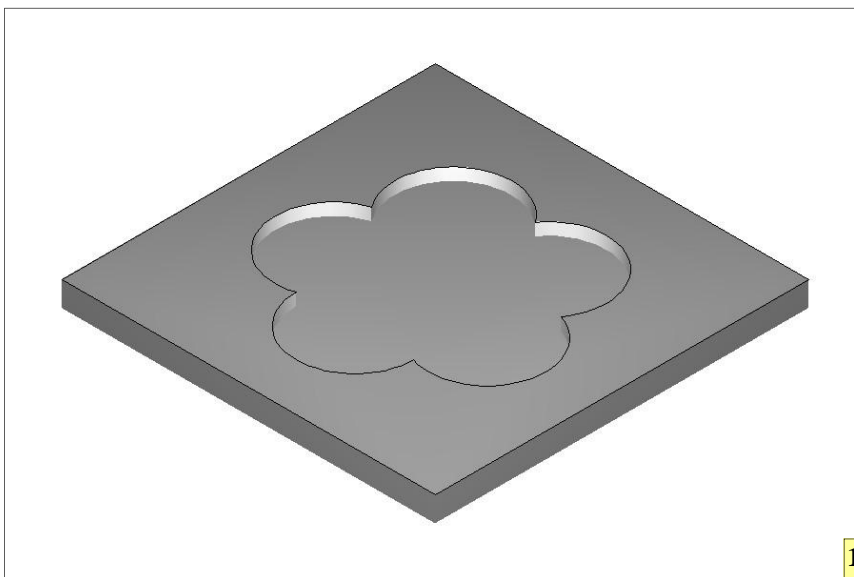




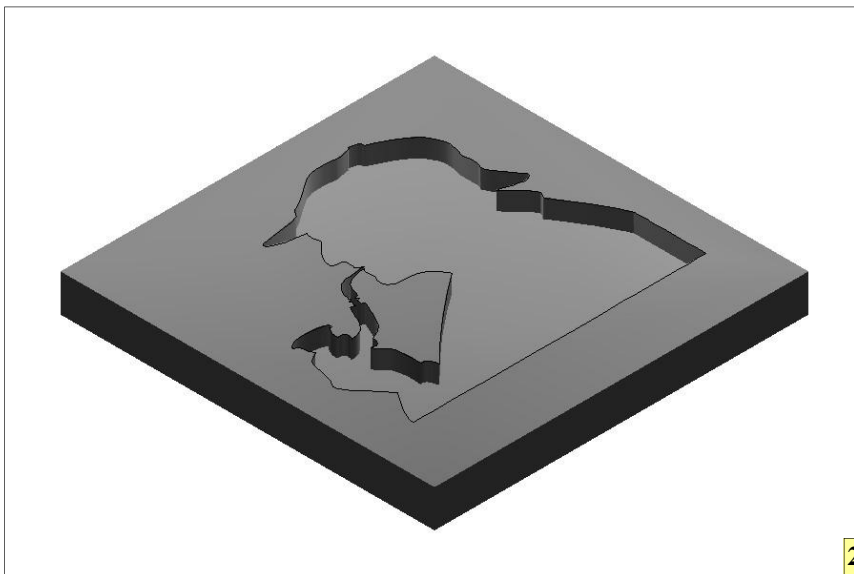
@-Funktionen und noch andere CNC-Raffinessen

Nützliche Funktionen für den täglichen CNC-Alltag

In der täglichen CNC-Praxis müssen nicht selten Schnittpunkte berechnet sowie überlange Programme mit raffinierten geometrischen Merkmalen abgearbeitet werden. Der angehende CNC-Fachmann ist also gefordert, die dazu nötigen Funktionen zu kennen und sicher anzuwenden. Deshalb finden sich zum intensiven Üben auch in SIM_WORK der BTR-Betrieb, zahlreiche @-Funktionen, sowie ein Geometrierechner, um fit für die reale CNC-Welt zu werden.



1



2

1 @-Funktionen erlauben es, Formel zur Bearbeitung einer Kontur einzusetzen. Dadurch bleiben CNC-Programme übersichtlich, im Gegensatz zu CAM-Programmen, deren Postprozessor in der Regel seitenweise unübersichtliche CNC-Monsterprogramme produzieren.

