

TRAUB

Programmieranleitung

خدمات فنی مهندسی نظری

09125159577

www.iraniancnc.com

برنامه نویسی

Tx8d

TRAUB-TX 8 D

1. Einführung	Seiten		
	8	1.1	Vorstellung der CNC-Steuerung TX 8 D
	12	1.2	Bedienpult
	14	1.3	Maschinenbedientafel
	16	1.4	CNC-Bedientafel TX 8 D
	18	1.5	TRAUB CNC-Drehmaschinen
	20	1.6	Zusatzeinrichtungen im Arbeitsraum
	22	1.7	Ausbaumöglichkeiten
2. Grundlagen der Programmierung			
	27	2.1	Nullpunkte und Bezugspunkte im Arbeitsraum
- Arbeitsraum -	28	2.1.1	- Maschinennullpunkt und Werkstücknullpunkt
	30	2.1.2	- Referenzpunkt und Bezugspunkte
	32	2.2	Bearbeitungsraum für Werkstücke
	34	2.3	Schutzzonen im Arbeitsraum
- CNC-Programm -	36	2.4	Achsen und Achsrichtungen
	38	2.5.1	Musterprogramm für TX 8 D
- Anweisungen -	40	2.5.2	Programmaufbau und Satzformat
	42	2.6.1	G-Anweisungen
	45	2.6.2	O-, M- und B-Anweisungen
	46	2.6.2.1	O-Anweisungen
	48	2.6.2.2	M-Anweisungen
	50	2.6.2.3	B-Anweisungen
	52	2.7	Ausblendsätze
- Maßangaben -	54	2.8	Werkstücknullpunkt G 54 - G 57, G 59
	56	2.9.1	Bezugsmaßangaben (Absolutmaß)
- Technologische Informationen -	57	2.9.2	Kettenmaßangaben (Inkrementalmaß)
	58	2.10.1	Werkzeugaufruf (T...)
	60	2.10.2	Vorschub G 94 und G 95
	62	2.10.3	Drehzahl G 97 - konst. Schnittgeschwindigkeit G 96
3. Programmiertechnik G-Anweisungen			
- Geraden-Interpolation -	66	3.1	Übersicht G 00 - G 01 - G 02 - G 03
	68	3.2	Gerade im Eilgang G 00
	70	3.3	Gerade im Vorschub G 01
	73	3.3.1	Gerade mit Genauhalt G 09
	74	3.3.2	G 01 mit Winkel A
	76	3.3.3	G 01-Geometriezug
- Kreis-Interpolation -	78	3.3.4	G 01 mit Übergangselement D/R
	80	3.4	Kreisbogen G 02/G 03
	84	3.4.1	G 02/G 03-Geometriezug
	86	3.5	Übersicht Geometriezüge
	91	3.6	Verweilzeit G 04
	92	3.7	Eilgang zum Werkzeugwechsellpunkt G 24 - G 27
	94	3.8	Spezielle Eilgänge G 28, G 53
4. Schneidenradiuskompensation (SRK)			
	98	4.1	Schneidenradiuskompensation (SRK)
	100	4.2	Bedingungen für SRK
	101	4.3	Anwahl SRK
	102	4.4	Verhalten während SRK
	104	4.5	Abwahl SRK
5. Schrappzyklen			
	108	5.1	Schrappen gegen Kontur
	110	5.2	Längsschrappzyklus G 70
	114	5.3	Längsschrappzyklus G 71
	118	5.4	Planschrappzyklus G 72

	Seiten		
	122	5.5	Konturparalleler Schrappzyklus G 73
	126	5.6	Schrappzyklus G 74
	128	5.7	Schrappzyklus G 75
	130	5.8	Fasenzyklen G 77/G 79
	131	5.9	Wiederholzyklus G 81
6. Bohrzyklen	134	6.1	Tiefbohrzyklus 1 – G 83
	136	6.2	Tiefbohrzyklus 2 – G 84
7. Gewindezyklen	140	7.1	Übersicht Gewindeschneiden
	142	7.2	Gewindedrehen im Einzelsatz G 33/G 34
	144	7.3	Gewindestrehlzyklus G 76
	148	7.4	Gewindestrehlzyklus für Plangewinde G 86
	150	7.5	Gewindeschneidzyklus für Sondergewinde G 78
	152	7.6	Gewindeschneidzyklus G 82
8. Unterprogramm-Technik	156	8.1	Unterprogramm-Aufruf G 22
	159	8.2	Wertfreie Unterprogramme (U. P.)
	160	8.3	Anleitung zum Erstellen einer wertfreien U. P.
9. Macro-Technik	162	9.1	Übersicht: Rechen-Sprung-Vergleichsfunktionen
	163	9.2	MACRO-Aufruf G 201 – G 299
	164	9.3	Anleitung zum Erstellen eines MACRO
10. Spindelpositionierung	168	10.1	Programmierhinweise – Spindelpositionierung
	169	10.2	Programmierbeispiel – Spindelpositionierung
11. Antrieb für Revolverwerkzeuge S1/S 2/S 3	172	11.1	Fertigungsverfahren – Übersicht
	174	11.2	Programmierhinweise für rotierenden Antrieb
	175	11.3	Programmierbeispiel zu rotierendem Antrieb
12. Synchronantrieb (nur bei TNS 30-Baureihe)	178	12.1	Gewindefräsen
	179	12.2	Mehrkantdrehen
	180	12.3	Gegenspindel
13. Doppelschlittenbearbeitung	182	13.1	Programmierhinweise – Doppelschlitten-Synchronisation
	184	13.2	Programmierbeispiel – Doppelschlitten-Synchronisation
14. Abstichseitenbearbeitung	188	14.1	Nachbearbeitungsstation
	191	14.2	Schlitten S 2
	192	14.3	Absortieren aus Gegenspindel (TNS 30)
15. C-Achse	194	15.1	Anweisungen C-Achse
	197	15.2	Anwahl C-Achse
	198	15.3	Beispiel C-Achse – Positionieren
	199	15.4	Beispiel C-Achse – Fräsen
16. TRAUB-POLYFORM	202	16.1	Anweisungen TRAUB-POLYFORM
	204	16.2	Ebene Mantelfläche G 16
	208	16.3	Ebene Stirnfläche/Querschnitt G 17
	212	16.4	Ebene Längsschnitt/Sehnenfläche G 19
17. Fräserradiuskompensation (FRK)	214	17.1	Fräserradiuskompensation (FRK)
	216	17.2	Anwahl/Abwahl FRK
	220	17.3	Verhalten während FRK
18. Bearbeitungsbeispiel Doppelschlittenmaschine	222	18.1	Arbeitsplan Regelbolzen
	223	18.2	NC-Programm – Regelbolzen –
19. Nachschlagewerk	224	19.1	Stichwortverzeichnis

1.1 Vorstellung der CNC-Steuerung TX8 D

Die modulare Mehrprozessorsteuerung TRAUB-TX8 D

Die TRAUB-TX8 D ist als Bahnsteuerung für Drehmaschinen bis zu 6 Achsen konzipiert. Besonderer Wert wurde auf hohen Programmier-, Bedien- und Änderungskomfort, Sicherheit während des Einrichtens und des Dauerbetriebes sowie gute Diagnosemöglichkeiten gelegt.

Programmeingabe

Programme lassen sich auf verschiedene Arten eingeben:

- Ein- und Ausgabe über Lochstreifen
- Ein- und Ausgabe über DNC-Anschluß
- Eingabe direkt an der Maschine mit Bedienerführung und Dialog, auch bei gleichzeitig arbeitender Maschine.

Die Eingaben werden am 12"-Schwarzweiß-Bildschirm oder am 14"-Farbbildschirm angezeigt.

Anschließbar sind nahezu alle peripheren Datengeräte (Leser, Stanzer usw.) mit Schnittstelle V 24/20 mA (auch für Facit 4070); ebenso ist der DNC-Betrieb über Programmierplatz oder Betriebsrechner gegeben.

Bedienerführung in allen Zyklen

Der Bediener wird von einem Cursor zu jeder Eingabe geführt. Die Bedeutung der Eingabe wird am Farbbildschirm grafisch dargestellt.

Bedienung

Das Einrichten und Bedienen wird von der Steuerung unterstützt, u. a. durch:

- Teach-in Eingabe für die Werkzeuglängen
- Teach-in Eingabe für den Werkstücknullpunkt
- Teach-in Eingabe für die Schutzzonen
- Automatisches Wiederanfahren an Konturen
- Override für Vorschübe, Eilgänge und Spindeldrehzahl
- Elektronisches Handrad
- Bis 48 additive Werkzeug-Feinkorrekturen
- Bis 48 Werkzeuglängenbeschreibungen
- Darstellung der Programme beider Schlitten in einem Bild
- Bis zu 80 oder mehr (je nach Speicherausbaue) abspeicherbare Teileprogramme
- Anwahl von Maschineneinzelfunktionen durch soft keys
- Leichtes Auffinden von Einzeldaten im Programm durch Suchfunktionen.

Automatische Überwachung der Maschinenfunktionen

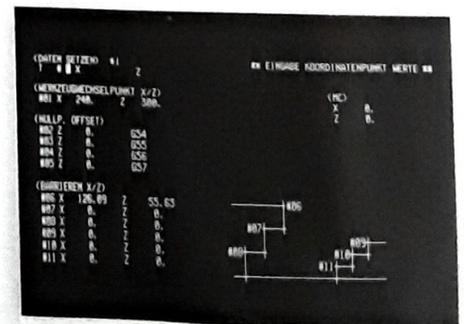
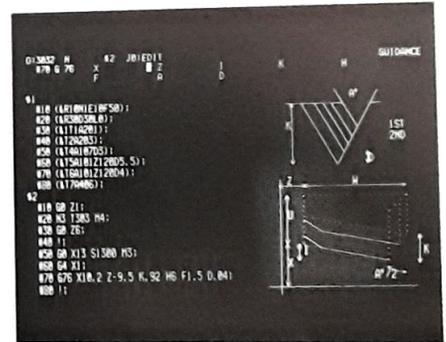
Während des Betriebes überwacht die Maschine sich selbst.

Diagnose

Programme und Anzeigen erleichtern das Auffinden von Störungen und unterstützen deren Behebung.

Klimaanlage im Steuerschrank

Die serienmäßig eingebaute Klimaanlage kühlt aktiv.



Modulares System

Die Steuerung ist modular aufgebaut und erfüllt somit alle Anforderungen auch bei höheren Automatisierungsgraden. Damit können die einzelnen Automatisierungsbausteine wie das Stangenlademagazin DN, Meßeinrichtungen zur Überwachung der Fertigungsmaße am Werkstück und der auftretenden Schnittkräfte, die Handhabungssysteme FHS in Verbindung mit den Speichern und Wechseleinrichtungen für Werkstücke, Werkzeuge und Futterbacken bedien- und programmiertechnisch in die Drehmaschine bzw. Drehzelle integriert werden.

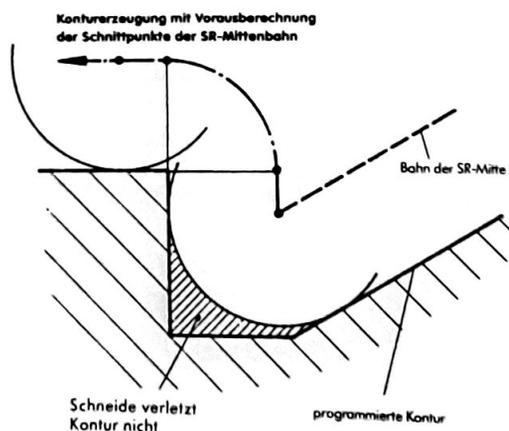
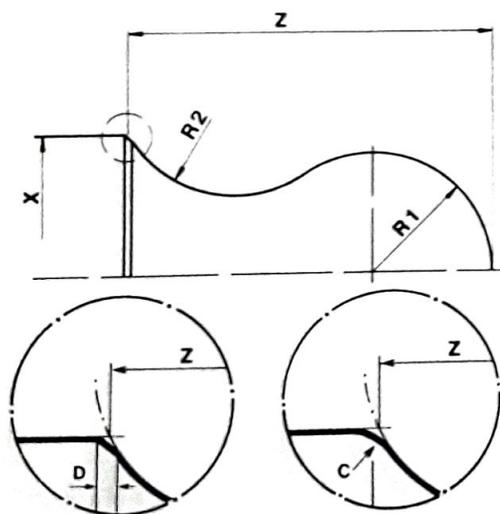
Dies gilt ebenso für die vielen Erleichterungen bei der Bedienung und der Programmierung von Dreh- und Fräskonturen: TRAUB-ATC, TRAUB-GPS, TRAUB-POLYFORM, TRAUB-IPS usw. Über die Terminalfunktion kann die Steuerung mit Rechnern kommunizieren (u. a. Programmieren, Programmverwaltung, Betriebsdatenerfassung, ...).

Kenndaten der TRAUB-TX 8 D

Programmierung	EIA- und ISO-Code
Ein- und Ausgabefeinheit Z/X/R	1 µm oder 0,0001 inch
Ein-/Ausgabefeinheit C-Achse	0,001°/0,01°
Vorschub und Eilgang	max. 24 m/min
Größte Gewindesteigung	999,999 mm
Größter Radius	99 999,999 mm
Vorschub Override	0 - 200 %
Eilgang-Override	0 - 100 %
Drehzahl-Override	50 - 120 %
Drehzahleingabe	5stellig
Schnittgeschwindigkeitseingabe	4stellig
Werkzeugeingabe	4stellig
Programmnummer	6/4stellig
Unterprogrammnummer	6/4stellig
Satznummer	4stellig
M-Befehle	2stellig
B-Befehle	6stellig
Speicherkapazität	16 000
erweiterbar bis	1 000 000 Lochstreifenzeichen
Werkzeugkorrekturpaare	bis 48

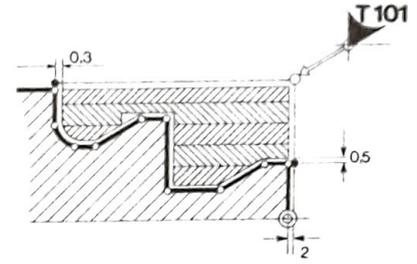
Programmieren leicht gemacht

- Geometrieberechnungen bei Konturzügen
- Abspannzyklen für achs- und konturparalleles Abspannen steigender und fallender Konturen
- Ausblenden von Konturteilen beim Schruppen
- Zyklen für verschiedene Bearbeitungen (Bohren, Gewindedrehen, Plangewindedrehen usw.)
- Sonderzyklen für das Drehen mit Keramik-Platten
- Schruppzyklen für querkraftfreies Drehen
- Programm-Makros
- Parameterisierbare Unterprogramme
- Schneidenradiuskompensation mit automatischem Konturschutz
- Parallelprogrammierung
- Programmierung von Ersatzwerkzeugen
- Nullpunktverschiebungen
- Doppelschlittenprogrammierung durch einfache Synchronisationsbefehle
- Kopieren von Programmteilen von einem zum anderen Schlitten
- Synchronisation innerhalb von Zyklen
- Arithmetische und logische Funktionen
- Helical-Interpolation, d. h. Fräsen in CXZ
- Transfer der Werkzeugdaten von DNC-Einstellgeräten
- TRAUB-ATC anstelle Voreinstellen der Werkzeuge



Konturzüge

Schnitt- oder Übergangspunkte innerhalb der Konturzüge Gerade-Kreis-Gerade, Gerade-Fase-Gerade und Kreis-Kreis werden automatisch berechnet.

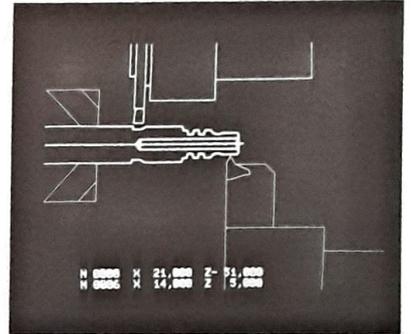


Abspannen gegen Kontur

Beim achsparallelen Abspannen in Längs- und Planrichtung sind Konturen mit fallenden Konturteilen herstellbar.

TRAUB-GPS

Die Grafisch-dynamische Prozeß-Simulation läßt Programmierfehler und Kollisionen erkennen, bevor diese in der Maschine zu Schäden führen. Vom Rohteil bis zum fertigen Werkstück, mit Bemaßung der programmierten Positionen jedes Werkzeugs, wird die Entstehung des Werkstücks am Bildschirm der Maschine dargestellt.



TRAUB-POLYFORM

Bei Fräsarbeiten über die C-Achse können schwierige 3D-Fräskonturen – mit voller Geometrieunterstützung – im üblichen kartesischen Koordinatensystem XYZ eingegeben und dann

- auf der Stirnseite
- auf der Längsseite
- in Sehnen- und Mantelflächen

eines Drehteils gefräst werden. Hierbei arbeitet die Steuerung mit der Fräserradiuskorrektur.

TRAUB-IPS

Das grafisch-Interaktive Programmier-System erleichtert die Vor-Ort-Programmierung – auch parallel zur produzierenden Maschine – wesentlich. Mit modernster Dialogtechnik, Geometrie- und Technologie-Unterstützung (z. B. Errechnung von Schnittdaten), durch umfangreiche Abspannzyklen und Rüsthilfen (z. B. automatische Werkzeugverwaltung), lassen sich NC-Programme schnell erstellen sowie durch die grafische Darstellung jedes Arbeitsschrittes Kontureingaben Schritt für Schritt kontrollieren und ebenso schnell ändern.

1.2 Bedienpult

Das Bedienpult setzt sich aus folgenden Funktionselementen zusammen:

- Maschinenbedientafel
- NC-Bedientafel
- Bildschirm

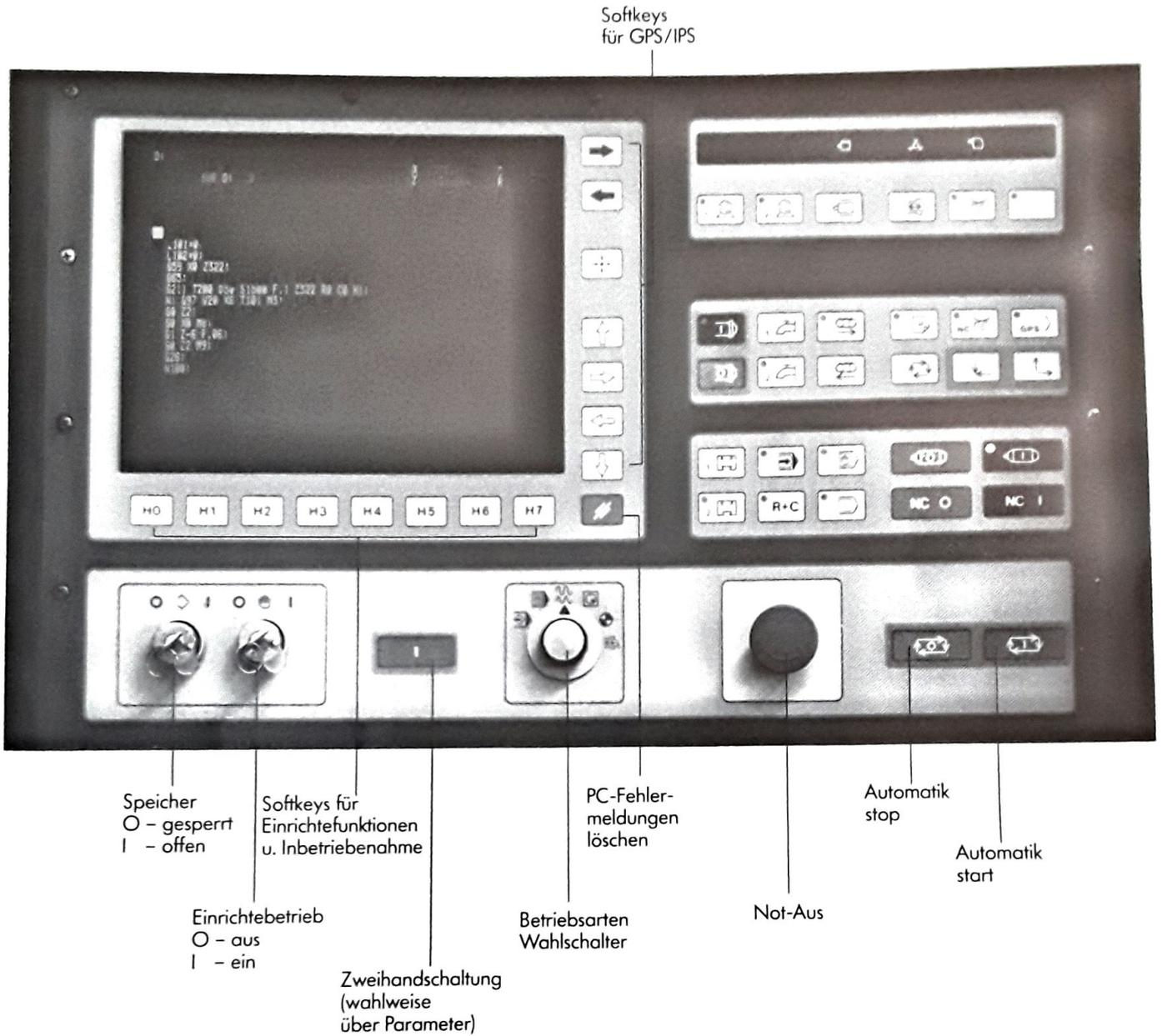


An der **Maschinenbedientafel** werden die verschiedenen Betriebszustände der Maschine ein- und ausgeschaltet. Erst dadurch können die gewünschten Maschinenfunktionen über das NC-Programm bzw. durch Handbetrieb in Gang gesetzt werden.

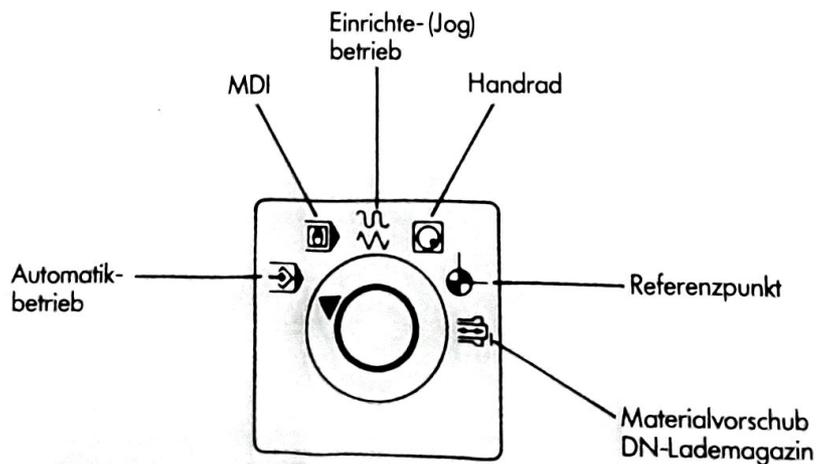
An der CNC-**Bedientafel** werden NC-Programme, mit den notwendigen Daten für den Automatikbetrieb, eingegeben. Zusätzlich werden im Einrichtebetrieb die Maschinenfunktionen, welche an der Maschinenbedientafel angewählt sind, in Gang gesetzt.

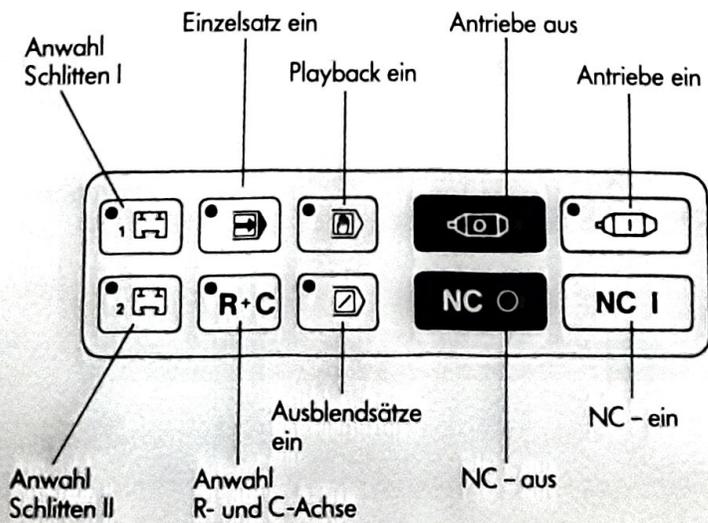
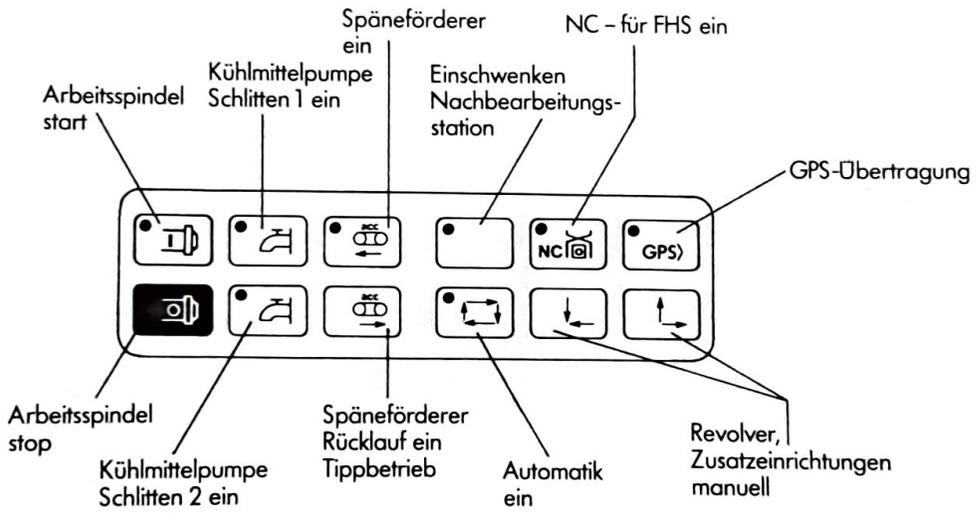
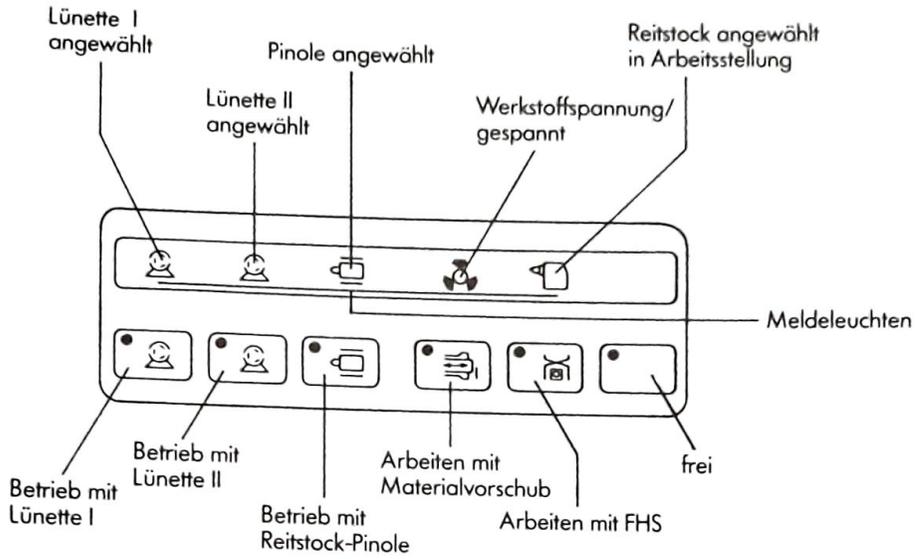
Der **Bildschirm** dient in erster Linie dazu, den Bediener bei Programmieringabe, Änderungen, Programmablauf und Störungen zu informieren, d. h. am Bildschirm kontrolliert der Bediener alle Eingaben und Änderungen von Programmen und Maschinendaten.

Am Bildschirm werden Zustandmeldungen z. B. Ist-Positionen, Fehlermeldungen usw. angezeigt und verschiedene grafische Darstellungen abgebildet. Bei Einsatz der grafischen Prozeß-Simulation (GPS) wird am Bildschirm der Ablauf eines NC-Programmes simuliert.



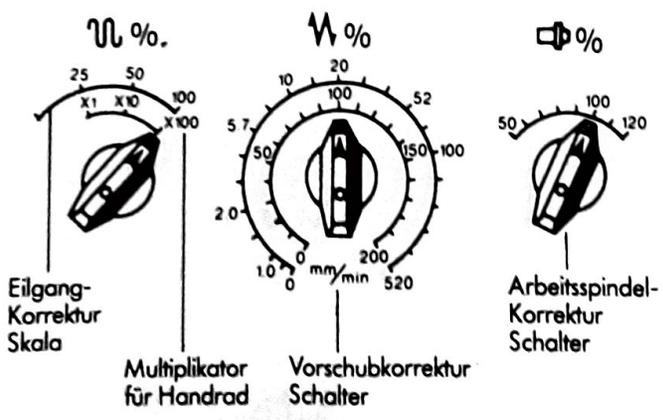
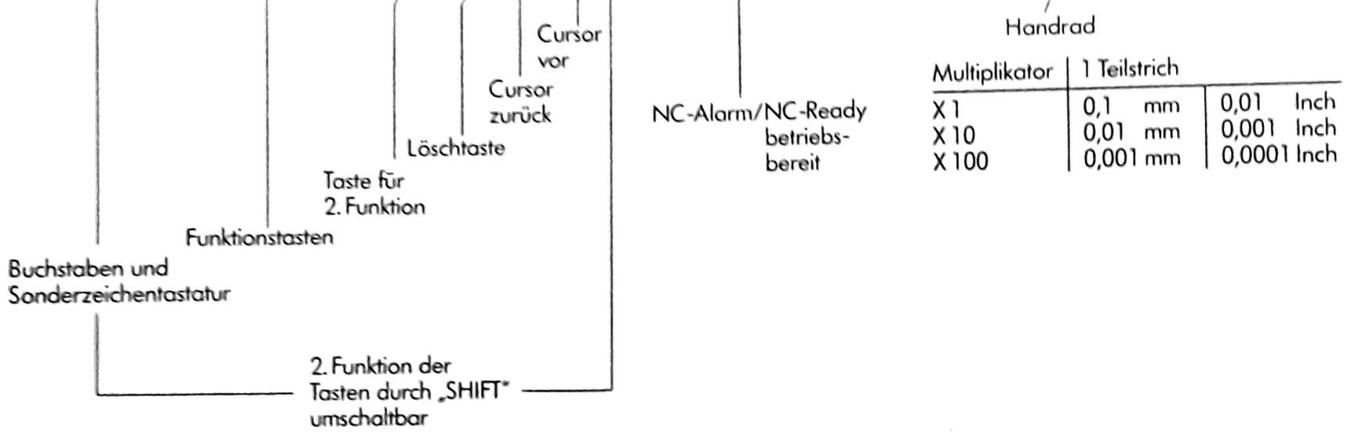
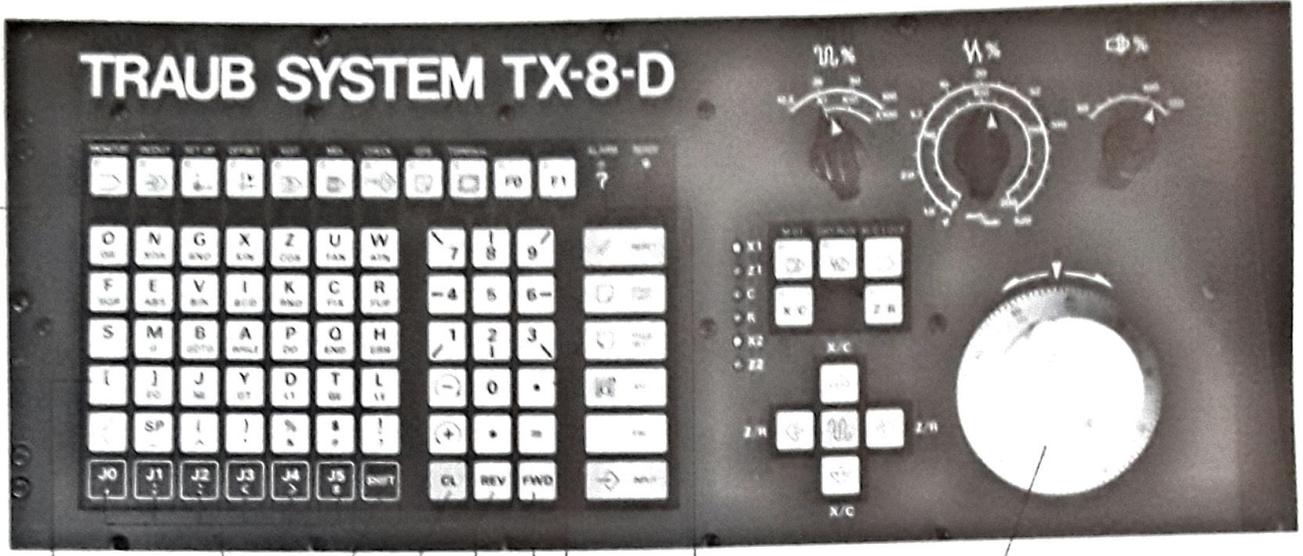
Betriebsartenwahlschalter

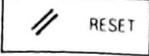
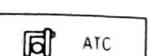
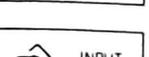


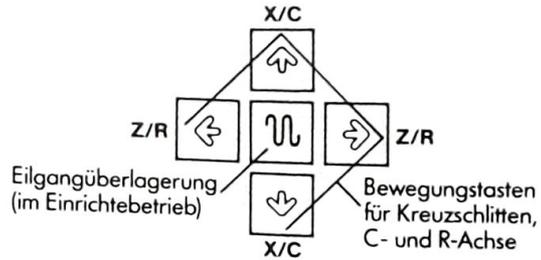
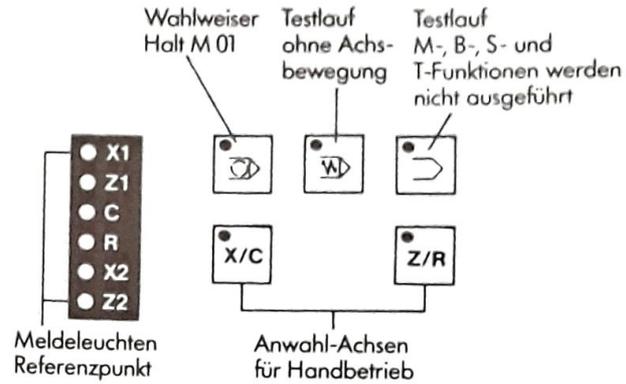


1.4 CNC-Bedientafel TX8D

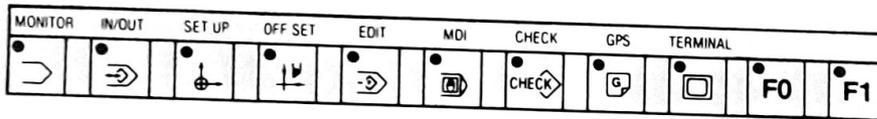
Bildschirmbilder
anwahl



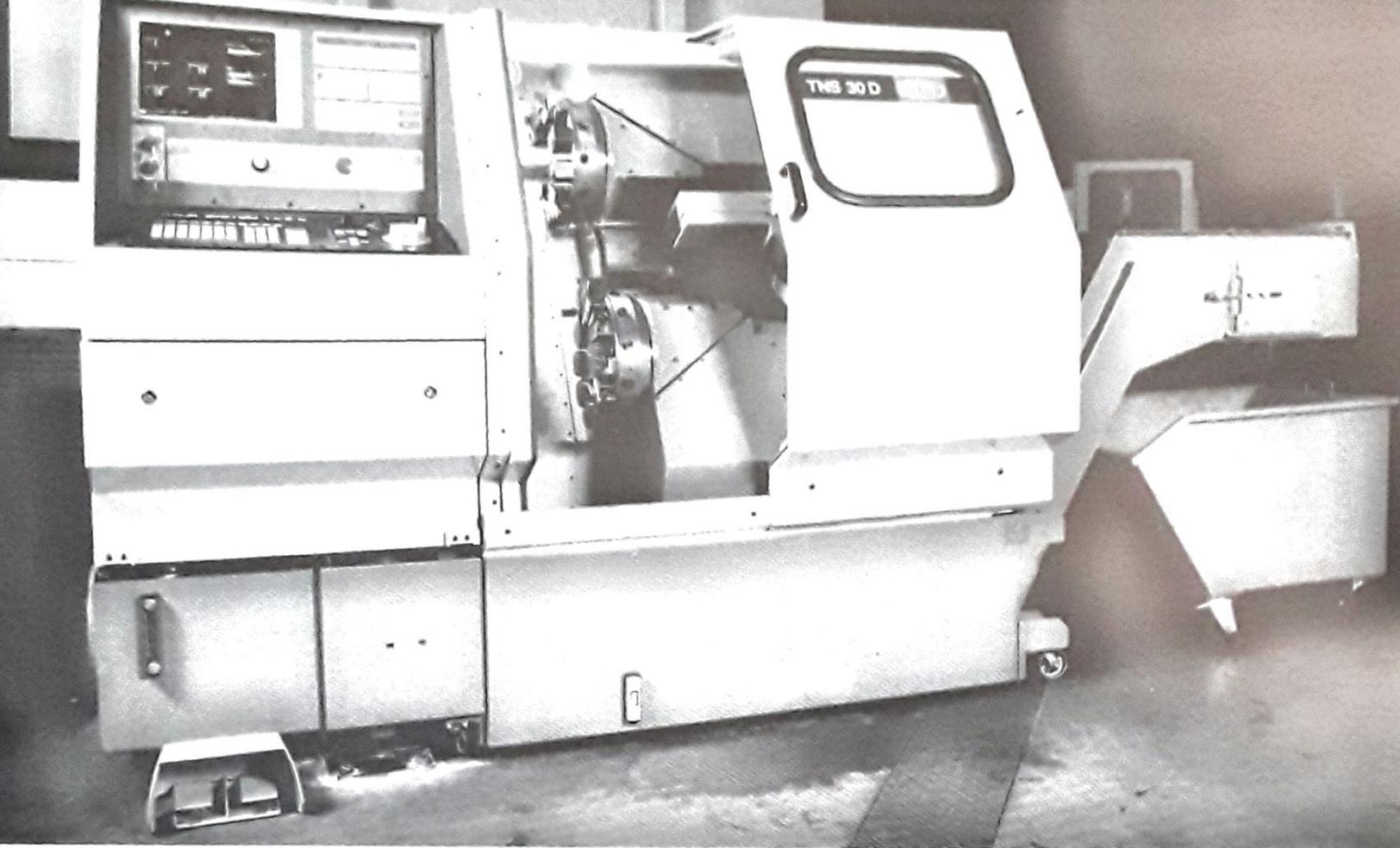
-  **RESET** - Reset (Rücksetzen auf Programmanfang)
-  **PAGE FWD** - Bildschirmbild vorwärtsblättern
-  **PAGE REV** - Bildschirmbild rückwärtsblättern
-  **ATC** - ATC Speichern der Werkzeug-Koordinaten
-  **ESC** - Frei
-  **INPUT** - Input (Dateneingabe)



Bildschirmbetriebsarten TX8D

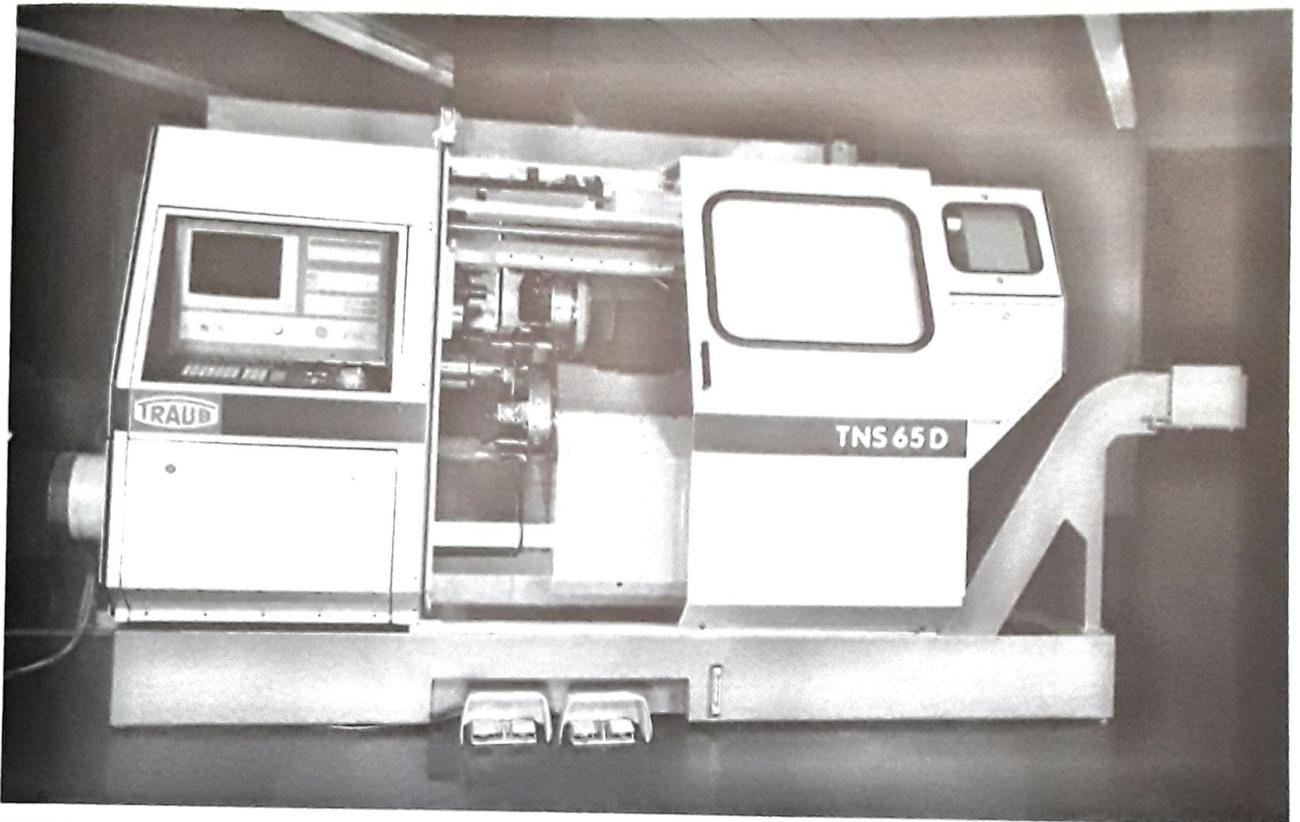


- MONITOR**
 **Monitor** - Anzeige sämtlicher aktueller Daten (z. B. Ist-Koordinaten), welche zum Einrichten und bei der Bearbeitung nützlich sind.
- IN/OUT**
 **IN/OUT** - Einlesen von NC-Programmen über Lochstreifen.
- Ausgeben von NC-Programmen (auf Lochstreifen, Drucker usw.).
- SET UP**
 **SET UP** - Eingeben von Einrichtedaten (WZ-Daten, Grenzdaten usw.).
- OFF SET**
 **OFF SET** - Eingeben von Werkzeug-Verschleißkorrekturen.
- EDIT**
 **EDIT (Ändern)** - Eingeben und Ändern von NC-Programmen.
- MDI**
 **MDI (Einrichteprogramm)** - Eingeben von NC-Anweisungen in den MDI-Speicher (für MDI-Betrieb).
- CHECK**
 **CHECK (Parametereingabe)** - Überprüfen von Zuständen in Steuerung und Maschine.
- GPS**
 **GPS** - Grafisch-dynamische Simulation.
- TERMINAL**
 **TERMINAL** - Anschluß an externen Rechner.
- F0**
 **F0** - PIC-Bilder mit Bedienerführung.
- F1**
 **F1** - Protokollausgabe.



CNC-Doppelschlitten-Drehmaschine TNS 30 D





CNC-Doppelschlitten-Drehmaschine TNS 65 D



CNC-Doppelschlitten-Drehmaschine TNA 480 D

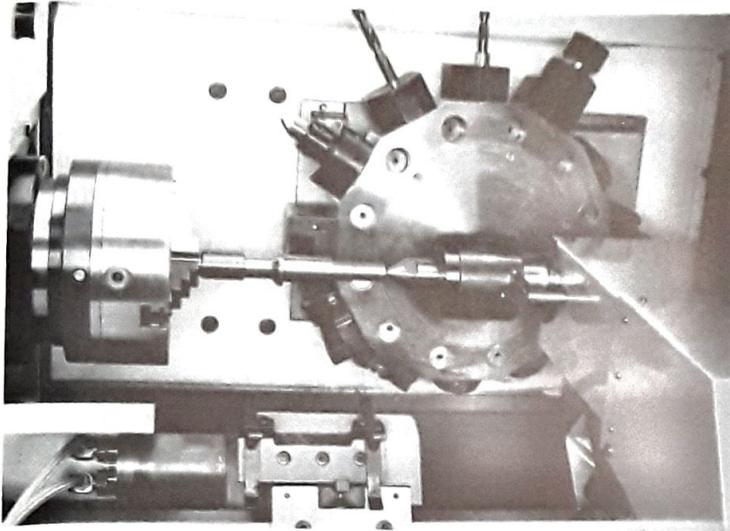


Abbildung TNS 42/60

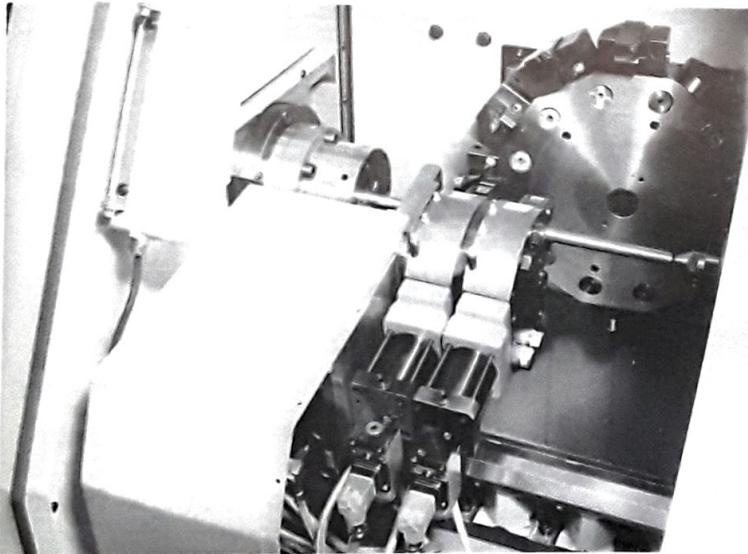


Abbildung TNS 42/60

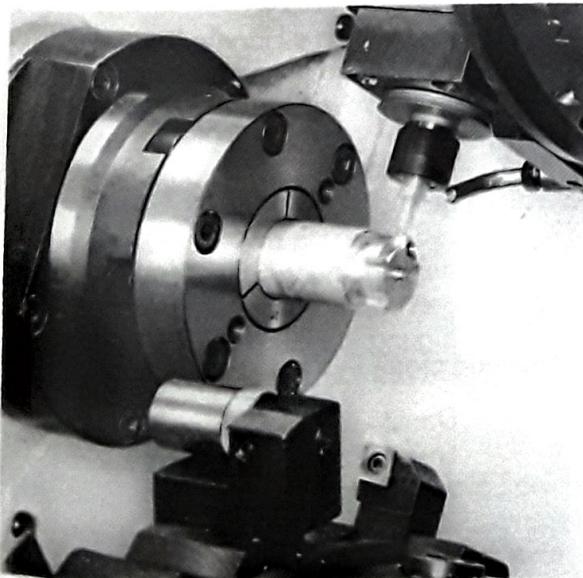


Abbildung TNS 30/42 D

Reitstock

Der robuste Reitstock mit automatischer Klemmung wird – auf einer separaten Führungsbahn – durch den oberen Längsschlitten geschleppt oder ist mit eigenem R-Achsenantrieb programmiert positionierbar.

Die Pinole mit Morsekegelaufnahme wird hydraulisch angestellt und geklemmt.

Lünetten

Für Wellenbearbeitung stehen feststehende und mitlaufende Lünetten zur Verfügung. Sie sind selbstzentrierend und hydraulisch betätigt.

Komplettbearbeitung der Werkstücke

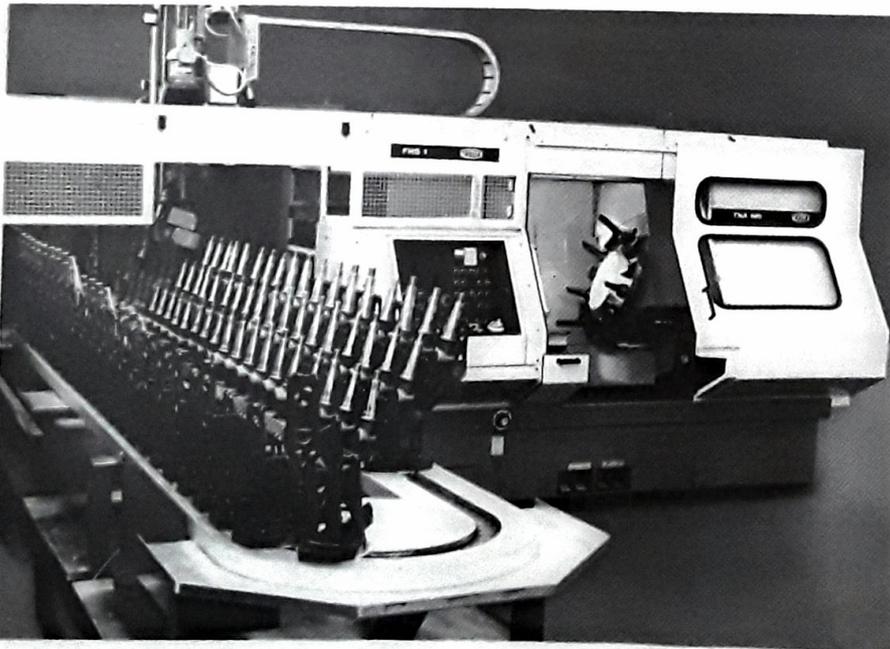
Um das Drehteil zum fertigen Werkstück zu machen, lassen sich in den Stationen des Revolvers Bohr-, Fräs- und Gewindeschneidwerkzeuge einsetzen mit Positionierung des Werkstücks über die Spindelrichteinrichtung oder C-Achse.

Die Zusatzsoftware TRAUB-POLYFORM erleichtert das Programmieren schwieriger 3D-Fräskonturen. Solche Konturen – selbst in Sehnen- oder Mantelflächen – können nun in die Komplettbearbeitung einbezogen werden.



Stangenlademagazin

Für alle Maschinenreihen finden die Stangenlademagazine DN Verwendung. Sie führen die Stangen der Drehmaschine vollautomatisch zu. Im Bereich des Magazines sind die Werkstoffstangen zwischen elastischen Rollen, in der Arbeitsspindel in einer Reduzierhülse geführt. Damit werden die hohen Drehzahlen der Maschine nutzbar. Das Nachschieben der Werkstoffstangen geschieht durch einen Teleskopschieber. Die Reststücke werden in den Späneraum der Maschine ausgeworfen. Die Anpassung an den Stangendurchmesser geschieht durch Verstellung der Führungsrollen. Die Längsbewegungen des Teleskopschiebers und damit der Werkstoffstange werden von einem Meßsystem überwacht. Nachschiebelängen und Reststücklängen sind programmierbar. Dadurch sind die DN-Magazine ausgesprochen rüstkfreundlich.



Fertigungszellen mit Handhabungssystemen

Mit den TRAUB-Handhabungssystemen FHS 1 und FHS 2 in Portalbauweise werden die TRAUB-CNC-Drehmaschinen zu flexiblen Fertigungszellen erweitert. Je nach Einsatzfall in unterschiedlichen Automatisierungsstufen.

Zusätzlich zur Handhabung der Werkstücke können Dreh-, Bohr- und Fräswerkzeuge, die Spannbacken und die Greifelemente am Werkstückgreifer automatisch gewechselt werden. Für die Prozesssteuerung und -überwachung stehen leistungsfähige Einrichtungen und Software-Pakete zur Verfügung, die auch die Rüst- und Umrüstvorgänge steuern.

Damit lassen sich selbst kleinste Lose in Form, Größe und Bearbeitung unterschiedlicher Werkstücke bedarfsgerecht fertigen.

Programmiersysteme

Eine Steuerung wie die **TX 8 D** bietet heute nahezu den gleichen Programmierkomfort wie die höheren Programmiersprachen. Obwohl auf diese Weise die Voraussetzungen für das Programmieren direkt an der Maschine geschaffen wurden, ist es in vielen Fällen wirtschaftlich, die NC-Programme mit Hilfe von Programmiersystemen, also rechnerunterstützt, zu erstellen.

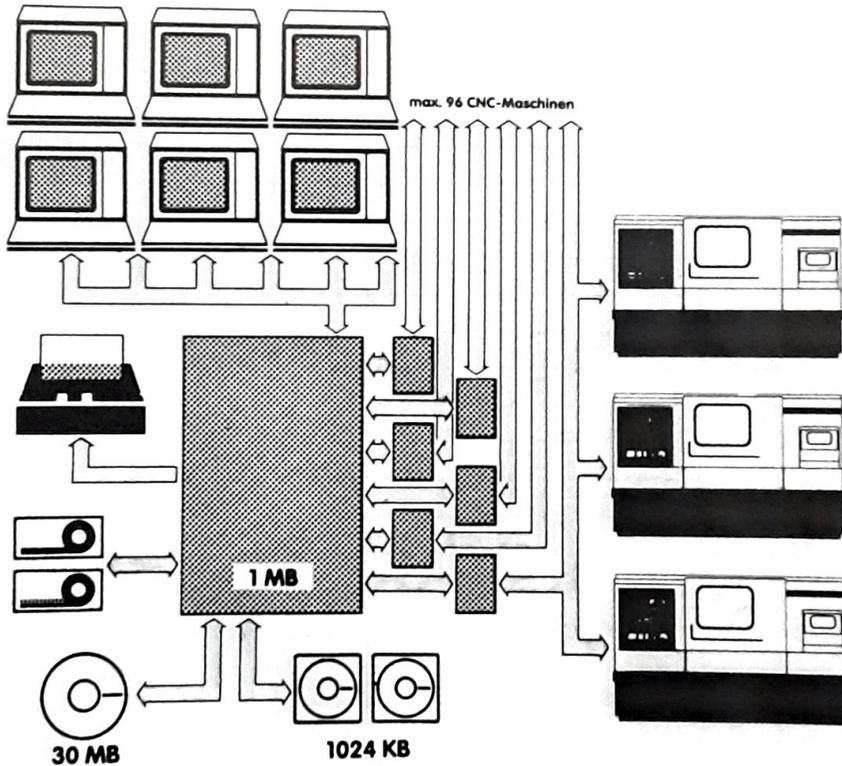
Dem Programmiersystem fallen heute außer der ursprünglichen Aufgabe, NC-Programme zu erstellen, noch folgende zusätzliche Aufgaben zu:

- grafisch-dynamische Simulation,
- Archivieren und Verwalten von NC-Programmen,

- Datensicherung,
- DNC-Betrieb,
- Werkzeug- und Spannmittel-Verwaltung,
- Erstellen von Arbeitsunterlagen,
- Stückzeit- und Stückkostenberechnung.

Wieviele und welche Software-Module in eine Rechnerkonfiguration implementiert werden können, hängt von der Leistungsfähigkeit der zur Verfügung stehenden Hardware-Konfiguration ab.

Um ein leistungsfähiges System handelt es sich z. B. bei dem Programmiersystem **TRAUB-rwt 1561 NC**.



Hardware-Struktur des Programmiersystems 1561 NC

Dieser Rechner weist eine maximale Speicherkapazität von 1 MByte (RAM) auf. Als Massenspeicher sind 2 Disketten-Laufwerke und zusätzlich eine Winchesterplatte angebaut. Der Anschluß von weiteren Platten-Einheiten ist möglich. Damit können 6 Bildschirme

angesteuert und bis zu 96 Maschinen im DNC-Betrieb mit Programmen versorgt werden. Dieses System kann als Betriebsrechner für kleinere Betriebe oder auch als Hauptrechner für flexible Fertigungssysteme eingesetzt werden.

2. Grundlagen der Programmierung

خدمات فنی مهندسی نظری

09125159577

www.iraniancnc.com

2.1 Nullpunkte und Bezugspunkte im Arbeitsraum

Für die Steuerung der Werkzeug-Verfahrbewegungen wird ein **Koordinatensystem** verwendet.

Die Lage des Koordinatensystems wird innerhalb der CNC-Drehmaschine durch **Nullpunkte** festgelegt.

