

3 KOORDINATENPROGRAMMIERUNG

3.1 Koordinatensystem - Koordinatenbezeichnung

CNC8x6-Steuersystem kann max. 6 kontinuierlich gesteuerte Koordinaten steuern (X, Y, Z, 4., 5., 6.). In einem Block können höchstens 6 Koordinaten programmiert werden.

X-, Y- und Z-Koordinaten bilden das Koordinatensystem (Raum). Die Achsen in diesem räumlichen Rechtecksystem verlaufen parallel mit den Führungsebenen der Maschine.

Die Achsenorientierung entsprechend der Definition gem. DIN 66217 und ISO/R841 lautet dann: " Die Z-Achse verläuft immer parallel/ist identisch mit der Achse des Arbeitsspindels. Die positive Richtung der Z-Achse verläuft von dem Werkstück zum Werkzeug. Die X-Achse liegt in der horizontalen Ebene, die vertikal zu Z-Achse ist, und parallel mit der Aufspannfläche des Maschinentisches verläuft. Es ist die Hauptachse für Bewegung in der Ebene. Im Falle eines rotierenden Werkzeuges mit Horizontalachse richtet sich die positive Bewegung der X-Achse nach rechts betrachtet von der Spindel zur Aufspanntisch-Ebene. Y-Achse ergänzt die Koordinaten auf normales (d.h. rechteckiges, rechtssteigendes) Koordinatensystem.. Ein Beispiel für Achsenorientierung der Horizontalfräsmaschine ist auf Bild. 4 dargestellt.

Die Koordinatenorientierung ist von dem relativen Drehsinn des Werkzeuges zum aufgespannten Werkstück abgeleitet. Die Werkzeugbewegungen werden mit Buchstaben ohne Strich gekennzeichnet(z.B. X). Wenn sich das Werkstück in einer Achse bewegt, wobei das Werkzeug unbeweglich aufgespannt ist, ist der Sinn der Werkstückbewegung umgekehrt und wird mit einer Buchstabe mit Strich (z.B. X) gekennzeichnet.

Den als 4. und 5. gekennzeichneten Koordinaten kann man eine Adresenbezeichnung U, V, W, A, B oder C zuordnen. Die Adressenzuordnung diesen Koordinaten erfolgt durch Einstellung jeweiliger Maschinenkonstanten.

Der 6.-Koordinate kann je nach Wunsch des Kunden A-, B- oder C- Adressenbezeichnung zugeordnet werden.

Bei Adressenzuordnung gilt die Regel, daß 2 Koordinaten nicht dieselbe Adresse haben dürfen.

Falls keine Spezifikation bezüglich der Adressenzuordnung in dem Angebot gegeben wurde, wird standardmäßig der 4. Koordinate die U-Adresse, der 5. Koordinate die V-Adresse und der 6. Koordinate die C-Adresse zugeordnet. In nachfolgenden Abschnitten werden diese Koordinaten nach dieser Systematik bezeichnet werden.

3.2 Eigenschaften einer kontinuierlichen Koordinatensteuerung

Alle X-, Y-, Z-, U- und V-Koordinaten werden in bei dem Arbeits- und Eilvorschub positionsabhängig gesteuert. Bei auf diese Weise gesteuerten Koordinaten besteht während des Vorschubes eine gewisse funktionale Abhängigkeit, die die Einhaltung der Bewegungsgenauigkeit auf der programmierten Bahn gewährleistet.

Alle Bewegungen (Arbeits- und Eilvorschub) werden mit kontinuierlicher linearen Erreichung der gewünschten Geschwindigkeit am Anfang der Bewegung und mit linearen Herabsetzung der gewünschten Geschwindigkeit auf Minimum am Ende der Bewegung ausgeführt. Diese Systemeigenschaft wird als An- und Auslauf bezeichnet und sie wird in alle Interpolationstypen gewährleistet (außer Gewindeschneiden) und bei Override und STOPP.