2 Der BTR-Betrieb erlaubt es, Programme von unbegrenzter Länge azuarbeiten. Dadurch wird die begrenzte Speicherkapazität des Steuerungseditors umgangen. Moderne Steuerungen können jedoch bereits sehr große Programme laden, sodass dieser Modus nur mehr selten benötigt wird.

Jeder CNC-Programmierer wird immer mal wieder fehlende Schnittpunkte zur Erstellung eines CNC-Programms berechnen müssen. Natürlich sind diese mit den Winkel-funktionen oft rasch errechnet. Mitunter gibt es aber Fälle, die mehr Zeit in Anspruch nehmen, weil diese geometrisch eine Klasse höher als der Durchschnitt liegen. In diesen Fällen können dann CAD-Systeme oder Geometrierechner eingesetzt werden. In SIM_WORK ist so ein Geometrierechner eingebaut, der für viele Zwecke gute Ergebnisse liefert.

Aus dem Hauptmenü heraus kann dieser Rechner durch Drücken der Tasten [Strg] + [O] aufgerufen werden. Im linken Fenster wird eine Grafische Darstellung der Berechnung angezeigt. Im rechten Fenster können die dazu nötigen Daten eingegeben werden.

Der Rechner ermöglicht es, Schnittbeziehungsweise Berührungspunkte zwischen Gerade-Gerade, Kreis-Kreis, Tangente-Kreis und Sekante-Kreis zu berechnen. Mit den Pfeiltasten [←] und [→] können Sie zwischen den verschiedenen Berechnungen Hin- und Herwechseln.

Anhand eines Beispiels soll der Umgang mit diesem Rechner erläutert werden. Im Beispiel wird mit einer Zeichnung, die nicht NC-gerecht bemaßt ist, gearbeitet. Es müssen daher einige Maße errechnet werden.

Berechnung des Punktes P1

Bekannt sind: Kreismittelpunkt, Kreisradius, sowie Geradenwinkel. Der Geometrierechner kann mit dem Geradenwinkel nicht direkt rechnen. Er benötigt die Angabe des Tangentenwinkels. Dieser kann durch einfaches Addieren von 90 Grad zum Geradenwinkel leicht errechnet werden.

Daten: Kreismittelpunkt X: 30
Kreismittelpunkt Y: 45
Radius: 15
Winkel W: 162.41

Ergebnis: Schnittpunkt P X: 15.7013
Schnittpunkt P Y: 49.5331

Für Punkt P2 muss nur der neue Winkel W 104.76 Grad eingegeben wer-

den, denn alle anderen Daten sind ja noch gültig.

Ergebnis: Schnittpunkt P X: 26.1784
Schnittpunkt P Y: 59.505

Den Schnittpunkt P3 bilden zwei Gerade. Daher wird per Pfeiltasten [←] oder [→] auf das Feld Gerade-Gerade gewechselt, um den gesuchten Punkt berechnen zu können. Bei beiden Geraden muss der Startpunkt sowie der Geradenwinkel bekannt sein.

Daten: Startpunkt Gerade X1: 26.1784
Startpunkt Gerade Y1: 59.505
Startpunkt Gerade X2: 115
Startpunkt Gerade Y2: 75
Winkel der Geraden W1: 14.76°
Winkel der Geraden W2: 180°

Ergebnis: Schnittpunkt X: 84.9908
Schnittpunkt Y: 75

Der Schnittpunkt P4 bildet sich beim Durchdringen einer Geraden durch einen Kreis. Die Gerade bekommt dadurch den Namen "Sekante". Zum Berechnen dieses Punktes wird mit den Pfeiltasten [←] oder [→] zum Feld Kreis-Sekante gewechselt.

Daten: Startpunkt Gerade X1: 115
Startpunkt Gerade Y1: 75
Winkel der Geraden: 99.46°
Kreismittelpunkt X2: 110
Kreismittelpunkt Y2: 35
Radius R: 15

Als Ergebnis werden zwei Schnittpunkte berechnet. Der Passende muss

manuell ausgewählt werden, um zum korrekten Ergebnis zu kommen.

