

# **Radiuskorrektur 2 - Standardsteuerung**

## **An- und Abfahren mit der Radiuskorrektur**

Im ersten Teil wurde die Verhaltensweise der Radiuskorrektur während der Bearbeitung an einer Kontur beschrieben. Und das korrekte Fahren entlang einer Kontur wird im Normalfall von der Steuerung automatisch ausgeführt. In diesem Teil wird es schon schwieriger, denn beim An- oder Abfahren zu oder von einer Kontur sind gewisse Regeln und Eigenheiten der Steuerung zu beachten.

Bei der Radiuskorrektur müssen folgende Faktoren berücksichtigt werden:

- Bearbeitungsebene G17, G18, oder G19 anwählen
- Geradlinig oder mit Radius An- oder Abfahren
- Richtung und Mindestabstand berücksichtigen
- Prüfen, ob genug Platz vorhanden ist
- Evtl. Wechsel der Bearbeitungsrichtung erwägen
- Optimal An- oder Abfahren um unnötige Leerwege zu vermeiden

Allerdings kommt hier noch erschwerend dazu, dass es zwei Typen von Steuerungen gibt, welche ein unterschiedliches An- und Abwahlverhalten zeigen.

Der Standard-Typ setzt bei der Anwahl die Fräsermitte senkrecht auf die Anfangsposition des ersten Konturelements und vor der Abwahl die Fräsermitte senkrecht auf die Endposition des letzten Konturelements, fährt also die Kontur voll ab.

Beschreibung hier in diesem Artikel Radiuskorrektur an- und abfahren.

Der Spezielle Typ berücksichtigt zusätzlich den seitlichen Fräserversatz und setzt somit die Außenkante des Werkzeuges zur ersten programmierten Position. Es ist dann häufig nötig, das Konturelement mindestens um den Werkzeugradius zu verlängern oder ein zusätzliches Konturelement einzubauen.

Diese Art der An- und Abwahl der Kompensation ist u. a. bei den Fräsfunktionen von Drehmaschinen anzutreffen.

Beschreibung dazu im Artikel Radiuskorrektur 4.

Neuere Steuerungen nehmen dem Anwender zum Teil diese Arbeit ab und enthalten Funktionen zum geradlinigen und tangentialen An- und Abfahren. Hierzu bitte im Handbuch der betreffenden Steuerung nachschlagen.

Zum Beispiel:

G45 lineares Anfahren an eine Kontur

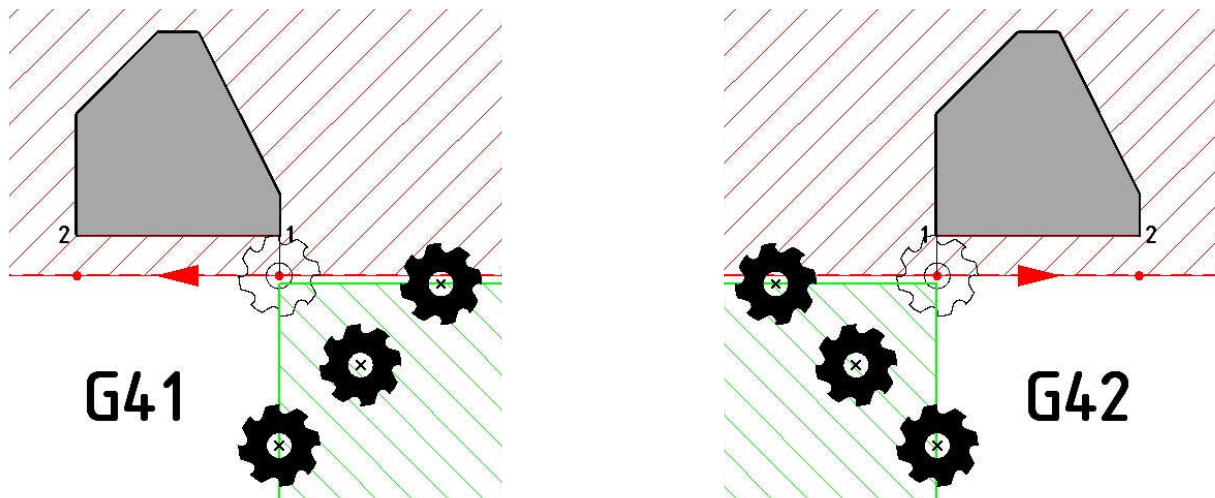
G46 lineares Abfahren von einer Kontur

G47 tangenciales Anfahren an eine Kontur mit Viertelkreis

G48 tangenciales Abfahren von einer Kontur mit Viertelkreis

Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich allgemeingültig auf alle DIN / ISO Steuerungen, ohne Unterstützung durch G45 bis G48.