Die An- und Auslaufsteilheit (Erhöhung und Herabsetzung der Geschwindigkeit) ist für Arbeits- und Eilvorschub gleich. Diese Steilheit wird bei Einstellung von Bewegungs-Servomechanismen einzelner Koordinaten bestimmt und als eine Maschinenkonstante im System gespeichert.

Bei Bearbeitung von kontinuierlichen Kurvenlinien entfällt der An- und Auslauf zwischen einzelnen Programmblöcken. Die gewünschte Kontinuerlichkeit der Bewegungsbahn zwischen einzelnen Programmblöcken wird vom System automatisch ausgewertet. Die C-Koordinate ist für Eingabe der Spindelposition für die positionsabhängige Steuerung vorbehalten.

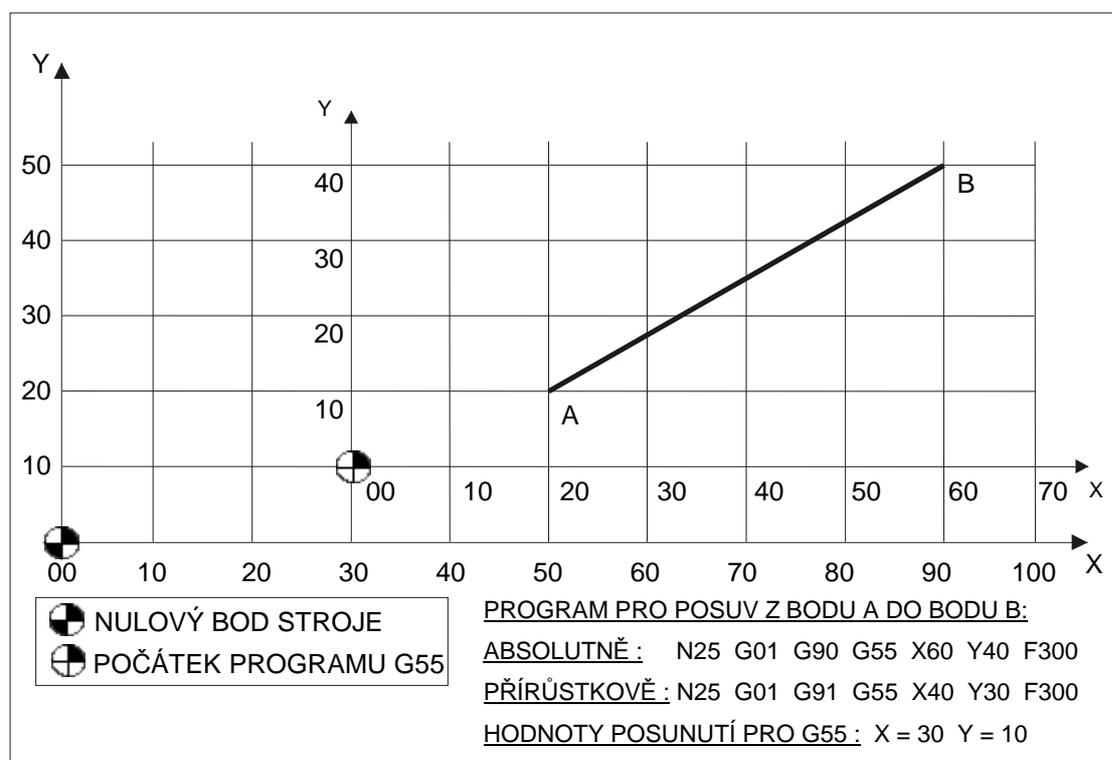
3.3 Eingabe der Bahn

Bei Direktlinien-Koordinaten wird die Vektorprojektion der Kurvenlinie in die Koordinate (Koordinaten-Verfahrbahn) in mm eingegeben. Das System erlaubt Bearbeitung von geringsten Inkrementen nach 1-m-Abschnitten. Die Rotationskoordinaten werden in Grad oder Gradtausendstel programmiert.

