

Ankratzen und Anfahren vermeiden

Das erneute Anfahren und Ankratzen an ständig wechselnden Werkstücken kostet Zeit, erfordert volle Konzentration und kann mitunter ganz schön lästig werden. Nach dem Motto: „Ja nicht dumm, nur recht faul“, habe ich eine eigene Methode für Fräsmaschinen entwickelt, die schon von vielen anderen übernommen wurde.

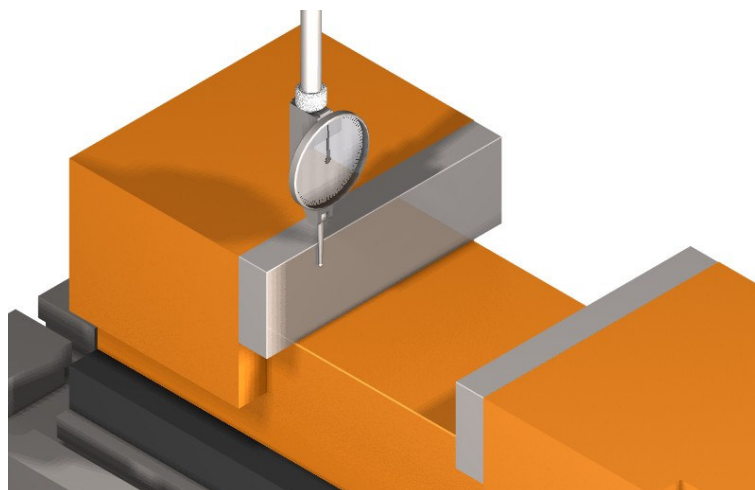
Problem: meistens waren Einzelstücke oder kleine Stückzahlen ohne besondere Genauigkeitsanforderungen zu fertigen. Es stand nur eine CNC-Fräsmaschine zur Verfügung. Jedes Mal die Position des Werkstückes mit Kantentaster oder durch Ankratzen zu ermitteln, kostet Zeit und Nerven.

Überlegung: bei Maschinen zur Serienfertigung werden oft spezielle Spannvorrichtungen benutzt, die immer eine definierte Lage des Werkstückes gewährleisten. Warum soll ein gewöhnlicher Maschinenschraubstock nicht auch die gleiche Funktion erfüllen können?

Lösung: da der Maschinenschraubstock oft lange Zeit auf der selben Maschine aufgespannt bleibt, reicht es, einmal die Lage eines festen Punktes des Schraubstocks auszumessen und von dort aus die Position des jeweiligen Werkstücknullpunktes einfach auszurechnen.

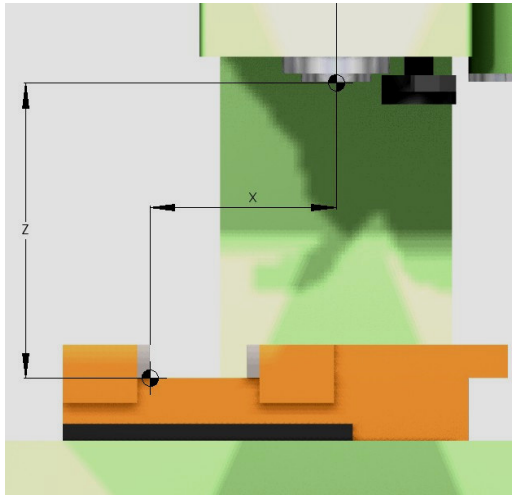
Wie ist dazu vorzugehen?

Voraussetzung: der Maschinenschraubstock ist sauber achsparallel ausgerichtet. Mit Messtaster (Fühlhebelmessgerät) die feste Backe auf ganzer Länge abfahren, um zu sehen, ob der Schraubstock rechtwinklig zum Koordinatensystem steht und eventuell ausrichten.

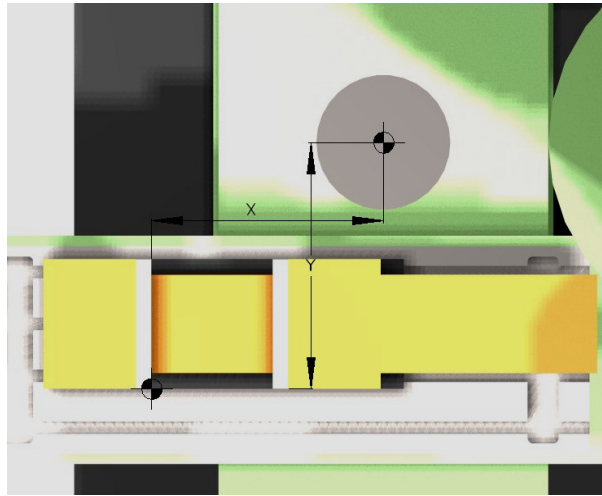


Mit Messtaster die feste Schraubstockbacke abfahren

Ausmessen: Es wird jeweils der Weg vom Maschinen-Referenzpunkt in X, Y und Z bis zum gewünschten Punkt am Schraubstock ausgemessen.