## Geradlinig an eine Kontur anfahren (Ankompensieren)



Die untere Kante des grauen Werkstücks muss von Punkt 1 nach Punkt 2 gefräst werden. Hierbei soll geradlinig an den Startpunkt 1 angefahren werden. Das Werkzeug kann hier mit G40 (schwarz dargestellt) überall außerhalb des roten Bereichs mit seinem Mittelpunkt positioniert werden. Das heißt: mindestens den Werkzeugradius als Abstand parallel zur Kontur einhalten. Zusätzlich sollte noch ein Sicherheitsabstand addiert werden, um spätere Abweichungen des Werkzeugradius zu berücksichtigen. Noch vorhandenes Rohmaterial muss ebenfalls beachtet werden. Es ist empfehlenswert, die G40-Positionierung vor dem Anfahren ungefähr innerhalb des grün dargestellten Bereiches vorzunehmen, sofern der Platz dazu vorhanden ist. Optimal wäre direkt senkrecht an den Startpunkt der Kontur anzufahren, denn dies benötigt den wenigsten Fahrweg. Danach kann die Kontur mit der Radiuskorrektur problemlos angefahren werden.

### Beispiel G41:

```
N0020 G0 G54 X50 Y-20 (Positionieren X und Y mit G40)
N0025 G43 Z2 H1 (Eilgang Z m. Werkzeuglängenkorrektur)
N0030 G1 Z-10 F150 (Zustellung Z-Tiefe mit Vorschub)
N0035 G41 X50 Y0 D1 (Punkt 1 mit Radiuskorrektur anfahren)
N0040 X0 (Kontur weiterfahren nach Punkt 2)
```

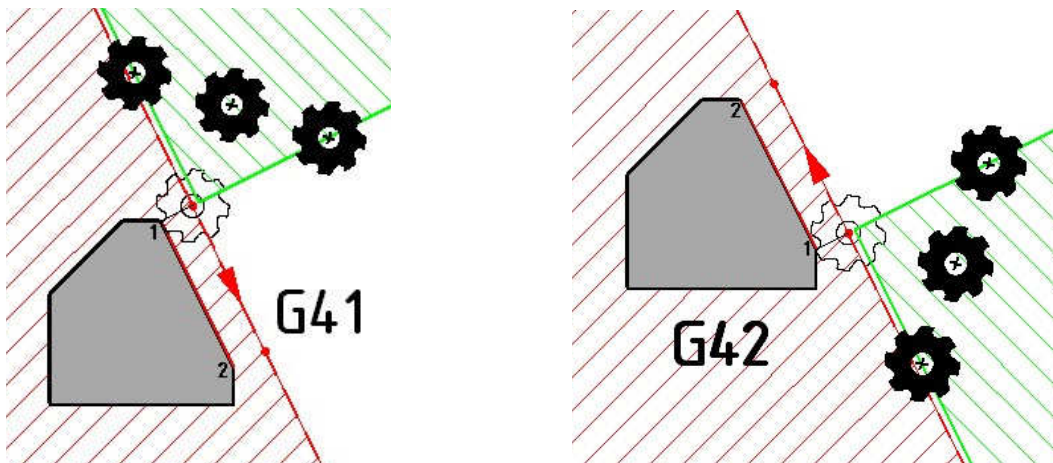
### Beispiel G42:

```
N0020 G0 G54 X0 Y-20 (Positionieren X und Y mit G40)
N0025 G43 Z2 H1 (Eilgang Z m. Werkzeuglängenkorrektur)
N0030 G1 Z-10 F150 (Zustellung Z-Tiefe mit Vorschub)
N0035 G42 X0 Y0 D1 (Punkt 1 mit Radiuskorrektur anfahren)
N0040 X50 (Kontur weiterfahren nach Punkt 2)
```