Die Verfahrbahn kann durch Wahl der entsprechenden G-Funktion aus G9-Gruppe entweder absolut oder inkremental programmiert werden.

Der Programmstartpunkt ist ein von dem Programmierer gewählter Startpunkt des Bearbeitungs-Part-Programmes. Der Abstand zwischen dem gewählten Part-Programm-Anfangspunkt und dem festen Nullpunkt der Maschine (NBS) wird als "Nullpunktverschiebung" bezeichnet.

Ein Beispiel der absoluten und inkrementalen Programmsegment-Eingabe ist auf Bild 1 dargestellt.



NULLPUNKT DER MASCHINE
ANFANG DES G55-PROGRAMMS

PROGRAMM FÜR VERSCHIEBUNG VON A ZU B:
ABSOLUT:
INKREMENTAL:
VERSCHIEBUNGSWERTE FÜR G55:

Bild 1

Die Koordinatenwerte können mit oder ohne Dezimalpunkt eingegeben werden. Der Koordinatenwert ohne Dezimalpunkt bei Linearkoordinaten (X, Y, Z, U, V, W, I, J, K) bedeutet die Angabe in mm, bei Rotationskoordinaten (A, B, C) die Angabe in Grad (Dezimalpunkt muß nicht eingegeben werden).

Beispiel:

X 100	= 100 mm	= 100000 mikron
Y 100.35	= 100.35 mm	= 100350 mikron
X 0.135	= 0.135 mm	= 135 mikron
Y .002	= 0.002 mm	= 2 mikron
B 120	= 120°	
C 140.5	= 140.5°	

Der Koordinatenwert mit Eingabe des Dezimalpunktes bei Linearkoordinaten bedeutet die Angabe in mm und bei Rotationskoordinaten die Angabe in Grad.

3.4 Nullpunkt der Maschine und des Programms

3.4.1 Definition der Maschinen-Nullpunkte

Nullpunkt der Maschine (NBS) ist ein fester Ausgangspunkt des des Koordinatensystems einer Maschine. Die Identifizierung der Systm- und Maschinenkoordinaten erfolgt nach Anfahren der Ausgangs-(Referenz-) Stellung im REF-Modus. Der Abstand zwischen dem Referenz- und Nullpunkt der Maschine wird als die Maschinenkonstante in REK-Modus (s. Bedienungsanleitung CNC806) eingegeben.

Die Identifizierung des **Programm**-Koordinatensystems mit diesem Koordinatensystem (der Maschine und des Systems) erfolgt mittels Funktion G54, falls die Verschiebungswerte für G54 in der Tabelle der Anfangverschiebungen gleich Null sind.

Falls die Werte für Anfangverschiebung in G54 nicht gleich Null sind, erfolgt die Identifizierung des Programm-Koordinatensystems mittels G54 und des verschobenen Koordinatensystems des entsprechenden Programms mit Anfangspunkt NPB0.