Distanz in X und Z vom Referenzpunkt zum Schraubstock-Nullpunkt



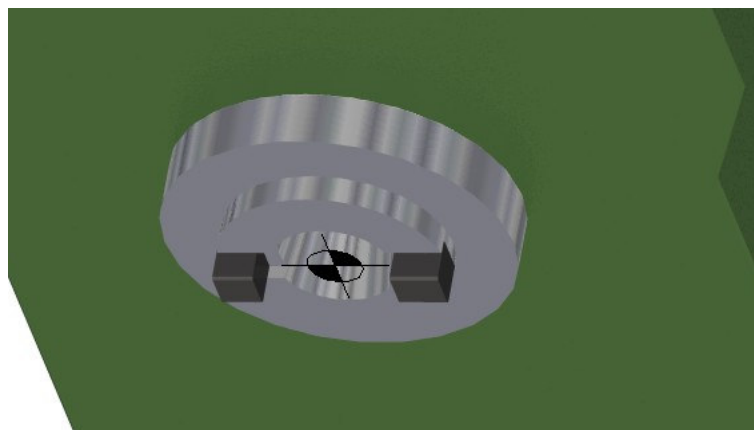
Distanz in X und Y vom Referenzpunkt zum Schraubstock-Nullpunkt

Wo liegt der Referenzpunkt eigentlich?

Der Referenzpunkt liegt bei Fräsmaschinen üblicherweise in allen drei Achsen kurz vor den Endschaltern in Plus-Richtung, um Kollisionen zu vermeiden.

Er ist eine feste Marke im Messsystem und somit für uns unsichtbar.

Ersatzweise nehmen wir dafür die sichtbare, geschliffene Spindelnase der Fräsmaschinen-Hauptspindel und deren Mittelachse. Dieser Punkt ist auch gleichzeitig die Referenz zum Ausmessen der Werkzeuglänge.



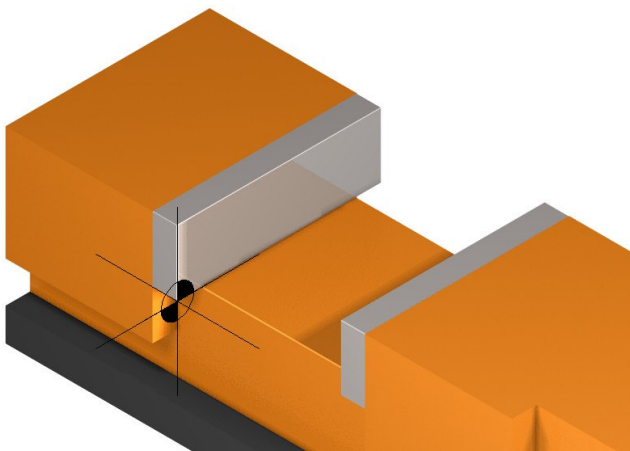
Die Referenzfläche der Hauptspindel liegt auf der geschliffenen Fläche der Spindelnase, nicht auf Höhe der Mitnehmer-Nutensteine.

Die Schritte im Einzelnen:

Referenzpunkt anfahren. Die Steuerung zeigt als Position X0, Y0 und Z0 an. Wenn von früheren Verschiebungen andere Werte angezeigt werden, dann diese Werte löschen und Referenzpunkt erneut anfahren.

Punkt am Schraubstock bestimmen. Eine Achse (X oder Y) ist immer an der Spannfläche der festen Schraubstockbacke, die andere (X oder Y) an einer Außenkante der festen Backe.

Der Punkt für die Z-Achse sollte auf den Schraubstockgrund gelegt werden, wo das Werkstück direkt oder mit Unterlagen aufliegt. Es wäre auch die Oberkante der Spannbacke möglich, jedoch ist davon abzuraten, da deren Maßgenauigkeit nicht immer garantiert werden kann. Dazu kann man sich leicht verzetteln, wenn ständig wechselnd in Minus- und Plus-Richtung gerechnet werden muss.



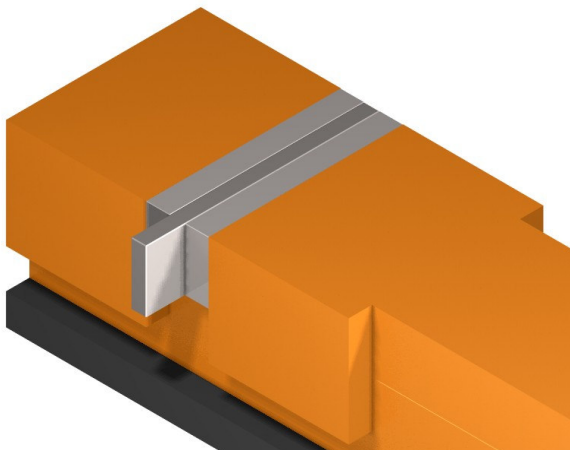
Von diesem Punkt aus kann der Werkstücknullpunkt leicht ausgerechnet werden

Zum Ausmessen der X- und Y-Koordinaten eine geschliffene Parallelunterlage in den Schraubstock so einspannen, dass sie auf der zu messenden Seite heraussteht und dann mit der gewohnten Spannkraft anziehen.