### Was passiert hierbei?

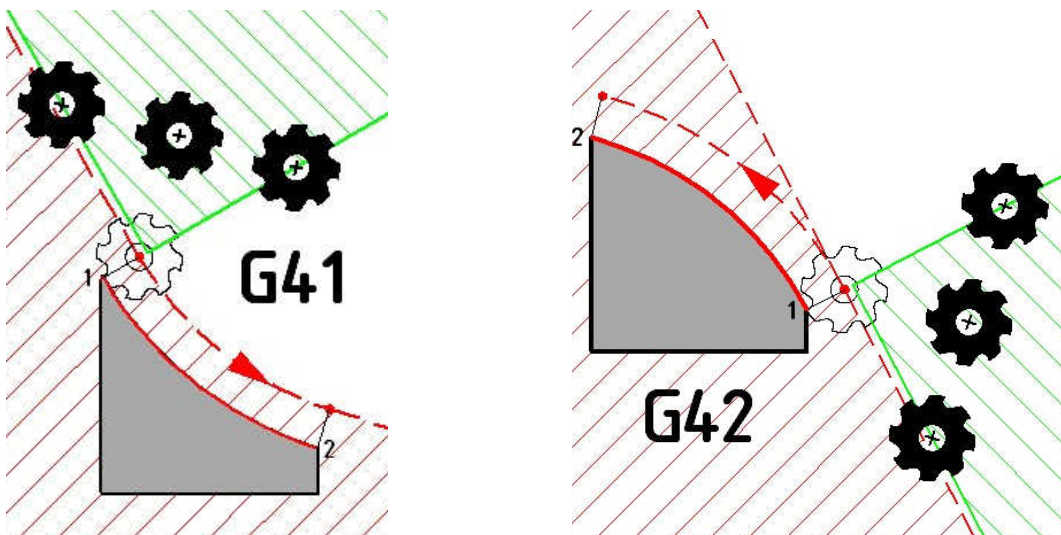
Das Werkzeug sollte mit seinem Mittelpunkt G40 außerhalb des roten Bereichs stehen. Nach Anwahl von G41/G42 und der D-Nummer wird der Werkzeugradius eingerechnet und die Fahrtrichtung des nächsten Satzes berücksichtigt. Damit wird die Außenkante des Werkzeuges senkrecht zum folgenden Konturelement auf den programmierten Startpunkt 1 positioniert. Oben dargestellt durch den transparenten Fräser. Bis zur Abwahl mit G40 fährt das Werkzeug jetzt automatisch auf der Äquidistanz weiter.

## Geradlinig an eine geneigte Kontur anfahren



Bei einer schrägen Kontur gilt das vorher gesagte ebenso. Der Anfahrbereich wurde dementsprechend gedreht. Die Anfahrrichtung ist folglich immer von der ersten Konturlinie abhängig.

## Geradlinig an einen Radius anfahren

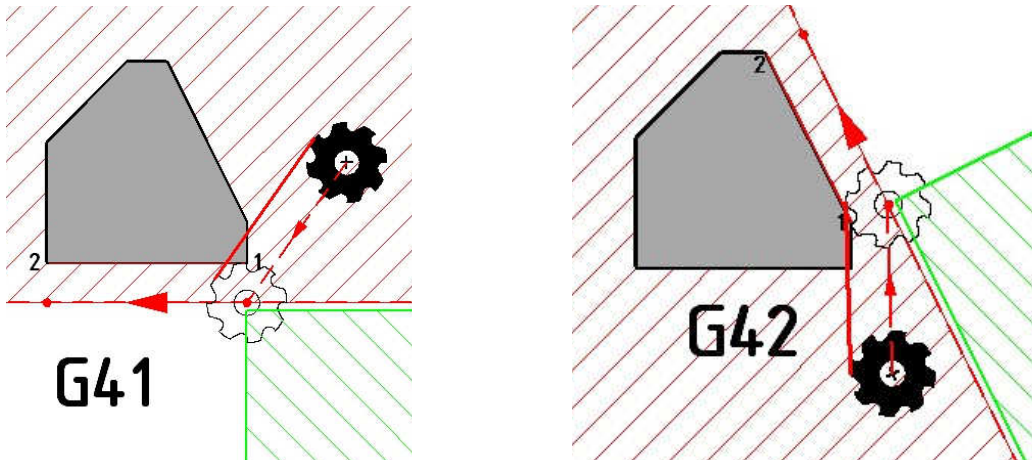


Geradliniges Anfahren an Radien.

Beim Innenradius links folgt die Begrenzung des roten Bereichs der Äquidistante des Radius, außerhalb setzt sich die Begrenzungslinie geradlinig fort.

Im Gegensatz dazu ist die Begrenzung des roten Bereichs beim Außenradius geradlinig, andernfalls würde der Radius beschädigt.