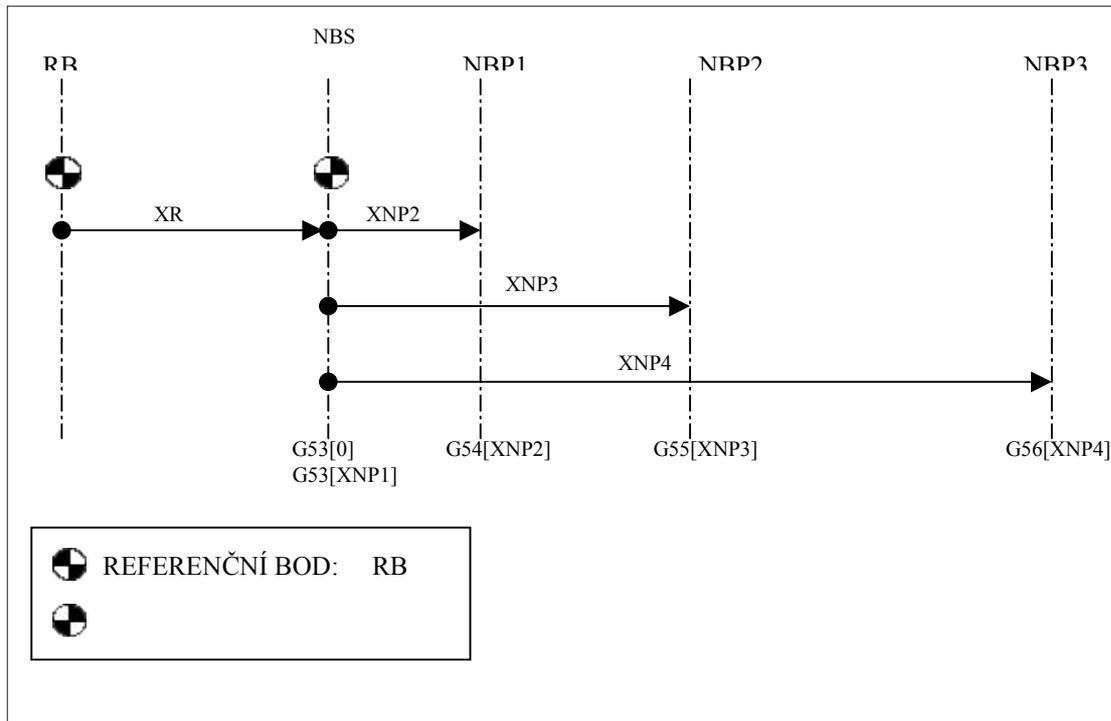
Die eingegebenen Verschiebungswerte einzelner in der Tabelle der Anfangverschiebungen angeführter Nullpunkte für Funktionen G53- bis G59 beziehen sich immer zum Nullpunkt der Maschine (NBS), abgesehen davon, ob für G54 ein anderer Verschiebungswert als Null eingegeben wurde.

Wir empfehlen, in der Tabelle der Anfangverschiebungen für Funktion G54 eine Null für Koordinatenverschiebung zu programmieren. Diese Funktion ist hauptsächlich für die Transformation des Programmkoordinaten in die Systemkoordinaten (der Maschine und des Systems) vorgesehen.

RB - Referenzpunkt der Maschine ist ein Festpunkt der Maschine, der durch Schließung des Endschalters in dem Nullpunkt des Wegmessungssystems bestimmt ist.

NBS - Nullpunkt der Maschine ist ein Festpunkt, dessen Absatand von dem Maschinen-Referenzpunkt (RB) dem Wert X_R gleich ist. Der X_R -Wert wird als Maschinenkonstante in die Tabelle der Maschinenkonstanten in REK-MOduS eingegeben und kann nicht frei geändert werden.

NBP0 - NBP6 - Programm-Nullpunkte, allgemeine Punkte, zu denen das Programm bezogen wird und deren Abstand von dem Maschinennullpunkt (NBS) dem Wert X_{NP} gleich ist (Verschiebungswert X_{NP0}) gilt für G53, Verschiebungswert X_{NP1} gilt für G54).



REFERENZPUNKT : RB
 MASCHINEN-NULLPUNKT: NBS

VERSCHIEBUNG G53 HAT PRIORITÄT
 EMPFOHLENER WERT $XNP1=0$

NPB_x = Programm-Nullpunkt
 XNP_x = Verschiebungswert
 X_R = Abstand zwischen Referenzpunkt und Maschinennullpunkt

3.4.2 Referenzpunkt der Maschine

Jede Koordinatenachse hat einen Festpunkt an der Maschine, der als Maschinenreferenzpunkt RB bezeichnet ist. Beim Anfahren dieses Punktes in REF-Modus (Anfahren der Ausgangsstellung) wird in dem Computerspeicher für Koordinaten-Absolutwerte der X_R -Wert eingelesen, der als Maschinenkonstante eingegeben wurde; somit kommt es zur Identifizierung der Systemkoordinaten und Maschinenkoordinaten (X_R -Wert gilt für X, Y_R -Wert gilt für Y usw.)

