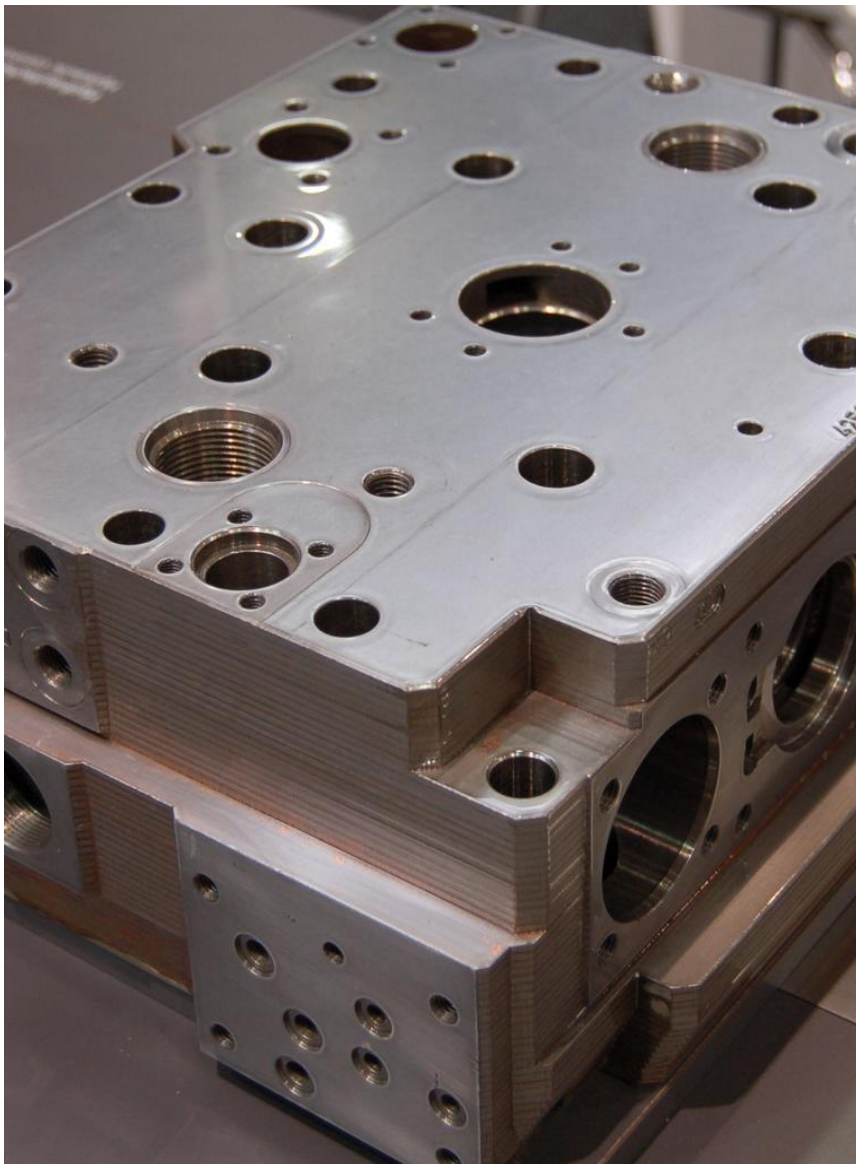




CNC-Zyklen sorgen für Programmierkomfort

Arbeitsersparnis durch Nutzung vorgegebener Abläufe

Zyklen erleichtern dem CNC-Programmierer das Erstellen von Programmen extrem. Sie sind zudem Voraussetzung dafür, dass bestimmte Werkstückmerkmale, wie etwa Gewindebohrungen, überhaupt machbar sind. Schließlich lassen sich derartige Arbeitsabläufe nicht in kleine Einheiten zerlegen, um auf andere Weise ans Ziel zu kommen. Ganz abgesehen davon, dass Zyklen die Programmlänge extrem verkürzen und so für mehr Übersicht im Programm sorgen. Es lohnt sich also, die Möglichkeiten von modernen CNC-Steuerungen auszuloten und einzusetzen.



1 Zyklen erleichtern und verkürzen das Erstellen von CNC-Programmen. Allerdings sind Zyklen nicht immer einfach in der Handhabung. Insbesondere Fünfachs- und Dreh-Fräsmaschinen besitzen Zyklen, die eine intensive Einarbeitung erforderlich machen.

Zyklen sind fest in CNC-Steuerungen eingespeicherte Programme, die ganz bestimmte Konturen erzeugen. Vielfach sind die Codes dieser Zyklen in der DIN 66025 aufgenommen. So verbirgt sich hinter dem Code G89 ein Kreistaschenzyklus und hinter G81 ein Bohrzyklus. Leider wurde die DIN 66025 schon lange nicht mehr dem Technikstand angepasst, was dazu führte, dass die Steuerungshersteller eigene Codes entwickelten, die nur auf den Steuerungen des jeweiligen Herstellers funktionieren.

Der erste Zyklus

Grundsätzlich ist es sinnvoll, Zyklen nach einem bestimmten Schema zu nutzen: Zunächst wird der Zyklus definiert und danach die Position bestimmt, an der dieser Zyklus ausgeführt werden soll.

Natürlich ist es noch wichtig, die korrekten Werkzeugdaten im Werkzeugspeicher abzulegen. Zudem ist zu beachten, dass für diesen Kursabschnitt im Werkzeugspeicher nur noch Werkzeuge stehen dürfen, die für die Zyklen von Teil 1 und 2 benötigt werden.

Teil 1 abschließen

Die Kreistasche von Teil 1 besitzt einen Radius von 15 mm und eine Tiefe von 8 mm. Es soll im Gleichlauf gearbeitet werden. Das Überlappen der Schnittbreite des Fräasers soll 80 Prozent betragen. Die Zyklusdefinition lautet:

G89 Z-8 B2 R15 I80 J1 K5 F40 S4000 M3

Per G79-Befehl wird der Steuerung mitgeteilt, an welcher Werkstückstelle die Tasche ausgeräumt werden soll:

G79 X45 Y0 Z-40

Das Programm für den Kreistaschenzyklus lautet demnach:

G18 T9 M6
G89 Z-8 B2 R15 I80 J1 K5
F660 S6680
G79 X45 Y0 Z-40
G0 X0 Z0 M30

Beim Fräswerkzeug ist zu beachten, dass zum Eintauchen in das volle Material unbedingt ein Fräser verwendet wird, bei dem eine Schneide über die Mitte schneidet. Wird dies nicht beachtet, besteht Bruchgefahr des Fräsers. Steht kein geeigneter Fräser zur Verfügung, so muss in der Mitte der Tasche zunächst eine Bohrung eingebracht werden, in die der zur Verfügung stehende Fräser dann gefahrlos eintauchen kann.