Warum?

Durch die sehr hohen Spannkkräfte des Maschinenschraubstocks biegt sich die feste Backe bis zu 0,1mm auf. Das kann leicht nachgewiesen werden, wenn man einen Messtaster hinter der festen Backe anbringt und danach den Schraubstock spannt.

Um diesen Fehler nachher auf ein Minimum zu reduzieren sollte der Schraubstock beim Ausmessen der X- und Y-Positionen gespannt bleiben.



Geschliffene Parallelunterlage als Hilfsfläche zum Ausmessen von X oder Y

Wenn die Schraubstockachse parallel zur X-Achse / längs zum Maschinentisch steht

X ausmessen:

Werkzeughalter mit Kantentaster einspannen. Manuell grob links der Unterlage und vor der Seitenkante der Schraubstockbacke positionieren.

Im MDI-Modus (manuelle Dateneingabe) Spindeldrehzahl (400-600 U/min) und Drehrichtung für Kantentaster eingeben und starten.

Manuell vorsichtig an die Unterlage anfahren, bis Kantentaster ausschlägt.

Jetzt auf Schrittweite umschalten.

Zuerst die 1/1000mm bis 0 wegtippen, denn die stören nur und können sowieso nicht gemessen werden.

Danach 1/10mm Schritte wählen, um bis zum Ausschlag grob anzufahren. Wieder ein 1/10 wegfahren, um danach mit den 1/100 von der richtigen Richtung endgültig anzufahren. Wenn die Achse viel Spiel hat, kann es auch nötig sein, zuerst zwei 1/10 weg- und danach wieder 1/10 zurückzufahren.

1/100mm Schritte wählen und jetzt antippen, bis der Kantentaster ausschlägt.

Schließlich den abgelesenen X-Wert notieren, z. B. X-325,540

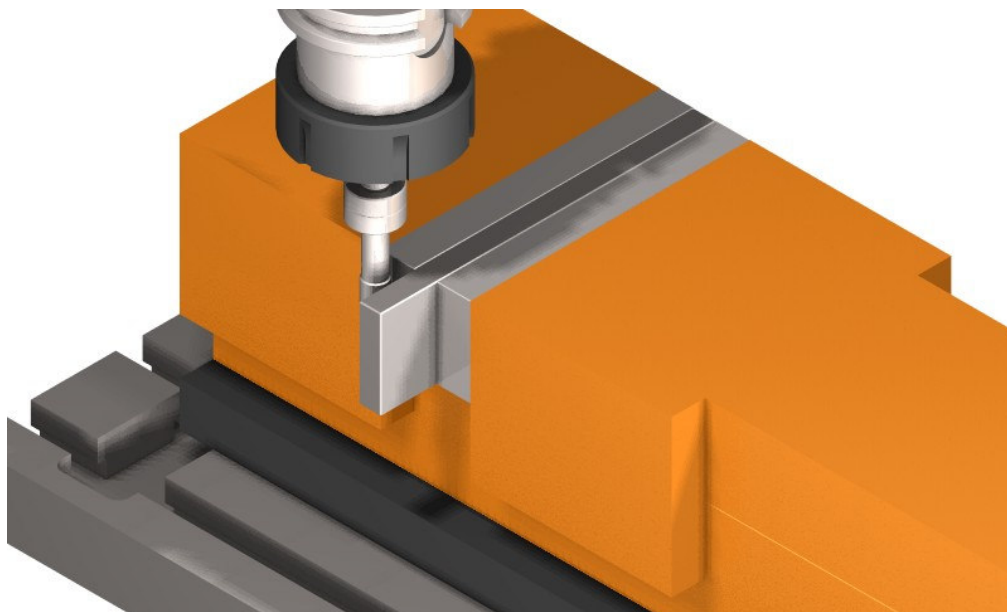
Wenn der Kantentaster einen Durchmesser von 10mm hat, dann muss noch der Radius berücksichtigt werden. Der Wert X-325,540 muss dann auf X-320,540 geändert werden.

Y ausmessen:

Kantentaster von X frei fahren

Auf die selbe Art die Seitenkante der festen Schraubstockbacke ausmessen.

Bei z. B. abgelesenem Wert Y-221,750 wieder Radius des Kantentasters berücksichtigen, wird dann zu Y-216,750.



X an Parallelunterlage und Y an Seitenkante der Backe anfahren

Wenn die Schraubstockachse parallel zur Y-Achse / quer zum Maschinentisch steht

X ausmessen:

Werkzeughalter mit Kantentaster einspannen. Manuell grob hinter der Unterlage und links der Seitenkante der Schraubstockbacke positionieren.

Im MDI-Modus (manuelle Dateneingabe) Spindeldrehzahl (400-600 U/min) und Drehrichtung für Kantentaster eingeben und starten.

