

# Drehbarer Würfel



*Drehbarer Würfel*

Der Würfel ohne Ecken und Kanten. Wer bisher meinte ein Würfel kann nicht rund sein, wird mit diesem CNC-Werkstück eines Besseren belehrt. Einfach die große Kugel drehen und die farbige kleine Kugel zeigt die gewürfelten Augen im Zahlenfeld an. Der drehbare Würfel besteht aus den zwei Bauteilen Kugel und Teller, die an einer CNC-Drehmaschine gefertigt werden. Zusammen mit acht Stahlkugeln, eine davon farbig gekennzeichnet, ist der Würfel schon einsatzfähig.

Die Bildungseinrichtung Siemens Professional Education Nürnberg verwendet dieses Bauteil als Übungswerkstück für die Ausbildung der Industriemechaniker und Industriemechanikerinnen und es ist jedes Lehrjahr ein Highlight unter den Azubis.

Alle für die Fertigung erforderlichen Informationen, Zeichnungssatz, Werkzeugdaten und Arbeitspläne und NC-Programme sind im Folgenden zusammengestellt.

[www.siemens.de/cnc4you](http://www.siemens.de/cnc4you)

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Sicherheitshinweis</b>	<b>2</b>
<b>2. Vorbemerkung</b>	<b>2</b>
<b>3. Werkstück Rohlinge/Stückliste</b>	<b>3</b>
<b>4. Drehmaschine und Arbeitspläne</b>	<b>3</b>
<b>5. Verwendete Werkzeuge</b>	<b>4</b>
<b>6. Drehen der Einzelteile</b>	<b>5</b>
<b>7. Informationen im Internet</b>	<b>9</b>
<b>8. Abbildungen</b>	<b>11</b>

### 1. Sicherheitshinweis

Der Umgang mit Maschinen bringt vielfältige Gefahren mit sich. Die gesetzlichen und betriebsüblichen Sicherheitsvorschriften sind daher auch bei der Herstellung des "drehbaren Würfels" unbedingt einzuhalten.

### 2. Vorbemerkung

Die folgende Beschreibung richtet sich an den mit einer CNC-Maschine vertrauten Praktiker, der Erfahrung oder Kenntnisse mit der CNC-Steuerung SINUMERIK hat. Alle hier aufgelisteten Technologiedaten entsprechen den verwendeten Maschinen, Werkzeugen, Werkstoffen, Arbeitsplänen und Zeichnungen bei der Herstellung des Musters. Für eine Nachfertigung haben sie wegen der vielfältigen Gegebenheiten in anderen Werkstätten nur Beispielcharakter. Trotzdem sollte in den meisten Fällen eine reibungslose Nachfertigung möglich sein.

Die Programme wurden an einer CNC-Drehmaschine mit Gegenspindel erstellt und getestet. Die Maschine war ausgestattet mit einer SINUMERIK 840D sl mit der Bedienoberfläche SINUMERIK Operate V4.7 SP1 HF2 bzw. SINUMERIK Operate V2.6 SP2 HF2. In der Regel kann das Programm einfach an andere SINUMERIK Versionen, wie z. B. andere SINUMERIK Operate SW-Stände, angepasst werden. Eine Simulation und notwendige Änderungen, wie z. B. Nullpunkte, sollte auf jeden Fall durchgeführt werden.

Sämtliche CAD-Zeichnungen, Programme und Fertigungsbeschreibungen zu den Werkstücken stehen für Sie kostenlos unter [www.siemens.de/cnc4you](http://www.siemens.de/cnc4you) zum Download bereit.

Hier stellen wir Ihnen folgende Dateien und Formate zur Verfügung:  
NC-Programme ShopTurn, Zeichnungen PDF, 3D-Daten

Drehbarer Würfel

[www.siemens.de/cnc4you](http://www.siemens.de/cnc4you)



### 3. Werkstück Rohlinge/Stückliste

- AlCu4PbMg, Rundmaterial Ø 40 mm, Länge ca. 100 mm
- Messing CuZn3Pb3, Rundmaterial Ø 60 mm, Länge ca. 25 mm
- Sicherungsring DIN 471 Federstahl 6x0,7
- Kugel Ø8,731 mm (11/32 Zoll) Chromstahl poliert, Material 1.3505 (7 Stück)
- Kugel Ø8,731 mm (11/32 Zoll) Keramik (weiß/schwarz) (1 Stück); oder farbig markierte Kugel aus Chromstahl (z. B. brüniert, angelassen...)