Der Gewindebohrzyklus

Um eine Gewindebohrung in das Werkstück einzubringen, ist es nötig, dass zunächst zentriert wird, damit der Bohrer nicht verläuft. Danach kann das Kernloch gebohrt und zum Schluss das Gewinde geschnitten werden.

Zentrieren

Zum Zentrieren verwendet man am besten einen sogenannten NC-Anbohrer. Diese Werkzeuge wurden speziell zum Einsatz auf NC-Maschinen entwickelt. Sie haben noch den Vorteil,

dass mit ihnen gleichzeitig in einem Arbeitsgang die nötige Senkung zum Gewindeschneiden hergestellt werden kann, sodass kein Extra-Senkvorgang ausgeführt werden muss, um den Grat aus der Bohrungskante zu entfernen.

Eindringtiefe berechnen

Den gewünschten Senkdurchmesser kann man sehr einfach über das Einhalten einer exakten Eindringtiefe des NC-Anbohrers erzeugen. Zu diesem Zweck werden die Winkelfunktionen benötigt.

Winkelfunktionen werden, wie der Pythagoras, für Dreiecksberechnungen verwendet. Winkelfunktionen sind jedoch viel eleganter, da wirklich alles am rechtwinkligen Dreieck berechnet werden kann, wenn nur wenige Angaben, wie etwa der Winkel Alpha und eine Dreieckslänge bekannt sind.

Für den Gewindebohrvorgang müssen die Werkzeuge 2, 10 und 11 bereitgelegt und deren Maße im Speicher abgelegt werden. In Kasten 8 ist die Speicherbelegung vermerkt.

Hinweis: Die Angabe des Werkzeugradius R ist bei Bohrern nur für die Darstellung der Werkzeuge in der Graphik wichtig, da Bohr- und Ge-

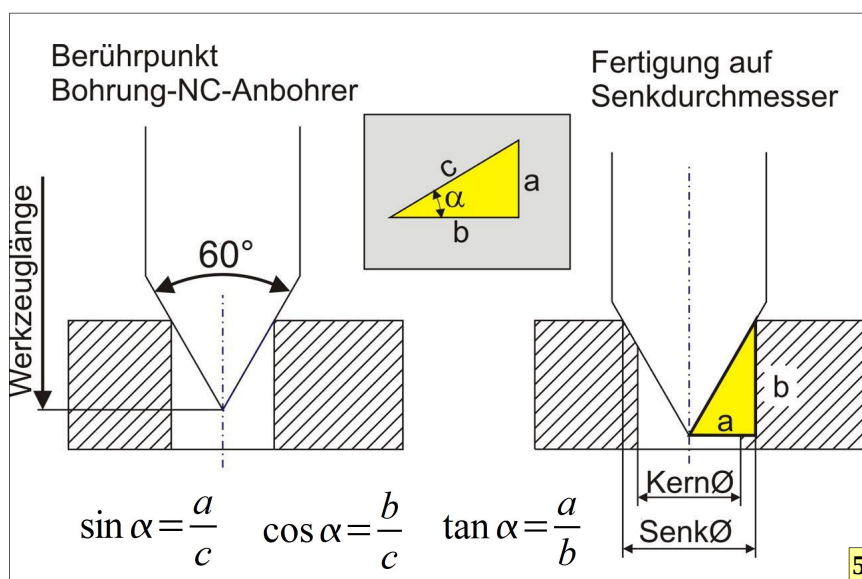
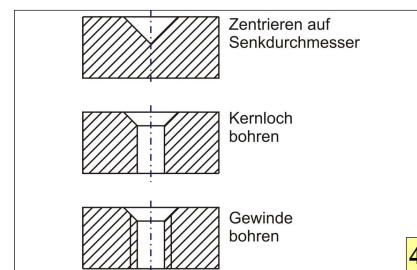
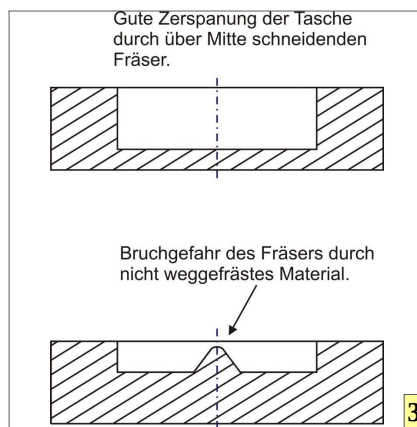
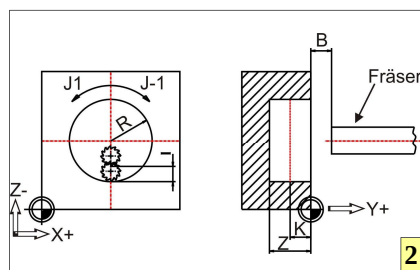
Für die Ermittlung des richtigen Senkdurchmessers gibt es bis zur Gewindegröße M10 ein einfaches Schema:

Gewinde	Senkdurchmesser
M3	3.3
M4	4.4
M5	5.5
M6	6.6
M8	8.8
M10	11

Es ist auf den ersten Blick erkennbar, dass der Größenwert des Gewindenennendurchmessers beim Senkdurchmesser Links und rechts vom Komma stehen muss. Diese Faustregel gilt bis zur Gewindegröße M8.

Danach muss man etwas rechnen:

M10: $= 10 + 1 = 11$ mm
M12: $= 12 + 1,2 = 13,2$ mm
et cetera.



2 In der Zyklusdefinition legt man fest, mit welchen Start- und Endparametern der Zyklus arbeiten soll. Der Kreistaschenzyklus benötigt zur einwandfreien Funktion Angaben über die Taschenweite und die Abstände des Fräasers zur Tasche bei der Annäherung an den Startpunkt.

3 Zum Eintauchen in das volle Material muss unbedingt ein Fräser benutzt werden, bei dem eine Schneide über die Mitte schneidet. Wird dies nicht beachtet, besteht durch das nicht zerspannte Material Bruchgefahr für den Fräser.

4 Beim Einbringen eines Gewindes muss im CNC-Programm genau die Reihenfolge eingehalten werden, in der die Werkzeuge genutzt werden müssen, damit ein perfektes Gewinde entsteht.

5 Per Winkelfunktion ist rasch errechnet, dass der NC-Anbohrer insgesamt 5,72 Millimeter eintauchen muss, damit ein Senkdurchmesser von 6,6 Millimeter entsteht.



windezyklen ohne G43/G44/G41/G42-Funktion auskommen.

Zentrieren per Zyklus

Zum Bohren ist der Zyklus G81 vorgesehen. Dieser Zyklus ist gut geeignet für Zentrierarbeiten und zum Bohren nicht zu tiefer Bohrungen. Wie bereits bekannt, werden Zyklen via G79 an den gewünschten Positionen aufgerufen und abgearbeitet. Nun wäre es sehr mühsam und überdies mit viel Rechenarbeit verbunden, wenn die

Punkte, die auf einem gemeinsamen Teilkreis liegen, selbst auszurechnen wären. Zu diesem Zweck gibt es elegantere Lösungen: den Aufruf mit G77.