Manuell vorsichtig an die Seitenkante anfahren, bis Kantentaster ausschlägt.

Jetzt auf Schrittweite umschalten.

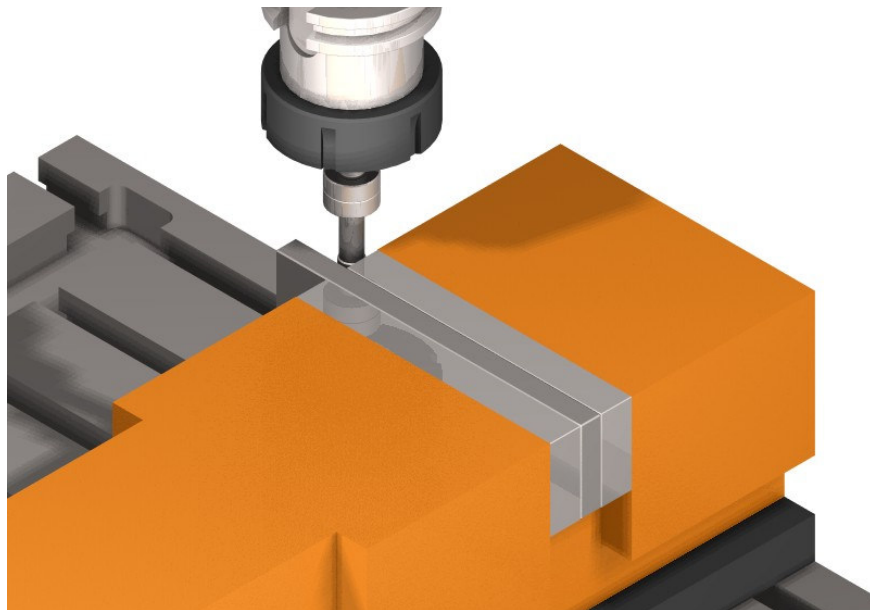
Zuerst die 1/1000mm bis 0 antippen, denn die stören nur und können sowieso nicht gemessen werden.

Danach 1/10mm Schritte wählen, um bis zum Ausschlag grob anzufahren. Wieder ein 1/10 wegfahren, um danach mit den 1/100 von der richtigen Richtung endgültig anzufahren. Wenn die Achse viel Spiel hat, kann es auch nötig sein, zuerst zwei 1/10 weg- und danach wieder 1/10 zurückzufahren.

1/100mm Schritte wählen und jetzt antippen, bis der Kantentaster ausschlägt.

Schließlich den abgelesenen X-Wert notieren, z. B. X-325,540

Wenn der Kantentaster einen Durchmesser von 10mm hat, dann muss noch der Radius berücksichtigt werden. Der Wert X-325,540 muss dann auf X-320,540 geändert werden.



X an Seitenkante der festen Schraubstockbacke anfahren

Y ausmessen:

Um eventuelles Spiel der Achse zu berücksichtigen, sollte hier von der anderen Seite der Parallelunterlage angefahren werden.

Kantentaster von X frei fahren

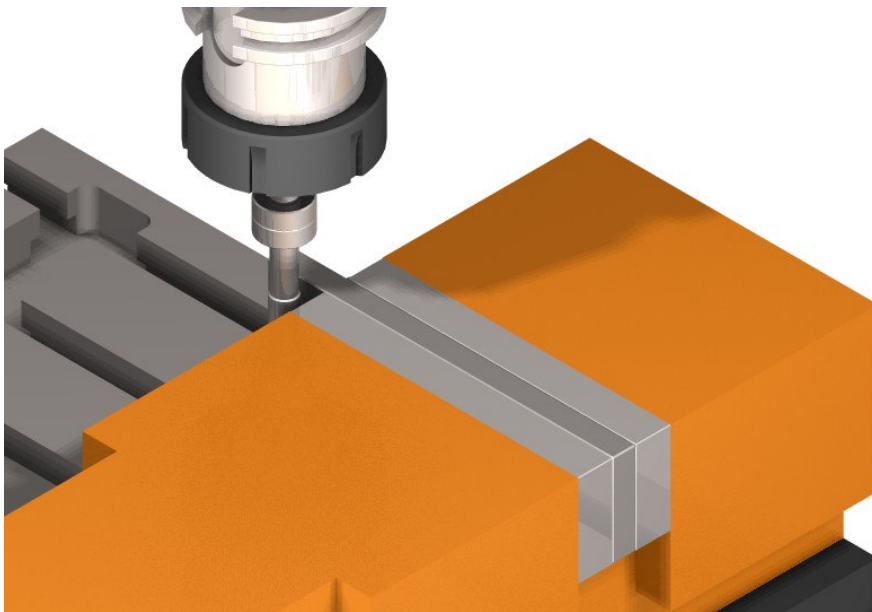
In Z über den Schraubstock / Unterlage fahren

Vor die Unterlage positionieren

Auf die selbe Art die Vorderseite der Parallelunterlage ausmessen.