3.4.3 Programm-Nullpunkt

Das System erlaubt Anfangverschiebung des Programm-Koordinatensystems mittels Funktionen G53 bis G59 in Punkten NBP0 bis NBP6 (Bild 3) innerhalb des Maschinenarbeitsraumes.

3.4.4 Nullpunktverschiebung (Gruppe G5)

Bei Verschiebung des Programm-Koordinatensystems (Nullpunkt) werden alle anderen Absolutmaße zum neuen Nullpunkt bezogen. Bei Inkrementalprogrammierung (Schrittmaßprogrammierung) hat die Nullpunktverschiebung für den Endpunkt der programmierten Bahn keine Bedeutung. Bei Absolutwertprogrammierung wird der programmierte Endpunkt der Bahn automatisch auf den neuen Endpunkt umgerechnet, der zum entsprechenden Nullpunkt bezogen wird. Die Anzeige der Absolutstellung (jeweils aktuelle Stellung) bezieht sich immer auf einen Maschinen- oder Programmpunkt (Referenz- Nullpunkt der

Maschine oder Programm-Nullpunkt). Der jeweilige Bezugspunkt wird mittels einer G-Funktion aus G5-Gruppe bestimmt.

Der Verschiebungswert von o.a. Punkte im Vergleich zum NBS (Maschinen-Nullpunkt) ist in der nachfolgenden Tabelle für Anfangverschiebungen angeführt:

FCE	VERSCHIEBUNGSWERTE IN ACHSEN						
Achsen:	1.	2.	3.	4.	5.	6.	
G53	1 _{NP0}	2 _{NP0}	3 _{NP0}	4 _{NP0}	5 _{NP0}	6 _{NP0}	Dauerhafte Priorität
G54	1 _{NP1}	2 _{NP1}	3 _{NP1}	4 _{NP1}	5 _{NP1}	6 _{NP1}	Dauerhafte Funktion
G55	1 _{NP2}	2 _{NP2}	3 _{NP2}	4 _{NP2}	5 _{NP2}	6 _{NP2}	Dauerhafte Funktion
G56	1 _{NP3}	2 _{NP3}	3 _{NP3}	4 _{NP3}	5 _{NP3}	6 _{NP3}	Dauerhafte Funktion
G57	1 _{NP4}	2 _{NP4}					Dauerhafte Funktion
G58	1 _{NP5}						Gültig nur innerhalb eines Programmblocks
G59	1 _{NP6}				5 _{NP6}	6 _{NP6}	Gültig nur innerhalb eines Programmblocks

Bei Programmierung der Nullpunktverschiebung innerhalb eines Programmblocks mittels Funktionen G53 bis G59 wird keine Koordinatenbewegung ausgeführt, wenn in diesem Programmblock eine andere Bewegungsdefinition programmiert wurde. Die Verwendung einer der Funktionen G53 - G59 in Programm setzt die Definierung von Verschiebungswerten in einzelnen Koordinatenwerten der Anfangverschiebungstabelle voraus. Die in dieser Tabelle definierten Werte bleiben gespeichert, bis sie mit neuen Werten in POČ-?odus überschrieben oder mittels G92 oder G93 geändert würden.

Funktionen G53 bis G57 bleiben dauernd wirksam, d.h. das Koordinatensystem, das mittels einer G-Funktion gewählt wurde, auch für alle nachfolgenden Programmblöcke gilt, bis sie mit einer anderen G-Funktion der 5. Gruppe überschrieben werden. Funktionen G58 und G59 sind nur in dem Block wirksam, in dem sie programmiert wurden, im nächsten Block kehrt das System wieder zurück, und zwar in das verschobene Koordinatensystem, das mit einer der Funktionen G53 bis G57 gewählt wurde.

