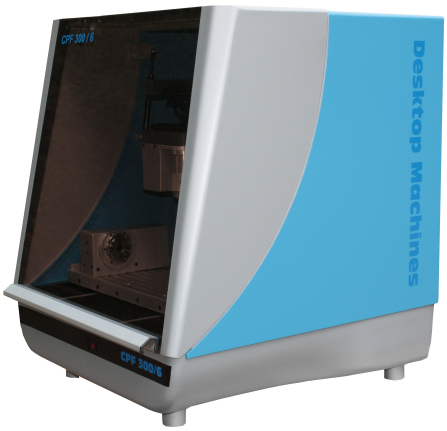
# *CNC-Maschinen auf dem Tisch*




***Warum müssen die CNC-Maschinen immer raumfüllend und tonnenschwer sein, wenn doch die Teile klein sind. Und warum müssen die Maschinen immer so weit weg sein und nur von Fachpersonal bedient werden? Es gibt eine Alternative: Die Maschine auf dem Tisch.***

Autor: Dietmar Böhm
Aktualisiert: Oktober 2017
Infos unter: www.max-computer.de

**Allgemeines**
Der Begriff ist alt, mindestens 20 Jahre: Desktop CNC. Lange fehlte jedoch der Glaube, daß das geht und daß es kein „Spielzeug“ ist. Mittlerweile gibt es kein Akzeptanzproblem mehr und die Zahl der Firmen, die solche Maschinen herstellen, wird größer. Schließlich sind nicht immer alle zu bearbeitendenTeile groß und die Wege zu einem Bearbeitungszentrum nicht immer kurz.
Die Konstruktionen und das Design der verschiedenen Hersteller unterscheiden sich so, wie die Anwendungen, Einsatzbereiche und Preisvorstellungen der verschiedenen Kunden sich unterscheiden.
Ein Vergleich sei erlaubt: Die Computer stehen heute auf dem Tisch und werden zum „Persönlichen Computer“, dem PC. Genauso werden kleine CNC-Maschinen auf dem Tisch zur „Persönlichen Maschine“. Der Anwender hat unmittelbaren Zugriff zu ihr, betreut und pflegt sie und ist stolz darauf, daß er sie im Griff hat. Dies gilt nicht nur für die 1 Mann-Firma, sondern auch für Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter einer großen Firma oder Institution, in deren Arbeitsumgebung solche Maschinen aufgestellt werden.

Genau in diese Betrachtung passen die Maschinen CPF 100 und CPF300 der Firma Desktop Machines GmbH und die Koordinatentisch-Systeme der Baureihe KOSY.der Firma MAXcomputer & mechatronics GmbH. Seit 2016 sind diese beiden Firmen und deren Produktgruppen verbunden.

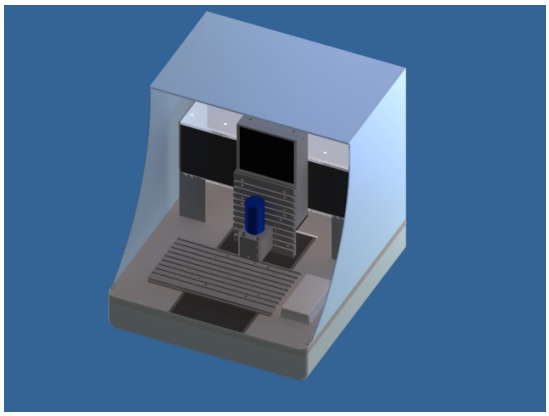
**Der erste Blick**
Auf den ersten Blick ist diese typische Desktop-CNC-Maschine folgendermaßen zu charakterisieren:

- Sie passt auf den Tisch
  Größe und Gewicht halten sich an die, für einen Tisch, tragfähigen Grenzen.