Bei z. B. abgelesenem Wert Y-201,750 wieder Radius des Kantentasters berücksichtigen, wird dann zu Y-206,750.

Da aber noch die Parallelunterlage mit z. B. 10mm eingerechnet werden muss, ist der tatsächliche Wert Y-216,750.



Y von anderer Seite der Parallelunterlage anfahren,
um ein eventuelles Spiel der Y-Achse zu eliminieren

Z ausmessen:

Mit Z hochfahren und Werkzeughalter mit Kantentaster entfernen.

Schraubstock öffnen und Parallelunterlage herausnehmen.

Spindel grob über Schraubstock positionieren

Endmaß 100mm zum Aufstellen auf Schraubstockgrund vorbereiten

Spindelnase vorsichtig bis kurz unter die Oberkante des Endmaßes heranzufahren

Achtung: während des Verfahrens mit Z immer Endmaß herausnehmen, auch beim

Fahren mit kleinen Schritten Endmaß außerhalb des Fahrbereichs halten.

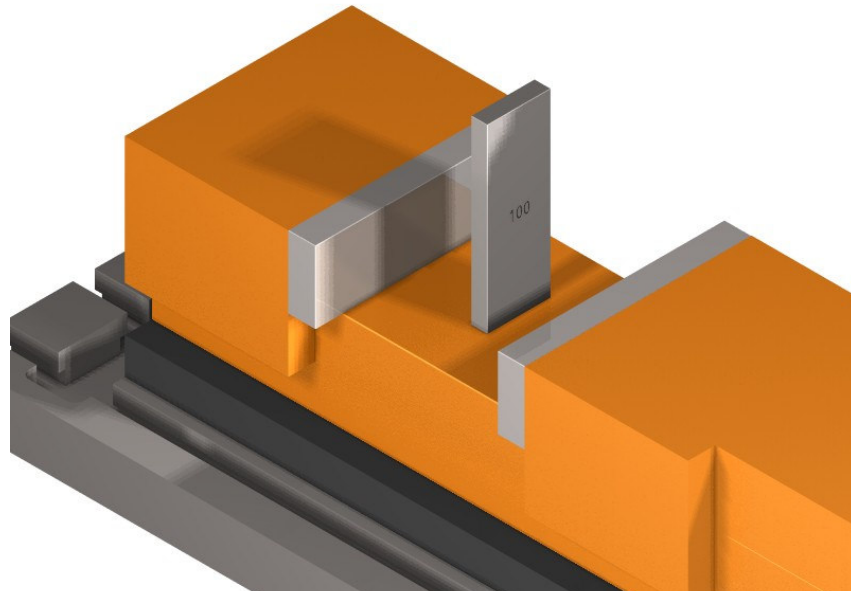
Auf Einzelschritt umschalten und wieder zuerst die 1/1000mm bis 0 wegtippen.

Mit 1/10mm Schritten hochfahren, bis Endmaß grob dazwischen passt.

Mit 1/100mm Schritten herunzufahren, bis sich das Endmaß stramm dazwischen schieben lässt. Beim Verfahren jeweils Endmaß nach außen halten und erst danach wieder zurückschieben.

Jetzt den abgelesenen Z-Wert notieren, z. B. Z-322,030

Das Endmaß mit 100mm muss noch berücksichtigt werden, so dass der gültige Wert Z-422,030 ist.



Endmaß zur Messung von Z auf Schraubstockgrund aufgesetzt

Eingabe in Steuerung:

Die drei Werte werden jetzt mit umgekehrten Vorzeichen als

Koordinatenverschiebung z. B. als G54 in die Maschine eingegeben.

Beispiel:

G54	X 320,540	Y 216,750	Z 422,030
-----	-----------	-----------	-----------

Im Grunde genommen, handelt es sich hier vorläufig nur um eine Werkstück-Nullpunktverschiebung mit dem Schraubstock als „Werkstück“.

Bei manchen Steuerungen gibt es zusätzlich die Eingabemöglichkeit „Referenzpunktverschiebung“, wo dann diese Werte eingegeben werden können.

Das bedeutet, dass ab sofort alle Maße von dem gewählten Punkt des Schraubstocks ausgehen und nicht mehr von einem imaginären Punkt irgendwo in der Luft.

Probe:

Wenn jetzt der Referenzpunkt angefahren wird, dann erscheinen nicht mehr X0, Y0 und Z0 auf der Anzeige, sondern die eingegebenen Verschiebungen.

X und Y überprüfen:

Referenzpunkt anfahren

Ein spitzes Werkzeug einsetzen, z. B. NC-Anbohrer

Eingabe in MDI:

Die Maschine müsste jetzt über dem X- und Y-Punkt des Schraubstocks stehen.

In Z manuell vorsichtig bis kurz über den Schraubstock fahren, um zu sehen, ob die Position stimmt.

Z überprüfen:

Referenzpunkt anfahren

Werkzeug aus Spindel entfernen

Eingabe in MDI:

Die Hand zur Sicherheit am Eilgang-Potentiometer lassen. Die Maschine müsste jetzt 100mm über dem Schraubstockgrund stehen bleiben.