3.4.5 Ausfüllung der Anfangverschiebungs-Tabelle

Die Ausfüllung der Tabelle erfolgt :

- aus Part-Programm mit Hilfe der G92-Funktion
- aus Part-Programm mit Hilfe der G93-Funktion
- auf der Betätigungstafel in ZERO-Modus

Die Ausfüllung der Anfangverschiebungs-Tabelle auf der Betätigungstafel ist in der Betriebsanleitung CNC8x6 beschrieben - s. ZERO-Modus. Im weiteren wird die Ausfüllung der Tabelle aus einem Part-Programm beschrieben.

3.4.6 Definition der Verschiebung von Nullpunkten

Unter der Definition der Verschiebung von Nullpunkten versteht man die Zuordnung von Zahlenwerten für Anfangverschiebung der koordinaten für einzelne G-Funktionen der 5. Gruppe. Diese Werte sind für einzelne G-Funktionen der 5. Gruppe in der Tabelle festgelegt. Die Eintragungen oder Änderungen der Anfangverschiebungs-Tabelle können auf folgende Weise durchgeführt werden:

- Einlesen der Werte aus einem Part-Programmblock mittels G92. Bei Eingabe und Abarbeitung des Programmblocks mit der G92-Funktion werden die Werte in die Tabelle für jeweilige Funktion des Bereiches G53 bis G59 eingetragen, die innerhalb dieses Blocks unter den Werten von jeweiligen Koordinaten programmiert wurden. Das Programmblock, in dem die Verschiebung vorgegeben wird, muss nachstehendes Format haben, z.B.:

Nxxxx G55 G92 X100.5 Y200. Z-300.650 U0 V10.

In einem solchen Block werden in die Tabelle Verschiebungswerte 100,5 für X-Achse, 200 für Y-Achse usw. geschrieben. Statt Funktion G55 kann auch eine andere G5-Funktion programmiert werden. Im Block werden die Werte in der Anfangverschiebung-Tabelle für fünf Koordinaten eingestellt, der Tabellenwert für die sechste Koordinate bleibt erhalten. Wenn im Block G92 programmiert wurde, dann bekommen die Angaben für einzelne Koordinaten die Bedeutung der Werte, die in die Tabelle eingetragen werden. In diesem Block wird keine Bewegung ausgeführt!

b) Automatische Einstellung der Tabellenwerte aus dem Programmblock mittels G93.

Nach Eingabe und Abarbeitung des Programmblocks mit G93-Funktion werden automatisch die Anfangverschiebungswerte für jeweilige Funktion im Bereich G53 - G59 eingestellt, bei der es zur Identifizierung des Programm-Nullpunktes für die jeweilige Funktion im Bereich G53 - G59 mit gewissem Punkt des Koordinatensystems kommt. Der Abstand zwischen diesem Punkt und der aktuellen Werkzeugstellung ist der programmierte Koordinatenwert in dem jeweiligen Block. Das Format des Programmblocks für diese Operation ist identisch mit dem Block, der unter a) dargestellt wurde. Der einzige Unterschied ist Programmierung der G93-Funktion anstatt G92.

Die Anwendung von G93-Funktion gem. b) wird anhand nachstehender Beispiele erklärt.