## Fehler beim Anfahren an eine Kontur



In diesen beiden Beispielen findet eine Konturverletzung statt. Das Werkzeug wurde hier im roten Bereich positioniert. Da der Fräser direkt seinen Konturstartpunkt mit G41 / G42 anfährt, würde in beiden Fällen ungewollt Werkstoff abgetragen.

### Hinweis:

Moderne Steuerungen, die mehr als zwei Sätze im Voraus lesen, können solche ungewöhnliche Anfahrpositionen richtig interpretieren und fahren mit Hilfe zusätzlicher Zwischenpunkte automatisch den Anfangspunkt an, ohne die Kontur zu verletzen. Dazu kann man bei einigen Steuerungen noch Typ A oder B in den Maschinenparametern auswählen, um die gewünschte Art des An- und Abfahrens zu bestimmen. Siehe dazu im Handbuch der Steuerung.

Um mit allen Steuerungen arbeiten zu können und um Fehler zu vermeiden sollte man sich angewöhnen, immer möglichst direkt an die Kontur anzufahren und ebenso wieder abzufahren, wie in diesem Artikel beschrieben.

## Mit Kreisbogen an eine Kontur anfahren

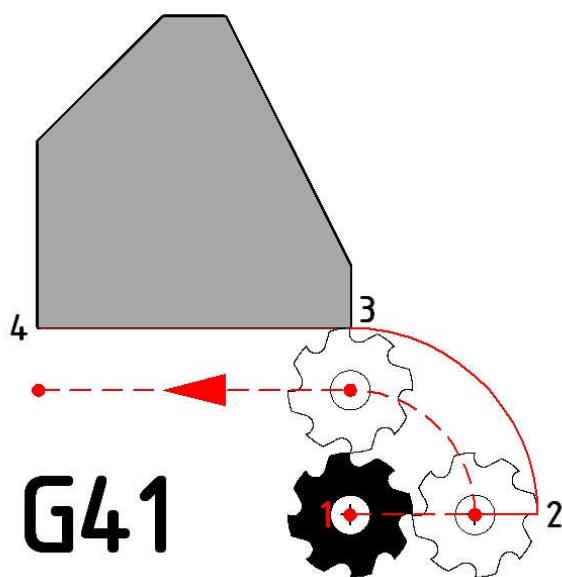
Eine Kontur fährt man mit einem Kreisbogen an, um Freischneidmarken zu vermeiden oder wenn Platzgründe dies erfordern. In den meisten Fällen hat es sich als vorteilhaft erwiesen, dazu Viertelkreise zu benutzen.

Freischneidmarken werden allerdings nur vermieden, wenn der Radius genau tangential in das folgende Konturelement (Gerade, Radius) übergeht. Bitte hierzu auch den auf der selben Webseite vorhandenen Beitrag zu tangentialen Übergängen beachten.

Bei einigen Steuerungen ist das Ankompensieren im G02- / G03-Satz des Kreisbogens möglich, was aufgrund der Änderung der Parameter während der Kompensation leicht zur Verwirrung führen kann.

Deshalb lassen die meisten Steuerungen das An- und Abkompensieren nur mit einer geradlinigen Bewegung zu, wie es in den nachfolgenden Beispielen auch dargestellt wird. So muss vorher mit einer geradlinigen Bewegung an den Hilfsbogen ankompensiert werden, der dann als kompensierter Radius an die Kontur anfährt.

## Mit Kreisbogen in eine Gerade einfahren



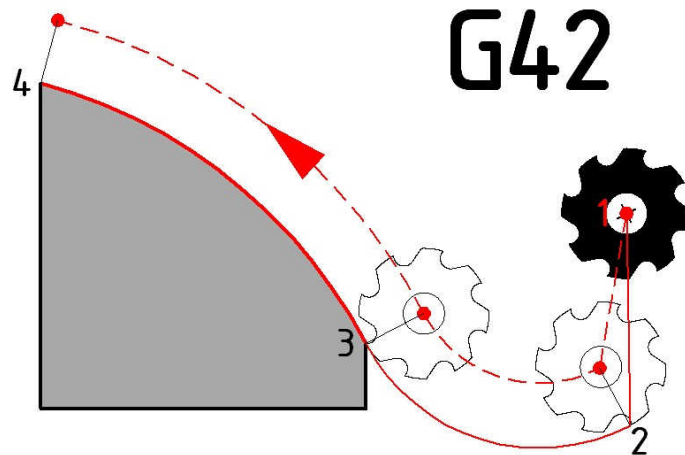
Hier wird das Werkzeug mit G40 auf Punkt 1 (X50 Y-30) positioniert, danach geradlinig mit G41 an den Startpunkt des Einfahrbogens, Radius 30mm (Punkt 2, X80 Y-30) ankompensiert. Hierbei wird in X nicht um die programmierten 30mm verfahren, sondern nur um 30mm minus Werkzeugradius. In diesem Fall wäre bei einem Fräserradius von 10mm der tatsächliche Verfahrensweg nur 20 mm. Weil hier rechtwinklig zum Koordinatensystem angefahren wird, ist dies leicht auszurechnen, Punkte 1 bis 4 = programmierte Werte, gestrichelte Linie = Äquidistante (Fräsermittelpunktsbahn).