Ergebnis: Schnittpunkt X1: 122.9315
Schnittpunkt Y1: 27.399

Der Schnittpunkt P5 bildet sich durch Schneiden von zwei Kreisen, daher wird zum Feld Kreis-Kreis gewechselt.

Daten: Kreismittelpunkt X1: 95
Kreismittelpunkt Y1: 20
Kreismittelpunkt X2: 110
Kreismittelpunkt Y2: 35
Radius R1: 10
Radius R2: 15

Das Ergebnis sind wieder zwei Schnittpunkte, wovon der Passende auszuwählen ist:

Schnittpunkt P X: 104.962
Schnittpunkt P Y: 20.8714

Zum Berechnen von Punkt P6 wird Kreis-Tangente angewählt und die bekannten Werte eingegeben. Es ist zu beachten, dass zum Geradenwinkel, der 5.98 Grad beträgt, 270 Grad dazugezählt werden müssen.

Ergebnis: Schnittpunkt P X: 96.0418
Schnittpunkt P Y: 10.0544

Überlange Programme

Mit SIM_WORK ist es nicht möglich, Programme mit mehr als 200 Zeilen

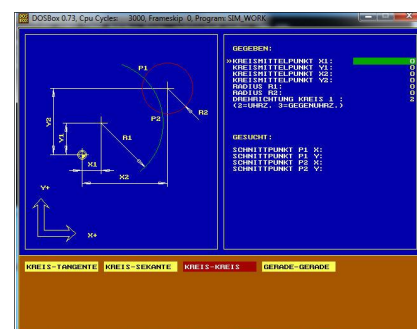
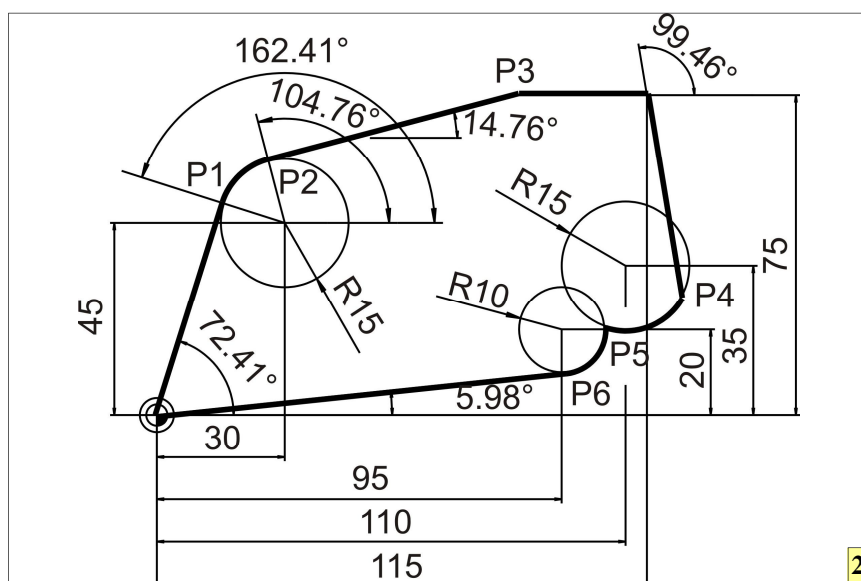
im Speicher zu bearbeiten. Dabei teilen sich der Hauptprogrammspeicher und der Makrospeicher den Speicherplatz gleichmäßig auf. In beiden Speicherbereichen können je maximal 100 CNC-Programmzeilen untergebracht werden. Auch große Steuerungen stoßen irgendwann an ihre Speichergrenzen. Um dennoch komplizierte und umfangreiche Konturen bearbeiten zu können, bieten viele Steuerungen die Möglichkeit direkt vom PC die NC-Daten entgegenzunehmen. SIM_WORK ist in der Lage, diesen Vorgang zu simulieren.

Zu diesem Zweck müssen aus dem Hauptmenü die Tasten [Strg] + [L] gleichzeitig gleichzeitig betätigt werden. Man befindet sich nun im Laden-Menü.

