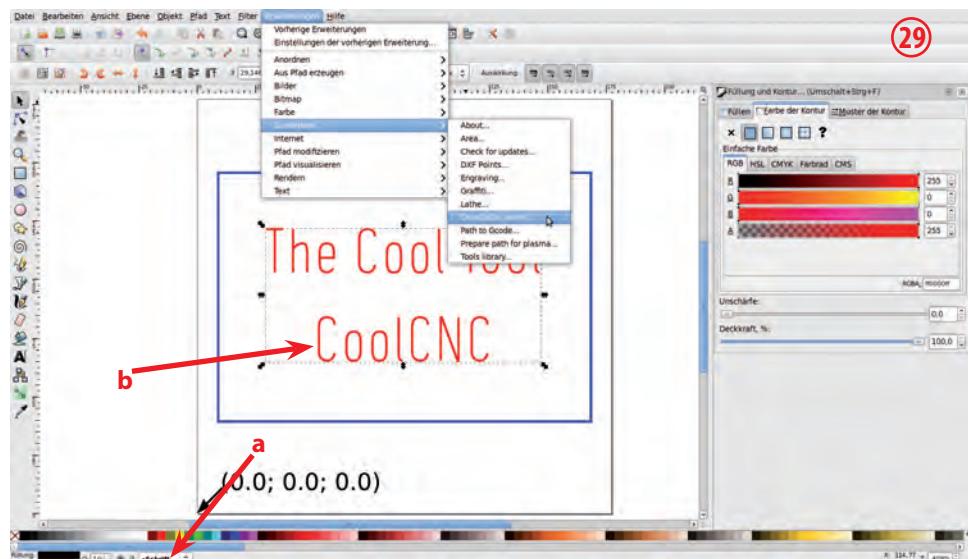
29) Orientation points  
(Nullpunkt für den roten Text)

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

Achtung:

a) Ebene "Schrift" muss aktiviert sein.

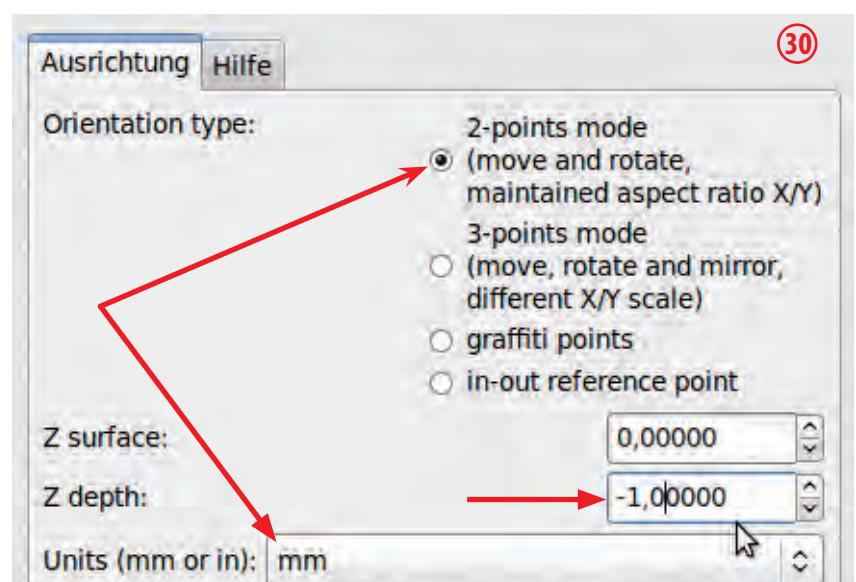
b) Der rote Text muss markiert sein.



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

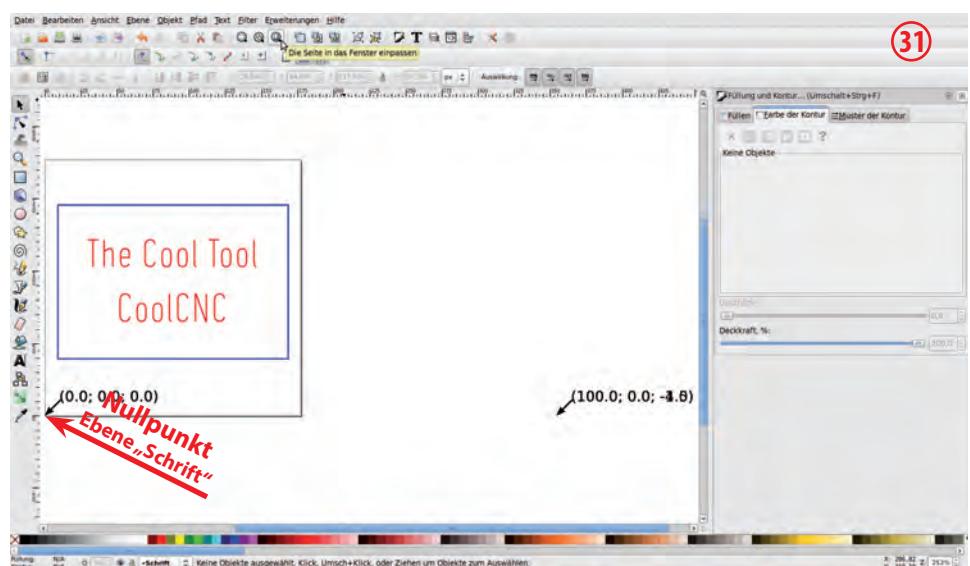
Achtung:

Wert für "z surface" ist "0,0".



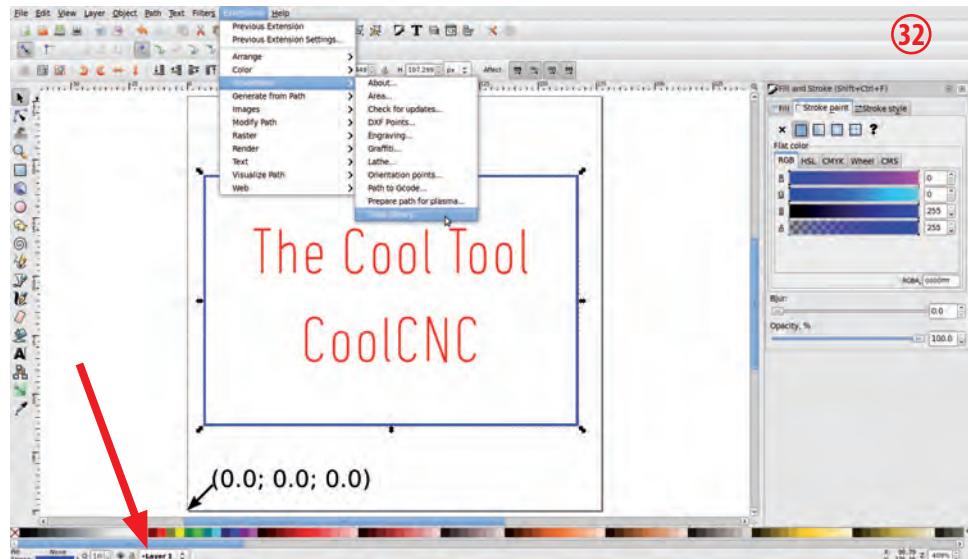
31) Die Position des Nullpunktes für die Ebene „Ebene 1“ sowie „Schrift“ ist identisch. (Deckungsgleich).

Achtung:  
Verschieben Sie die Punkte (Textfelder) nicht!

