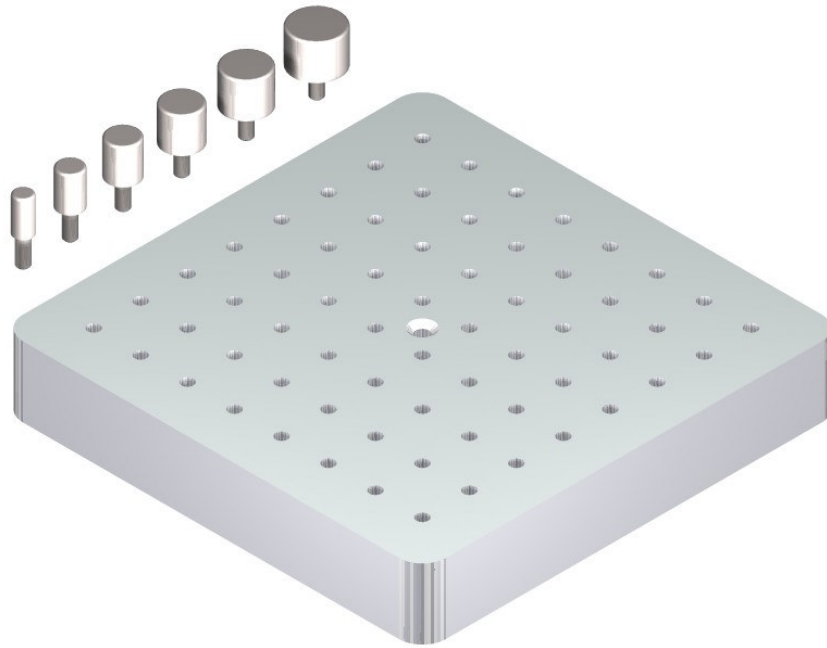
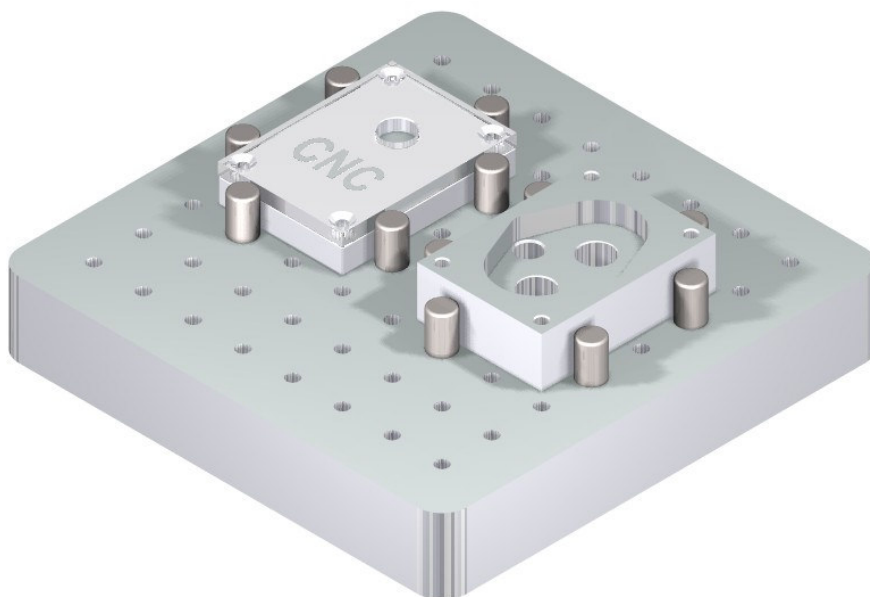


Bohrbild

Für einen Gurtförderer mit Kunststoffpaletten waren 20 Grundplatten mit einem flexiblen Stecksystem zur Fixierung von Kleinteilen anzufertigen, um die Werkstücke mit Portalrobotern aufzunehmen und abzulegen. Die Grundplatten erhielten 8 X 8 = 64 geriebene Bohrungen $\text{\O} 5\text{H7}$ für die Steckbolzen. Diese waren oben abgerundet und in 2,5 mm-Schritten abgestuft, um die gängigsten Werkstücke aufzunehmen. Nennmaße 7,5 / 10 / 12,5 / 15 / 17,5 / 20mm, jeweils mit 0,2mm Untermaß.



