
POSITIONIER- UND BAHNSTEUERUNG MCU-3T BEDIENUNGS-HANDBUCH / BHB

Stand: 19.02.1999, ab Disk V-20 97/09
Board-Revision: A

1	Einführung	7
2	System-Hardware	8
2.1	Die Baugruppe MCU-3T	8
2.1.1	Das MCU-3T - CPU-System	8
2.1.2	Die MCU-3T - Interface-Logik	8
2.1.3	Anschaltung der externen Systemkomponenten	9
2.2	Externe Systemkomponenten	9
2.3	Typen von Leistungsverstärkern	10
2.3.1	Drehzahlregler	10
2.3.2	Stromverstärker	10
2.3.3	Spannungsverstärker	10
2.3.4	Schrittmotorleistungsverstärker	10
3	Einführung in die Bedienung / Programmierung der MCU-3T	11
3.1	Manuelle Bedienung	11
3.2	Programmierung durch ein PC-Applikations-Programm (PCAP)	11
3.3	Programmierung als Standalone-System (SAP)	12
4	System-Software	13
4.1	Die Multitasking-Betriebssystemsoftware rw_TOS (rwtos.btl)	13
4.1.1	PIDF-Filter-Task	13
4.1.2	Rampen- und Interpolations-Task	13
4.1.3	PC-Schnittstellen-Task	14
4.1.4	Standalone-CNC-Tasks	14
4.1.5	Booten von rw_TOS mit dem Hilfsprogramm mcbt.exe	14
4.2	Das Hilfsprogramm <i>mcbt.exe</i>	15
4.2.1	Parameter für das Hilfsprogramm <i>mcbt.exe</i>	15
4.2.2	Rückgabewert des Hilfsprogramms <i>mcbt.exe</i>	16
4.3	Der TSR-Treiber <i>mcutsr.exe</i>	16
4.3.1	Aktivieren des TSR-Treibers <i>mcutsr.exe</i>	16
4.4	Das Hilfsprogramm <i>mcfg.exe</i>	17
4.4.1	Bedienung von <i>mcfg.exe</i>	17
1.1.1.1	Hilfsbildschirme	17
1.1.1.2	Auswahl der Achskanäle	17
1.1.1.3	Auswahl der CNC-Task-Nummer	17
1.1.1.4	Batch-Programmierung	18
1.1.1.4.1	Erzeugen des Batch-Files <i>mcfg.ply</i>	18
1.1.1.4.2	Abspielen des Batchfiles <i>mcfg.ply</i>	18
1.1.2	Editieren der Software Parameter [Software Parameters]	19
1.1.2.1	Symbolischer Achsname	19

1.1.2.2	Motor-Typ.....	19
1.1.2.3	Achsen-Typ.....	19
1.1.2.4	Einheit zur Anzeige der Positionsregister	19
1.1.2.5	Anzeigegenauigkeit der Positionsregister.....	19
1.1.2.6	Enkoder-Striche oder Anzahl Schritte bei Schrittmotorachsen.....	19
1.1.2.7	Getriebefaktor	20
1.1.2.8	Jog (Eilgang) -Parameter.....	20
1.1.2.9	Home (Referenzfahrt) -Parameter	20
1.1.2.10	Maximaler Schleppfehler	20
1.1.2.11	Software-Endlagen	21
1.1.2.12	In-Positions-Fenster.....	21
1.1.2.13	Nullpunktverschiebungen	21
1.1.2.14	Filterparameter	21
1.1.2.15	Stellgrößenbegrenzung.....	22
1.1.2.16	Stellgrößenkompensation	22
1.1.2.17	Stellgröße invertieren.....	22
1.1.2.18	Zählrichtung ändern.....	22
1.1.2.19	Polarität des Indexsignals.....	22
1.1.2.20	Start-Stop-Frequenz	22
1.1.2.21	Impulserfassung bei Schrittmotorsystemen.....	22
1.1.3	Editieren der Hardware-Parameter [Hardware Parameters]	23
1.1.3.1	MCU-3T Digitaleingänge [Edit MCU-3T Input-Configuration].....	23
1.1.3.2	Invertieren der MCU-3T Digitaleingänge	24
1.1.3.3	MCU-3T Digitalausgänge [Edit MCU-3T Output Configuration]	25
1.1.3.4	Grundzustand der MCU-3T-Digitalausgänge	25
1.1.4	Editieren der Board-Parameter [MCU-3T Board-Parameters].....	26
1.1.5	Editieren der Konfigurationsparameter.....	26
1.1.5.1	Parameter für Dialogfunktion CNC-Task-Status [CNC-Task-Status Parameter].....	26
1.1.5.2	Bahnparameter setzen [Set CNC-specific parameters].....	26
1.1.6	Grafische System-Analyse [Grafic Analysis Menu]	27
1.1.6.1	Auswahl der Grafen [Graph Display Setup].....	27
1.1.6.2	Skalierung des Grafik-Bildschirms [Graph Scale Parameters].....	27
1.1.6.3	Aufzeichnen von Achsbewegungen [Graph Latch Menu].....	27
1.1.6.3.1	Betriebsart [NOTHING]	27
1.1.6.3.2	Betriebsart [Open Loop System Response]	27
1.1.6.3.3	Betriebsart [Closed Loop System Response].....	27
1.1.6.3.4	Betriebsart [Motion Profile System Response].....	28
1.1.6.4	Grafen anzeigen [Display Graphic Screen].....	28
1.1.7	Der Text-Editor CNC-Edit [Editor C N C - E D I T]	29
1.1.7.1	Die Kopfzeile des Editorfensters.....	29
1.1.7.2	Die Statuszeile	29
1.1.7.3	Editor-Kommandos.....	30
1.1.7.4	Grundbewegungen des Cursors	31
1.1.7.4.1	Zeichen nach links [].....	31
1.1.7.4.2	Zeichen nach rechts [].....	31
1.1.7.4.3	Zeile nach oben [].....	31
1.1.7.4.4	Zeile nach unten [].....	31
1.1.7.4.5	Seite nach oben [PgUp].....	31
1.1.7.4.6	Seite nach unten [PgDn].....	31
1.1.7.5	Erweiterte Cursorbewegungen	31
1.1.7.5.1	Zeilen-Beginn [Home].....	31
1.1.7.5.2	Zeilen-Ende [End].....	31
1.1.7.5.3	Textbeginn [Ctrl][PgUp] oder [Ctrl][Home].....	31
1.1.7.5.4	Textende [Ctrl][PgDn] oder [Ctrl][End].....	31
1.1.7.6	Einfügen und Löschen	32
1.1.7.6.1	Einfügemodus ein/aus[ALT][I]	32
1.1.7.6.2	Zeichen links löschen [BS] (BS=Backspace)	32