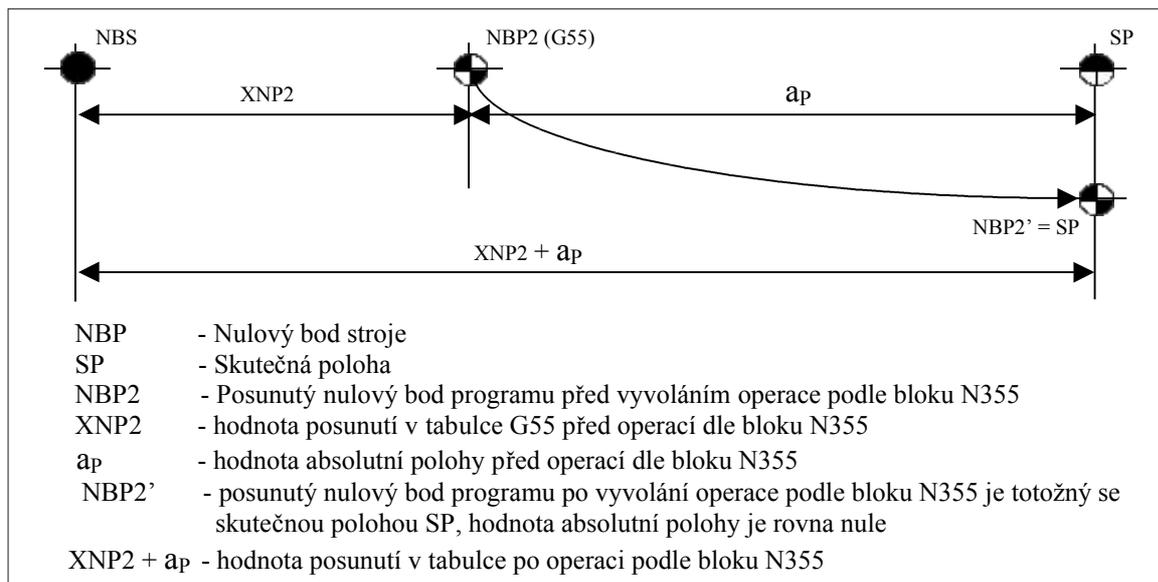
Der Wert der programmierten Koordinate ist gleich 0 (Bild 3).

In diesem Fall ist der Anfang des Programm-Koordinatensystems für eine der Funktionen G53 bis G59 mit dem Punkt identisch, in dem sich die Koordinate befindet. Für die Absolutstellung (aktuelle Stellung) wird in diesem Fall 0 angezeigt.

Programmblockbeispiel:

N355 G55 G93 X0

Bestimmung des neuen Verschiebungswertes ($X_{NP2} + a_p$):



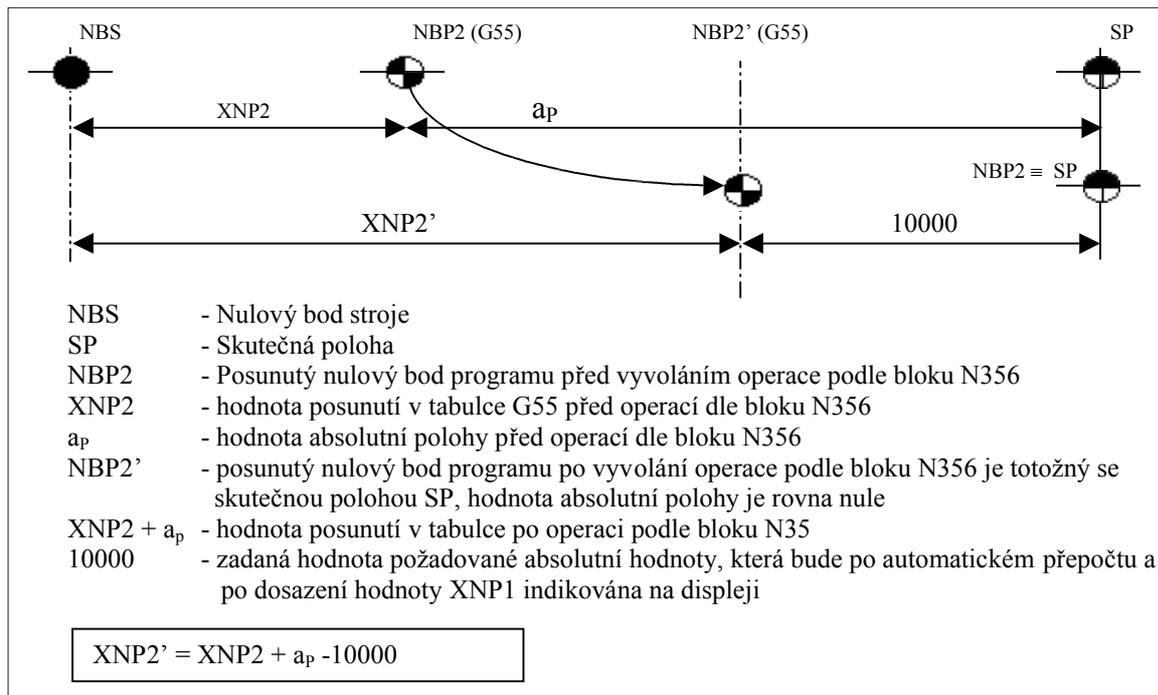
- NBS - Nullpunkt der Maschine
- SP - Ist-Stellung
- NBP2 - Der Programm-Nullpunkt nach Verschiebung und vor Aufruf der Operation gem. Block N355
- XNP2 - G55-Verschiebungswert in der Tabelle vor Ausführung der Operation gem. N355-Block
- a_p - Wert der Stellung vor Ausführung der Operation gem. N355-Block
- NBP2' - Der verschobene Programm-Nullpunkt nach Aufruf der Operation gem. N355-Block ist identisch mit der Ist-Stellung SP, der Wert der Absolutstellung ist gleich 0
- $XNP2+a_p$ - Verschiebungswert in der Tabelle nach Ausführung der Operation gem. N355-Block