Wird nun versucht, ein großes Programm in den Speicher zu laden, wird SIM_WORK durch eine Fehlermeldung darauf aufmerksam machen, dass das Programm zu groß ist und der BTR-Betrieb gewählt werden soll.

Mit den Tasten [BILD ↑] oder [BILD ↓] kann zwischen BTR-Betrieb und Textpuffer-Betrieb hin- und hergeschaltet werden. Aktiv ist stets der rot hinterlegte Schalter.

Das Programm Long.txt ist ein überlanges Übungsprogramm. Es kann ganz normal geladen werden. Wenn der BTR-Betrieb richtig angewählt wurde, wird dieses Programm sofort



2 Der in SIM_WORK eingebaute Geometriechner erlaubt es, schnell fehlende Koordinatenpunkte auszurechnen, um ohne große manuelle Rechenarbeit zum lauffähigen CNC-Programm zu kommen. Der Rechner ermöglicht die Berechnung von Schnittpunkten beziehungsweise Berührungspunkten zwischen Gerade-Gerade, Kreis-Kreis, Tangente-Kreis und Sekante-Kreis.

simuliert. Die Simulation würde bei diesem großen Programm jedoch sehr lange dauern. Aus diesem Grund bietet SIM_WORK noch weitere Einstellmöglichkeiten an, um die Simulationszeit zu verkürzen. Dazu sind die Maschinenkonstanten 2 und 3 jeweils auf 1 zu setzen. Dadurch wird zum einen auf die Darstellung der Fräsermittelpunktbahn umgeschaltet und zum anderen die Ablaufgeschwindigkeit der Simulation beträchtlich beschleunigt.

Die @-Funktionen

In SIM_WORK sind über die Grundrechenarten hinaus weitere Rechenfunktionen eingebaut: sogenannten @-Funktionen. @-Funktionen sind nicht im Befehlssatz nach DIN 66025 vorhanden. Sie sind daher nur in ähnlicher Form auf den verschiedenen Industriesteuerungen vorhanden. In SIM_WORK sind folgende Funktionen integriert:

- @612 Quadrat
- @613 Wurzel
- @630 Sinus
- @631 Cosinus
- @632 Tangens
- @634 Arcus Sinus
- @635 Arcus Cosinus
- @636 Arcus Tangens
- @638 Potenz
- @640 natürlicher Logarithmus

Das @-Zeichen wird erzeugt, indem die Taste [ALT] gedrückt und dann die

Zahl 64 eingegeben wird. Sofort, nachdem die [ALT]-Taste losgelassen wird, erscheint das @-Zeichen am Bildschirm.

Winkelberechnungen können mit diesen Funktionen nur im Bogenmaß durchgeführt werden. Dazu müssen die Winkel umgerechnet werden:

Umwandlung von Grad in Bogenmaß

$$X = \frac{\alpha * \Pi}{180}$$

Umwandlung von Bogenmaß in Grad

$$X = \frac{\alpha * 180}{\Pi}$$

Mit den @-Funktionen sind recht interessante Lösungen möglich, um komplizierte Konturen, die sich mathematisch beschreiben lassen, ohne CAM-System zu erstellen.

Die Epizykloide

Eine Epizykloide beschreibt ein fester Punkt am Umfang eines Kreises, wenn sich dieser Kreis, ohne zu gleiten, auf der Außenseite eines festen Kreises abrollt. Die Formeln dafür lauten:

$$X = (a+b) \cos \frac{b}{a} t - b \cos \frac{(a+b)}{a} t$$

$$Y = (a+b) \sin \frac{b}{a} t - b \sin \frac{(a+b)}{a} t$$

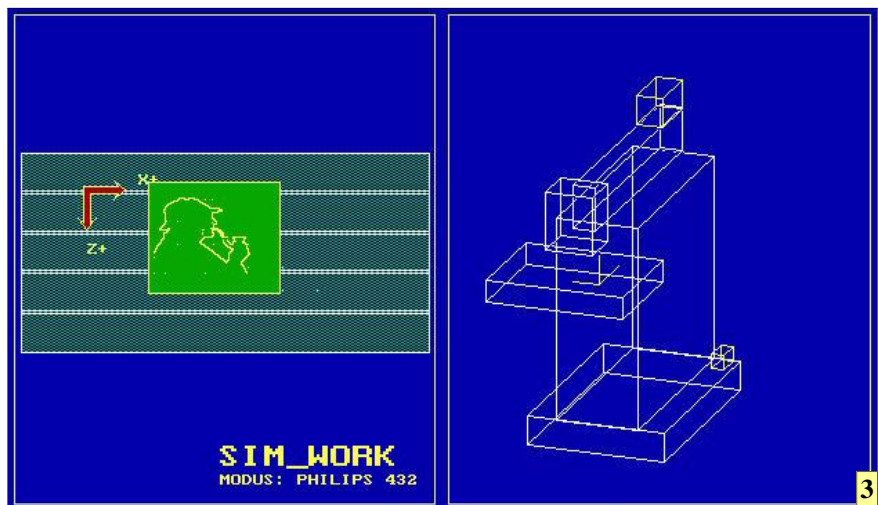
Wichtig

Aus technischen Gründen dürfen CNC-Programme bei der Simulation im BTR-Betrieb keine Programmwiederholungen (G14) oder Makroaufrufe (G22) besitzen!

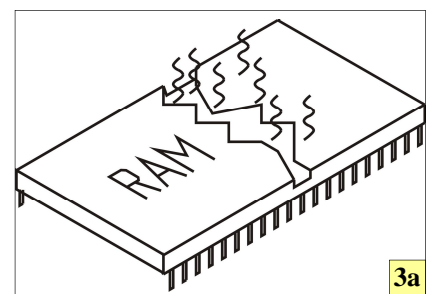
Erläuterung zu den Formelzeichen und das CNC-Programm:

- a Radius des festen Kreises
- b Radius des rollenden Kreise
- t Wälzwinkel

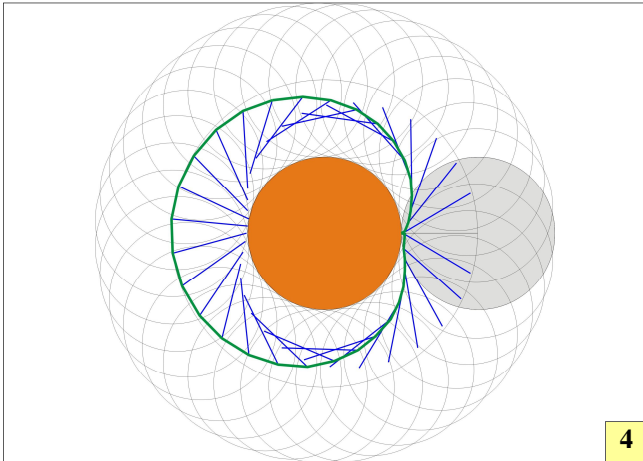
- %PM
- N03041984 (* Epizykloide *)
- N370 G18 T1 M67
- N380 S1200 F320 M3
- N390 G54 (X200, Y100, Z150)
- N395 G99 X-150 Y0 Z150 I300 K-300
- N400 G0 X0 Y10 Z0
- N410 (* Parameterwerte)
- N420 E55=3 (Fraestiefe)
- N430 E57=10 (Zaehlwinkel)
- N440 E58=3.1415927 (Kreiszahl)
- N450 E59=180
- N460 E60=100 (Radius des festen Kreises a)
- N470 E61=20 (Radius rollender Kreis b)
- N480 E62=0 (Waelzwinkel t in Grad)
- N490 (Zaehlwinkel in Bogenmass umrechnen)
- N500 E57=E57*E58
- N510 E57=E57/E59
- N520 (Waelzwinkel in Bogenmass umrechnen)
- N530 E62=E62*E58
- N540 E62=E62/E59
- N550 (* Formel fuer die X-Koordinate)
- N560 E20=E60+E61 (a+b)
- N570 E21=E61:E60 (b/a)
- N580 E22=E21*E62
- N590 E70=E22 (Laden Wert fuer Cosinusber.)
- N602 @631 (Cosinus)
- N610 E23=E99 (Ergebnis sichern)
- N620 E24=E20*E23 (Ergebnis li. Formelteil)
- N630 E30=E20:E60
- N640 E31=E30*E62
- N650 E70=E31 (Wert laden fuer Cosinusber.)
- N662 @631 (Cosinus)
- N670 E32=E99 (Ergebnis sichern)
- N680 E33=E61*E32 (Rechter Formelteil)
- N690 E34=E24-E33 (Ergebnis X-Koordinate)