T2 M6
G81 X1 Y2 Z-5.72 B10 F760 S6360 M3
G77 X65 Y0 Z-65 R10 I0 J4

Hinweis: Die Bedeutung der einzelnen Befehle und Buchstaben wird in den Kästen 6a und 6b erläutert.

Kernbohrung einbringen

Für ein Gewinde M6 wird ein Wendelbohrer mit einem Durchmesser von fünf Millimetern benötigt. Solche Werte findet man in einem Metalltechnik-Tabellenbuch. Nun folgt eine Wiederholung der vorangegangenen Zentrierarbeit. Es ändert sich nur die Angabe der Bohrtiefe beim Zyklusaufbau. Das Programm zum Bohren auf dem Teilkreis:

T10 M6
G81 X1 Y2 Z-15 B10 F620 S4450 M3
G77 X65 Y0 Z-65 R10 I0 J4

Gewindebohren

Das Programm zum Gewindebohren auf dem Teilkreis lautet:

T11 M6
G84 X1 Y2 Z-12 B15 I5 J1 S850 M3
G77 X65 Y0 Z-65 R10 I0 J4
Y100 M30

Beim letzten Befehl wird 100 mm von der Werkstückkante weggefahren und das Programm mit M30 beendet. Das CNC-Programm für Übungsteil 1 findet sich im Kasten 7.

Werkstück 2: Zyklen pur

Das nächste Werkstück enthält nur Zyklen. Zuvor ist es ratsam, den Speicher vom Datenberg, der sich vom letzten Werkstück angesammelt hat, zu befreien. Dazu werden die Tasten [Strg] + [N] gleichzeitig betätigt. Dadurch werden die Referenzpunkte angefahren und alle Speicher gelöscht. Bevor mit der Programmierung der Zyklen begonnen wird, werden zunächst alle Werkzeugdaten in den Werkzeugspeicher eingegeben. Für die Nullpunktverschiebung werden folgende Werte bestimmt:

G 54 X100 Y110 Z200

Damit die Zeichnung 9 übersichtlich bleibt, sind die verschiedenen Startpunkte in einer Tabelle zusammengefasst, die in Kasten 12 zu finden ist.

Der Nutenfräszyklus

Es ist egal, mit welchen Elementen die Bearbeitung begonnen wird. Die Wahl fällt auf die Nuten. Zunächst werden die Standardbefehle, die stets

Bohrzyklusdefinition:

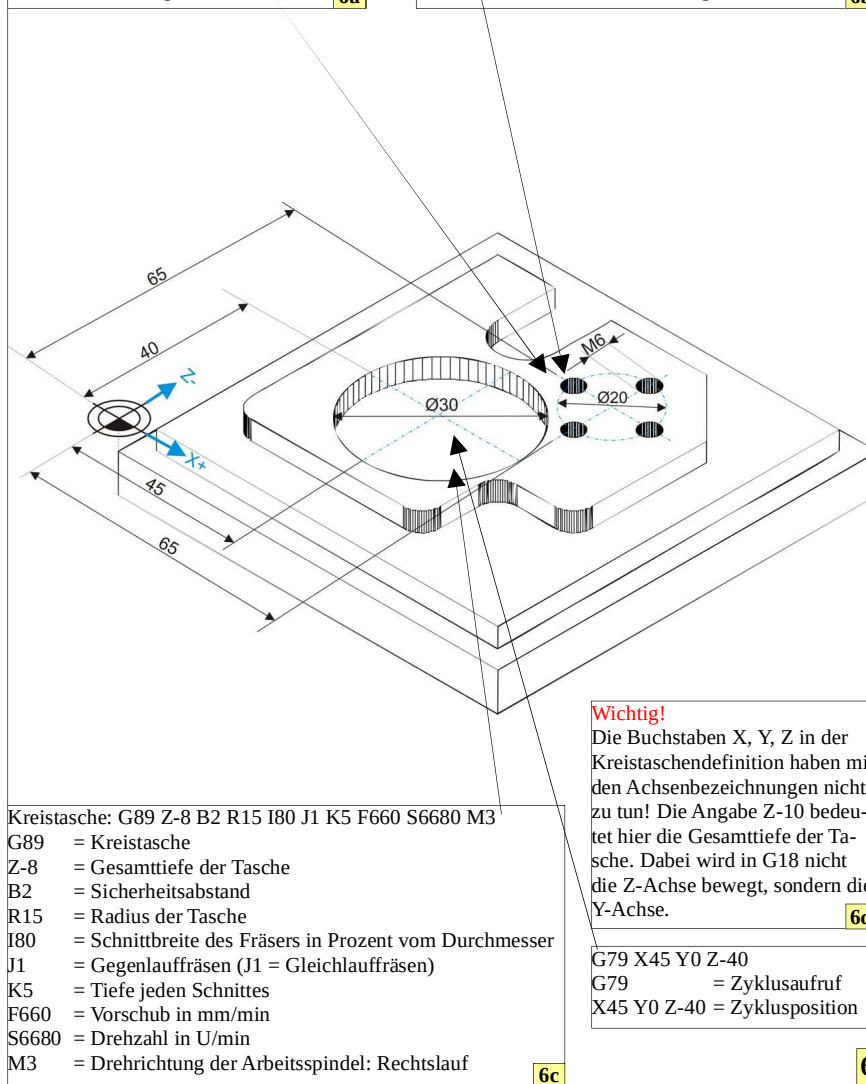
G81 X1 Y2 Z-5.72 B10 F760 S6360 M3
G81 = Bohrzyklus
X1 = Verweilzeit
Z-5.72 = Bohrungstiefe
Y2 = Sicherheitsabstand
B10 = Rückzugsabstand

6a

Zyklusaufbau:

G77 X65 Y0 Z-65 R10 I0 J4
X65 Z-5.72 = Teilkreismittelpunkt (nur für G18!)
Y0 = Lage der Bohrung in der Ebene
R10 = Teilkreisradius
I0 = Anfangswinkel der ersten Bohrung
J4 = Anzahl der Bohrungen

6b



Kreistasche: G89 Z-8 B2 R15 I80 J1 K5 F660 S6680 M3
G89 = Kreistasche
Z-8 = Gesamttiefe der Tasche
B2 = Sicherheitsabstand
R15 = Radius der Tasche
I80 = Schnittbreite des Fräasers in Prozent vom Durchmesser
J1 = Gegenlaufräsen (J1 = Gleichlaufräsen)
K5 = Tiefe jeden Schnittes
F660 = Vorschub in mm/min
S6680 = Drehzahl in U/min
M3 = Drehrichtung der Arbeitsspindel: Rechtslauf

6c

Wichtig!
Die Buchstaben X, Y, Z in der Kreistaschendefinition haben mit den Achsenbezeichnungen nichts zu tun! Die Angabe Z-10 bedeutet hier die Gesamttiefe der Tasche. Dabei wird in G18 nicht die Z-Achse bewegt, sondern die Y-Achse.