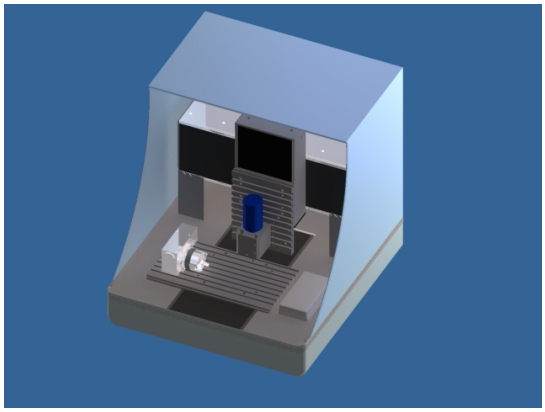
- Sie hat ein ansprechendes Design
  Das Aussehen ist entscheidend, ebenso die Farbe und die Farbkombination.

- Sie hat ein geschlossenes Gehäuse
  Die Umgebung ist geschützt, vor Spänen und Staub einerseits und vor Lärm andererseits.

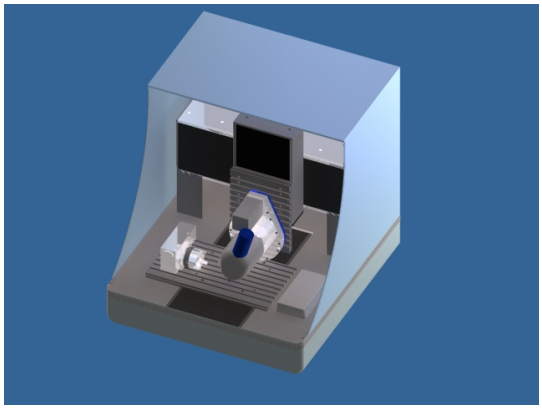
**Die Konstruktion**
In einen massiven Sockel ist die Y-Achse- und der Aufbau für die X- und Z-Achse eingegossen. Das mineralische Gußmaterial gibt Steifigkeit und dämpft Schwingungen. Dabei sind die Linearführungen kraftschlüssig mit dem Gußkörper verbunden. In einem speziellen Fertigungsverfahren wird eine exakte Winkelzuordnung erreicht. Die Linearbewegungen werden über spielfreie Kugelumlaufspindeln erzeugt. Die Antriebsmotoren sind wählbar: Schrittmotoren oder Servomotoren. Ein Wegmeßsystem für die direkte Achsposition kann integriert werden. Die Anzahl der Achsen kann an den Anwendungsfall angepasst werden, dazu die folgende Betrachtung:



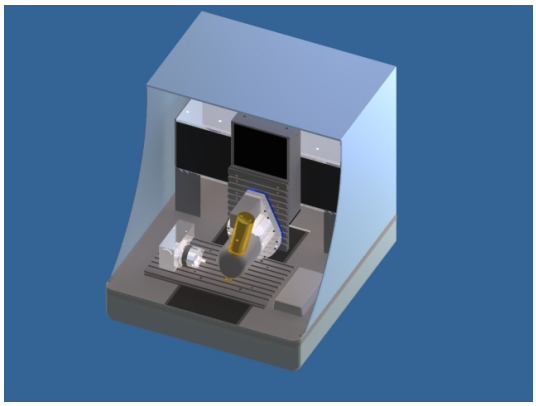
**3 Achsen**
Die Basis-Ausführung für Werkstückbearbeitungen in 2½ D oder 3D ohne Hinterschneidungen. Die Bearbeitungsspindel kann im einfachsten Fall ein Fräsmotor sein, der nur ein-/ausgeschaltet wird oder auch eine kräftige Schnellfrequenzspindel mit automatischem Werkzeugwechsel.



**4 Achsen**
Ergänzt man die A-Achse (dreht um X-Achse), dann können Werkstücke rotieren. Die hier gewählte Anordnung ermöglicht 2 Betriebsarten:
*Teilapparat*
Das Werkstück wird in eine Winkelstellung gedreht und dort bearbeitet. Diese Stellung muss sehr steif gehalten werden, um genaue Bearbeitungsergebnisse zu erzielen, was entweder eine selbsthemmendes Getriebe oder eine Bremse am Antrieb voraussetzt.
*Drehbearbeitung*
Das Werkstück rotiert mit ausreichender Drehzahl und ein Werkzeug greift ein. Dies kann ein Drehmeißel sein, aber auch ein rotierender Fräser. Es entstehen Rotationskörper, wie bei einer Drehmaschine. Es wird eine A-Achse angeboten, die beide Betriebsarten möglich macht und bei der Drehbearbeitung Drehzahlen bis 6000 U/min erreicht.