1.1.7.6.3	Zeichen unter Cursor löschen [DEL]	32
1.1.7.6.4	Zeile einfügen [Return]	32
1.1.7.7	Block-Operationen	32
1.1.7.7.1	Zeilenblock-Markierung ein/aus [ALT][M]	32
1.1.7.7.2	Spaltenblock-Markierung ein/aus [ALT][C]	32
1.1.7.7.3	Markierten Block in Zwischenspeicher kopieren [ALT][K]	32
1.1.7.7.4	Markierten Block in Zwischenspeicher kopieren [ALT][D]	32
1.1.7.7.5	Block aus Zwischenspeicher kopieren [INS]	33
1.1.7.7.6	Markierten Block löschen [Del]	33
1.1.7.8	Verschiedenes	33
1.1.7.8.1	Tabulator [↔]	33
1.1.7.8.2	Text suchen [ALT][S]	33
1.1.7.8.3	Text suchen und ersetzen [ALT][R]	33
1.1.7.9	Spezialfunktionen des Editors CNC-Edit	34
1.1.7.9.1	Menu File	34
1.1.7.9.1.1	Textdateien laden und speichern [Load File, Save File]	34
1.1.7.9.1.2	Zusätzliches Editor-Fenster öffnen [Add Edit Window]	34
1.1.7.9.1.3	Aktuelles Editor-Fenster schließen [Close Edit Window]	34
1.1.7.9.1.4	Nächstes Editor-Fenster anwählen [Next Edit Window]	34
1.1.7.9.1.5	Editor-Umgebung verlassen [Quit]	34
1.1.7.9.2	Menu Screen	35
1.1.7.9.2.1	Größe des Editor-Fensters verändern [Zoom]	35
1.1.7.9.2.2	Aktueller Text im Editor-Fenster löschen [Wipe Screen]	35
1.1.7.9.3	Menu Compile	35
1.1.7.9.3.1	Syntaktische SAP-Programmüberprüfung [Syntax Check]	35
1.1.7.9.3.2	Syntax-Überprüfung und Erzeugung eines CNC-Files [File]	35
1.1.7.9.4	Menu Run	35
1.1.7.9.4.1	Programmablaufkontrolle für eine CNC-Task starten [Trace current selected CNC-Task]	35
1.1.7.9.4.2	CNC-Task anhalten [Stop current selected CNC-Task]	36
1.1.7.9.4.3	CNC-Task fortsetzen [Continue Trace in current CNC-Task]	36
1.1.7.9.5	Alle CNC-Tasks erneut starten [Restart all CNC-Tasks]	36
1.1.7.9.6	Alle CNC-Tasks stoppen [Stop all CNC-Tasks]	36
1.1.7.9.7	Alle CNC-Programme fortsetzen [Continue all CNC-Tasks]	36
1.1.7.9.8	Menu Spooler	36
1.1.7.9.9	Menu Setup	36
1.1.7.9.9.1	Bahnparameter setzen [Set CNC-specific parameter]	36
1.1.7.9.9.2	Compiler-Betriebsart setzen (in Vorbereitung!) [Set Compiler Mode]	36
1.1.7.9.9.3	CNC-Task auswählen [Select CNC-Task]	36
1.1.7.9.10	Menu Display	37
1.1.7.9.11	Menu System	37
1.1.8	Dialogfunktionen [Dialog Functions Menu]	37
1.1.8.1	Achsenstatus anzeigen [Open Axis Status Window]	37
1.1.8.2	Achsenstatus-Anzeige beenden [Close Axis Status Window]	37
1.1.8.3	Achsenstatus-Report [Display Axis Status Report]	37
1.1.8.4	Bitinformationen des Achsenstatus-Register <i>axsf</i> anzeigen [Display Detailed Axis Status]	38
1.1.8.5	Anzeige der MCU-3T-Digital-Eingänge und MCU-3T-Status [Show Inputs / Status of MCU-3T]	38
1.1.8.6	Anzeige von CNC-Task-Status und Common-Variablen [Show CNC-Task Status / Variables]	39
1.1.8.7	Editieren der MCU-3T-Digital-Ausgänge [Edit Outputs of MCU-3T]	39
1.1.8.8	Punkt zu Punkt-Bewegungen ausführen	40
1.1.8.9	System Rücksetzen [System Reset]	40
1.1.9	Automatik Funktionen [Automatic Functions Menu]	41

1.1.9.1	CNC-Programm laden [Download CNC-Program]	41
1.1.9.2	CNC-Task erneut starten [Restart current selected CNC-Task]	41
1.1.9.3	CNC-Task stoppen [Stop current selected CNC-Task]	41
1.1.9.4	CNC-Task fortsetzen [Continue current selected CNC-Task]	41
1.1.9.5	Alle CNC-Tasks erneut starten [Restart all CNC-Tasks]	41
1.1.9.6	Alle CNC-Tasks stoppen [Stop all CNC-Tasks]	41
1.1.9.7	Alle CNC-Programme fortsetzen [Continue all CNC-Tasks]	41
1.1.9.8	System Rücksetzen	41
1.1.10	Systemdaten speichern [Save Changes]	42
1.5	Das Hilfsprogramm <i>ncc.exe</i>	43

1 Einführung

Die MCU-3T (Motion-Control-Unit) ist eine universelle Positionier- und Bahn-Steuerung für Werkzeugmaschinen, Roboter, Handhabungsgeräte und Sondermaschinen. Über die Eingabe von CNC-Programmen und Parametern können Bewegungsabläufe und Prozeßabläufe automatisiert werden.

Die MCU-3T ist als Erweiterungskarte für die Rechnerfamilie IBM-AT, IPC (Industrial Personal Computer) oder Kompatible ausgeführt und dient zur Ansteuerung von 1 bis 3 CNC-Achsen mit wahlweise Servo- oder Schritt-Motoren.

Bei der Entwicklung wurde besonderes Augenmerk auf die Tauglichkeit für den Einsatz in industrieller Umgebung gelegt, da gerade in diesem Bereich der Personal-Computer immer größere Akzeptanz findet.