3 Wenn die Kapazität des Hauptspeichers nicht mehr ausreicht, können überlange Programme per BTR-Betrieb eingelesen und abgearbeitet werden.



3a Steuerungen sind nicht immer mit genügend Arbeitsspeicher ausgerüstet, um lange CNC-Programme aufzunehmen. In diesem Fall wird der BTR-Betrieb zum Retter in der Not, um auch diese Programme nutzen zu können.



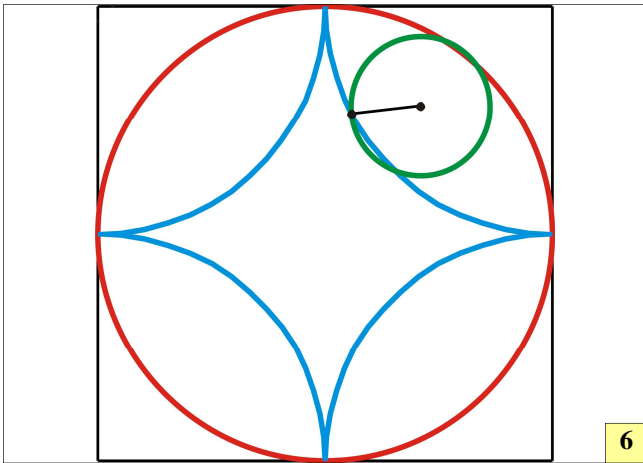
4

4 Eine Kardioide ist eine Sonderform der Epizykloide. Sie entsteht, wenn ein Kreis auf einem gleichgroßen Kreis abrollt.



5

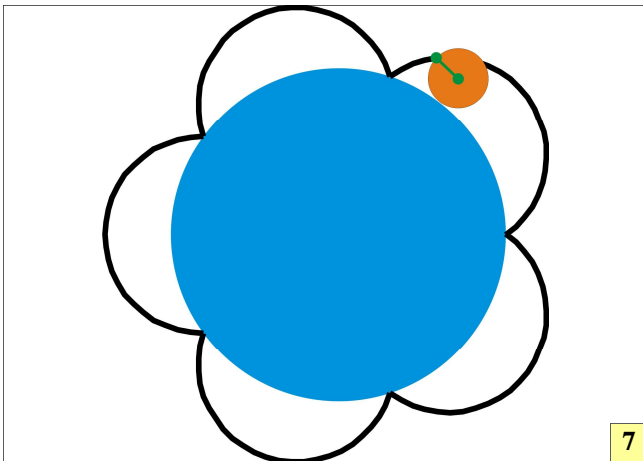
5 SIM_WORK ist durch die Verwendung der @-Funktionen in der Lage, Formeln in Späne zu verwandeln, wie die Kardioide zeigt. Steuerungen, die Rechenfunktionen besitzen, sind so in der Lage, auf einfache Weise komplizierte Konturen ohne CAM-System zu erzeugen.



6

6 Hypozykloide: Das Verhältnis vom festen zum rollenden Kreis entscheidet über die Ausprägung des beim Abrollen entstehenden Musters.

7 Epizykloiden entstehen, wenn ein Kreis am Außenumfang eines anderen Kreises abrollt. Die Änderung der Durchmesser von festem und rollenden Kreis ergibt völlig unterschiedliche Ergebnisse. Je kleiner der rollende Kreis ist, desto feiner wird das Muster der entstehenden Epizykloide.



7

Hinweis
Durch Eintragen des Wertes 1 in der Maschinenkonstante 3 wird die Simulation von Konturen wesentlich beschleunigt.