Beispiel, mit G41 in rechtwinkliger Linie an Hilfsradius anfahren:

```
N0020 G0 G54 X50 Y-30 (Positionieren Punkt 1 mit G40)
N0025 G43 Z2 H1 (Eilgang Z m. Werkzeuglängenkorrektur)
N0030 G1 Z-10 F150 (Zustellung Z-Tiefe mit Vorschub)
N0035 G41 X80 Y-30 D1 (Punkt 2 mit Radiuskorrektur anfahren)
N0040 G3 X50 Y0 I-30 J0 (Einfahrbogen nach Punkt 3)
N0045 G1 X0 (Gerade nach Punkt 4)
```



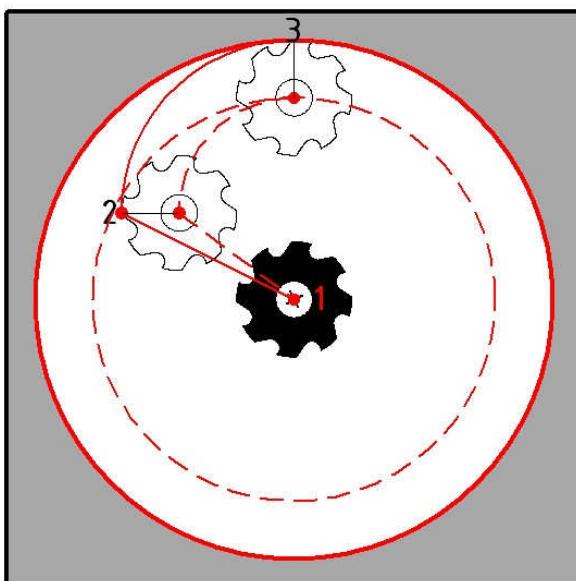
## Mit Kreisbogen in einen anderen Bogen einfahren



Beim tangentialen Anfahren mit einem Radius in einen anderen Radius muss die Lage des Anfangspunktes der Kontur berücksichtigt werden. In diesem Beispiel wurde der Startpunkt mit G40 frei gewählt und nicht genau senkrecht auf den Startpunkt des Einfahrbogens gesetzt. Dadurch haben die programmierte Bahn und die Mittelpunktsbahn von Punkt 1 nach Punkt 2 nicht nur unterschiedliche Längen, sondern auch verschiedene Richtungen.

Beispiel, mit G42 in schräger Linie an Hilfsradius anfahren:

```
N0020 G0 G54 X90 Y30          (Positionieren P. 1 m. G40)
N0025 G43 Z2 H1              (Eilgang Z m. Längenkorrektur)
N0030 G1 Z-10 F150          (Zustellung Z-Tiefe m. Vorsch.)
N0035 G42 X90.518 Y-2.581 D1 (P. 2 mit Radiuskorr. anfahren)
N0040 G2 X50 Y10 I-13.97 J26.55 (Einfahrradius nach Punkt 3)
Oder: G2 X50 Y10 R30
N0045 G3 X0 Y50 I-70.8 J-37.25 (Radius nach Punkt 4)
Oder: G3 X0 Y50 R80
```



Anfahren mit Hilfskreis an einen Innenkreis mit G42 (rechts der Kontur). Hier wird das Werkzeug mit G40 in der Mitte der Bohrung positioniert (Punkt 1). Anfahren an den Anfangspunkt des Einfahrradius 30mm mit G42 (Punkt 2). Radius zum Anfangspunkt des Vollkreises (Punkt 3) fahren. Vollkreis  $\varnothing 90$  fräsen bis Punkt 3.