Das vorliegende Handbuch beschreibt im wesentlichen die Hard- und Software-Komponenten des im Standard-Lieferumfang enthaltenen Zubehörs und gliedert sich in drei Teile:

- **BHB:** Bedienungs-Handbuch
- **PHB:** Programmier- und Referenzhandbuch
- **IHB:** Inbetriebnahme-Handbuch

Im *BHB* werden alle im Standard-Lieferumfang verfügbaren MCU-3T Hard- und Softwarekomponenten beschrieben. Der Anwender erhält einen Überblick über die Funktionsweise, Betriebsarten und Programmiermethoden der MCU-3T.

Im *PHB* werden die verschiedenen Arten der Programmierung beschrieben. Eine Befehls- bzw. Referenzliste vervollständigt diesen Abschnitt.

Im *IHB* erfolgt eine Beschreibung zur Installation und Inbetriebnahme aller im Lieferumfang enthaltenen Systemkomponenten.

Zum besseren Verständnis wird empfohlen, zuerst das Bedienungs-Handbuch durchzuarbeiten.

2 System-Hardware

2.1 Die Baugruppe MCU-3T

Die MCU-3T ist eine Einsteckkarte für Personalcomputer oder Kompatible des Typs AT oder IPC (Industrial Personal Computer mit AT-Schnittstellenfunktionalität) und stellt die Intelligenz der Steuerung dar.

Die minimale Ausbaustufe bestehend aus einer MCU-3T unterstützt drei CNC-Achskanäle mit wahlweise Schritt- (Stepper) oder Servo-Antrieben (DC oder AC/EC). Die maximale Ausbaustufe unterstützt sechs Achskanäle. Hierzu wird ein Tochterboard (Option MCU3003) für weitere 3 CNC-Achsen in Sandwichtechnik auf die MCU-3T aufgesteckt.

Ein Multi-Achssystem kann durch Kaskadierung mehrerer MCU-3T aufgebaut werden.

Die MCU-3T ist auf einer langen Einsteckkarte für IBM AT oder Kompatible aufgebaut. Die Kommunikation zwischen PC und MCU-3T erfolgt über den PC-Bus. Dadurch wird ein hoher Datendurchsatz für die Ausgabe von Befehlen und das Einlesen von Statusinformationen gewährleistet. Die Adresse der MCU-3T im I/O-Adressbereich des PC wird mit DIP-Schaltern eingestellt.

2.1.1 Das MCU-3T - CPU-System

Die MCU-3T stellt für jeweils drei Achskanäle ein eigenes CPU-System auf Transputer-Basis zur Verfügung. Transputer sind für die Parallelverarbeitung konzipierte Micro-Computer. Der auf der MCU-3T verwendete Transputertyp IMST805 ist ein 32bit-Prozessor mit integrierter 64bit-Gleitpunktarithmetik. Er erreicht eine maximale Instruktionsrate von 25Mips und 3.5MFlops. Mit seinen 4 seriellen Hochgeschwindigkeits-Links kann eine Verbindung zu weiteren MCU-3T-Baugruppen oder dem Tochterboard MCU3003 erfolgen. Auf diese Weise kann eine einfache Kaskadierung zum Vielachsensystem realisiert werden. Das CPU-System ist mit einem lokalen Arbeitsspeicher von 1Mb (Megabyte) oder wahlweise 4Mb ausgestattet. Der Zugriff auf diesen Arbeitsspeicher erfolgt ohne Wartezyklen (0 wait states).

2.1.2 Die MCU-3T - Interface-Logik

Ein wesentliches Merkmal der MCU-3T-Baugruppe ist der Einsatz von modernster PLD und FPGA-Technik. FPGA-Bausteine sind im Betrieb beliebig oft umprogrammierbare Logikbausteine mit einer hohen Funktionalität. Die MCU-3T stellt für jeden Achskanal ein eigener FPGA-Baustein zur Verfügung. In diesen befindet sich die Logik für die Istwerterfassung der Meßsysteme. Dazu gehört u.a. die Verarbeitung aller gängigen Inkrementalenkodern, die Verarbeitung von SSI-Absolutwertgebern, das präzise echtzeitfähige Zwischenspeichern von Positionswerten aufgrund verschiedener Bedingungen. Natürlich können auch individuell auf die Applikation abgestimmte Anpassungen realisiert werden.

Die komplette I/O-Peripherie ist galvanisch von der Systemelektronik (PC-Logik) getrennt. Die Anschaltung der externen Komponenten erfolgt nach gängigen Richtlinien der Industrie-Elektronik.

Das CPU-System ist mit einem INMOS-B004/B008 - kompatiblen Link-Interface an den PC-Bus angeschlossen. Somit sind alle von der Firma INMOS (SGS-THOMSON) erhältlichen Transputer-Tools wie beispielsweise das ANSI C-Toolset ebenfalls auf diesem System ablauffähig.

2.1.3 Anschaltung der externen Systemkomponenten

Der Anschluß an die in [Kapitel 2.2] erwähnten externen Systemkomponenten wie Leistungsverstärker, Inkrementalgeber, Endschalter, Ein- bzw. Ausgänge usw. erfolgt an einem 50poligen SUB-D-Miniatursteckverbinder an der Frontseite der MCU-3T.

An diesem Steckverbinder können drei CNC-Achsen mit wahlweise Schritt- oder Gleichstrom-Motoren angeschlossen werden.

Die MCU-3T stellt drei Analog-Kanäle mit einem Ausgangsspannungsbereich von +/-10V und 14bit (16bit optional) Auflösung zur Verfügung. Diese sind von der digitalen Stromversorgung der MCU-3T (PC-Stromversorgung) galvanisch getrennt und dienen zur Ansteuerung von handelsüblichen Leistungsverstärkern, die als Drehzahl- oder Stromregler geschaltet sind.

Drei Schritt- und Richtungssignale mit jeweils antivalentem Signalpegel und einer Steuerspannung von 5V (RS422) werden zur Ansteuerung von Schrittmotorleistungsverstärkern zur Verfügung gestellt.

Drei Impulserfassungs Kanäle mit jeweils 32bit-Registerbreite dienen zur Positionserfassung mit Hilfe von Inkrementalenkodern bzw. Längenmeßstäben. Die Impulserfassung erfolgt wahlweise für TTL-Geber bzw. für Geber mit symmetrischen Ausgängen (RS-422). Die von diesen Gebern erzeugten, um 90 Grad phasenverschobenen Quadratsignale, werden elektronisch vervierfacht und sind ebenfalls galvanisch von der Systemelektronik getrennt werden. Die maximale Impulseingangsfrequenz beträgt 5.00MHz. Ein Nullimpuls kann von der MCU-3T ebenfalls ausgewertet werden. Die Istposition des Meßsystems kann mit Hilfe des Nullimpulses oder eines digitalen Eingangs in Registern zwischengespeichert werden. Diese Meßmethoden gestatten u.a. eine einfache Enkoderverifikation, das Setzen von Referenzmarken oder das echtzeitfähige Positionslatchen bei Meßmaschinen.