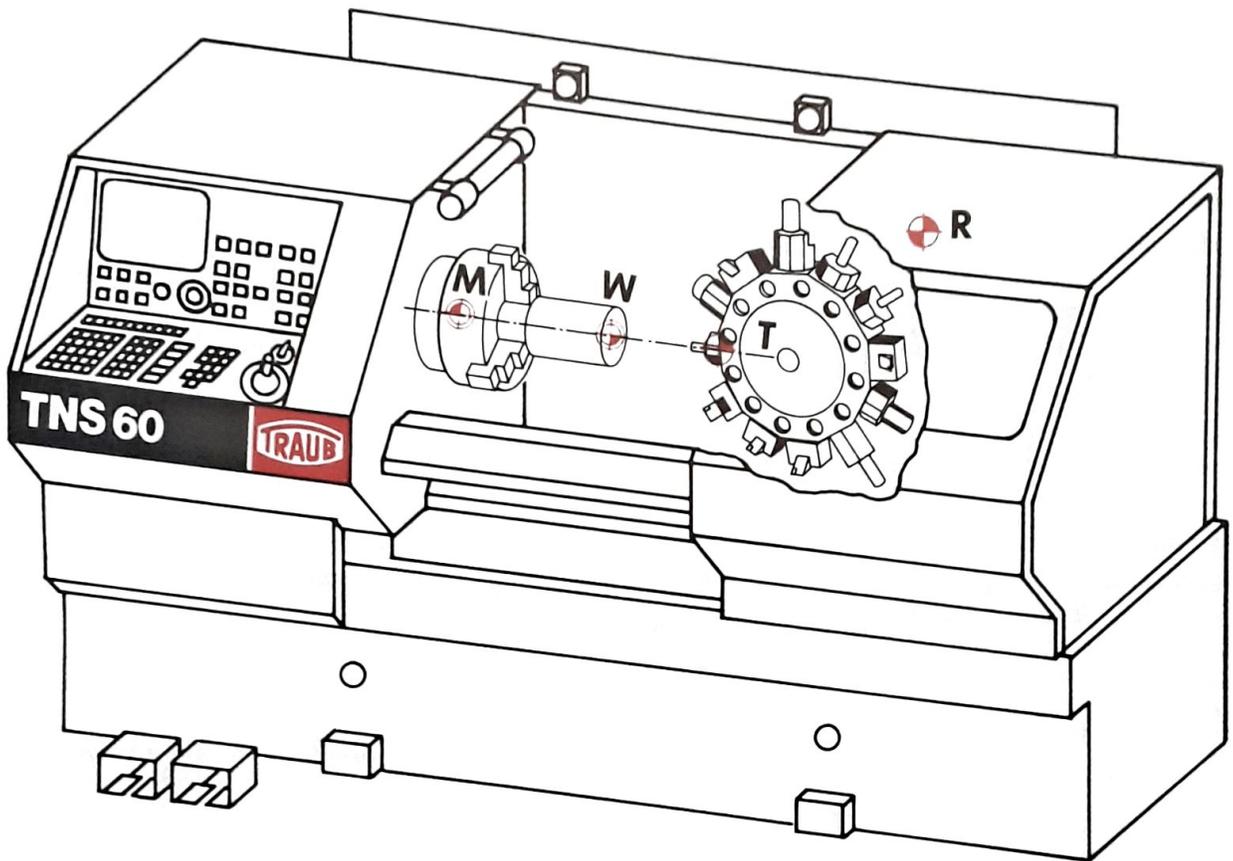
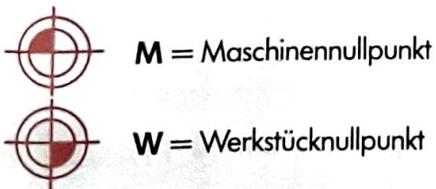


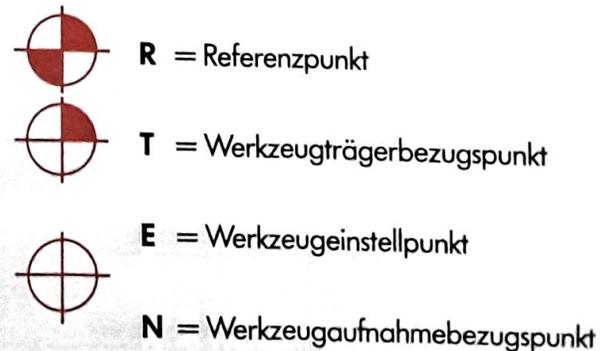
Bild: Nullpunkte und Bezugspunkte bei CNC-Drehmaschinen

Der Arbeitsraum, in dem sich die Werkzeuge bei der Werkstückbearbeitung bewegen, hat Nullpunkte und Bezugspunkte.

Nullpunkte



Bezugspunkte



Die Null- und Bezugspunkte werden auf den nachfolgenden Seiten erläutert.

Maschinennullpunkt „M“

Der Maschinennullpunkt M liegt bei Drehmaschinen auf der Spindelachse in Höhe der Anlagefläche des Spannmittels.

Mit dem Maschinennullpunkt wird das Maschinen-Koordinatensystem festgelegt – auf ihn beziehen sich alle anderen Bezugspunkte.

Werkstücknullpunkt „W“

Der Werkstücknullpunkt W legt das Werkstück-Koordinatensystem in bezug auf den Maschinennullpunkt fest. Er wird vom Programmierer bzw. Bediener festgelegt und zwar durch Eingabe des Abstandes zum Maschinennullpunkt.

Der Werkstücknullpunkt kann wie folgt gewählt werden:

Bei **Futterarbeit** (Bild a)

1. Werkstückvorderkante

Der Abstand ergibt sich wie folgt:

- Futterhöhe
- + Backenhöhe
- + Rohteillänge
- rechtem Aufmaß
(Plandrehzugabe 1. Operation)

2. Werkstückhinterkante

Der Abstand ergibt sich wie folgt:

- Futterhöhe
- + Backenhöhe
- + linkem Aufmaß
(Plandrehzugabe 2. Operation)

Bei **Stangenarbeit** (Bild b)

1. Werkstückvorderkante

Der Abstand ergibt sich wie folgt:

- Spannfutterhöhe
- + Abstand Spannfutter bis Abstechstahl
- + Abstechstahlbreite
- + Werkstücklänge

2. Werkstückhinterkante

Der Abstand ergibt sich wie folgt:

- Spannfutterhöhe
- + Abstand Spannfutter bis Abstechstahl
- + Abstechstahlbreite

2.1.1 Maschinennullpunkt und Werkstücknullpunkt

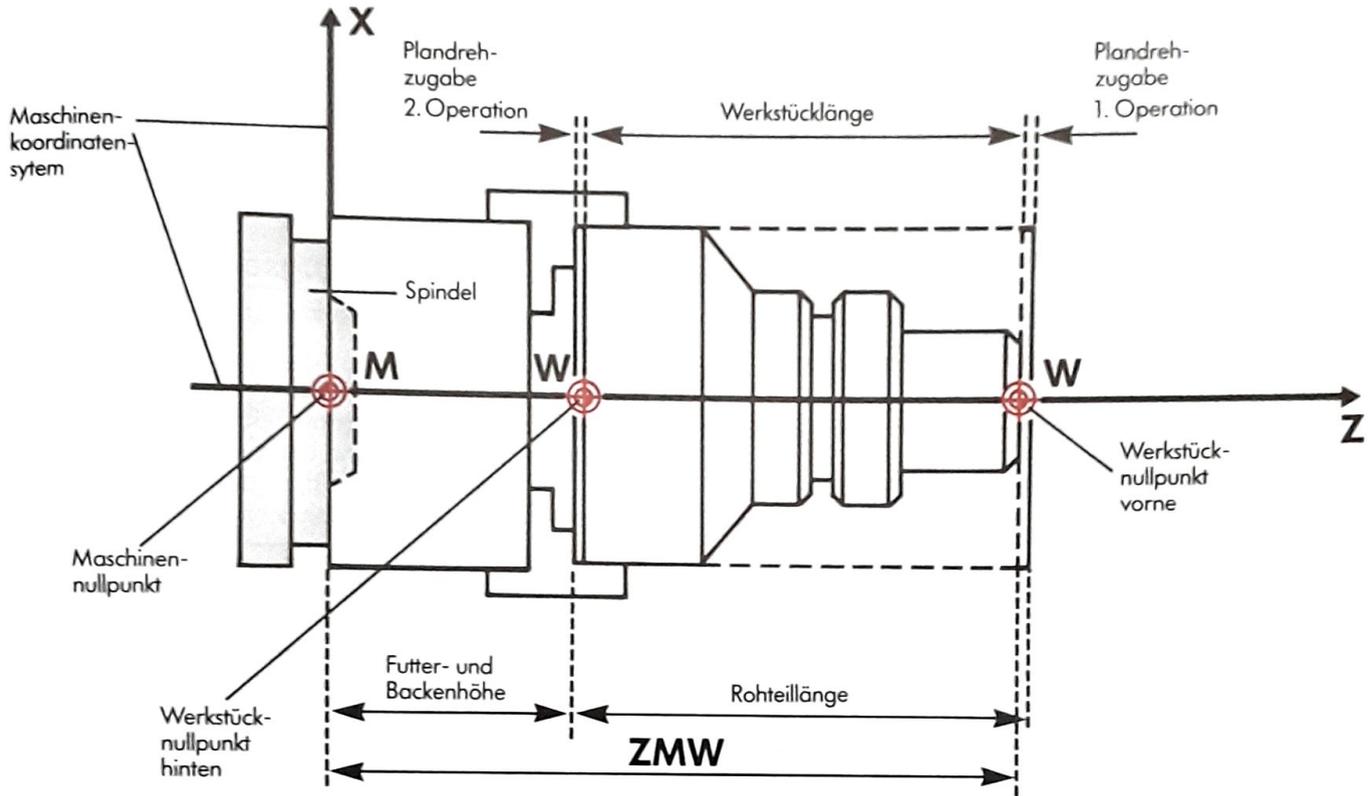


Bild a: Maschinennullpunkt und Werkstücknullpunkt bei Futterbearbeitung

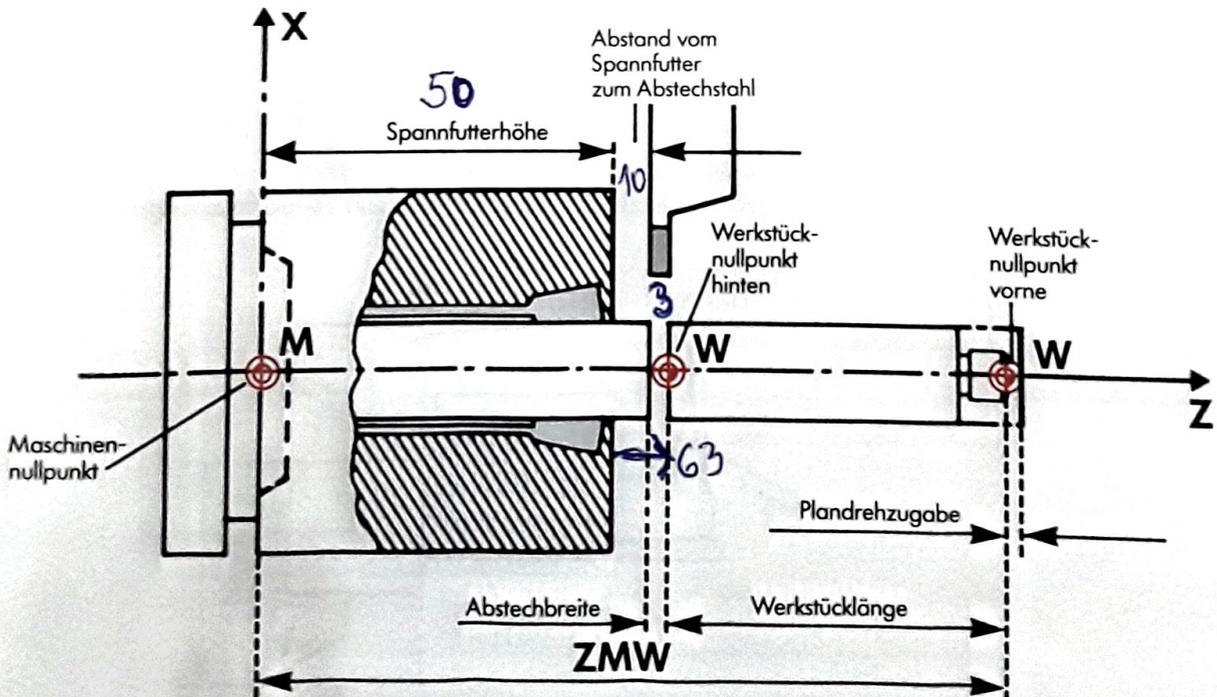


Bild b: Maschinennullpunkt und Werkstücknullpunkt bei Stangenbearbeitung

Referenzpunkt „R“ (Bild a)

Die Position des Referenzpunktes ist im Koordinatensystem in der X- und Z-Achse durch Nockenschalter vorgegeben. Durch ihn wird das Wegmeßsystem des Revolverschlittens kontrolliert und geeicht.

Anmerkung: Der Referenzpunkt muß stets nach jedem Einschalten der Steuerung in X- und Z-Achse angefahren werden. Erst dann kann die Steuerung mit dem Meßsystem arbeiten und alle Positionswerte auf das Koordinatensystem übertragen.

Werkzeugeinstellpunkt „E“ (Bild b)

Der Werkzeugeinstellpunkt liegt an einer bestimmten Stelle am Werkzeughalter.

Er dient dazu, Werkzeuge extern über ein optisches Voreinstellgerät zu vermessen.

Die gemessenen Ausspannlängen Q und L werden in den Werkzeugdatenspeicher der Steuerung eingegeben (Q im Durchmesser).

Werkzeugaufnahmebezugspunkt „N“ (Bild b)

Der Werkzeugaufnahmebezugspunkt ist das Gegenstück zum Werkzeugeinstellpunkt und liegt auf dem Revolver. Wird der Werkzeughalter in die Revolveraufnahme eingesetzt, fallen N und E zusammen.

Werkzeugträgerbezugspunkt „T“ (Bild c)

Er befindet sich an der Werkzeughalteraufnahme des Revolvers.

Durch die Eingabe der Werkzeugausspannlängen **X** und **Z** in die Werkzeugdatei (über ATC) berechnet die Steuerung den Abstand der Werkzeugspitze vom Werkzeugträgerbezugspunkt, so daß der Revolver für die Konturbearbeitung in der richtigen Weise gesteuert werden kann.

Anmerkung: Werkzeugdaten müssen vor Bearbeitungsbeginn in der Steuerung gespeichert werden (SET UP – Bild 2).

X...Z...P...R...T...../.....N.../...
|
| Koordinaten der Werkzeuge
| bezogen auf den
| Werkzeugträgerbezugspunkt
|
| Werkzeug-
| Station

2.1.2 Referenzpunkt und Bezugspunkte

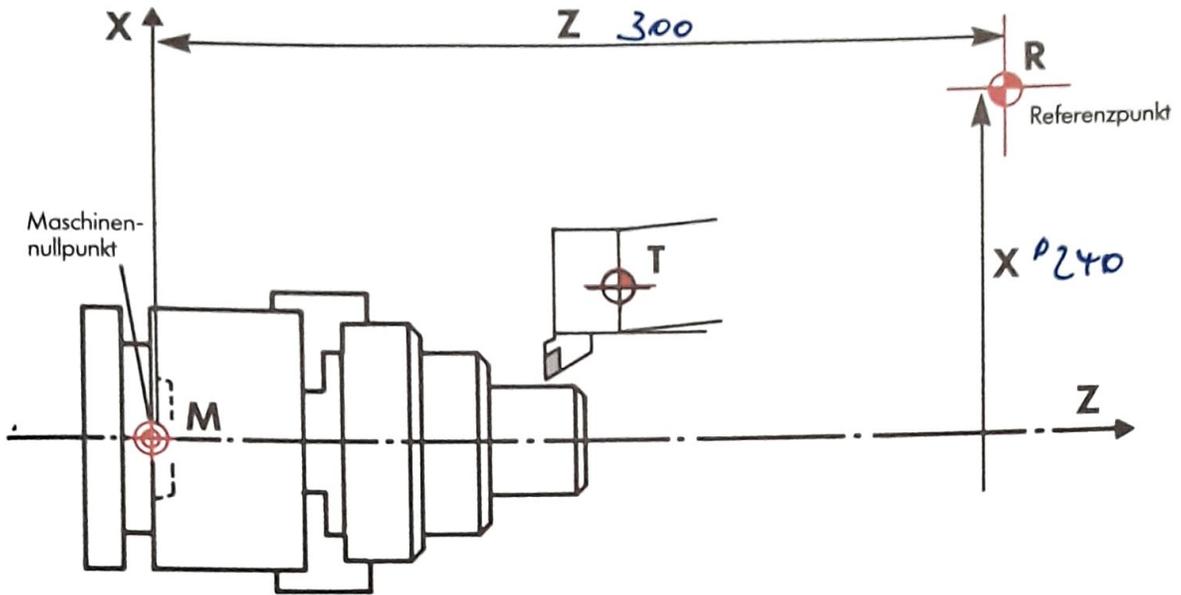


Bild a: Lage des Referenzpunktes zum Maschinennullpunkt

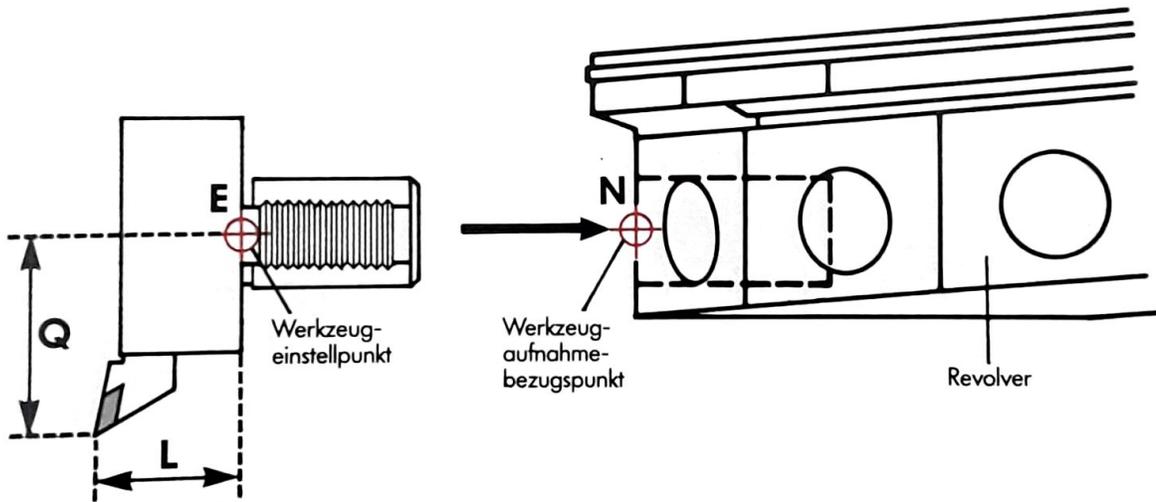


Bild b: Werkzeugeinstellpunkt und Werkzeugaufnahmebezugspunkt (externe Voreinstellung)

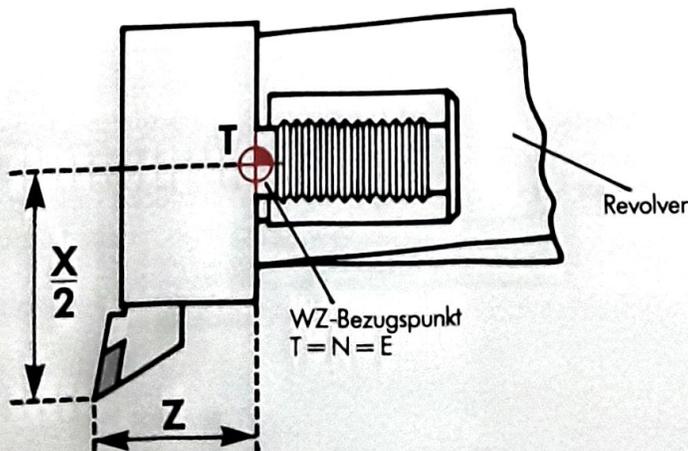


Bild c: Werkzeugträgerbezugspunkt (TRAUB-ATC)

2.2 Bearbeitungsraum für Werkstücke

Um den Bearbeitungsraum für Werkstücke (d. h. maximaler Drehdurchmesser und maximale Drehlänge) zu ermitteln, geht man vom **theoretischen Arbeitsraum** aus, der durch die **maximalen Verfahrswege des Revolvers** abgegrenzt wird.

Die genauen Abmessungen des theoretischen Arbeitsraumes gewinnt man, indem man die Endpositionen betrachtet, die der Werkzeugträgerbezugspunkt „T“ in allen vier Bewegungsrichtungen erreichen kann (Bild 1 und 2).

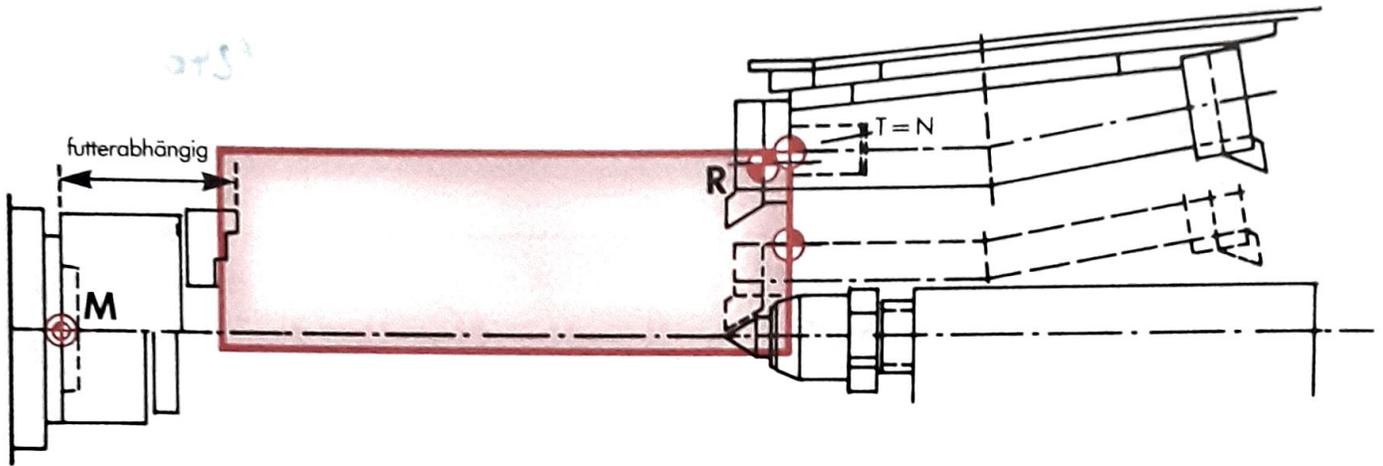


Bild 1: Theoretischer Arbeitsraum Einschlitten-Drehmaschine

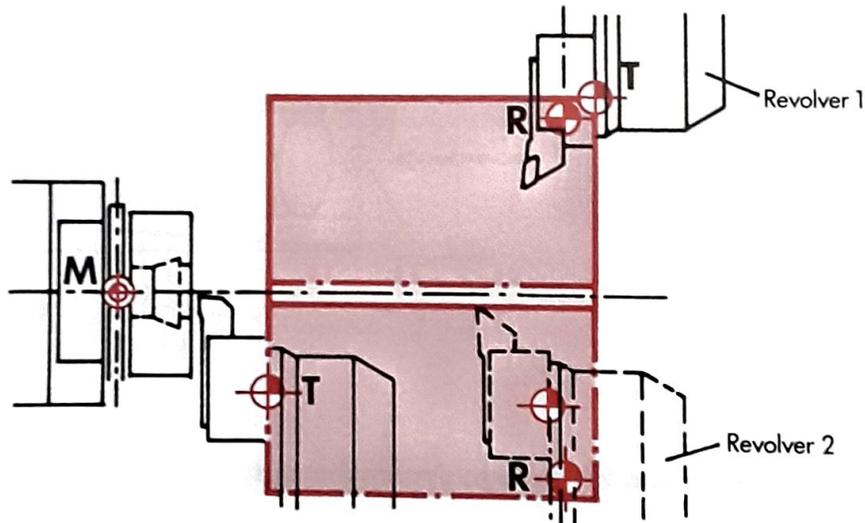


Bild 2: Theoretischer Arbeitsraum Doppelschlitten-Drehmaschine

Bild a zeigt, wie durch die Abmessung des **Werkzeuges** der theoretische Arbeitsraum verschoben und maximale Drehlänge und Drehdurchmesser verkleinert werden.

Bild b zeigt, wie zusätzlich durch die Größe der **Werkstückaufnahme** (Spannmittel) der Bearbeitungsraum für Werkstücke verkürzt wird.

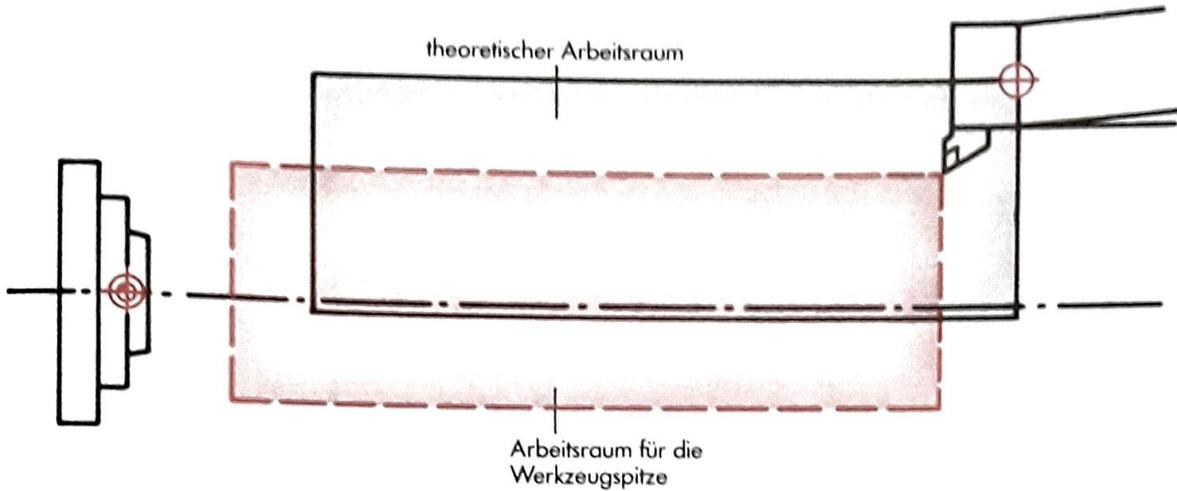


Bild a: **Veränderung des Bearbeitungsraumes durch die Werkzeugmaße**

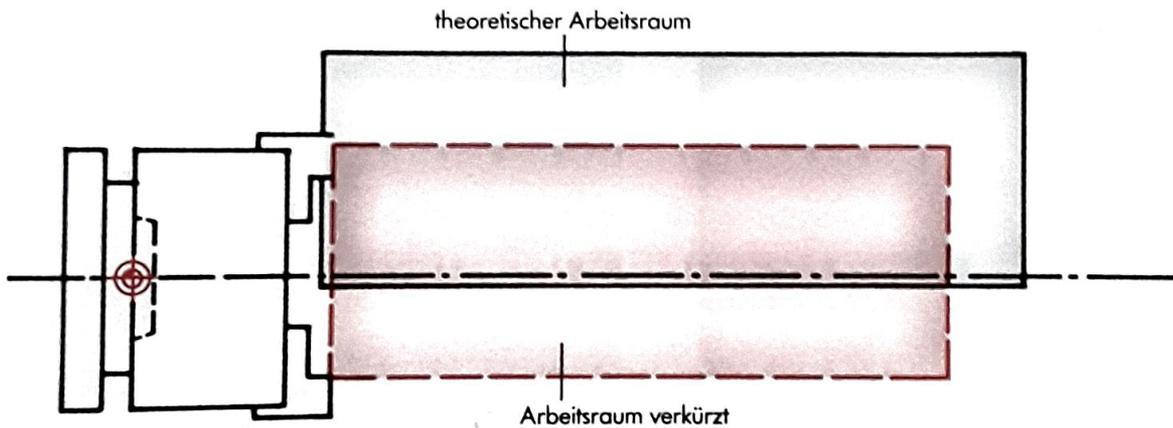


Bild b: **Veränderung des Bearbeitungsraumes durch das Spannmittel**

Achtung:

Die Abmessungen des Arbeitsraumes werden durch die darin vorhandenen Maschinenkomponenten (z. B. **Futter**, **Reitstock**, **Lünette** und **Steckschlitten**) eingeschränkt.

Wird dies beim Programmieren nicht genügend beachtet, kann es bei den Verfahrbewegungen des Revolvers zu **Kollisionen** kommen.

2.3 Schutzzonen im Arbeitsraum

Die TX8D Steuerung erlaubt die Festlegung von

Barrieren

Diese verhindern Kollisionen von Werkzeugen mit Futter und Reitstock.

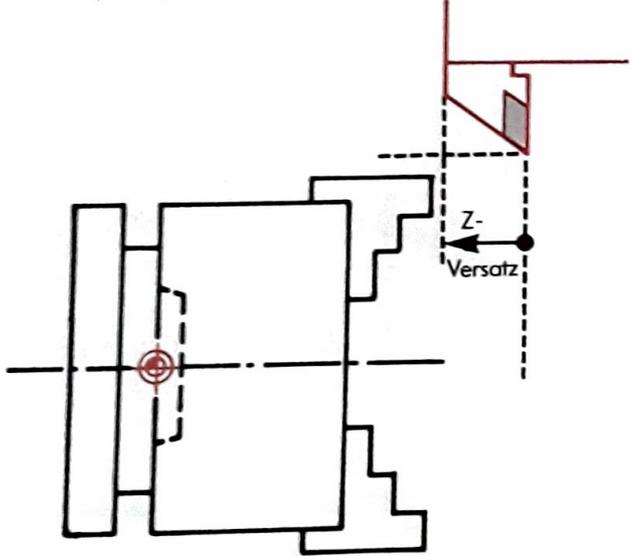
Das Festlegen der Barrieren erfolgt, indem jeweils bis zu 3 Barrierenpunkte im TEACH-IN ermittelt und im SET UP – Bild 4 abgespeichert werden (Bild b).

Durch sie wird die Form der Schutzzone bestimmt (Bild a). Hier kommt es in erster Linie darauf an, daß die Barriereneckpunkte #6 bis #11 mit den richtigen Werkzeugen (Bild a) im richtigen Abstand vom Spannmittel festgelegt werden, damit keine Beschädigungen und Kollisionen entstehen.

Achtung:

Die Barrieren beziehen sich nur auf die vermessene **Werkzeugspitze** des im Einsatz befindlichen Werkzeugs. Kollisionen mit herausragenden Teilen des Werkzeughalters werden dadurch nicht automatisch ausgeschlossen.

Ein evtl. erforderlicher Versatz der Barrieren kann über Barrieren Offset (SET UP – Bild 3) eingegeben werden (Bild c).



NOT-AUS-Endschalter (Bild d)

Um zu verhindern, daß der Kreuzschlitten in keiner Richtung aus dem Arbeitsraum herausfährt – und den Endanschlag der Kugelrollspindel erreicht – sind mechanische NOT-AUS-Endschalter montiert, durch die alle Antriebsmotoren sofort ausgeschaltet werden.

Nach dem Anfahren eines NOT-AUS-Endschalters kann der Kreuzschlitten weder mit dem elektronischen Handrad noch mit den Vorschubtasten bewegt werden. Er muß dann durch Drehen der Kugelrollspindel von Hand so weit vom Endschalter weggefahren werden, bis dieser wieder frei ist und die Achsmotoren gesteuert werden können.

Software-Endschalter (Bild d)

Dies sind keine mechanischen Schalter, sondern X- und Z-Endkoordinaten, die in der Steuerung gespeichert sind. Geht eine Verfahrenweisung im NC-Programm über diese Koordinaten hinaus, so führt die Steuerung diese Bewegung bis zum Erreichen der Software-Endlage aus. Die Maschine wird stillgesetzt und ein Alarm am Bildschirm angezeigt.

Die Software-Endschalter liegen vor dem NOT-AUS-Endschalter. Sie bilden eine weitere Absicherung, wobei der Kreuzschlitten nach Anfahren der Software-Endschalter noch mit Handrad und Vorschubtasten bewegt werden kann.

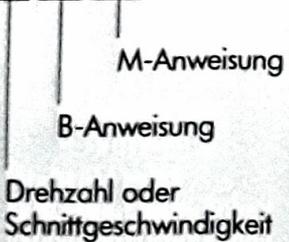
Achtung:

Software-Endschalter sind erst wirksam, nachdem der Referenzpunkt angefahren wurde.

Über die Anweisung G 65 und G 66 können die Barrieren im NC-Programm ein- und ausgeschaltet werden.

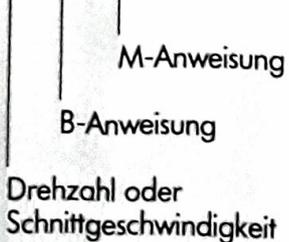
Barrieren AUS

G 65 S.. B.. M..



Barrieren EIN

G 66 S.. B.. M..



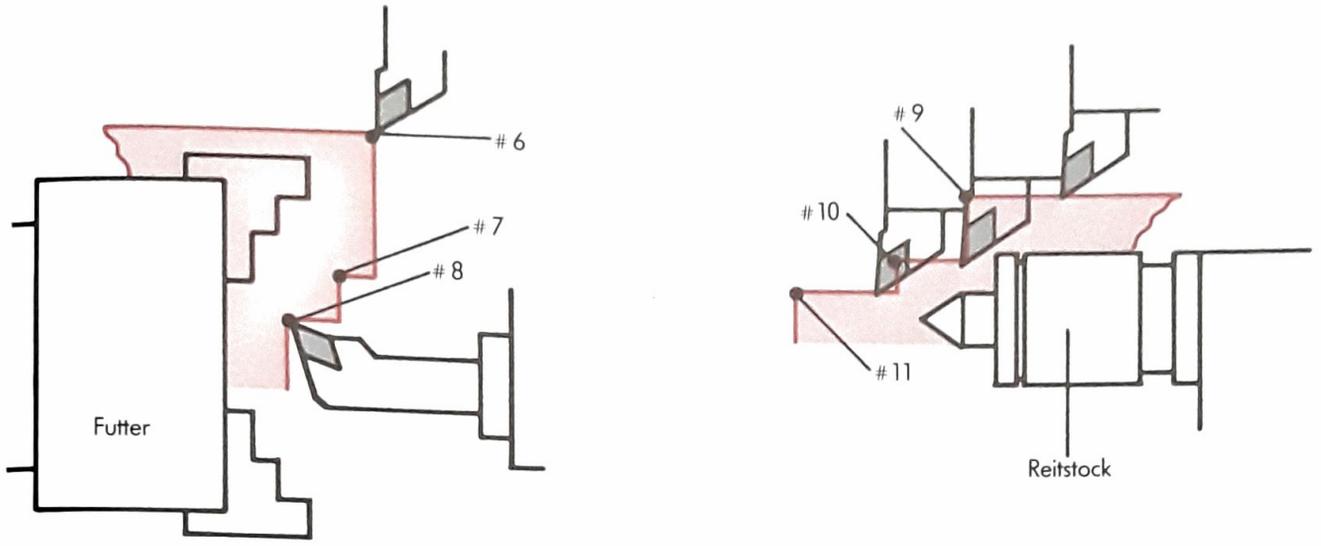


Bild a: Barrieren um Futter und Reitstock

```

(DATEN SETZEN)
T # X Z
** EINGABE KOORDINATENPUNKT WERTE **
(MERKZEUGWECHSELPUNKT X/Z)
#01 X 460. Z 585. (MC)
X 0.
Z 0.
(NULLP. OFFSET)
#02 X 0. Z 0. G54
#03 X 0. Z 0. G55
#04 X 0. Z 0. G56
#05 X 0. Z 0. G57
(BARRIEREN X/Z)
#06 X 0. Z 0.
#07 X 0. Z 0.
#08 X 0. Z 0.
#09 X 0. Z 0.
#10 X 0. Z 0.
#11 X 0. Z 0.
    
```

Bild b: SET UP Bild 4

```

(DATEN SETZEN) #1
# X+ X- Z+ Z-
** BARRIEREN OFFSET **
# 1 X+ 0. X 0. Z+ 0. Z 0.
# 2 X+ 0. X 0. Z+ 0. Z 0.
# 3 X+ 0. X 0. Z+ 0. Z 0.
# 4 X+ 0. X 0. Z+ 0. Z 0.
# 5 X+ 0. X 0. Z+ 0. Z 0.
# 6 X+ 0. X 0. Z+ 0. Z 0.
# 7 X+ 0. X 0. Z+ 0. Z 0.
# 8 X+ 0. X 0. Z+ 0. Z 0.
# 9 X+ 0. X 0. Z+ 0. Z 0.
#10 X+ 0. X 0. Z+ 0. Z 0.
#11 X+ 0. X 0. Z+ 0. Z 0.
#12 X+ 0. X 0. Z+ 0. Z 0.
#13 X+ 0. X 0. Z+ 0. Z 0.
#14 X+ 0. X 0. Z+ 0. Z 0.
#15 X+ 0. X 0. Z+ 0. Z 0.
#16 X+ 0. X 0. Z+ 0. Z 0.
    
```

Bild c: SET UP Bild 3

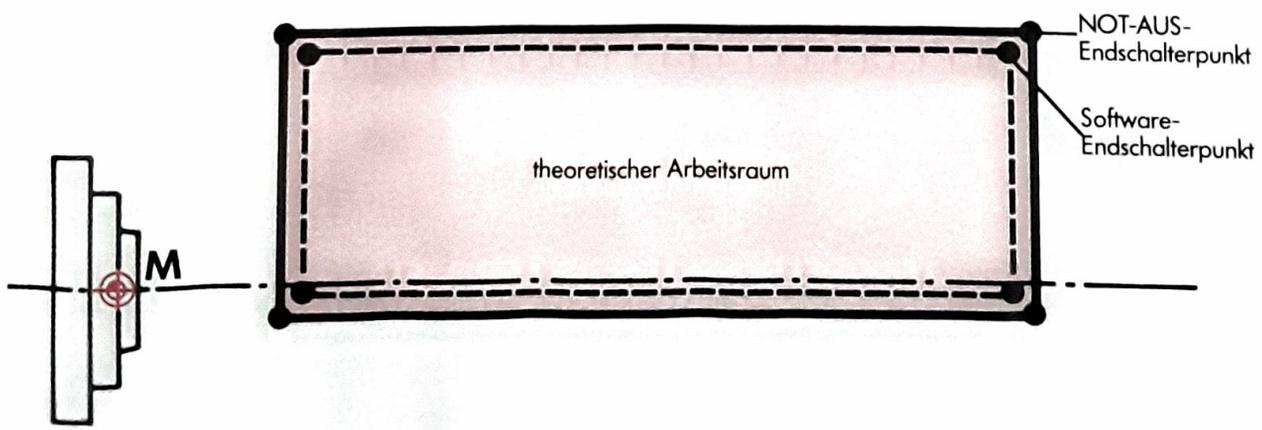


Bild d: Software-Endschalter und NOT-AUS-Endschalter

2.4 Achsen und Achsrichtungen

Achsen bei CNC-Drehmaschinen (Bild a und b)

X- und Z-Achse

Bei CNC-Drehmaschinen werden die Vorschubachsen X und Z durch den **Kreuzschlitten** gebildet.

Mit X bezeichnet man die Planachse. Die Angabe der **X-Werte** erfolgt im **Durchmessermaß**.

Mit Z bezeichnet man die Längsachse.

Achsrichtungen bei CNC-Drehmaschinen (Bild 1)

Der Werkstücknullpunkt „W“ legt das Werkstück-Koordinatensystem in bezug auf den Maschinennullpunkt fest. Die Position der Meißelspitze bestimmt die **Vorzeichen** von X und Z.

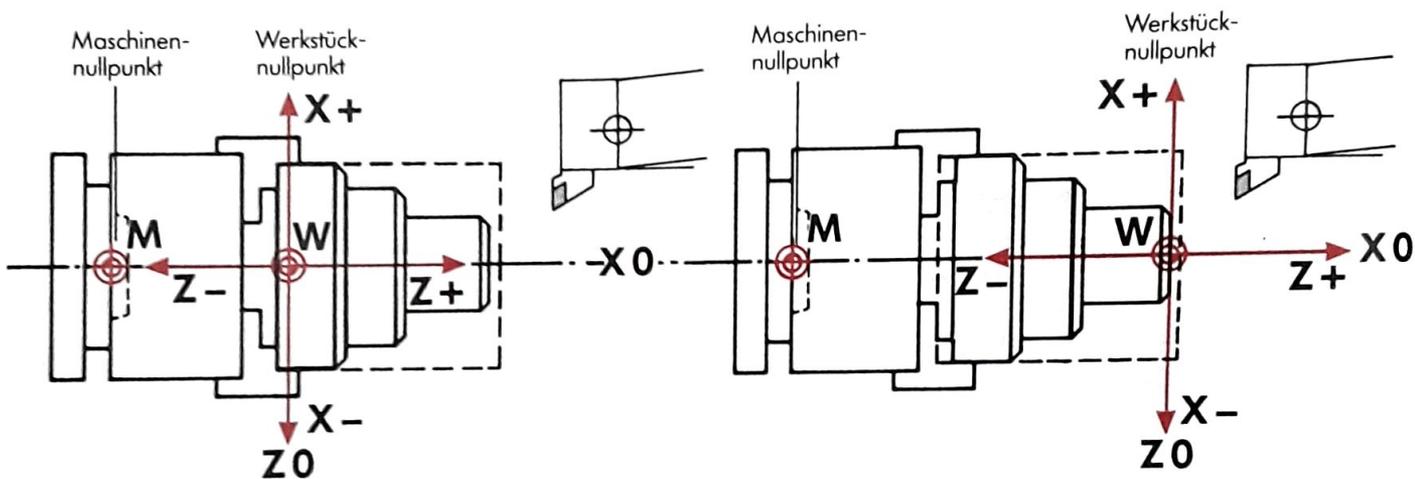


Bild 1: Lage der Achsen in X- und Z-Richtung

Weitere Achsen bei CNC-Drehmaschinen

C-Achse (Bild a und b)

Mit der C-Achse läßt sich der **Drehwinkel** um die Z-Achse programmieren

- zur lagerichtigen Positionierung der Arbeitsspindel
- zur Drehbewegung der Arbeitsspindel im Vorschub.

R-Achse (Bild a und b)

Mit der R-Achse läßt sich der **Reitstock** in seiner Verfahrbewegung parallel zur Z-Achse programmieren.

خدمات فنی مهندسی نظری

09125159577

www.iraniancnc.com

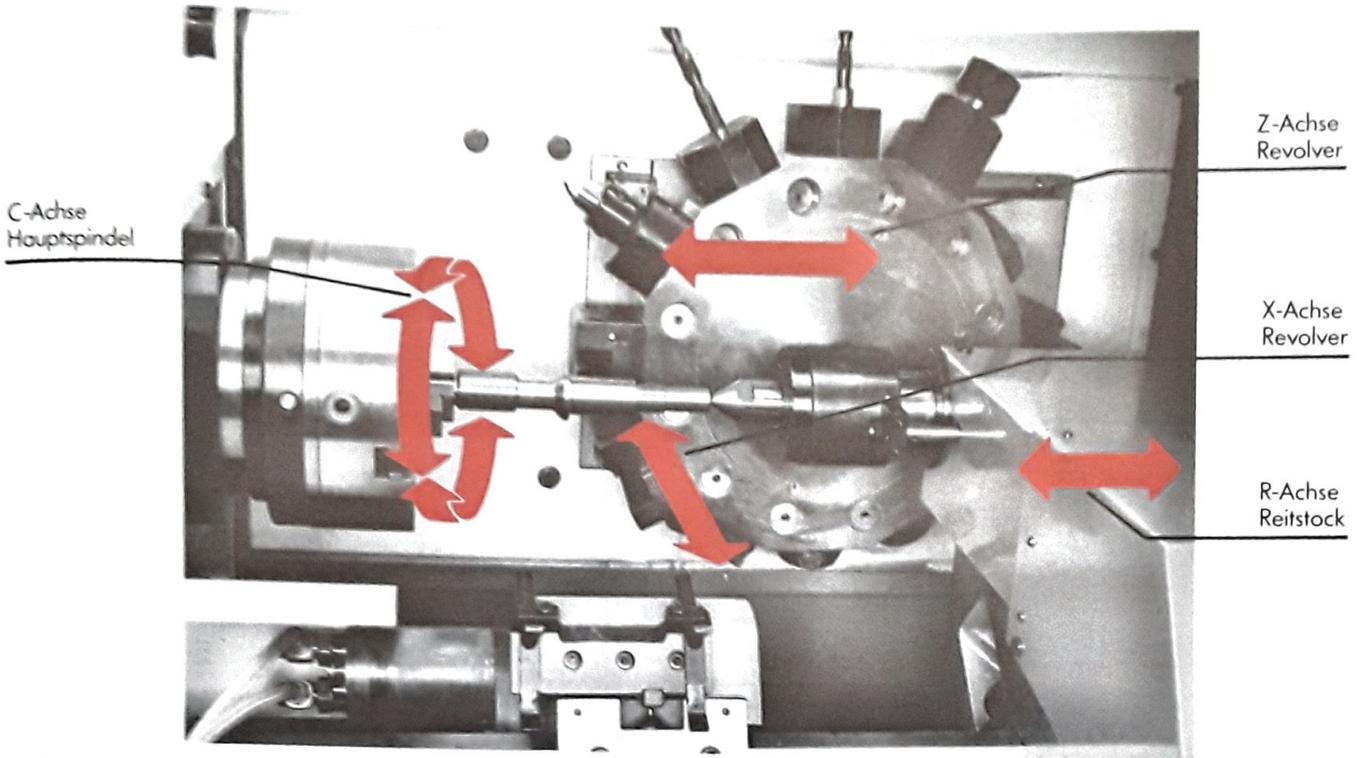


Bild a: 2-Achsen-Drehmaschine

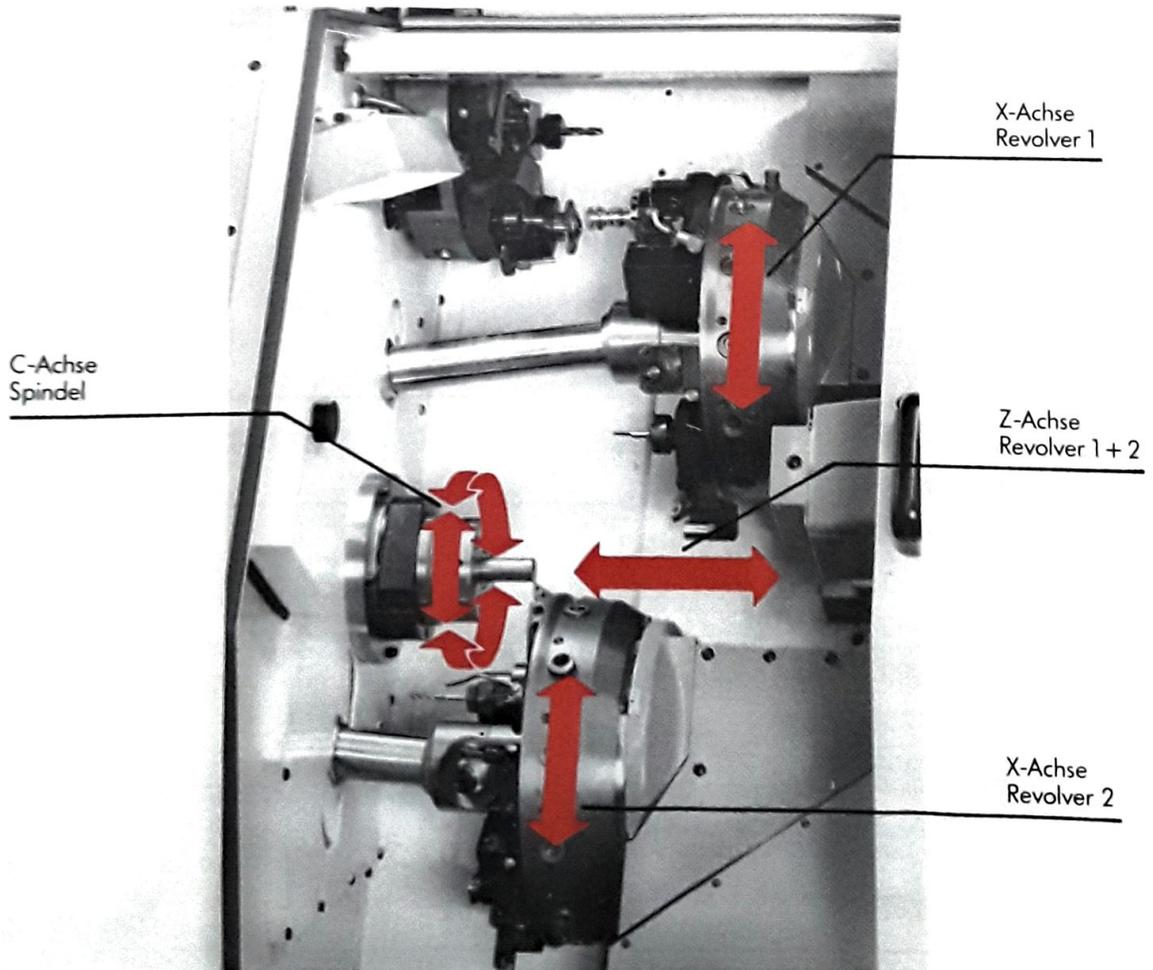
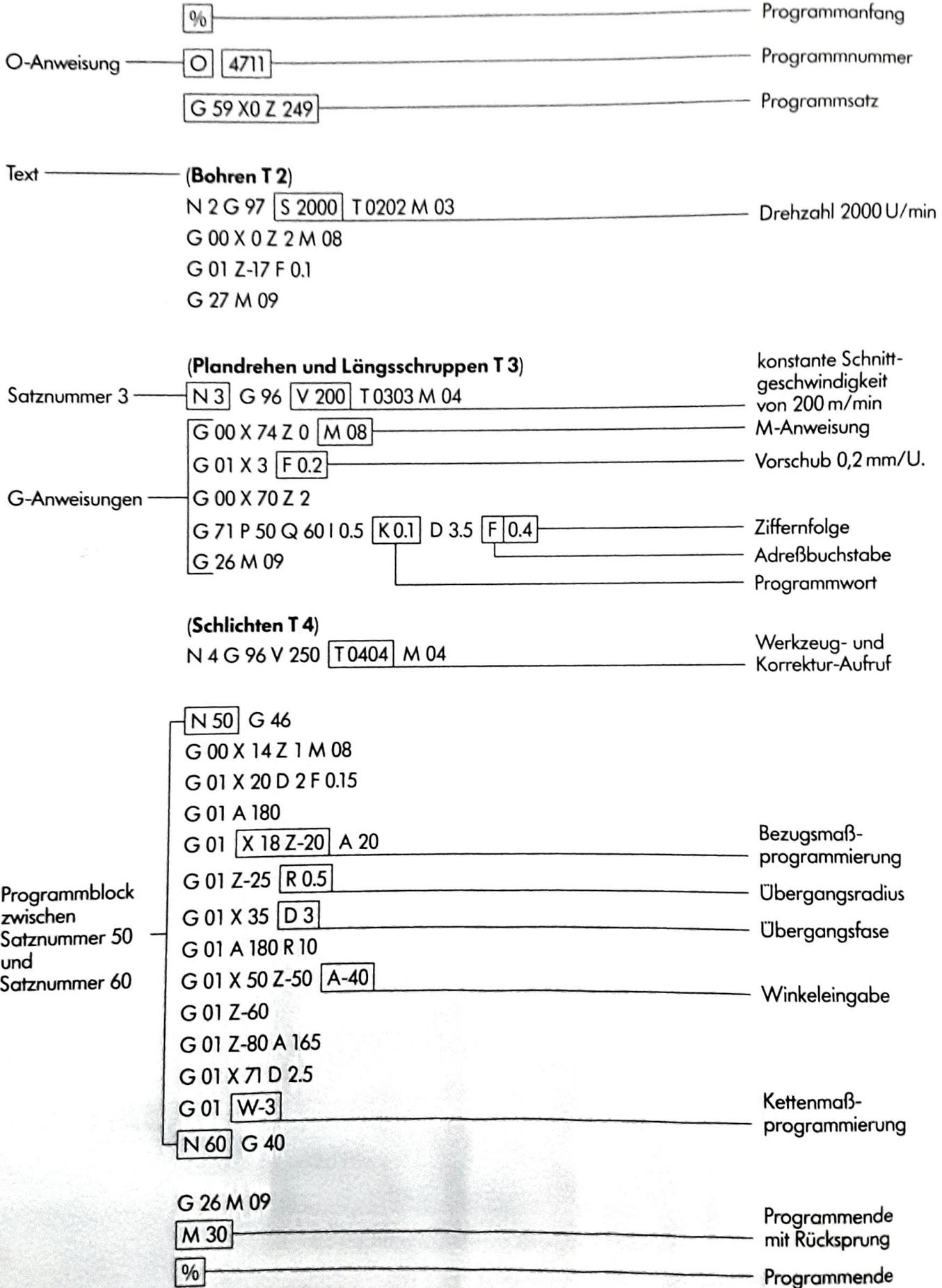
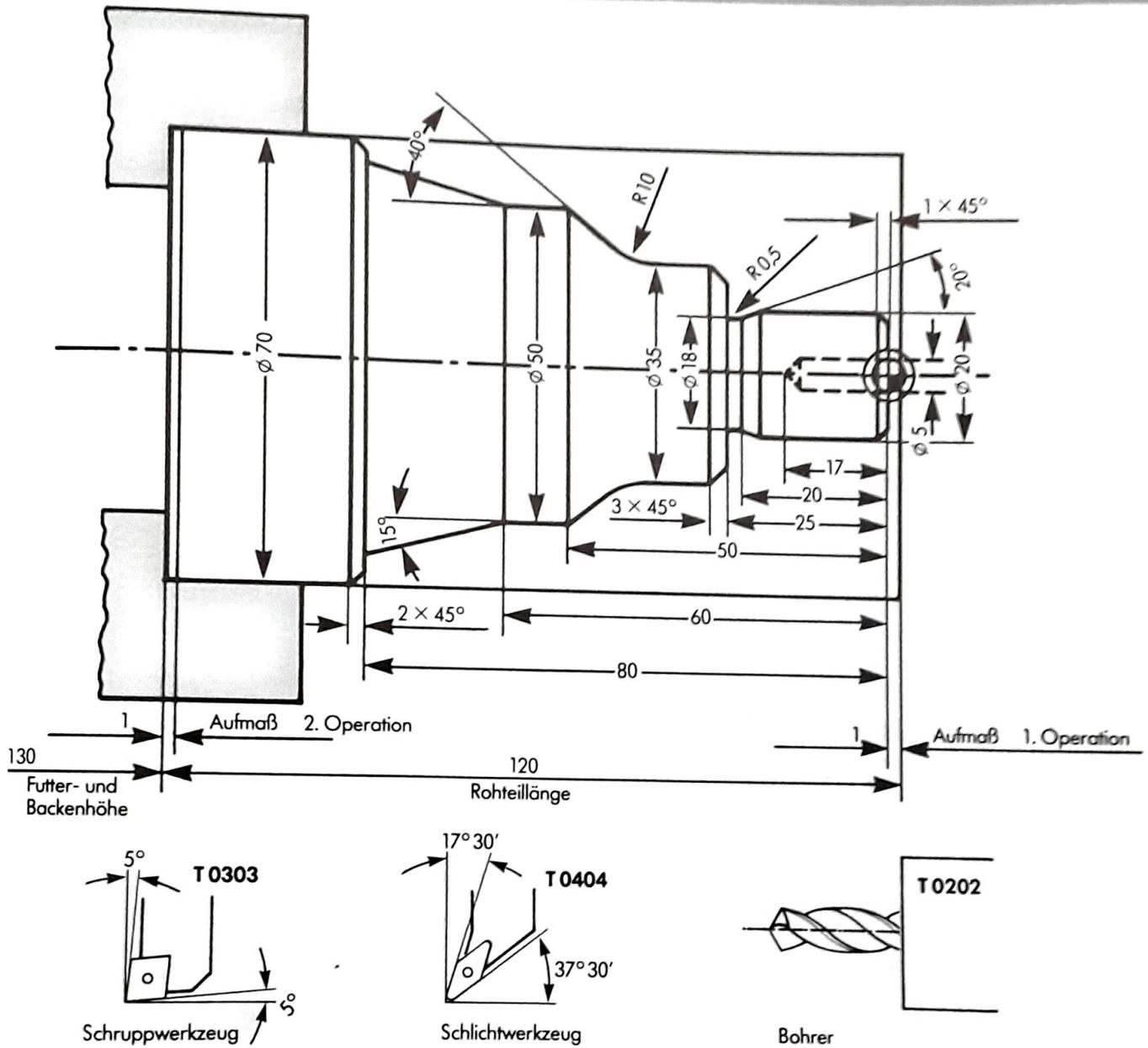


Bild b: 4-Achsen-Drehmaschine

2.5.1 Musterprogramm für TX8D





Erforderliche Daten zur Programmerstellung

1. Programmnummer 4711

2. Rohteil

Durchmesser: 70 mm
 Länge: 120 mm (inklusive 1 mm Aufmaß auf beiden Seiten)

3. Werkzeuge

Bohren: Revolverstation 2,
 Aufruf durch T 0202
 Schruppwerkzeug: Revolverstation 3,
 Aufruf durch T 0303
 Schlichtwerkzeug: Revolverstation 4,
 Aufruf durch T 0404

4. Spanungsdaten

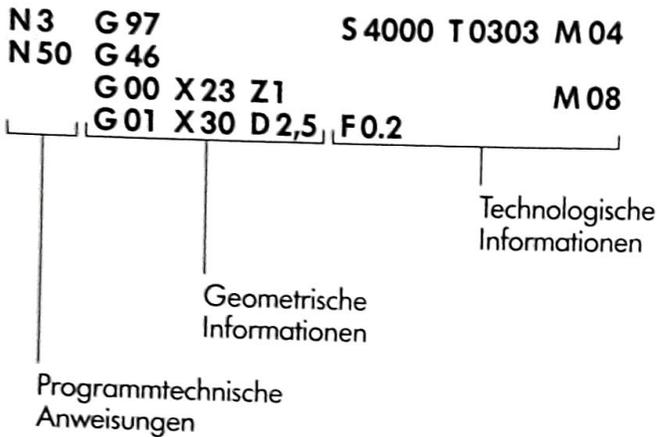
Bohren: Vorschub 0,1 mm/U.,
 Drehzahl 2000 U/min
 Plandrehen: Vorschub 0,2 mm/U.,
 konst. Schnittgeschwindigkeit 200 m/min
 Schruppen: Vorschub 0,4 mm/U.,
 konst. Schnittgeschwindigkeit 200 m/min
 Schlichten: Vorschub 0,15 mm/U.,
 konst. Schnittgeschwindigkeit 250 m/min

5. Werkstücknullpunkt G 59

Futter + Backenhöhe	130 mm
+ Rohteillänge	120 mm
- Aufmaß 1. Operation	1 mm
= Nullpunktverschiebung	249 mm

Der Programmaufbau der Steuerung TX 8 D ist an die DIN-Norm 66 025 angelehnt und hat folgende Struktur:

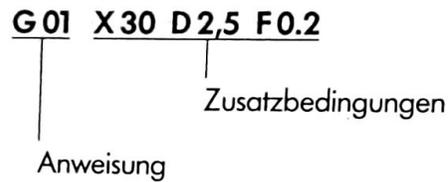
Gliederung eines TX 8 D Programmes



Programmsätze sind als **kleinste Arbeitsschritte** bei der Werkstückbearbeitung zu verstehen. Sie bestehen aus einer Anzahl von **Programmworten**, welche wiederum aus **Adreßbuchstaben** und **Ziffernfolgen** zusammengesetzt sind.