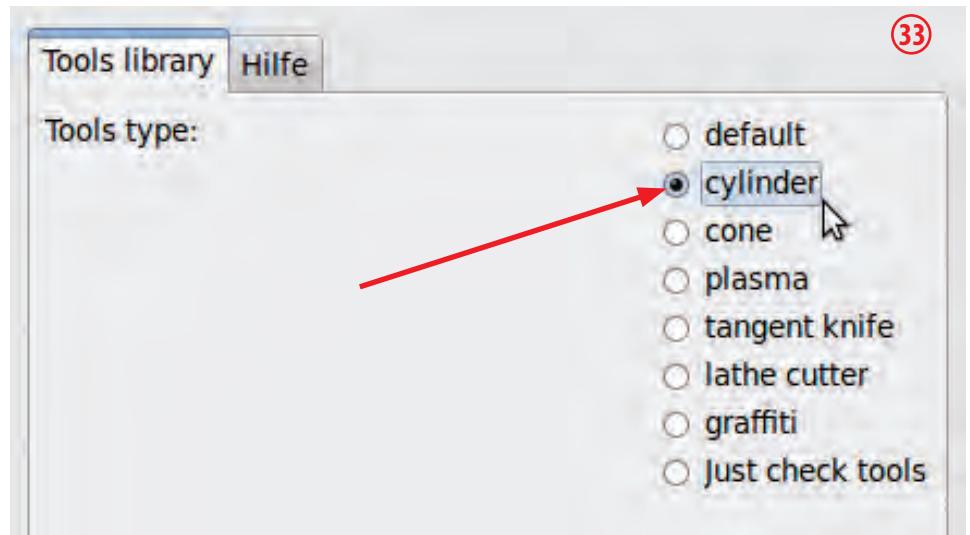


32) Tools library

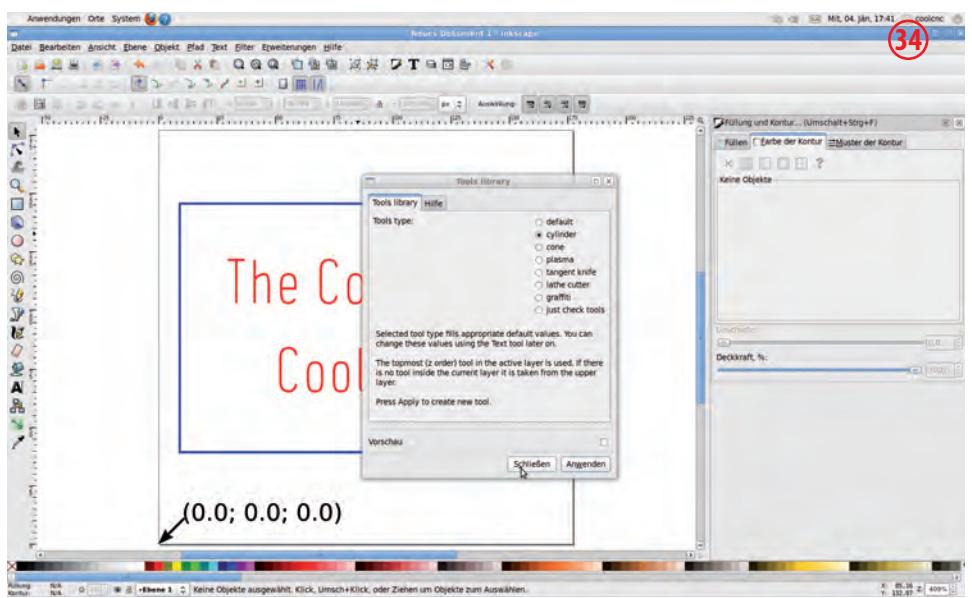
Aktivieren Sie „Ebene 1“ danach markieren Sie das blaue Rechteck, anschließend klicken Sie auf „Erweiterungen“ --> „Gcodetools“ --> „Tools library“



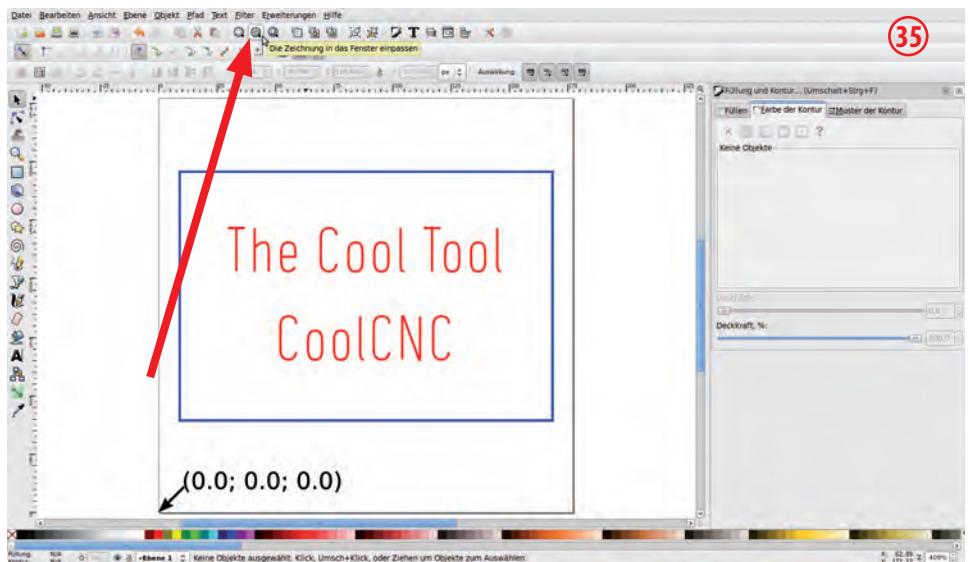
33) Markieren Sie „cylinder“.



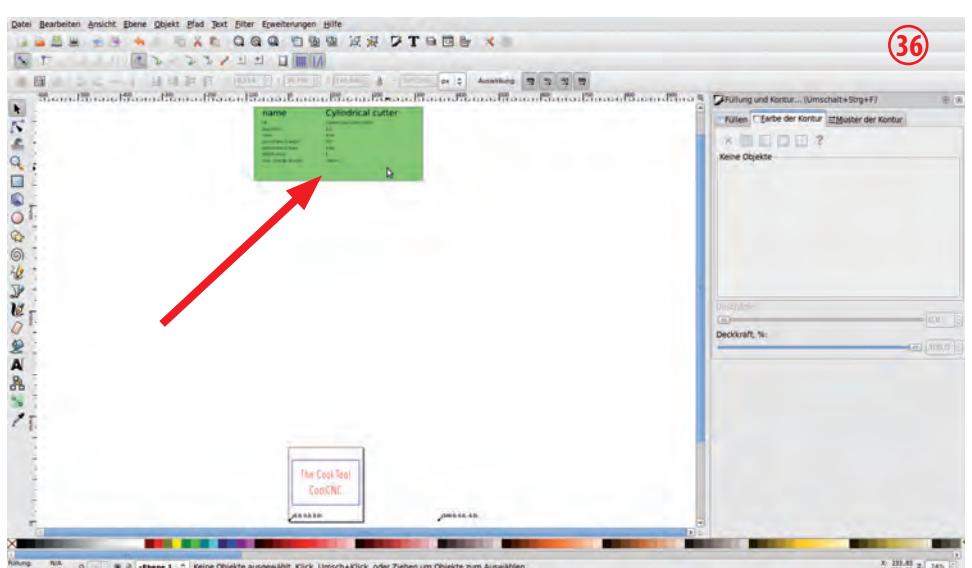
4) Klicken Sie auf "Anwenden"  
danach schließen Sie das Fenster -  
klicken Sie auf "Schließen"