#### Hinweis

Kugeln können Sie z. B. im Modellbaubedarf oder Online auf Ebay, bzw. bei Kugellagerherstellern beziehen.

### 4. Drehmaschine und Arbeitspläne

- CNC-Drehmaschine DOOSAN PUMA 2600SY  
SINUMERIK 828D mit SINUMERIK Operate V4.7 SP1
- CNC-Drehmaschine Weiler DZ45, Siemens 840D sl - SINUMERIK Operate 2.7 SP2 HF 2
- ShopTurn Arbeitsplan Kugel: BALL\_DICE.MPF  
DIN/ISO-Programm Teller: PLATE\_DICE.MPF  
Werkzeugdatei: BALL\_DICE\_TMZ.INI

Drehbarer Würfel

[www.siemens.de/cnc4you](http://www.siemens.de/cnc4you)



## 5. Verwendete Werkzeuge

Dreh-, Bohr- und Fräswerkzeuge für die Bearbeitung beider Bauteile.

### Werkzeuge Drehmaschine

Werkzeuge/Kurzname	Beschreibung
HSP_SCHRUPPEN	Drehmeißel für außen mit einer Schruppplatte, Plattenradius R0,8, Eckenwinkel 80°
HSP_SCHLICHTEN	Drehmeißel für außen mit einer Schlichtplatte, Plattenradius R0,4, Eckenwinkel 35°
EINSTECHER_2.1	Einstechmeißel HM, Plattenbreite 2,1 mm
ABSTECHER_3.1	Abstechmeißel HM, Plattenbreite 3,1 mm
KUGELKOPF_ZYL_RAD_2	Kugelfräser ø2 mm
GSP_SCHRUPPEN	Gegenspindel: Drehmeißel für außen mit einer Schruppplatte, Plattenradius R0,8, Eckenwinkel 80
GSP_SCHLICHTEN	Gegenspindel: Drehmeißel für außen mit einer Schlichtplatte, Plattenradius R0,4, Eckenwinkel 35
FRAESER_8	Schafffräser ø8 mm, Dreischneider
ZENTRIERER_12	Zentrierbohrer, NC-Anbohrer ø12 mm, 90°
BOHRER_6	Spiralbohrer ø6 mm
EINSTECHER_RADIAL_4	Einstechmeißel, <b>Plattenbreite 4 mm</b> <b>(Insert N123H2-0500-0002-GF 1125)</b>
KUGELKOPF_ZYL_AX_1	Kugelfräser ø1 mm



## 6. Drehen der Einzelteile

Der drehbare Würfel besteht aus zwei Einzelteilen, der Kugel und dem Teller.

### Drehbarer Würfel - Kugel

Für diese Bearbeitung wird das Rohteil  $\varnothing 40$  mm gespannt. Zuerst wird die Kontur mit Bolzen und Kugel gedreht. Anschließend wird eine frei wählbare Gravur auf die Kugel gefräst. Danach wird das Werkstück an die Gegenspindel übergeben und abgestochen. Dort erfolgt die restliche Bearbeitung an der Kugel.



### Arbeitsschritte an der Drehmaschine

1. Referenzpunkt der Maschine anfahren.
2. Einlesen des Arbeitsplans: BALL\_DICE.MPF.
3. Einlesen der Werkzeugliste bzw. Nullpunktverschiebungen BALL\_DICE\_TMZ.INI.
4. Werkzeuge vermessen, in die Werkzeugliste eintragen.
5. Werkzeuge in Magazin einsetzen.
6. Werkstück spannen, Ausspannlänge beachten.
7. Werkstück-Nullpunkt setzen, durch Ankratzen.
8. Nullpunktverschiebungen programmieren.
9. Simulation durchführen.
10. Fertigung starten, Arbeitsplan abarbeiten.