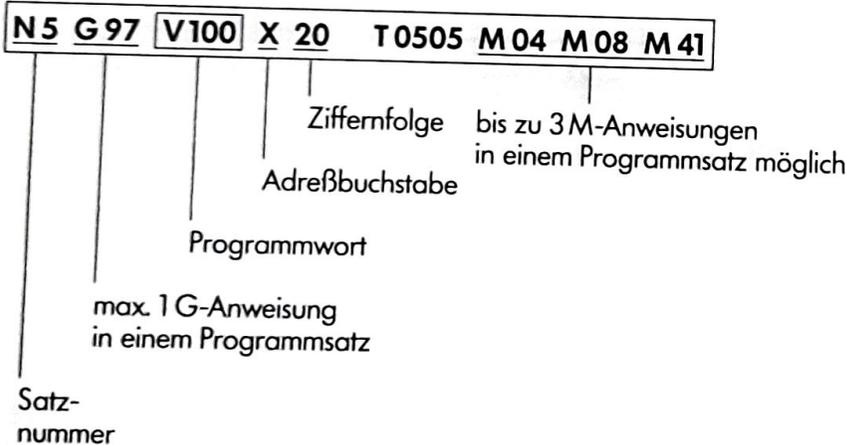
Programmworte innerhalb eines Programmsatzes stellen Anweisungen oder Zusatzbedingungen dar.

Programmsatz (mit 4 Programmworten)



Das Eingabeformat einer Steuerung legt fest, nach welchen Regeln Programmsätze im NC-Programm gebildet werden.

TX 8 D Programmsatz



Durch Anweisungen wie **G**- oder **M**-Anweisungen wird in der Maschine bzw. in der Steuerung eine Funktion ausgelöst. Mit **G**-Anweisungen (G 00 bis G 99) werden hauptsächlich Verfahrbewegungen der Werkzeuge gesteuert. Mit **M**-Anweisungen (M 00 bis M 99) werden Hilfsfunktionen wie Kühlmittel Ein – Aus (M 08 bis M 09) gesteuert.

Durch Zusatzbedingungen werden die Anweisungen genauer beschrieben, z. B. durch **X** und **Z** die Koordinatenangaben, **V** die Schnittgeschwindigkeit, **S** die Drehzahl, **F** der Vorschub.

Anmerkung: Bei den **G**-Anweisungen ist eine gewisse Zahl **selbsthaltend** (siehe S. 43), d. h. daß diese Anweisungen in allen nachfolgenden Programmsätzen anstehen, bis sie durch eine gegenteilige Anweisung aufgehoben werden.

- Programmsätze können durch **Satznummern** gekennzeichnet werden. Sie werden durch **N-Anweisungen** den Programmsätzen vorangestellt.

Im wesentlichen erfüllen sie **zwei Funktionen**:

1. Kennzeichnung des Werkzeugaufrufes

T-Anweisungen sollte man grundsätzlich Satznummern voranstellen, damit man später bei der Drehbearbeitung, z. B. nach einem Werkzeugbruch, wieder in das Programm einsteigen kann.

2. Kennzeichnung von Programmblöcken

- Die Steuerung arbeitet das Programm in der Reihenfolge der Programmsatzeingabe ab. Dabei hat die Satznummer keinen Einfluß auf die Reihenfolge der Abarbeitung.

Seite		
68	G 00*	Gerade im Eilgang
70	<u>G 01*</u>	Gerade im Vorschub
80	G 02	Kreisbogen im Uhrzeigersinn
81	G 03	Kreisbogen im Gegenuhrzeigersinn
91	G 04	Verweilzeit
73	G 09	Gerade im Vorschub (Genauhalt)
202	<u>G 10</u>	Fräsfunktion AUS
202	<u>G 11</u>	Fräsfunktion EIN
	<u>G 14</u>	Synchronisierter Schnitt AUS
	<u>G 15</u>	Synchronisierter Schnitt EIN (G 70, G 71, G 72, G 73)
204	G 16	Fräsebene Mantelfläche
208	G 17	Fräsebene Stirnfläche/Querschnitt
212	G 19	Fräsebene Längsschnitt/Sehnenfläche
	G 20	Anwahl Inch-Programmierung
	<u>G 21</u>	Anwahl mm-Programmierung
156	G 22	Unterprogrammaufruf
92	G 24 – 27	Werkzeugwechsellpunkt anfahren
94	G 28/30	Referenzpunkt anfahren
142	G 33*	Gewindeschneiden im Einzelsatz
142	G 34	Gewindeschneiden im Einzelsatz (variable Steigung)
	<u>G 36</u>	Programmspeicher öffnen
	G 37	Werkzeugspeicher öffnen
	G 38	Parameterspeicher öffnen
104	G 40	Schneidenradiuskompensation AUS
214	G 41	Fräserradiuskompensation EIN
214	G 42	Fräserradiuskompensation EIN
101	G 46	Schneidenradiuskompensation EIN
94	G 53	Gerade im Eilgang bez. auf Maschinennullpunkt
54	<u>G 54 – 57</u>	Nullpunktverschiebung
54	G 59	Nullpunktverschiebung additiv
34	G 65	Barrierenpunkte ausschalten
34	<u>G 66</u>	Barrierenpunkte einschalten

Seite		
110	G 70	Schruppsyklus für Werkzeug mit negativem Anstellwinkel
114	G 71	Schruppsyklus längs
118	G 72	Schruppsyklus plan
122	G 73	Schruppsyklus konturparallel
126	G 74	Schruppsyklus mit unterbrochenem Schnitt längs
128	G 75	Schruppsyklus mit unterbrochenem Schnitt plan
144	G 76	Gewindeschneidzyklus längs
130	G 77	Fasenzklus längs
150	G 78	Gewindeschneidzyklus (Sondergewinde)
130	G 79	Fasenzklus plan
131	G 81	Wiederholzyklus (G 77, G 78, G 79)
152	G 82	Gewindeschneidzyklus (Gewindebohrer, Schneideisen)
134	G 83	Tiefbohrzyklus 1
136	G 84	Tiefbohrzyklus 2
148	G 86	Gewindeschneidzyklus plan
115	G 88	Fallende Kontur EIN (G 71, G 72, G 73)
115	G 89	G 88-Funktion AUS
202	G 90	Absolut-Programmieren C/R-Achse
202	G 91	Inkremental-Programmieren C/R-Achse
62	G 92	Drehzahlbegrenzung
60	G 94	Vorschub in mm/min
60	G 95	Vorschub in mm/U
62	G 96	Konstante Schnittgeschwindigkeit
62	G 97	Drehzahl
	G 98	Vorschubkorrektur EIN
	G 99	Vorschubkorrektur AUS

Anmerkung:

- Die mit * gekennzeichneten Anweisungen sind selbsthaltend.
- Die unterstrichenen Anweisungen sind Einschaltbedingungen.

Die **TRAUB TX 8 D** Steuerung enthält außer den G-, N- und T-Anweisungen noch folgende Arten von Anweisungen:

O-Anweisungen

Durch O-Anweisungen werden Hauptprogramme und Unterprogramme mit Nummern versehen, unter denen die Programme dann im Speicher der Steuerung abgelegt werden können.

M-Anweisungen

Durch M-Anweisungen werden an der CNC-Drehmaschine über die Steuerung Schaltfunktionen aufgerufen.

B-Anweisungen

sind **TRAUB-spezifisch** und werden zum Programmieren von besonderen Maschinenfunktionen und speziellen Zusatzeinrichtungen verwendet, z. B.:

- Werkzeugüberwachung
- Handhabungssystem FHS
- Stangenlademagazin DN

Anmerkung: Werden M- bzw. B-Anweisungen in einem Programmsatz mit G-Anweisungen programmiert, so werden sie bei der Bearbeitung parallel ausgeführt. Um sicherzustellen, daß eine M- bzw. B-Anweisung vor der G-Anweisung vollständig ausgeführt ist, muß sie im vorhergehenden Programmsatz programmiert werden.

Durch die O-Anweisung wird eine **Programm-Nr.** vergeben. Die Programm-Nr. steht immer am Anfang des Programmes und bildet den ersten Programmsatz.

O

Programm-Nr. → 4 Dekaden

Als **Programm-Nr.** können die Zahlen von **1 bis 9999** vergeben werden.

Dabei unterscheidet man Programm-Nr. für:

- **Hauptprogramme:** 1 bis 7999
- **Unterprogramme:** 8000 bis 8999
- **TRAUB Unterprogramme:** 9000 bis 9999
- **Macro Programme:** 9800 bis 9899

Durch ein **Hauptprogramm** wird ein Werkstückprogramm aufgerufen und vollständig abgearbeitet.

Beispiel: %

- O 4711 → Programmanfang
- G 59 X 0 Z 210
- G 96 V 200 T 202 M 4
-
-
-
-
- M 30 → Programmende
- %

Anmerkung zu %: Bei **ISO-Code** muß in Verbindung mit externer Programmierung am **Programmmanfang** und am **Programmende** ein **%-Zeichen** stehen.

Durch das %-Zeichen wird beim Einlesen des Programmes, z. B. über Lochstreifen oder DNC, der Datenspeicher geöffnet und am Schluß wieder geschlossen.

خدمات فنی مهندسی نظری

09125159577

www.iraniancnc.com

Unterprogramme sind Programmteile (z. B. Einstiche), die im Hauptprogramm aufgerufen werden können. Solche Bearbeitungsabschnitte kann man separat als Unterprogramme programmieren und im Hauptprogramm an der entsprechenden Stelle aufrufen (siehe Unterprogrammtechnik S. 155).

Beispiel:
Hauptprogramm mit eingefügtem Unterprogramm

Hauptprogramm

```

%
O 4711
G 59 X 0 Z 210
G 96 V 200 T 0202 M 4
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
M 30
%
```

Hauptprogramm Anfang

Hauptprogramm Ende

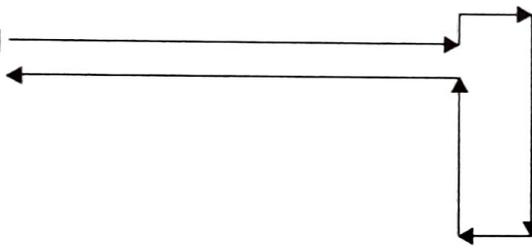
Unterprogramm (UP)

```

%
O 8001
G 00 X... Z...
G 01 X...
.
.
.
.
.
.
M 99
%
```

UP-Anfang

UP-Ende



Durch einen **Macro-Aufruf** im Hauptprogramm wird mit **G 201 bis G 299** das zugehörige Unterprogramm 9801 bis 9899 aufgerufen (siehe Macro S. 161).

Beispiel:
Hauptprogramm mit eingefügtem Macro-Aufruf

Hauptprogramm

```

%
O 4711
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
M 30
%
```

Hauptprogramm Anfang

Hauptprogramm Ende

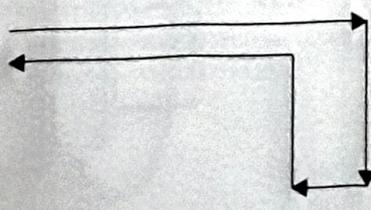
Unterprogramm (UP)

```

%
O 9801
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
M 99
%
```

UP-Anfang

UP-Ende



Programmiertechnik

- M 00 Programmierter Halt
- M 01 Wahlweiser Halt (wenn Taste M 01 gedrückt)
- M 30 Programmende mit Rücksprung
- M 99 Unterprogrammende
- M 31 Ausblendsätze ausschalten
- M 35 Gewindeauslauf kegelig EIN (G 76, G 78, G 86)
- M 36 M 35-Funktion AUS
- M 32 Spiegelfunktion EIN (Nachbearbeitungsstation)
- M 33 M 32-Funktion AUS
- M 48 Override für Vorschub und Drehzahl wirksam
- M 49 Override für Vorschub und Drehzahl unwirksam

Spindel

- M 03 Spindel im Uhrzeigersinn
- M 04 Spindel im Gegenuhrzeigersinn
- M 05 Spindel Stop
- M 17 C-Achse Kupplung EIN
- M 18 C-Achse Kupplung AUS
- M 19 Haltebremse EIN
- M 70 Haltebremse AUS
- M 73 Dämpfungsbremse EIN
- M 74 Dämpfungsbremse AUS
- M 19 Hauptspindel verriegeln (mech. Positioniereinrichtung)
- M 40 Getriebestufe 1
- M 41 Getriebestufe 2
- M 42 Getriebestufe 3
- M 43 Getriebestufe 4

Rotierende Werkzeuge

- M 21 Servomotor rot. Antriebe S 3 EIN
- M 22 Servomotor rot. Antriebe S 1/S 2 EIN
- M 23 Rot. Antrieb im Uhrzeigersinn
- M 24 Rot. Antrieb im Gegenuhrzeigersinn
- M 25 Servomotor S 1/S 2/S 3 AUS
- M 37 Rot. Antrieb mech. Übersetzung 1:1
- M 38 Rot. Antrieb mech. Übersetzung 2:1
- M 39 Rot. Antrieb mech. Übersetzung AUS

Futter

- M 10 Werkstück spannen 
- M 11 Werkstück lösen 
- M 77 Spannung auf bei rot. Hauptspindel
- M 78 M 77-Funktion AUS
- M 97 Schwenkfutter schwenken
- M 60 Stangenwechsel
- M 61 Stangenwechsel Profilmaterial

Kühlmittel

- M 07 Kühlmittel EIN Hochdruck
- M 08 Kühlmittel EIN
- M 09 Kühlmittel AUS
- M 50 Spüleinrichtung EIN (nur FHS, ausschalten mit M 09)
- M 54 Kühlmittel Nachbearbeitungsstation EIN
(in Verbindung mit M 07/M 08)
- M 55 Kühlmittel Nachbearbeitungsstation AUS

Reitstock

- M 26 Reitstock zur Spindelmitte
Reitstock klemmen und entkoppeln (TNA)
- M 27 Reitstock zurück
Reitstock lösen und koppeln (TNA)
- M 28 Pinole vor
- M 29 Pinole zurück

Gegenspindel (je nach Ausbau)

- M 62 Sollwert (Drehzahl) von Hauptspindel
Haltebremse Gegenspindel EIN
Greifeinrichtung schließen
- M 63 Sollwert rücksetzen
Haltebremse Gegenspindel lösen
Greifeinrichtung öffnen
- M 64 Rollkopf rechts
- M 65 Rollkopf links
- M 66 Greifeinrichtung schließen (Zwischenstellung)
Gegenspindel Spannzange schließen
- M 67 Greifeinrichtung öffnen (Zwischenstellung)
Gegenspindel Spannzange öffnen

Teilentnahmeeinrichtung

- M 94 vor
- M 95 zurück (TNS 42/60 ausschwenken zurück)
- M 96 zurück Zwischenposition
(TNS 42/60 zurück ausschwenken)

Stechschlitten

- M 68 Stechschlitten Programm 1
- M 69 Stechschlitten Programm 2
- M 90 NC-Programm nach Zyklusende weiter in Verbindung mit
M 68/M 69
- M 91 NC-Programm nach Erreichen der vorderen
Endlage weiter

Lünette

- M 80 Lünette 1 spannen
- M 81 Lünette 1 lösen
- M 82 Lünette 2 spannen
- M 83 Lünette 2 lösen
- M 84 Lünettenschlitten vor
- M 85 Lünettenschlitten zurück

Ersatzwerkzeuge

- M 06 Ersatzwerkzeug folgt
- M 13 Letztes Ersatzwerkzeug

R-Achse

- M 71 Reitstock lösen
- M 72 Reitstock klemmen

Späneförderer

- M 92 Einschalten
- M 93 Ausschalten

Werkzeugüberwachung

- M 14 Ausblenden N-Soll N-Ist
- M 15 Ausblenden Werkzeugwechselsignal
- M 16 Rücksetzen M 15
- M 46 System Reset
- M 56 Verschleißüberwachung EIN
- M 57 Tool-Life-Time löschen
- M 58 Werkzeugüberwachung AUS
- M 59 Werkzeugüberwachung EIN

خدمات فنی مهندسی نظری

09125159577

www.iraniancnc.com

Durch M-Anweisungen werden an der CNC-Drehmaschine bzw. Steuerung die unterschiedlichsten **Funktionen und Befehle ein- bzw. ausgeschaltet.**

Anmerkungen zu den Anweisungen **M 00** bis **M 99**

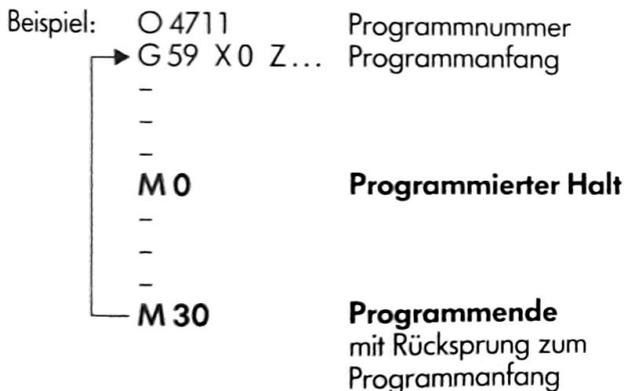
- Eine M-Anweisung kann als **eigenständiger Programmsatz** gebildet werden, **oder** zusammen mit **G- und/oder T-Anweisungen** vorkommen.
- In einem Programmsatz können bis zu **3 M-Anweisungen** programmiert werden. Sie werden immer mit dem programmierten Satz abgefahren.

Beispiele: G 96 V 200 T 0303 **M 04** **M 08** **M 41**
G 00 X 20 Z 5

-
-
-

Handwritten note: M 30

- **M 00** oder **M 01** unterbrechen das Programm, z.B. für Bearbeitung zweite Seite oder Qualitätskontrolle.
- **M 30** zeigt das **Ende eines Hauptprogrammes** an. Die Steuerung erkennt, daß es sich um den letzten Programmsatz handelt und springt an den Programmanfang zurück.



- **M 99** zeigt das **Ende eines Unterprogrammes** an. Die Steuerung erkennt, daß es sich um den letzten Satz im Unterprogramm handelt und springt in das Hauptprogramm zurück (siehe Unterprogrammtechnik S. 156).

- Programmsatz mit G- und T-Anweisung
- Programmsatz mit G-Anweisung

- Programmsatz nur mit M-Anweisung

Achtung:

- Folgende **M-Anweisungen** müssen **als separate** Programmsätze geschrieben werden
M 00 – M 01 – M 30 – M 99
M 10 – M 11 – M 17 – M 18
- Folgende **M-Anweisungen beinhalten** M 05 und M 09
M 00 – M 01
M 30 (außer beim Automatikdurchlauf)
- **M 06-** und **M 13-**Aufruf muß **zusammen mit einem T-Aufruf** erfolgen.
- **Vor M 17** muß M 05 programmiert sein oder bereits anstehen (siehe C-Achse).

Drehrichtung der Arbeitsspindel

M 03 Uhrzeigersinn – **M 04** Gegenuhrzeigersinn und

Drehrichtung der rotierenden Werkzeuge

M 23 Uhrzeigersinn – **M 24** Gegenuhrzeigersinn werden immer vom Antrieb aus festgelegt.

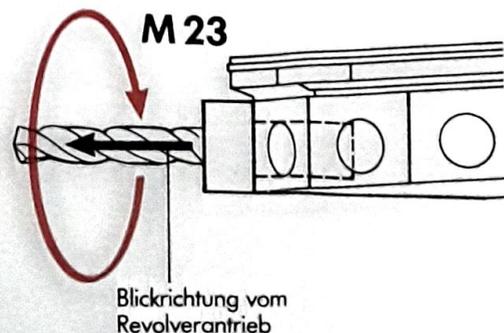
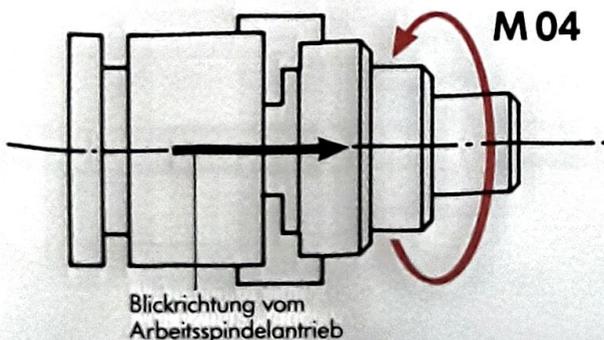
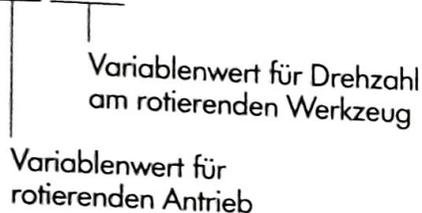


Bild: Arbeitsspindel im Linkslauf M 4 – Bohrwerkzeug im Rechtslauf M 23

B 00	nicht verfügbar	
B 01	frei	
B 02	Werkzeug- überwachung	siehe Programmieranleitung für Werkzeugüberwachung
B 03	FHS 1	siehe Programmieranleitung FHS 1
x B 04	DN-Lademagazin	B 044000 - B 044499 Teilelänge von 0 - 499 mm
x B 05	DN-Lademagazin	B 055000 - B 055499 Nachschiebelänge bei Mehrfachvorschieben von 0 - 499 mm B 055500 - B 055899 Abstechposition von 0 - 399 mm B 055900 - B 055999 Mindestspannlänge von 0 - 99 mm
x B 06	Rotierender Antrieb	B 060000 - B 065000 Drehzahl am rotierenden Werkzeug von 0 - 5000 U/min
B 07	Spindelpositionierung	B 070000 - B 070360 absolut von 0 - 360 Grad B 070000 - B 070072 absolut von 0 - 72 Zähne B 074000 - B 074360 inkremental von 0 - 360 Grad B 074000 - B 074072 inkremental von 0 - 72 Zähne
B 08	programmierbarer Spanndruck	B 080000 - B 080008
B 09	Werkzeigtabelle	B 090000 Anfang B 090001 Ende
B 10	Abstechschlitten	B 101000 - B 101999 Schnittgeschwindigkeit von 0 - 999 m/min B 102000 - B 102099 Abstech- \varnothing von 0 - 99 mm B 103000 - B 103999 Vorschubgeschwindigkeit von 0 - 999 mm/min B 104000 - B 104999 Drehzahlbegrenzung von 0 - 999 U/min \times 10

B-Anweisungen enthalten **6stellige** variable Zahlenangaben, wobei mit den letzten **4 Stellen** der Variablenwert für die jeweilige **Maschinenfunktion** festgelegt wird.

Beispiel: **B 06 3500**



Die Anweisungen wie

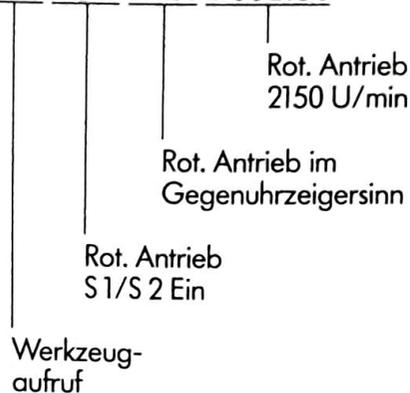
- B 02.... für Werkzeugüberwachung (Promess)
- B 03.... für das Flexible Handhabungssystem FHS
- B 04.... für das Stangenlademagazin DN
- B 05.... für das Stangenlademagazin DN
- B 09 für Werkzeugtabelle
- B 10 für Abstechschlitten

sind sehr speziell und werden in den jeweiligen Programmieranleitungen behandelt.

Mit B 06 Rotierender Antrieb wird die Drehzahl für das rotierende Werkzeug in U/min festgelegt.

Vor bzw. mit B 06 muß der rotierende Antrieb eingeschaltet (M 21/M 22) und die Drehrichtung festgelegt werden (M 23/M 24).

Beispiel: **T 101 M 22 M 24 B 062150**



Mit B 07.... kann man die **Arbeitsspindel** auf zwei verschiedene Arten **positionieren**:

1. über die Spindelpositionierung mit mechanischer Verriegelung
2. über die elektrische Spindelpositionierung (ohne Verriegelung) (siehe Spindelpositionierung S. 168)

Steht am Anfang eines Programmsatzes ein **Schrägstrich**, so handelt es sich um einen **Ausblendsatz**

z. B. /G 01 Z-106 F 0,2

Die Einsatzmöglichkeiten von Ausblendsätzen sind vielfältig. Sie werden immer dann programmiert, wenn bestimmte Bearbeitungsabschnitte nur nach Bedarf ausgeführt werden sollen.

- Meßschleife
- Bearbeitung von Einstichen, Querbohrungen etc., die nur von Fall zu Fall bearbeitet werden sollen.
- Bei Stangenbearbeitung, plandrehen des Stangenanfangs.

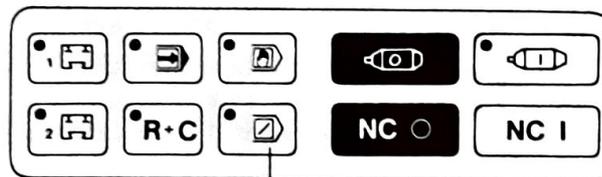
Die programmierten Ausblendsätze sind im Programm abgelegt.

Eine Abarbeitung erfolgt erst, wenn an der Maschinenbedientafel die Taste für Ausblendsätze gedrückt wurde.

Eine **Ausnahme** bildet der **automatische Stangenwechsel beim Stangenlademagazin Typ DN**. Hier wird für die Durchführung des Stangenwechsels bei aufgearbeiteter Werkstoffstange ein Endschalter betätigt, der durch interne Schaltimpulse die Ausblendsätze zum Plandrehen des Stangenanfangs aktiviert.

Über die **M 31-Anweisung** werden die Ausblendsätze nach dem Plandrehen wieder ausgeschaltet.

Achtung: In Verbindung mit dem Stangenlademagazin können in dem Programm **keine** weiteren Ausblendsätze geschrieben werden.



Ausblendsätze ein

Beispiel:

Meßschleife zum Drehen der Passung $\varnothing 28,02$ mm.

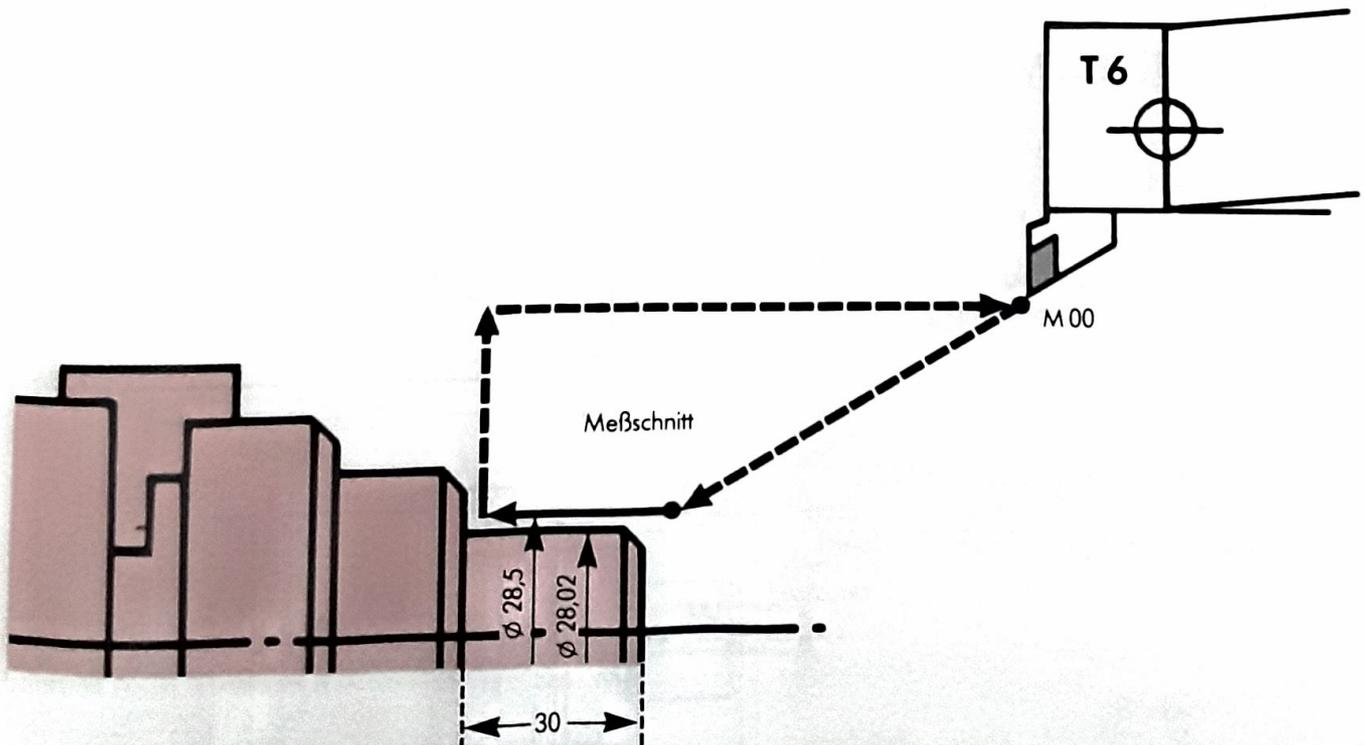
Während der Serienfertigung wird das Schlichtwerkzeug zum Drehen der Passung $\varnothing 28,02$ mm nach Verschleiß der Schneide durch ein Ersatzwerkzeug ausgetauscht.

Um sicherzustellen, daß das neu vermessene Schlichtwerkzeug innerhalb der Toleranz dreht, wird der Passungsdurchmesser zunächst mit Aufmaß gedreht. Nach dem Anfahren einer Halteposition wird dann die Soll-/Ist-Abweichung gemessen und als Feinkorrektur in die Steuerung eingegeben.

```

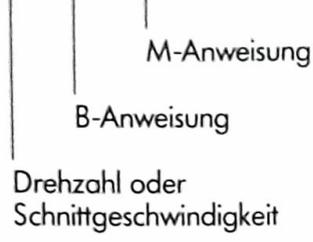
•
•
•
N6 G96 V250 T0606 M04 Aufruf Schlichtwerkzeug
/G00 X28,5 Z1 M08
/G01 Z-30 F0,15 Meßschnitt
/G01 X42
/G26
/M00 Halt zur Maßkontrolle
/T0606
G00 X28,02 Z1 M08
G01 Z-30 F0,15 Passung  $\varnothing 28,02$  drehen
    
```

Diese Programmsätze werden nur abgearbeitet, wenn sie durch Drücken der Taste – Ausblendsätze ein – aktiviert wurden.



2.8 Werkstücknullpunkt G 54 – G 57, G 59

G 54 – G 57 S.. B.. M..



Es können **bis zu 4** verschiedene **Werkstücknullpunkte** gespeichert werden (Bild 1). Aufgerufen werden die Werkstücknullpunkte im Programm wahlweise durch G 54 bis G 57.

Der Werkstücknullpunkt wird durch **TEACH-IN** ermittelt und im SET UP-Bild 4 unter # 2 bis # 5 abgespeichert.

Achtung: Die **Anweisung G 54** nimmt eine **Sonderstellung** ein.
G 54 ist automatisch wirksam (Einschaltbedingung).

Erfolgt im Programm eine der Anweisungen G 54 – G 57, so beziehen sich alle nachfolgenden Verfahrene auf den damit aufgerufenen Werkstücknullpunkt.

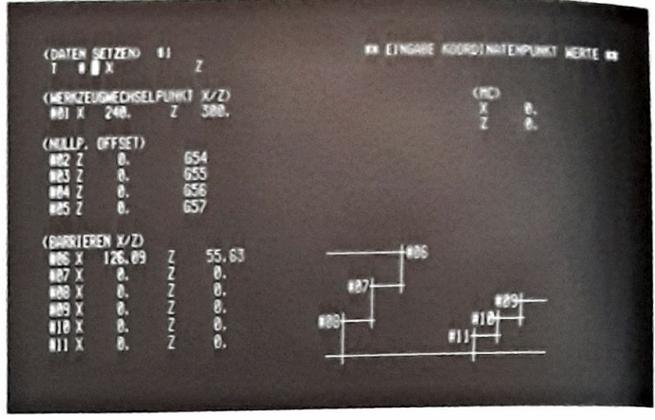
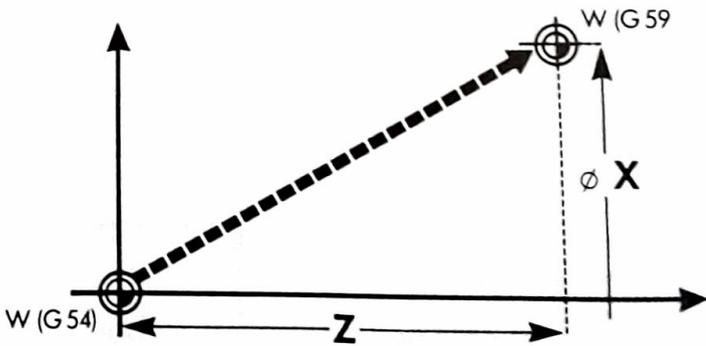
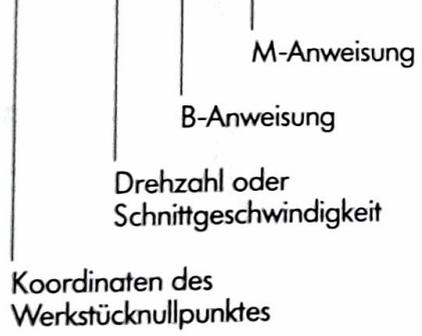
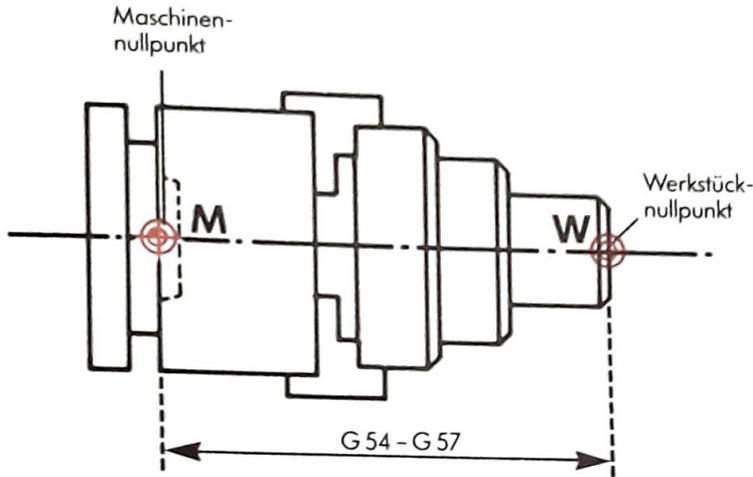


Bild 1: SET UP-Bild 4

G 59 X.. Z.. S.. B.. M..

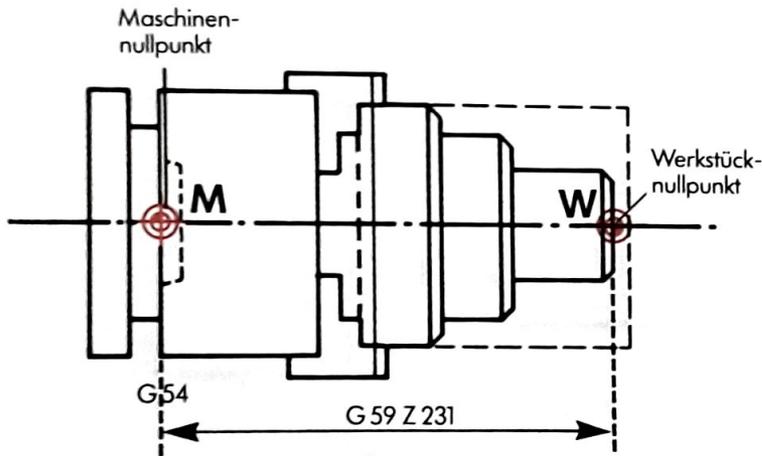


Die G 59-Nullpunktverschiebung wirkt additiv, d. h. der Wert aus G 59 X.. Z.. wird zur anstehenden Nullpunktverschiebung (G 54 – G 57) addiert (Bild b und c).



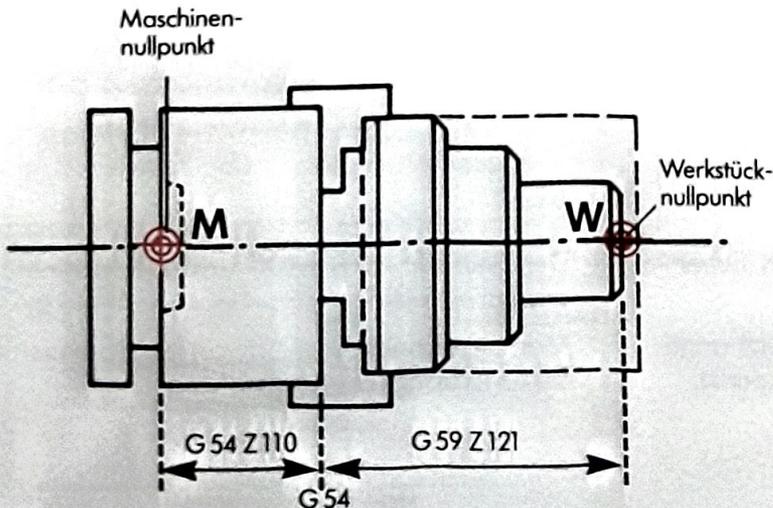
- G 54 Z....
- G 55 Z....
- G 56 Z....
- G 57 Z....

Bild a: Lage der Werkstücknullpunkte im Arbeitsraum (Reihenfolge beliebig)



Futter	110
Backen	20
Zugabe	1
2. Operation	
Werkstück	100
	<hr/>
	231

Bild b: G 54 mit Z=0



Backen	20
Zugabe	
2. Operation	1
Werkstück	100
	<hr/>
	121

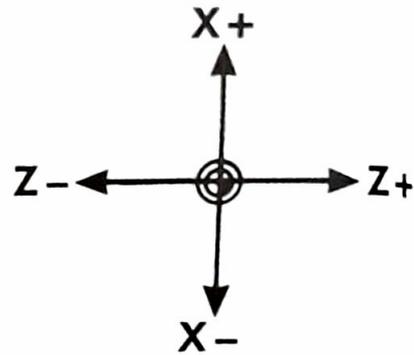
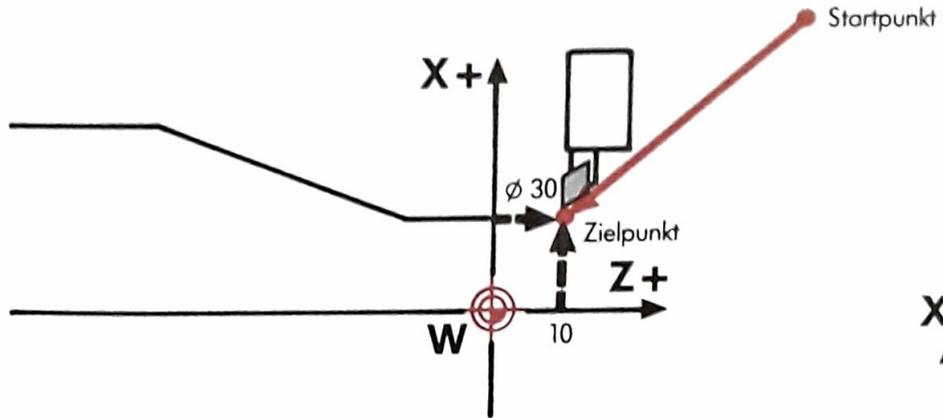
Bild c: G 54 mit Z=110

2.9.1 Bezugsmaßangaben (Absolutmaß)

Werkzeug fährt
im Eilgang

AUF

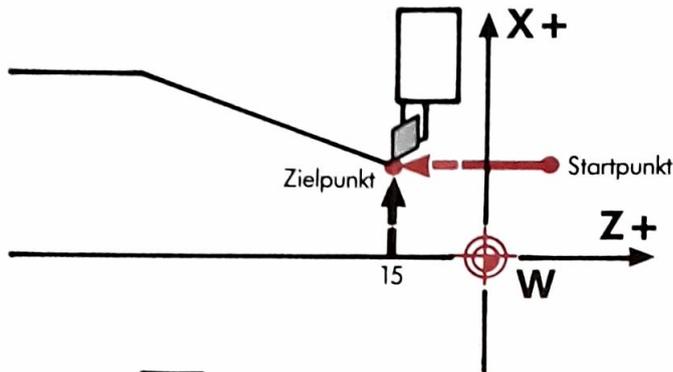
die Position
X 30 Z 10



Werkzeug fährt
im Vorschub

AUF

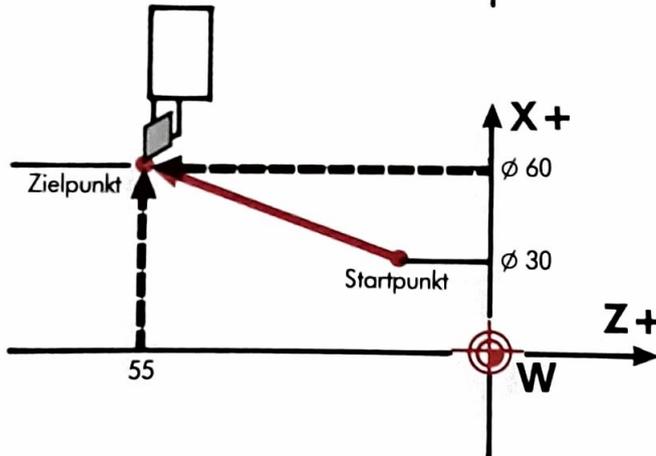
die Position
X 30 Z-15



Werkzeug fährt
im Vorschub

AUF

die Position
X 60 Z-55



Maßangaben im **Bezugsmaß** beziehen sich immer auf den **Werkstücknullpunkt (W)**.

Eine Verfahrensweise geht immer vom zuletzt angefahrenen Punkt aus und führt zum neuen Zielpunkt.

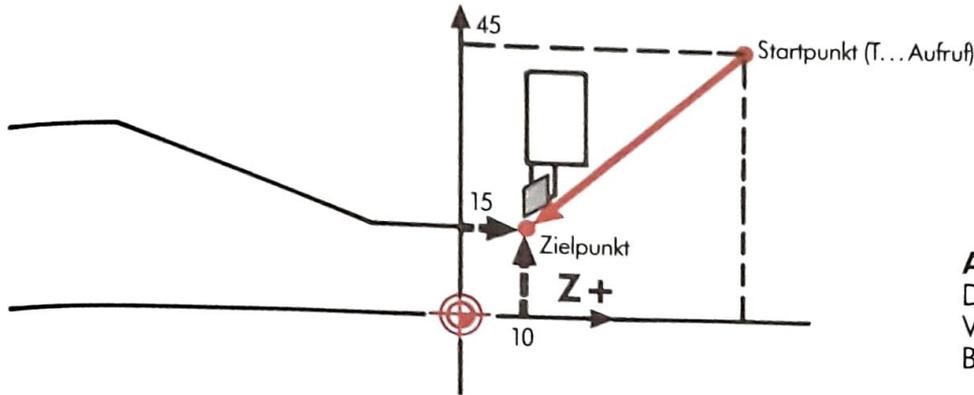
Der Zielpunkt kann mit **X- und Z-Koordinaten** programmiert werden.

Man bezeichnet diese Art von Programmierung als **Bezugsmaßprogrammierung**.

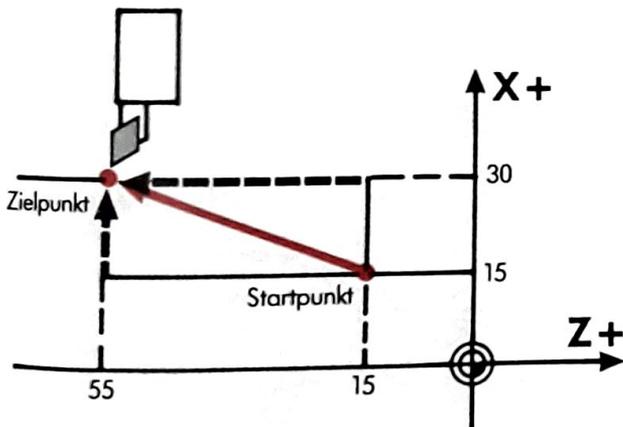
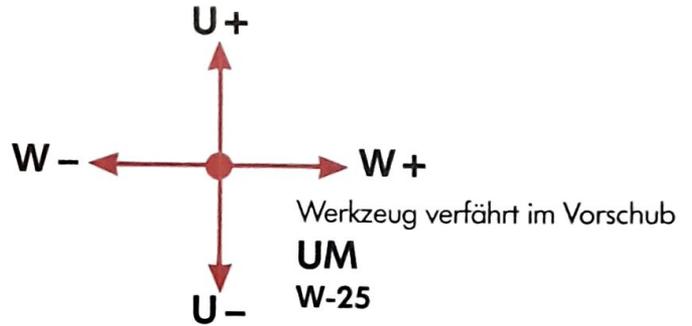
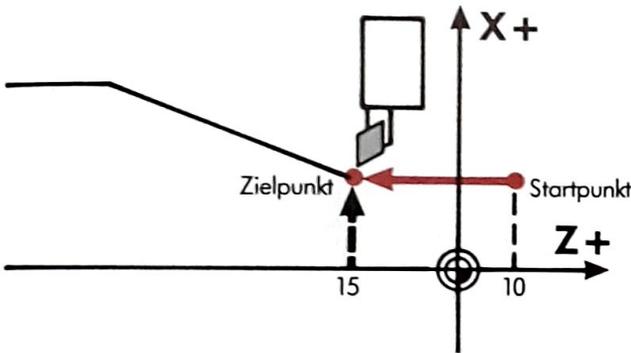
2.9.2 Kettenmaßangaben (Inkrementalmaß)

Maßangaben im **Kettenmaß** beziehen sich immer auf den **Startpunkt der Verfahrenweisung**.

Im NC-Programm wird anstelle des Adreßbuchstabens X ein **U** und anstelle des Adreßbuchstabens Z ein **W** eingegeben.



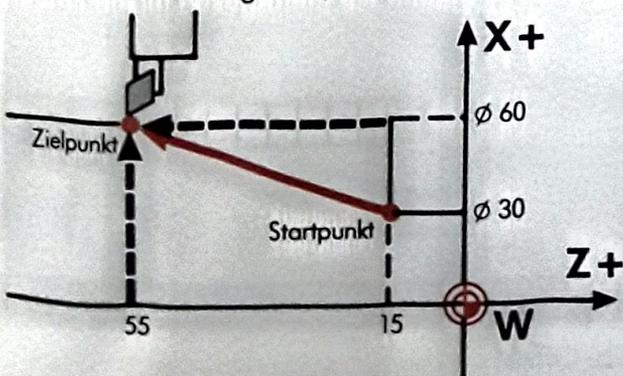
Achtung:
Die erste Verfahrbewegung nach Werkzeugaufwurf (T...) muß im Bezugsmaß programmiert sein.



Werkzeug verfährt im Vorschub
UM
U15 W-40

Bezugs- und Kettenmaße

können auch **gemischt** verwendet werden, d. h. eine Koordinate im Bezugsmaß, die andere im Kettenmaß.



Werkzeug fährt im Vorschub

AUF
die Position
X60

Werkzeug verfährt im Vorschub
UM
W-40

Beispiele für T-Anweisungen

N2 T02 02

Korrekturnummer 2 im Offset auf Speicherplatz # 2 (Bild b)

Werkzeugnummer 2 im SET UP-Bild 2 auf Speicherplatz # 2 (Bild a)

Satznummer, vierstellig

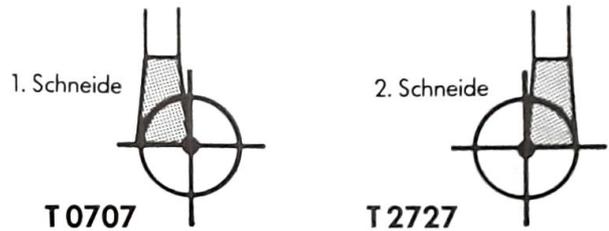
- N3 T0303 Aufruf Revolverstation 3
- N4 T0404 Aufruf Revolverstation 4
- N16 T1616 Aufruf Revolverstation 16

Als Nummern der Revolverstation sind die Zahlen 01 bis 36 möglich. Die Nummern **01 bis 16** beziehen sich auf die jeweils **erste Schneide**. Die Nummern **21 bis 36** auf die jeweils **zweite Schneide**.

Somit kann jede Revolverstation mit zwei Nummern aufgerufen werden.

Dadurch ergibt sich die Möglichkeit, Werkzeuge mit zwei Bearbeitungsspitzen (z. B. Einstechstähle) einzusetzen.

Beispiel: **Werkzeugaufruf T 7**



Werkzeugaufruf im CNC-Programm

- Ein Werkzeug sollte zusammen **mit der Funktion G 96 oder G 97** aufgerufen werden (siehe S. 62).
- Einer T-Anweisung sollte grundsätzlich eine Satznummer vorangestellt werden, damit man später bei der Drehbearbeitung, z. B. nach einem Werkzeugbruch, wieder in das Programm einsteigen kann.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit empfiehlt sich bei den Satznummern die Verwendung der **gleichen Nummern** wie für den Werkzeugaufruf.

Eine Satznummer kann jedem Satz vorangestellt werden.

Beispiel: **Werkzeugaufruf T 2**

N2 G 96 V 200 T0202 M 4

Satznummer, vierstellig Schnittgeschwindigkeit Drehrichtung

Automatischer Werkzeuersatz M 06 und M 13

M 06 bewirkt in Verbindung mit einer T-Anweisung, daß bei Ablauf der vorgegebenen **Standzeit** bzw. **Stückzahl** (Bild a) beim nächsten Programmdurchlauf die unmittelbar danach programmierte T-Anweisung aufgerufen wird.

M 13 bewirkt, daß **kein weiteres Ersatzwerkzeug** aufgerufen wird.

Beispiel:

N3 G 96 V 200 T0303 M 4 M 06

- ist Standzeit oder Stückzahl von T 3 abgelaufen, wird T 4 ausgewählt.

N4 T0404 M 06

- ist Standzeit oder Stückzahl von T 4 abgelaufen, wird T 5 ausgewählt.

N5 T0505 M 13

- ist Standzeit oder Stückzahl von T 5 abgelaufen, wird die Maschine nach dem Programmdurchlauf stillgesetzt.

Durch Programmieren von **M 13 ohne Ersatzwerkzeug** wird erreicht, daß die Maschine beim Werkzeugaufruf stillgesetzt wird, sobald die Standzeit oder Stückzahl abgelaufen ist.

Zur Bearbeitung eines Werkstückes sind im NC-Programm neben geometrischen Anweisungen (G-Funktionen) noch eine Reihe **technologischer Informationen** erforderlich. Dies sind die Werkzeugdaten (siehe S. 58) und die Zerspanungsdaten

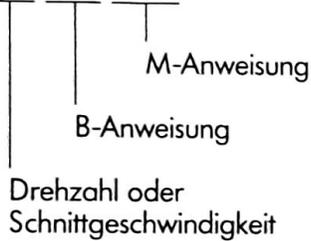
Vorschub – Drehzahl – Schnittgeschwindigkeit

Vorschub „F“

Durch die Anweisung G 94 bzw. G 95 wird festgelegt, in welchen Einheiten der Vorschub bei den Verfahrensanweisungen eingegeben wird.

1.1 Vorschub mm/min

G 94 S.. B.. M..



Anwendung: Bei **stehender Hauptspindel** zum Querbohren, außermittig Bohren, Fräsen etc. und C-Achsen-Betrieb bzw. Polyformfräsen.

Vorschub mm/U

G 95 S.. B.. M..

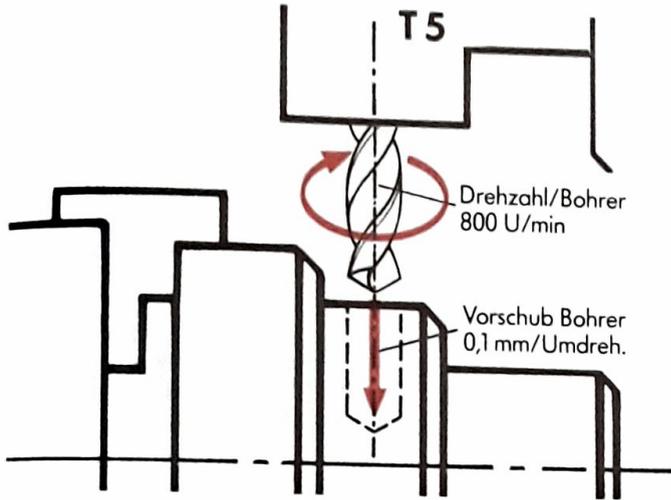


Anwendung: Beim Drehen.
Der programmierte **Vorschub** bezieht sich auf die **Hauptspindel-drehzahl**.

G 95-Anweisung ist Einschaltbedingung.

Beispiel zu G 94

- Vorschub mm/min = (Drehzahl × Vorschub)



N5 T0505 M5 M22 M23 B060800

G00 Z-...

G00 X... M8

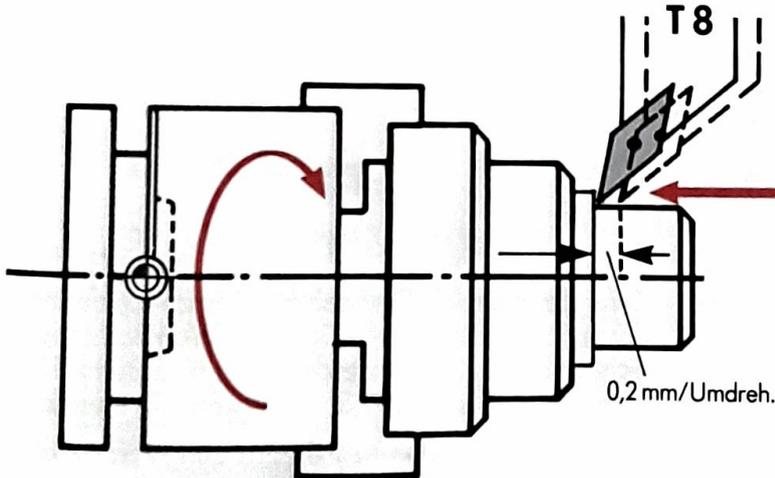
G94

G01 X... F80 → Vorschub mm/min

Drehzahl 800 U/min × Vorschub 0,1 mm/U

Beispiel zu G 95

- Vorschub mm/U



N8 G96 V250 T0808 M4

G00 X.. Z... M8

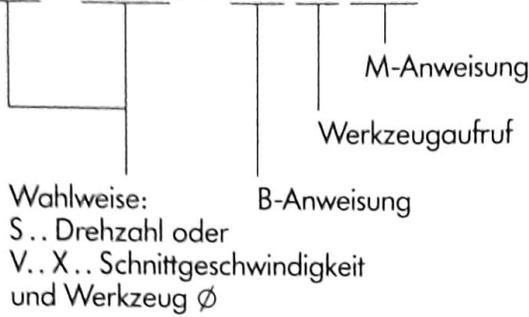
G95 (nur wenn G94 ansteht)

G01 Z-... F0.2 → Vorschub mm/U

-
-
-

Drehzahl

G 97 S... / V.. X... B.. T.. M..