Leere Grundplatte und zugehörige Steckstifte

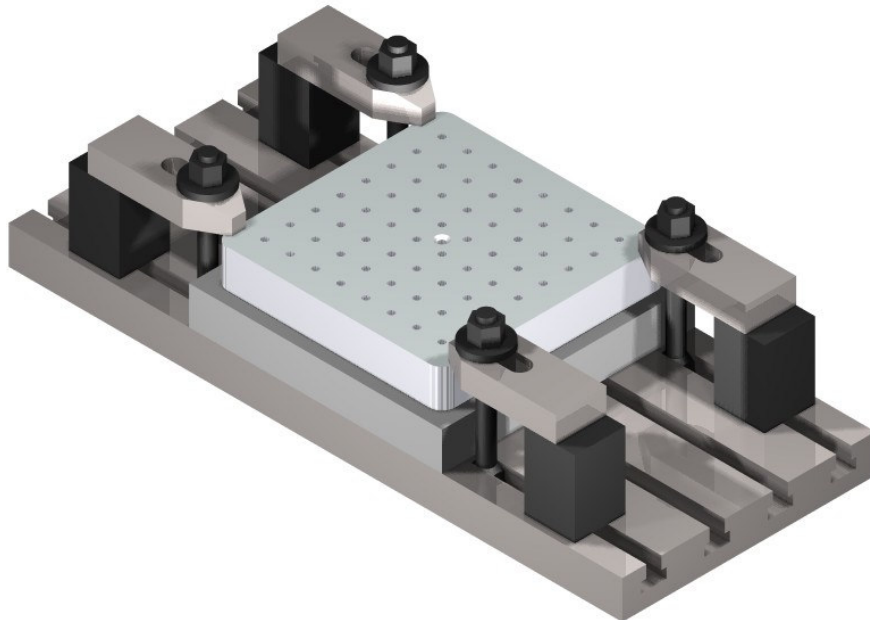


Grundplatte mit fixierten Werkstücken

Die Grundplatten aus Al-Legierung wurden aus 30mm starken, geschliffenen Alu-Platten auf das Fertigmaß 180 X 180mm gesägt. Danach wurden die Eckenradien gefräst und die mittlere Befestigungsbohrung gebohrt und angesenkt. Auf der Unterseite waren 2 Bohrungen 12 H7 zu reiben, denn auf den Kunststoffpaletten befanden sich zwei diagonal gegenüberliegende Zylinderstifte mit \varnothing 12 mm. Die Grundplatte wurde dann in der Mitte lediglich mit einer Senkschraube M5 auf der Palette befestigt.

Nach diesen vorbereitenden Arbeiten mussten auf der Oberseite die 64 Bohrungen für die Steckstifte anzentriert, gebohrt und gerieben werden.

Dazu wurde zuerst eine Restplatte mit versenkten Schrauben auf den Tisch der CNC-Fräsmaschine festgeschraubt. In diese wurden die zwei Bohrungen 12H7 gebohrt und gerieben und zwei Zylinderstifte eingesteckt. Die Platte blieb auf dem Tisch montiert und diente als exakte Fixierung der Grundplatten, die darauf mit Prätzen festgespannt wurden.



Vorüberlegungen zur Programmierung der 64 Bohrungen:

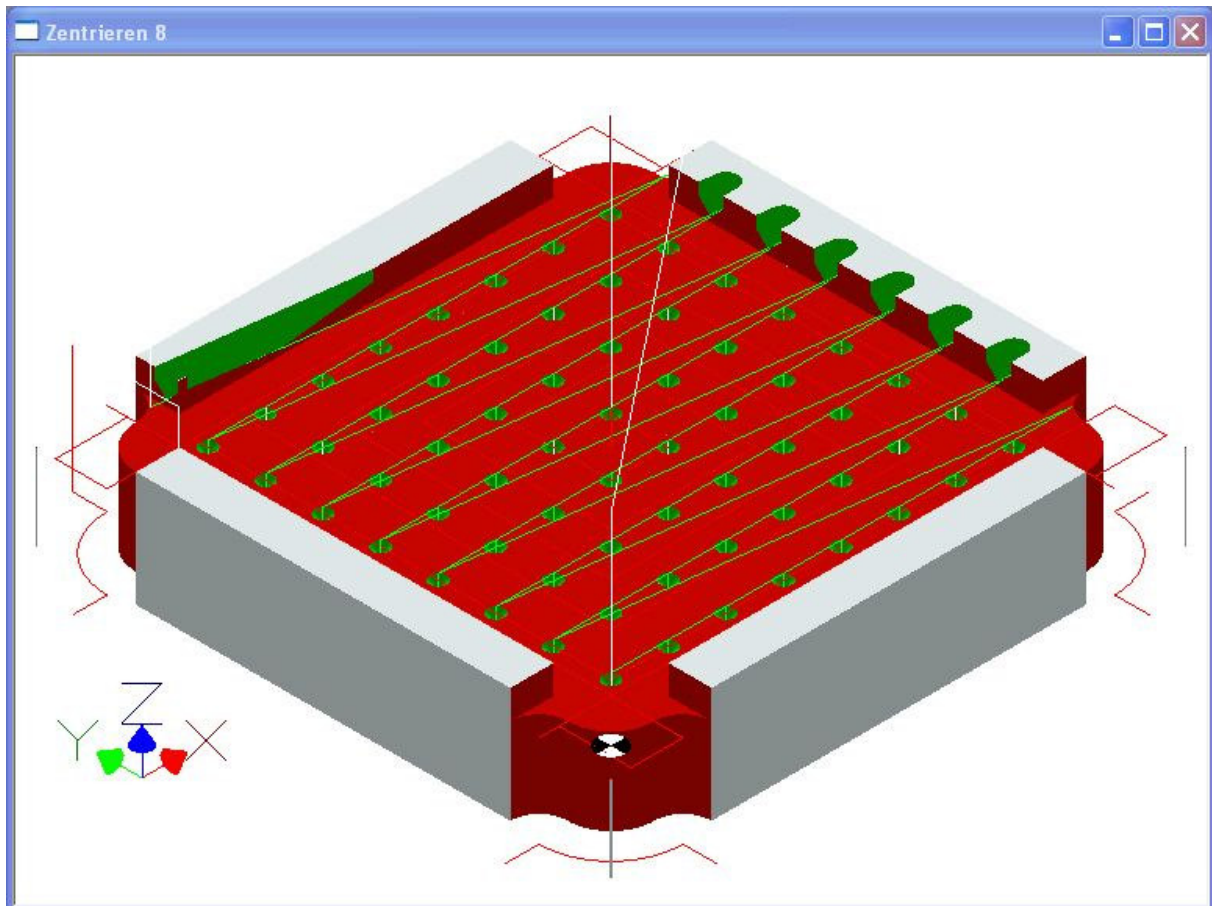
Es sollen nicht alle 64 Löcher einzeln programmiert werden, damit das Programm nicht zu umfangreich wird und um mögliche Fehler zu vermeiden. Stattdessen sollen Unterprogramme zur jeweiligen Verschiebung in X- und Y-Richtung mit mehreren Wiederholungen aufgerufen werden.

Die eigentliche Bearbeitung wurde extra in ein Unterprogramm gepackt, um die Übersicht zu wahren und Änderungen leichter vornehmen zu können (z. B. anderer Bohrzyklus oder Fräsbearbeitung).

In der Simulation wurde die Grundplatte (rot) zuerst aus einem größeren Stück herausgefräst, um die möglichen Positionen von Spannpratzen (weiß) anzuzeigen.

Im ersten Denkansatz versuchen wir es mit 8 Zeilen (Y-Verschiebung), in denen jeweils 8 X-Verschiebungen (Spalten) aufgerufen werden (erscheint eigentlich logisch).

Im nachfolgenden Beispiel (Programm 80) sehen wir jedoch, dass es einige Kollisionen (grün) mit den Spannmitteln geben würde.



Wo ist denn nun der Fehler?