Der Wert der programmierten Koordinate ist nicht gleich 0 (Bild 4)

In diesem Fall ist der Anfang des Programm-Koordinatensystems für eine der Funktionen G54 bis G59 mit dem Punkt identisch, in dem sich die Koordinate befindet. Für die Absolutstellung (OP - aktuelle Stellung) werden in diesem Fall die programmierten Koordinatenwerte angezeigt.

Programmblockbeispiel:
N356 G55 G93 X10.000

Bestimmung des neuen Verschiebungswertes (X_{NP2}):



- NBS - Nullpunkt der Maschine
 SP - Ist-Stellung
 NBP2 - Der Programm-Nullpunkt nach Verschiebung und vor Aufruf der Operation gem. N356-Block
 XNP2 - G55-Verschiebungswert in der Tabelle vor Ausführung der Operation gem. N356-Block
 a_p - Wert der Absolutstellung vor Ausführung der Operation gem. N356-Block
 NBP2' - Der Programm-Nullpunkt nach Verschiebung nach Aufruf der Operation gem. N355-Block ist identisch mit der Ist-Stellung SP, der Wert der Absolutstellung ist gleich 0
 $XNP2+a_p$ - Verschiebungswert in der Tabelle nach Ausführung der Operation gem. N35-Block
 10000 - Der eingegebene Soll-Absolutwert, der nach Durchführung der automatischen Umrechnung und Einsetzung des XNP1-Wertes angezeigt wird.

Bild 4

3.4.7 Aufrufen der Nullpunktverschiebung

Die Verschiebung des Koordinatensystems wird während des Programmlaufes im Augenblick der Abarbeitung des Programmblocks mit G-Funktion der 5. Gruppe aufgerufen. In diesem Block, wie auch bei G-53 bis G57 in weiteren Blöcken (dauernde Gültigkeit), beginnt die Maschine sowohl die programmierten Koordinaten, als auch Werkzeugstellung im Vergleich mit dem Anfangverschiebung zu akzeptieren. Priorität unter der

Funktionen der 5. Gruppe hat G54, die beim Start eines neuen Programms automatisch als auch beim Erreichen des Programmendes automatisch angesteuert wird. Die Werte der Anfangverschiebung für Funktionen G53 bis G57 in der Tabelle bleiben solange erhalten, bis sie nicht überschrieben werden (am Anfang und am Ende eines Programms werden diese nicht beeinflusst). Den Nullpunkt-Verschiebungswert für eine der o.a. G-Funktionen können auch im Automatik-Modus definiert werden, und zwar beim Programmstopp und nach Übergang in TAB-Modus. Bei Ausfüllung der Verschiebungstabellen mittels G92 und G93 wird die Verschiebung erst ab nächstem Block wirksam.