**5 Achsen**
Ergänzt man die B-Achse (dreht um Y-Achse), dann können beispielsweise an einem Würfel 5 von 6 Seiten bearbeitet werden. Die Frässpindel kann 90° geschwenkt werden, was allerdings den X-Weg einschränkt. Die B-Achse ist sehr stabil, die Winkelstellungen werden auf verschiedene Weise, je nach Ausführung, arretiert.



**6 Achsen**
Ergänzt man die C-Achse (dreht um Z-Achse), dann werden spezielle Bearbeitungen möglich: Gewindebohren, Tangentialbewegungen, Drehbearbeitungen mit Anstellwinkel u.Ä.m. Eine spezielle HighPower C-Achse mit Servomotor wird seit Jahren mit- oder ohne automatischem Werkzeugwechsel erfolgreich eingesetzt.

In diesem Konstruktionskonzept liegt ein ganz entscheidender Vorteil: Es ist eine Mehrseiten-Bearbeitung- und eine kombinierte Dreh-/Fräsbearbeitung möglich. Das Umspannen mit allen negativen Folgen entfällt.
Hinzu kommt die Möglichkeit, Maschinenvarianten zu fertigen. Viele Module können, wie bei einem Baukasten, flexibel ausgetauscht werden, um kundenspezifische Anforderungen zu erfüllen.

**Die Steuerung**
Die sog. Multi-Controller-Steuerung MCS basiert auf einem internen BUS-System mit einem Master-Controller und, pro Achse, einem intelligenten Achs-Controller. Dies garantiert schnelle Bewegungen und flexible Erweiterungsmöglichkeiten. Zusammen mit der umfangreichen Firmware können simultane Mehrachsbewegungen ausgeführt werden und jede Achse kann Zusatzaufgaben erfüllen, wie Positions-Kontrolle und -Korrektur, Lastüberwachung, Schaltfunktionen u.Ä.m. Anschlüsse für elektronische Handräder, JoyStick, Override-Potentiometer, Tieferegler, 3D-Taster und Werkzeug-Vermessung sind serienmäßig oder optional, je nach Typ, eingebaut.
Die Bedienoberfläche und die CNC-Programmierung laufen auf einem PC, der über eine seriell arbeitende Schnittstelle mit der Steuerung verbunden ist.

**Die Bedeutung der Software**
Mittlerweile sind CNC-Maschinen mechatronische Systeme. Die Komponenten Mechanik, Elektronik und Informatik haben in den letzten Jahren eine stark veränderte Gewichtung erhalten. So ist die Mechanik zunehmend von Elektronik und Informatik verdrängt worden. Typisches Beispiel für diesen Wandel sind Linearitäts- oder Plantätskorrektur mit den Mitteln von Sensorik, Steuerung und Software.
Bezieht man in diese Betrachtung den Weg von der Zeichnung bis zum bearbeiteten Werkstück mit ein, dann wird die Bedeutung der Software noch größer. Eine bequeme und gut verständliche Programmierung der Maschine ist so wichtig, wie die Maschine selbst. Dies trägt übrigens auch dazu bei, daß die sogenannten Handkurbelmaschinen an Bedeutung verlieren. Es ist selbst bei Einzelstücken einfacher, dies mit einer CNC-Maschine zu erledigen, bei mindestens gleicher Qualität mit geringeren Gesamtkosten.
Eine weitere Veränderung passt ins Bild: Die reine CNC-Programmierung durch zeilenweises Eintippen von G-Code wird ersetzt durch Dialogprogrammierung und CAD/CAM – alles Software. Mit allen Maschine wird immer auch ein CAD/CAM-Programm mitgeliefert, das diesen Trend voll unterstützt. Eine genaue Betrachtung der Software erfolgt in einem separaten Artikel.