6d

G79 X45 Y0 Z-40
G79 = Zyklusaufbau
X45 Y0 Z-40 = Zyklusposition

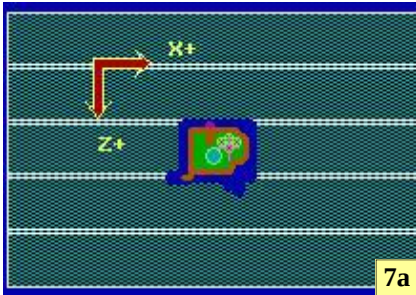
6

6 Das Übungsteil 1 ist nun mit den letzten Elementen versehen, die mittels der in den CNC-Steuerungen fest eingebauten Zyklen in das Werkstück eingebracht wurden.

CNC-Programm für Teil 1

7

G18 T9 M6 (Langlochfräser D12)
G54
G99 X0 Y0 Z0 I100 K-100
G89 Z-8 B2 R15 I80 J1 K5 F660 S6680 M3
M8
G79 X45 Y0 Z-40
G0 X0 Z0
T2 M6 (NC-Anbohrer)
G81 X1 Y2 Z-5.72 B10 F760 S6360 M3
G77 X65 Y0 Z-65 R10 I0 J4
T10 M6 (Spibo D5)
G81 X1 Y2 Z-15 B10 F620 S4450 M3
G77 X65 Y0 Z-65 R10 I0 J4
T11 M6 (Gewindebohrer M6)
G84 X1 Y2 Z-12 B15 I5 J1 S850 M3
G77 X65 Y0 Z-65 R10 I0 J4
Y100 M30



7a

Werkzeugspeicher (für Teil 1+2)

T1 L100 R4 (Langlochfr. D8)
T2 L110 R6 (NC-Anbohrer)
T3 L95 R4.25 (Spibo D8.5)
T4 L80 R 4.4 (Spibo D8.8)
T5 L105 R4.5 (Reiben 9H7)
T6 L97 R6 (Ausdrehen D12)
T7 L88 R5 (Gewinde M10)
T8 L102 R5 (Spibo D10)
T9 L106 R6 (Langlochfr. D12)
T10 L100 R2.5 (Spibo D5)
T11 L104 R3 (Gew.Bohr. M6)

W

+

[Strg] + [I]

+

N

Nullpunktspeicher (für Teil 1+2)

G54 X100 Y110 Z200

8

SIM_WORK MODUS: PHILIPS 432																								
MASCHINENKONSTANTENSPEICHER																								
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
SPEICHERINHALT:																								15

10

10 Im Maschinenkonstantenspeicher sind in realen Steuerungen Werte abgelegt, die für die Funktion der Maschine von höchster Wichtigkeit sind. Hier sollte nichts verändert werden, außer, man will Funktionen freischalten. Auch in SIM_WORK ist dies möglich: Hat Speicher 20 den Wert 15 dann werden Zyklen wesentlich schneller simuliert, was Programmtests sehr verkürzt.

11 Im Punktedefinitionsspeicher werden alle Koordinaten derjenigen Punkte abgelegt, die mit G78 im Programm vorkommen. Diese Werte können verändert werden, um die Koordinaten für andere Zwecke zu nutzen. Auf das Sichere Funktionieren haben Veränderungen keinen Einfluss, da das CNC-Programm selbst die korrekten Werte wieder in den Speicher schreibt.

7a Das fertig bearbeitete Teil 1 mit allen Zyklen.

SIM_WORK MODUS: PHILIPS 432																								
PUNKTEDEFINITIONSSPEICHER																								
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
50																								
X-WERT:																								50,000
Y-WERT:																								0,000
Z-WERT:																								-90,000

11

am Programmanfang stehen sollten, eingegeben:

1. Festlegung der Arbeitsebene, verwendetes Werkzeug, Drehzahl, Vorschub, Drehrichtung, Nullpunktverschiebung
2. Definition des Rohteils
3. Verfahren zum Startpunkt
4. Definition des Nutenfräszyklus

Das Programm kann auf mehrere Weisen eingegeben werden. Wer will, kann

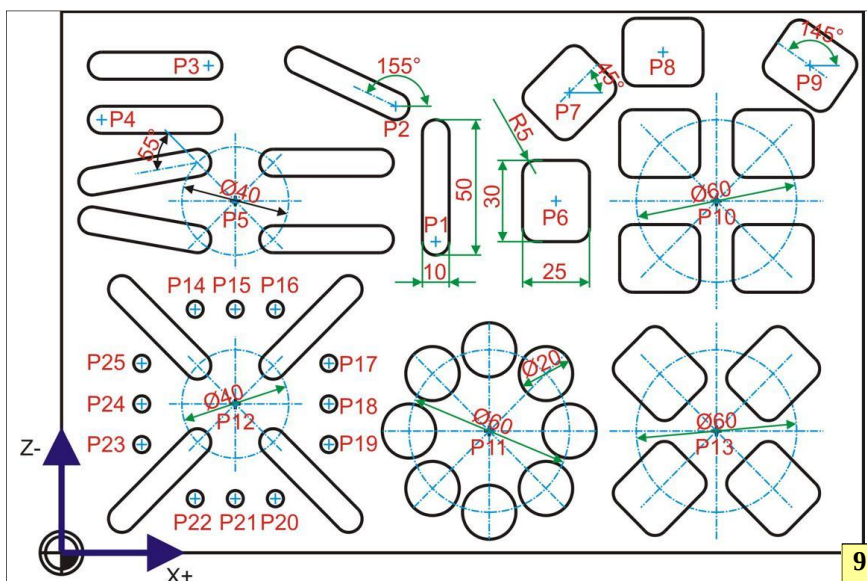
es in einem Editor eingeben, im Simulator eintippen oder die entsprechende Beispieldatei laden, wenn die Zeit knapp ist. Per [CTRL] + [B] und nachfolgendem [M] gelangt man in den TEACH-IN-MDI-Modus und kann das nachfolgende Programm eingeben:

G18 T1 M6
S9940 F500 M3 G54
G99 X0 Y0 Z0 I300 K-200
G0 X0 Z0 Y10
G88 X50 Y10 Z-10 B2 K5 J1
G79 X15 Y0 Z-165

Die Erläuterung zum Zyklus G88 findet sich im Kasten 14. Wenn der Buchstabe J nicht extra programmiert wird, ist automatisch der Startwert J1 (Gleichlaufräsen) wirksam. Man hätte sich also in der Programmzeile die Angabe J1 sparen können.

Nur wenn explizit im Gegenlauf gefräst werden soll, muss der Befehl J-1 angegeben werden. Wenn Vorschub, Drehzahl und Drehrichtung nicht angegeben werden, sind automatisch die Werte der vorangehenden Bearbeitung beziehungsweise des vorangegangenen Zyklus aktiv.