G 97 S... B.. T... M...

Drehzahl

Mit der Anweisung G 97 und dem Adreßbuchstaben S wird eine **festе Drehzahl** in (U/min) direkt eingegeben.

G 97 V... X.... B.. T... M..



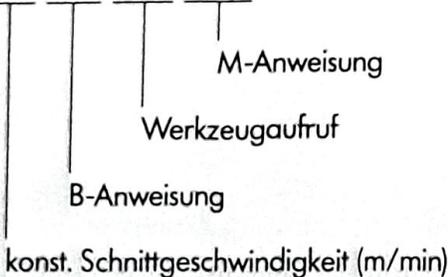
Mit der Anweisung G 97 und den Adreßbuchstaben V und X wird **indirekt eine feste Drehzahl** eingegeben. Die Eingabe einer Schnittgeschwindigkeit V und eines Werkstückdurchmessers X bewirkt, daß die Steuerung automatisch die dafür notwendige Drehzahl aus der Formel

$$S = \frac{V \cdot 1000}{X \cdot \pi}$$

errechnet und diese dann beibehält.

Konstante Schnittgeschwindigkeit

G 96 V.. B.. T... M



Eine Erhöhung der Standzeit bei Werkzeugen wird erreicht, wenn bei der Zerspanung mit möglichst gleichbleibender Schnittgeschwindigkeit gedreht wird.

Die Schnittgeschwindigkeit bei einem Drehteil ergibt sich aus Drehzahl und Werkstückdurchmesser an der bearbeiteten Stelle.

Die Zusammenhänge ergeben sich aus der Formel

$$V = \frac{X \cdot S \cdot \pi}{1000}$$

V = Schnittgeschwindigkeit (m/min)
X = Werkstückdurchmesser (mm)
S = Drehzahl (U/min)

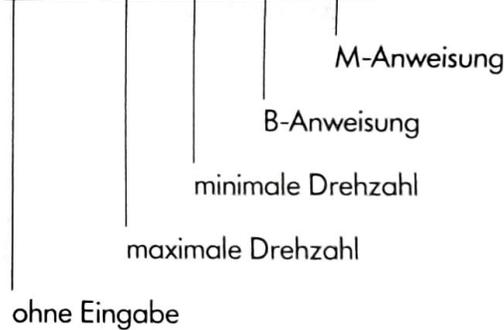
Eine konstante Schnittgeschwindigkeit wird erreicht, wenn die Drehzahl ständig dem aktuellen Drehdurchmesser angepaßt wird.

Diese Drehzahlregulierung führt die Steuerung automatisch durch, wenn die Anweisung G 96 vorprogrammiert wird.

Anmerkung: G 96 wird nicht angewendet bei Bohren, Reiben, Gewindebohren, Gewindestrehlen.

Drehzahlbegrenzung

G 92 X... Z... S... Q.. B.. M..



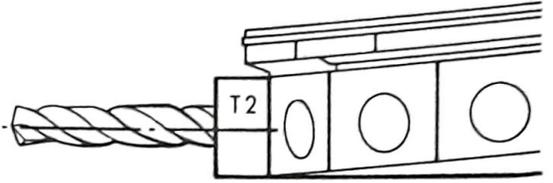
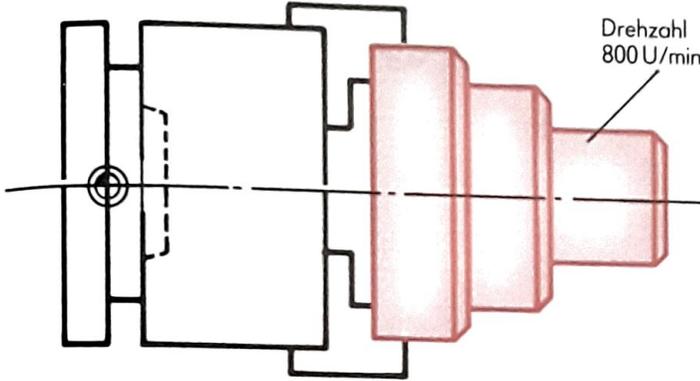
Kann die maximale Drehzahl der Maschine, bedingt durch Spannmittel, Werkstück oder Werkstoffstange, nicht voll ausgefahren werden, muß eine Drehzahlbegrenzung durch G 92 S... programmiert werden.

Anmerkung: Die Drehzahlbegrenzung kann alternativ auch im SET UP-Bild 5 – #5 abgespeichert werden.

(V = 25 m/min, D = Bohrer \varnothing 10 mm)

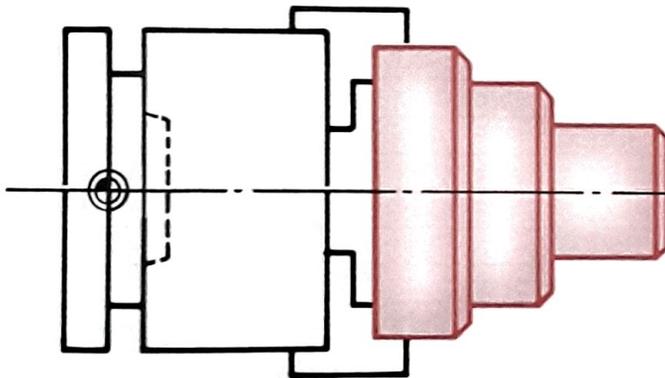
Beispiel zu G 97 S..

→ aus Formel
$$S = \frac{V \cdot 1000}{D \cdot \pi}$$

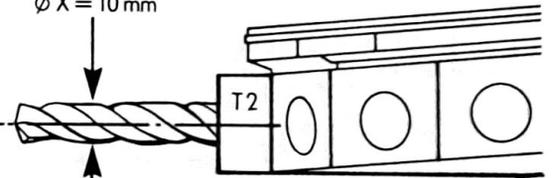


N2 **G 97 S 800** T0202 M3
 G0 X0 Z2 M8
 G1 Z-.. F0.1
 -
 -
 -

Beispiel zu G 97 V... X..



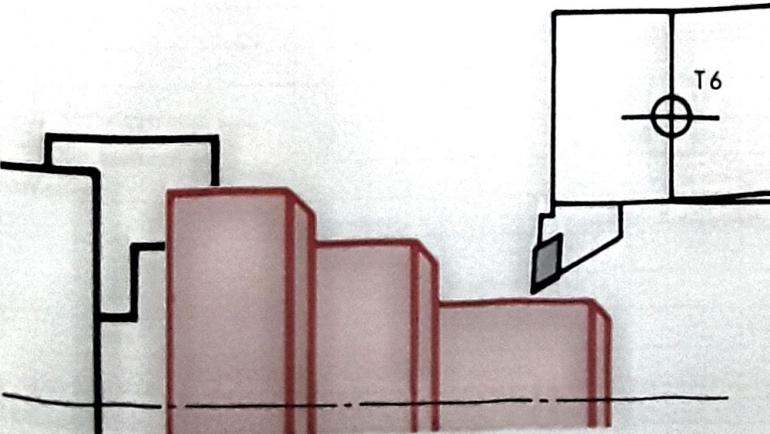
\varnothing X = 10 mm



Schnittgeschwindigkeit V = 25 m/min

N2 **G 97 V 25 X 10** T0202 M3
 G0 X0 Z2 M8
 G1 Z-... F0.1
 -
 -
 -

Beispiel zu G 96 V....



N6 **G 96 V 250** T0606 M4
 G92 S 3000
 G00 X.. Z..
 -
 G01 Z-... F0.1
 -
 -
 -

Schnittgeschwindigkeit: V = 250 m/min
 Drehzahlbegrenzung: max. 3000 U/min

3. Programmiertechnik G-Anweisungen

خدمات فنی مهندسی نظری

09125159577

www.iraniancnc.com

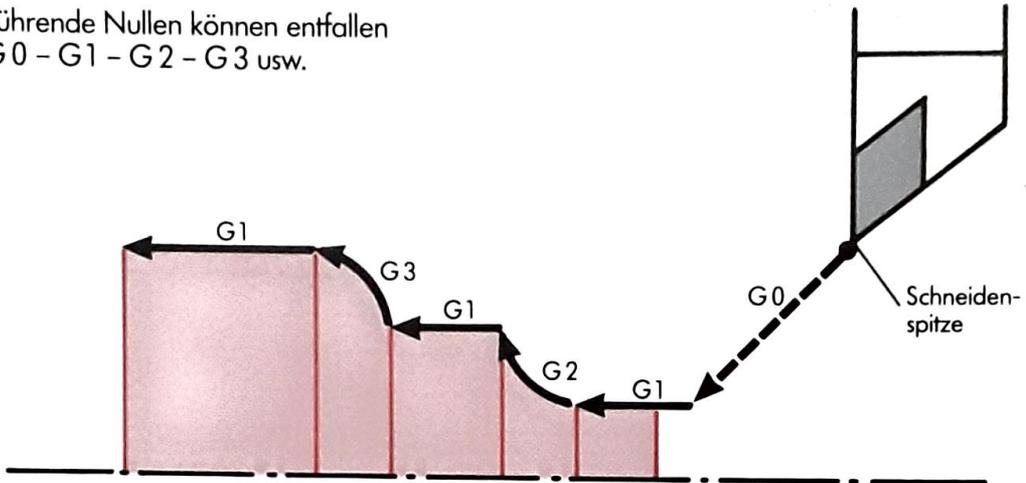
G 00 – Gerade im Eilgang

G 01 – Gerade im Vorschub

G 02 – Kreisbogen im Uhrzeigersinn

G 03 – Kreisbogen im Gegenuhrzeigersinn

Anmerkung: Führende Nullen können entfallen
G0 – G1 – G2 – G3 usw.



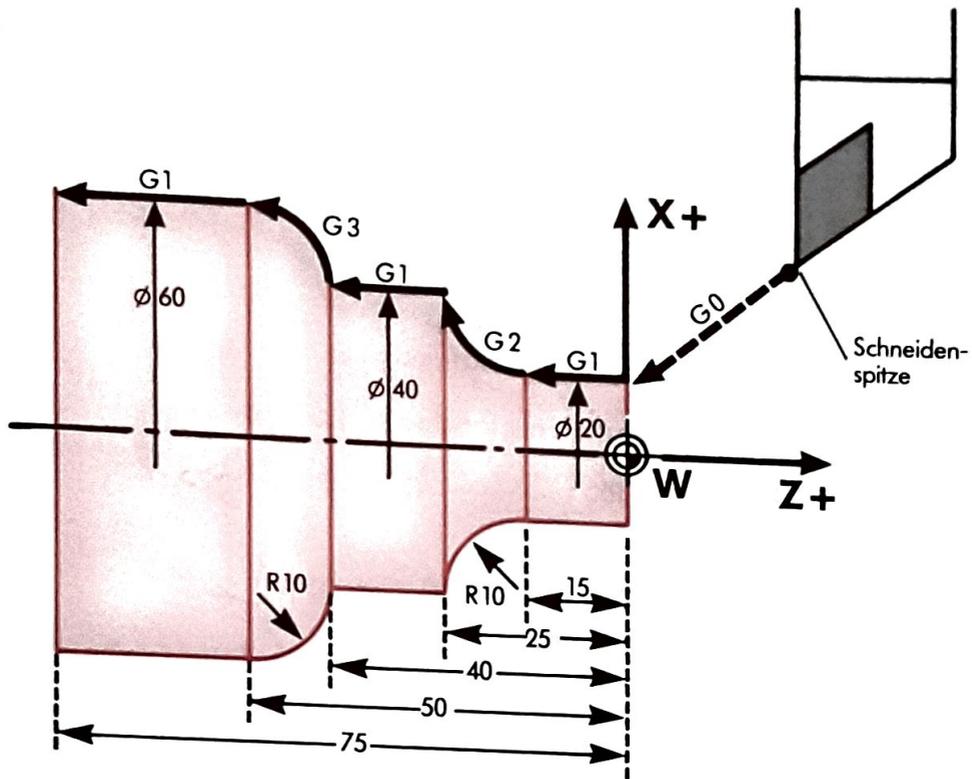
Die Bewegung der Schneidenspitze wird betrachtet.

Die Kontur eines Werkstückes setzt sich aus den geometrischen Elementen „**Gerade**“ und „**Kreisbogen**“ zusammen.

Die Programmierung einer **Geraden** erfolgt unter der Weginformation **G 0** oder **G 1**, eines **Kreisbogens** unter **G 2** oder **G 3**.

Bei den Geraden wird **G 0** für **Eilgang**-Bewegung und **G 1** für **Vorschub**-Bewegung programmiert.

Bei den Kreisbögen wird **G 2** für eine Vorschub-Bewegung **im Uhrzeigersinn** und **G 3** im **Gegenuhrzeigersinn** programmiert.



Die Bewegung der Schneidenspitze wird betrachtet.

Programm:

```

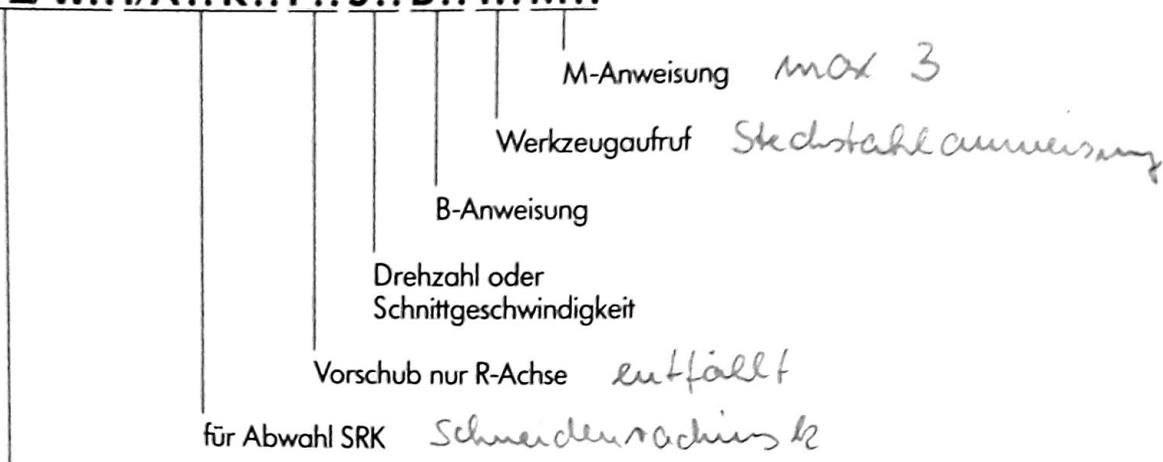
G0 X20 Z2 M8
G1 Z-15 F0.2
G2 X40 Z-25 R10
G1 Z-40
G3 X60 Z-50 R10
G1 Z-75

```

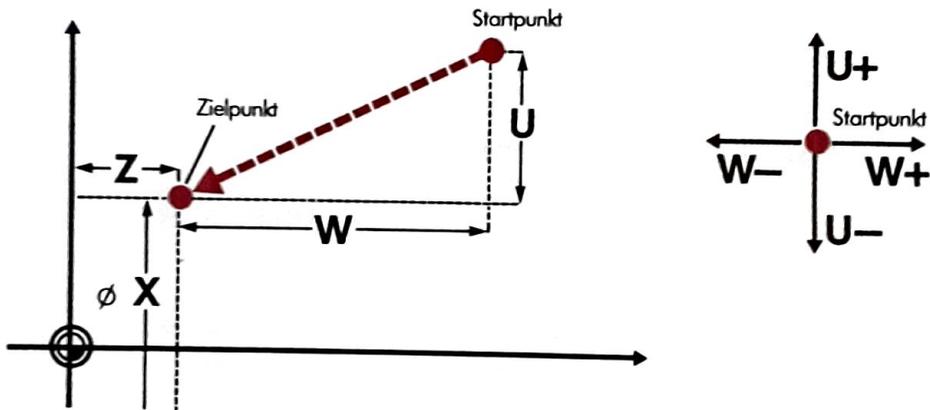
3.2 Gerade im Eilgang – G00

Gerade im Eilgang

G00 X/U.. Z/W.. I/A.. K.. F.. S.. B.. T.. M..



Koordinaten des Zielpunktes im Bezugs- oder Kettenmaß



Durch die **G0**-Anweisung wird das Werkzeug (Schneidenspitze) im **Eilgang** = größtmögliche Geschwindigkeit an den programmierten Zielpunkt gefahren.

Der Fahrweg verläuft in **gerader Linie** (kürzeste Verbindung Start - Zielpunkt = **Geradeninterpolation**). Dabei überwacht die Steuerung die max. zulässige Eilganggeschwindigkeit (Maschinendaten) für jede Achse.

Durch Eingabe der Adressen **X** und **Z** wird der **Zielpunkt** der Schneidenspitze programmiert.

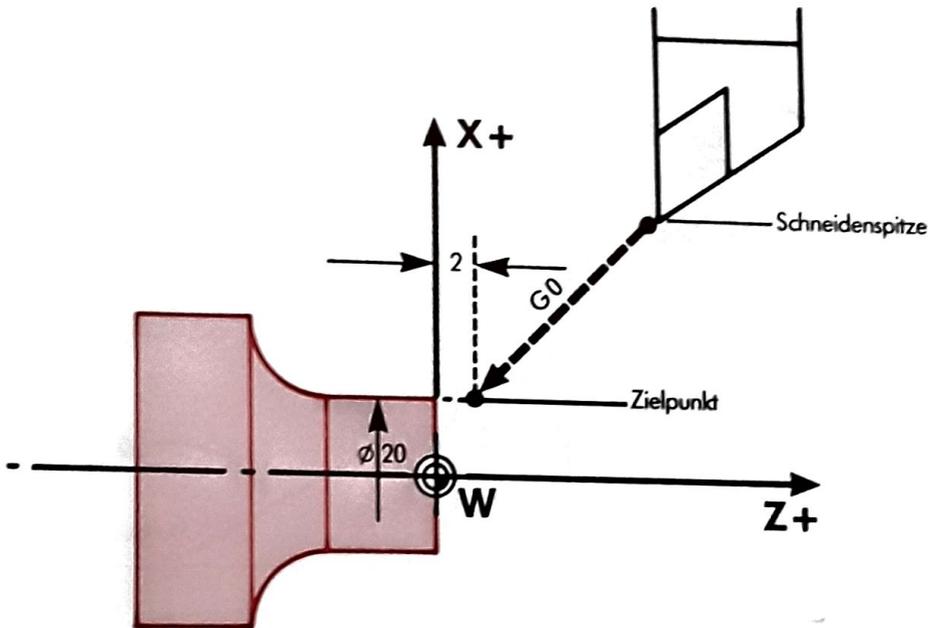
Die Adressen **I/A** und **K** werden nur bei Abwahl der Schneidenradius-Kompensation (SRK) benötigt (siehe Kapitel „Schneidenradiuskompensation“).

Der Vorschub **F** gilt nur für Maschinen mit **Reitstockachse R**.

Die Adresse **T** (Werkzeugaufruf) sollte während einer G 0-Bewegung nicht zum Schwenken auf eine andere Werkzeugstation verwendet werden, sondern lediglich zur Verrechnung der zweiten Schneide eines Stechwerkzeuges.

Die G 0-Anweisung bewirkt automatisch Genauhalt (G 9). Bei Programmierung von G 0 bleibt der (evtl. vorher) unter F programmierte Vorschub erhalten und wird z. B. mit G 1 wieder wirksam (siehe Kapitel G 1).

Beispiel G 0



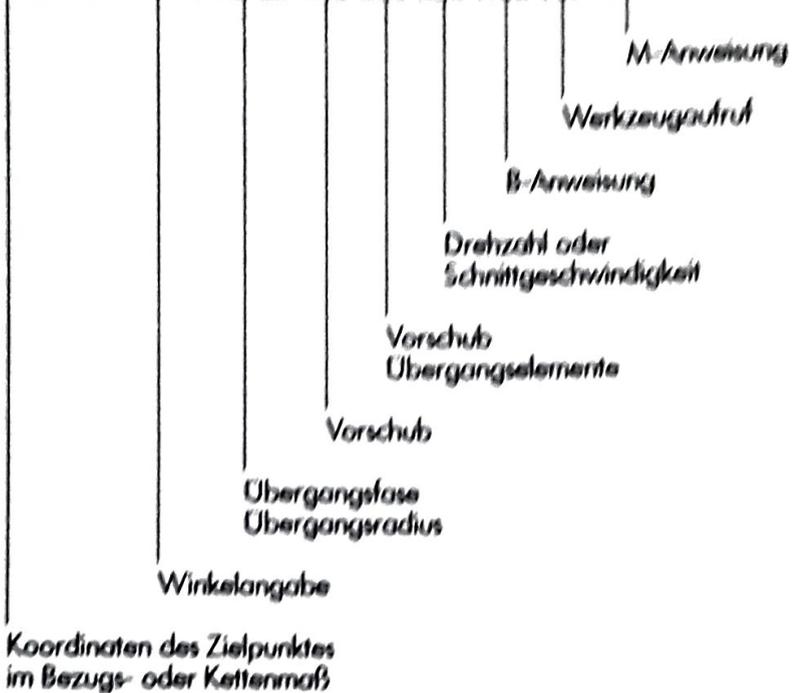
G0 X20 Z2 M8

Koordinaten des Zielpunktes
Kühlmittel „EIN“

3.3 Gerade im Vorschub - G 01

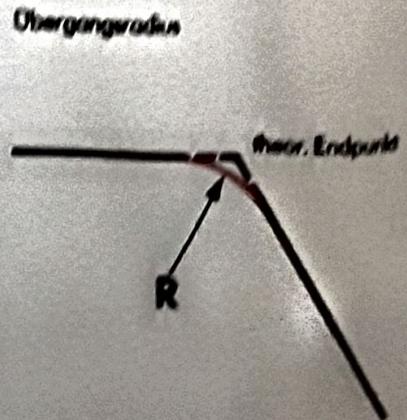
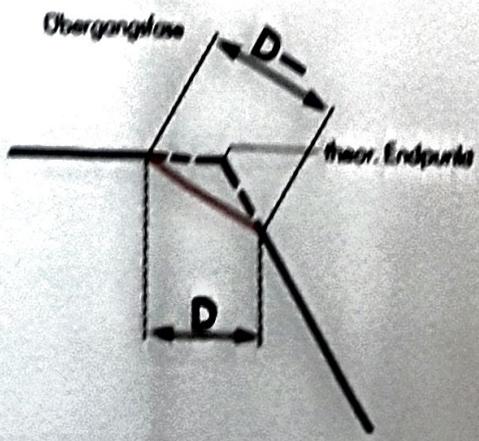
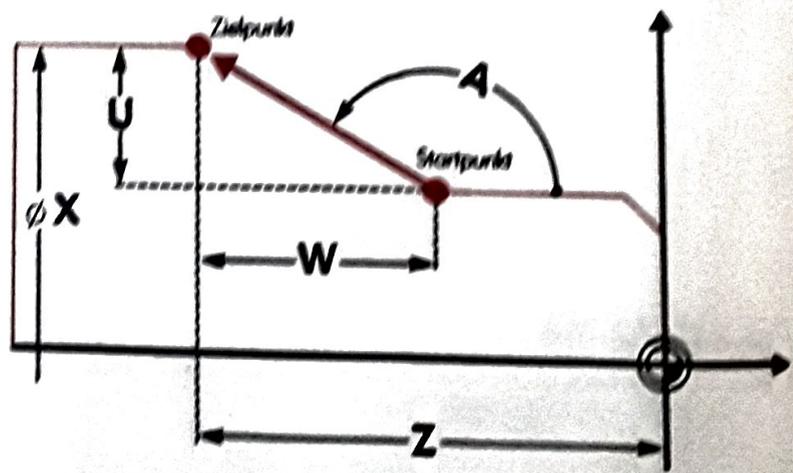
Gerade im Vorschub

G 01 X/U..Z/W..A..D/R..F..E..S..B..T..M..



Fasenangabe:

D ; Fasenbreite bezogen auf die Z-Achse
 D- ; Fasenlänge



Durch die **G 1**-Anweisung wird das Werkzeug (Schneidenspitze) in **Vorschub**-Geschwindigkeit an den Zielpunkt gefahren.

Die Vorschub-Geschwindigkeit wird mit **F** (FEED-RATE) programmiert. Bei rotierender Hauptspindel in **[mm/U]** (siehe G 95), bei stillgesetzter Hauptspindel in **[mm/min]** (siehe G 94).

Die Vorschub-Geschwindigkeit **F** ist **modal** = selbsthaltend; d. h. wenn sie einmal programmiert wurde, bleibt sie solange wirksam, bis ein neues **F** programmiert wird.

Der Verfahrensweg verläuft in **gerader Linie** = **Geraden-Interpolation**.

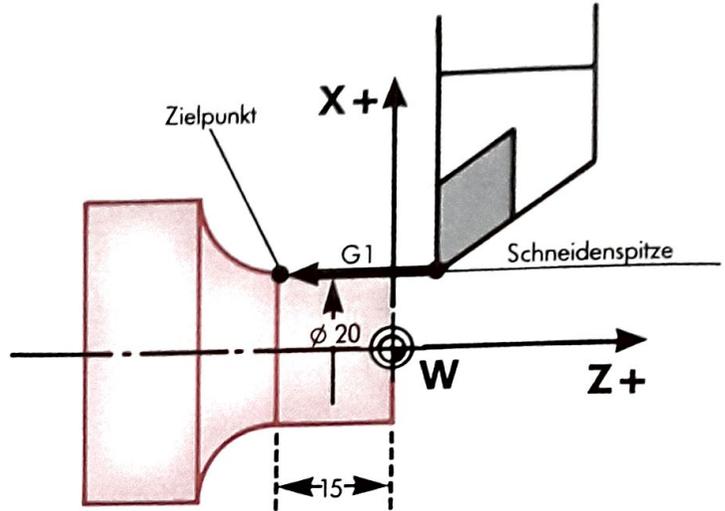
Es können achsparallele und konisch verlaufende Bewegungen ausgeführt werden (siehe Beispiele).

Mit den Adressen **X** und **Z** wird der Zielpunkt der Schneidenspitze programmiert (**Bezugsmaß**).

Alternativ kann mit **U** und **W** im **Kettenmaß** (Verfahrensweg) programmiert werden.

Beispiele G1

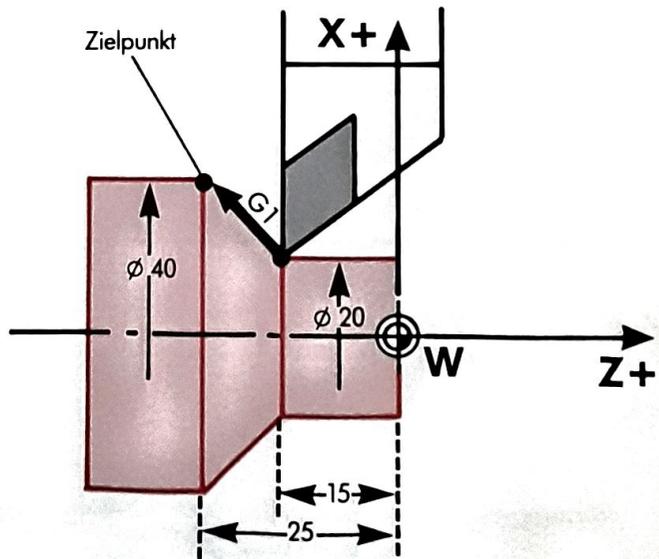
Achsparallele Bewegung:



G1 Z-15 F0.2

Vorschub
[mm/U]

Konische Bewegung:



G1 X40 Z-25 F0.2

Programm mit G0:

G0 X20 Z2

G1 Z-15 F0.2

G1 X40 Z-25 Vorschub 0.2 ist modal

Gerade im Vorschub mit Genauhalt

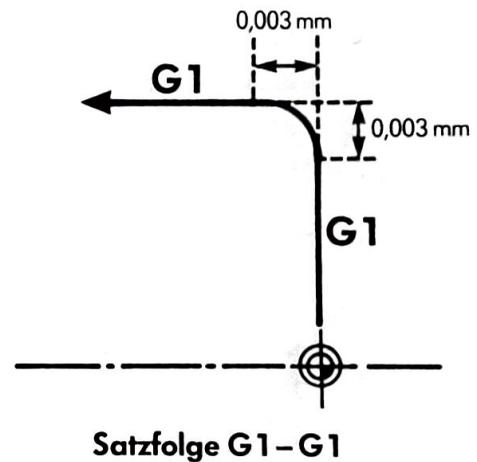
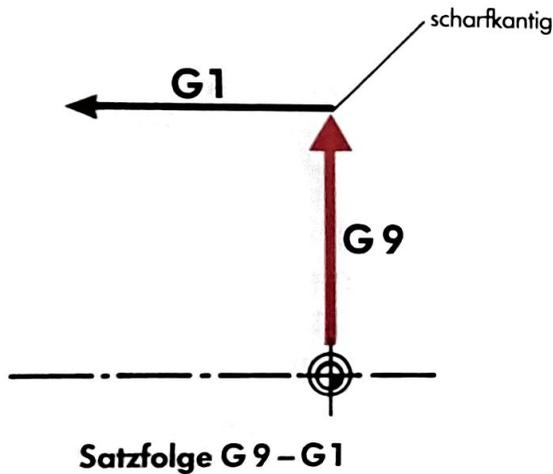
G 09 X/U.. Z/W.. A.. D/R.. F.. E.. S.. B.. T.. M..

Bedeutung wie G 01

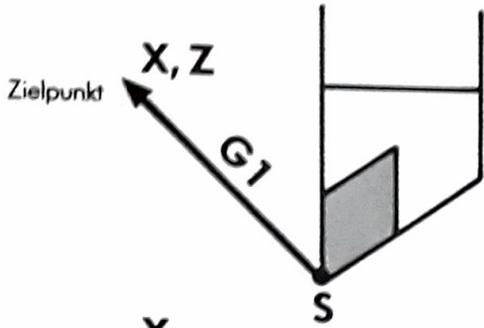
G 09 bewirkt scharfkantiges Eckendrehen.

Mit der **G 9**-Anweisung ist es möglich, eine Zielposition so anzufahren, daß dabei die Vorschubgeschwindigkeit bis auf Null verringert wird = **Genauhalt**. Der aktuelle Schleppabstand wird abgebaut. Erst dann wird der nächste Verfahr-Satz freigegeben; also erst, wenn der „SOLL-IST-VERGLEICH“ abgeschlossen ist.

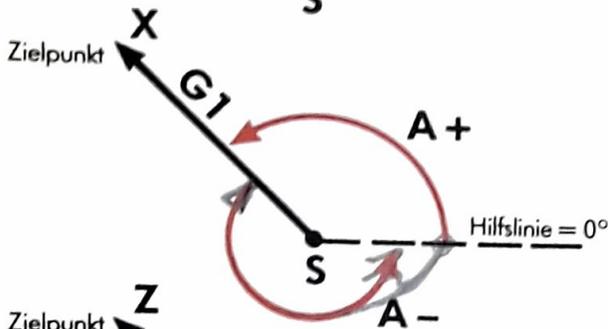
Die G 9-Anweisung wird anstelle der G 1-Anweisung verwendet, wenn scharfe Ecken zu bearbeiten sind (z. B. Steuerkanten von Hydraulik-Kolben).



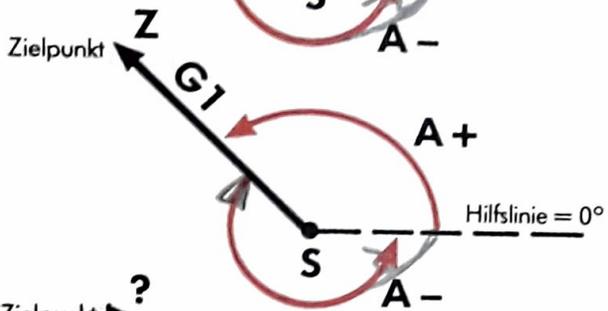
Das Satzformat von G 9 ist identisch mit G 1, jedoch sollte kein Übergangselement D/R (Fase/Radius) programmiert werden.



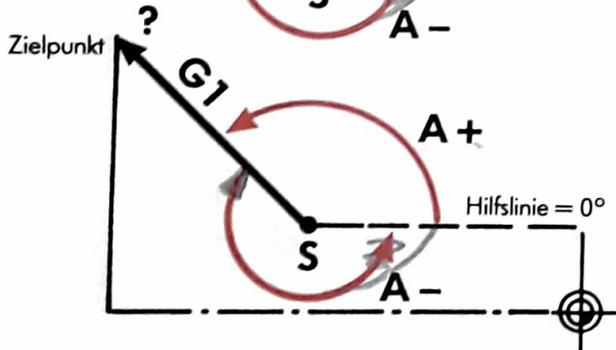
G1 X.. Z..



G1 X.. A..



G1 Z.. A..



G1 A..

G1 X.. Z.. A..

(siehe Geometriezug G1)

S = Startpunkt = Scheitelpunkt
 A+ = positive Winkeleingabe
 A- = negative Winkeleingabe

Um einen Kegel mit der G1-Anweisung zu programmieren, gibt es obige vier Möglichkeiten.

Über den **Winkel A** (A wie Alpha) rechnet sich der **Geometrieprozessor** die fehlende X- oder Z-Koordinate aus.

Anleitung zur Winkel-Bestimmung:

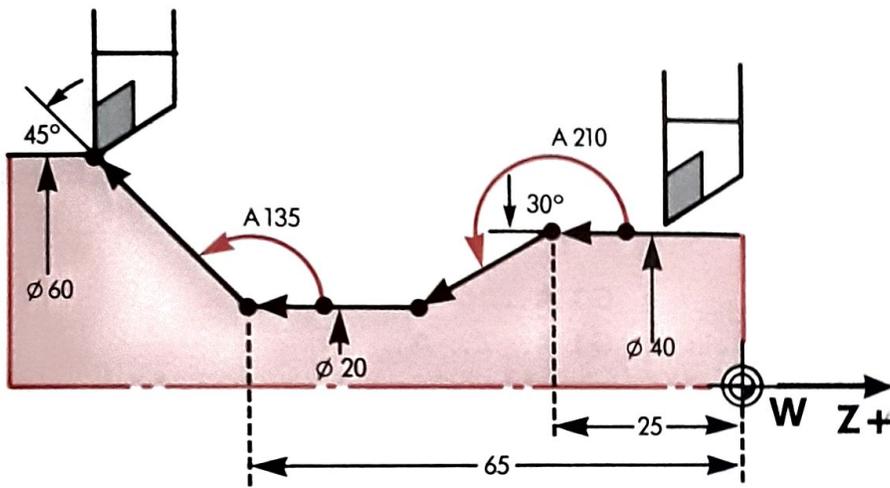
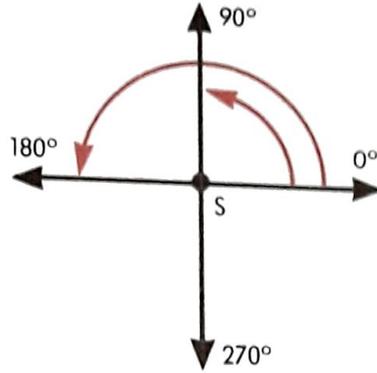
Messen Sie den Winkel A vom Startpunkt S = Scheitelpunkt aus! Ziehen Sie von S eine Hilfslinie horizontal = waagrecht nach rechts = 0°. Messen Sie von dieser Hilfslinie links herum (Gegenuhrzeiger) den Winkel, bis Sie den Schenkel des Verfahrweges treffen!

Dies ist die positive Winkeleingabe.

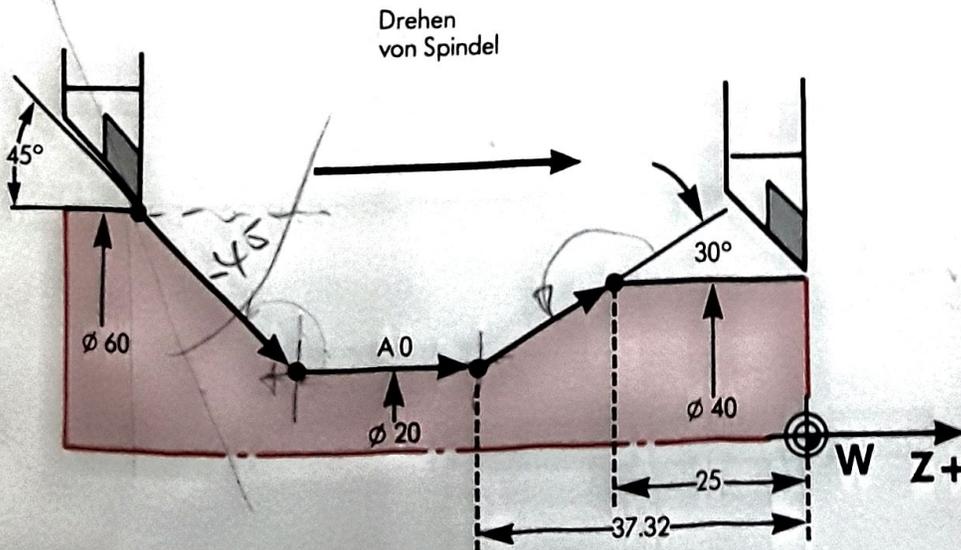
Die Winkel-Eingabe muß in **Dezimal-Schreibweise** erfolgen. Rechnen Sie Minuten und Sekunden in Dezimalgrad um!

$30' = 0.5^\circ$ $20' = 0.333^\circ$

Beispiele Winkel A

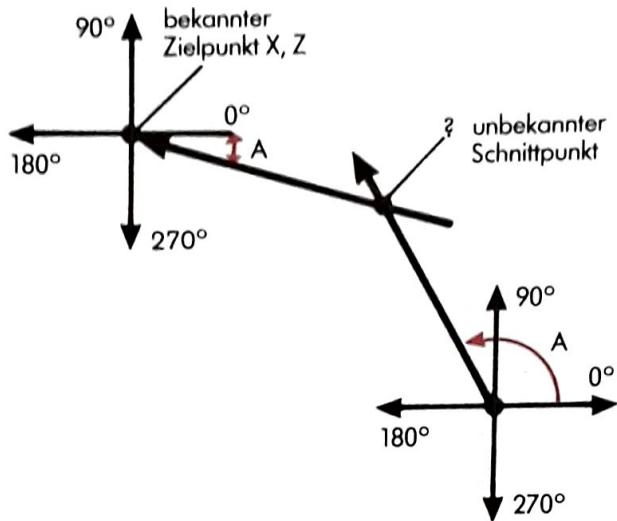


G1 Z-25 F0.2
 G1 X20 A 210 F0.1
 G1 Z-65 F0.2
 G1 X60 A135



G1 X20 A-45 F0.1
 G1 Z-37.32 F0.2
 G1 X40 A30
 G1 Z0

Winkel A ohne Zielpunkt-Koordinaten X, Z



G1 A..
G1 X.. Z.. A..

Der Geometrieprozessor der Steuerung TX 8 D führt mit Hilfe des Winkels A Schnittpunkt-Berechnungen durch.

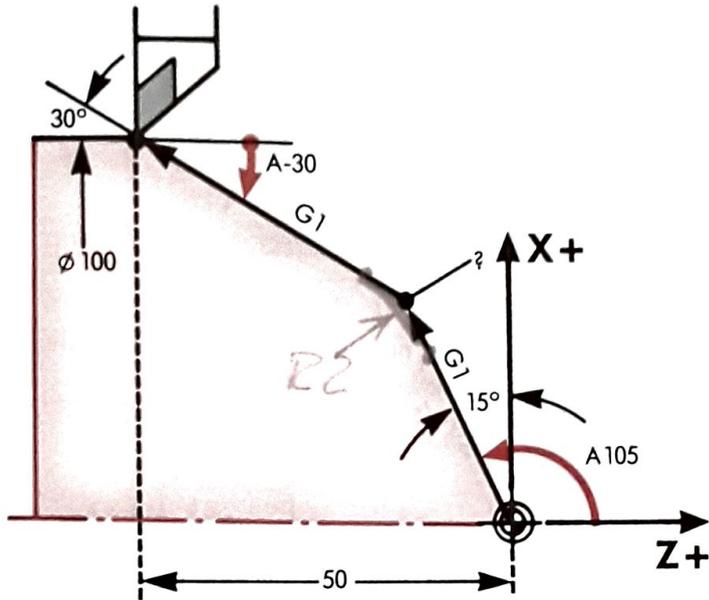
Die Maschine arbeitet nicht direkt aus dem Programmspeicher, sondern aus einem Zwischenspeicher. In diesem **Zwischenspeicher** befindet sich immer **ein Satz im Voraus**, d. h. bevor die Maschine eine Bewegung ausführt, „weiß“ sie schon, wie der nächste Programmsatz aussieht.

In obigem Beispiel heißt der 1. Programmsatz G1 A..
Im Zwischenspeicher befindet sich schon der nächste Satz G1 X.. Z.. A., d. h. vom bekannten Zielpunkt X, Z kann mit Hilfe des Winkels A der unbekannte Punkt (zurück-)errechnet werden.

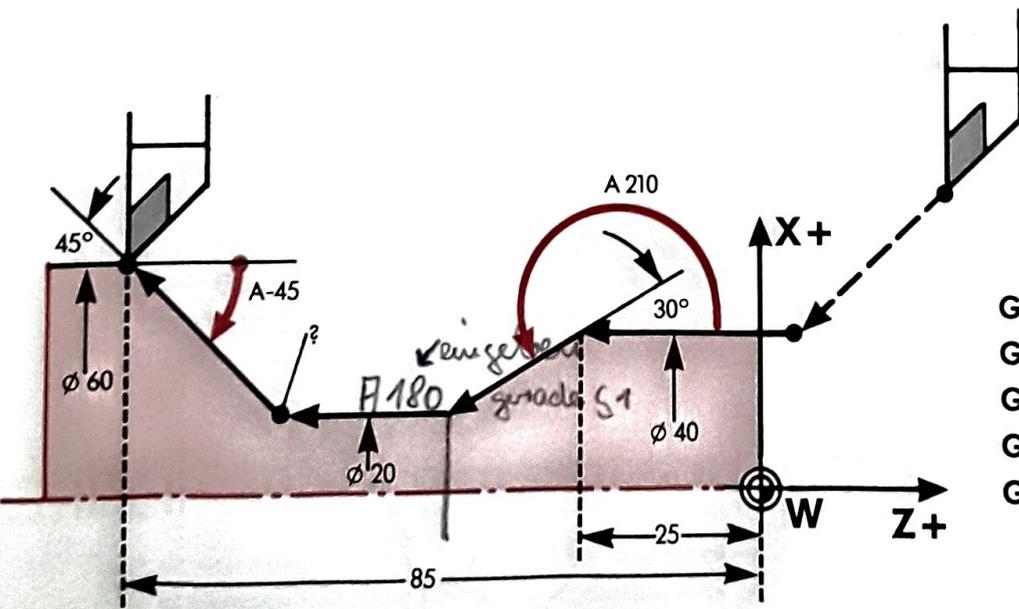
im nächsten Satz
Auf einen unbekanntem Punkt muß ein bekannter Punkt X, Z mit dazugehörigem Winkel A folgen.

G1 A..
G1 X.. Z.. A..

Beispiele Geometriezüge G1



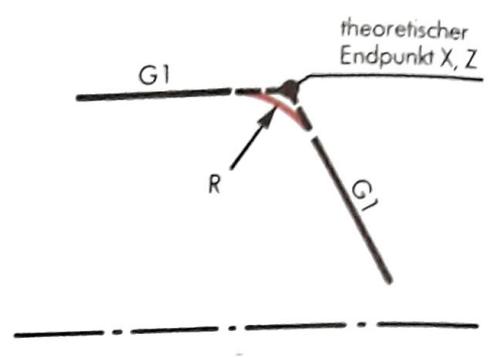
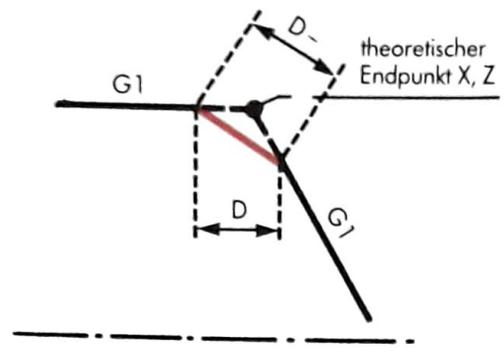
G1 A105 *R2 E 0.08*
 G1 X100 Z-50 A-30



G0 X40 Z1 M8
 G1 Z-25 F0.2
 G1 X20 A210 F0.1
 G1 A180 F0.2
 G1 X60 Z-85 A-45

*S1 X20 F180
 Z-85 X60*

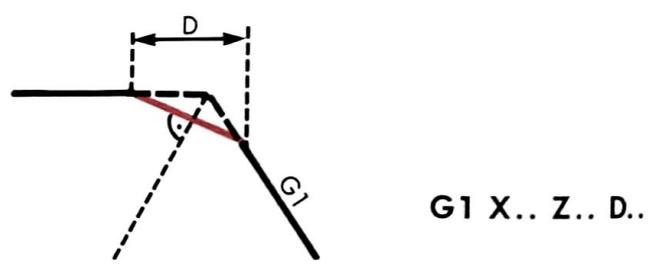
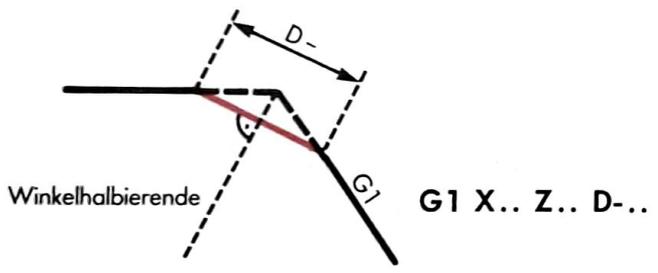
3.3.4 G01 mit Übergangselement D/R



Um Kanten zu brechen oder scharfe Kanten zu ver-runden, kann am Ende von G1 eine **Übergangsfase D** bzw. ein **Übergangsradius R** angefügt werden, so daß eine Gerade G1 in die nächste Gerade G1 mit einer Fase bzw. Radius übergeht. Die Größe des Übergangselementes ist nicht begrenzt.

Bei kleinen Fasen (z. B. nur 0,2 mm) ist der anstehende (modale) Vorschub F evtl. zu groß. Deshalb ist es möglich, den Vorschub während der Übergangsfase (bzw. -radius) im G1-Satz unter **E** separat zu programmieren.

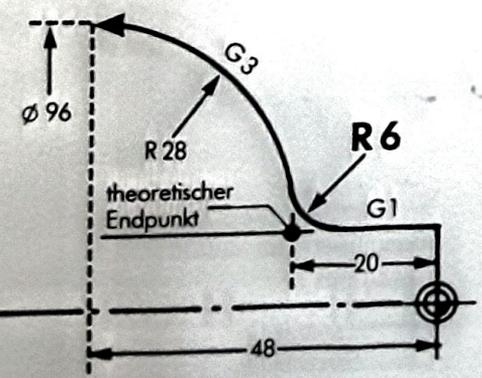
G1 X.. Z.. D0.2 E0.08
 | |
 Fase Fasen-Vorschub



Soll die Fasen-Länge (wirkliche, meßbare Länge) programmiert werden, wird **D mit Minuszeichen** geschrieben, z. B. D-0.2. **D ohne Vorzeichen** drückt die Fassenbreite bezogen auf die **Z-Achse** aus.

Der **Fasen-Vorschub E** ist selbsthaltend (modal), d. h. er gilt solange für alle Übergangsfasen D bzw. Übergangsradien R, bis er wieder neu programmiert wird.

Auch der Übergang von G1 in G2/G3 mit einer Fase bzw. Radius ist möglich.



G1 Z-20 R6
G3 X96 Z-48 R28

Wichtig:

Auf einen Satz mit Übergangsfase D bzw. Übergangsradius R muß ein nächster G1 oder G2/G3-Satz folgen als **Richtungserkennung** für das Übergangselement.

Dieser nächste Verfahrenweg im G1 oder G2/G3 muß größer sein als das Übergangselement.

Formel für den Mindest-Verfahrenweg W:

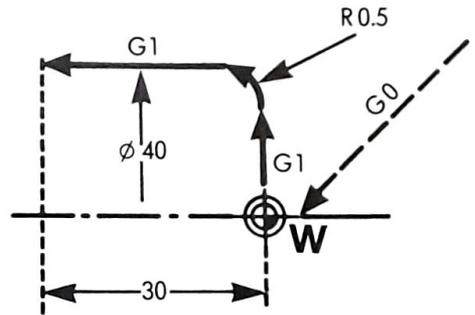
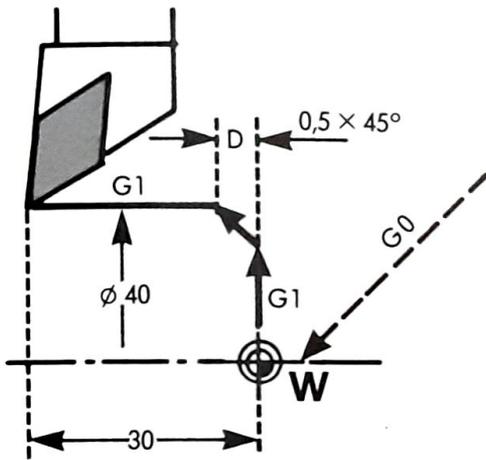
$$W_{\min} = D/R + 0,1 + R_s \quad [\text{mm}]$$

Schneidenradius

Beispiel:

Fase D = 0,2 mm, Schneidenradius R_s = 0,4 mm

W_{min} = 0,2 + 0,1 + 0,4 = 0,7 mm



```
G0 X0 Z1 M8
```

```
G1 Z0 F0.2
```

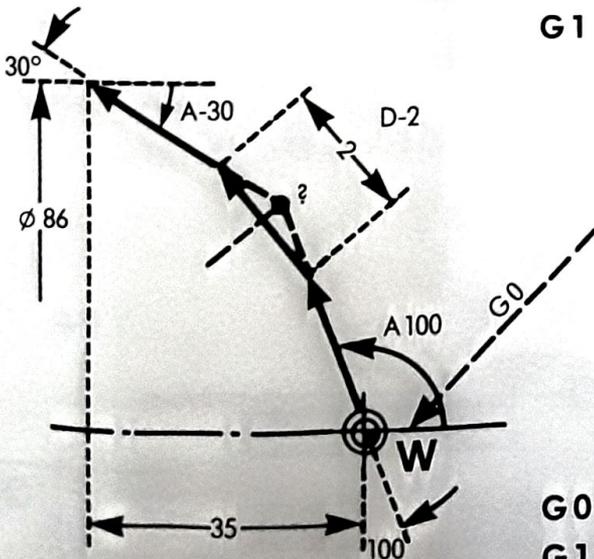
```
G1 X40 D0.5 E0.1
```

oder

```
G1 X40 R0.5 E0.1
```

```
G1 Z-30
```

Fase D
Radius R



```
G0 X0 Z1 M8
```

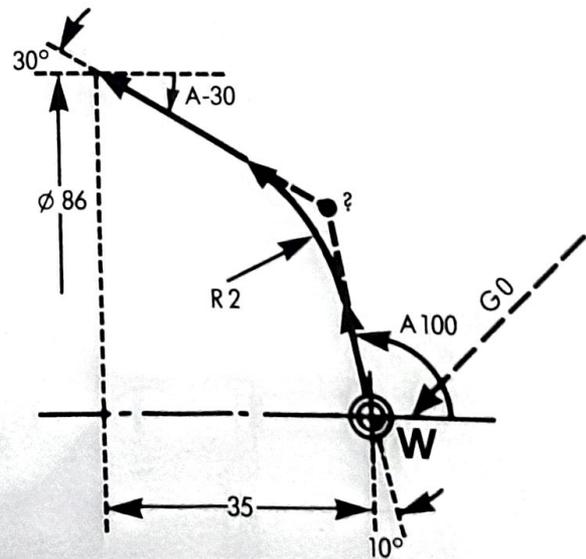
```
G1 Z0 F0.2
```

```
G1 A100 D-2
```

oder

```
G1 A100 R2
```

```
G1 X86 Z-35 A-30
```



Fase D
oder Radius R

Kreisbogen im Gegenuhrzeigersinn

G 03 X/U.. Z/W.. I.. K.. D/C.. H.. F.. E.. S.. B.. M..

P.. Q..
R..

M-Anweisung

B-Anweisung

Drehzahl oder
Schnittgeschwindigkeit

Vorschub der
Übergangselemente

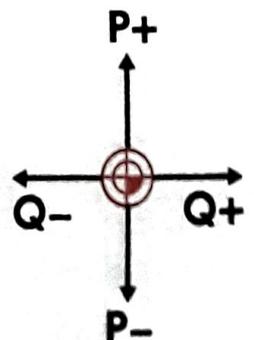
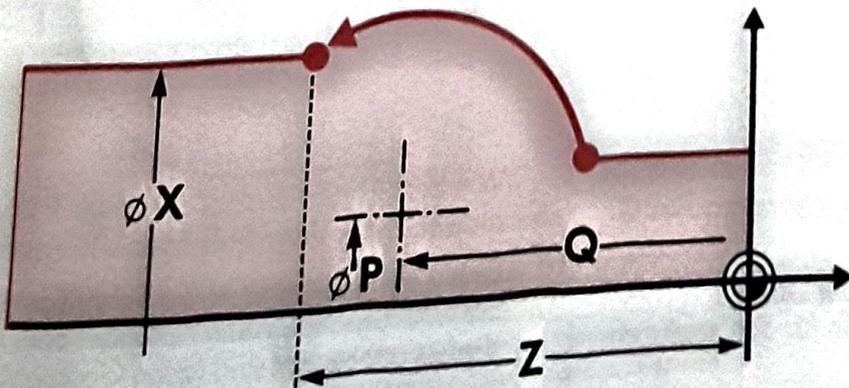
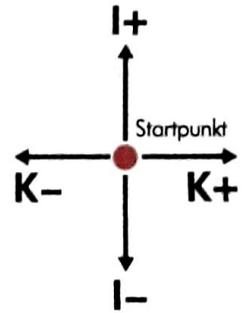
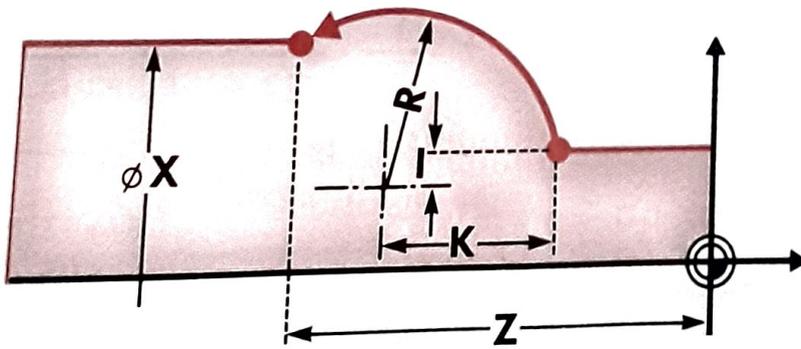
Vorschub

Schnittpunkt-
angabe

Übergangsfase
Übergangsradius

Kreismittelpunkt-
angabe
Radius

Koordinaten des
Zielpunktes im Bezugs-
oder Kettenmaß



3.4 Kreisbogen – G 02/G 03

Durch die **G 2/G 3**-Anweisung wird das Werkzeug (Schneidenspitze) **im Uhrzeigersinn/Gegenuhrzeigersinn** auf einer Kreisbahn an den Zielpunkt gefahren.

Der **Startpunkt** des Kreisbogens wird durch den vorhergehenden Satz bestimmt (kann aber auch von der Steuerung errechnet werden – siehe Geometriezug G 2/G 3).

Der **Zielpunkt** wird im G 2/G 3-Satz mit **X** und **Z** programmiert (kann aber auch von der Steuerung errechnet werden – siehe Geometriezug G 2/G 3).

Für die Eingabe des Kreisbogens gibt es drei Möglichkeiten:

1. **Radius R** programmieren

G 2 X.. Z.. R..

G 3 X.. Z.. R..

2. Die Koordinaten **P** und **Q** des **Mittelpunktes** programmieren, wobei P und Q sich auf den **Werkstück-Nullpunkt** beziehen.

G 2 X.. Z.. P.. Q..

G 3 X.. Z.. P.. Q..