Alternativ zu den oben erwähnten Inkrementalgebern können auch alle marktgängigen SSI-Absolutwertgeber ausgewertet werden.

Die MCU-3T gestattet den Anschluß von 16 optisch entkoppelten Eingängen und 8 optisch entkoppelten Ausgängen. Die Ein- und Ausgänge sind nicht achsspezifisch gruppiert. Eine achsspezifische Zuordnung kann jedoch durch softwaremäßige Projektierung der Ein- und Ausgänge wahlweise mit speziellen Funktionen wie Endschalterfunktion, Referenzschalterfunktion, Leistungsverstärker-Freigabe usw. vorgegeben werden. Alle nicht projektierten Ein- und Ausgänge können frei programmiert werden.

Eine Watchdogschaltung sorgt für sichere Betriebszustände auch in Ausnahmesituationen. Ein EEPROM dient zur Aufnahme von verschiedenen Betriebsparametern. Dazu gehört beispielsweise der Sollzustand der Ausgänge nach der Initialisierung des Systems.

2.2 Externe Systemkomponenten

Aufgrund der digitalen Signalverarbeitung und den auf der MCU-3T vorhandenen Standard-Soll- und Ist-Wert-Schnittstellen, kann die MCU-3T unabhängig vom Leistungsbereich mit verschiedenen Motortypen und Leistungsverstärkern eingesetzt werden.

Die Auswahl der externen Komponenten richtet sich nach der Applikation und kann unter Berücksichtigung der Gesichtspunkte Leistungsklasse, Funktionalität, Sicherheit und Wirtschaftlichkeit erfolgen.

Es können alle handelsüblichen Leistungsverstärker mit Hilfe eines +/-10V Sollwertkanals angesteuert werden. Die Leistungsverstärker können als Drehzahlregler oder als Stromverstärker geschaltet sein.

Bei der Auswahl der Motoren kommen sowohl Schritt- als auch Servo-Motoren in Frage. Alle Motoren mit Positionsrückmeldung werden dabei als Servo-Motoren bezeichnet. Dazu gehören bürstenlose (AC oder EC) bzw. bürstenbehaftete Gleichstrommotoren (DC) oder Hydraulikmotoren. Zur Positionierung dieser Motortypen ist eine Positionserfassung notwendig. Im allgemeinen dienen hierzu Drehgeber oder Linearmaßstäbe. Zur Ansteuerung von Schrittmotorleistungsendstufen stehen Puls- und Richtungssignale zur Verfügung. Im Gegensatz zum Servo-Antrieb kann der Schrittmotor-Antrieb ohne Positionsrückmeldung verfahren werden.

Weitere externe Systemkomponenten können über digitale Ein- oder Ausgänge mit der MCU-3T in Verbindung stehen. Durch softwaremäßige Projektierung dieser Ein- bzw. Ausgänge können z.B. Endschalter-, Referenzschalter-, Not-Aus-, Verstärkerfreigabe- und andere Funktionen realisiert werden.

2.3 Typen von Leistungsverstärkern

Zur Bereitstellung der Energie für den elektrischen Antrieb ist der Einsatz verschiedener Typen von Leistungsendstufen möglich. Alle nachfolgend aufgeführten Typen können von der MCU-3T direkt angesteuert werden.

Die unterschiedlichen Typen von Leistungsverstärkern bestimmen unter anderem auch das charakteristische Regelverhalten der Regelstrecken, welches bei der Einstellung der Filterparameter [IHB / Kapitel 5.2] berücksichtigt werden muß.

Anmerkung: Alle Leistungsverstärker, außer den Schrittmotorleistungsverstärkern, werden üblicherweise durch die Analog-Sollwert-Kanäle der MCU-3T-Baugruppe angesteuert. Für den Einsatz von Schrittmotorleistungsverstärkern stehen Puls- und Richtungssignale sowie deren invertierte Impulsfolgen zur Verfügung.

2.3.1 Drehzahlregler

Dies sind die üblichen, am Markt erhältlichen Geräte mit denen die Drehzahl eines Gleichstrom- oder bürstenlosen Gleichstrommotors geregelt werden kann. Eingangsgröße ist hier meist eine Spannung von +/- 10V die einer Drehzahl von +/- Maximaldrehzahl entspricht. Der Drehzahlwert wird, meist als Tachosignal, direkt dem Drehzahlregler zugeführt. Bei freigegebenem Verstärker entwickelt der Drehzahlregler auch ohne Sollwertsignal ein Haltemoment. I.a. driftet die Motorachse durch den Eingangsoffset mehr oder weniger langsam weg. Der Eingangsoffset kann normalerweise eingestellt werden, ist jedoch temperaturabhängig.

2.3.2 Stromverstärker

Im Gegensatz zum Drehzahlregler benötigt der Stromverstärker kein Tachosignal als Istwertrückführung vom Motor. Der Eingangssollwert hat hier die Bedeutung eines Ankerstromes. Viele Hersteller bieten ihre Leistungsverstärker als Stromverstärker oder Drehzahlregler an. Üblicherweise lassen sich die handelsüblichen Drehzahlregler mit wenigen Handgriffen zum Stromverstärker umbauen. Hierbei sind die jeweiligen Herstellerangaben zu beachten. Der Verstärkungsfaktor sollte so eingestellt sein, daß der gewünschte Maximalstrom dem Eingangssollwert 10V entspricht.

2.3.3 Spannungsverstärker

Im Gegensatz zum Drehzahlregler benötigt der Spannungsverstärker kein Tachosignal als Istwertrückführung vom Motor. Der Eingangssollwert hat hier die Bedeutung einer Ankerspannung. Spannungsverstärker haben in der Praxis keine wesentliche Bedeutung und werden allenfalls bei kleinen Leistungen eingesetzt, wenn der Motorstrom durch den Ankerwiderstand begrenzt wird. Hierbei muß beachtet werden, daß die verfügbare Beschleunigung zu höheren Drehzahlen hin abnimmt.