**Anwendungen allgemein**
Unendlich viele Branchen brauchen eine solche Maschine zum Herstellen von kleineren Dreh- und Frästeilen aus Holz, Kunststoff oder Metall, ob in Forschung, Entwicklung, Prototypenbau oder Produktion.
Genauso vielfältig sind die Ansprüche an Genauigkeit, Schnelligkeit, Langlebigkeit und Nutzen der Maschine.
Hinzu kommt die Einbindung in Prozessabläufe, von einfacher Handbeschickung bis zur Zusammenarbeit mit anderen Maschinen in einer vollautomatischen Fertigungsstraße.
Kleine CNC-Maschinen ergänzen die Großen im Hinblick auf Verfügbarkeit, Stundensatz, Flexibilität und Multiplizierbarkeit. So ist beispielsweise die dezentrale Anordnung von kleinen CNC-Maschinen nahe am Montageplatz mitten in der Fertigung ein weiterer Rationalisierungsschritt.

**Anwendungen in der Medizintechnik**
Es wäre falsch zu sagen: Die Medizin braucht besonders genaue Teile mit besonders guter Oberfläche. Dies können auch die Raumfahrt- und Luftfahrt-Betriebe von sich behaupten oder die Hersteller von speziellen mechanischen Uhren. Auch die Qualitätskriterien hinsichtlich Zuverlässigkeit, Reproduzierbarkeit, Toleranz und Liefertreue müssen nicht unterschiedlich sein.
Trotzdem muß eine CNC-Maschine, mit der Teile für die Medizin hergestellt werden, einige zusätzliche Kriterien erfüllen. So ist es z.B. verschiedentlich verboten, beschichtete Fräswerkzeuge zu verwenden oder mit kritischen Flüssigkeiten zu kühlen, Rückstände oder Diffusionen können Folgen haben. Steril müssen die Maschinen aber nicht sein, das wird bei den fertigen Teilen in einem gesonderten Prozess erledigt.
Vielfach wird mit Keramik-Werkstoffen gearbeitet, wie z.B. in der Dental-Medizin mit Zirkonoxyd. Gerade dieses Material ist besonders unangenehm. Beim Fräsen entsteht ein äußerst gesundheitsschädlicher Staub und für die Maschine ist er ebenso schädlich, dazu kricht er noch in alle Ecken und Winkel – Besondere Absaug- und/oder Dichtmaßnahmen müssen eingebaut werden. Das sind ernsthafte Probleme, die die Maschinen komplizierter machen. So entstand zum Beispiel die Dental-Version der CPF 300 als CPD 200/5 mit 5 Achs Simultanbetrieb.

**Grenzen der Konstruktion und Anwendung**
Es wäre vermessen zu behaupten, dass die Desktop CNC-Maschine dem großen Bruder ebenbürtig ist. Die Kleine muß in folgenden Punkten bescheiden bleiben und zurück stehen:

- Nur eingeschränkte Bearbeitung von Eisen und Stahl.
- Kein dauerhaft fließendes Kühlmittel, bestenfalls Mindermengendosierung.
- Keine Bearbeitung von großen und schweren Werkstücken.
- Längere Bearbeitungszeiten bei geringerem Spanvolumen pro Zeiteinheit.

Für beide Maschinen-Ausführungen gibt es genug zu tun, sie können durchaus brüderlich nebeneinander existieren.

**Fazit**
Entscheidend für die Verbreitung von CNC-Maschinen auf dem Tisch werden der dezentrale Einsatz und die einfache Programmierung sein. Vor Ort, direkt an der Maschine, muß der Weg von der Zeichnung zum fertigen Werkstück so einfach und schnell zu gehen sein, daß Berührungsängste und Hemmschwellen abgebaut werden und daß der Lernaufwand minimal ist. Dieses Kriterium zu erfüllen, ist dem Hersteller von CPF und KOSY oberster Leitgedanke.