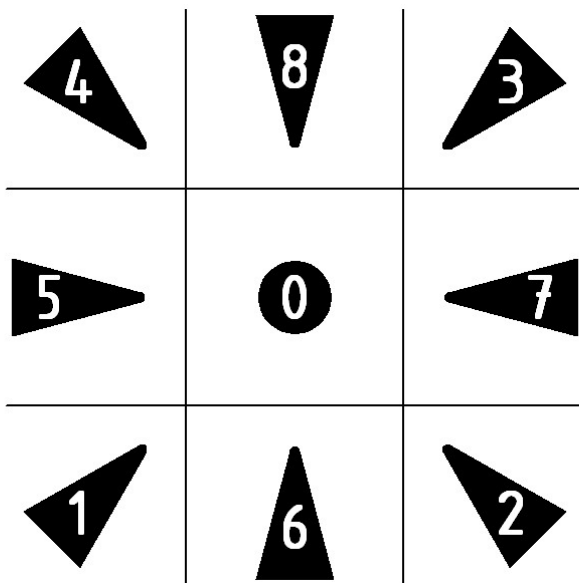
```
N0020 G0 G54 X0 Y0          (P1)
N0025 G43 Z2 H1
N0030 G1 Z-10 F150
N0035 G42 X-30 Y15 D1      (P2)
N0040 G2 X0 Y45 I30 J0    (P3)
N0045 G2 X0 Y45 I0 J-45
```

## Drehmeißel – Verhalten, Quadranten

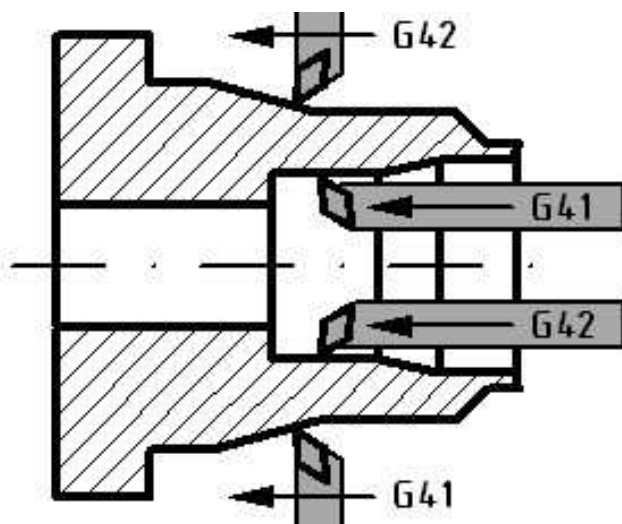
Bei Drehmeißeln verhält es sich ähnlich wie beim Fräsen. Der Bereich für die An- und Abfahrrichtung ist hier bereits durch den für das Werkzeug bestimmten Quadranten vorgegeben (siehe Grafik).

Der Mindestabstand für das An- und Abkompensieren sollte mindestens zwei Mal dem Schneidenradius sein.

Einige Drehmaschinensteuerungen bieten z. B. die Funktion G46, welche universell für alle Fahrrichtungen gilt und G41 und G42 gleichzeitig ersetzt oder ergänzt. Bei G46 wird auf Grund des angegebenen Quadranten die Fahrrichtung automatisch ermittelt.



Die Arbeitsrichtung eines Drehmeißels wird durch die Nummer des Quadranten bestimmt. Nummern 1 bis 8. Nummer 0 (Null) oder 9 hat keine festgelegte Richtung, gilt rundum, wie ein Fräser. Der mögliche Arbeitsbereich des Drehwerkzeuges wird hier durch die Linien angezeigt. Im Werkzeugkorrekturspeicher werden der X-Versatz, der Z-Versatz, der Schneidenradius und der Quadrant gespeichert.



Bewegungsrichtung entlang der Kontur bei Drehteilen mit G41 (links) und G42 (rechts) in Fahrtrichtung des Werkzeuges gesehen.

# Werkzeugkorrekturspeicher - Beispiele

TOOL OFFSET MILL					
T 01	H	124.065	D	010.000	
T 02	H	098.330	D	005.000	
T 03	H	103.144	D	000.000	
T 04	H	089.602	D	004.980	
T 05	H	000.000	D	000.000	
T 06	H	000.000	D	000.000	
T 07	H	000.000	D	000.000	
T 08	H	000.000	D	000.000	
T 09	H	000.000	D	000.000	
T 10	H	000.000	D	000.000	
T 11	H	000.000	D	000.000	
T 12	H	000.000	D	000.000	
T 13	H	000.000	D	000.000	
T 14	H	000.000	D	000.000	
T 15	H	000.000	D	000.000	
T 16	H	000.000	D	000.000	