2.3.4 Schrittmotorleistungsverstärker

Schrittmotoren haben meist 2, 3 oder 5 Phasen bzw. anzusteuernde Wicklungen. Damit eine Drehbewegung erfolgt, muß in den einzelnen Motorwicklungen in einem festgelegten Zyklus Strom fließen. Alle gängigen am Markt erhältlichen Schrittmotorleistungsendstufen erfüllen diese Anforderungen üblicherweise und werden mit den Eingangssignalen Puls (pro Puls ein Motorschritt) und Richtung (legt Drehrichtung der Motorwelle fest) angesteuert. Aus dieser Eingangsinformation resultiert der oben beschriebene Stromfluß.

3 Einführung in die Bedienung / Programmierung der MCU-3T

Die Bedienung und Programmierung der MCU-3T kann auf mehrere Arten erfolgen.

3.1 Manuelle Bedienung

Die manuelle Bedienung der MCU-3T erfolgt im wesentlichen mit dem Hilfsprogramm *mcfq.exe*, welches Bestandteil der MCU-3T TOOLSET Software [TSW] ist [Kapitel 4.4].

Dieses bietet dem Anwender eine Vielzahl von Betriebsarten zur Bedienung der MCU-3T, unter anderem auch die manuelle Bedienung des kompletten Achssystems.

3.2 Programmierung durch ein PC-Applikations-Programm (PCAP)

Der Anwender erstellt ein auf dem PC ablauffähiges Anwenderprogramm in einer höheren Programmiersprache wie *C* oder *Pascal*. Mit Hilfe von Funktionenbibliotheken werden aus diesem Applikationsprogramm über den TSR-Treiber *mcutsr.exe* Kommandos auf der MCU-3T ausgeführt. Das PC-Anwenderprogramm ist in dieser Betriebsart für den koordinierten Ablauf der einzelnen Achssysteme verantwortlich. Das PC-Applikations-Programm wird im weiteren mit PCAP bezeichnet.

Die Befehlsübergabe erfolgt mit Hilfe vordefinierter Befehle. Diese wiederum sind als TSR-Funktionen für die oben genannten Programmiersprachen realisiert. TSR ist eine Abkürzung für Terminate Stay Resident. Hinter diesem Begriff verbirgt sich das Treiber-Programm *mcutsr.exe*, welches durch einen einmaligen DOS-Aufruf resident in den Arbeitsspeicher des PC geladen wird. Man nennt diese Art von Programmdateien auch TSR-Treiber.

Der Aufruf einer TSR-Funktion bewirkt die Ausführung eines Software-Interrupts. Dieser Interrupt wiederum komplettiert mit Hilfe einer eindeutigen Befehlsnummer und z.T. mit Hilfe von Parametern die im TSR-Treiber enthaltene Funktion.

Aus Anwendersicht stellen die TSR-Funktionen lediglich eine Funktionserweiterung der entsprechenden Programmiersprache dar. Die eigentliche „Intelligenz“ der Funktion liegt im TSR-Treiber.

3.3 Programmierung als Standalone-System (SAP)

Eine weitere Möglichkeit ist die Programmerstellung für die sogenannte Standalone-Betriebsart. Diese Betriebsart gestattet es, ein zuvor auf die MCU-3T geladenes Betriebsprogramm automatisch, also ohne Unterstützung durch ein PCAP, auszuführen. Dies bedeutet, daß der PC andere Aufgaben übernehmen kann. Dieses Standalone-Applikations-Programm wird im weiteren mit SAP bezeichnet.

Das SAP wird durch den Anwender mit Hilfe eines Editors oder mit Hilfe des im Hilfsprogramm *mcfg.exe* integrierten Editors CNC-Edit erstellt. Die Syntax dieses Anwenderprogramms ist *Pascal*-ähnlich und erlaubt eine einfache und flexible Programmerstellung. Aus dem so erstellten Anwenderprogramm wird mit dem Compiler *NCC*, welcher zum einen als Kommandozeilcompiler zur Verfügung steht [Kapitel 4.5] und zum anderen im Hilfsprogramm *mcfg.exe* integriert ist, ein sogenanntes Autocode-File erzeugt. Dieses Autocode-File kann auf die MCU-3T übertragen und dort automatisch, d. h. ohne Unterstützung durch den PC, ausgeführt werden.

Ist eine Synchronisation zu einem evtl. parallel ablaufenden PCAP notwendig, so kann diese mit Hilfe gemeinsamer vordefinierter Variablen, welche sowohl für den PC als auch für die MCU-3T schreibend und lesend zugänglich sind, erfolgen.

4 System-Software

In diesem Kapitel werden die Hilfsprogramme der im Standard-Lieferumfang enthaltenen MCU-3T TOOLSET Software [TSW] beschrieben. Diese Informationen sind wichtig für die korrekte Bedienung der Steuerung und zur Erstellung von Anwenderprogrammen.

4.1 Die Multitasking-Betriebssystemsoftware *rw_TOS* (*rwtos.btl*)

Die Multitasking-Betriebssystemsoftware [1] *rw_TOS* ist in der Datei *rwtos.btl* enthalten und beinhaltet den ausführbaren Transputer-Maschinencode für das MCU-3T CPU-System. *rw_TOS* ist in verschiedene Tasks eingeteilt, welche je nach Achszahl auf einem oder mehreren Transputern gleichzeitig abgearbeitet werden. Zum tieferen Verständnis werden für den interessierten Anwender die wichtigsten Tasks in den nachfolgend aufgeführten Kapiteln erläutert.

[1] Anmerkungen: Multitasking bedeutet die quasi-simultane Abarbeitung mehrerer (multi) verschiedener Aufgaben (Tasks) bei einem Einprozessorsystem bzw. die simultane Abarbeitung bei Mehrprozessorsystemen (mehr als 1 Transputer). Der Transputer unterstützt diesen Mechanismus sehr effizient durch die implementierten Hardware-Eigenschaften wie Task-Scheduler und Multiprozessor-Parallelverarbeitung mit anderen Transputer-Systemen über die sogenannten Transputer-Link-Kanäle. Die *rw_TOS* Betriebssystemsoftware übernimmt die korrekte Initialisierung und die automatische, zeitgenaue Ausführung aller implementierten Tasks. Dadurch sind vom Anwender keinerlei Kenntnisse und Eingriffe in diesen Prozessablauf notwendig.

4.1.1 PIDF-Filter-Task

Diese Task führt die Regelung der Motoren auf eine gewünschte Sollwert-Position oder -Drehzahl mit Hilfe eines digitalen PIDF-Filters durch. Dieser Filter wird durch Abarbeiten in kurzen zeitgleichen Abständen dem analogen Filter nachempfunden. Die Regelzykluszeit ist auf 1.28ms für alle Achskanäle fest eingestellt. Alle für die Filterberechnung notwendigen Istwert-Daten werden ebenfalls in diesem Abtastzyklus eingelesen und verarbeitet. Anschließend erfolgt die Sollwertausgabe auf die entsprechenden Sollwertkanäle.