Beim Arbeiten mit dem Nutenfräszyklus gibt es etwas Wichtiges zu beachten: den Zusammenhang von Ein-



9

9 Um die Zeichnung von Teil 2 nicht unübersichtlich zu gestalten, sind die Koordinaten der Eintrittspunkte zum Erstellen der Konturen durch Zyklen nicht bemaßt. Stattdessen sind die Koordinatenangaben im Kasten 12 zu finden.



Punktetabelle für Teil 2

12

Punkt	X-Wert	Z-Wert
P01	140	-115
P02	125	-165
P03	55	-180
P04	15	-165
P05	65	-130
P06	185	-130
P07	190	-170
P08	225	-185
P09	280	-180
P10	245	-130
P11	160	-45

trittspunkt und Abmessung der Nut. Im Beispiel wurde der Eintrittspunkt P4 programmiert. Die Abmessungen der Nut waren positive Werte. Wenn nun aber der Eintrittspunkt P3 programmiert wird, muss man beachten, welche Vorzeichen den Nutabmessungen zu geben sind. Lösung:

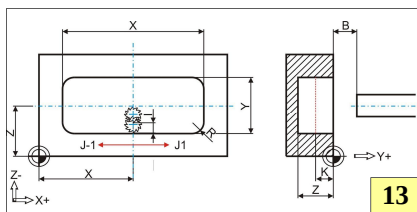
G88 X-50 Y10 Z-10 B2 J1 K5
G79 X55 Y0 Z-180

Die Größe der Nut wird also mit einem negativen Wert angegeben. Wenn beachtet wird, dass vom Punkt P3 aus gesehen die Nut im negativen X-Achsenbereich liegt, dann ist auch dies kein großes Rätsel mehr.

Der Rechtecktaschenzyklus

Der Eintrittspunkt einer Rechtecktasche ist stets die Taschenmitte. Dadurch entfallen Überlegungen über

G87 = Code für Rechtecktasche
X25, Y30 = Taschenabmessungen
Z-5 = Taschentiefe
B2 = Sicherheitsabstand
R5 = Eckenradius
K3 = Zustelltiefe jeden Schnittes
I70 = Fräsbreite in Prozent
J1 = Gleichlaufräsen
F = Vorschubgeschwindigkeit in mm/min (Optional)
S = Drehzahl in U/min (Optional)
M = Drehrichtung rechts (Optional)



13

13 Der Rechtecktaschenzyklus ist unkritisch in der Handhabung, da der Eintrittspunkt stets die Taschenmitte ist.

P12	65	-55
P13	245	-45
P14	50	-90
P15	65	-90
P16	80	-90
P17	100	-70
P18	100	-55
P19	100	-40
P20	80	-20
P21	65	-20
P22	50	-20
P23	30	-40
P24	30	-55
P25	30	-70

eventuelle Vorzeichen bei den Taschenabmessungen. Zunächst wird die Tasche definiert:

G87 X25 Y30 Z-5 B2 R5 K3 I70 J1 F... S... M...

Danach wird die Tasche an der gewünschten Position aufgerufen:

G79 X185 Y0 Z-130

Da die restlichen Rechtecktaschen alle gleich groß sind und sich nur in der Lage und im Winkel unterscheiden, genügt es, durch einfaches wiederholtes Aufrufen mittels G79 die restlichen Taschen zu erzeugen:

G79 X190 Y0 Z-170 B1=-45
G79 X225 Y0 Z-185 B1=-90
G79 X280 Y0 Z-180 B1=-135

Der Parameter B1 bewirkt eine Drehung der Tasche um den Taschenmittelpunkt. Ein negativer Wert führt eine Drehung im Uhrzeigersinn, ein positiver Wert hingegen eine Drehung im Gegenuhrzeigersinn aus.

Bei allen Fräsarbeiten ist selbstverständlich zu beachten, dass immer mit dem richtigen Werkzeug gearbeitet wird. Sollte der Fräserradius versehentlich größer sein, als der Eckenradius, so gibt 'SIM_WORK' eine Fehlermeldung aus und arbeitet automatisch mit einem geeigneten Wert weiter.

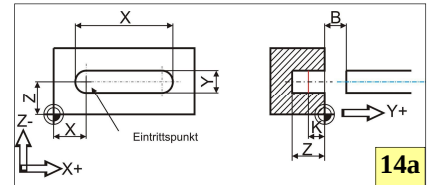
Taschen auf Teilkreis anordnen

Im nächsten Abschnitt werden Kreis- und Rechtecktaschen sowie Nuten um einen gemeinsamen Mittelpunkt gruppiert. Um Taschen um einen gemeinsamen Mittelpunkt zu gruppieren, genügt es, die Taschen zu definieren, und anschließend mit G77 aufzurufen, denn

Erklärung zum Zyklus G88

G88 = Code für Nutenfräszklus
X50 = Abmessung der Nut parallel zur X-Achse
Y10 = Abmessung der Nut parallel zur Z-Achse
Z-10 = Gesamttiefe der Nut
B2 = Sicherheitsabstand
K5 = Tiefe jeden einzelnen Schnittes
J1 = Fräsen im Gleichlauf (Nicht notw., da Starteinstellung)
F = Vorschub (Optional)
S = Drehzahl (Optional)
M = Drehrichtung (Optional)

14



14a

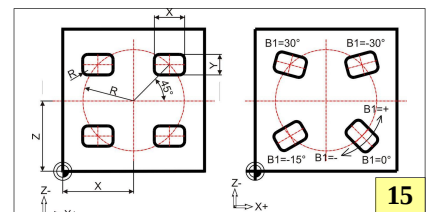
G77 bewirkt eine kreisförmige Anordnung der Taschen. Als Übergabeparameter erwartet G77 den Kreismittelpunkt, Kreisradius, Startwinkel und Endwinkel beziehungsweise Anzahl der Taschen.