Mit X und Y manuell so auf eine Position über den Schraubstock fahren, dass die Position mit dem Endmaß geprüft werden kann.

Wenn die Maschine auf dem Referenzpunkt steht, können die Abstände zwischen Schraubstock und Spindelnase auch ganz grob mit Meterstab oder Maßband angepeilt werden. So sieht man, dass die ausgemessenen Werte nicht aus der Luft gegriffen sind, sondern wirklich existieren.

Jetzt ist die Fräsmaschine bereit, um ein neues Projekt einzurichten.

Bekanntlich sind dies immer die selben drei Schritte:

1. Werkstück einrichten:
 - Aufspannen
 - Werkstücknullpunkt errechnen und eingeben
2. Werkzeuge einrichten:
 - In Werkzeughalter einspannen
 - Ausmessen
 - Ins Werkzeugmagazin einsetzen
 - Werkzeugplatzpositionen in Maschine eingeben
 - Werkzeuglängen und –Radien eingeben
3. Programm:
 - einlesen oder eingeben

Zu 1. - Werkstück einrichten

Das Werkstück wird in definierter Lage aufgespannt, z. B. mit Tiefenmessschieber von Schraubstockkante einmessen. Wenn nötig, noch einen Werkstückanschlag montieren.

Die Maße können nun von dem bekannten Punkt am Schraubstock mit den notierten Verschiebungen verrechnet werden.

Ein erneutes Ausmessen oder Ankratzen entfällt jetzt.

Ausnahme: falls enge Toleranzen (im 1/100-Bereich) von einer vorgearbeiteten Außenkante des Werkstückes vorgegeben sind, muss in diesem Falle dennoch die betreffende Kante zusätzlich mit dem Kantentaster nachgeprüft werden.

Beispiel zum Ausrechnen des Werkstück-Nullpunktes:

Schraubstock mit 125mm Backenbreite, Backenhöhe 40mm.

Schraubstock längs zur X-Achse ausgerichtet.

Werkstückmaße: X50, Y80, Z30

Werkstück-Nullpunkt vorne links und auf oberer Z-Ebene.

Wir spannen das Werkstück auf Unterlagen 20mm und ungefähr mittig im Schraubstock, dazu positionieren wir das Werkstück mit Hilfe eines Tiefenmeßschiebers 20mm von der Außenkante der Schraubstockbacken nach innen.

Als Beispielzahlen nehmen wir die vorher ausgemessenen Werte.

Berechnung:

In X findet keine weitere Verschiebung statt, da der X-Nullpunkt an der festen Backe anliegt. Der Verschiebungswert bleibt also X320,540

In Y findet eine Verschiebung um 20mm Richtung Referenzpunkt statt. Der neue Wert ist $216,750 - 20 = Y196,750$

In Z wird die Werkstückhöhe plus Unterlagen in Richtung Referenzpunkt verschoben. Neuer Wert $422,030 - (30 + 20) = Z372,030$

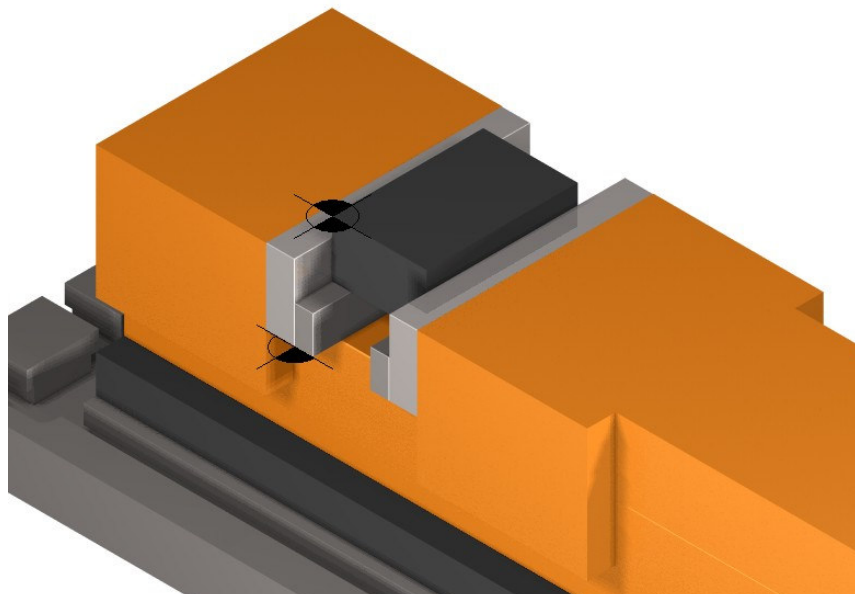
Neu einzugebender Werkstück-Nullpunkt G54:

```
G54 X 320,540 Y 196,750 Z 372,030
```

Zweite Variante:

Wenn die Steuerung eine extra Eingabe der Referenzpunktverschiebung erlaubt, dann braucht nur noch die Differenz zwischen Schraubstockpunkt und Werkstück-Nullpunkt als Nullpunktverschiebung eingegeben zu werden.

```
G54 X 0 Y 20 Z 50
```