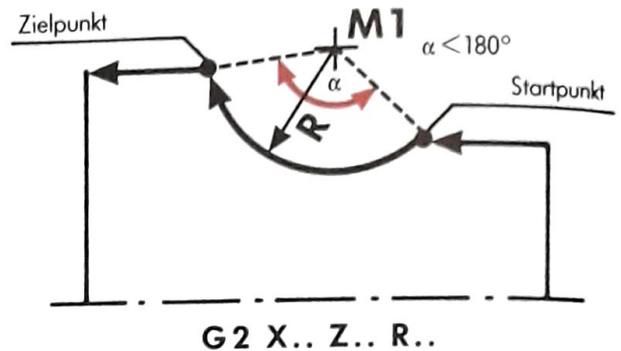
3. Die Koordinaten **I** und **K** des **Mittelpunktes** programmieren, wobei I und K sich auf den **Startpunkt** des Kreisbogens beziehen.

G 2 X.. Z.. I.. K..

G 3 X.. Z.. I.. K..

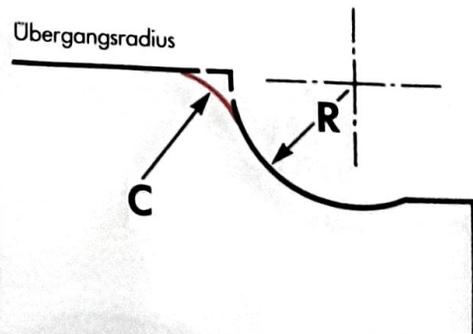
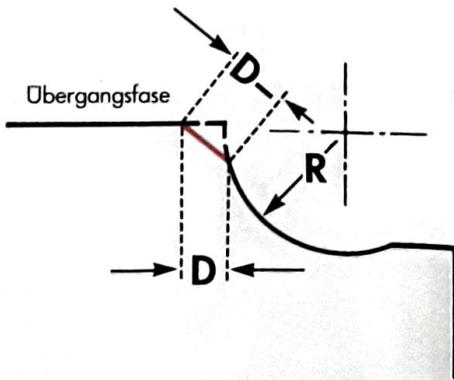
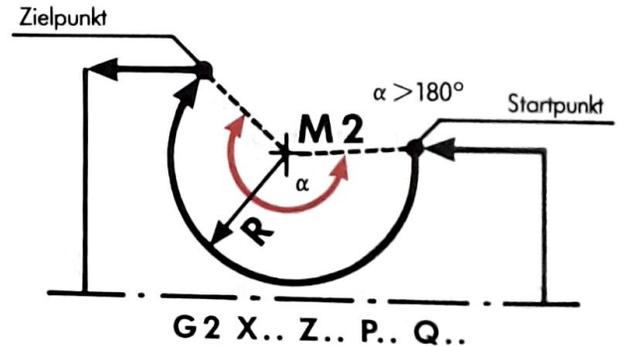
Anmerkung: Wird der Radius R eingegeben, gibt es zwei Möglichkeiten für den Mittelpunkt (siehe M 1 – M 2).

Die Steuerung errechnet nur M 1.



Deshalb ist die Radius-Programmierung **R** nur **zulässig**, wenn der Winkel α **kleiner** als 180° ist.

Bei α gleich oder größer als 180° muß der Mittelpunkt mit P und Q oder I und K programmiert werden.

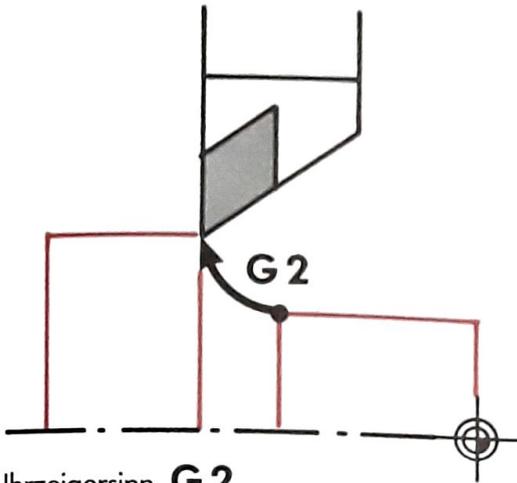


Wie bei G 1 kann auch bei G 2/G 3 im Zielpunkt eine **Übergangsfase D** oder ein **Übergangsradius C** programmiert werden.

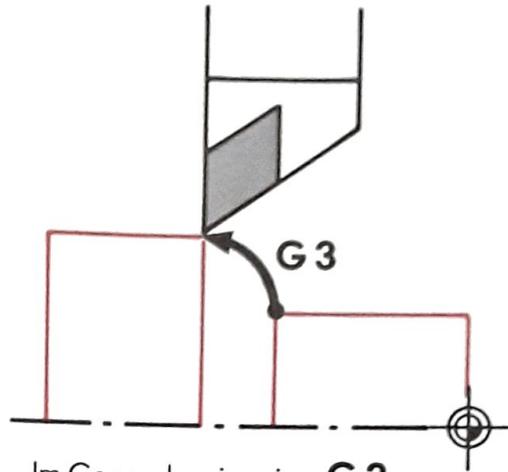
Abweichend von G 1 muß hier der Übergangsradius C heißen, da die Adresse R schon für den Radius des Kreisbogens belegt ist.

Wie bei G 1 gibt es den **Vorschub F** und den – evtl. reduzierten – **Vorschub E** für **Übergangselemente**. Eine weitere Adresse ist die **Schnittpunktangabe H**. Sie wird benötigt, wenn Anfangs- oder Zielpunkt des Kreises unbekannt sind (siehe Geometriezug G 2/G 3).

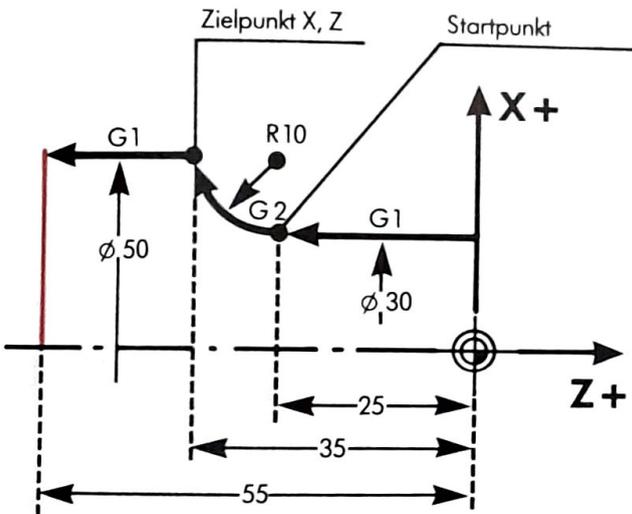
Beispiele G2/G3



Im Uhrzeigersinn **G2**



Im Gegenuhrzeigersinn **G3**



G0 X30 Z1 M8

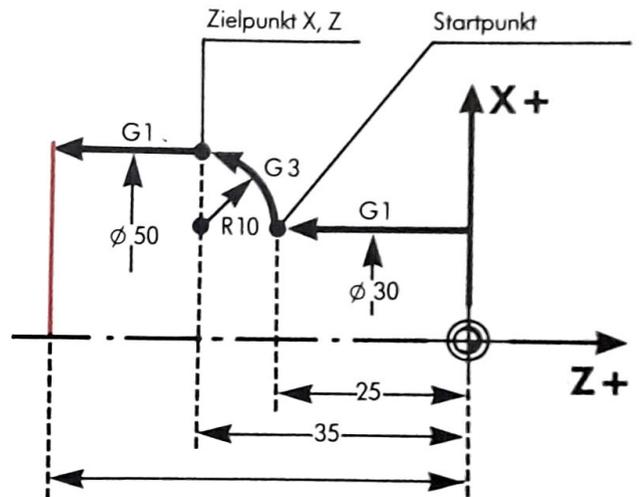
G1 Z-25 F0.2

G2 X50 Z-35 R10

oder **G2 X50 Z-35 P50 Q-25**

oder **G2 X50 Z-35 I10 K0**

G1 Z-55



G0 X30 Z1 M8

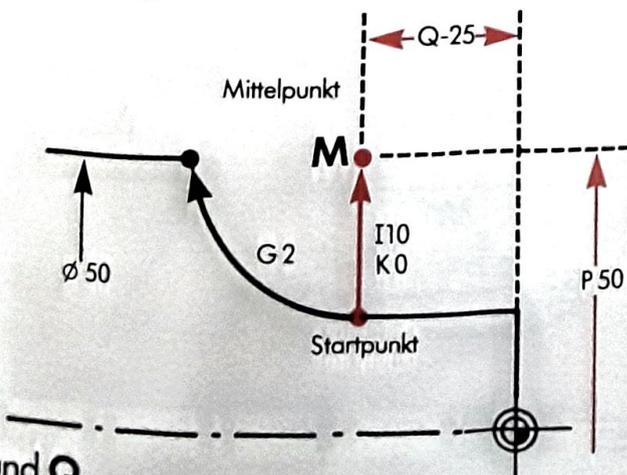
G1 Z-25 F0.2

G3 X50 Z-35 R10

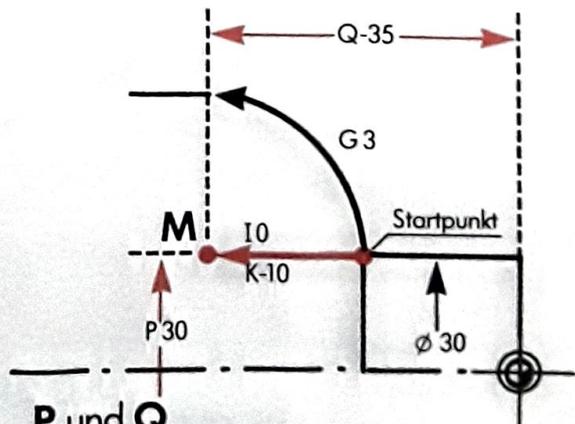
oder **G3 X50 Z-35 P30 Q-35**

oder **G3 X50 Z-35 I0 K-10**

G1 Z-55



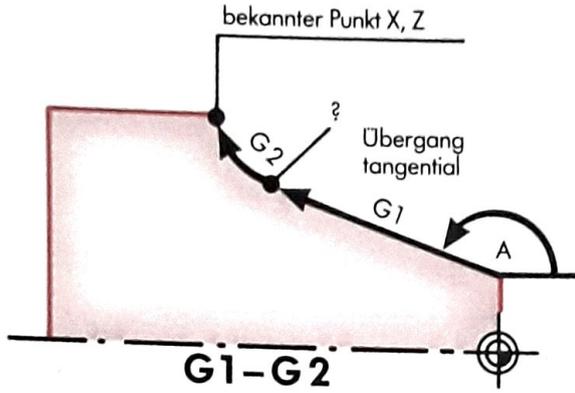
**P und Q
I und K**



**P und Q
I und K**

Tangentialer Übergang

Gerade - Kreisbogen

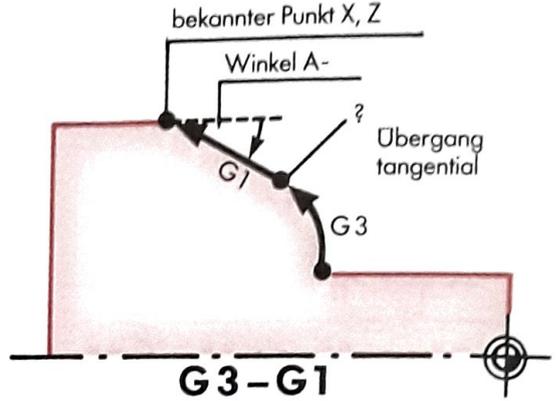


G1 A..
G2 X..Z.. R..

nur bei tangentialem
Übergang zulässig

bekannter
Punkt

Kreisbogen - Gerade



G3 R..

nur bei tangentialem
Übergang zulässig

G1 X..Z.. A..

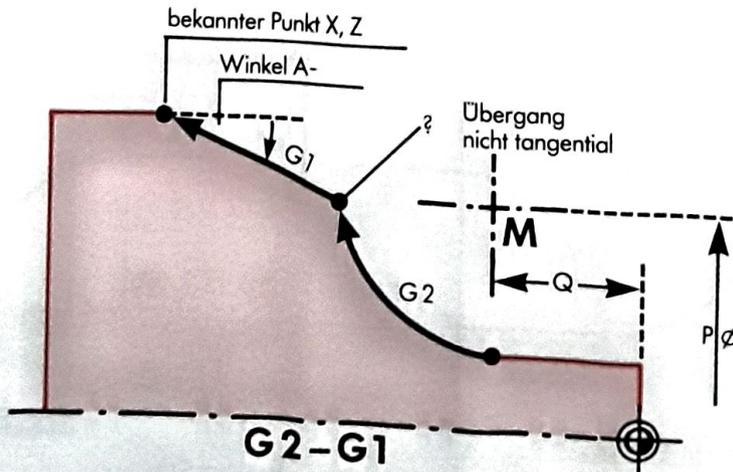
bekannter
Punkt

Wie beim Geometriezug G1 gilt auch hier:

Auf einen unbekanntem Punkt muß (im nächsten Satz) ein bekannter Punkt folgen.

Anmerkung: Die Radiuseingabe **R** darf innerhalb eines Geometriezuges **G2/G3** nur bei **tangentialem Übergang** verwendet werden.

Bei **nicht tangentialem Übergang** müssen die Koordinaten des Kreis-**Mittelpunktes P** und **Q** programmiert werden.



G2 P.. Q..
G1 X.. Z.. A..

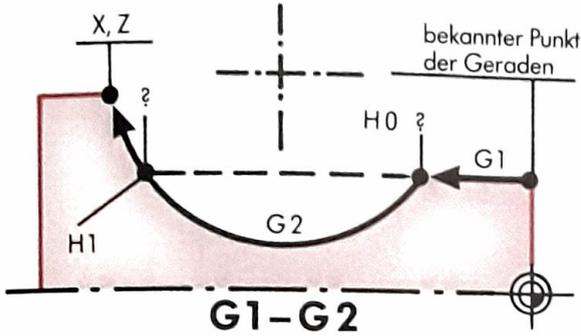
Beispiel nicht tangentialer Übergang

Nicht-tangentialer Übergang

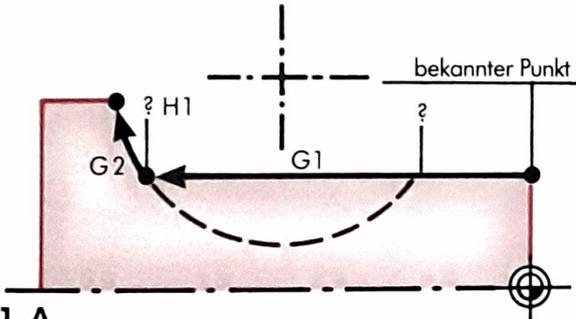
Ist der Übergang nicht tangential, schneidet die Gerade den Kreis zweimal. Deshalb muß die **Lage des Schnittpunktes H0** oder **H1** angegeben werden. Außerdem muß der **Kreismittelpunkt mit P** und **Q** programmiert werden.

Der Schnittpunkt, der dem bekannten Punkt (der Geraden) am nächsten liegt, ist H0.

Gerade – Kreisbogen

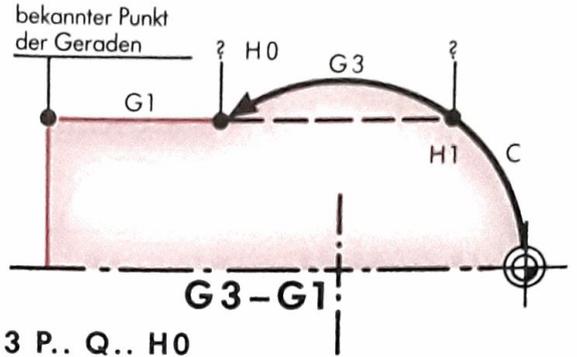


G1 A..
G2 X.. Z.. P.. Q.. H0

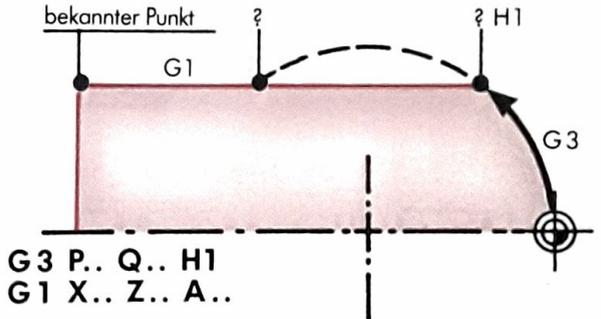


G1 A..
G2 X.. Z.. P.. Q.. H1

Kreisbogen – Gerade



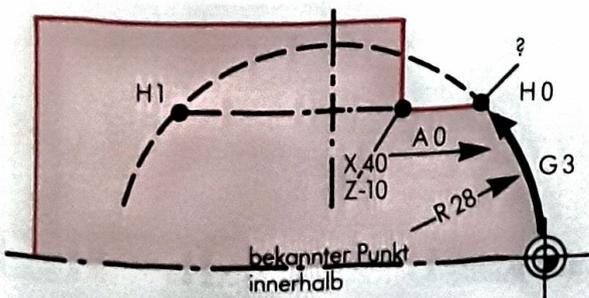
G3 P.. Q.. H0
G1 X.. Z.. A..



G3 P.. Q.. H1
G1 X.. Z.. A..

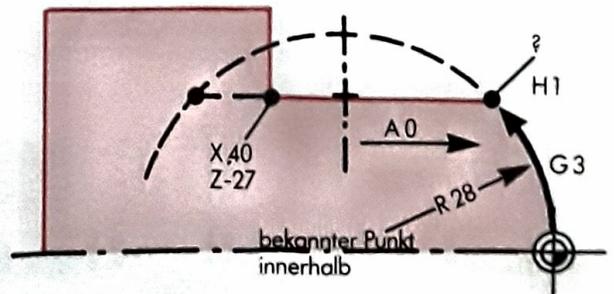
Sonderfall: Der bekannte Punkt (der Geraden) liegt innerhalb des Kreises. Auch wenn es nur einen Schnittpunkt gibt, muß H0 oder H1 eingegeben werden (siehe Beispiel).

Beispiel H0

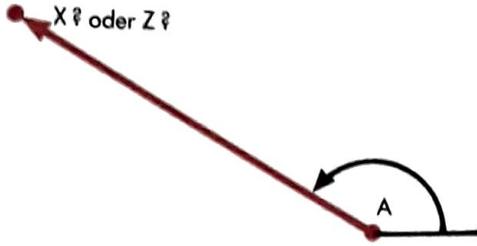


G3 P0 Q-28 H0
G1 X40 Z-10 A0

Beispiel H1

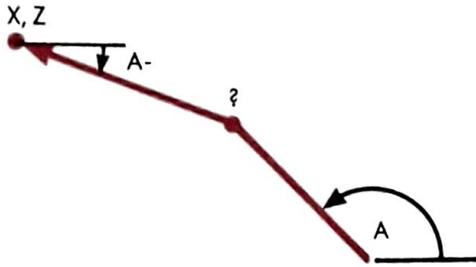


G3 P0 Q-28 H1
G1 X40 Z-27 A0



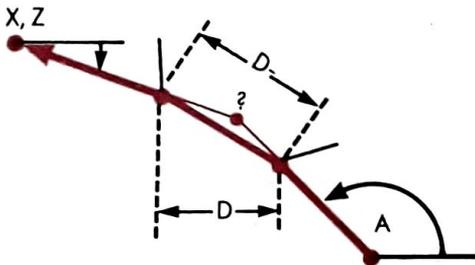
Gerade - Winkel

G1 X.. A..
oder
G1 Z.. A..



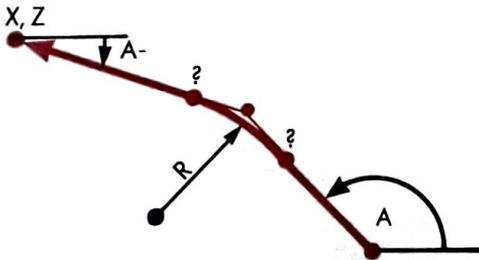
Gerade - Gerade

G1 A..
G1 X.. Z.. A..



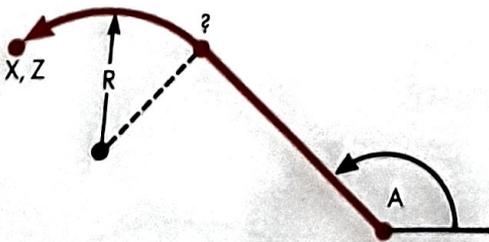
Gerade + Fase - Gerade

G1 A.. D.. (oder D-.)
G1 X.. Z.. A..



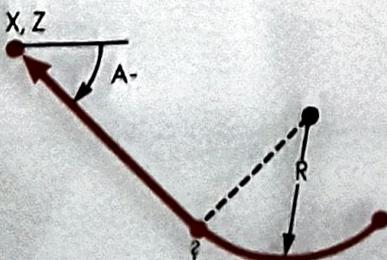
Gerade + Radius - Gerade

G1 A.. R..
G1 X.. Z.. A..



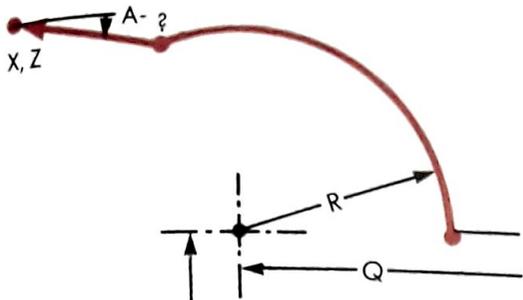
Gerade - Kreisbogen (tangential)

G1 A..
G3 (oder G2) X.. Z.. R..



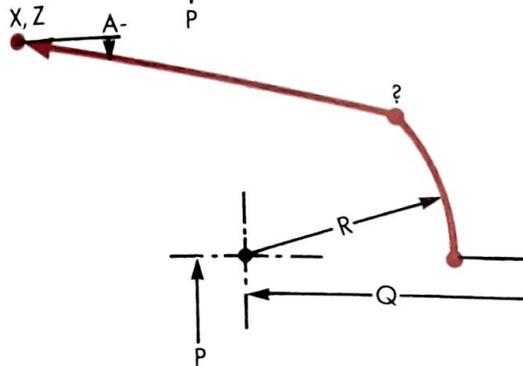
Kreisbogen - Gerade (tangential)

G2 (oder G3) R..
G1 X.. Z.. A..



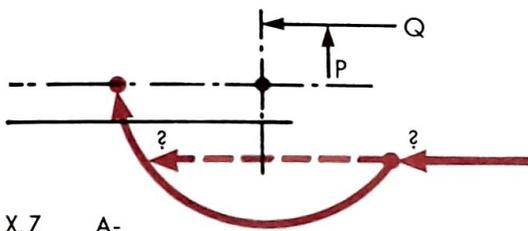
Kreisbogen – Gerade H0
(nicht tangential)

G3 (oder G2) P.. Q.. H0
G1 X.. Z.. A-..



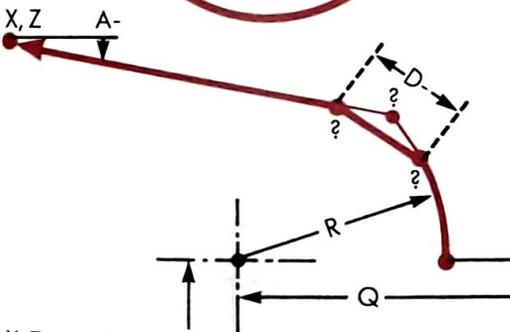
Kreisbogen – Gerade H1
(nicht tangential)

G3 (oder G2) P.. Q.. H1
G1 X.. Z.. A-..



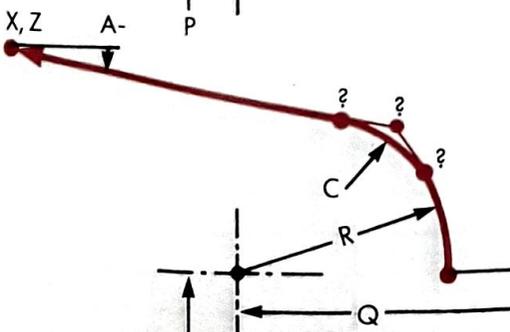
Gerade – Kreisbogen H0/H1

G1 A180
G2 X.. Z.. P.. Q.. H0 (H1)



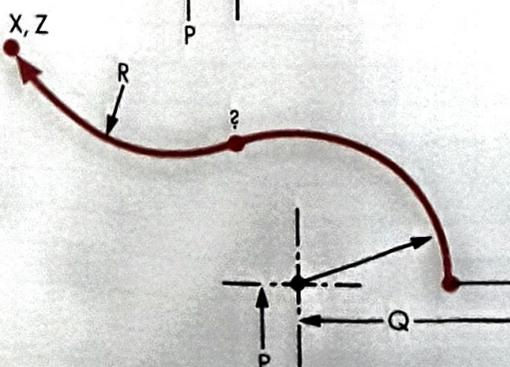
Kreisbogen + Fase – Gerade
(nicht tangential)

G3 (oder G2) P.. Q.. D-.. H1
G1 X.. Z.. A-..



Kreisbogen + Radius – Gerade
(nicht tangential)

G3 (oder G2) P.. Q.. C.. H1
G1 X.. Z.. A-..



Kreisbogen – Kreisbogen
(tangential)

G3 (oder G2) P.. Q..
G2 (oder G3) X.. Z.. R..

Anmerkung: Die Kreisbögen müssen gegenläufig sein.

Einer muß mit Mittelpunkt P, Q programmiert werden.

G 4 X/U..S..B..M..

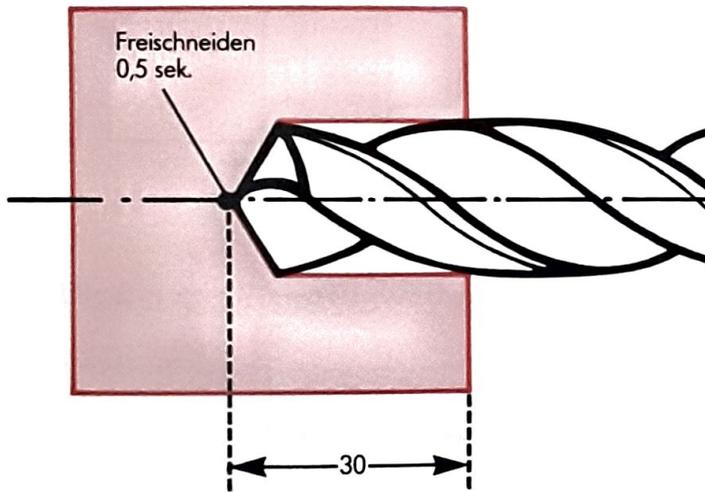
Verweilzeit
0,001 sek. – 999,99 sek.

Die unter G 4 programmierte Verweilzeit bewirkt, daß der nächste Programmsatz erst nach Ablauf dieser Zeit ausgeführt wird.

Anwendung: Freischneiden von Bohrern oder Stech-Werkzeugen.

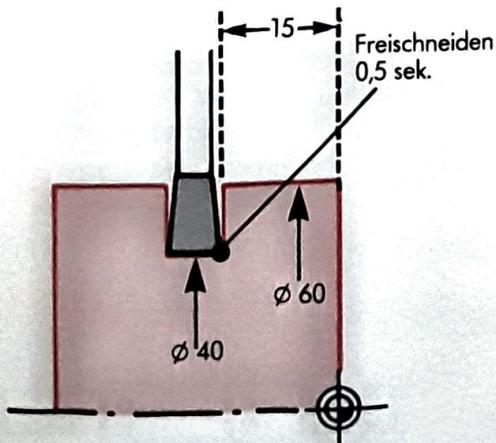
Beispiel Bohren

Wenn 30 mm tief gebohrt ist, soll der Rücklauf erst nach 0,5 sek. Freischneidezeit erfolgen.



```
G 0 X 0 Z 5 M 8
G 1 Z-30 F0.2
G 4 X0.5 (0,5 sek. Verweilzeit)
G 0 Z 5
```

Beispiel Einstechen

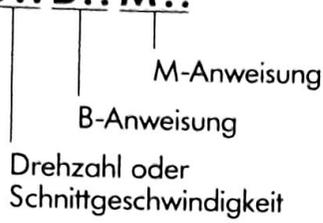


```
G 0 X 61 Z-15 M 8
G 1 X 40 F 0.1
G 4 X 0.5 (0,5 sek. Verweilzeit)
G 0 X 61
```

Anmerkung: G 4 sollte ohne S-B-M programmiert werden. Die Verweilzeit läuft erst nach Ausführung der S-B-M-Funktionen ab.

3.7 Eilgang zum Werkzeugwechsellpunkt G 24 – G 27

G 24 – G 27 S.. B.. M..



Beim Werkzeugwechsel muß das Werkzeug im Arbeitsraum der Maschine in eine Position gefahren werden, an der sich der Revolver kollisionsfrei schalten läßt. Diese Position nennt man **Werkzeugwechsellpunkt**.

Zum Anfahren des Werkzeugwechsellpunktes kann zwischen **4 Anweisungen** gewählt werden. Dabei sind keine Koordinatenangaben erforderlich.

Welche der Anweisungen G 24 bis G 27 gewählt wird, hängt davon ab, an welcher Position der Werkstückkontur sich die Werkzeugspitze befindet.

Mit G 24 fährt das Werkzeug in X-Richtung bis in Höhe des WZ-Wechsellpunktes.

Mit G 25 fährt das Werkzeug in Z-Richtung unter den WZ-Wechsellpunkt.

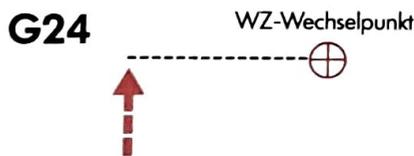
G 24 bzw. G 25 kann programmiert werden, wenn an diesem Zielpunkt kollisionsfrei geschaltet werden kann.

Mit G 26 bzw. G 27 wird der WZ-Wechsellpunkt in beiden Koordinaten erreicht.

G 26 hat die gleiche Wirkung wie zunächst G 24 und dann G 25.

G 27 hat die gleiche Wirkung wie zunächst G 25 und dann G 24.

Z.B. Nutenstecher



für Außenwerkzeuge



Z.B. beim Bohren mit Gew. St.



für Innenwerkzeuge

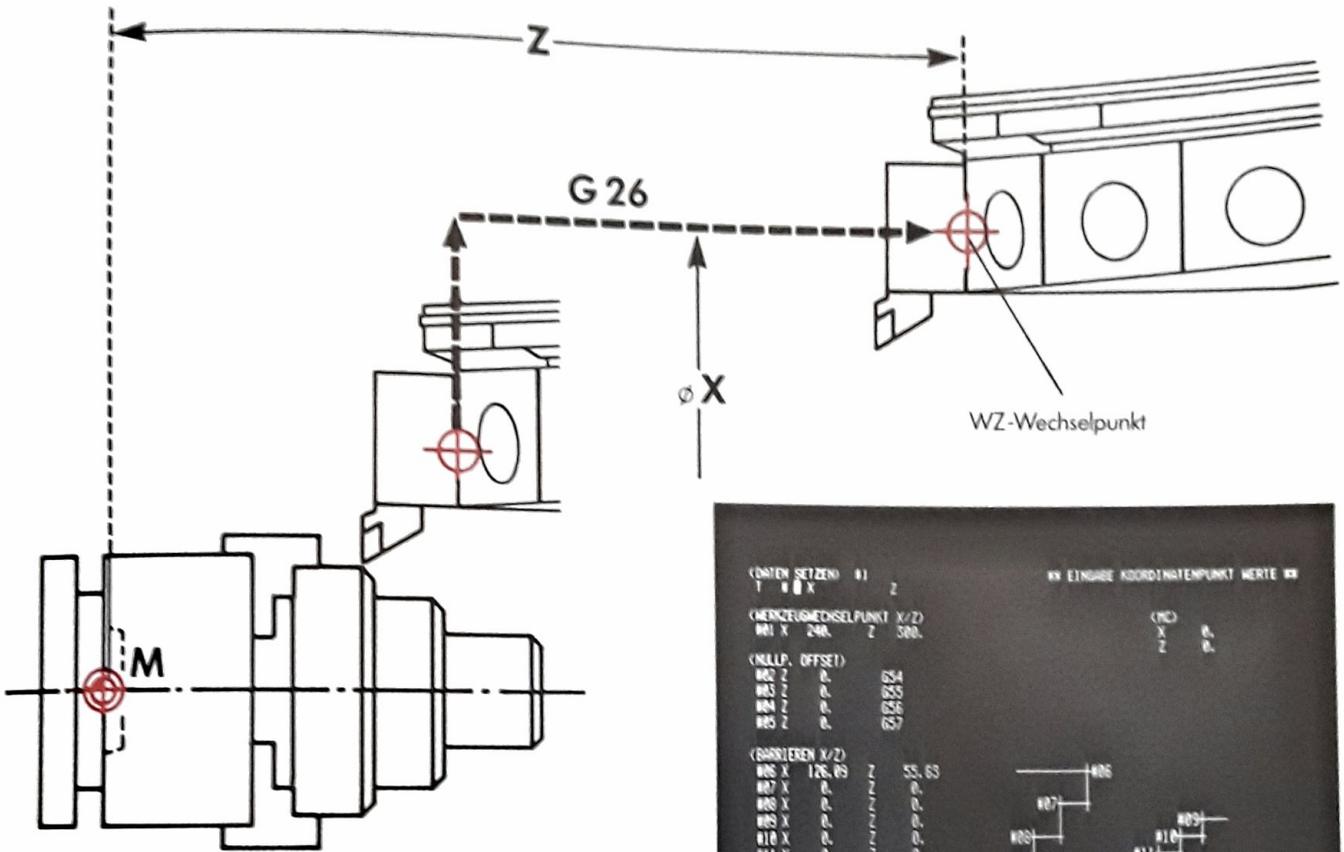


Bild: Eilgang zum Werkzeugwechsellpunkt

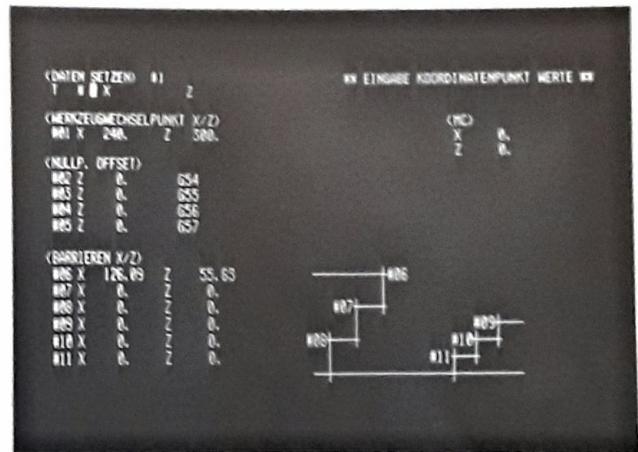


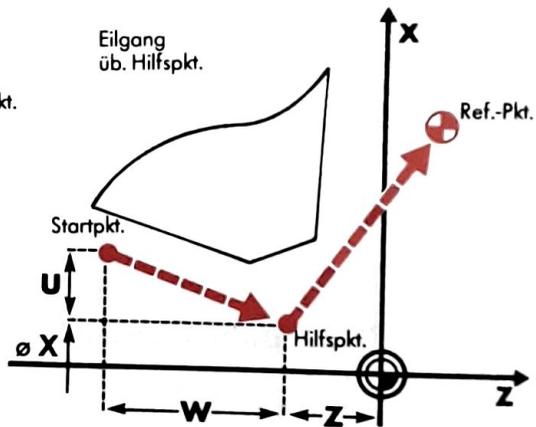
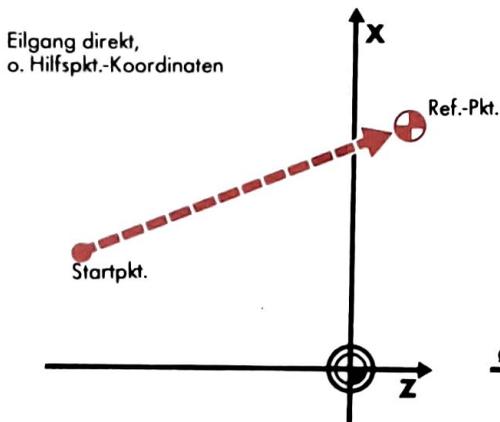
Bild: SET UP-Bild 4

Der WZ-Wechselpunkt wird durch **TEACH-IN** ermittelt und im SET UP-Bild 4 #1 abgespeichert.

- Anmerkung:**
- Vor Aufruf G 24 - G 27 muß die **Schneidenradiuskompensation** ausgeschaltet sein (G 40).
 - G 24 bis G 27 wählt die Werkzeugdaten ab. Aus diesem Grund muß vor Weiterbearbeitung, auch bei gleichem Werkzeug, eine **T-Anweisung** erfolgen.

Eilgang zum Referenzpunkt

G 28 X/U.. Z/W.. S.. M.. B..



Durch die **G 28**-Anweisung wird der Revolver **auf direktem Weg** im **Eilgang** auf den Referenzpunkt gefahren.

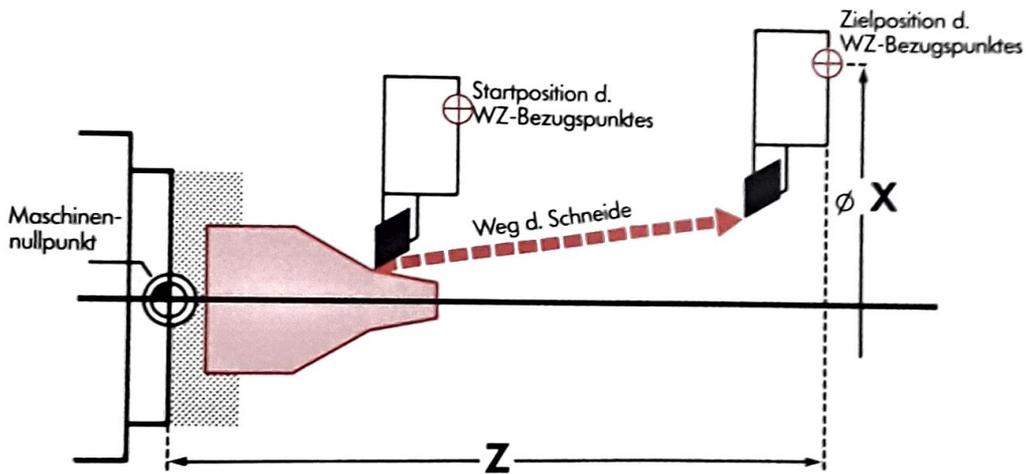
Durch zusätzliche Eingabe von **X** und **Z** fährt das angewählte Werkzeug (Schneidenspitze) auf den so programmierten **Hilfspunkt**. Erst danach werden die Werkzeugdaten (auf dem Weg zum Referenzpunkt) abgewählt.

- Anmerkung:**
- Vor Aufruf G 28 muß die Schneidradiuskompensation ausgeschaltet sein (G 40).
 - G 28 wählt die Werkzeugdaten ab. Aus diesem Grund muß vor Weiterbearbeitung, auch bei gleichem Werkzeug, eine T-Anweisung erfolgen.

Eilgangbewegung bezogen auf Werkzeugträgerbezugspunkt und Maschinennullpunkt

G 53 X.. Z.. S.. B.. M..

M-Anweisung
 B-Anweisung
 Drehzahl oder
 Schnittgeschwindigkeit
 Koordinaten des
 Zielpunktes



G 53 ist ebenso wie G 0 eine **Eilgangbewegung**. Jedoch bezieht sich der programmierte Zielpunkt X und Z nicht auf den Werkstück-Nullpunkt, sondern auf den **Maschinen-Nullpunkt**.

Die G 53-Anweisung wird z. B. verwendet beim „Reitstock schleppen“ (Maschinentype TNA) oder beim „Absortieren aus der Gegenspindel“ (Maschinentype TNS 30/42 D).

- Anmerkung:**
- Vor **Aufruf** G 53 muß die Schneidendenkompensation ausgeschaltet sein (G 40).
 - Der vorher programmierte Werkstück-Nullpunkt bleibt weiterhin gültig.
 - Bei Weiterbearbeitung muß auf jeden Fall zuerst eine T-Anweisung (Werkzeug-Daten) programmiert werden.

4.1 Schneidradiuskompensation

Schneidradiuskompensation AUS

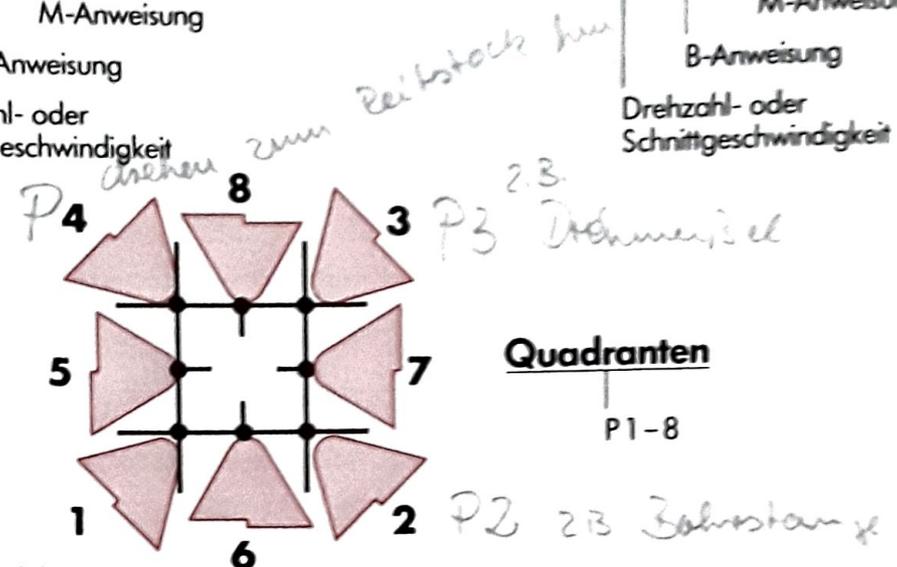
G 40 S.. B.. M..

M-Anweisung
B-Anweisung
Drehzahl- oder
Schnittgeschwindigkeit

Schneidradiuskompensation EIN

G 46 S.. B.. M..

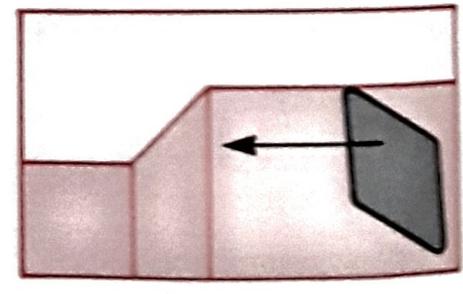
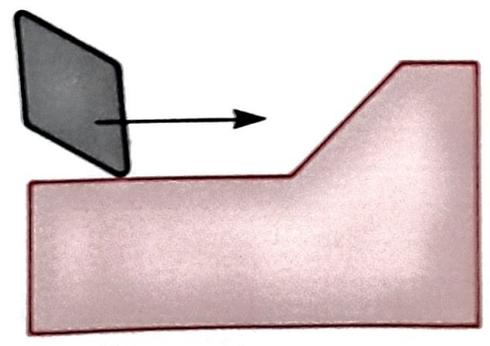
M-Anweisung
B-Anweisung
Drehzahl- oder
Schnittgeschwindigkeit



G 41 S.. B.. M..

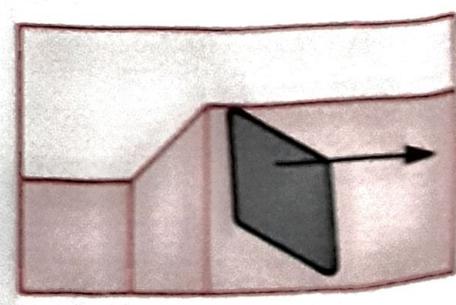
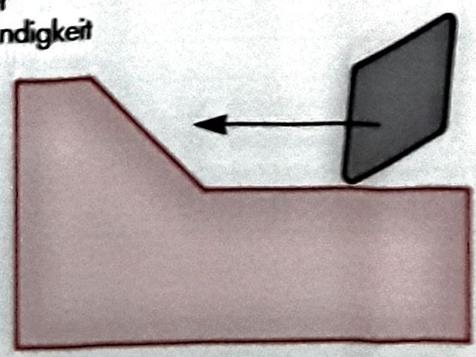
M-Anweisung
B-Anweisung
Drehzahl- oder
Schnittgeschwindigkeit

*Steuerung meldet falschen
Schneidbereich der
Quadranten*



G 42 S.. B.. M..

M-Anweisung
B-Anweisung
Drehzahl- oder
Schnittgeschwindigkeit

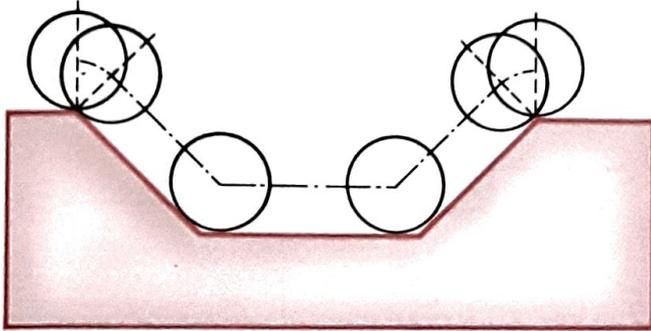


4.1 Schneidenradiuskompensation

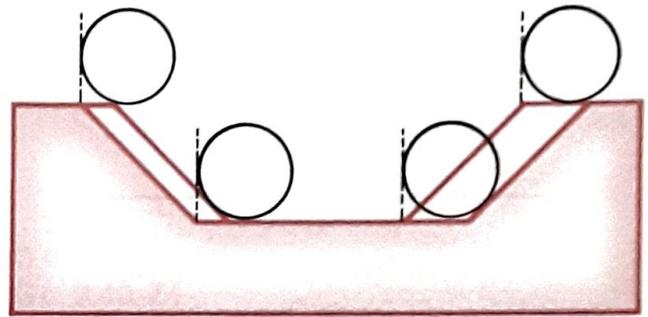


Die Schneidenradiuskompensation (**SRK**) der Steuerung TX 8 D wird mit **G 46** (in Sonderfällen mit G 41/ G 42) aktiviert.

Ist die SRK durch G 46 aktiviert, können die in der Zeichnung eingetragenen Maße direkt und unabhängig vom Schneidenradius verwendet werden.



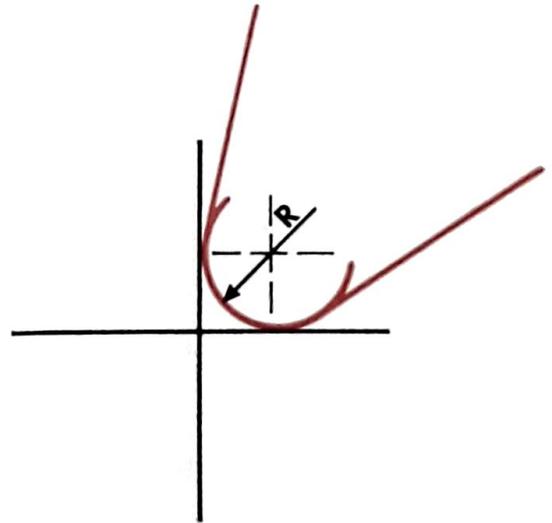
mit SRK



ohne SRK

Die für die geometrischen Berechnungen erforderlichen Angaben (Schneidenradius **R**, Lage des Radiusmittelpunktes **P**) sind im Werkzeugspeicher (SET UP-Bild 2) abgelegt.

Die Steuerung greift nach Anwahl SRK auf diese Werkzeugdaten automatisch zu.



..... X Z P R T : / : N /

Werkzeugstation

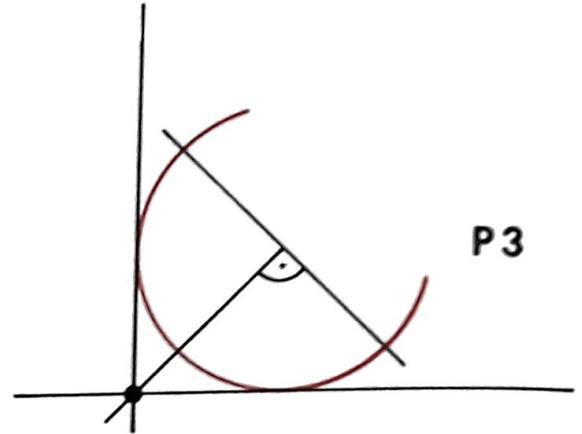
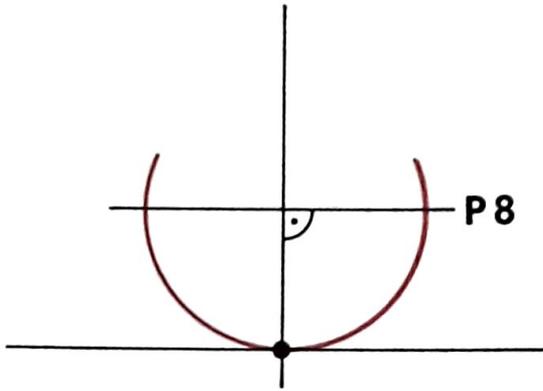
Schneidenradius

Quadrant

Koordinaten des Werkzeuges bezogen auf den Werkzeugbezugspunkt

4.2 Bedingungen für Schneidenradiuskompensation

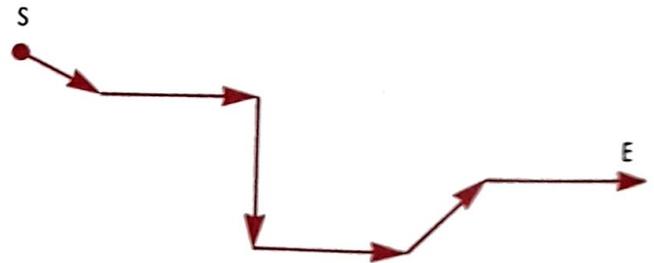
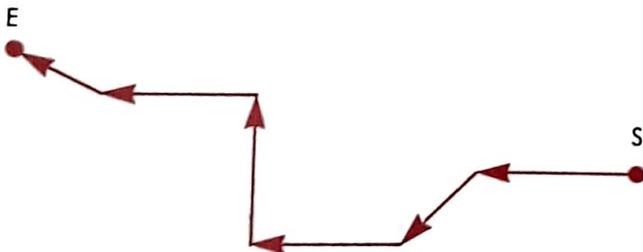
Nach Anwahl G 46 überwacht die Steuerung – unabhängig von der Form des Werkzeuges – einen Schneidbereich von 180°. Die Lage des Schneidbereiches ist abhängig vom Quadranten.



In Sonderfällen läßt sich die Überwachung des Schneidbereiches durch Programmieren von **G 41** oder **G 42** (anstelle G 46) bewußt **unterdrücken**.

Ist die SRK durch G 46 aktiviert, erkennt die Steuerung aus den G 46 unmittelbar folgenden 4 Sätzen die Bewegungsrichtung des Werkzeuges.

Ohne Abwahl durch G 40 kann die Bearbeitungsrichtung nicht geändert werden.



Solange G 46 (G 41/G 42) aktiv ist, müssen von jeweils **5** aufeinanderfolgenden Sätzen mindestens **3 Sätze** **Verfahrenbewegungen** sein.

Der erste Verfahrssatz nach Anwahl G 46 (G 41/G 42) darf nicht als Kreisbogen (G 02/G 03), sondern muß als Gerade (G 00/G 01) programmiert sein.

Solange G 46 aktiv ist, sind die Satzformate folgender G-Funktionen zulässig:

G 00, G 01, G 02, G 03, G 04, G 09, G 22, G 41, G 42, G 77, G 79, G 94, G 95, G 96, G 97.

Wird eine nicht zulässige G-Funktion aufgerufen, wird die Maschine stillgesetzt und ein Alarm am Bildschirm angezeigt.

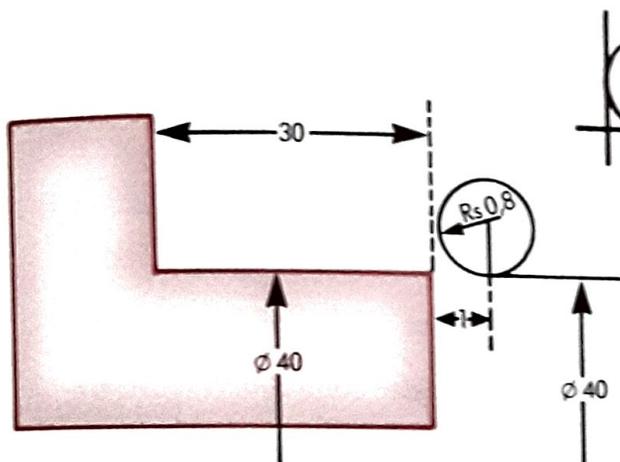
4.3 Anwahl Schneidenradiuskompensation

Nach Anwahl von G 46 erfolgt sinnvollerweise eine Anstellbewegung im Eilgang (G 00).

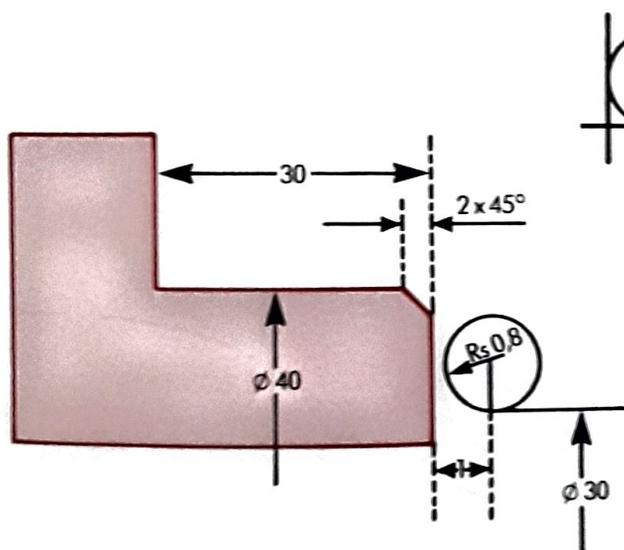
Der Endpunkt dieser Anstellbewegung wird bereits kompensiert angefahren, da die Steuerung die Äquidistante mit dem folgenden Konturelement errechnet.

Wird im G 00 angestellt, sollte die Werkzeugspitze um $2 \times$ Schneidenradius vor dem zu zerspanenden Material positioniert sein.

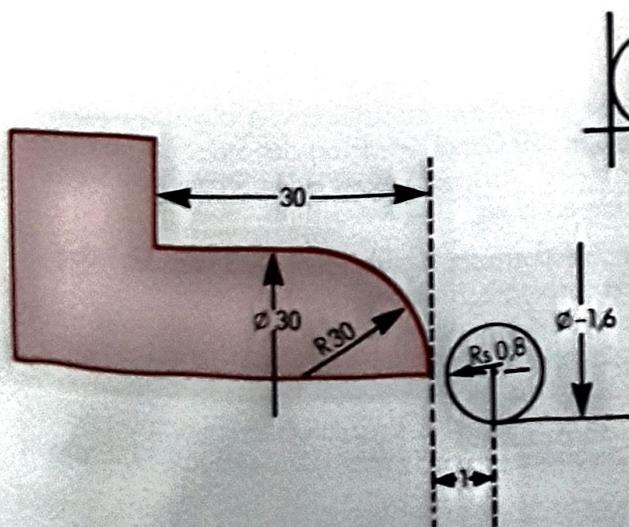
Ist die erste Vorschubbewegung nach G 00 kleiner Schneidenradius, wird die Maschine stillgesetzt und ein Alarm am Bildschirm angezeigt (Konturschutz).



G 46
G 0 X40 Z1
G 1 Z-30



G 46
G 0 X30 Z1
G 1 Z0
G 1 X40 D2 F0,2 E0,1
G 1 Z-30



G 46
G 0 X-1,6 Z1
G 1 Z0 F0,2
G 1 X0
G 3 R30
G 1 X30 Z-30 A0

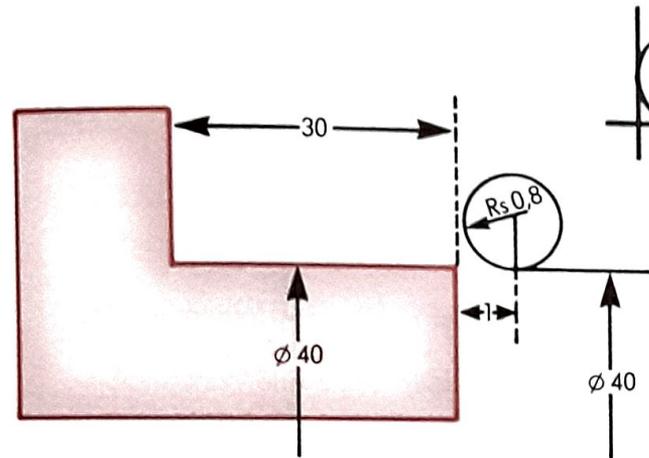
4.3 Anwahl Schneidradiuskompensation

Nach Anwahl von G 46 erfolgt sinnvollerweise eine Anstellbewegung im Eilgang (G 00).