N700 (Formel fuer die Y-Koordinate)
N710 E35=E61:E60
N720 E36=E35*E62
N730 E70=E36 (Wert laden fuer Sinusber.)
N742 @630 (Sinus)
N750 E37=E99 (Ergebnis sichern)
N760 E38=E37*E20 (linker Formelteil)
N780 E39=E20:E60
N790 E40=E39*E62
N800 E70=E40 (Wert laden fuer Sinusber.)
N612 @630 (Sinus)
N820 E41=E99 (Ergebnis sichern)
N830 E42=E41*E61 (Rechter Formelteil)
N840 E43=E38-E42 (Ergebnis Y-Koordinate)
N850 G1 X=E34 Z=E43
N860 Y=E55 (Zustellen auf Fraestiefe)
N870 E62=E62+E57 (Wnkl. um eins erhoehen)
N880 G14 N1=550 N2=870 J180 (Schleife)
N890 G0 Y100 M30

Die Hypozykloide

Eine Hypozykloide beschreibt ein fester Punkt am Umfang eines Kreises, wenn sich dieser Kreis, ohne zu gleiten, auf der Innenseite eines festen Kreises abrollt. Die Formeln lauten:

$$X = (a - b) \cos \frac{b}{a} t - b \cos \frac{(a - b)}{a} t$$

$$Y = (a - b) \sin \frac{b}{a} t - b \sin \frac{(a - b)}{a} t$$

Erläuterung zu den Formelzeichen:

- a Radius des festen Kreises
- b Radius des rollenden Kreises
- t Wälzwinkel

Da diese Formeln, den Formeln zur Berechnung der Epizykloide ähneln, muss das Programm nur ein wenig umgeschrieben werden.

```
%PM
N03041984 (* HYPOZYKLOIDE *)
N370 G18 T1 M67
N380 S1200 F320 M3
N390 G54 (X200, Y100, Z150)
N395 G99 X-150 Y0 Z150 I300 K-300
N410 (Parameterwerte)
N420 E55=3 (Fraestiefe)
N430 E57=10 (Zaehlwinkel)
N440 E58=3.1415927 (Kreiszahl)
N450 E59=180
N460 E60=140 (Radius fester Kreis a)
N470 E61=20 (Radius rollender Kreis b)
N480 E62=0 (Waelzwinkel t in Grad)
N490 (Zaehlwinkel in Bogenmass umrechnen)
N500 E57=E57*E58
N510 E57=E57/E59
N520 (Waelzwinkel in Bogenmass umrechnen)
N530 E62=E62*E58
N540 E62=E62/E59
N550 (Formel fuer X-Koordinate)
N560 E20=E60-E61 (a-b)
N570 E21=E61:E60 (b/a)
N580 E22=E21*E62
N590 E70=E22 (Laden Wert fuer Cosinusber.)
```



8 Durch Veränderung der Formeln sind die Ergebnisse der gefrästen Formen abwandelbar. So wird beispielsweise durch die Änderung der Kreisdurchmesser aus einer Kardioide eine Epizykloide.

N602 @ 631 (Cosinus)
 N610 E23=E99 (Ergebnis sichern)
 N620 E24=E20*E23 (Ergebnis linker Formelteil.)
 N630 E30=E20:E60
 N640 E31=E30*E62
 N650 E70=E31 (Wert laden fuer Cosinus)
 N662 @ 631 (Cosinus)
 N670 E32=E99 (Ergebnis sichern)
 N680 E33=E61*E32 (Rechter Formelteil)
 N690 E34=E24+E33 (Ergebnis X-Koordinate)
 N700 (Formel fuer Y-Koordinate)
 N710 E35=E61:E60
 N720 E36=E35*E62
 N730 E70=E36 (Wert laden fuer Sinusber.)
 N742 @ 630 (Sinus)
 N750 E37=E99 (Ergebnis sichern)
 N760 E38=E37*E20 (Linker Formelteil)
 N780 E39=E20:E60
 N790 E40=E39*E62
 N800 E70=E40 (Wert laden fuer Sinusber.)
 N612 @ 630 (Sinus)
 N820 E41=E99 (Ergebnis sichern)
 N830 E42=E41*E61 (Rechter Formelteil)
 N840 E43=E38-E42 (Ergebnis Y-Koordinate)
 N850 G1 X=E34 Z=E43