Eingespanntes Werkstück, 20mm in Y-Richtung versetzt, Gesamthöhe 50mm

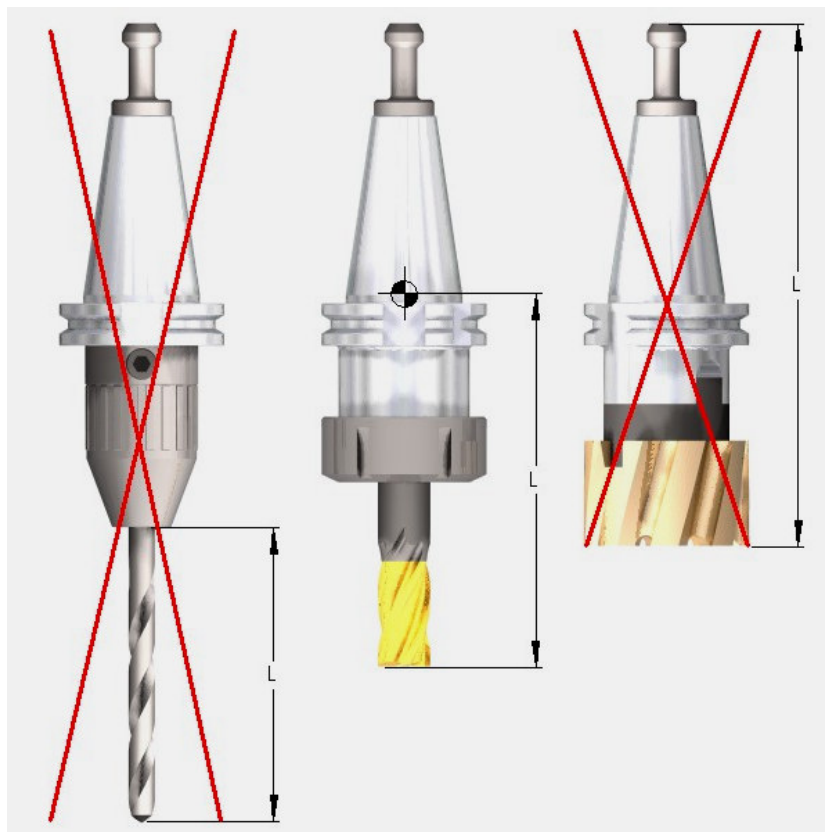
Zu 2. - Werkzeug einrichten

Bisher wurde nur der Abstand zwischen Spindelnase und Werkstück berücksichtigt. Jetzt würde beim Programmlauf die Spindelnase über das Werkstück scheuern, bis die Maschine kaputt ist. Es fehlt also noch eine Größe, nämlich die Werkzeuglänge, welche bei der Bearbeitung auch mit eingerechnet werden muss.

Fräswerkzeuge sollten immer extern vermessen werden. Das Ankratzen ist zu zeitaufwendig, sehr stressig und fehleranfällig. Ein Nullsetzgerät zum Einsatz in der Maschine erleichtert das Ganze etwas, ist jedoch kein Ersatz für die externe Vermessung.

Wer kein Werkzeugvoreinstellgerät besitzt sollte sich wenigstens einen Messwürfel und einen digitalen Höhenreißer (wo man Nullsetzen kann) beschaffen, um die Werkzeuglängen außerhalb zu vermessen. Der präzise Messwürfel ist nicht zu verwechseln mit einem Spann- oder Montagewürfel, wo die Werkzeughalter montiert und festgespannt werden. Wenn man sich mal die Mühe macht, die verlorenen Zeiten für Ankratzen usw. aufzuschreiben, dann kann auch ein bisher uneinsichtiger Chef überzeugt werden, endlich mal diese arbeitserleichternden Geräte zu kaufen. Diese paar hundert Euro sind schnell wieder eingespart.

Ein Werkzeugvoreinstellgerät oder ein Messwürfel haben die selbe Werkzeugaufnahme wie die Hauptspindel der Maschine, z. B. Steilkegel SK 40. Im Gegensatz zur Frässpindel wird hier das Werkzeug gewöhnlich von oben in das genaue Abbild der Werkzeugaufnahme der Maschinenspindel eingesetzt. Der Werkzeugkegel gleitet genau so tief in den präzisionsgeschliffenen Messkegel hinein, wie sonst in die Hauptspindel, so dass die geschliffene Oberkante der Spindelnase entspricht. Da die Maschine vorher von der Spindelnase aus gemessen wurde, ist die effektive Werkzeuglänge der Abstand von der Spindelnase bis zur Werkzeugspitze. Diese Werte sind dann auch in die Maschine zu übertragen.



Die zu berücksichtigende Werkzeuglänge gilt von Spindelnase bis Werkzeugspitze.