Es liegt ganz einfach daran, dass 8 Reihen nur 7 Abstände und 8 Bohrungen jeder Reihe auch nur 7 Abstände haben. Aber nach jeder Reihe (Zeile) findet eine Y-Verschiebung statt. Nach der letzten Reihe ist dies dann eine Verschiebung zuviel. Genau so verhält es sich mit den X-Verschiebungen.

Fehlerhaftes Programm 80 (jeweils 8 Wiederholungen):

```

%
:0080 (Hauptprogramm)
N0005 G17 G90 G94 G40 G49
N0010 T2 M6
N0015 S3000 M3
N0020 G0 G54 X20 Y20 M8
N0025 G43 Z2 H2
N0030 M98 L8 P8001 (8 Zeilen Y)
N0035 G0 Z50 M9
N0040 M5
N0045 G28 G49
N0050 M30
%
%
:8001 (Verschiebung Y)
N0005 M98 L8 P8002 (8 Spalten X)
N0010 G0 G91 X-160 Y20
N0015 M99
%
%
:8002 (Verschiebung X)
N0005 M98 P8003
N0010 G0 G91 X20
N0015 M99
%
%
:8003 (Bearbeitung)
N0005 G90
N0010 G81 Z-2.85 R2 F150
N0015 G80
N0020 M99
%

```

Aus dem oben gezeigten Beispiel folgt, dass es doch nicht ganz so einfach geht. Es dürfen hier jeweils nur 7 mal die Unterprogramme aufgerufen werden, welche eine Verschiebung beinhalten. Beim achten Mal wird dann ein Unterprogramm ohne Verschiebung aufgerufen.

Korrektes Programm 71 (jeweils 7 + 1 Wiederholungen):

```

%
:0071 (Hauptprogramm)
N0005 G17 G90 G94 G40 G49
N0010 T2 M6
N0015 S3000 M3
N0020 G0 G54 X20 Y20 M8
N0025 G43 Z2 H2
N0030 M98 L7 P7101 (7 Zeilen Y)
N0035 M98 P7102 (Letzte Zeile Y)
N0040 G0 Z50 M9
N0045 M5
N0050 G28 G49
N0055 M30
%

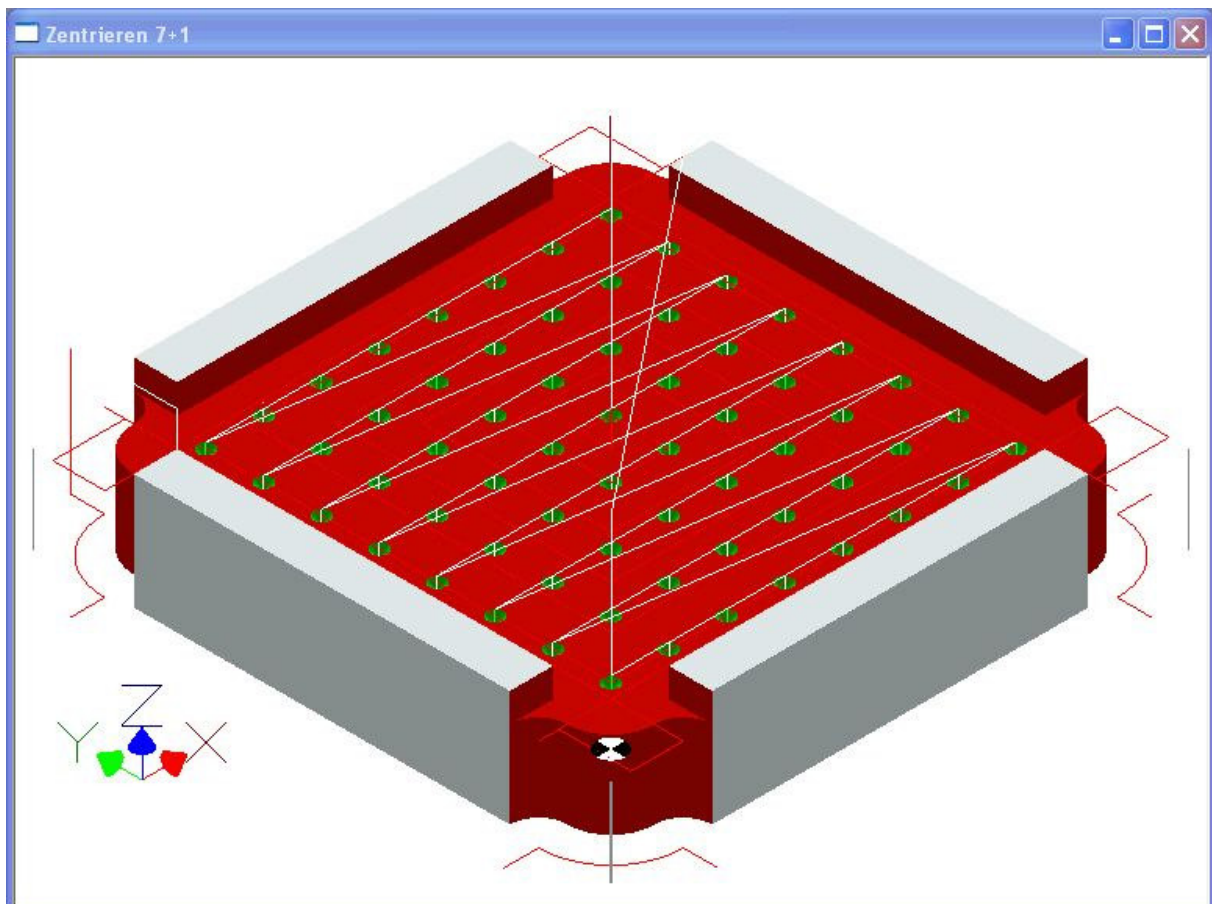
%
:7101 (Verschiebung Y)
N0005 M98 P7102 (1 Zeile Y)
N0010 G0 G91 X-140 Y20
N0015 M99
%

%
:7102 (Zeile Y)
N0005 M98 L7 P7103 (7 Spalten X)
N0010 M98 P7104 (letzte Spalte X)
N0015 M99
%

%
:7103 (Verschiebung X)
N0005 M98 P7104 (Bearbeitung)
N0010 G0 G91 X20
N0015 M99
%

%
:7104 (Bearbeitung)
N0005 G90
N0010 G81 Z-2.85 R2 F150
N0015 G80
N0020 M99
%