Anmerkung: Das PIDF-Filter wird sowohl für Servo- als auch für Schrittmotoren ausgeführt.

4.1.2 Rampen- und Interpolations-Task

Die Motoren werden mit sogenannten Rampenfunktionen mit definierter Beschleunigung und vorgegebener Maximalgeschwindigkeit in eine gewünschte Zielposition gebracht. Diese Aufgabe übernimmt die Rampen- und Interpolations-Task. Diese Task ist mit der PIDF-Filter-Task synchronisiert und wird ebenfalls für alle Achsen einmal pro Abtastzyklus (1.28ms) ausgeführt.

Eine weitere Aufgabe dieser Task ist es, mehrere Achsen zu synchronisieren um eine Bahn- oder Raumkurve interpoliert abarbeiten zu können. Es sind drei Interpolationsverfahren möglich. Dies sind Linear-, Zirkular- und Helix-Interpolationen.

Die MCU-3T wurde so konzipiert, daß eine Kaskadierung mehrerer Steuerungen ebenfalls möglich ist. Bezüglich der Auswahl der an einer Interpolation beteiligten Achsen gibt es weder bei der Standard-Version (bis 3 Achsen) als auch in der Multi-Achs-Version (mehr als 3 Achsen) keine Einschränkungen.

Eine weitere wichtige Eigenschaft der Rampen- und Interpolations-Task ist das sogenannte Dynamik-Modul zweiter Ordnung. Die sonst bei konventionellen Positioniersteuerungen implementierte Rampengenerierung verlangt einen Bewegungsstopp in der gewünschten Zielposition. Diese Einschränkung wurde durch die Implementierung dieses Dynamik-Moduls aufgehoben. Der Anwender kann für die gewünschte Zielposition eine beliebige Zielgeschwindigkeit programmieren. Das Achssystem wird unter Berücksichtigung von Maximalgeschwindigkeit und Maximalbeschleunigung in die gewünschte Zielposition verfahren und erreicht genau in diesem Punkt die programmierte Zielgeschwindigkeit. Mit dieser Methode können beliebig komplizierte Bewegungsprofile erzeugt werden.

4.1.3 PC-Schnittstellen-Task

Diese Task ist Grundlage für die PC-Applikations-Programmierung (PCAP-Programmierung) und führt die vom Benutzer aufgerufenen Funktionen und Befehle aus. Hierzu steht eine Vielfalt von Kommandos zur Verfügung. Der Aufruf dieser Kommandos erfolgt aus dem PC-Applikations-Programm, welches in einer höheren Programmiersprache erstellt wird.

4.1.4 Standalone-CNC-Tasks

Diese Tasks sind Grundlage für die Standalone-Applikations-Programmierung (SAP-Programmierung) und eine der leistungsfähigen Eigenschaften der MCU-3T. Mit dem im Lieferumfang enthaltenen Compiler *NCC* können bis zu vier Standalone-Anwenderprogramme (SAP-Programme) erstellt werden. Diese werden durch die vier CNC-Tasks automatisch im Multitask-Betrieb abgearbeitet. Da die Antriebskontrolle auch komplett durch ein SAP-Programm übernommen werden kann, steht der PC in diesem Fall für andere Aufgaben zur Verfügung.

4.1.5 Booten von *rw_TOS* mit dem Hilfsprogramm *mcbt.exe*

Die MCU-3T-Betriebssystemsoftware *rw_TOS* wird mit dem TOOLSET Bootprogramm *mcbt.exe* [Kapitel 4.2] auf die MCU-3T übertragen und bewirkt eine System-Initialisierung (Hardware-Reset). Dieser Ladevorgang ist einmal pro Systemstart notwendig und innerhalb weniger Sekunden abgeschlossen. Der Vorteil des Bootens gegenüber einem ROM-residenten Betriebssystem ist, daß kundenspezifische Änderungswünsche des MCU-3T-Betriebsprogrammes leicht berücksichtigt werden können. Sobald der Bootvorgang erfolgreich abgeschlossen wird, ist die MCU-3T ab diesem Zeitpunkt betriebsbereit.

4.2 Das Hilfsprogramm *mcbt.exe*

4.2.1 Parameter für das Hilfsprogramm *mcbt.exe*

Das Hilfsprogramm *mcbt.exe* [Kapitel 4.1.5] dient zum Laden der Betriebssystem-Software *rwtos.btl* auf die MCU-3T. Weiterhin ist es möglich einen Configurations-Check bzw. das Neu-Speichern von Systemdaten [Kapitel 4.4.10] innerhalb dieses Programms auszuführen.

Dies kann typischerweise in der AUTOEXEC.BAT durchgeführt werden.

Der Aufruf ist wie folgt vorzunehmen:

```
mcbt {/option /option ...}
```

```
option = BB, BC, BD, BH, BR n und BS
```

Nachfolgend werden die einzelnen Optionen in alphabetischer Reihenfolge beschrieben:

- /BB filename* Das in *filename* spezifizierte File wird an die MCU-3T übertragen. Der Suchvorgang für *filename* ist dabei wie folgt: zuerst wird im aktuellen Arbeitsverzeichnis gesucht und anschließend in den in PATH spezifizierten Directories. Sofern diese Option nicht benutzt wird, wird das File *rwtos.btl* übertragen.
- /BC* Nach dem Übertragen der Betriebssystem-Software *rwtos.btl* wird die Systemdatei *system.dat* auf die MCU-3T übertragen. Im Anschluß erfolgt ein Configurationscheck auf alle im Antriebssystem vorhanden Achsen.
- /BD* Bei auftretenden Fehlern während dem Lade-Vorgang werden ausführliche Fehlertexte am Bildschirm ausgegeben.
- /BH* Mit dieser Option werden alle verfügbaren Kommando-Optionen am Bildschirm angezeigt.
- /BR n* Mit dieser Option kann mit der Variablen *n* spezifiziert werden, wie oft die Optionen BC oder BS im Fehlerfall wiederholt werden sollen.
- /BS* BS speichert die in der Systemdatei *system.dat* enthaltenen Daten. Sofern diese Option zusammen mit der Option BC aufgerufen wird, wird der Speichervorgang nur im Fehlerfall von BC ausgeführt.