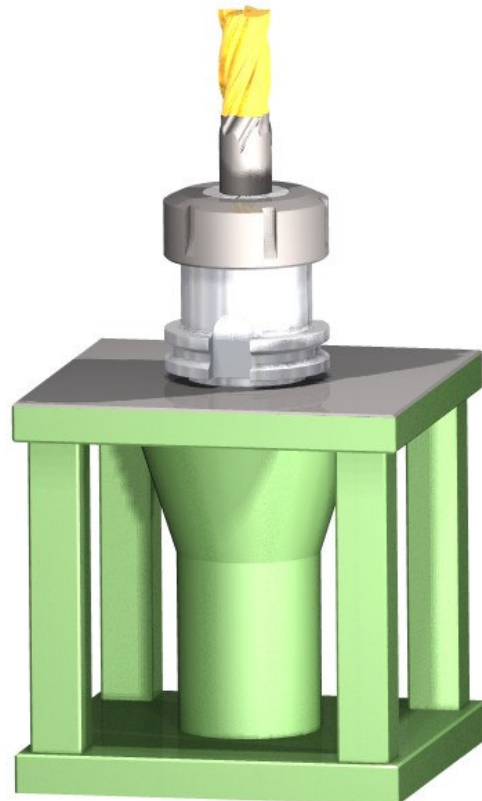
Werkzeugvoreinstellung mit einfachen Mitteln auf 0,01mm genau

Was ist dazu nötig?

1. Anreißplatte, die Anreißplatte sollte absolut plan sein, möglichst aus Granit, evtl. auch Grauguss
2. Höhenmessgerät, das Höhenmessgerät / Höhenreißer sollte digital sein, damit man auf der Oberkante des Messwürfels Null setzen kann, um Ablesefehler zu vermeiden. Es darf kein Höhenreißer mit eingespannter Reißnadel sein, sondern muss eine fest fixierbare Anreißspitze mit Planfläche unten haben. Damit kann man direkt auf die Werkzeugspitze oder auf die Fräserzähne aufsetzen. Eine zusätzliche Messuhr einzuspannen birgt nur die Gefahr, dass zusätzliche Ablesefehler entstehen. Digitale Höhenreißer sind mittlerweile relativ billig zu haben, wenn es nicht gerade ein Spitzenprodukt sein muss. Sollte mal ein sehr langes Werkzeug den Messbereich des Höhenreißers überschreiten, dann einfach den Höhenmesser auf Parallelunterlagen stellen und neu Nullen.
3. Messwürfel, es gibt Messwürfel für die verschiedenen Werkzeugaufnahmen zu kaufen. Wer für Innenrundscheifen eingerichtet ist, kann sich so etwas auch selbst aus einem kubischen oder zylindrischen Werkstück herstellen. Oben für die „Spindelnase“ und unten für die Gesamthöhe Aufmaß lassen. Nach Fertigstellung des Innenkegels die Höhe der „Spindelnase“ durch Flachscheifen auf die Maschinenspindel abstimmen. Zum Schluss die Unterseite auf die gewünschte Blockhöhe schleifen.



Einfaches Nullsetz-Gerät zum Antasten innerhalb der Maschine



Werkzeug-Voreinstellwürfel zum externen Vermessen

Maschine komplett einrichten:

Das Werkstück ist vollständig eingerichtet und die Werte der neuen Nullpunktverschiebung sind eingegeben und der neue Nullpunkt wurde gegebenenfalls zur Probe nochmals grob angefahren.

Die Werkzeuge werden in das Werkzeugmagazin eingesetzt. Die Positionen im Werkzeugmagazin und die Werkzeuglängen und –Radien müssen in die Steuerung eingegeben werden.

Die Werkstück- und Werkzeugdaten sind in einem Einrichtblatt zu dokumentieren, damit das selbe Werkstück später wieder problemlos auf die Maschine genommen werden kann. Siehe dazu auch den Artikel „Einrichtblatt“.

Das CNC-Programm wird mitsamt vorhandenen Unterprogrammen eingelesen oder eingetippt.

Falls eine maschineneigene Simulation vorhanden ist, Programm auf der Maschine simulieren.

Probelauf:

Auch in einer Simulation können oft nicht alle Fehler entdeckt werden. So kann man den ersten Probelauf mitsamt Werkzeugen über dem Werkstück ausführen, um grobe Abweichungen zu finden. Dazu muss der Nullpunkt in Z höher gesetzt werden, z. B. um 100mm.

Auch bei früher schon korrekt gelaufenen Programmen muss beim Probelauf die Hand am Vorschubpotentiometer bleiben. Ein kritischer Moment ist immer das erste Anfahren zum Werkstück nach jedem Werkzeugwechsel. Denn ein sehr häufiger Fehler ist das falsche Eingeben oder Verwechseln der Werkzeugdaten.

Die hier vorgestellte Methode, um unnötiges Ankratzen und Ausmessen zu vermeiden, habe ich selbst jahrelang erfolgreich praktiziert. Vor allem in der Einzelteil- und Kleinserienfertigung eine echte Arbeitseinsparung.

Probieren Sie es einfach aus!