N860 Y=E55 (Zustellen auf Fraestiefe)
 N870 E62=E62+E57 (Winkel um 1 erhoehen)
 N880 G14 N1=550 N2=870 J260 (Schleife)
 N890 M30

Die Kardioide

Eine Kardioide ist eine Abwandlung der Epizykloide. Die typische Herzform entsteht, wenn ein Kreis auf einem gleichgroßen Kreis abrollt. Da das Programm eine Abwandlung des bereits bekannten Epizykloiden-Programms ist, werden nur mehr ein Ausschnitt dargestellt und die Unterschiede gefettet hervorgehoben.

%PM
 N03041984 (* Kardioide *)
 N370 G18 T1 M67
 N380 S1200 F320 M3
 N390 G54 (X200, Y100, Z150)

N395 G99 X=150 Y0 Z150 I300 K=300
 N400 G0 X0 Y10 Z0
 N410 (Parameterwerte)
 N420 E55=3 (Fraestiefe)
 N430 E57=2 (Zaehlwinkel)
 N440 E58=3.1415927 (Kreiszahl)
 N450 E59=180
 N460 E60=40 (Radius fester Kreis a)
 N470 E61=40 (Radius rollender Kreis b)
 N480 E62=0 (Waelzwinkel t in Grad)
 N490 (Zaehlwinkel in Bogenmass umr.)
 N500 E57=E57*E58
 N510 E57=E57/E59
 :
 :
 :
 N860 Y=E55 (Zustellen auf Fraestiefe)
 N870 E62=E62+E57 (Winkel um eins erh.)
 N880 G14 N1=550 N2=870 J180 (Schleife)
 N890 G0 Y100 M30

www.weltderfertigung.de

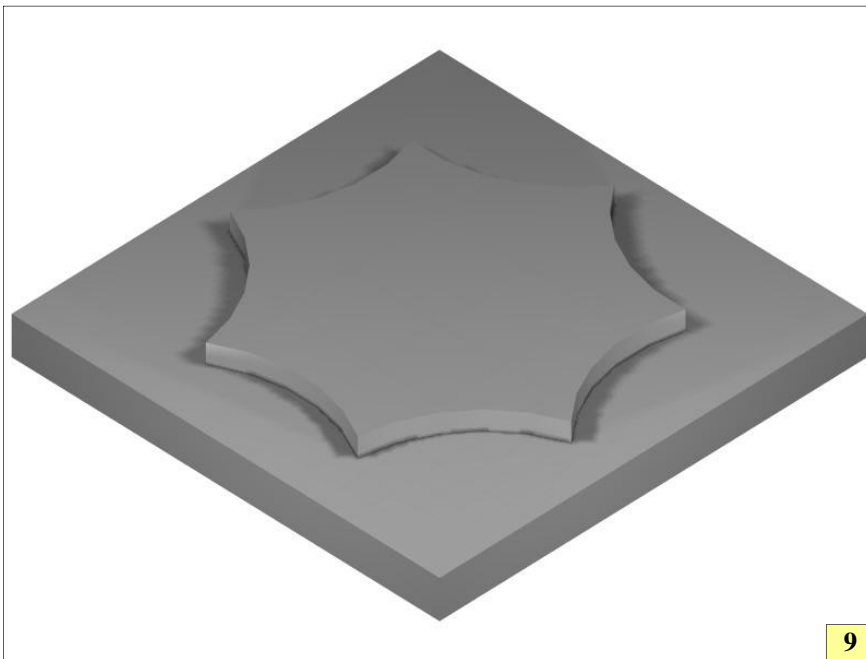
Anzeige

diebold
 Goldring Tooling
 Spindle Technology
 Innovation & Precision

„Der JetSleeve bringt Sie ganz groß raus!“

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

www.hsk.com



9 Konturen wie etwa eine Hypozykloide sind ohne Anwendung von @-Funktionen nur noch mittels CAM-Systemen herstellbar. Der Nachteil sind daraus resultierende CNC-Programme mit hunderten von Programmzeilen.