Anzeige des Werkzeugkorrekturspeichers an einer Fräsmaschine

T = Werkzeugnummer

H = Werkzeuglänge

D = Werkzeugradius

TOOL OFFSET TURN					
T 01	X	092.461	Z	042.430	R 00.40 P 3
T 02	X	110.050	Z	052.405	R 00.40 P 4
T 03	X	000.052	Z	121.550	R 00.00 P 0
T 04	X	000.000	Z	000.000	R 00.00 P 0
T 05	X	-000.008	Z	099.106	R 00.00 P 0
T 06	X	000.000	Z	000.000	R 00.00 P 0
T 07	X	000.000	Z	000.000	R 00.00 P 0
T 08	X	000.000	Z	000.000	R 00.00 P 0

Anzeige des Werkzeugkorrekturspeichers an einer Drehmaschine

T = Werkzeugnummer

X = Werkzeugversatz in X-Richtung (durchmesserbezogen)

Z = Werkzeugversatz in Z-Richtung

R = Schneidenradius

P = Quadrant (Bearbeitungsrichtung)



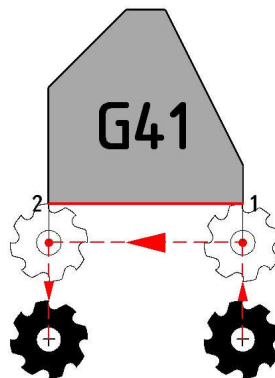
## Abwählen der Radiuskorrektur

Das Abfahren (Abwählen der Radiuskorrektur, Abkompensieren) geschieht logischerweise umgekehrt wie das Anfahren und mit den selben Regeln für die Richtung.

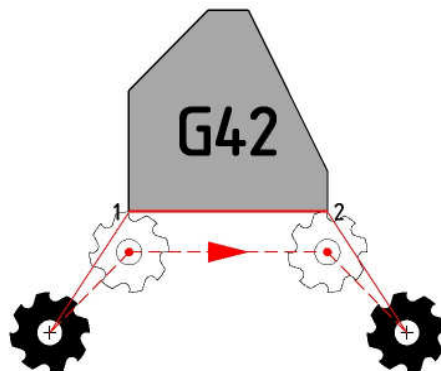
Der hier dargestellte Standard-Typ fährt den Endpunkt des letzten Konturelements voll bis zur Fräsermitte ab und von dort aus zur G40-Position. Also genau umgekehrt wie beim Anfahren.

Hinweise im Handbuch genau beachten.

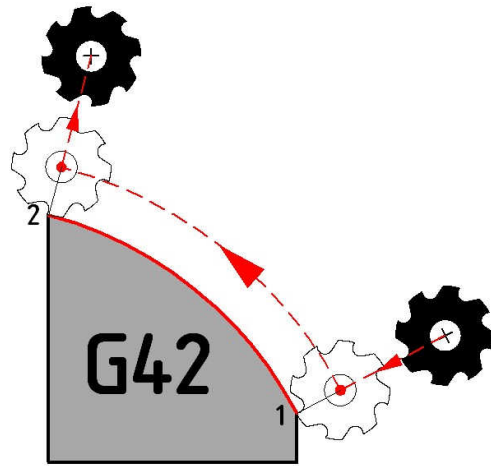
Zur besseren Übersicht nachfolgend einige Beispiele mit An- und Abfahrverhalten. Selbstverständlich kann die Methode geradlinig oder mit Radius gemischt werden, wie Anfahren mit Radius, Abfahren geradlinig oder umgekehrt. Rote Volllinie = programmierte Bahn, unterbrochene rote Linie = Mittelpunktsbahn.



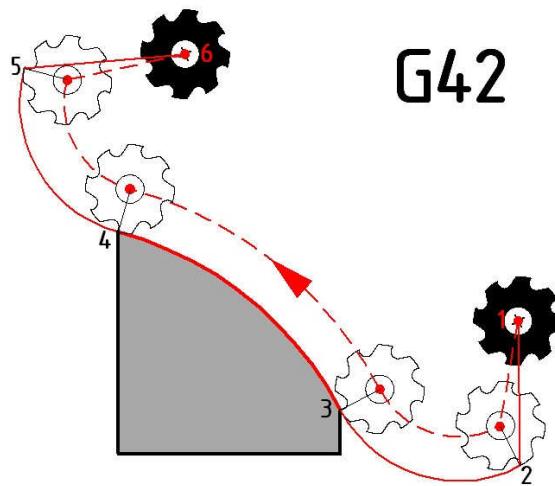
**Rechtwinklig geradlinig An- und Abfahren**