Wenn die Taschenabmessungen gleich geblieben sind, ist es nicht notwendig, noch einmal mit G87, G88 oder G89 die Taschen zu definieren, denn die alte Definition ist immer noch gültig. Man ruft nur noch mittels G77 die Tasche auf. Da jedoch zuerst die Kreistasche gefertigt werden soll, muss zunächst der passende Zyklus definiert werden:

G89 Z-8 B2 R10 K4
G89 = Kreistasche
Z-8 = Taschentiefe
B2 = Sicherheitsabstand
R10 = Kreisradius
K4 = Schnitt-Zustelltiefe

Danach wird die Tasche aufgerufen:

G77 X160 Y0 Z-45 R30 I0 J8
G77 = Lochkreisdefinition
X160 = Kreismittelpunkt X-Achse
Y0 = Werkstückebenenlage
Z-45 = Kreismittelpunkt Z-Achse
R30 = Lochkreisradius
I0 = Startwinkel
J8 = Anzahl der Taschen/Löcher



15

15 Rechtecktaschen auf Teilkreis angeordnet. Mit B1= wird bestimmt, in welchem Winkel die Taschen angeordnet werden.



Nun die Rechtecktasche um den Punkt P10 gruppiert. Zuerst die Definition:

G87 X30 Y25 Z-7 B2 R5 K3

Danach wird die Tasche aufgerufen:

G77 X245 Y0 Z-130 R30 I45 J4

Die Taschen werden ohne Drehung um die Kreispunkte angeordnet. Um nun zu erreichen, dass die X-Achse der Tasche stets zum Kreismittelpunkt zeigt, ist es notwendig, durch Angabe von B1 die Winkellage der Tasche zu bestimmen:

G77 X245 Y0 Z-45 R30 I45 J4 B1=0

Wenn die Variable B1 den Wert 0 enthält, bedeutet dies, dass der Winkel der Tasche zum Winkel des aktuellen Kreispunktes 0 Grad beträgt.

Fräsen der Nuten um den Kreismittelpunkt P12:

G88 X50 Y10 Z-9 B2 K4
G77 X65 Y0 Z-55 R20 I45 J4 B1=0

Mit demselben Fräs Werkzeug werden nun auch gleich die nächsten Nuten bearbeitet, die um den Punkt P5 angeordnet sind. Hier wartet ein wenig mehr Arbeit, da jetzt dreimal ein Aufruf mit G77 zu tätigen ist, um die gewünschte Anordnung der Nuten zu erhalten:

G77 X65 Y0 Z-130 R20 I-45 K45 J2

Mit der Variablen I wird der Startwinkel angegeben. Die Variable K ergibt den Endwinkel und die Variable J die Anzahl der Nuten.

Taschen um Punkt drehen

Es ist bereits bekannt, dass durch Angabe der Variablen B1 ein Drehwinkel der Taschen angegeben werden kann:

G77 X65 Y0 Z-130 R20 I135 J1 B1=55
G77 X65 Y0 Z-130 R20 I225 J1 B1=-55

Die Nuten drehen sich um einen Punkt P um den Winkel von B1 in mathematisch positiver beziehungsweise negativer Richtung. Damit wären alle Taschen fertiggestellt. Zum Schluss sind noch verschiedene Bohrungen fertigzustellen. Dabei ist nach folgendem

Arbeitsplan vorzugehen:

- alle Bohrungen werden zentriert.
- P14 bis P16: Bohren Durchmesser 8,5, 10 mm tief.
- P17 bis P25: Bohren Durchmesser 8,5, 18mm tief.
- P17 bis P19: Reiben 9H7, 15 mm tief.
- P23 bis P25: Ausdrehen Durchmesser 12, 15 mm tief.
- P20 bis P22: Gewindebohren M10, 15 tief.

Der Punktespeicher

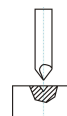
Da verschiedene Punkte mehrmals anzufahren sind, ist es sinnvoll, wenn die Koordinaten dieser Punkte in den Punktespeicher, der über [Strg] + [I] und nachfolgendem [P] aufgerufen wird, übernommen werden. Dadurch erspart man sich später die wiederholte Eingabe dieser Koordinaten. Es genügt dann die einfache Angabe des gewünschten Punktes.

Übernahme der Koordinaten in den Punktespeicher via CNC-Programm:

G78 X50 Y0 Z-90 P14
G78 X65 Y0 Z-90 P15
G78 X80 Y0 Z-90 P16
G78 X100 Y0 Z-70 P17
G78 X100 Y0 Z-55 P18
G78 X100 Y0 Z-40 P19
G78 X80 Y0 Z-20 P20
G78 X65 Y0 Z-20 P21
G78 X50 Y0 Z-20 P22
G78 X30 Y0 Z-40 P23
G78 X30 Y0 Z-55 P24
G78 X30 Y0 Z-70 P25

Arbeiten mit dem Punktespeicher

Zentrieren



Um alle Bohrungen zunächst zentrieren zu können, muss zuerst das geeignete Werkzeug eingewechselt werden. Dies ist ein NC-Anbohrer:

T2 M6 S6360 F760

Danach wird der Bohrzyklus definiert:

G81 X0 Y2 Z-3 B5

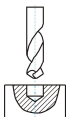
Anschließend werden noch die Positionen bestimmt, an denen der Bohrzyklus abgearbeitet werden soll:

G79 P14 P15 P16 P17 P18 P19 P20 P21 P22 P23 P24 P25

Sämtliche Punkte werden nun zentriert. Bei verschiedenen Steuerungen ist es aus Kapazitätsgründen nicht möglich, mehr als vier Punkte in einem G79-Satz unterzubringen. Deshalb müssen in diesem Fall mehrere G79-Sätze geschrieben werden. Beispiel:

G79 P14 P15 P16 P17
G79 P18 P19 P20 P21
G79 P22 P23 P24 P25

Bohren



Die Punkte P14 bis P25 erhalten zunächst Bohrungen mit einem Durchmesser von 8,5 Millimetern. Diese Bohrungen sind jedoch unterschiedlich tief. Daher müssen verschiedene Zyklen definiert werden. Einwechseln des Bohrwerkzeugs:

T3 M6 S2620 F520

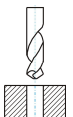
Definieren des Bohrzyklus:

G81 X0 Y2 Z-10 B5

Aufruf des Zyklus an den verschiedenen Positionen:

G79 P14 P15 P16

Tieflochbohren



Zum Tieflochbohren wird ein neuer Zyklus definiert. Da dasselbe Werkzeug verwendet werden kann, erfolgt kein Werkzeugwechsel:

G83 X0 Y2 Z-18 B5 I5 J0 K-3

Aufruf des Zyklus an den gewünschten Positionen:

G79 P17 P18 P19 P20 P21 P22 P23 P24 P25

Die nächsten Bohrungen werden aufgebohrt, da dort eine Passung vorge-

Hinweis

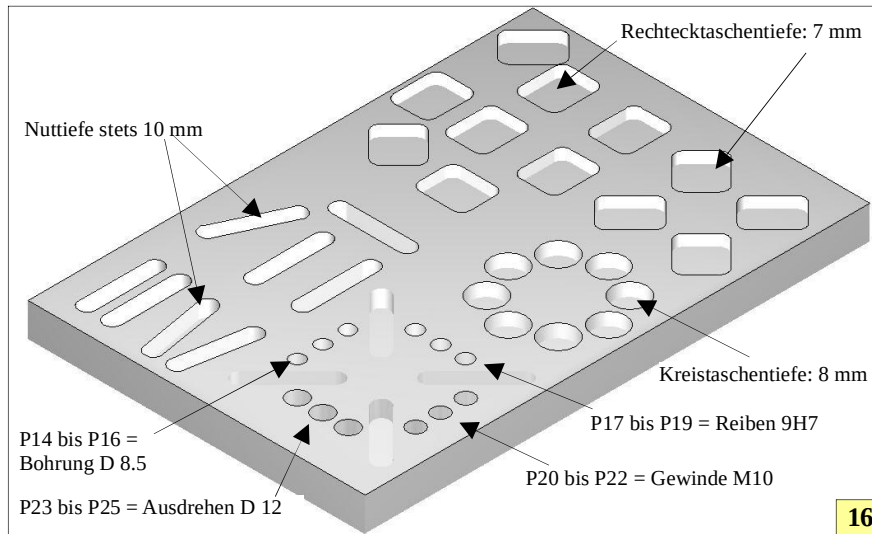
Winkel im Uhrzeigersinn sind mathematisch negative Winkel.
Winkel im Gegenuhrzeigersinn sind mathematisch positive Winkel.