Beispiel: `mcbt /BC /BS /BR 5`

Das oben gezeigte Beispiel sucht zunächst die Betriebssystem-Software *rwtos.btl* im aktuellen Arbeitsverzeichnis bzw. in der Pfad-Umgebung. Diese Datei wird dann auf die MCU-3T übertragen. Im Anschluß wird die Systemdatei *system.dat* auf die MCU-3T übertragen und ein Configurationscheck ausgeführt. Sollte ein Konfigurationsfehler festgestellt werden, so wird der Check im Fehlerfall bis zu 5 mal wiederholt. Ist dann immer noch ein Fehler vorhanden, werden die neuen Daten auf das System übertragen und gespeichert. Auch dieser Vorgang wird im Fehlerfall bis zu 5 mal wiederholt.

4.2.2 Rückgabewert des Hilfsprogramms *mcbt.exe*

Das Hilfsprogramm *mcbt.exe* kann folgende Fehlernummern zurückliefern:

Fehlernummer	Beschreibung
0	kein Fehler aufgetreten
1	Ungültiger Funktions-Code beim Aufruf von <i>txbf()</i>
2	Datei nicht gefunden beim Aufruf von <i>txbf()</i>
3	Pfad nicht gefunden beim Aufruf von <i>txbf()</i>
4	Zu viele Dateien offen beim Aufruf von <i>txbf()</i> ;
5	Zugriff verweigert beim Aufruf von <i>txbf()</i>
6	Ungültiges File-Handle beim Aufruf von <i>txbf()</i>
12	Ungültiger Zugriff beim Aufruf von <i>txbf()</i>
20	CNC-File zu groß beim Aufruf von <i>txbf()</i>
21	Ungültiger File-Typ beim Aufruf von <i>txbf()</i>
25	TSR-Treiber
26	Falscher TSR-Treiber
27	Falsche <i>rw_TOS</i> -Software
30	Max. erlaubte Länge des Boot-File-Namen überschritten
31	Boot-Filename erwartet
32	Ungültige Anzahl von Wiederholungen
40	Kommando-Zeilen-Länge überschritten
41	Systemdatei <i>system.dat</i> nicht gefunden
42	Interner <i>spwanvp()</i> -Fehler
43	Boot-Fehler im Programm <i>iserver.exe</i>
100	Configurations-Fehler
alle anderen	ungültig

Diese Fehlernummern sind in der Environment-Variablen *ERRORLEVEL* gespeichert und können beispielsweise in der *AUTOEXEC.BAT* ausgewertet werden.

Eine Fehlerbeschreibung kann auch mit der Option */BD* am Bildschirm angezeigt werden.

4.3 Der TSR-Treiber *mcutsr.exe*

Bei der Programmdatei *mcutsr.exe* handelt es sich um einen MSDOS-Gerätetreiber, welcher die Verbindung zwischen einem PC-Applikations-Programm und der MCU-3T herstellt. In diesem Treiber wird der komplette Datentransport zwischen PC und MCU-3T ausgeführt. Die im Treiber implementierten Befehle und Funktionen werden durch Software-Interrupts in den Hochsprachen *C* oder *PASCAL* aufgerufen. Dazu existieren bereits Funktionenbibliotheken, die aus Anwendersicht lediglich eine Erweiterung der entsprechenden Programmiersprache darstellen.

Da *mcutsr.exe* vollständig in Assembler kodiert wurde, wird zum einen nur wenig PC-Arbeitsspeicher belegt und zum anderen der Datentransport sehr schnell ausgeführt.

4.3.1 Aktivieren des TSR-Treibers *mcutsr.exe*

Damit die Hilfs- und Anwenderprogramme abgearbeitet werden können, muß vor Ausführung dieser Programme *mcutsr.exe* in den Arbeitsspeicher des PC geladen werden. Dies geschieht durch einen Aufruf nach DOS-Konvention (*mcfgr.exe* ausführen). Nach dem Aufruf ist der TSR-Treiber resident im Arbeitsspeicher des PC geladen. Ein erneuter Aufruf ist nur einmal pro Systemstart notwendig. Aus diesem Grund könnte der Aufruf z.B. auch aus der Batchdatei *AUTOEXEC.BAT* erfolgen.

4.4 Das Hilfsprogramm *mcfg.exe*

Das Hilfsprogramm *mcfg.exe* ist im SAA-Standard als Menüsystem mit Fenstertechnik und Mausunterstützung ausgeführt und bietet eine komfortable Umgebung zur SAP-Programmentwicklung sowie eine leistungsfähige Inbetriebnahme-, Diagnose- und Konfigurations-Oberfläche.

An dieser Stelle werden die einzelnen Menüs und deren Funktion kurz erläutert. Detailliertere Beschreibungen erfolgen in den jeweiligen Handbüchern bzw. Kapiteln.

Das Hilfsprogramm *mcfg.exe* benötigt die Dateien *system.dat*, *mcfg.dat* und *mcfg.Inf*. Diese müssen im aktuellen Arbeitsverzeichnis oder in der Pfad-Umgebung vorhanden sein!

Zusätzlich müssen die BGI-Grafiktreiberdateien im aktuellen Arbeitsverzeichnis oder in der mit BGIPATH gesetzten Pfad-Umgebungsvariable vorhanden sein.

Beim Start von *mcfg.exe* werden alle Achskanäle, bei welchen das *cef*-Error-Flag gesetzt ist, angezeigt. Dieser Fehler resultiert aus der Dateninkonsistenz zwischen System-Datei (*system.dat*) und MCU-3T Baugruppe(n). Der Fehler kann unter anderem durch Speichern im Menü [Save Changes] behoben werden.

4.4.1 Bedienung von *mcfg.exe*

Die Bedienung von *mcfg.exe* kann mit und ohne Mausunterstützung erfolgen. Verschiedene Fenster können bei Mausbetrieb am Bildschirm beliebig plaziert, verkleinert und vergrößert werden. Die Menüauswahl kann entweder mit Hilfe einer Maus oder durch Benutzung der Tasten [↑] und [↓] und anschließendem Betätigen der Eingabetaste erfolgen. Weiterhin besteht die Möglichkeit, eine Auswahl durch Betätigen des im Menünamen unterlegten Buchstabens zu treffen.

Verschiedene Menüfelder gestatten die Parameterauswahl durch Betätigen der Leerzeichen- (Space) Taste.

Das Verschieben eines Bildschirmfensters geschieht wie folgt: Zunächst wird der Mauscursor auf den [Menünamen] positioniert. Wenn sich das Fenster verschieben lässt, wechselt der Mauscursor in das Zeichen '+'. In diesem Fall kann das Fenster verschoben werden, solange eine Maustaste gedrückt bleibt.