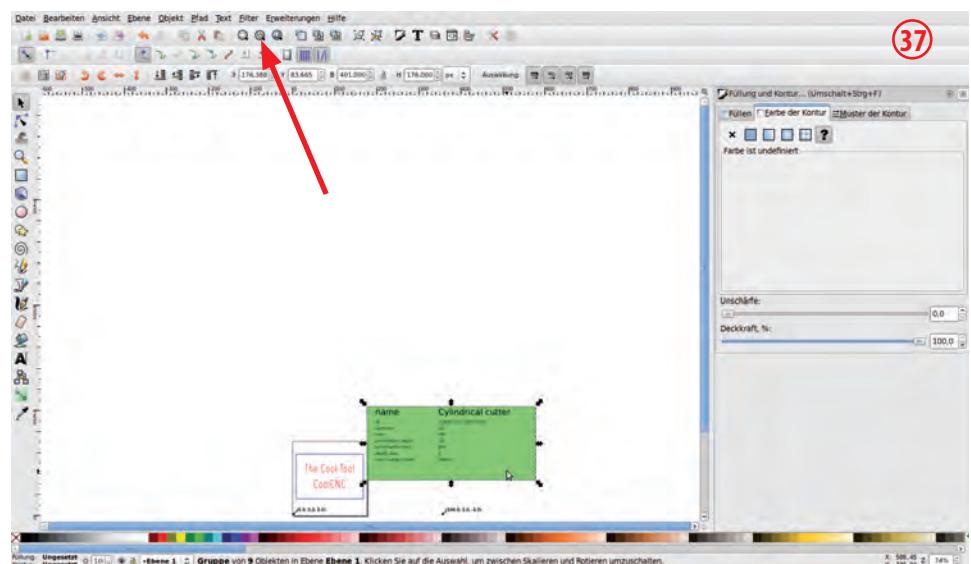
2) Klicken Sie auf das Ikon „Lupen“ - „Die Zeichnung in das Fenster einpassen“.



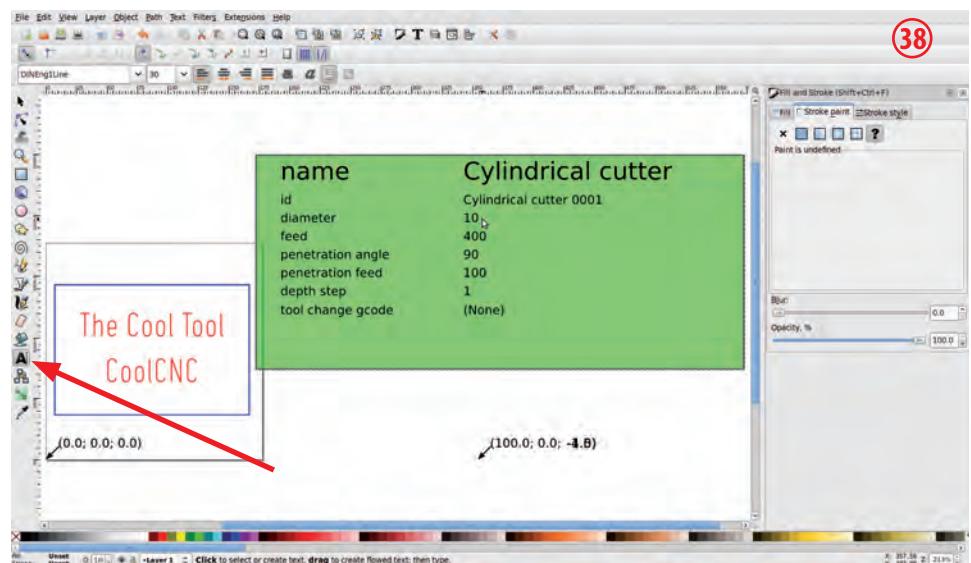
36) Hier sehen Sie das „Fräsparameterfenster“ für die Ebene  
„Ebene 1“.



- 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).



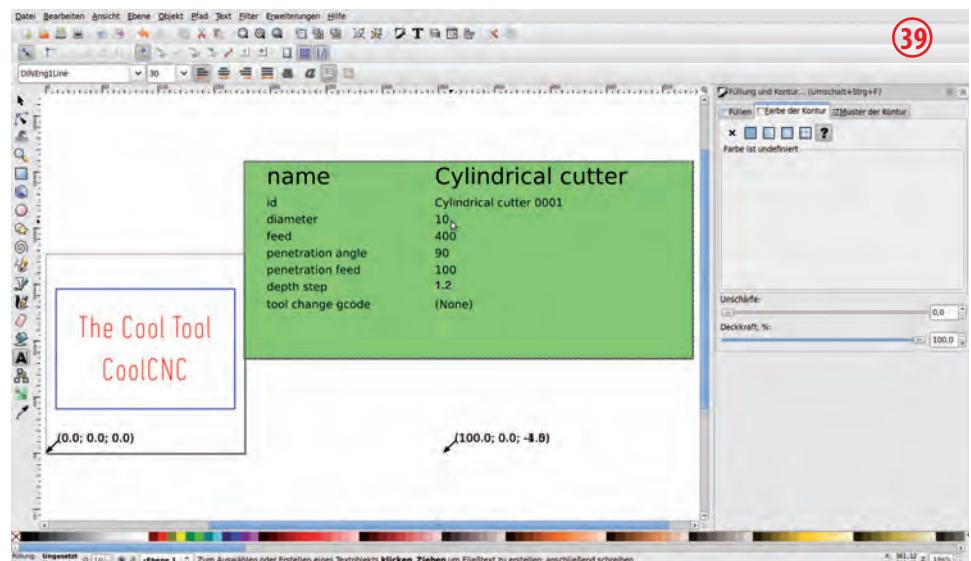
- 39) Geben Sie folgende Werte ein:

diameter = 1

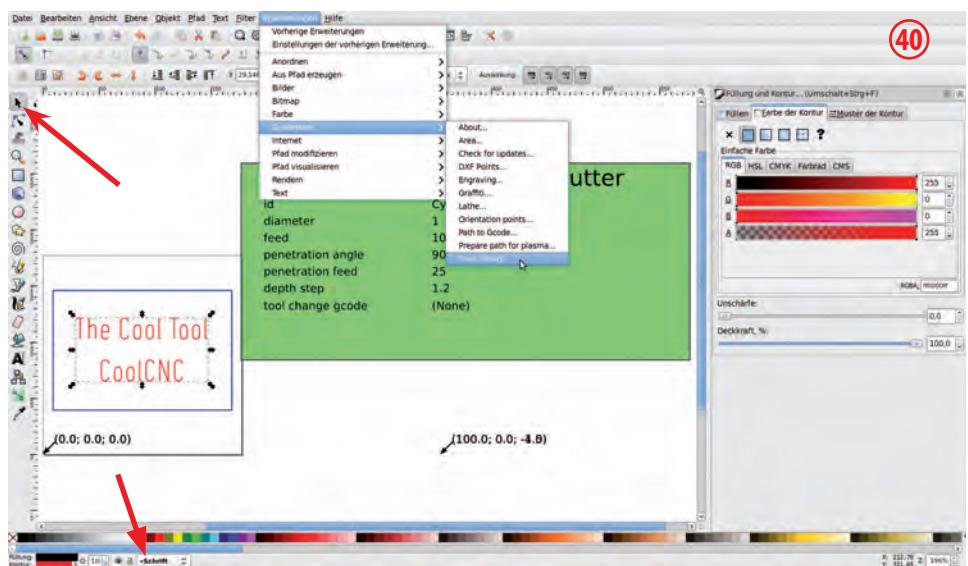
feed = 100

penetration feed = 25

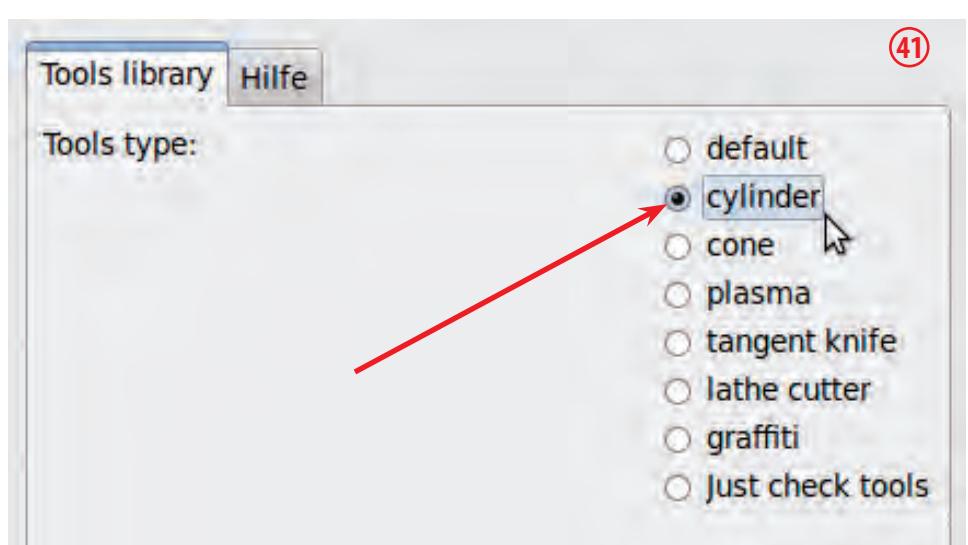
depth step = 1.2



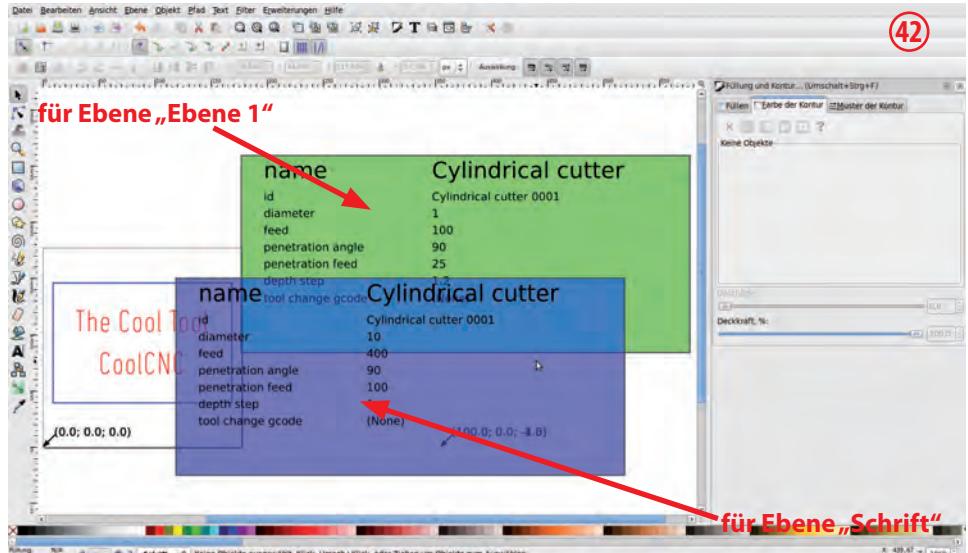
- 40) Aktivieren Sie die Ebene „Schrift“, anschließend markieren Sie das Textfeld (rote Schrift). Danach klicken Sie auf „Erweiterungen“ --> „Gcodetools“ --> „Tools library“



- 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.



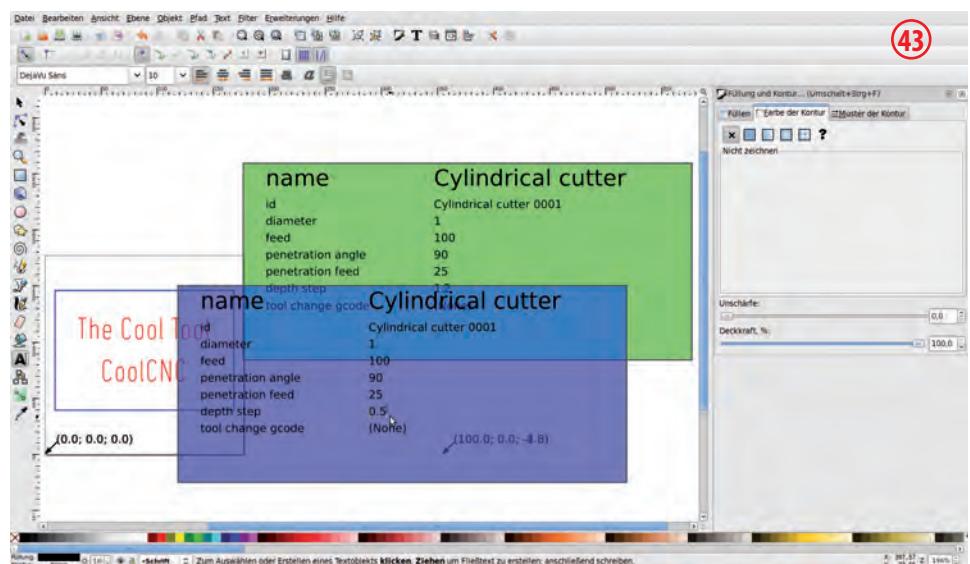
43) Klicken Sie auf das „A“ Ikon (Textobjekte erstellen und bearbeiten), danach editieren Sie die Werte:

diameter = 1

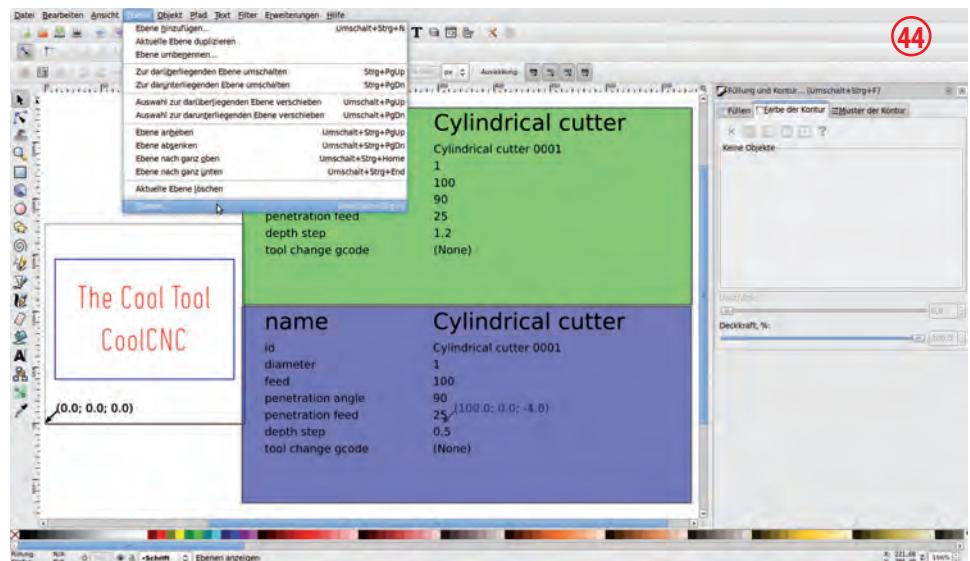
feed = 100

penetration feed = 25

depth step = 0.5



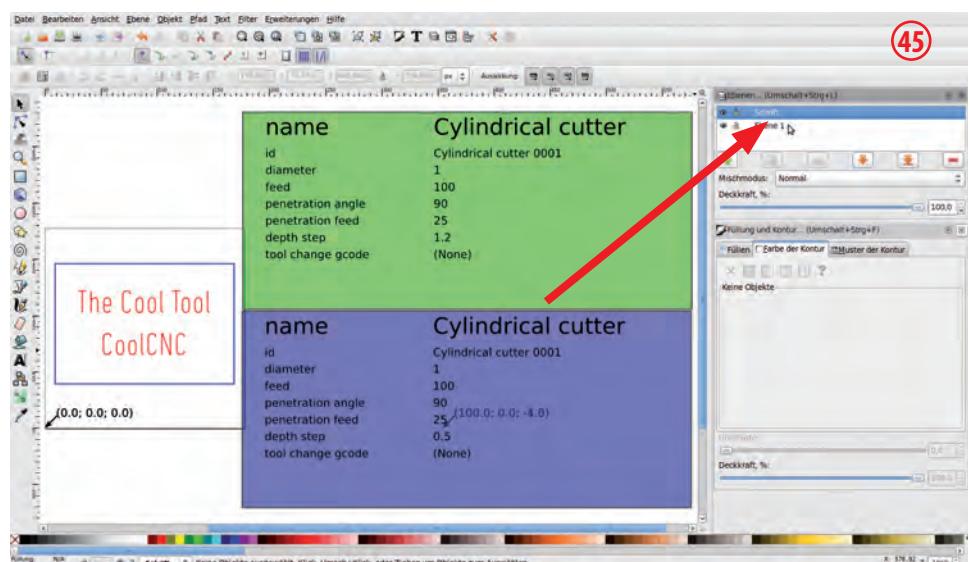
44) Nun überprüfen Sie die Reihenfolge der Ebenen. Klicken Sie auf "Ebene" --> "Ebenen ...."



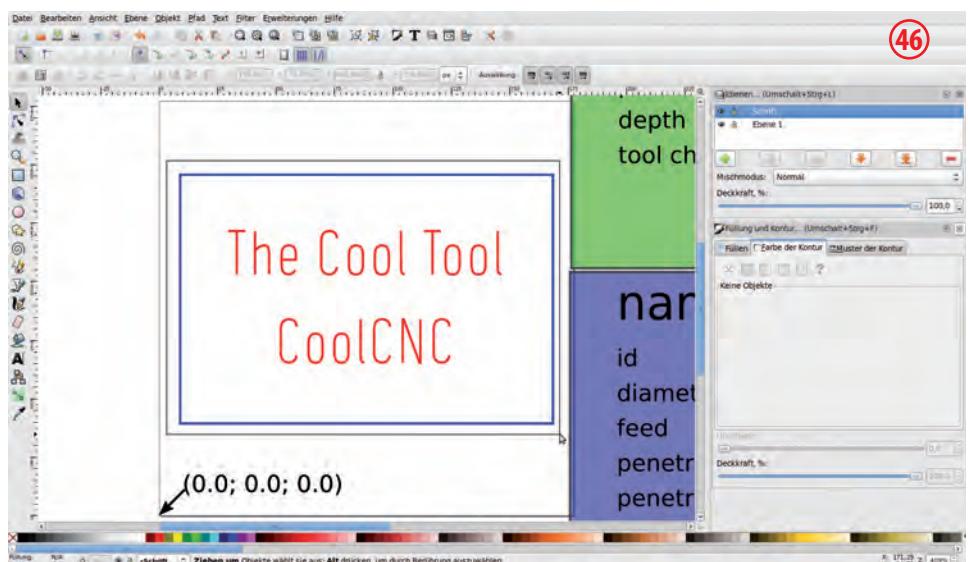
45) Richtige Reihenfolge:

- 1) Schrift
- 2) Ebene 1

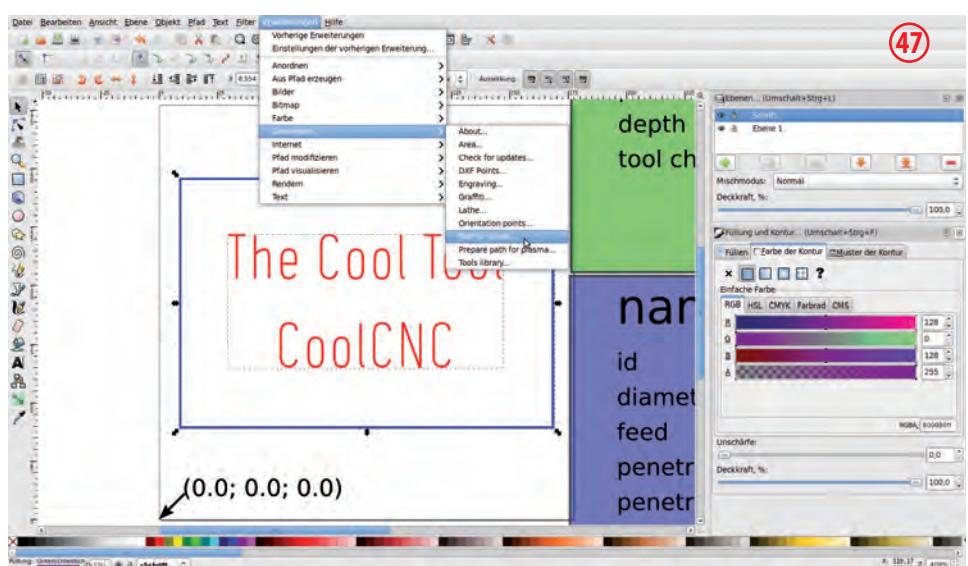
Falls die Ebenen nicht in der richtigen Reihenfolge angezeigt werden, können Sie diese ändern. Markieren Sie eine Ebene und verschieben diese, indem Sie auf das Ikon „Pfeil nach oben“ bzw. „Pfeil nach unten“ klicken.



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



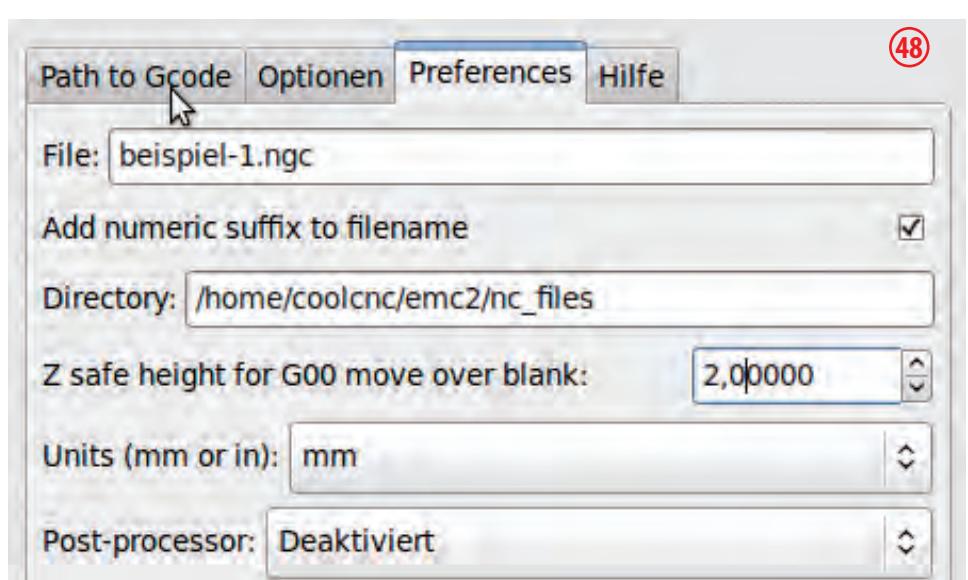
47) Klicken Sie auf "Erweiterungen" --> "Gcodetools" --> "Path to Gcode".