## Drehbarer Würfel - Teller

Das Rundmaterial Ø 60 mm wird gespannt. Der Teller wird in zwei Aufspannungen gedreht. Zuerst wird die Unterseite bearbeitet, das NC-Programm wartet nach Abschluss dieser Bearbeitung. In dieser Zeit wird das Werkstück umgespannt und die Bearbeitung der Oberseite erfolgt. Die Kontur wird gedreht und die Segmente mit den Zahlen werden erstellt.

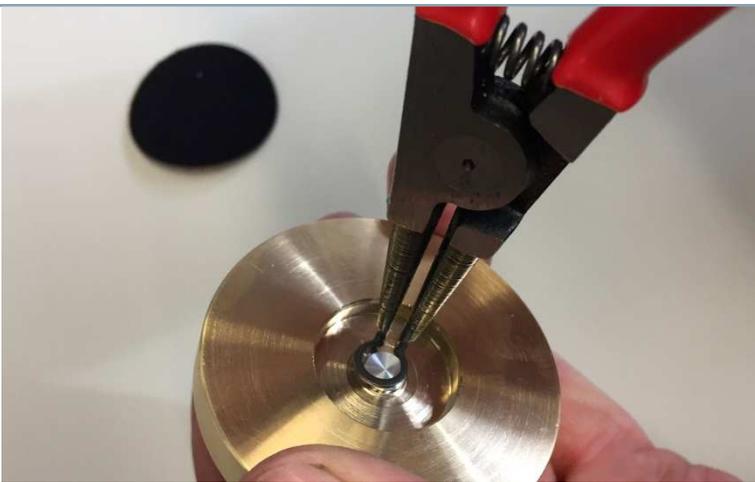
### Arbeitsschritte an der Drehmaschine

1. Referenzpunkt der Maschine anfahren
2. Einlesen des Arbeitsplans: PLATE\_DICE.MPF.
3. Einlesen der Werkzeugliste bzw. Nullpunktverschiebungen BALL\_DICE\_TMZ.INI.
4. Werkzeuge vermessen, in die Werkzeugliste eintragen.
5. Werkzeuge in Magazin einsetzen.
6. Werkstück spannen, Ausspannlänge beachten.
7. Werkstück-Nullpunkt setzen, durch Ankratzen.
8. Simulation durchführen.
9. Fertigung starten. Die Unterseite wird bearbeitet.
10. Programm WAIT, Werkstück umspannen auf die bearbeitete Unterseite.
11. Abarbeitung der Oberseite mit NC-Start fortfahren.



## Zusammenbau

Die Einzelteile des Kugelschreibers können ganz einfach zusammengebaut werden. Zuerst werden die acht Kugeln in den umlaufenden Einstich des Tellers gelegt. Die Kugel mit den Bolzen wird in das mittige Loch gesteckt und mit dem Sicherungsring befestigt. Zum Abschluss kann noch eine Filzunterlage auf die Unterseite des Sockels geklebt werden.

Zusammenbau	Bild
<p>Zuerst werden die acht Kugeln in den umlaufenden Einstich des Tellers gelegt.</p>	
<p>Die große Kugel mit den Bolzen wird in das mittige Loch gesteckt und mit dem Sicherungsring befestigt.</p>	



Zum Abschluss kann noch eine Filzunterlage auf die Unterseite des Tellers geklebt werden.



So sieht der fertige Würfel aus.



## 7. Informationen im Internet

### **Konstruktion der Teile, Erstellung der Zeichnungen, Entwicklung der Arbeitspläne für die Maschinenbearbeitung**

TAC Technology and Application Center  
Frauenauracher Str. 80  
91056 Erlangen

Siemens Professional Education  
Nürnberg

### **Angaben zu den verwendeten Werkzeugmaschinen/Werkzeuge**

DOOSAN Drehzentren  
Im Internet: <http://www.doosan.com/>

WEILER Präzisions-Drehmaschinen  
Im Internet: <http://www.weiler.de>

Drehbarer Würfel

[www.siemens.de/cnc4you](http://www.siemens.de/cnc4you)



## Handbücher und Informationen der Siemens AG

Handbücher und ausführliche Informationen über unsere Produkte finden Sie unter folgenden Websites:

- DOConWEB ([www.automation.siemens.com/doconweb](http://www.automation.siemens.com/doconweb))
- Service&Support Portal ([www.support.automation.siemens.com](http://www.support.automation.siemens.com))
- SINUMERIK Website ([www.siemens.de/sinumerik](http://www.siemens.de/sinumerik))

Drehbarer Würfel

[www.siemens.de/cnc4you](http://www.siemens.de/cnc4you)



## 8. Abbildungen

### Simulation Kugel

04.08.17  
14:33

NC/WKS/WUERFEL/BALL\_CUBE

www.siemens.com

Seitenansicht  
3D-Ansicht  
Weitere Ansichten  
Details  
Programmsteuerung

XØ	35.763 Z	2.310 Y	4.703 SP1	T KUGELKOPF_ZYL_RAD_2 D1
ABC	Gravur	"www.sien	765.000 Eilgang	100% 00:01:35

Edit Bohren Drehen Kontur drehen Fräsen Diverses Simulation Anwahl

Drehbarer Würfel

[www.siemens.de/cnc4you](http://www.siemens.de/cnc4you)



## Simulation Teller

04.08.17  
14:37

NC/WKS/WUERFEL/PLATE\_CUBE

XØ 346.410 Z 640.500 Y 100.000 S1 T KUGELKOPF\_ZYL\_AX\_1 D1  
END Programmende Z2 1000.000 Eilgang 100% 00:10:51

Edit Bohren Drehen Kontur drehen Fräsen Diverses Simulation Anwahl

Drehbarer Würfel

[www.siemens.de/cnc4you](http://www.siemens.de/cnc4you)



## Programm Kugel

04.08.17  
14:38

NC/WKS/WUERFEL/BALL_CUBE			1
P	<b>Programmkopf</b>	<b>G54 Zylinder</b>	↔
	Abspannen	▽▽▽ T=HSP_SCHRUPPEN F=0.2/U V=500m plan X0=41	
	Kontur	KONTUR_1	
	Abspannen	▽ T=HSP_SCHRUPPEN F=0.18/U V=500m längs	
	Restabspannen	▽ T=HSP_SCHLICHTEN F=0.2/U V=140m längs	
	Abspannen	▽▽▽ T=HSP_SCHLICHTEN F=0.08/U V=500m längs	
	Einstich	▽▽▽ T=EINSTECHER_2.1 F=0.05/U S=100U X0=6 Z0=-0.7	
	Rotation C-Achse	C=7	
	Gravur	"www.siemens.com/cnc4you"	
	Gegenspindel	komplett S1→S2 G55	
	Abstich	T=ABSTECHER_3.1 F=0.2/U V=250m X0=35 Z0=-45.5	
	Kontur	KONTUR2	
	Abspannen	▽ T=GSP_SCHRUPPEN F=0.18/U V=500m plan	
	Abspannen	▽▽▽ T=GSP_SCHLICHTEN F=0.08/U V=500m längs	
END	Programmende		

Edit

Bohren

Drehen

Kontur drehen

Fräsen

Diverses

Simulation

Anwahl

Werkzeug auswählen

Block bilden

Suchen

Markieren

Kopieren

Einfügen

Aus-schneiden

▶▶

Drehbarer Würfel

[www.siemens.de/cnc4you](http://www.siemens.de/cnc4you)



## Programm Teller

08/04/17  
2:39 PM

NC/WKS/WUERFEL/PLATE\_CUBE 1

P	N10	Program header	G54 Cylinder
+		1. Seite/Site	
+		2. Seite/Site	
+		Trennlinien/Separators	
+		Zahlen innen/Numbers inside	
+		Zahlen mitte/Numbers middle	
+		Zahlen außen/Numbers outside	
	END	End of program	

Right-hand menu: Select tool, Build group, Search, Mark, Copy, Paste, Cut, [Next]

Bottom toolbar: Edit, Drilling, Turning, Cont. turn., Milling, Various, Simulation, Execute

Drehbarer Würfel

[www.siemens.de/cnc4you](http://www.siemens.de/cnc4you)