sehen ist. Für die Passung 9H7 wird ein Bohrer mit einem Durchmesser von 8,8 mm eingewechselt:

T4 M6 S2530 F506

Da der vorherige Tieflochbohrzyklus mit den eingegebenen Daten weiterverwendet werden kann, genügt ein einfacher Aufruf mit G79:

G79 P17 P18 P19



16 Das fertige Werkstück zeigt, was mit dem Einsatz der in den CNC-Steuerungen eingebauten Zyklen möglich ist.

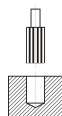
Für die Punkte P23 bis P25 wird ein Bohrer mit einem Durchmesser von zehn Millimetern benötigt:

T8 M6 S1500 F300

Aufruf des Tieflochbohrzyklus:

G79 P23 P24 P25

Reiben



Reiben der Bohrungen P17 bis P19. Zu diesem Zweck wird zunächst das dazu nötige Reibwerkzeug eingewechselt:

T5 M6 S600 F120

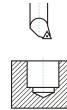
Definition des Reibzyklus:

G85 X1 Y2 Z-15 B5

Aufruf des Zyklus an den verschiedenen Positionen:

G79 P17 P18 P19

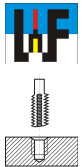
Ausdrehen



Ausdrehen der Bohrungen P23 bis P25 nach folgendem Arbeitsplan:

- Werkzeug holen: T6 M6 S1800 F110
- Zyklus definieren: G86 X0 Y2 Z-15 B5
- Zyklus aufrufen: G79 P25 P24 P23

Gewindebohren



Zu bemerken wäre beim Gewinde-schneiden, dass die Arbeitsspindel automatisch eine Drehrichtungsumkehr durchführt, damit der Gewindebohrer beim Herausfahren das bereits fertige Gewinde nicht zerstört. Programm:

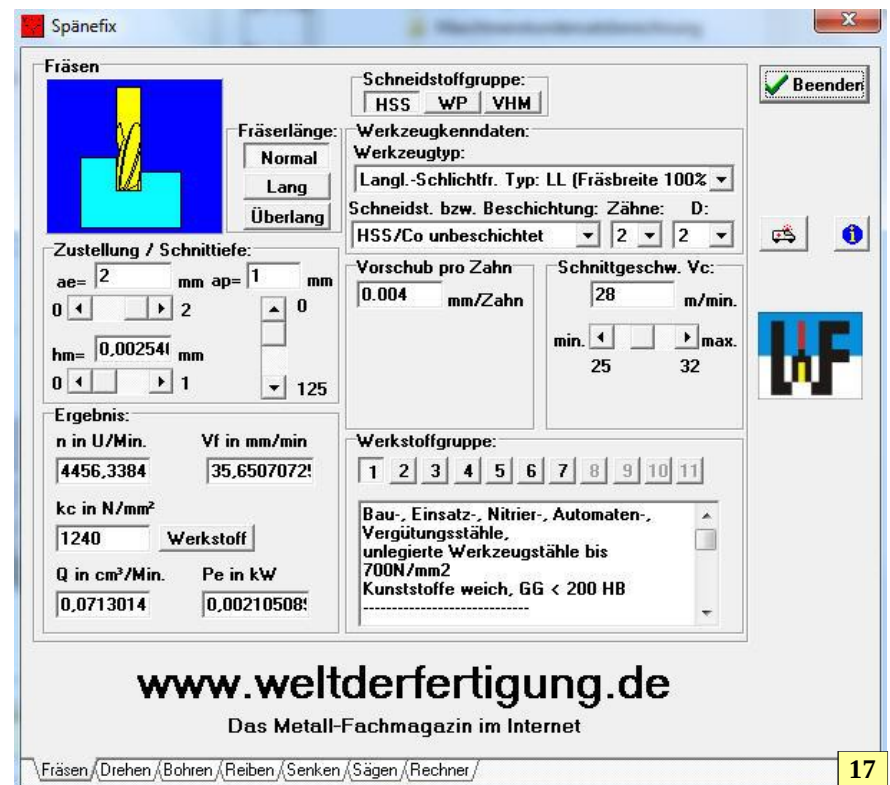
T7 M6

G84 X1 Y5 Z-18 B15 I8 J1 S800 M3
G79 P22 P21 P20

Am Programmende wird der Tisch et-

Der besondere Tipp:

In jeder CNC-Steuerung sind Maschinenkonstanten vorhanden, die es erlauben, bestimmte Features freizuschalten, wenn der Kaufpreis dafür entrichtet wurde. In SIM_WORK wird auch diese Eigenschaft von CNC-Steuerungen simuliert. Wenn die Maschinenkonstante 20 den Wert 15 erhält, wird die Simulationszeit von Zyklen drastisch reduziert, sodass das Austesten von Programmen nur mehr einen Bruchteil der üblichen Zeit in Anspruch nimmt.



17 Mit dem Programm "Spänefix" das kostenfrei von der Welt der Fertigung-Homepage heruntergeladen werden kann (Downloadbereich), sind für zahlreiche Technologien zum jeweiligen Werkstoff passende Drehzahlen, Vorschübe und die erforderliche Maschinenleistung rasch gefunden.

was nach unten gefahren, damit das fertige Werkstück bequem entnehmen werden kann. Natürlich darf nicht vergessen werden, als letzten Befehl M30 anzugeben. Dadurch wird die Spindel und Kühlmittelpumpe gestoppt, sowie auf den Programmanfang zurückgesprungen, um ein neues, identisches Werkstück herzustellen:

G0 Y100 M30

Damit ist das CNC-Programm abgearbeitet und das Werkstück kann aus der Spannvorrichtung entnommen werden.

Es ist eine Selbstverständlichkeit, dass mit allen Werkzeugen im erlaubten Drehzahl- und Vorschubbereich gearbeitet werden muss, um optimale Ergebnisse bezüglich Standzeit des Werkzeugs und benötigte Zerspanungszeit für die einzelnen Elemente zu erreichen.