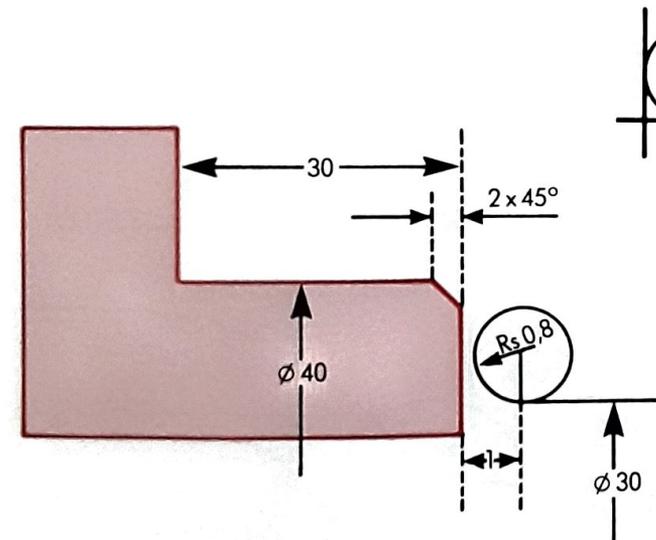
Der Endpunkt dieser Anstellbewegung wird bereits kompensiert angefahren, da die Steuerung die Äquidistante mit dem folgenden Konturelement errechnet.

Wird im G 00 angestellt, sollte die Werkzeugspitze um $2 \times$ **Schneidradius** vor dem zu zerspanenden Material positioniert sein.

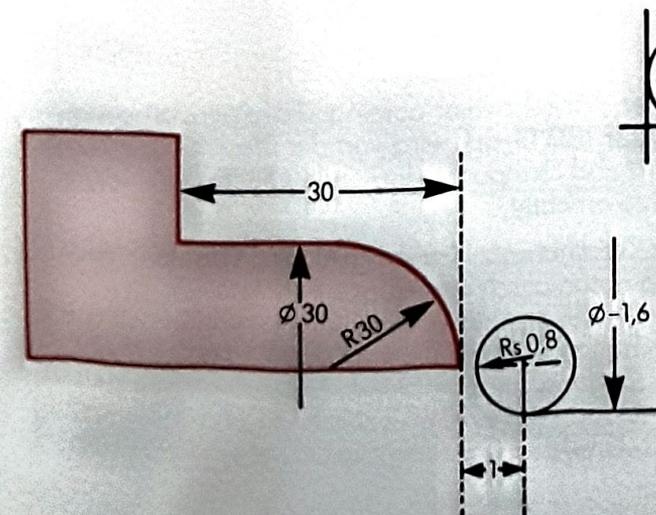
Ist die erste Vorschubbewegung nach G 00 kleiner Schneidradius, wird die Maschine stillgesetzt und ein Alarm am Bildschirm angezeigt (Konturschutz).



G 46
G 0 X 40 Z 1
G 1 Z - 30



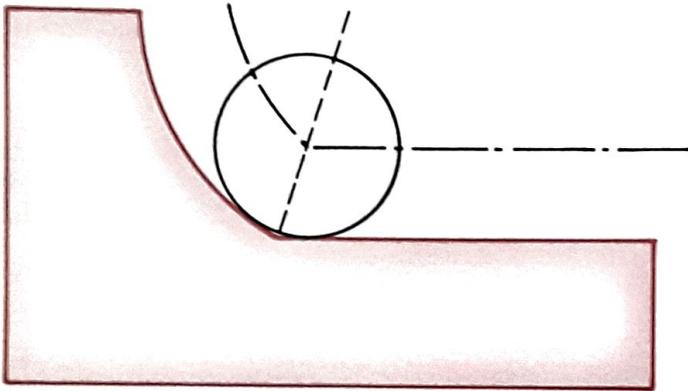
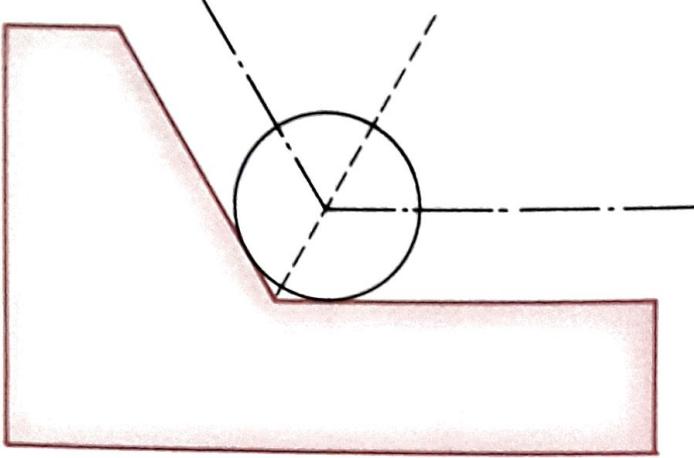
G 46
G 0 X 30 Z 1
G 1 Z 0
G 1 X 40 D 2 F 0,2 E 0,1
G 1 Z - 30



G 46
G 0 X - 1,6 Z 1
G 1 Z 0 F 0,2
G 1 X 0
G 3 R 30
G 1 X 30 Z - 30 A 0

4.4 Verhalten während Schneidenradiuskompensation

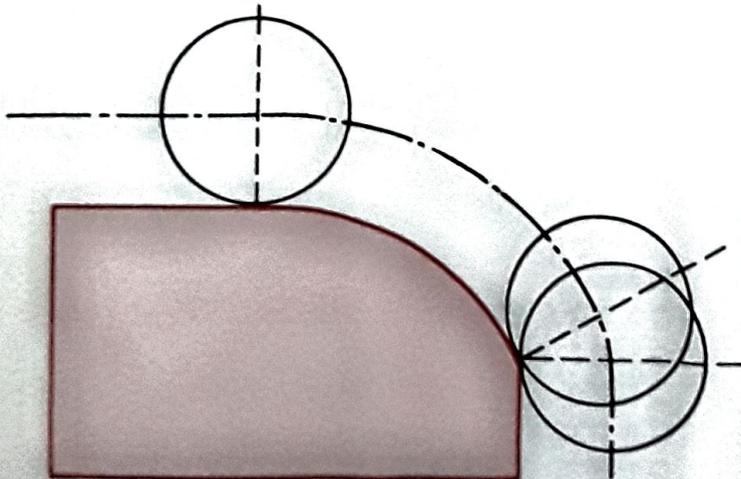
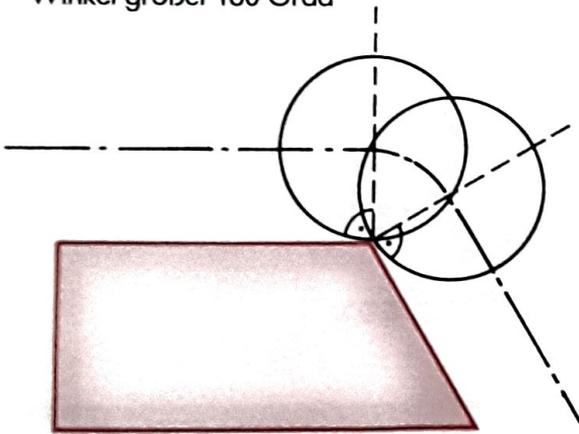
Winkel kleiner 180 Grad



Ist der Winkel zweier aufeinanderfolgenden Sätze **kleiner 180 Grad**, wird von der Steuerung am Schnittpunkt der beiden Sätze eine Winkelhalbierende errichtet.

Diese Position wird so angefahren, daß das Werkzeug (Schneidenradius) an beiden Geraden tangiert.

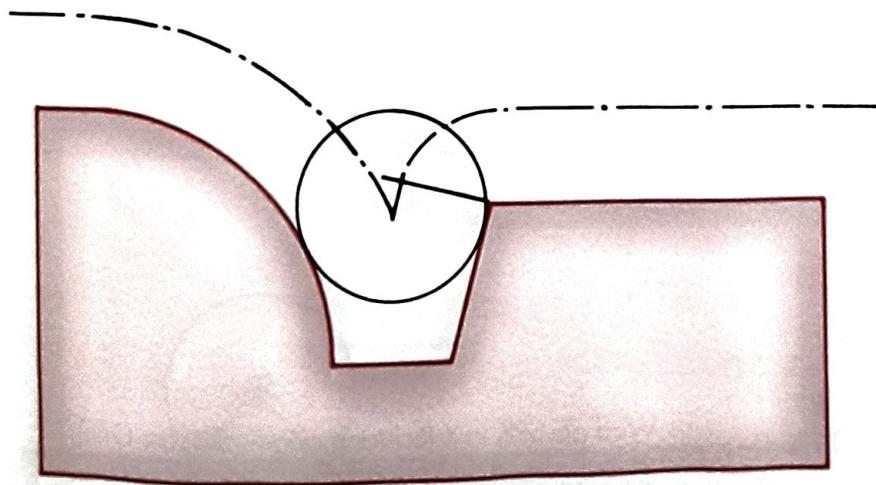
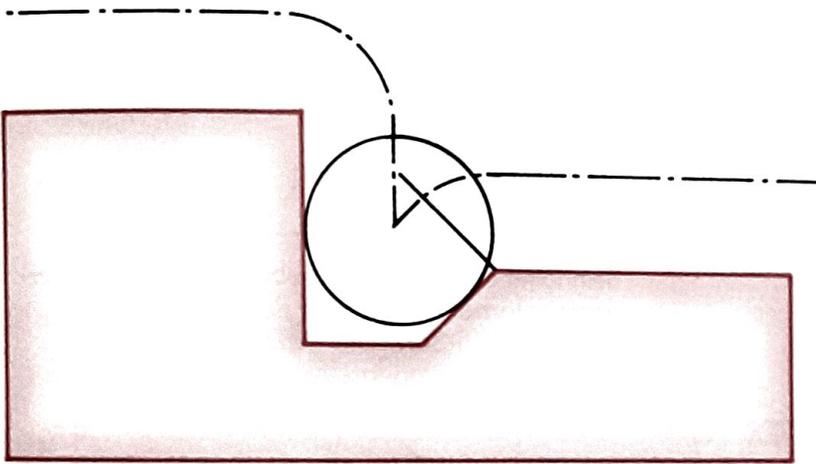
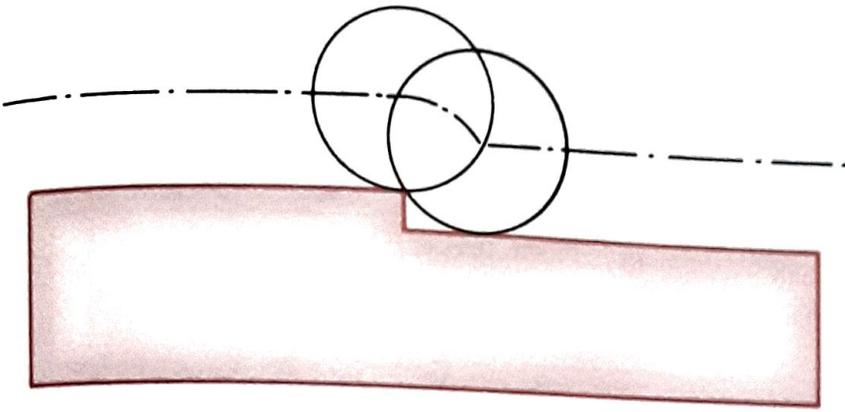
Winkel größer 180 Grad



Ist der Winkel zweier aufeinanderfolgenden Sätze **größer 180 Grad**, wird von der Steuerung am Endpunkt und Startpunkt eines jeden Satzes eine Senkrechte errichtet.

Der Zwischensatz (Kreisbogen) wird von der Steuerung automatisch eingefügt.

4.4 Verhalten während Schneidenradiuskompensation



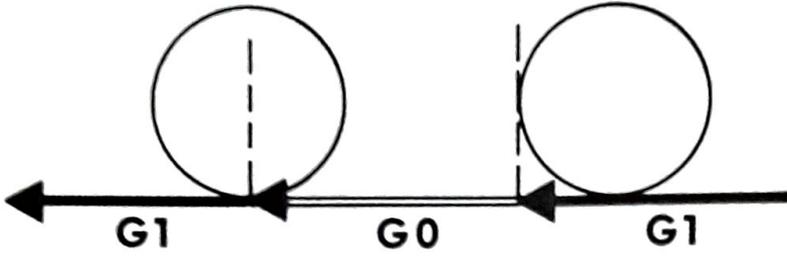
Durch Vorauslesen von 5 Sätzen während SRK wird von der Steuerung eine programmierte Kontur, die mit dem eingegebenen Schneidenradius nicht ausgeführt werden kann, durch Errechnen der äquidistanten Schnittpunkte automatisch **ausgeblendet**.

Während diese Sätze abgearbeitet werden, gibt die Steuerung den Alarm „**Satzausblendung**“ an den Bildschirm aus.

Die Bearbeitung wird jedoch fortgeführt.

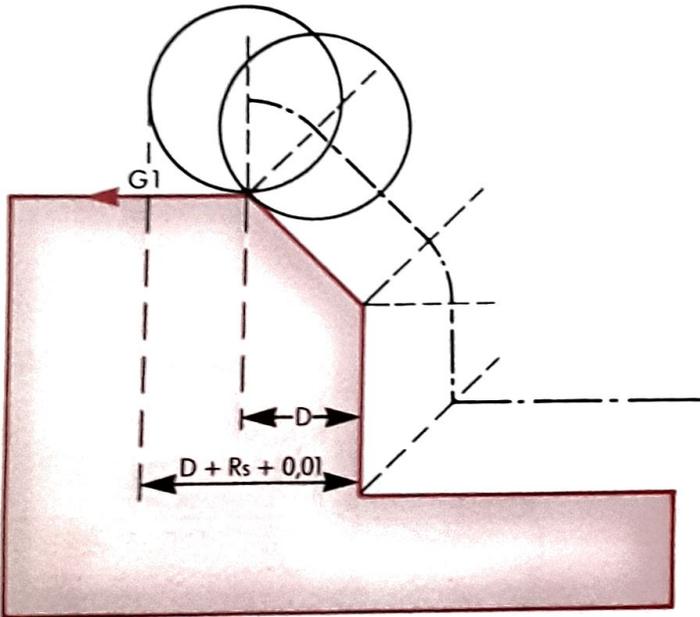
Unmittelbar vor G 40 darf keine Satzausblendung anstehen.

4.5 Abwahl Schneideradiuskompensation

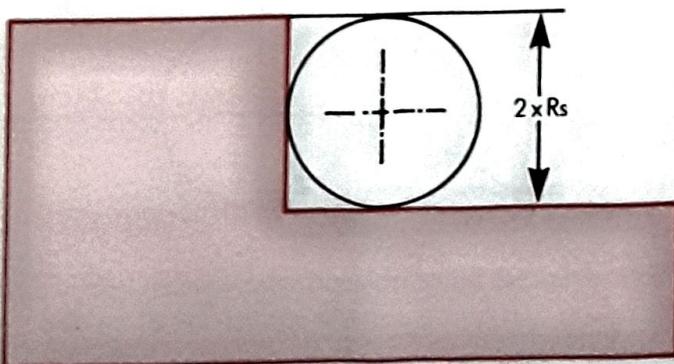


Durch eine Eilgangbewegung (G 00) wird die SRK temporär, d. h. auf der letzten Verfahrensbewegung abgewählt.

Ist der nächste Satz wiederum eine Vorschubbewegung, bewirkt dieser Anwahlverhalten.



Beinhaltet die letzte Vorschubbewegung ein **Übergangselement** (Fase oder Radius), muß der nachfolgende G 01-Satz eine Verfahrensbewegung von mindestens Übergangselement + Schneidradius + 0,01 mm beinhalten.

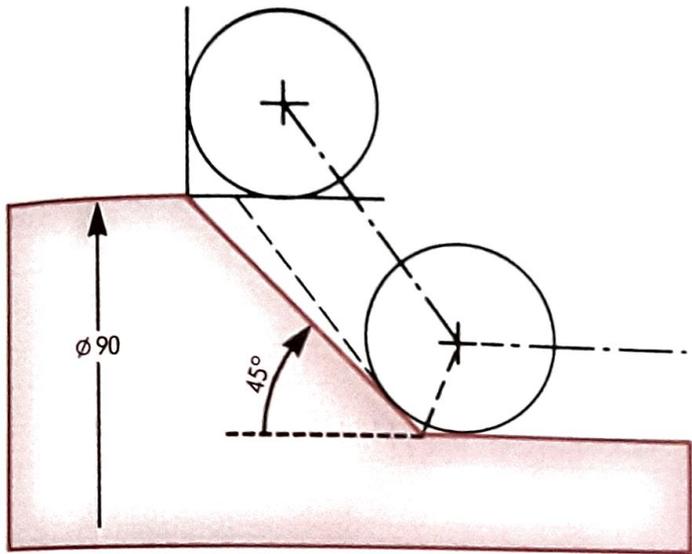


Wird die SRK in X-Richtung abgewählt (nur G 01), so muß die letzte Verfahrensbewegung mindestens $2 \times$ Schneidradius betragen (im Durchmesser $4 \times$).

In diesem Fall erfolgt keine Verfahrensbewegung.

4.5 Abwahl Schneidenradiuskompensation

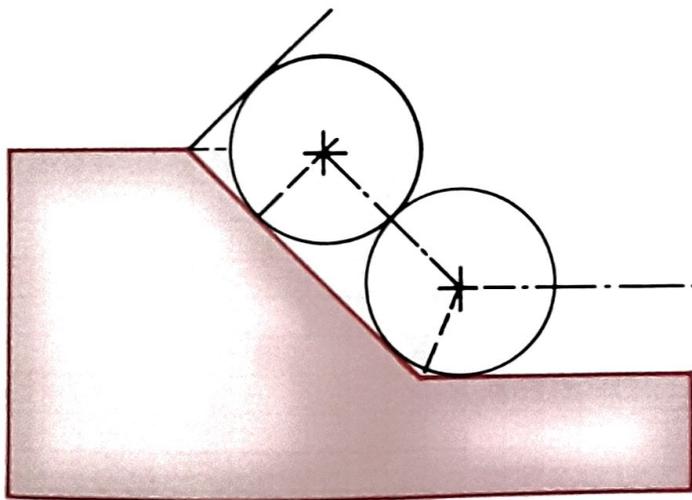
MA zum Fräsen mit Polysphenon



falsch

G1 Z-...
G1 X90 A135
G40

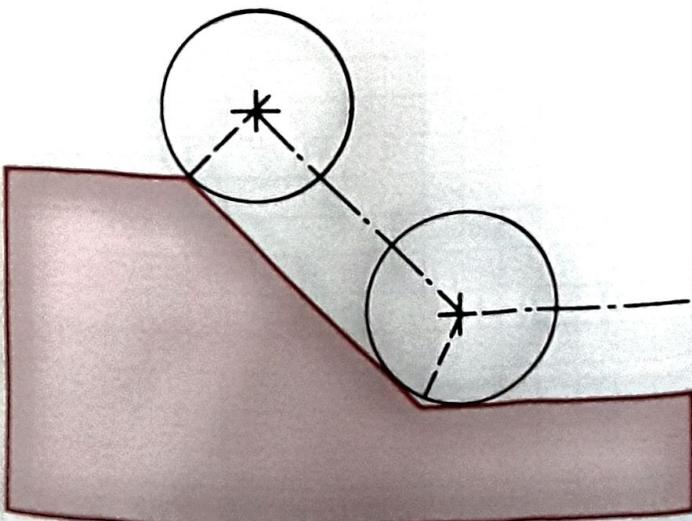
Wird die SRK unmittelbar nach einem G01-Satz abgewählt, so zeigt der letzte Satz Abwahlverhalten. Die Kontur ist im letzten Satz verfälscht.



G1 Z-...
G1 X90 A135
G0 X91
G40

falsch

Wird vor Abwahl SRK durch G40 ein G00-Satz programmiert, so wird am Ende des letzten Satzes von der Steuerung ein Vektor unter 90 Grad errichtet. Die Abwahl erfolgt im nachfolgenden G00-Satz.



G1 Z-...
G1 X90 A135
G0 X91 A135
G40

wichtig

Wird im G00-Satz vor G40 ein Winkel unter der Adresse A programmiert, gibt dieser Winkel die Richtung des zuletzt eingegebenen Satzes an. Die letzte Verfahrensbewegung wird unter Berücksichtigung des aktuellen Schneidenradiuses vollständig abgefahren. Die Abwahl erfolgt auf der nachfolgenden G00-Bewegung.

5.1 Schrappen gegen Kontur

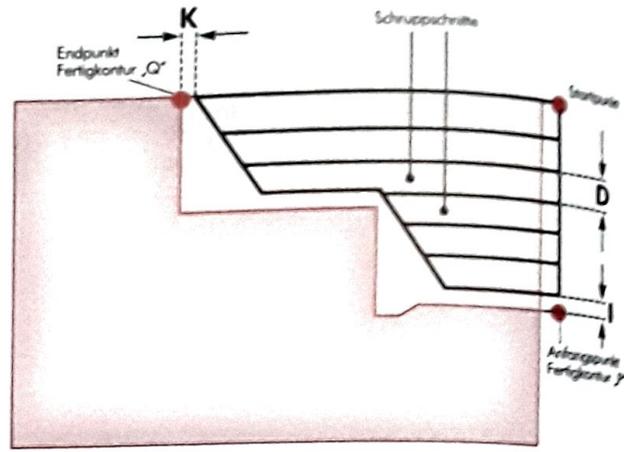
Üblicherweise sind mehrere Schrappschnitte notwendig, bevor ein Werkstück geschlichtet werden kann.

Werden die Schrappschnitte als Einzelsätze programmiert, sind komplizierte Berechnungen notwendig.

Die **TX 8 D** verfügt über verschiedene Zyklen, die diese geometrischen Berechnungen automatisch durchführen:

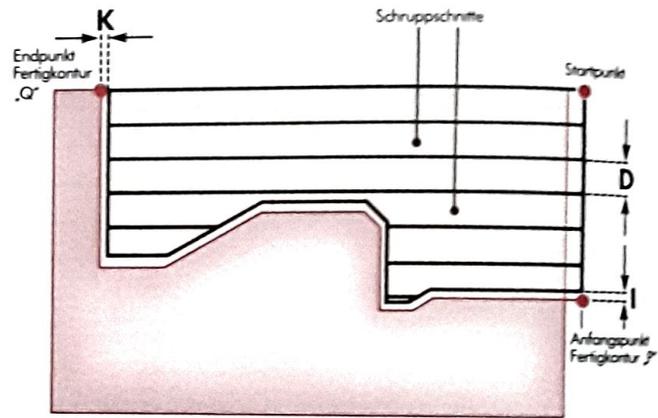
1. Längsschrappzyklus

G 70



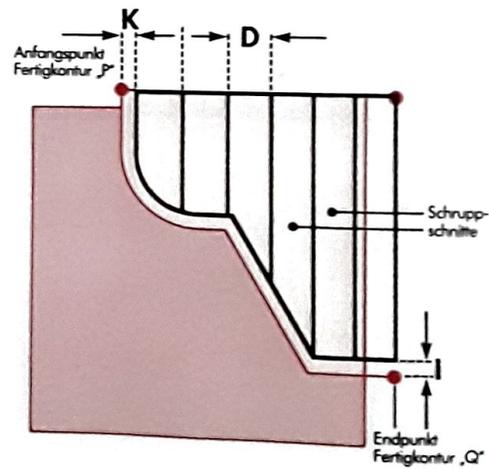
2. Längsschrappzyklus

G 71



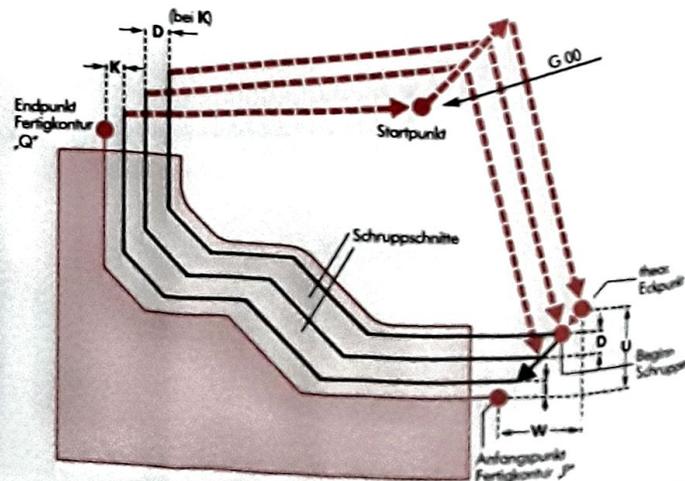
3. Planschrappzyklus

G 72



4. konturparalleler Schrappzyklus

G 73

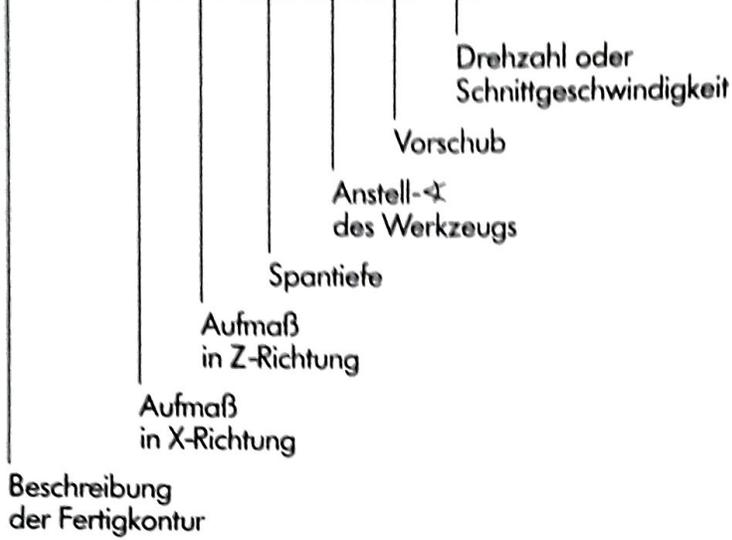


Bei den Schrappzyklen G 70 bis G 73 wird die zugehörige Fertigungskontur von der Steuerung zur Berechnung der einzelnen Schrappschnitte herangezogen, d. h. abgespeichert.

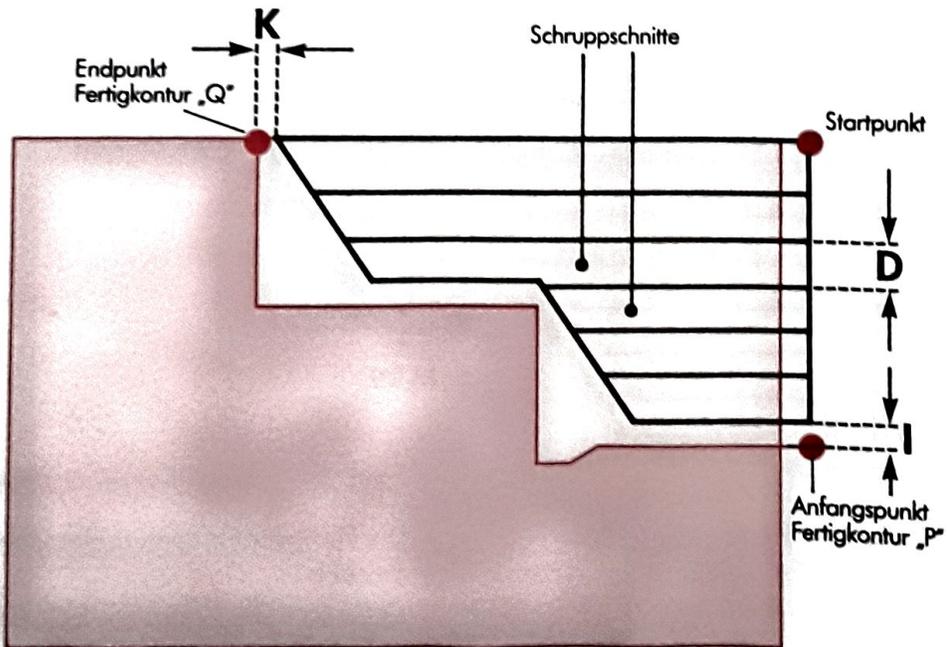
5.2 Längsschrappzyklus G70

Schrappzyklus gegen Kontur längs für Werkzeuge mit Anstellwinkel $J < 90^\circ$

G70 A.. P.. Q.. I.. K.. D.. J.. F.. S..



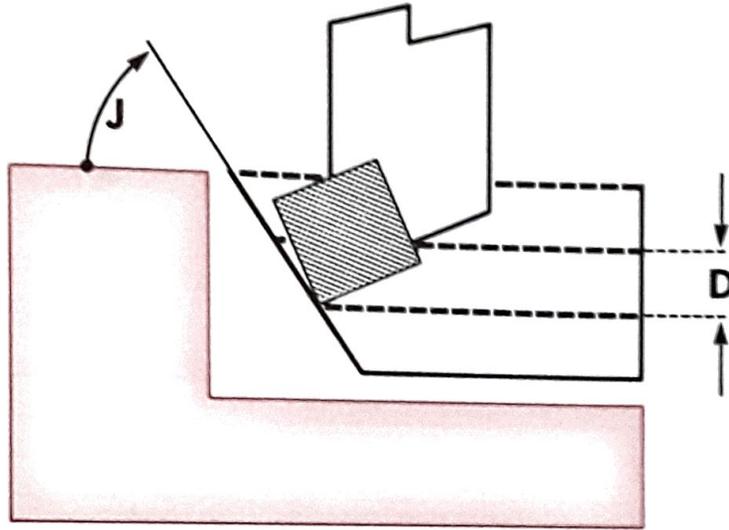
- A**: Die Fertigungskontur ist in einem UP abgelegt.
- P** und **Q**: Die Fertigungskontur ist zwischen den Satz-Nr. P und Q abgelegt.



Der Längsschruppzyklus G 70 wird angewendet, wenn Werkzeuge zum Einsatz kommen, die einen **Anstellwinkel kleiner 90 Grad** haben.

Unter der Adresse **J** wird der Anstellwinkel programmiert. Dieser sollte ca. 1 – 2 Grad kleiner als der tatsächliche Winkel des Werkzeuges gewählt werden.

In Abhängigkeit dieses Winkels **J** und der unter **D** programmierten Spantiefe errechnet die Steuerung nach Aufruf G 70 die einzelnen Schruppschritte. Dabei wird das Aufmaß (I und K) für das spätere Schlichten bei der Berechnung berücksichtigt.

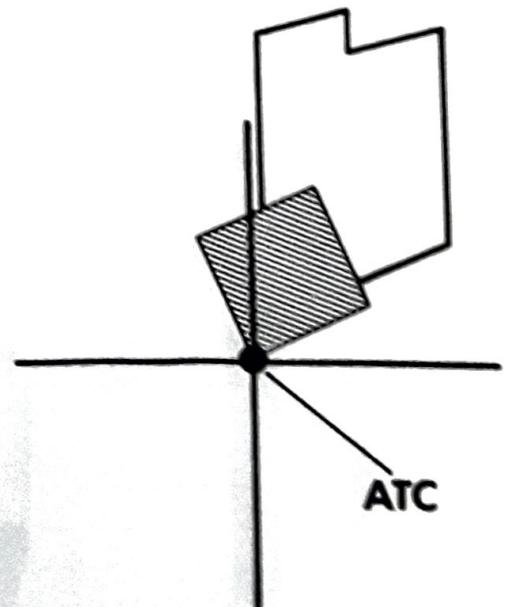
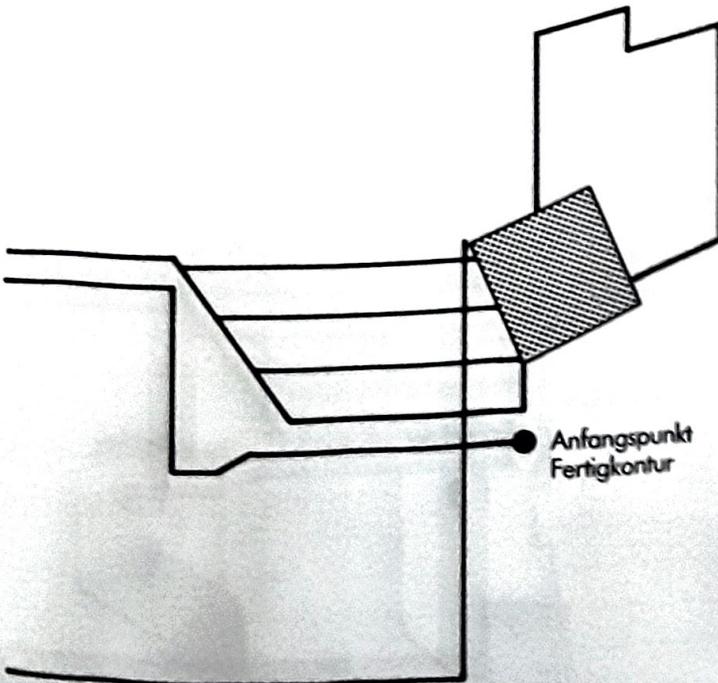


Beim Schruppzyklus G 70 werden alle Schruppschnitte mit der „vollen“ Spantiefe D ausgeführt. Deshalb ist es notwendig, die Spantiefe genau zu berechnen.

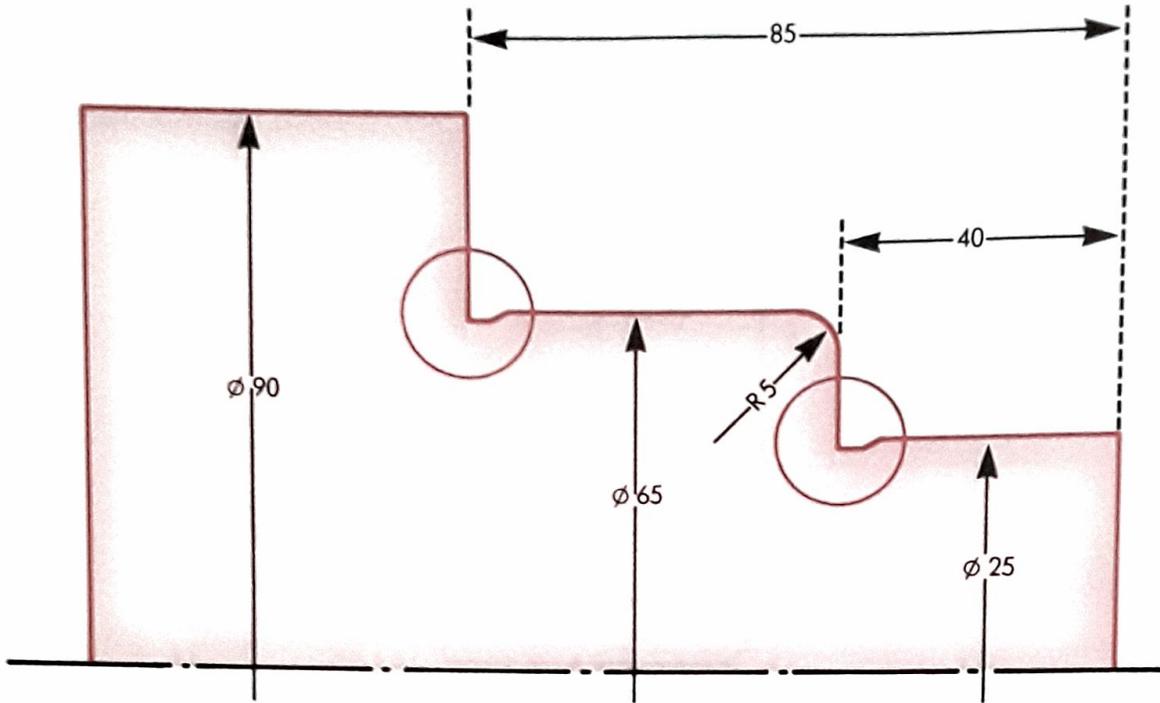
Bei der Berechnung der Spantiefe D muß der unter I eingegebene Wert berücksichtigt werden. Siehe Beispiel Seite 112.

Bei Verwendung von G 70 muß je nach Anstellwinkel und Spantiefe der Anfangspunkt der Fertigkontur vom Werkstück weg in +Z-Richtung gelegt werden.

Das Werkzeug muß folgendermaßen vermessen sein:



5.2 Längsschruppzyklus G 70



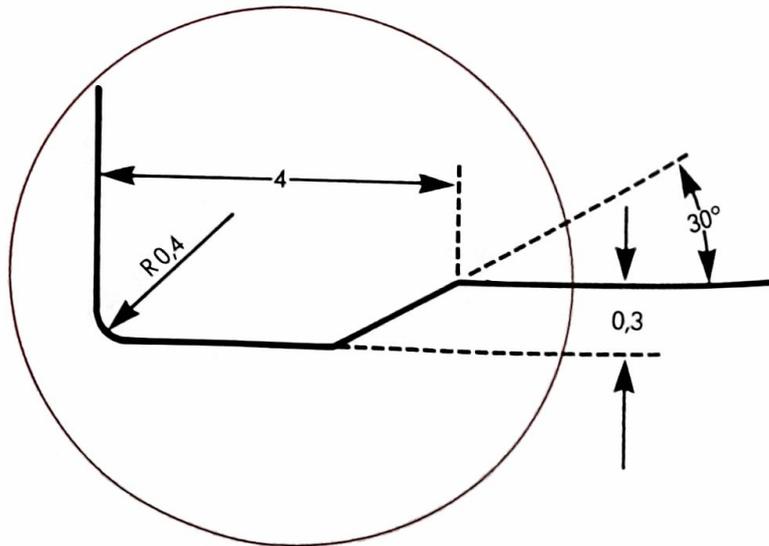
(SCHRUPPEN)

```
G96 V160 T101 M04
G00 X90 Z5
G70 P50 Q60 I0.8 K0.1 D6.33 J73 F0.4
G26
```

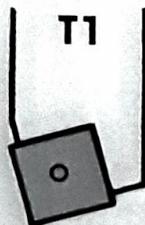
```

•
•
• (SCHLICHTEN)
G96 V180 T505 M04
N50 G46
G0 X25 Z5
G1 Z-36 F0.15
G1 X24.4 A210 F0.1
G1 Z-40 F0.15
G1 X65 R5 E0.1
G1 Z-81
G1 X64.4 A210 F0.1
G1 Z-85 F0.15
G1 X90
N60 G40
G26
•
•
•
M30

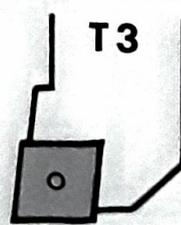
```



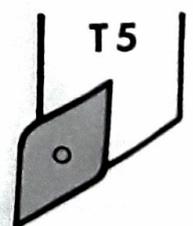
schruppen



plandrehen



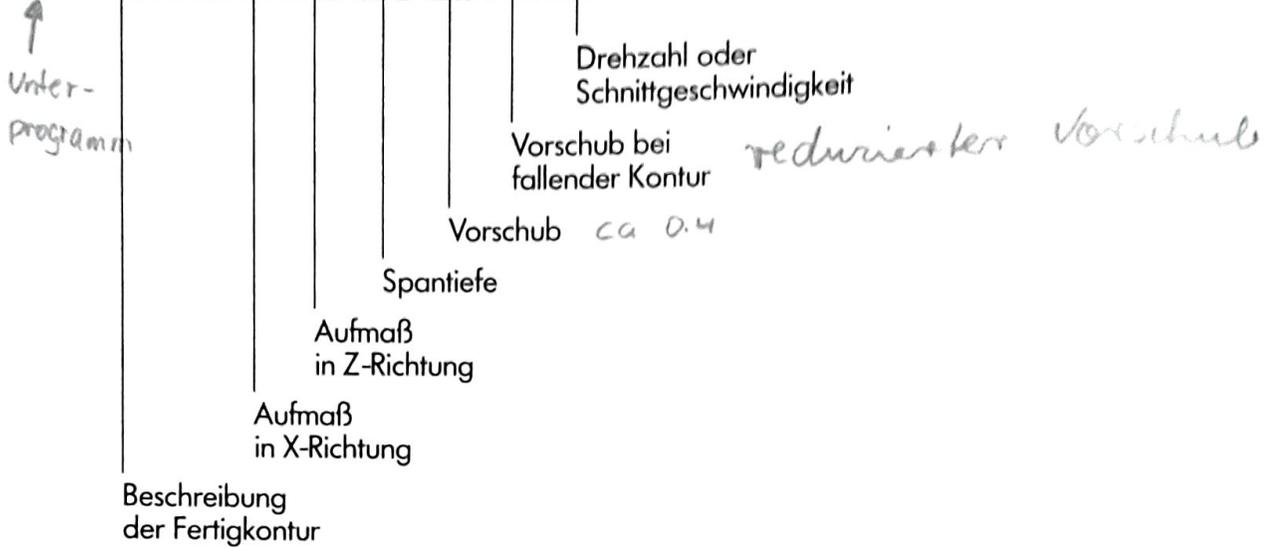
schlichten



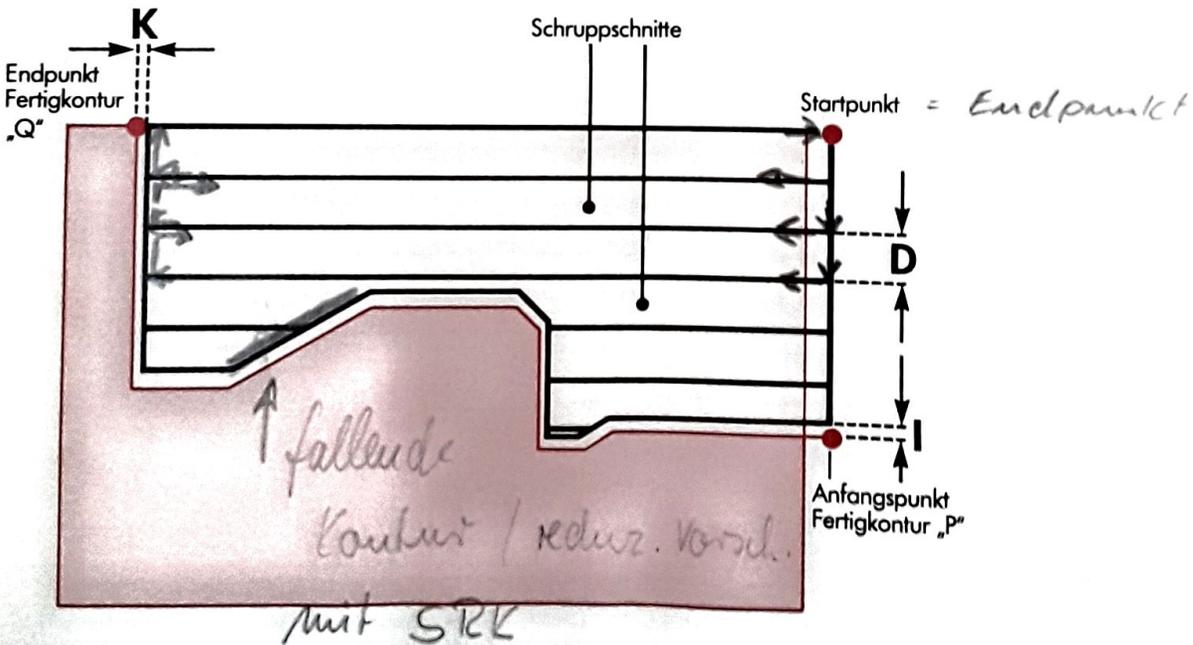
5.3 Längsschrappzyklus G 71

Schrappzyklus gegen Kontur längs

G 71 A.. P.. Q.. I.. K.. D.. F.. E.. S..



- A:** Die Fertigungskontur ist in einem UP abgelegt.
- P und Q:** Die Fertigungskontur ist zwischen den Satznummern P und Q abgelegt.



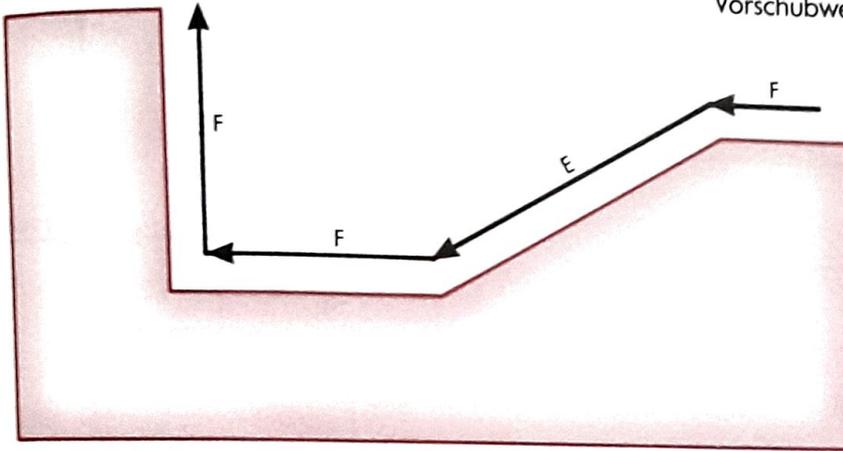
Der Längsschruppzyklus G 71 wird für **Außen- und Innenbearbeitung** angewendet.

Ist in der Fertigungskontur ein **fallender Konturabschnitt** enthalten, wird dieser durch Programmieren von **G 88 vor G 71** im Schruppzyklus gedreht, durch Programmieren von **G 89 vor G 71** jedoch ausgeblendet.

Die Bearbeitung des abfallenden Konturabschnittes ist durch G 89 dann zu unterdrücken, wenn die Form des Schruppwerkzeuges hierfür nicht geeignet ist.

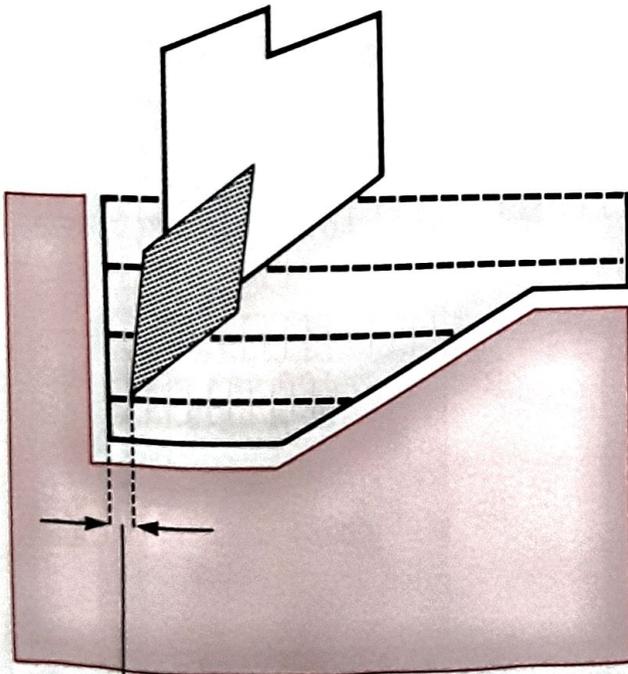
Wird ein fallender Konturabschnitt bearbeitet, so kann hierfür der Vorschub reduziert werden. Programmiert wird dieser **reduzierte Vorschub** unter der Adresse **E**.

Wird kein Wert unter E eingegeben, übernimmt die Steuerung automatisch den unter F programmierten Vorschubwert.



Nach Beendigung der Schrubbearbeitung eines fallenden Konturabschnittes wird das Werkzeug automatisch von der Planschulter zurückgefahren.

Der Abhebewert ist als Parameter (SET UP-Bild 6 # 9) mit einem Wert bis max. 999 μ zu setzen.



Abhebeweg
(Parameterwert)

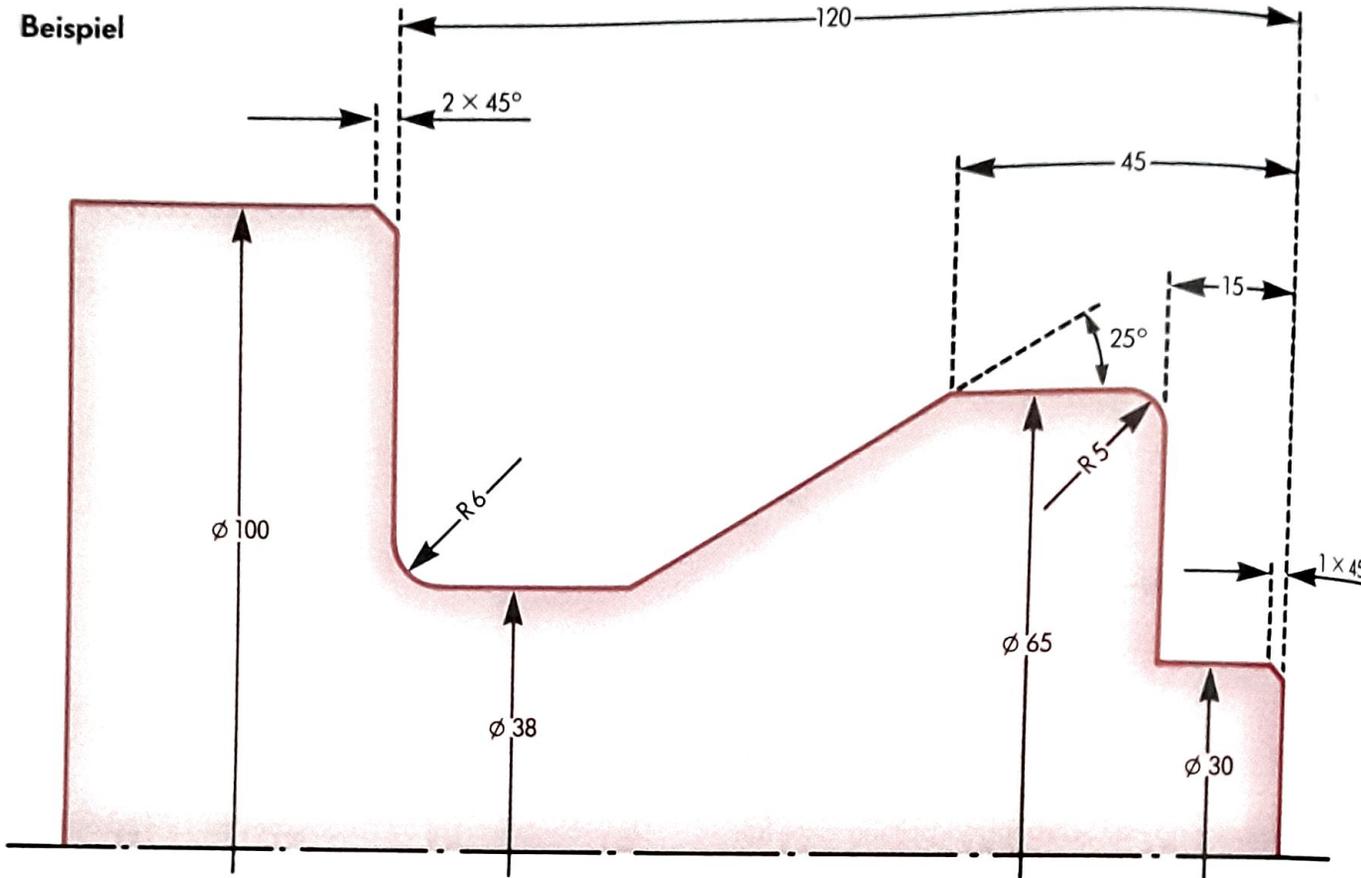
Ist die Zustellung für den letzten Schruppschnitt kleiner als der unter (SET UP-Bild 6 # 6) gesetzte Parameterwert „minimale Schnitttiefe“, so wird der letzte Schruppschnitt mit diesem Parameterwert ausgeführt.

Die geänderte Spantiefe für die vorhergehenden Schruppschnitte wird von der Steuerung automatisch neu errechnet.

5.3 Längsschruppzyklus G 71

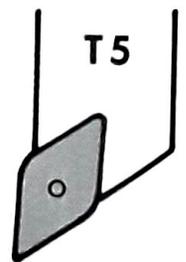
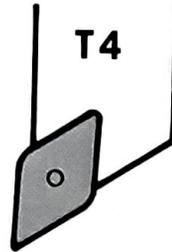


Beispiel



```

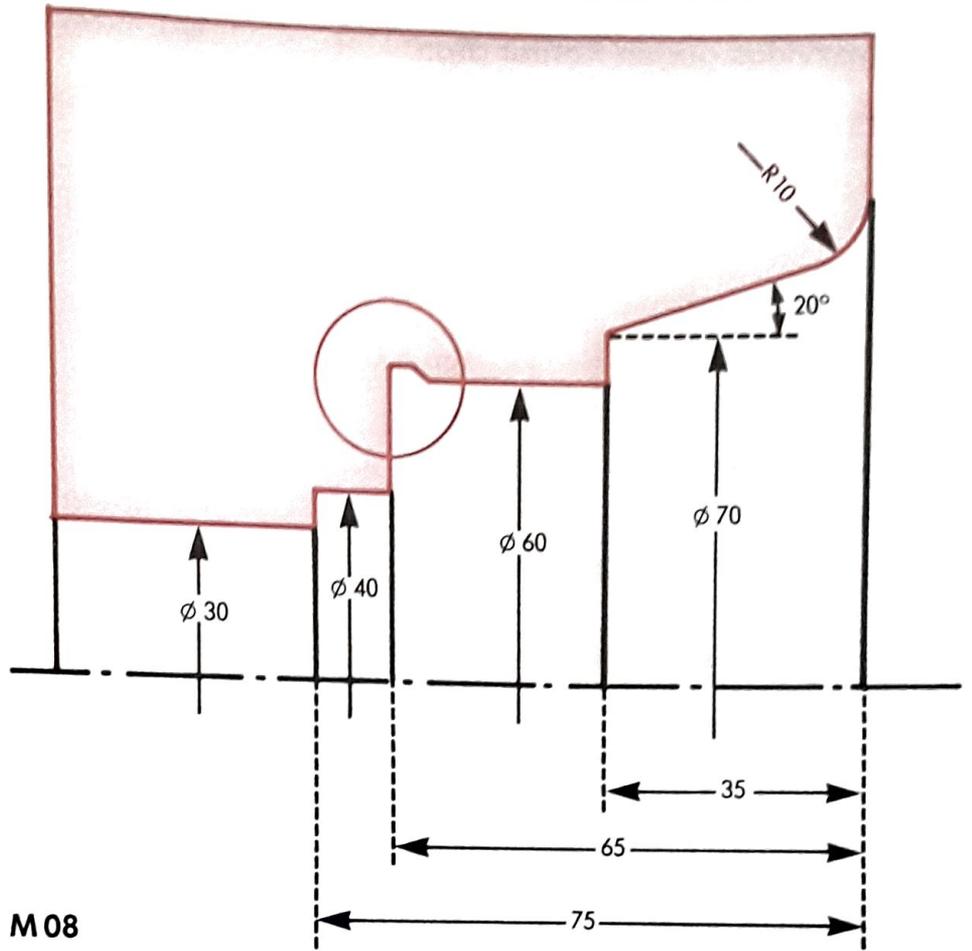
    .
    . (SCHRUPPEN)
    G96 V160 T404 M04 M08
    G0 X100 Z2
    G88
    G71 P50 Q60 I0.5 K0.05 D4 F0.35 E0.12
    G26
  
```



```

    .
    . (SCHLICHTEN)
    G96 V200 T505 M04
    N50 G46
    G0 X26 Z0.5 M08
    G1 X30 D1.5 F0.15 E0.1
    G1 Z-15
    G1 X65 R5
    G1 Z-45
    G1 X38 A205 F0.1
    G1 Z-120 R6 F0.15
    G1 X100 D2
    G1 W-3
    N60 G40
    G26 M09
    .
    .
    M30
  
```

Beispiel



```

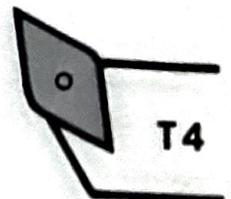
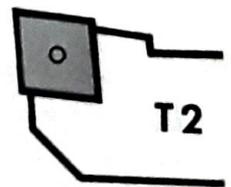
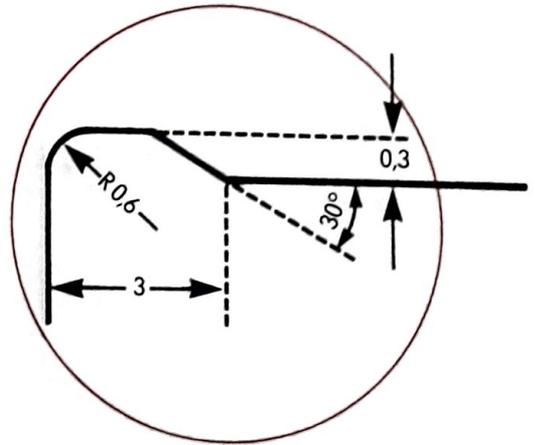
.
.
. (SCHRUPPEN)
G96 V150 T202 M04 M08
G0 X30 Z2
G89
G71 P51 Q61 I0.5 K0.05 D3.5 F0.25
G27
    
```

```

.
.
. (SCHLICHTEN)
G96 V180 T404 M04
N51 G46
G0 X120 Z1.5
G1 Z0 F0.15
G1 A270 R10 E0.1
G1 X70 Z-35 A20
G1 X60
G1 Z-62
G1 U0.3 A150 F0.08
G1 Z-65 R0.6
G1 X40
G1 Z-75
G1 X30
N61 G40
    
```

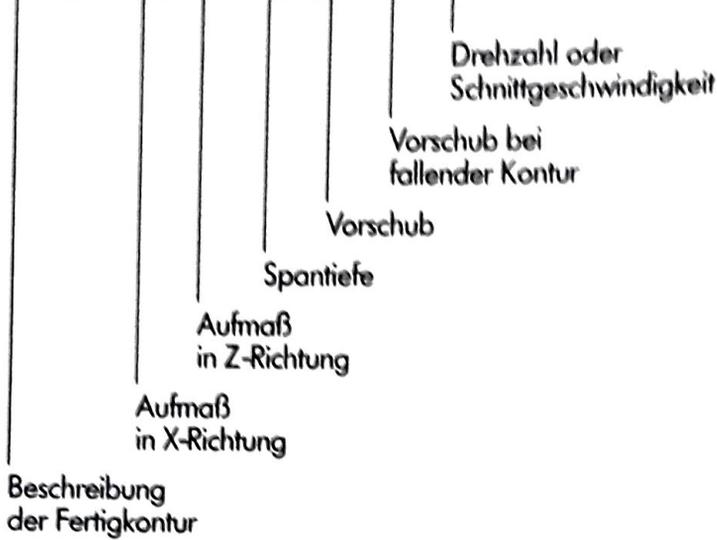
```

G27
.
.
.
M30
    
```



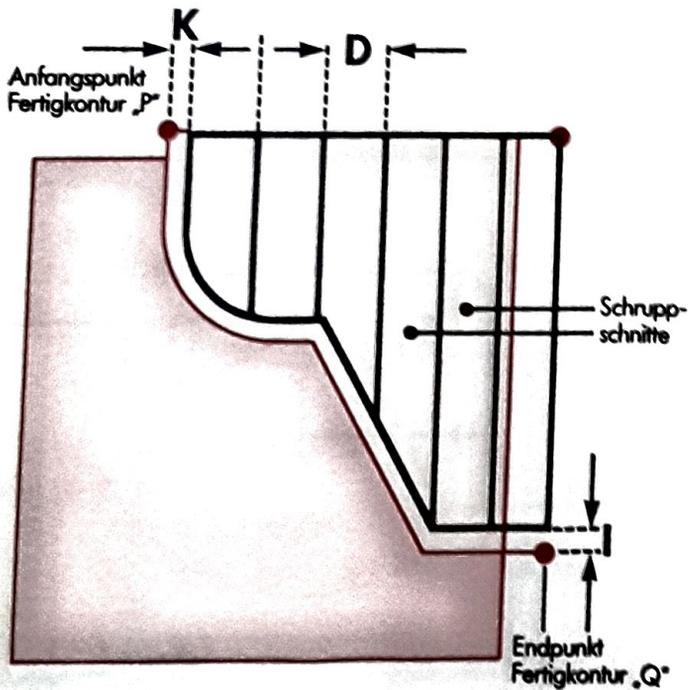
Schruppzyklus gegen Kontur plan

G 72 A.. P.. Q.. I.. K.. D.. F.. E.. S..