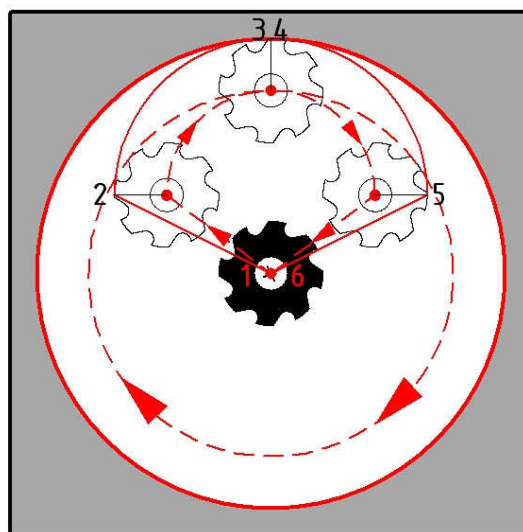
**Schräg geradlinig An- und Abfahren**



**Senkrecht geradlinig an Radius An- und Abfahren**

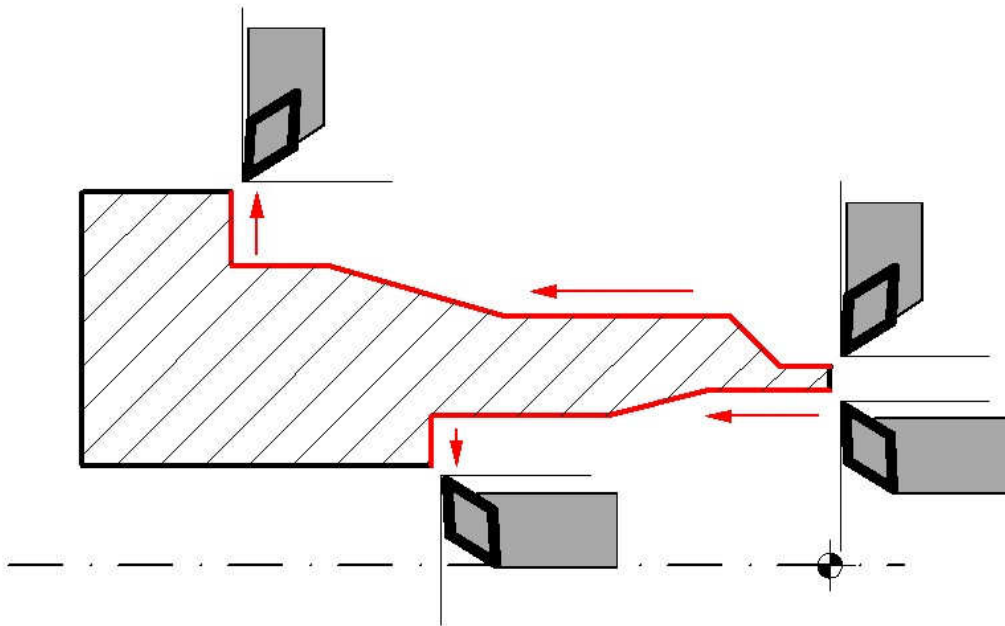


**Mit Einfahr- und Ausfahrbogen an Radius An- und Abfahren**



**Mit Einfahr- und Ausfahrbogen an Innenkreis An- und Abfahren**

## An- und Abfahren beim Drehen



Empfohlene An- und Abfahrbereiche beim Drehen. Die dünnen Linien sind jeweils 2 Mal Werkzeugradius vom Anfahr- und Abfahrpunkt entfernt und markieren die Grenze zum An- und Abkompensieren (Mindestabstand).

Vorhandenes Rohmaterial und ein zusätzlich gewünschter An- oder Auslaufweg müssen natürlich dazu gerechnet werden.

Auch bei den Abspannzyklen gilt die Einhaltung des Mindestabstandes.

Beispiel Außenbearbeitung, Werkzeugradius 0,4 mm, statt mindestens 0,8 mm wird hier 1 mm Abstand eingehalten, in X 2mm, weil durchmesserbezogen.

```
G0      X82  Z1
G42 G01 X80  Z0
        Z-10
        X100 Z-20
        Z-65
        X120 Z-100
        Z-120
        X150
G40     X152 Z-119
```

Beispiel Innenbearbeitung, ebenfalls mit Werkzeugradius 0,4 mm.

```
G0      X68  Z1
G42 G01 X70  Z0
        Z-25
        X60  Z-45
        Z-80
        X40
G40     X38  Z-79
```