Natürlich können diese Werte manuell berechnet werden, jedoch ist es wesentlich komfortabler und schneller, für diesen Zweck spezielle Software zu nutzen. Mit Spänefix steht eine kos-

tenlose Lösung zum Download auf www.weltderfertigung.de bereit. Diese Software ist sogar in der Lage, die zur Zerspanung nötige Maschinenleistung zu berechnen, um noch besser die CNC-Maschinen auszunutzen, beziehungsweise Überlastung zu vermeiden.

www.weltderfertigung.de

Schnittwert- und Drehzahltable Werkzeuge für Teil 2

Werkzeug	Drehzahl	Vorschub
T1 Fräser D8	9940 U/min.	500 mm/min.
T2 NC-Anb.	6360 U/min.	760 mm/min.
T3 Spibo D8.5	2620 U/min.	520 mm/min.
T4 Spibo D8.8	2530 U/min.	506 mm/min.
T5 Reib. 9H7	600 U/min.	120 mm/min.
T6 Ausdr. D12	1800 U/min.	110 mm/min.
T7 Gew. M10	800 U/min.	entf.
T8 Spibo D10	1500 U/min.	300 mm/min.

Werkzeuge für Teil 1

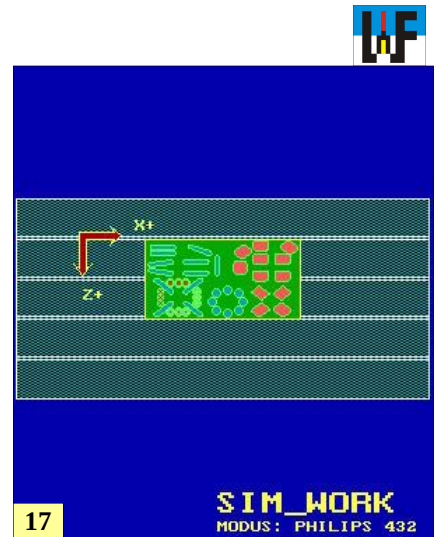
Werkzeug	Drehzahl	Vorschub
T9 Fräser D12	6680	660
T10 Spibo D5	4450	620
T11 Gew. M6	850	entf.

Hinweis: Für Technologien, die im Schnittwertrechner nicht berücksichtigt sind, müssen die Schnittwerte aus geeigneten Tabellenbüchern entnommen werden.

CNC-Programm für Teil 2

G18 T1 M6 (Langlochfräser D=8)
 S9940 F500 M3 G54
 G99 X0 Y0 Z0 I300 K-200 (Rohteildefinition)
 G0 X0 Y10 Z0 (Im Eilgang auf Startposition)
 G88 X50 Y10 Z-10 B2 K5 J1 (G88=Langloch)
 G79 X15 Y0 Z-165 (P4)
 G88 X-50 Y10 Z-10 B2 J1 K5
 G79 X55 Y0 Z-180 (P3)
 G88 X10 Y-50 Z-10 B2 J1 K5
 G79 X140 Y0 Z-115 (P1)
 G79 X125 Y0 Z-165 B1=65 (P2)
 G87 X25 Y30 Z-5 B2 R5 K3 I70 J1 (Rechtecktasche)
 G79 X185 Y0 Z-130 (P6)
 G79 X190 Y0 Z-170 B1=-45 (P7)
 G79 X225 Y0 Z-185 B1=-90 (P8)
 G79 X280 Y0 Z-180 B1=-135 (P9)
 G89 Z-8 B2 R10 K4 (Kreistasche X25 und Y30 von G87 übernommen)
 G77 X160 Y0 Z-45 R30 I0 J8 (P11)
 G87 X30 Y25 Z-7 B2 R5 K3 (Rechtecktasche)
 G77 X245 Y0 Z-130 R30 I45 J4 (P10)
 G77 X245 Y0 Z-45 R30 I45 J4 B1=0 (P13)
 G88 X50 Y10 Z-9 B2 K4 (Langloch)
 G77 X65 Y0 Z-55 R20 I45 J4 B1=0 (P12 vier Stück)
 G77 X65 Y0 Z-130 R20 I-45 K45 J2 (P5 rechte Nuten)
 G77 X65 Y0 Z-130 R20 I135 J1 B1=55 (P5 Nut links oben)
 G77 X65 Y0 Z-130 R20 I225 J1 B1=-55 (P5 Nut links unten)
 G78 X50 Y0 Z-90 P14 (Punktedefinition Start)
 G78 X65 Y0 Z-90 P15

G78 X80 Y0 Z-90 P16
 G78 X100 Y0 Z-70 P17
 G78 X100 Y0 Z-55 P18
 G78 X100 Y0 Z-40 P19
 G78 X80 Y0 Z-20 P20
 G78 X65 Y0 Z-20 P21
 G78 X50 Y0 Z-20 P22
 G78 X30 Y0 Z-40 P23
 G78 X30 Y0 Z-55 P24
 G78 X30 Y0 Z-70 P25 (Punktedefinition Ende)
 T2 M6 S6360 F760 (NC-Anbohrer)
 G81 X0 Y2 Z-3 B5
 G79 P14 P15 P16 P17 P18 P19 P20 P21 P22 P23
 P24 P25 (Zentrieren)
 T3 M6 S2620 F520 (Bohrer Durchmesser 8.5)
 G81 X0 Y2 Z-10 B5 (kurze Bohrung)
 G79 P14 P15 P16
 G83 X0 Y2 Z-18 B5 I5 J0 K-3 (tiefe Bohrung mit Entspänen, Tiefe 18)
 G79 P20 P21 P22
 T4 M6 S2530 F506 (Spibo D 8.8)
 G79 P17 P18 P19
 T8 M6 S1500 F300 (Bohrer Durchmesser 10)
 G79 P23 P24 P25
 T5 M6 S600 F120 (Reibahle Durchmesser 9H7)
 G85 X1 Y2 Z-15 B5 (Reibzyklus Tiefe 15)
 G79 P17 P18 P19
 T6 M6 S1800 F110 (Ausdrehwerkzeug Durchmesser 12)
 G86 X0 Y2 Z-15 B5 (Ausdrehzyklus Tiefe 15)
 G79 P25 P24 P23
 T7 M6 (Gewindebohrer M10)
 G84 X1 Y5 Z-15 B15 I8 J1.5 S800 M3 (Gewindebohrzyklus Tiefe 15)
 G79 P22 P21 P20
 G0 Y100 M30



17 SIM_WORK setzt die CNC-Befehle anschaulich um, sodass der Lerneffekt zur Beherrschung einer realen CNC-Steuerung maximal ist.

Anzeige

Innovation & Precision

„Der JetSleeve bringt Sie ganz groß raus!“

...mit dieser Weltneuheit sparen Sie 1 €/min

www.hsk.com

16 CNC-Programme sollten ausführlich kommentiert werden, damit man noch nach längerer Zeit problemlos nachvollziehen kann, wie es funktioniert und welche Werkzeuge verwendet werden.