A: Die Fertigungskontur ist in einem UP abgelegt.

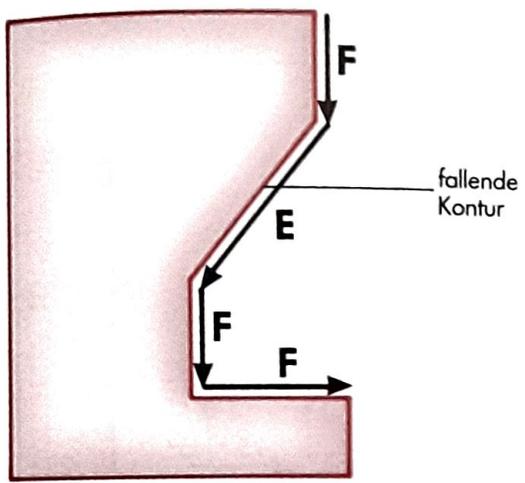
P und Q: Die Fertigungskontur ist zwischen den Satznummern P und Q abgelegt.



5.4 Planschruppzyklus G 72

Der Planschruppzyklus G 72 wird für Außen- und Innenbearbeitung angewendet.

Ist in der Fertigungskontur ein **fallender Konturabschnitt** enthalten, wird dieser durch Programmieren von **G 88 vor G 72** im Schruppzyklus gedreht, durch Programmieren von **G 89 vor G 72** jedoch ausgeblendet.



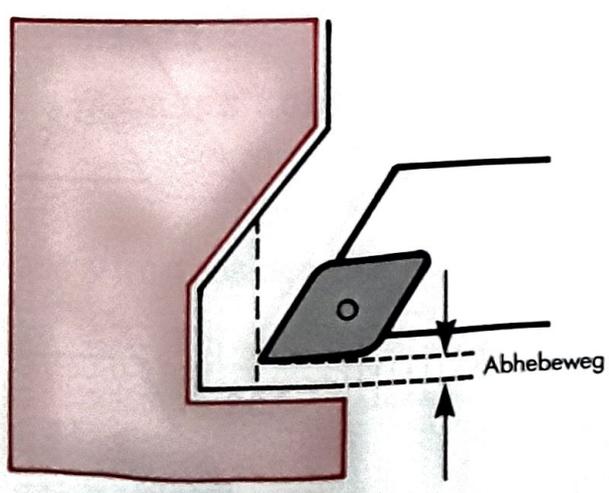
Die Bearbeitung des abfallenden Konturabschnittes ist durch G 89 dann zu unterdrücken, wenn die Form des Schruppwerkzeuges hierfür nicht in der Lage ist.

Wird ein fallender Konturabschnitt bearbeitet, so kann hierfür der Vorschub reduziert werden. Programmiert wird dieser **reduzierte Vorschub** unter der Adresse **E**.

Wird kein Wert unter E eingegeben, übernimmt die Steuerung automatisch den unter F programmierten Vorschubwert.

Nach Beendigung der Schruppbearbeitung eines fallenden Konturabschnittes wird das Werkzeug automatisch von der gedrehten Schulter zurückgefahren.

Der Abhebewert ist als Parameter (SET UP-Bild 6 # 9) mit einem Wert bis max. 999 μ zu setzen.



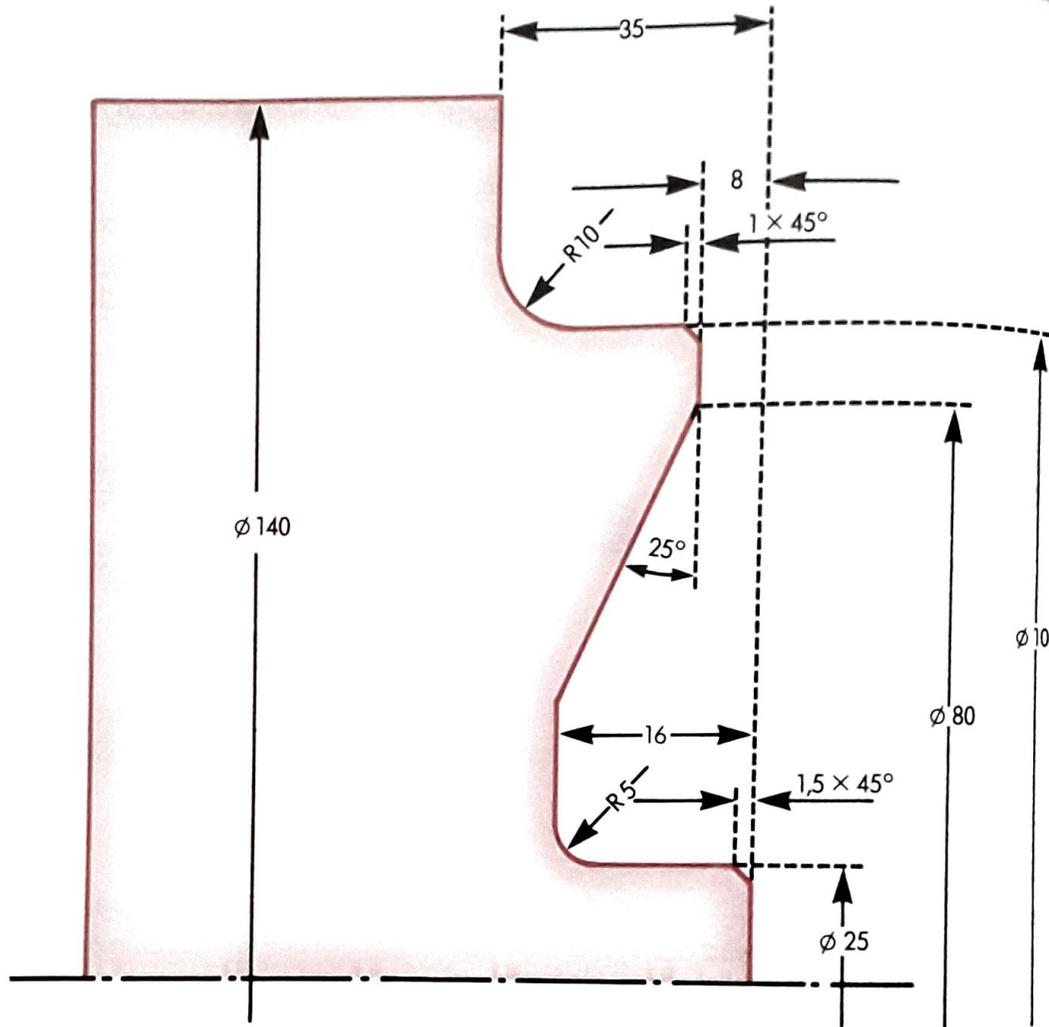
Ist die Zustellung für den letzten Schruppschnitt kleiner als der unter (SET UP-Bild 6 # 6) gesetzte Parameterwert minimale Schnitttiefe, so wird der letzte Schruppschnitt mit diesem Parameterwert ausgeführt.

Die geänderte Spantiefe für die vorhergehenden Schruppschnitte wird von der Steuerung automatisch neu errechnet.

5.4 Planschrappzyklus G 72



Beispiel

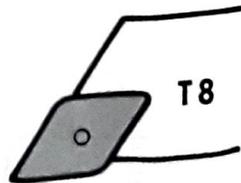
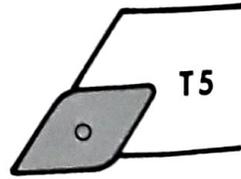


•
•
• (SCHRUPPEN)

```
G96 V160 T505 M04
G0 X145 Z1 M08
G88
G72 P70 Q80 I0.1 K0.5 D3.5 F0.25 E0.1
G26
```

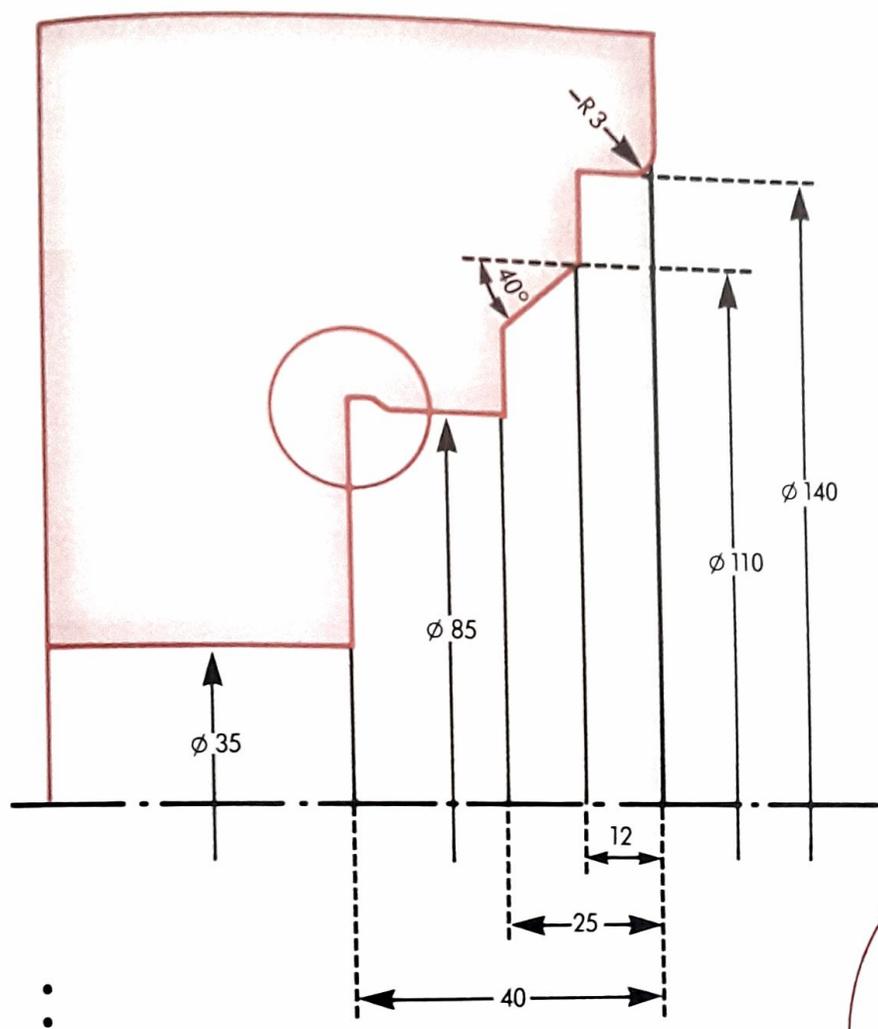
•
•
• (SCHLICHTEN)

```
N70 G46
G0 X142 Z-35 M08
G1 X100 R10 F0.2 E0.1
G1 Z-8 D1
G1 X80
G1 Z-16 A245 F0.1
G1 X25 R5 F0.15
G1 Z0.5 D2
G1 U-3
N80 G40
```



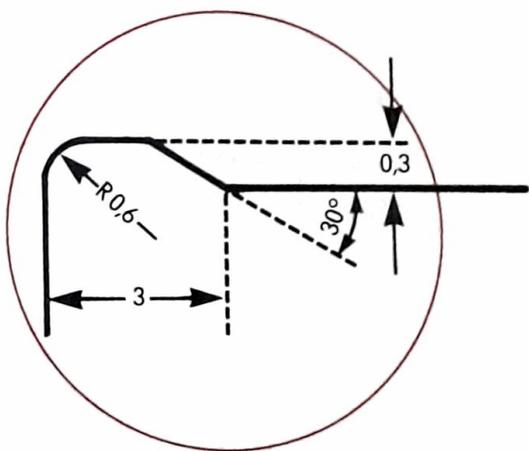
```
G27
•
•
•
M30
```

Beispiel



Grundsätzlich muß in **der gleichen** Richtung geschlichtet werden, in der auch geschruppt wurde.

Sollte es aus fertigungstechnischen Gründen notwendig sein, in der entgegengesetzten Richtung zu schlichten, muß die Fertigungskontur die zur Berechnung der Schruppdurchgänge notwendig ist, als Unterprogramm abgelegt werden.



```
G96 V140 T505 M04 M08
```

```
G0 X30 Z2
```

```
G89
```

```
G72 A520 I0.5 K0.05 D3.5 F0.3
```

```
G27
```

UP
Fertigungskontur-
Schruppzyklus

```
G96 V180 T808 M4 M8
```

```
G46
```

```
G0 X150 Z1
```

```
G1 Z0 F0,2
```

```
G1 X140 R3 E0,1
```

```
G1 Z-12
```

```
G1 X110
```

```
G1 Z-25 A220
```

```
G1 X85
```

```
G1 Z-37
```

```
G1 X85,6 A150 F0,1
```

```
G1 Z-40 R0,6
```

```
G1 X35
```

```
G40
```

```
G0 Z10
```

```
G26
```

```
O520
```

```
G46
```

```
G0 X33 Z-40
```

```
G1 X85.6 R0,6
```

```
G1 A0
```

```
G1 X85 Z-37 A150
```

```
G1 Z-25
```

```
G1 A90
```

```
G1 X110 Z-12 A220
```

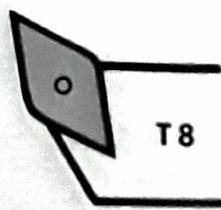
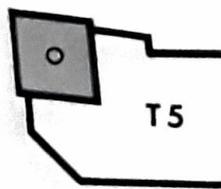
```
G1 X140
```

```
G1 Z0 R3
```

```
G1 X150
```

```
G40
```

```
M99
```



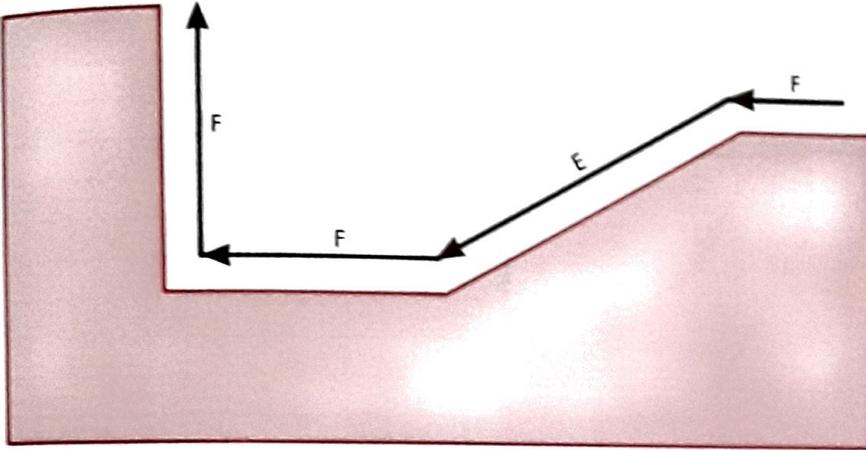
5.5 Konturparalleler Schruppzyklus G 73

Der Zyklus für konturparalleles Schruppen G 73 wird angewendet bei Teilen, die eine Form aufweisen, die in etwa der Kontur des Fertigteils entspricht.

Ist in der Fertigungskontur ein **fallender Konturabschnitt** enthalten, wird dieser durch Programmieren von

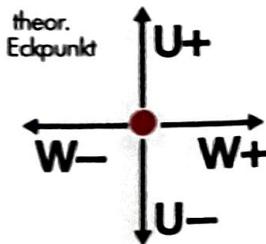
G 88 vor G 73 im Schruppzyklus gedreht, durch Programmieren von **G 89 vor G 73** jedoch ausgeblendet.

Die Bearbeitung des abfallenden Konturabschnittes ist durch G 89 dann zu unterdrücken, wenn die Form des Schruppwerkzeuges hierfür nicht in der Lage ist.



Wird ein fallender Konturabschnitt bearbeitet, so kann hierfür der Vorschub reduziert werden. Programmiert wird dieser **reduzierte Vorschub** unter der Adresse **E**.

Wird kein Wert unter E eingegeben, übernimmt die Steuerung automatisch den unter F programmierten Vorschubwert.



Durch die Adressen **U** und **W** wird das Rohmaß zur Fertigungskontur bestimmt.

Richtung und Vorzeichen:

U und W wird jeweils vom Rohteil zum Fertigteil eingegeben. Bei der Eingabe ist das **Vorzeichen** zu berücksichtigen.

Das Maß für den Schlchtschnitt wird **entweder** durch **I** oder durch **K** angegeben.

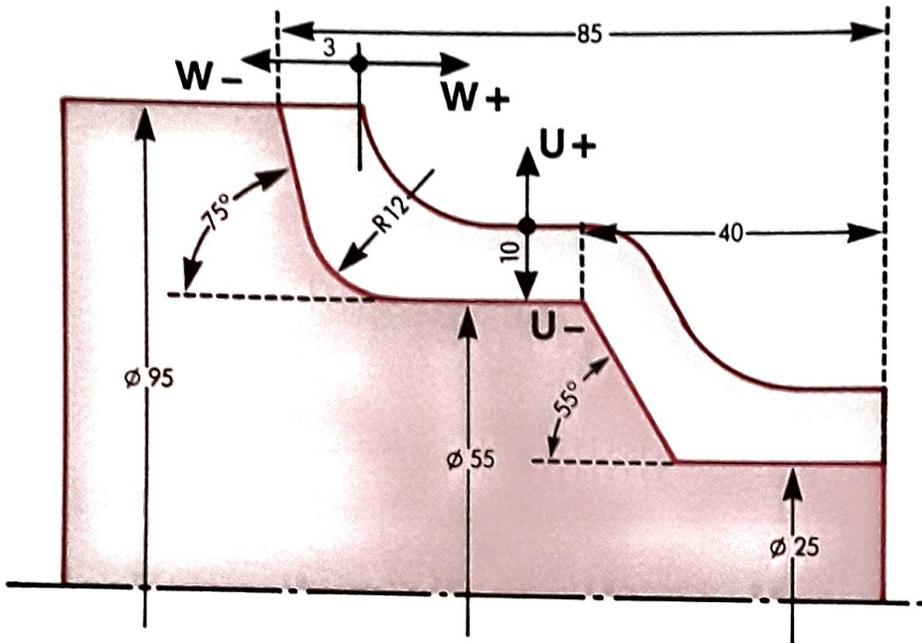
Bei Angabe des Schlchtaufmaßes unter I wird die Spantiefe D jeweils in X-Richtung zugestellt, bei Angabe unter K jedoch in Z-Richtung.

Vor Aufruf G 73 muß das Werkzeug auf einen Hilfspunkt positioniert werden.

Dieser Hilfspunkt ist so zu wählen, daß beim Zurückfahren des Werkzeuges in Richtung Hilfspunkt und beim Zustellen zum folgenden Schruppschnitt eine Kollision mit dem Rohteil vermieden wird.

5.5 Konturparalleler Schruppzyklus G 73

Beispiel



```

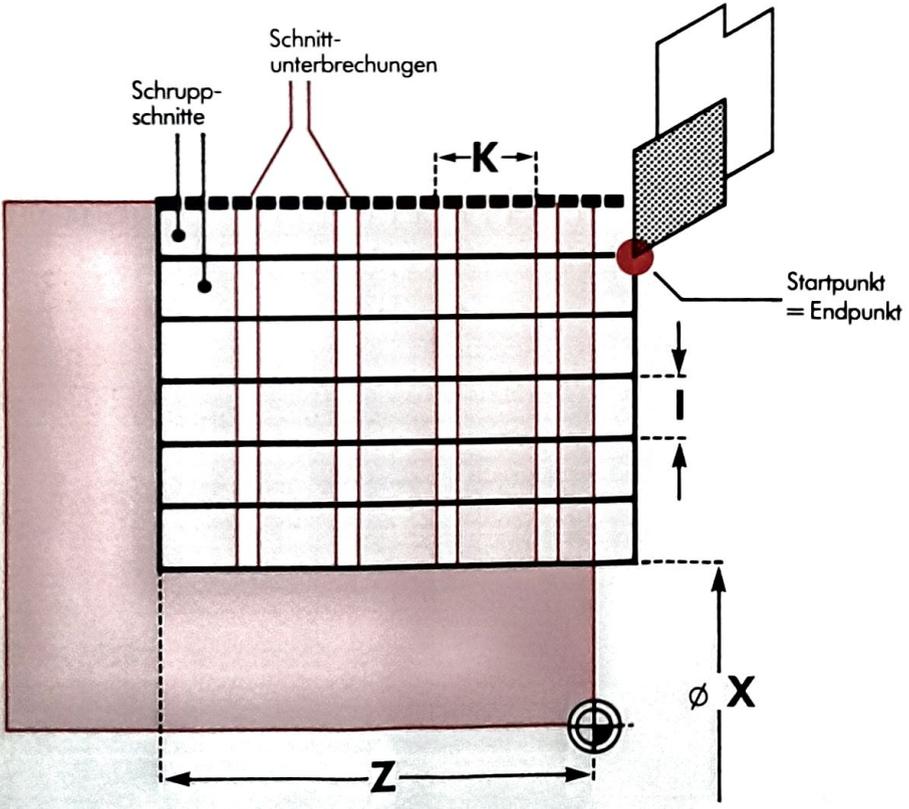
G96 V130 T303 M04 M08
G0 X95 Z1
G73 P50 Q60 I0.5 U-10 W-3 D2 F0.3
G26
.
.
G96 V150 T404 M04 M08
N50 G46
G0 X25 Z1
G1 A180 F0.15
G1 X55 Z-40 A-55
G1 A180 R12
G1 X95 Z-85 A-75
N60 G40
G26
.
.
.
M30
    
```

5.6 Schrappzyklus G 74

Schrappzyklus längs mit/ohne Schnittunterbrechung

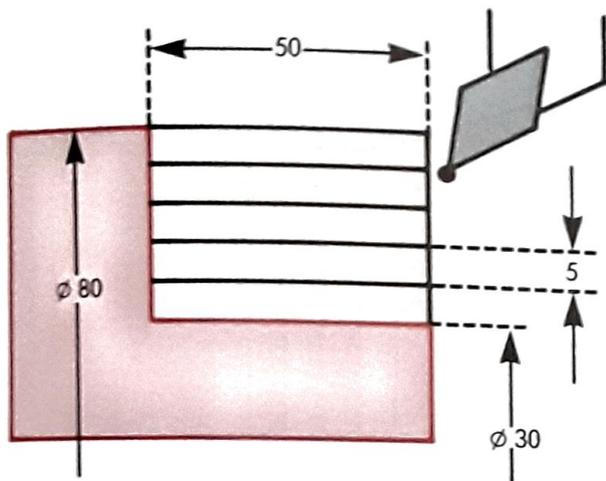
G 74 X/U.. Z/W.. I.. K.. D.. F..

Vorschub
 Abhebeweg
 beim Rücklauf
 Schnittlänge zwischen
 den Unterbrechungen
 Spantiefe
 Zielpunkt der zu
 schrappenden Fläche im
 Bezugs- oder Kettenmaß



Mit der Anweisung G 74 wird der Längsschruppzyklus aufgerufen. Unter der Adresse X... wird der Enddurchmesser, unter Z... die Endlänge der zu schrumpfenden Kontur festgelegt.

Aus der Lage des im G 00 oder G 01 anzufahrenden Startpunktes und des im G 74 programmierten X-Wertes erkennt die Steuerung, ob innen oder außen geschruppt werden soll.



Um bei langspanenden Materialien einen Spanbruch zu erreichen, wird nach Erreichen der unter K programmierten Schnittlänge um einen als Parameter (SET UP-Bild 6 # 4) festgelegten Wert das Werkzeug entgegen der Schnittrichtung zurückgenommen.

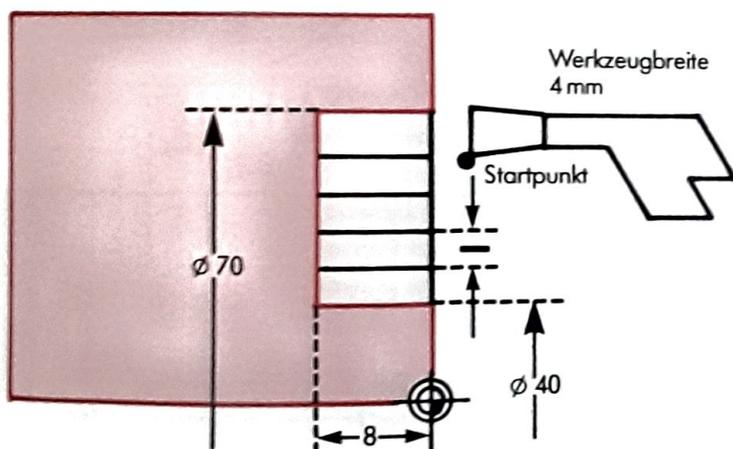
Die Spantiefe wird unter der Adresse I programmiert. Nach jeder im Schruppdurchgang erreichten Z-Länge wird das Werkzeug um den unter D eingegebenen Wert abgehoben.

mit Schnittunterbrechung

```
G0 X70 Z1
G74 X30 Z-50 I5 K8 D1 F0.3
G26
```

ohne Schnittunterbrechung

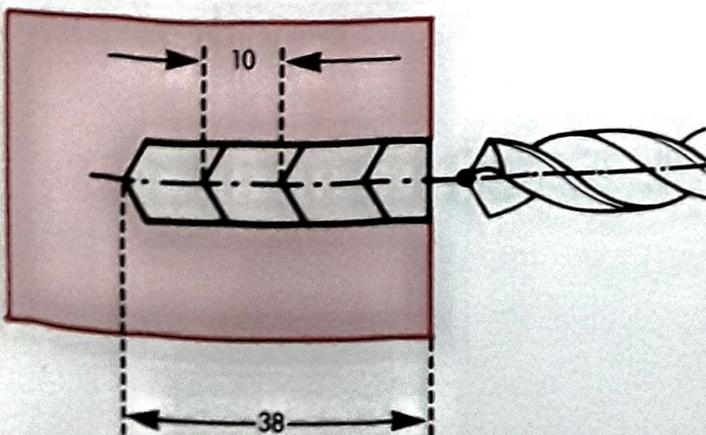
```
G0 X70 Z1
G74 X30 Z-50 I5 K51 D1 F0.3
G26
```



Wird der Längsschruppzyklus für die Herstellung eines **Stirneinstiches** verwendet, muß der Wert des Abhebeweges **D** mit dem Vorzeichen - (**minus**) eingegeben werden.

Durch dieses Vorzeichen erfolgt das Abheben von der Kontur erst **ab dem zweiten Schnitt**.

```
G0 X62 Z1
G74 X40 Z-8 I3.7 K9 D-0.3 F0.08
G26
```



Wird der Zyklus zum **Längsbohren** eingesetzt, dürfen die Adressen X/U, I und D nicht eingegeben werden.

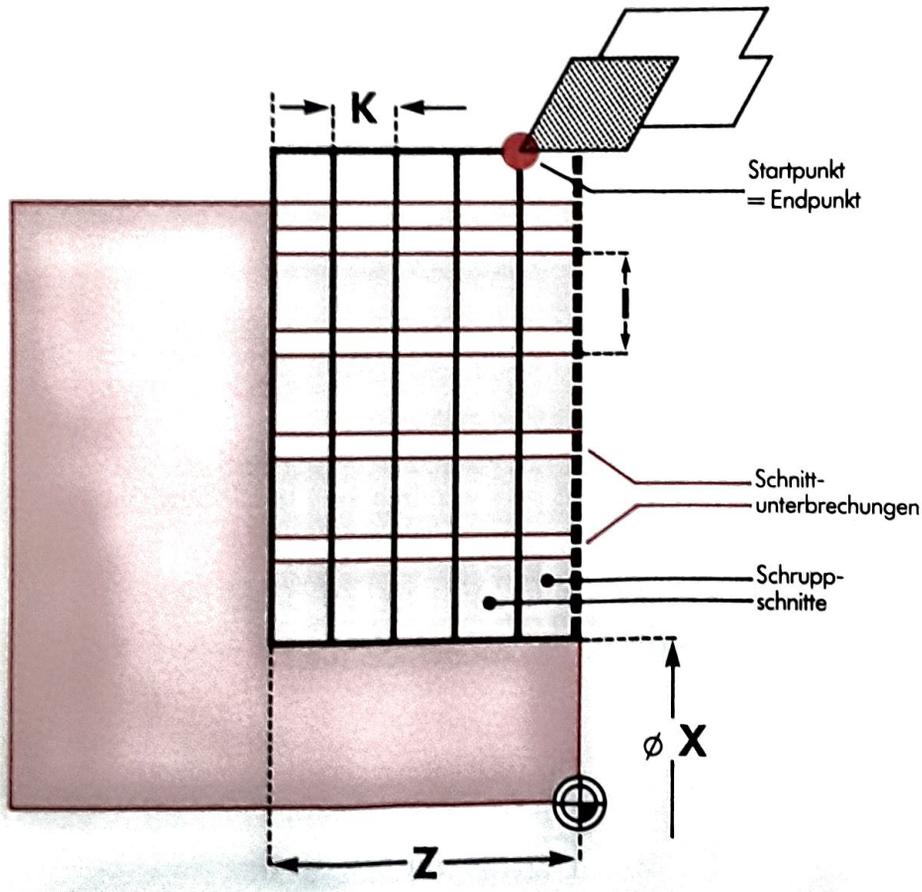
Bei diesem Anwendungsfall wird das Bohrwerkzeug zum Spanbruch nicht aus der Bohrung gebracht, sondern lediglich um den Parameterwert (SET UP-Bild 6 # 4) zurückgenommen.

```
G0 X0 Z2
G74 Z-38 K10 F0.1
G27
```

Schruppzyklus plan mit/ohne Schnittunterbrechung

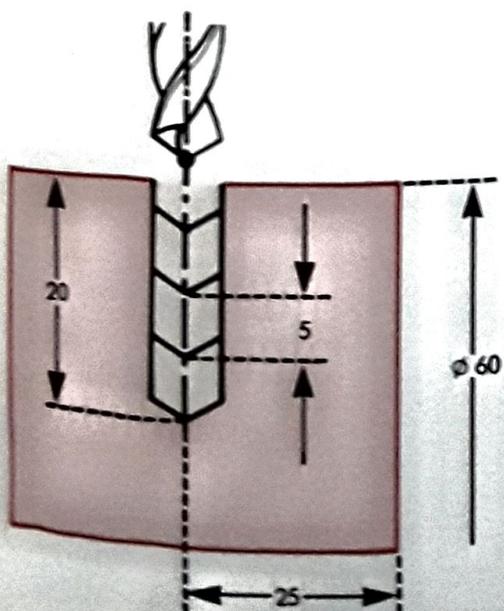
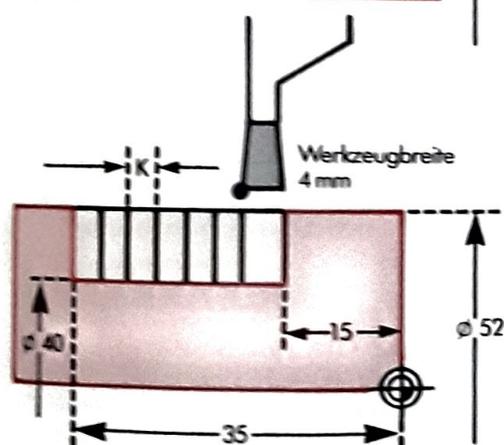
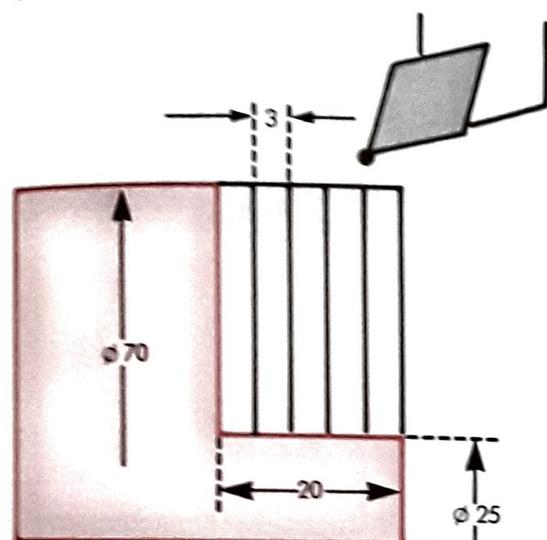
G 75 X/U.. Z/W.. I.. K.. D.. F..

Vorschub
 Abhebeweg
 beim Rücklauf
 Spantiefe
 Schnittlänge zwischen
 den Unterbrechungen
 Zielpunkt der zu
 schrumpfenden Fläche im
 Bezugs- oder Kettenmaß



Mit der Anweisung G75 wird der Planschruppzyklus aufgerufen. Unter der Adresse X... wird der Enddurchmesser, unter Z... die Endlänge der zu schrumpfenden Kontur festgelegt.

Aus der Lage des im G00 oder G01 anzufahrenden Startpunktes und des im G75 programmierten X-Wertes erkennt die Steuerung, ob innen oder außen geschruppt werden soll.



Um bei langspanenden Materialien einen Spanbruch zu erreichen, wird nach Erreichen der unter I programmierten Schnittlänge das Werkzeug um den als Parameter (SET UP-Bild 6 # 4) festgelegten Wert entgegen der Schnitttrichtung zurückgenommen.

Die Spantiefe wird unter der Adresse K programmiert.

Nach jedem im Schruppdurchgang erreichten Enddurchmesser wird das Werkzeug um den unter D programmierten Wert abgehoben.

mit Schnittunterbrechung

G0 X72 Z-3
G75 X25 Z-20 I8 K3 D0.8 F0.25
G26

ohne Schnittunterbrechung

G0 X72 Z-3
G75 X25 Z-20 I23.5 K3 D0.8 F0.25
G26

Wird der Planschruppzyklus für die Herstellung eines **Einstiches** verwendet, so muß der Wert des Abhebeweges D mit dem **Vorzeichen - (minus)** eingegeben werden.

Durch dieses Vorzeichen erfolgt das Abheben von der Kontur erst ab dem zweiten Schnitt.

G0 X54 Z-19
G75 X40 Z-35 I7 K3.7 D-0.3 F0.08
G26

Wird der Planschruppzyklus zum **Querbohren** eingesetzt, dürfen die Adressen Z/W, K und D nicht eingegeben werden.

Bei diesem Anwendungsfall wird das Bohrwerkzeug zum Spanbruch nicht aus der Bohrung gebracht, sondern lediglich um den Parameterwert (SET UP-Bild 6 # 4) zurückgenommen.

G0 X62 Z-25
G75 U-21 I15 F100

5.8 Fasenzylinder G77/G79

Fasenzylinder in Spindelrichtung

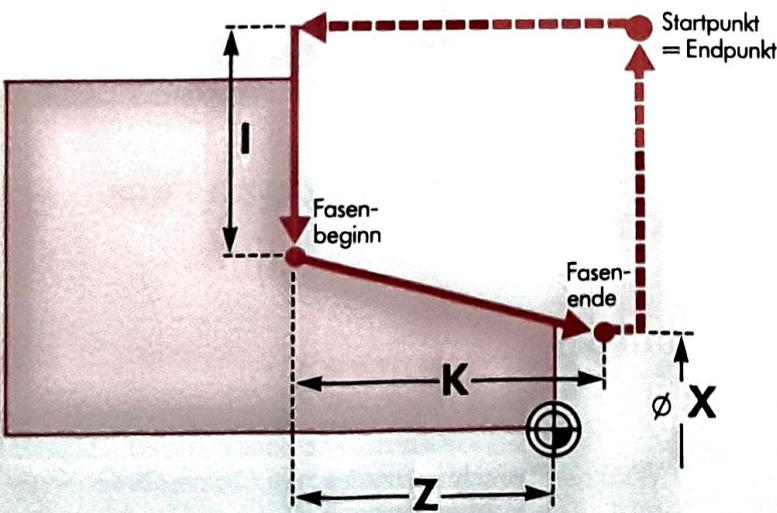
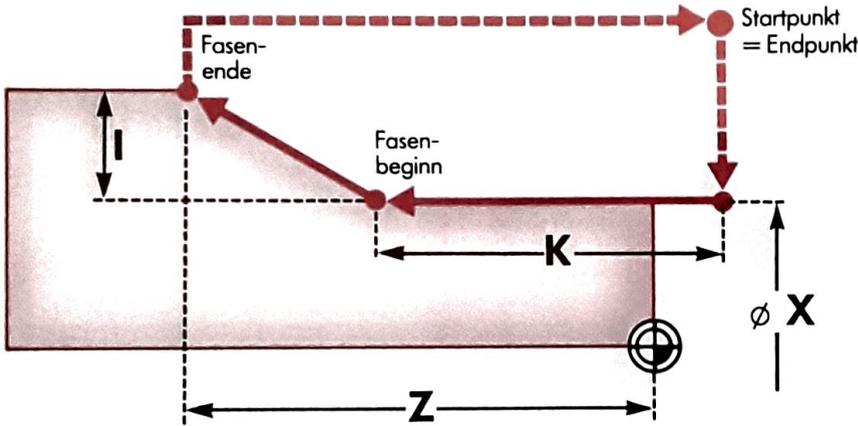
G77 X/U.. Z/W.. I.. K.. F..

Vorschub
 Abstand vom Startpunkt bis Fasenbeginn Z-Achse
 Abstand vom Fasenbeginn bis Fasenende X-Achse
 Koordinaten des Zielpunktes im Bezugs- oder Kettenmaß

Fasenzylinder entgegen Spindelrichtung

G79 X/U.. Z/W.. I.. K.. F..

Vorschub
 Abstand vom Fasenbeginn bis Fasenende Z-Achse
 Abstand vom Startpunkt bis Fasenbeginn X-Achse
 Koordinaten des Zielpunktes im Bezugs- oder Kettenmaß



Wiederholzyklus für G 77, G 78, G 79

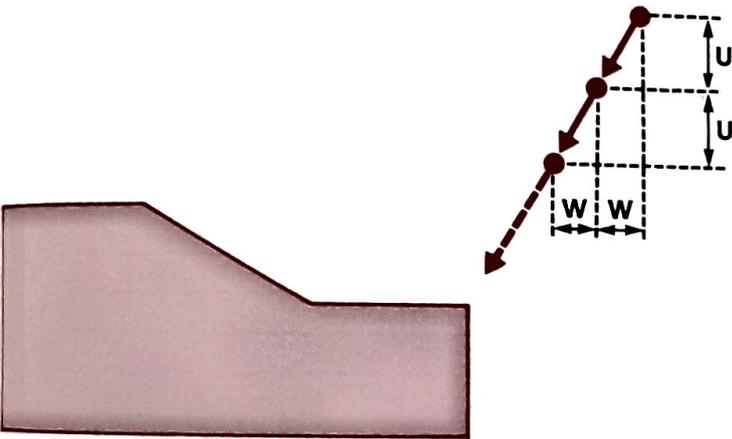
G 81 U.. W.. H..

Anzahl der Wiederholungen

Versetzen des Startpunktes in Z-Richtung für neuen Durchgang

Versetzen des Startpunktes in X-Richtung für neuen Durchgang

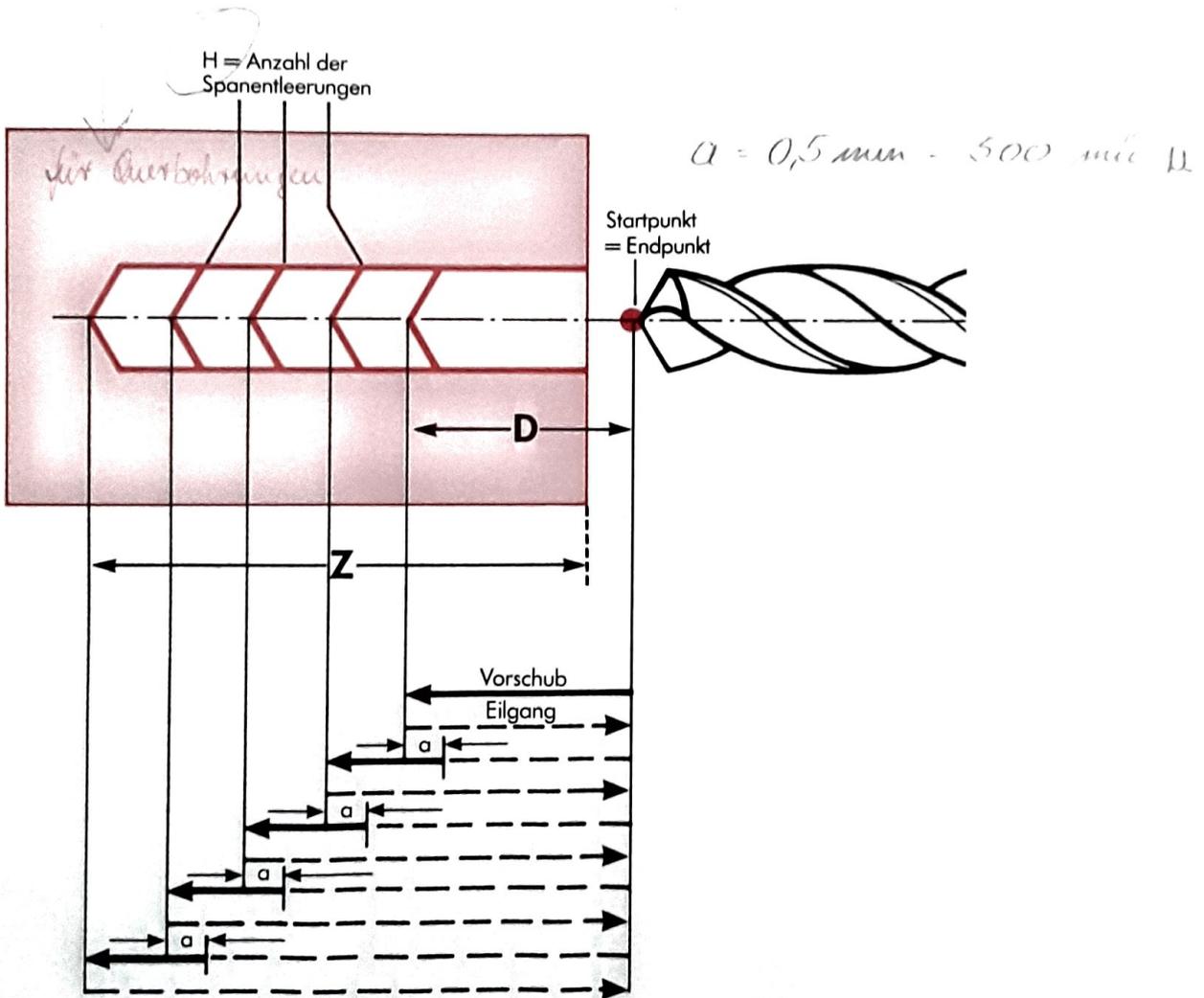
① Bei Wiederholung von G 78 wird der letzte Schnitt von G 81 aufgeteilt (U/2, U/4, U/8, U/8).



Tiefbohrzyklus 1

G 83 X/U/Z/W.. D.. H.. F..

Vorschub
Anzahl der Entleerungen der Restbohrtiefe
erste Bohrtiefe
Bohrtiefe für Quer- oder Längsbohren im Bezug- oder Kettenmaß



Anmerkung: a = Sicherheitsabstand für Eilgang
Der Sicherheitsabstand ist als Parameter im SET UP-Bild 6 # 7 (**freie Parameterdaten 2**) mit einem Wert bis max. 999 μ zu setzen.

6.1 Tiefbohrzyklus I - G 83



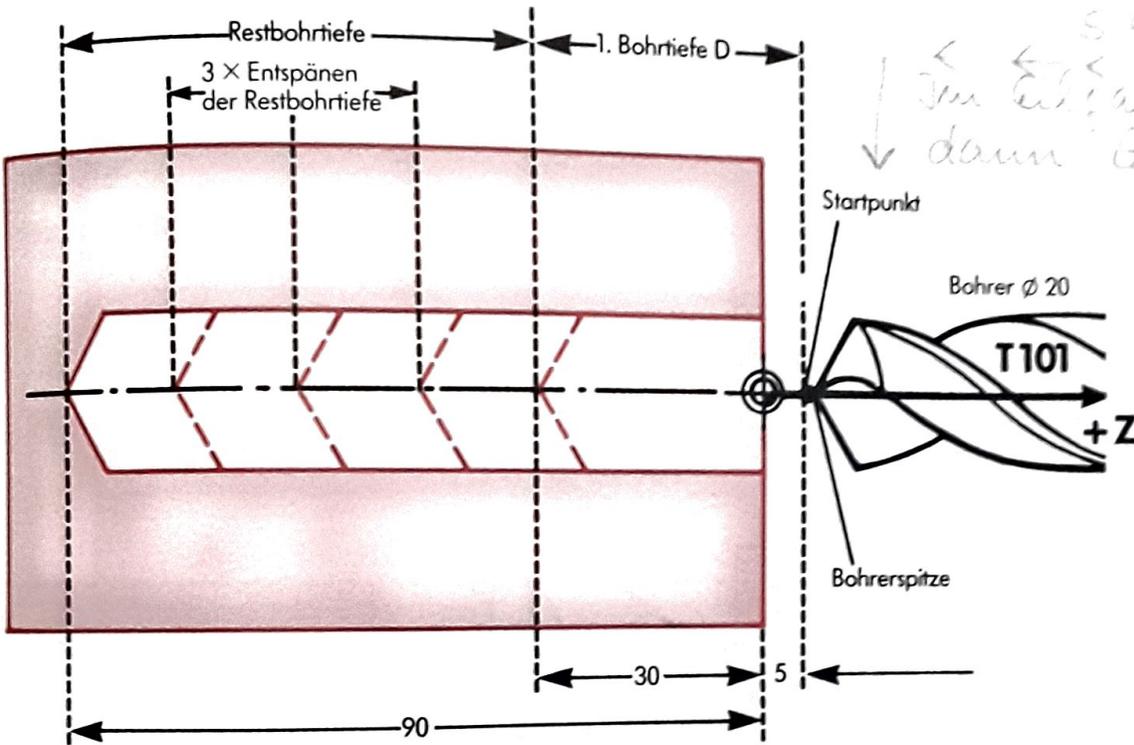
Tiefbohrzyklen werden benötigt für Bohrungen, die tiefer sind als dreimal Durchmesser.

Vor Aufruf G 83 muß der Startpunkt im Eilgang G 0 oder Vorschub G 1 angefahren werden.

Unter der Adresse **D** wird die **erste Bohrtiefe** (bezogen auf den Startpunkt) programmiert.

Durch die Eingabe der Adresse **H** (Anzahl der **Entleerungen**) wird die **Restbohrtiefe** in gleiche Abschnitte aufgeteilt.

Beispiel:



*Alle Bohrungen zum Bohren etc. mit G 83 S 480
↓ Im Eilgang mit G 0
dann G 0 > C*

Die Bohrerspitze wird programmiert.

```
N1 G97 S480 T101 M3
G0 X0 Z5 M8
G83 Z-90 D35 H3 F0.2
```

*G 25
Mit G 26 auf Werkzeugwechselpunkt fahren*

- Anmerkung:
- Anwendung sowohl für zentrische als auch nicht zentrische Bohrungen (mit rotierenden Werkzeugen).
 - Die Bohrzyklen G 83 und G 84 können auch für **Querbohrungen** (mit angetriebenen Werkzeugen) benutzt werden. Dann wird der **Zielpunkt** nicht mit Z, sondern mit X programmiert.



Der Bohrzyklus G 84 läuft ähnlich wie G 83 ab.

Zusätzlich kann die **Verweilzeit Q** zum **Freischneiden** nach jeder Bohrtiefe sowie die **Verweilzeit R** zum **Kühlen** und **Spülen** nach jeder Entleerung programmiert werden.

Eine evtl. vorher bearbeitete Bohrung kann im **Eilgang** durchfahren werden. Dieser **Eilgangweg** wird mit **D** programmiert.

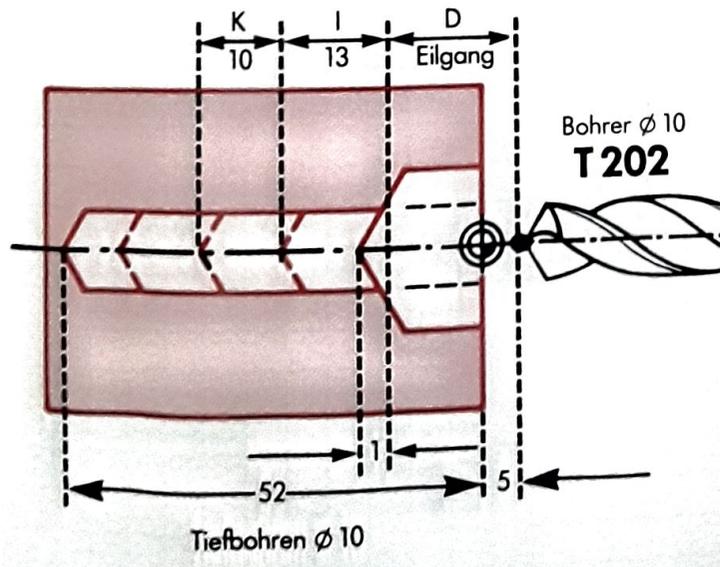
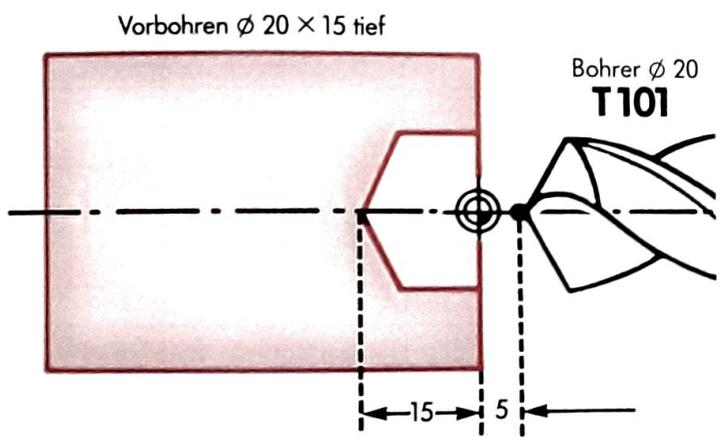
Die **erste Bohrtiefe** nach dem Eilgang D heißt **I**.

Neu gegenüber G 83 ist, daß **jede weitere Bohrtiefe** mit **K** programmiert wird (die Anzahl der Entleerungen H entfällt also).

Der **Sicherheitsabstand** für den **Eilgang** (z. B. 0,5 mm) muß mit **A** programmiert werden.