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**

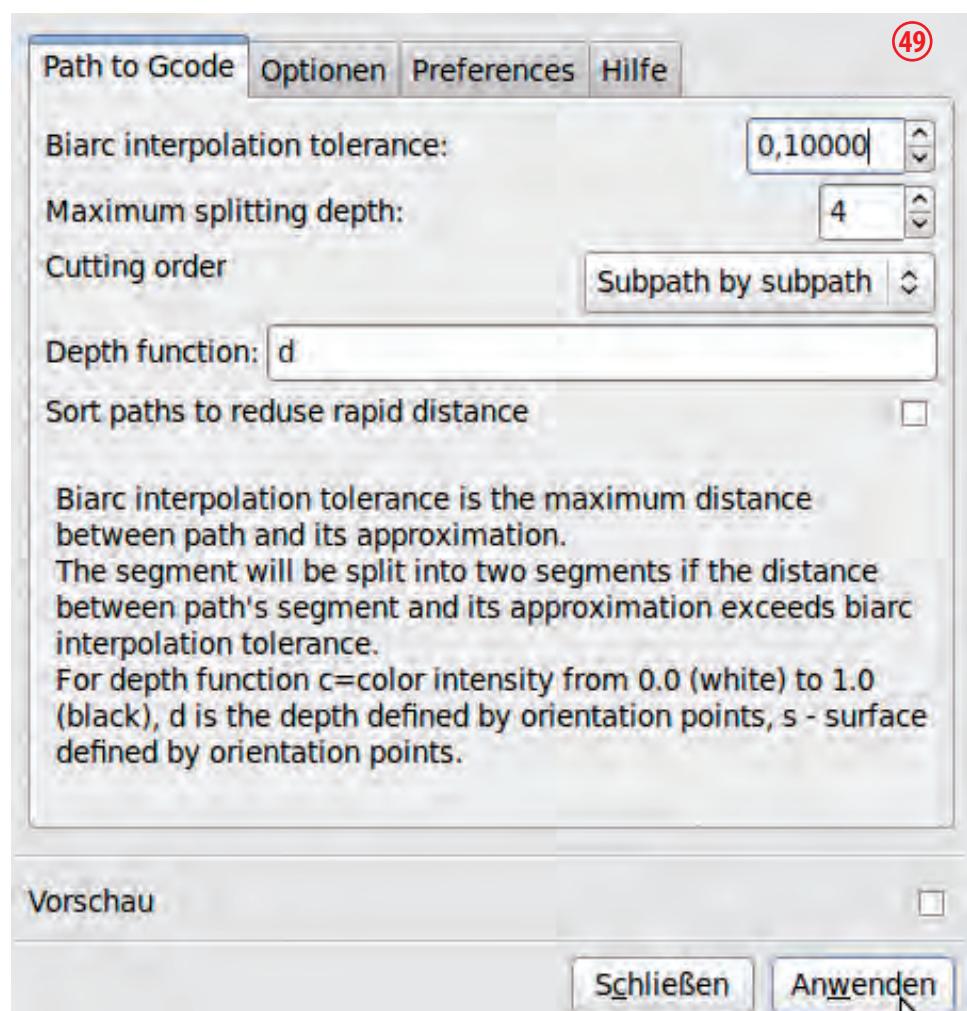
Maximum splitting **4**

Cutting order **sub-**

**path by subpath**

Depth funktion: **d**

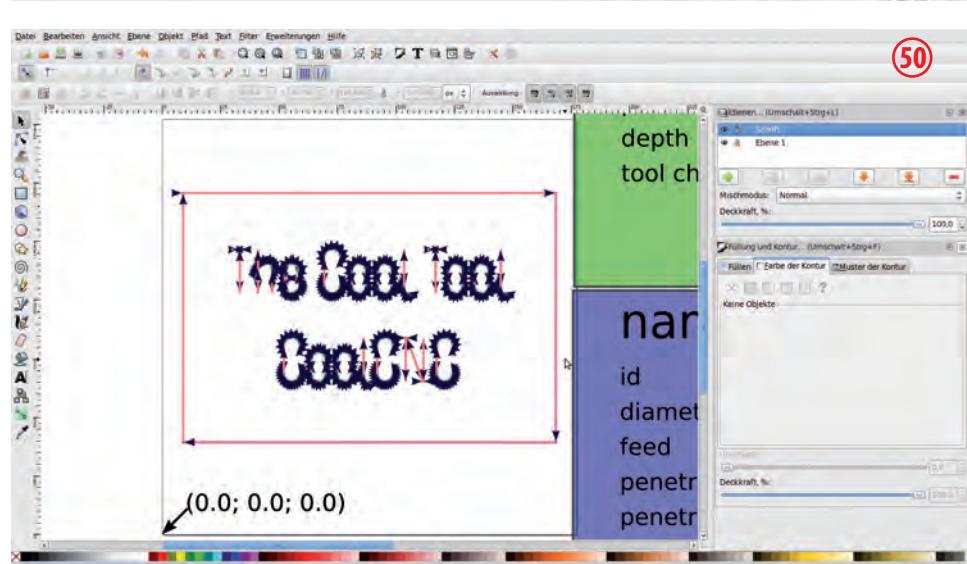
Danach klicken Sie "Anwenden" und schließen das Fenster - "Schließen"!



50) Fertig!

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

(Speicherort und Dateinamen können Sie frei wählen.)