```



Das oben gezeigte Programm 71 kann so mit wenig Änderungen für alle rechtwinklig angeordneten Bohrbilder übernommen werden. Anstatt Bohrungen können hiermit auch Gravuren oder Fräsarbeiten wiederholt werden.

Das Programm 71 muss nicht unbedingt immer von links unten nach rechts oben ausgehen. Es kann ebenso an einer anderen Ecke angefangen werden. Die Verschiebungen benötigen dann nur andere Vorzeichen.

Je nach eigenen Erfordernissen sind hier zu ändern:

Im Hauptprogramm:

N10 Werkzeugnummer T
N15 Drehzahl S
N20 Nullpunkt G54, G55, ...
Erste Position X Y
N25 Position Z über Werkstück
Längenkorrekturnummer H
N30 Anzahl der Wiederholungen L
N40 Abhebeweg Z

Im Unterprogramm 7101:

N10 Rücklaufweg in X (Verschiebung mal Anzahl der Abstände)
Verschiebung in Y

Im Unterprogramm 7102:

N05 Anzahl der Wiederholungen L

Im Unterprogramm 7103:

N10 Verschiebung in X

Im Unterprogramm 7104:

N10 Nr. des Bohrzyklus und seine Parameter

Das UP 7104 kann anstatt eines Bohrzyklus auch jede andere beliebige Bearbeitung beinhalten (Gravur, Fräsbearbeitung).

Hierbei innerhalb des UP 7104 in X und Y nur mit G91 arbeiten und zum Schluss immer wieder zum Ausgangspunkt des Fräsbildes zurückkehren, andernfalls entsteht bei jedem erneuten Aufruf ein Versatz.

Auch für andere Bearbeitungsarten geeignet, wie Stanzen, Laserschneiden, Wasserstrahlschneiden, usw.

Wer die Möglichkeit der Makroprogrammierung hat und sich damit auskennt, kann das Ganze noch einfacher haben. Siehe dazu den Artikel Makroprogrammierung.

Viel Spaß beim Ausprobieren!