Beispiel:

Vorbohren $\varnothing 20 \times 15$ tief



(Vorbohren)

```
N1 G97 S480 T101 M3
G0 X0 Z5 M8
G1 Z-15 F0.2
G25
```

oder auf 25 mit §26

(Tiefbohren)

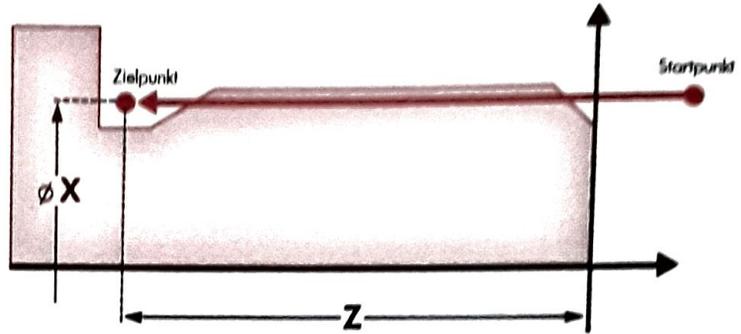
```
N2 G97 S950 T202 M3
G0 X0 Z5 M8
G84 Z-52 D19 I13 K10 A0.5
Q0.5 R0.5 F0.2
G25
```

7.1 Übersicht Gewindeschneiden

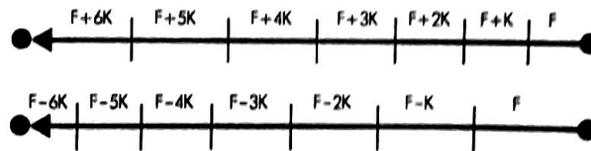


Um ein Gewinde zu schneiden oder zu drehen, besitzt die Steuerung TX 8 D verschiedene Funktionen und Zyklen:

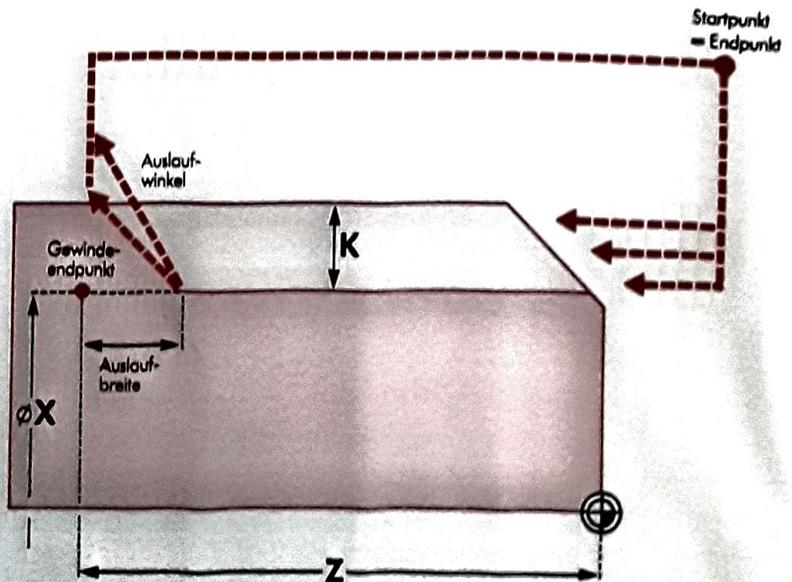
1. Gewindeschneiden im Einzelsatz **G 33**



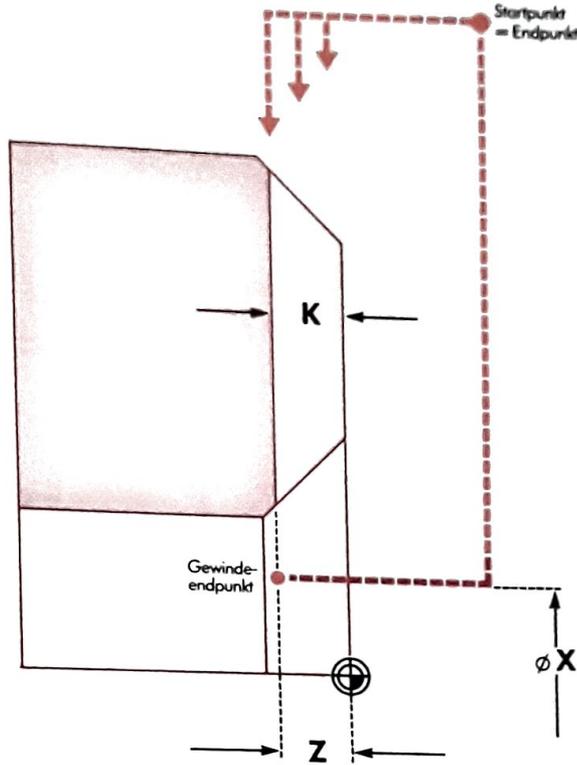
2. Gewindeschneiden im Einzelsatz variable Steigung **G 34**



3. Gewindeschneid-zyklus **G 76**

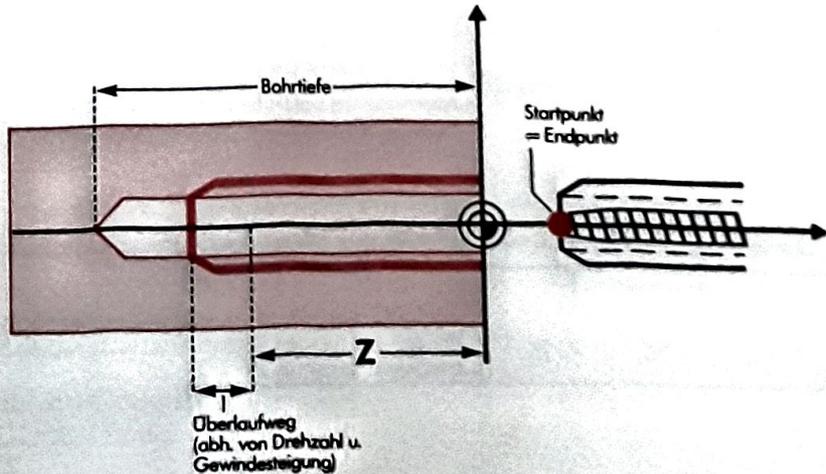
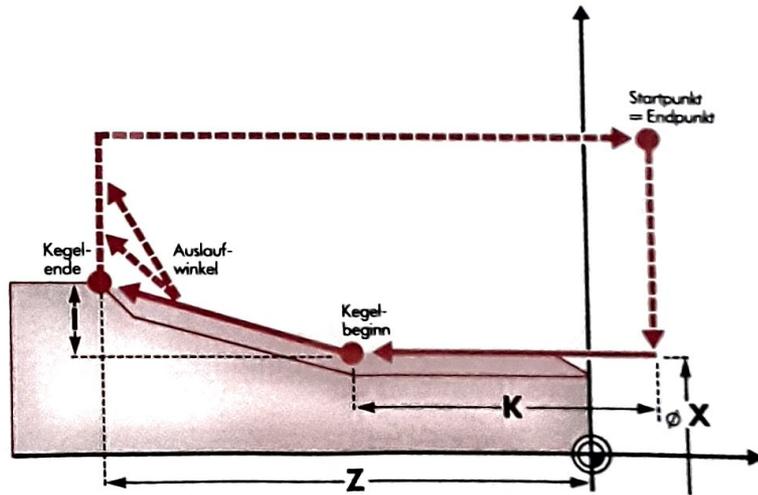


4. Gewindeschneid- zyklus G86



5. Gewindeschneid- zyklus G78

*Trapezgew. u.
Zwischengew. - Sägen gew.*



6. Gewindeschneid- zyklus G82

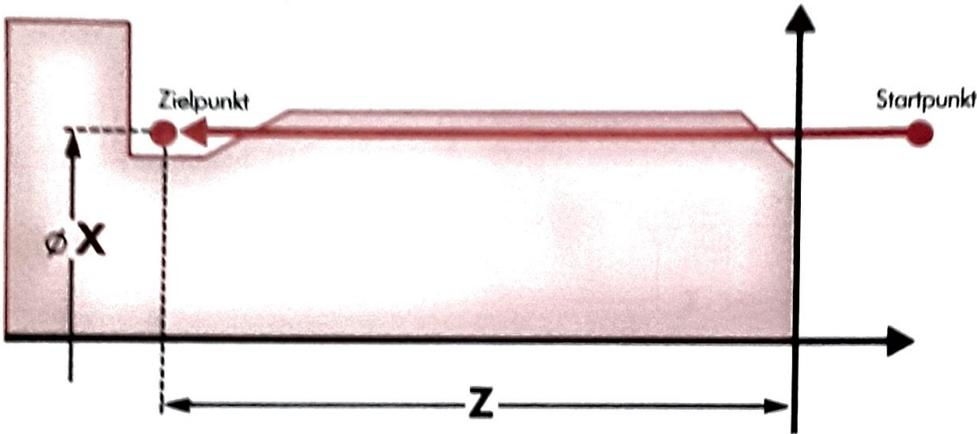
mit Gew. Zahl u. a.

7.2 Gewindedrehen im Einzelsatz G 33/G 34

Gewindedrehen im Einzelsatz

G 33 X/U.. Z/W.. F/E.. B.. M..

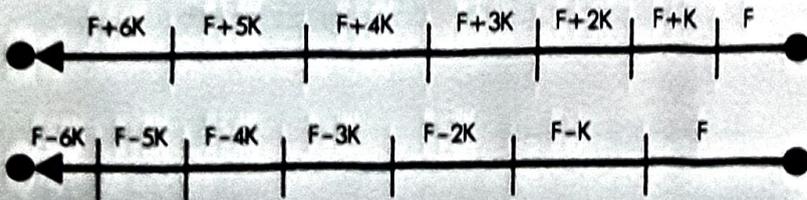
M-Anweisung
 B-Anweisung
 Gewindesteigung
 F: 3 Stellen hinter Dezimalpunkt
 E: 5 Stellen hinter Dezimalpunkt
 Koordinaten des Zielpunktes im Bezugs- oder Kettenmaß

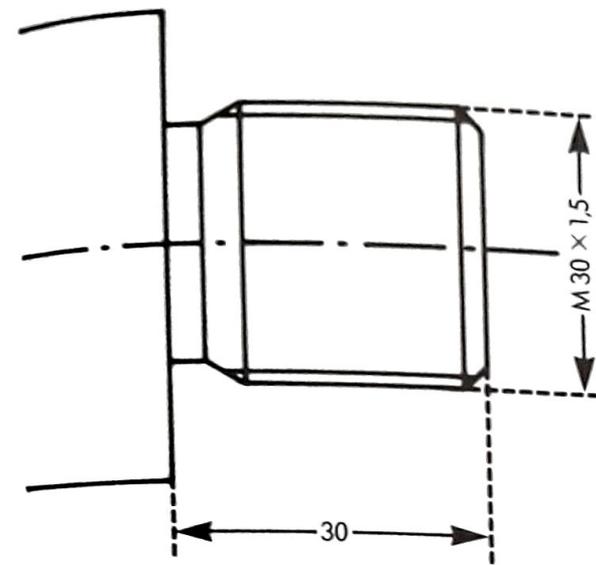


Gewindedrehen im Einzelsatz (variable Steigung)

G 34 X/U.. Z/W.. F/E.. K.. B.. M..

M-Anweisung
 B-Anweisung
 Wert der variablen Steigung
 progressiv (+)
 degressiv (-)
 Gewindesteigung
 F: 3 Stellen hinter Dezimalpunkt
 E: 5 Stellen hinter Dezimalpunkt
 Koordinaten des Zielpunktes im Bezugs- oder Kettenmaß





Bei diesem Anwendungsfall empfiehlt es sich, den Gewindegangzyklus G 76 zu verwenden.

```

G 97 S1000 T404 M03 M08
G 0 X29.2 Z4
G 33 Z-29.5 F1.5
G 0 X35
G 0 Z4
G 0 X28.8
G 33 Z-29.5
G 0 X35
G 0 Z4
.
.
.
G 0 Z4
G 0 X28.16
G 33 Z-29.5
G 0 X35
G 26
  
```

Mit der Funktion G 33 (Gewindegang im Einzelsatz) kann jedes Gewinde gedreht oder geschnitten werden.

Voraussetzung dafür ist eine Drehzahl (G 97 S...) an der Hauptspindel sowie ein Vorschub (Steigung), in mm/U (G 95).

zylindrisches Außen - Innengewinde

konisches Außen - Innengewinde

Plangewinde

Gewindegang
(Gewindebohrer oder Schneideisen)

Bei Aufruf des ersten G 33 Satzes (oder bei Richtungs- umkehr) **synchronisiert** die Steuerung automatisch den Hauptspindeltrieb mit dem Vorschubantrieb. Durch diese Synchronisation findet die Steuerung bei jeder Strehlwiederholung den Gewindeanfang.

Um ein Gewinde im G 33 zu drehen, muß mit dem Strehlwerkzeug zuerst die Startposition (im G 00) angefahren werden.

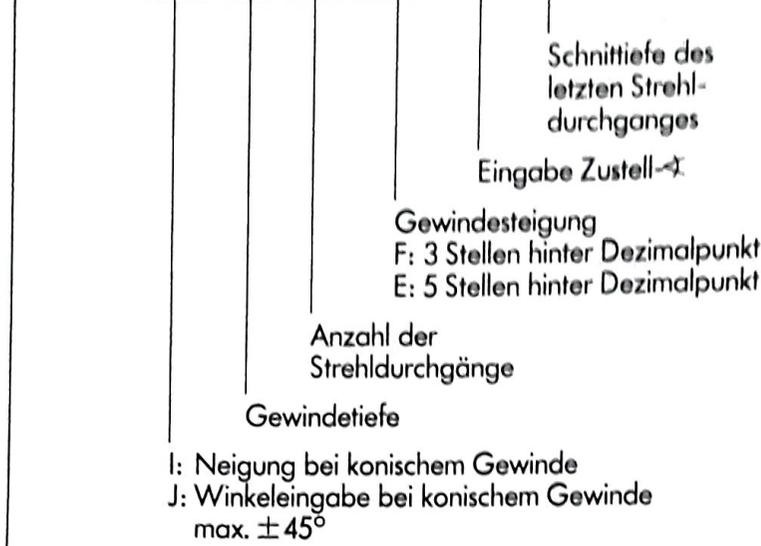
Diese Startposition muß so gewählt werden, daß das Werkzeug die vorgegebene Bahngeschwindigkeit erreicht hat, bevor das Werkzeug in Eingriff kommt. Ebenso muß das Abbremsverhalten der Vorschub- antriebe berücksichtigt werden.

Mit der Funktion **G 34** (Gewindegang im Einzelsatz variable Steigung) können Gewinde geschnitten werden, bei denen die Steigung degressiv oder progressiv **von Gang zu Gang** verändert wird.

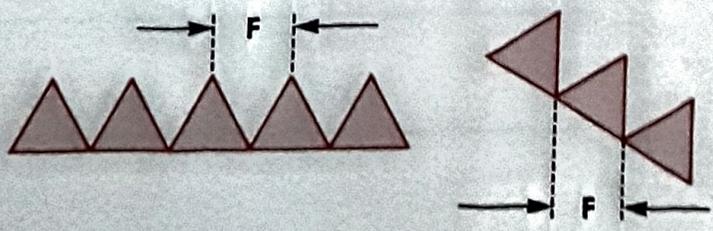
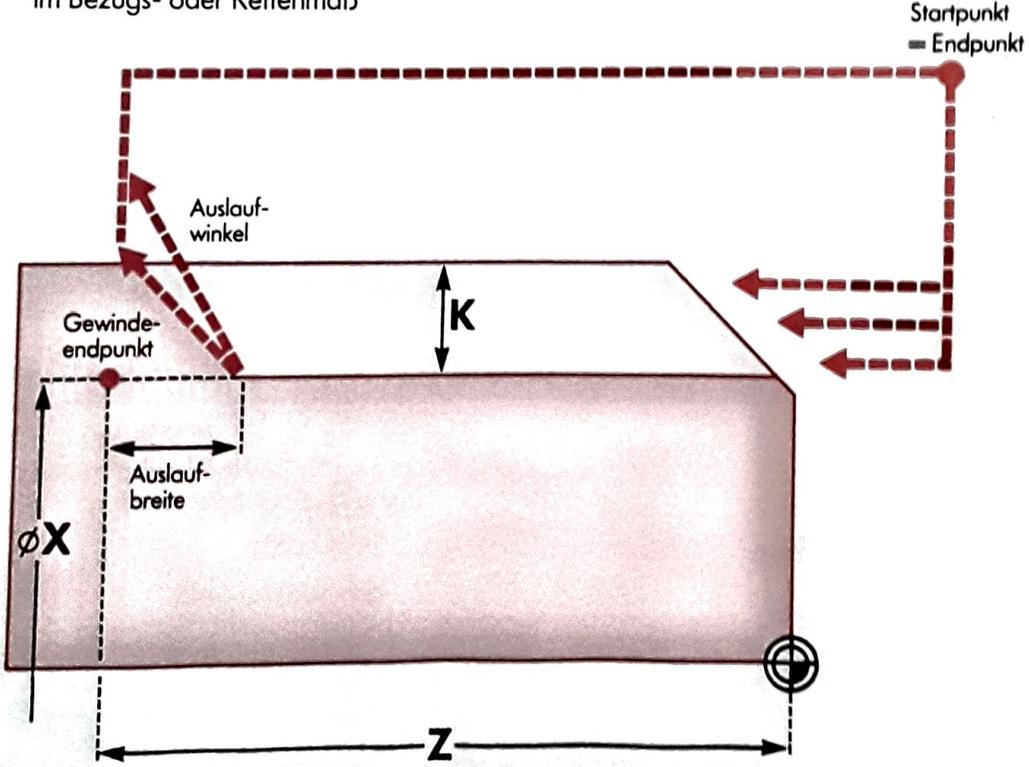
Die Eingabe der Steigungsdifferenz (von Gang zu Gang) erfolgt unter der Adresse K. Dabei ist das **Vorzeichen** zu beachten.

Gewindestrelzyklus

G 76 X/U.. Z/W.. I/J.. K.. H.. F/E.. A.. D..



Koordinate des Gewindeendpunktes im Bezugs- oder Kettenmaß



7.3 Gewindestrehlzyklus G 76



Mit dem Gewindestrehlzyklus G 76 lassen sich zylindrische sowie konische Außen- und Innengewinde herstellen.

Die Eingabe des Winkels **J** bei konischen Gewinden beschränkt sich auf +/- 45 Grad, d. h. der Vorschub (Steigung) bezieht sich auf die Z-Achse.

Voraussetzung ist eine Drehzahl (G 97 S...) an der Hauptspindel sowie ein Vorschub (Steigung) in mm/U (G 95).

Vor Einsatz G 76 muß ein Startpunkt in der X- und Z-Achse angefahren werden.

Diese Startposition und die im Zyklus programmierte X-Position verwendet die Steuerung zum Vergleich Innen- oder Außengewinde.

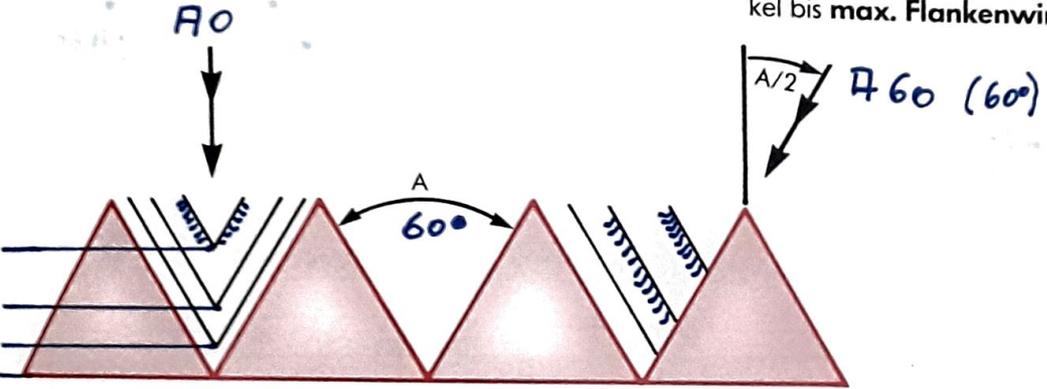
Die Startposition in der Z-Achse muß so gewählt werden, daß das Werkzeug die vorgegebene Bahngeschwindigkeit (Drehzahl x Vorschub) erreicht hat, bevor es in Eingriff kommt.

Ebenso muß das Abbremsverhalten der Vorschubantriebe berücksichtigt werden.

Die Steuerung teilt sich die einzelnen Schnitte im Zyklus G 76 anhand der unter **K** programmierten Gewindetiefe und der unter **H** programmierten Anzahl Durchgänge automatisch auf.

Bei der Aufteilung wird die letzte Zustellung, die unter der Adresse **D** programmiert ist, berücksichtigt.

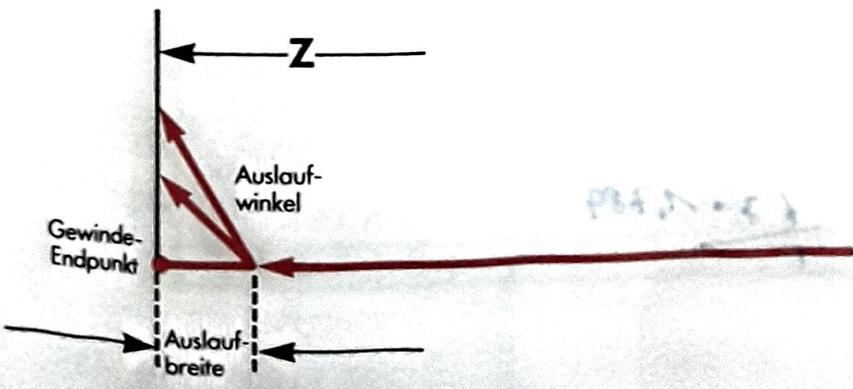
Mit dem unter der Adresse **A** programmierten Wert kann die Zustellung im G 76 Zyklus unter einem Winkel bis **max. Flankenwinkel** erfolgen.



Wird ein Gewinde ohne Gewindefreistich gedreht, kann ein zusätzlicher **Gewindeauslauf** unter einem Winkel von 45 oder 60 Grad durch Programmieren von **M 35** eingeschaltet werden.

Die Länge dieses Auslaufes sowie der Auslaufwinkel sind als Parameter (SET UP-Bild 6 # 2 und # 3) festgelegt.

M 35 Schrägauslauf muß vor G 76 eingegeben werden

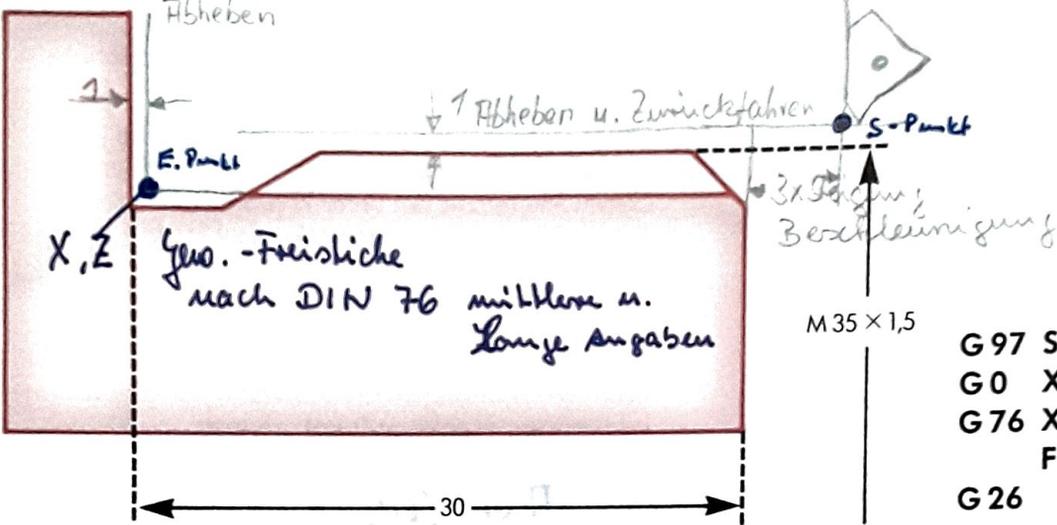


Wird ein konisches Gewinde gedreht, wird bei einem fallenden Kegel der Winkel **J** negativ.

7.3 Gewindestrehlzyklus G 76

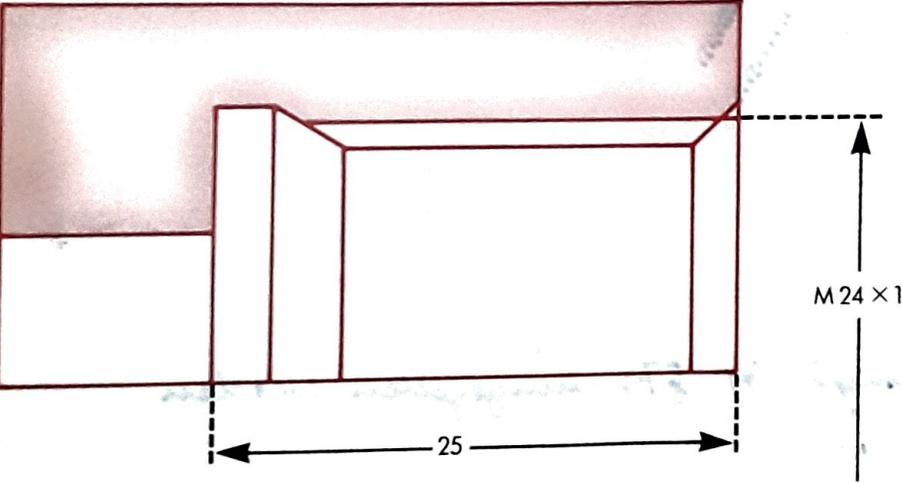
Beispiele

Zylindrisches Außengewinde



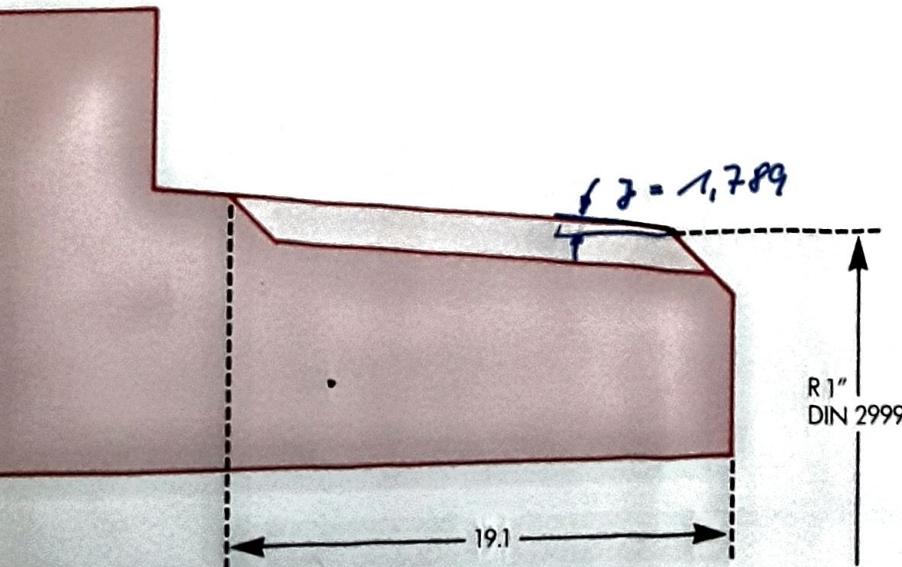
```
G 97 S 1000 T 303 M 3
G 0 X 40 Z 4 (Abhebelinie)
G 76 X 33,1 Z-29 K 0,92 H 8
F 1,5 = Steigung; R 60
G 26
```

Zylindrisches Außengewinde mit Freistich



```
G 97 S 1400 T 808 M 3
G 0 X 20 Z 4
G 76 X 24 Z-24 K 0,55 H 7
F 1 D 0,03
G 26
```

Konisches Außengewinde

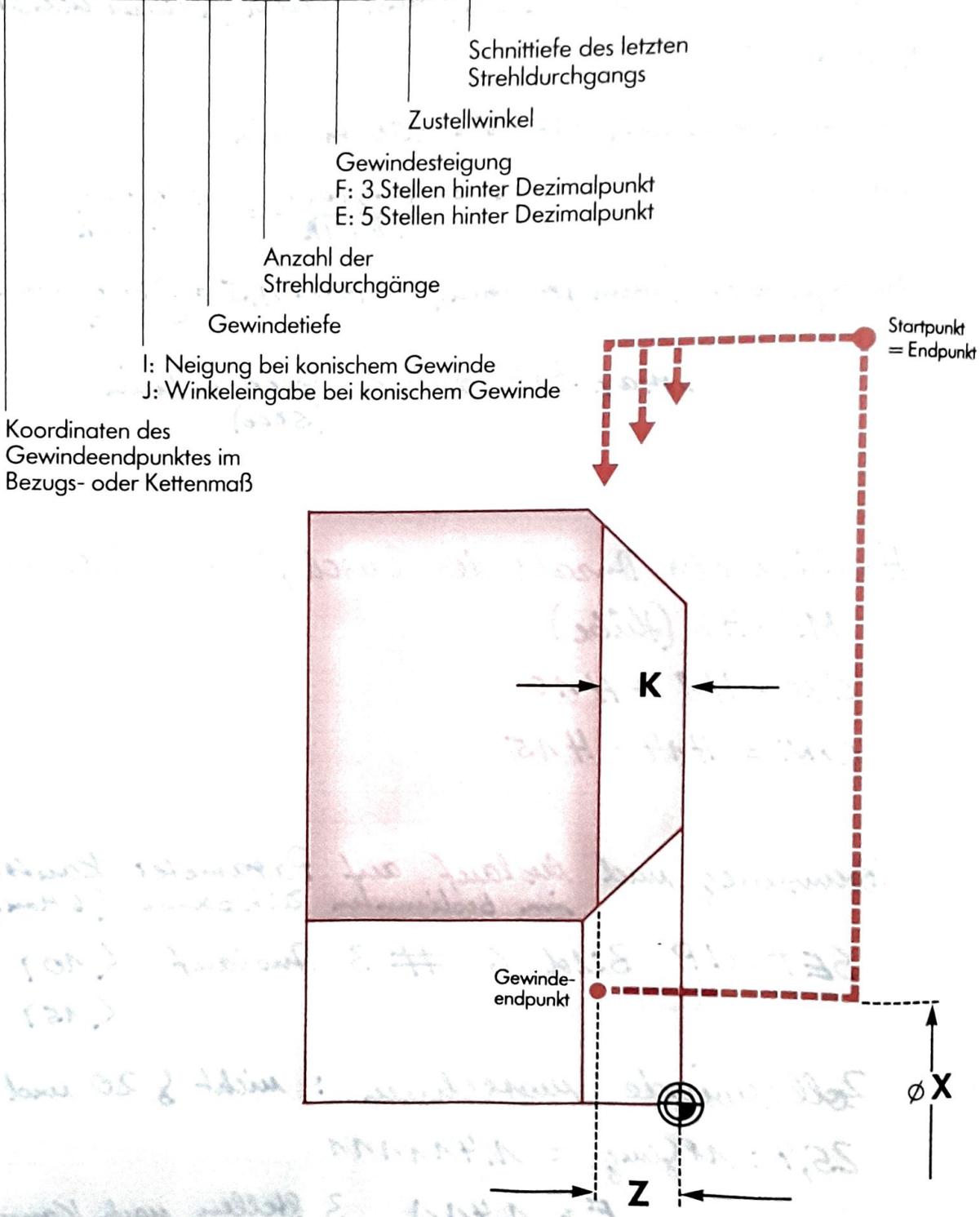


```
G 97 S 1200 T 909 M 3
G 0 X 36 Z 6 M 35
G 76 X 30,836 Z-19,1 beta=1,789
K 1,479 H 10 F 2,309
D 0,03
G 26 M 36
```

7.4 Gewindestrelzyklus für Plangewinde G 86

Gewindestrelzyklus für Plangewinde

G 86 X/U.. Z/W.. I/J.. K.. H.. F/E.. A.. D..



Um ein Plangewinde zu drehen, kann der Zyklus **G 86** eingesetzt werden.

Voraussetzung ist eine Drehzahl (G 97 S...) an der Hauptspindel sowie ein Vorschub (Steigung) in mm/U (G 95).

Die Steuerung teilt sich die Zustellung der einzelnen Schnitte anhand der unter **K** programmierten Gewin-

detiefe sowie der unter **H** programmierten Anzahl Durchgänge automatisch auf.

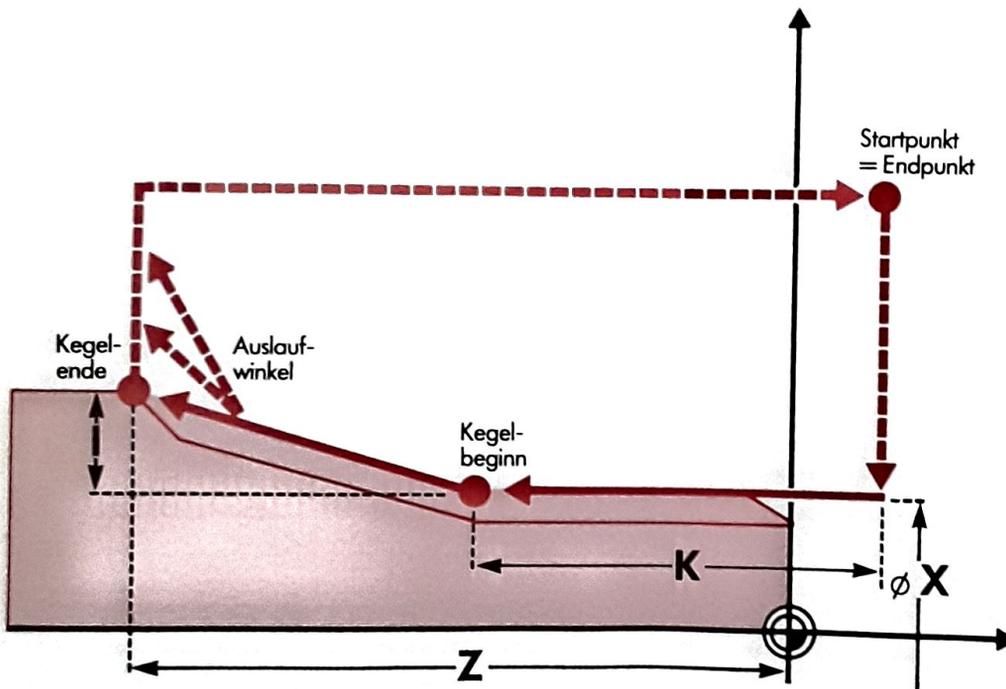
Bei der Aufteilung wird die letzte Zustellung, die unter der Adresse **D** programmiert wird, berücksichtigt.

Mit dem unter der Adresse **A** eingegebenen Wert kann die Zustellung im Zyklus unter einem Winkel bis **max. Flankenwinkel** erfolgen.

Gewinbeschneidzyklus für Sondergewinde

G 78 X/U.. Z/W.. I.. K.. F/E..

- Gewindesteigung
F: 3 Stellen hinter Dezimalpunkt
E: 5 Stellen hinter Dezimalpunkt
- Abstand vom Startpunkt
bis Fasenbeginn Z-Achse
- Abstand vom Fasenbeginn
bis Fasenende X-Achse
- Koordinaten des Zielpunktes
im Bezugs- oder Kettenmaß



7.5 Gewindeschneidzyklus für Sondergewinde G 78



Der Gewindeschneidzyklus **G 78** kann für Außen- oder Innengewinde verwendet werden.

Ausgeführt wird von der Steuerung ein einzelner Zyklus (Durchgang).

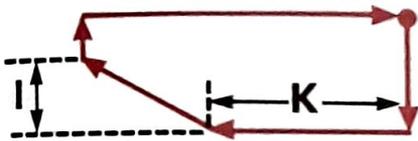
Werden mehrere Durchgänge benötigt, kann im nächsten Satz nach G 78 ein Mehrfachzyklus (**G 81**) programmiert werden (siehe Seite 131).

Die Zustellung sowie die Anzahl der Durchgänge werden im G 81-Zyklus programmiert.

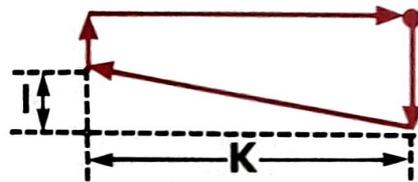
Der Strehldurchgang, der im G 78-Zyklus eingegeben ist, wird durch die Anweisung G 81 lediglich mit der jeweiligen Zustellung verschoben.

Am Ende des Gewindes kann durch Programmieren von **M 35** eine Auslauffase aktiviert werden (SET UP-Bild 5 # 2 und # 3).

Möglichkeiten bei G 78



G 78 X... Z... I... K... F..

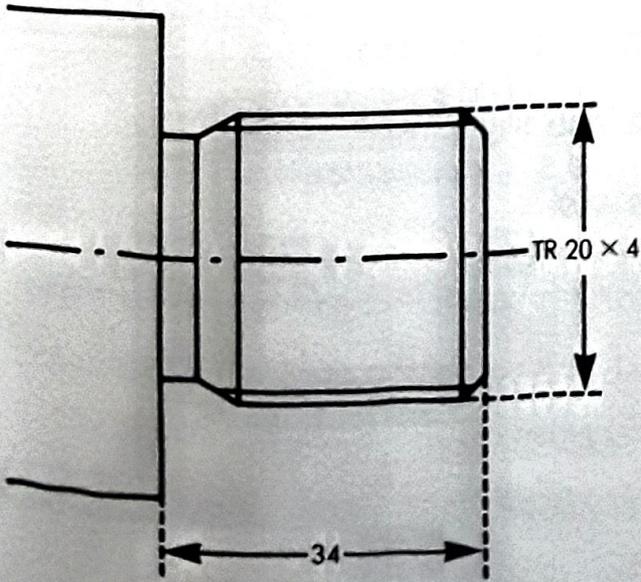


G 78 X Z I... KOF..



G 78 X.. Z.. F..

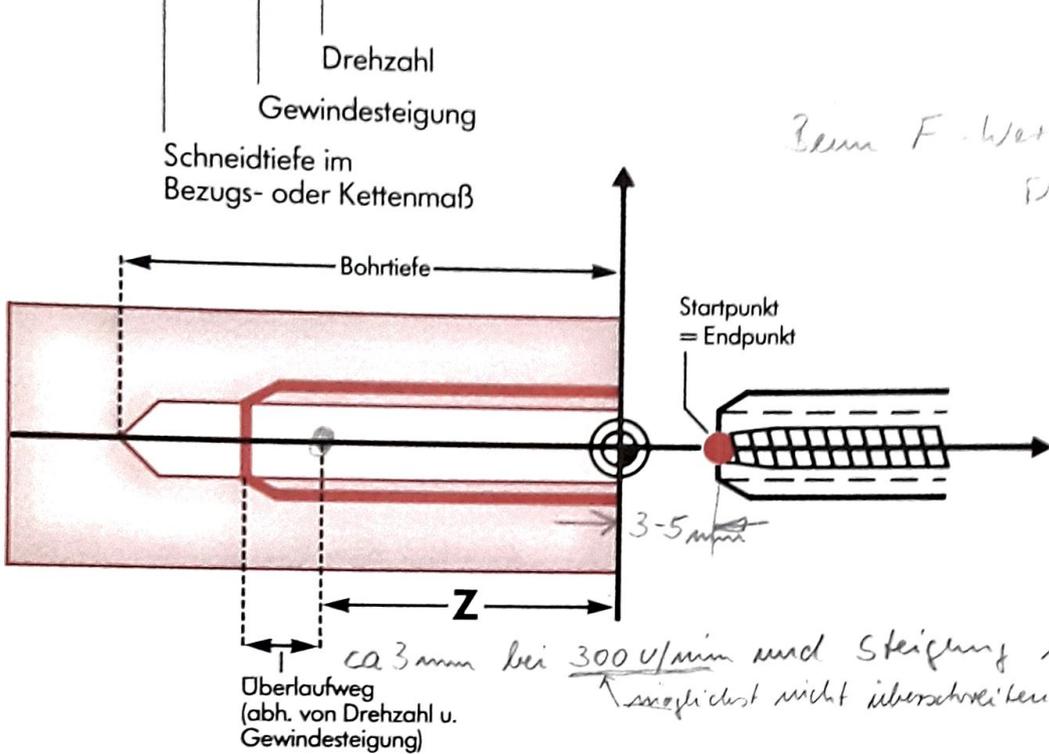
Trapezgewinde



G 00 X26 Z10
G 78 X19,5 Z-34 F4
G 81 U-0,2 H10
G 26

Gewindeschneidzyklus für Gewindebohrer oder Schneideisen

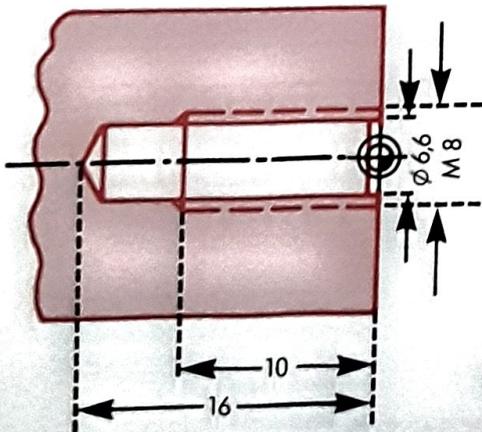
G 82 Z/W.. F.. S..



Wird mit Gewindebohrer oder Schneideisen gearbeitet, kann der Gewindeschneidzyklus G 82 eingesetzt werden.

Voraussetzung ist eine Drehzahl (G 97 S...) an der Hauptspindel sowie ein Vorschub (Steigung) in mm/U (G 95).

Der Vorschub muß je nach Steigung und Drehzahl **bis zu 20% kleiner** als Steigung eingegeben werden (Auszug des Werkzeughalters).



```
G 97 S300 T505 M3
G0 X0 Z3 M8 x1.25
G82 Z-10 F1
G4 X0,5 (Verweilzeit)
G26 M9
```

G82 Dieser Gew.-Bohrzyklus funktioniert nicht bei angetriebenen Werkzeugen (Stillstehen der Hauptspindel)

8.

Unterprogramm-Technik

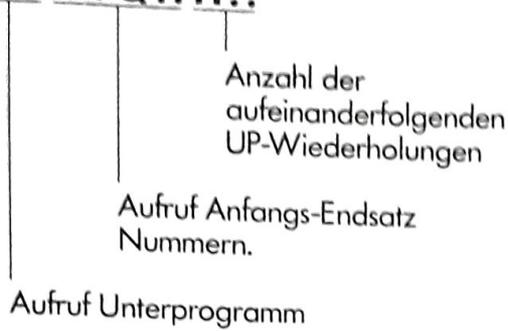
خدمات فنی مهندسی نظری

09125159577

www.iraniancnc.com

Unterprogrammaufruf

G 22 A.. P.. Q.. H..



Kommen häufig Werkstücke mit identischen Programmabschnitten oder identischen Konturteilen vor, können diese oft wiederkehrenden Programmabschnitte oder Konturteile als **Unterprogramme** programmiert werden (z. B. Einstiche, Teilefamilien).

Bei Bedarf werden diese im Hauptprogramm durch eine **G 22-Anweisung** aufgerufen.

Mit **A** wird festgelegt, **welches Unterprogramm** aufgerufen werden soll (**siehe Beispiel 1**).

Soll aus dem mit A bezeichneten Unterprogramm nur der Programmabschnitt zwischen zwei bestimmten Satznummern aufgerufen werden – also nicht das gesamte Unterprogramm – so wird dieser durch **P** und **Q** wirksam (**siehe Beispiel 2**).

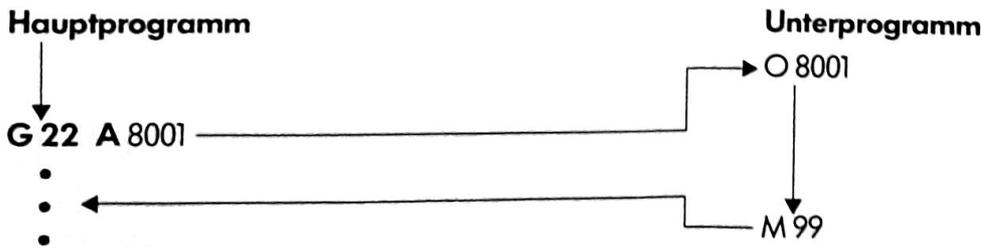
Beispiel 3 und **4** zeigen Ausschnitte aus dem Unterprogramm oder Hauptprogramm (**ab** Nr. **P** oder **bis** Nr. **Q**).

Mit **H** wird festgelegt, **wie oft** das Unterprogramm oder der Programm-Ausschnitt ablaufen soll. Ist H nicht programmiert, wird das Unterprogramm durch G 22 wirksam und läuft einmal ab (wirkt wie H 1).

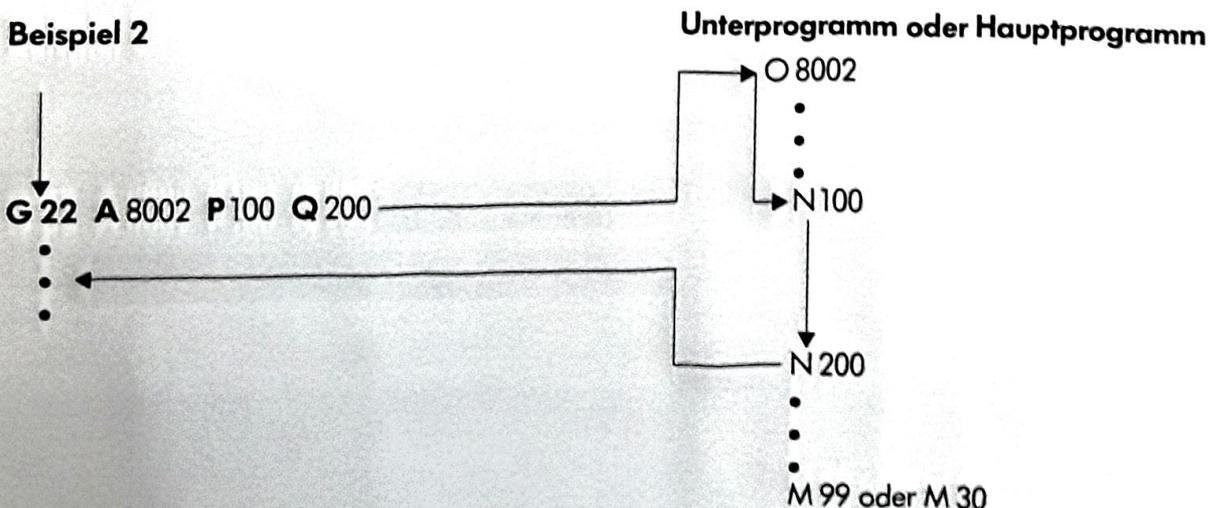
Anmerkung: – Jedes Programm kann als Unterprogramm verwendet werden, sofern es durch **M 99** abgeschlossen ist.

- Unterprogramme können bis zu achtmal geschachtelt werden (**siehe Beispiel 6**).

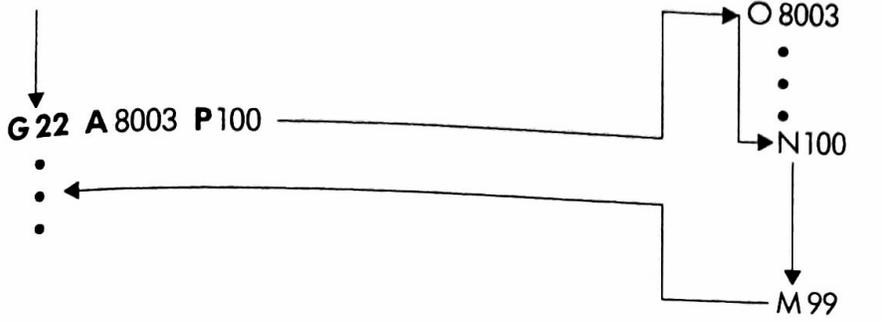
Beispiel 1:



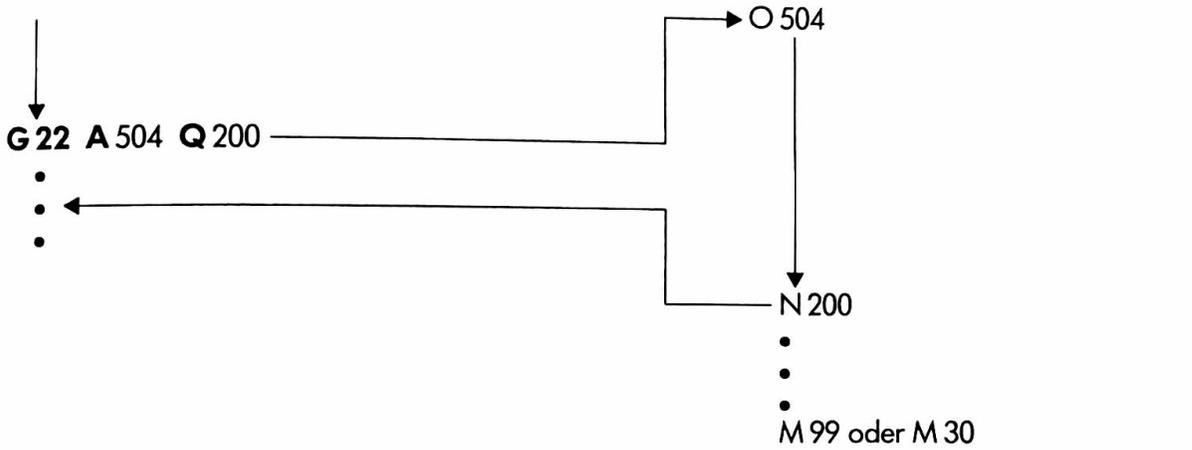
Beispiel 2



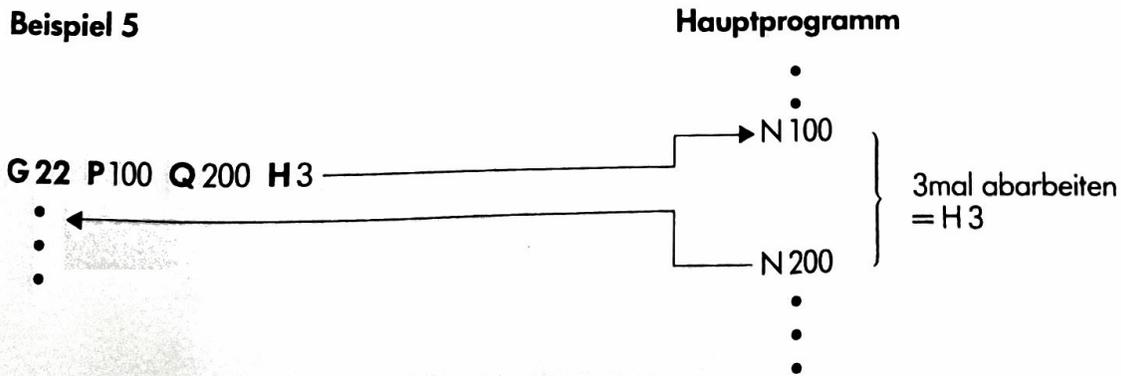
Beispiel 3



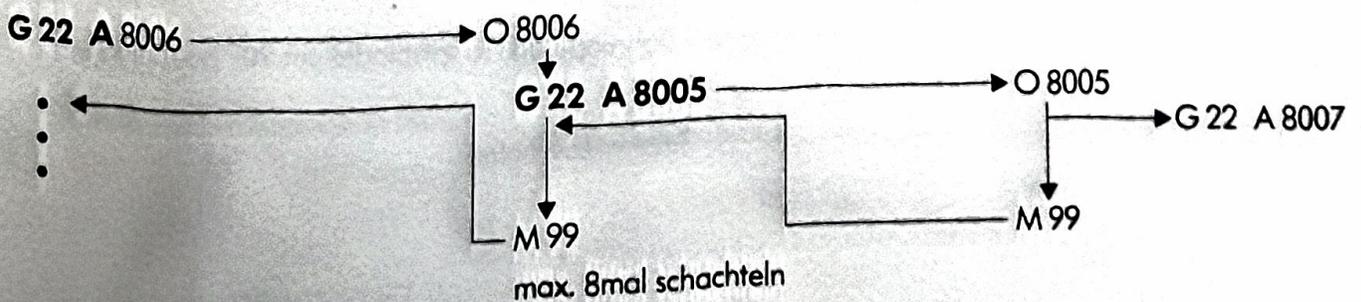
Beispiel 4



Beispiel 5



Beispiel 6



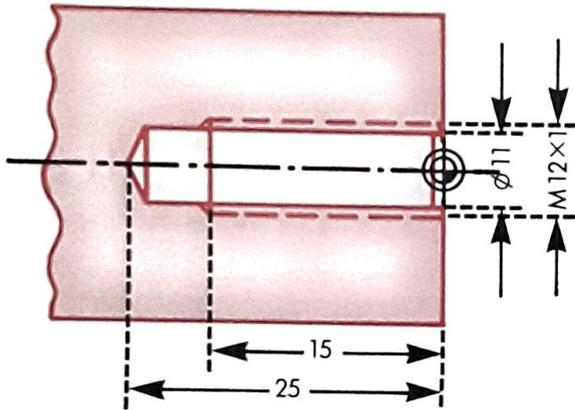
8.1 Unterprogramm-Aufruf G 22

Beispiel: G 22 A ...

In mehreren Werkstücken soll jeweils die gleiche mittige Bohrung $\varnothing 11$ und das Gewinde M12 X1 gefertigt werden.

Hierfür wird ein Unterprogramm programmiert.

Das Unterprogramm muß mit einer Nr. ab 8000 beginnen und mit **M 99 = Unterprogramm-ENDE** enden.



Unterprogramm

```

%
O 8000
(ZENTRIEREN)
N3 G97 S1000 T303 M3
G0 X0 Z1 M8
G1 Z-6 F0.1
G25
(KERNLOCH BOHREN)
N4 G97 S1000 T404 M3
G0 X0 Z1
G1 Z-25 F0.1
G25
(GEWINDE BOHREN)
N5 G97 S400 T505 M3
G0 X0 Z3
G82 Z-15 F0.9
G27
M99
%
```

Aufruf im Hauptprogramm:
G 22 A 8000

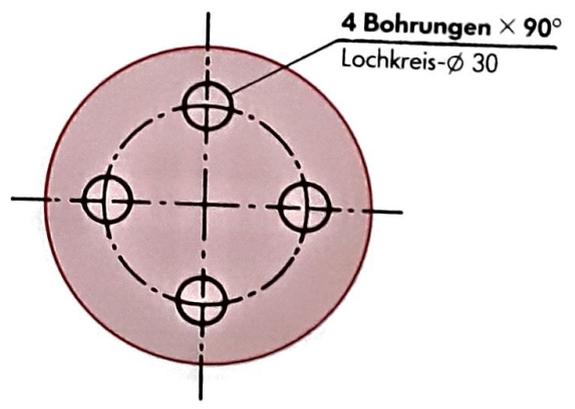
Beispiel: G 22 P... Q... H...

Bei der Komplettbearbeitung mit angetriebenen Werkzeugen kommt es häufig vor, daß ein bestimmter **Ausschnitt des Hauptprogrammes** wiederholt werden muß.

Hauptprogramm

```

%
O102
G59 X0 Z150
.
.
.
N7 T707 M5
G94 M22 M23
B061000
G0 X30 Z2 M8
[
N100
.
.
.
N200
]
G22 P100 Q200 H3
.
.
M30
%
```



Bohrer-Drehzahl 1000 U/min

Bohren
1 Bohrung und Hauptspindel um 90° positionieren

3mal wiederholen

wiederholen eines Abschnittes

In den unter Kapitel 8.1 beschriebenen Unterprogrammen sind **feste Zahlenwerte** programmiert (z. B. 20 mm Gewindetiefe oder Lochkreis- \varnothing 30).

Es ist auch möglich, diese Zahlenwerte offen zu lassen, damit sie dann beim Aufruf des Unterprogramms für den speziellen Fall festgelegt werden können.

Unterprogramme, bei denen bestimmte Werte frei bleiben, bezeichnet man als **WERTFREIE UNTERPROGRAMME** .

Anstelle der Zahlenwerte werden dabei Parameter aus dem **L-Parameterspeicher** (siehe MONITOR-Bild 5 und 6) eingesetzt. Diese L-Parameter werden vor Aufruf des Unterprogramms mit den richtigen Zahlen belegt.

Folgende Parameter stehen zur Verfügung:

L 01 bis L 48
L 101 bis L 148

Anmerkung für Doppelschlittenmaschine:

Hier hat **jeder Schlitten für sich** die Parameter **L 101 bis L 148** , die von dem jeweiligen Schlitten aufgerufen werden können.

L 101 bis L 148 sind also 2mal vorhanden (\$ 1 und \$ 2). Auf die Parameter **L 01 bis L 48** haben **beide Schlitten** Zugriff.

Das wertfreie Unterprogramm wird mit G 22 A ... aufgerufen.

Vorher muß im Hauptprogramm die Zuordnung der Werte zu den Parametern erfolgen:

L 1 = 20 ————— Wertzuweisung
L 2 = 25 ————— Wertzuweisung
G 22 A ... ————— U. P.-Aufruf

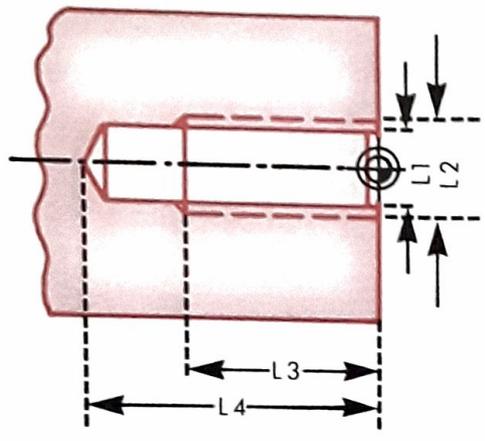
Die Parameter können auch durch Rechenfunktionen miteinander verknüpft werden:

L 2 = [L 1 + 5] (siehe Rechenfunktionen).

8.3 Anleitung zum Erstellen eines wertfreien U. P. mit Beispiel

1. Ersetzen Sie die variablen Maße der Werkstückzeichnung durch L-Parameter (siehe Beispiel).
2. Falls Vorschub und Schnittgeschwindigkeit auch variabel sind (unterschiedliche Werkstoffe), belegen Sie auch hierfür je einen L-Parameter.
Es entsteht eine **Parameter-Liste** (siehe Beispiel).

3. Programmieren Sie das Werkstück unter Verwendung dieser Parameter.
Es entsteht ein **wertfreies Unterprogramm** (siehe Beispiel).
4. Bevor Sie dieses wertfreie (Unter-)Programm aufrufen, ordnen Sie im Hauptprogramm den einzelnen L-Parametern den jeweiligen, speziellen Wert zu (siehe Beispiel).
5. Kontrollieren Sie diese Parameter-Zuordnung nach dem ersten Testlauf = DRY-RUN im MONITOR-Bild 5 und 6 = Parameterspeicher.



WERKSTÜCK MIT PARAMETERN

- L 1 = Kerndurchmesser
- L 2 = Gewindedurchmesser
- L 3 = Gewindelänge
- L 4 = Bohrlänge
- L 5 = Gewindesteigung

PARAMETERLISTE

```
%
O123
G59 X0 Z150
.
```

HAUPTPROGRAMM

```
L1 = 11
L2 = 12
L3 = 15
L4 = 25
L5 = 1
G22 A8007
```

AUFRUF UND WERTZUWEISUNG IM HAUPTPROGRAMM

```
%
O8007
(ZENTRIEREN)
N3 G97 V30 X L2 T303 M3
G0 X0 Z1 M8
G1 Z-[L2/2] F0.1
G25
(KERNLOCH BOHREN)
N4 G97 V30 X L1 T404 M3
G0 X0 Z1
G1 Z-L4 F0.1
G25
(GEWINDE BOHREN)
N5 G97 S300 T505 M3
G0 X0 Z3
G82 Z-L3 F[L5 * 0.9]
G4 X0.5
G27
M99
%
```

WERTFREIES U. P.

Wertzuweisung muß vor U. P.-Aufruf erfolgen

U. P.-Aufruf

Anmerkung: Sollen Maße von der Steuerung errechnet werden, sind diese Rechenoperationen in eckige Klammern zu setzen (siehe Rechenfunktionen).