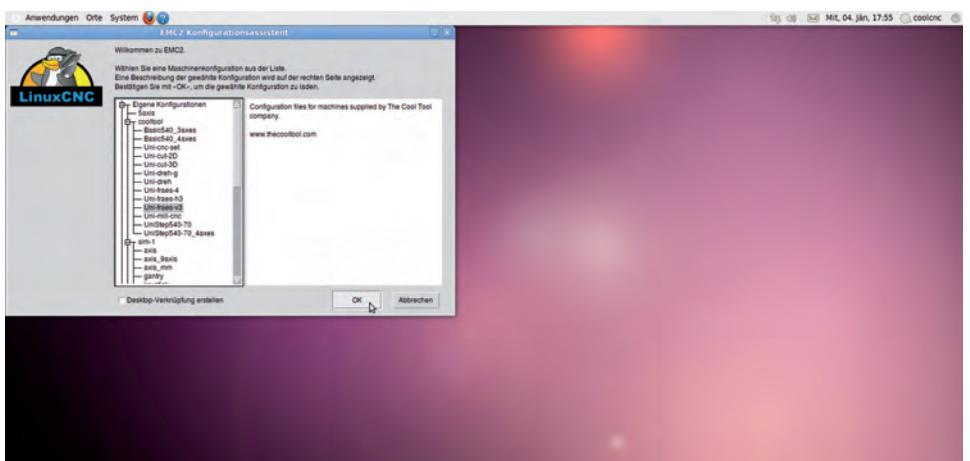


51) Starten Sie LinuxCNC®

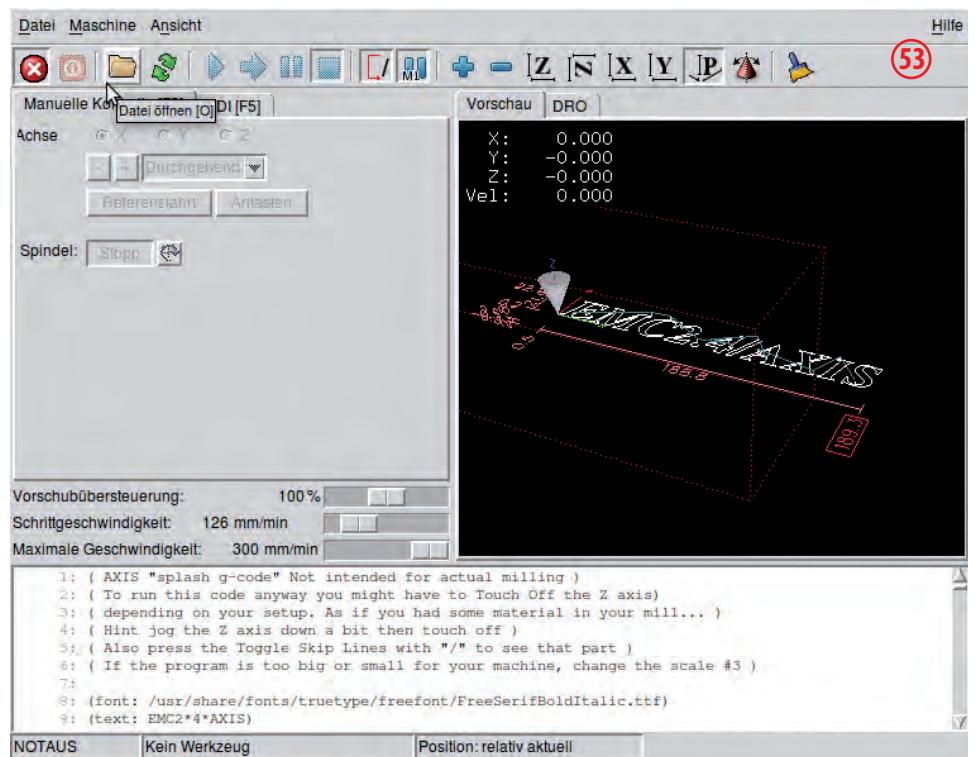
Klicken Sie auf "Anwendungen" --> "CNC" --> "LinuxCNC".



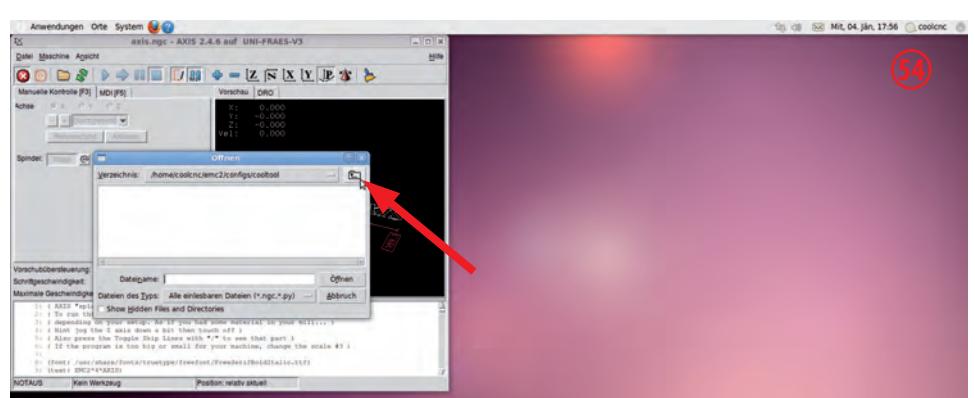
52) Markieren Sie "Uni-fraes-v3" und klicken "OK".



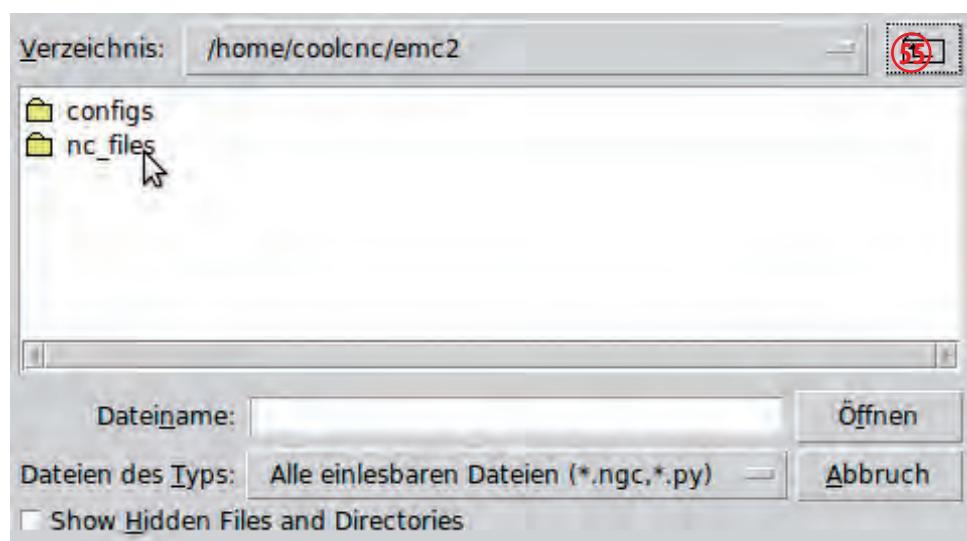
53) Klicken Sie auf das Icon „Mappen“ - „Datei öffnen“.



54) Klicken Sie zwei mal auf das Icon („ein Verzeichnis höher“).



55) Doppelklick auf "nc\_files".



56) Markieren Sie "sample-1\_0001.ngc" und klicken "Open".



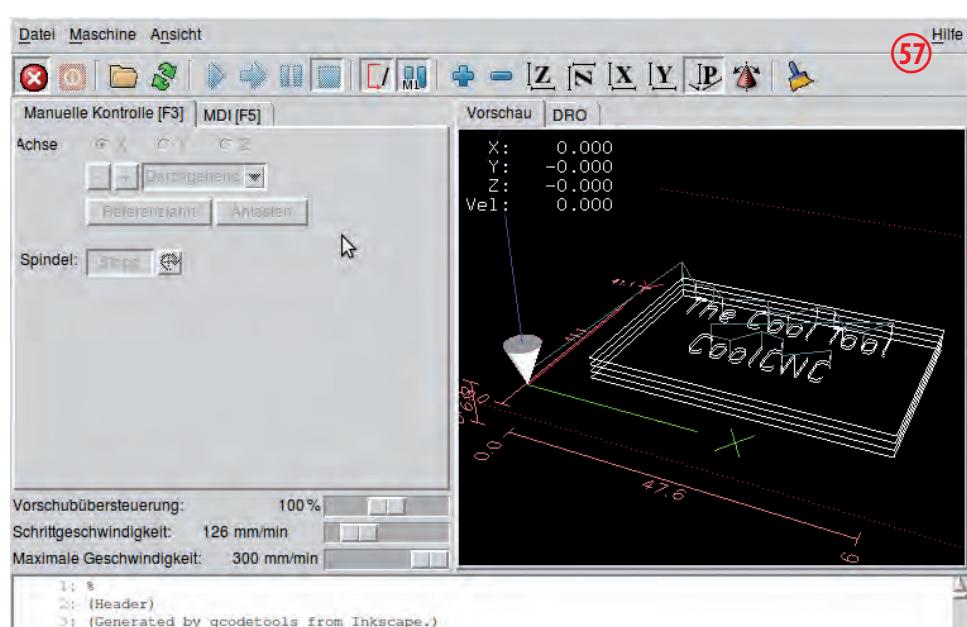
57) Simulation:

**Achtung: Die Driverbox (Lin-Cont) muss ausgeschalten sein.**

Klicken Sie auf "Maschine" --> "Notaus an/aus" or "F1" anschlie- ßend "Maschine" --> Maschine an/ aus" or "F2".

Markieren Sie "X" (Achse) danach klicken Sie auf "Referenzfahrt"- Referenzieren anschließend die Achsen Y und Z (gleiche vorgehensweise).

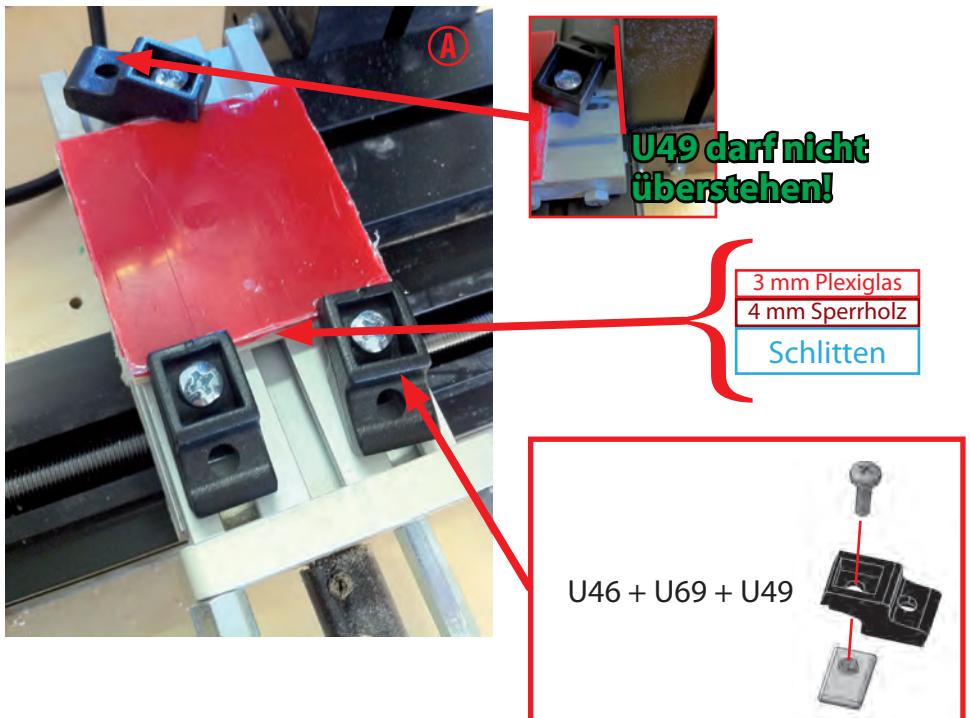
Nun klicken Sie auf das Icon "Aktuelle Datei ausführen"



### Fräsen

A) Fixieren des Rohmaterials auf der Fräse (Y Schlitten).

- 3x Nutstein (U46)
- 3x M4x12 (U69)
- 3x Spannklaue (U49)
- 1x Sperrholz 4 mm
- 1x Plexiglas 4 mm



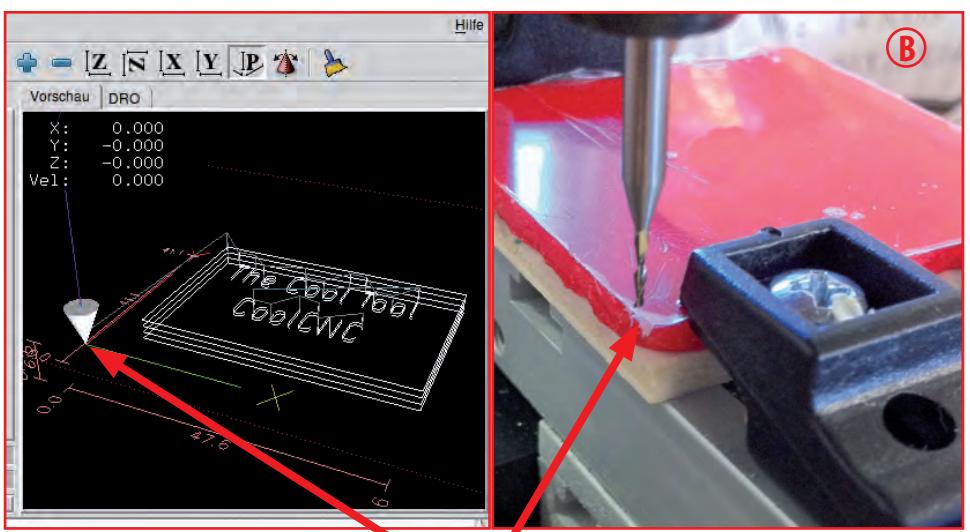
B) Nullpunkt für die X- und Y-Achse setzen. Verfahren Sie mit dem Werkzeug in das linke untere Eck des Rohmaterials. Markieren Sie "X" (Achse) danach klicken Sie auf "Referenzfahrt" - Referenzieren anschließend die Achsen Y und Z (gleiche vorgehensweise). Die X- u. Y-Achse darf nun nur mehr über die Steuersoftware verfahren werden!

C) Materialoberseite (Plexiglas) = Nullpunkt Z Achse.

Legen Sie ein dünnes Papier zwischen Fräser und Plexiglas. Verfahren Sie (langsam) mit dem Fräser in Richtung Plexiglas, bis das Papier klemmt. Nun haben Sie die Position des Z-Nullpunktes gefunden! Markieren Sie "Z" (Achse) danach klicken Sie auf "Referenzfahrt"

Tipp:

Wenn Sie die Driverbox (Lin-Contr.) ausschalten, können Sie auch manuell mit der Z-Achse verfahren.



Nullpunkt für die X und Y Achse



The screenshot shows a CNC control software interface. On the left, there's a manual control panel with buttons for X, Y, Z axes, a spindle stop button, and speed controls. Below it, there are buttons for 'Manuelle Kontrolle [F3]', 'MDI [F5]', and tool selection. At the bottom, there's a text area showing G-code and a status bar indicating 'NOTAUS' and 'Kein Werkzeug'. The main window displays a 3D preview of a rectangular part being machined. The preview shows a cone-shaped tool path starting from the bottom-left corner and moving towards the top-right. The preview window has tabs for 'Vorschau' and 'DRO'. The DRO tab shows coordinates X: 0.000, Y: -0.000, Z: -0.000, and Velocity: 0.000. The G-code text area contains the following code:

```
1: %
2: (Header)
3: (Generated by gcodetools from Inkscape.)
4: (Using default header. To add your own header create file "header" in the output dir.)
5: M3
6: (Header end.)
7: G21 (All units in mm)
8:
9: (Start cutting path id: path3633)
```



**The cool<sup>®</sup>  
tool Education**