Das Verändern der Fenstergröße geschieht entweder durch Anklicken der Menü-Ecken bzw. des Menü-Randes und gleichzeitiges Ziehen in die gewünschte Richtung. Die Möglichkeit zum Verändern der Fenstergröße wird ebenfalls durch Zeichenwechsel des Mausursors angezeigt.

4.4.1.1 Hilfsbildschirme

Verschiedene Menüs werden mit Hilfsbildschirmen näher erläutert. Zum Teil ist der Hilfstext sogar feldbezogen. Wenn Hilfstext zum gewünschten Menü bzw. Feld existiert, erscheint dieser nach Betätigen der Funktionstaste [F1].

4.4.1.2 Auswahl der Achskanäle

Verschiedene Menüfunktionen sind achsspezifisch. Die Auswahl der gewünschten Achse kann in diesen Fällen mit der Funktionstaste [F2] erfolgen. Der zuletzt angewählte Achskanal bleibt auch nach Verlassen des *mcfg.exe*-File gespeichert.

4.4.1.3 Auswahl der CNC-Task-Nummer

Verschiedene Menüfunktionen sind taskspezifisch. Die Auswahl der gewünschten Task-Nummer erfolgt mit der Funktionstaste [F3]. Die zuletzt angewählte Tasknummer bleibt auch nach Verlassen des *mcfg.exe*-File gespeichert.

4.4.1.4 Batch-Programmierung

Das Hilfsprogramm *mcfg.exe* ermöglicht unter anderem auch die Batch-Programmierung. In diesem Fall werden alle in der Datei *mcfg.ply* gespeicherten Informationen automatisch ausgeführt. Dazu gehören sämtliche Tastatureingaben und Mauscursorbewegungen.

4.4.1.4.1 Erzeugen des Batch-Files *mcfg.ply*

Das Erzeugen des Batch-Files *mcfg.ply* wird durch den Aufruf:

```
mcfg kbr
```

automatisch erzeugt. Alle in *mcfg.exe* ausgeführten Tastatureingaben und Mauscursorbewegungen werden in der Datei *mcfg.ply* gespeichert. Diese Datei kann anschließend mit einem Texteditor eingesehen und ggf. geändert werden. Weiterhin ist es auch möglich die Anweisung {PAUSE} einzufügen. Diese veranlasst, daß das Batch-Mode-Programm für einen sehr kurzen Augenblick angehalten wird. Weiterhin bewirkt die Anweisung {PROMPT}, daß das Batch-Programm erst nach einer Tastatureingabe fortgesetzt wird.

Anmerkung: Da in *mcfg.ply* alle Keyboardaktionen, also auch das Verlassen des Programms, gespeichert werden, muß der Anwender die entsprechenden Aktionen aus *mcfg.ply* entfernen, um einen gewünschten Bildschirmstatus zu erreichen.

4.4.1.4.2 Abspielen des Batchfiles *mcfg.ply*

Das Ausführen des Batch-Mode-Programms *mcfg.ply* wird wie folgt veranlasst:

```
mcfg kbp
```

4.4.2 Editieren der Software Parameter [Software Parameters]

In diesem Menü werden achsspezifische Motor- und Systemparameter editiert. Bei diesen Parametern handelt es sich um systemspezifische Defaultwerte für die einzelnen Achskanäle. Die meisten Parameter können auch während der Laufzeit mit Hilfe von speziellen Lese- und Schreib-Befehlen abgefragt und gesetzt werden.

Wie oben schon erwähnt, kann die Achsnummernauswahl mit der Funktionstaste F2 erfolgen.

4.4.2.1 Symbolischer Achsname

Jedem Achskanal kann ein symbolischer Achsname *Symblic name of axis* {sn} mit bis zu 10 Zeichen zugeordnet werden. Dieser Achsname wird unter anderem auch in der Programmiersprache *rw_SymPas* automatisch definiert.

4.4.2.2 Motor-Typ

Mit dem Parameter *Motor-Type* {mt} kann zwischen Schritt- und Servo-Antrieben ausgewählt werden. Die Auswahl des Motortyps erfolgt mit der Leerzeichen-Taste. Motortypspezifische Parameter werden im Menü [Edit Motor spec. Parameters] spezifiziert.

4.4.2.3 Achsen-Typ

Der Parameter *Axis-Type* {at} kann nicht angewählt werden. Er ergibt sich automatisch durch die Anwahl der Zählereinheit des Getriebefaktors {gf}. Sofern es sich bei dieser Einheit um eine Wegeinheit (mm, m , inch ..) handelt, wird der Achsentyp als translatorisch festgelegt. Bei der Anwahl von Winkleinheiten (rad, deg ..) wird der Achsentyp als rotatorisch festgelegt.

Anmerkung: Sofern das interpolierte Verfahren mehrerer Achsen gefordert ist, müssen die beteiligten Achsen vom gleichen Typ sein.

4.4.2.4 Einheit zur Anzeige der Positionsregister

Im Feld *Position register display unit* kann eine für *mcfg.exe* intern benutzte Anzeigeeinheit gewählt werden. Sofern in den verschiedenen Statusfenstern Positions-Sollwerte oder Positions-Istwerte angezeigt werden [Kapitel 4.4.8.1 und 4.4.8.3], erfolgt die Darstellung unter Berücksichtigung dieser Einheit.

4.4.2.5 Anzeigegenauigkeit der Positionsregister

Im Feld *Display precision* kann die Genauigkeit der oben beschriebenen Positionsregister festgelegt werden. Der eingegebene Wert legt die Anzahl von Stellen nach dem Komma fest.

4.4.2.6 Encoder-Striche oder Anzahl Schritte bei Schrittmotorachsen

Die Angabe der Encoder-Strichzahl # *Encoder-Slits* {slsp} erfolgt unter Angabe einer Maßeinheit. Es können sowohl rotatorische (Winkelkodierer bzw. Drehgeber) als auch translatorische (Linearmaßstäbe) Impulsmeßsysteme parametrisiert werden. Dieser Wert wird intern vervierfacht, da die MCU-3T-Auswerteelektronik ebenfalls eine Vervierfachung vornimmt.

Bei Schrittmotorsystemen wird dieser Wert # *Step-Pulses* nicht vervierfacht. Der Istwert entspricht hierbei der Anzahl ausgegebener Schritimpulse.

4.4.2.7 Getriebefaktor

Der Parameter *Gear Factor* {gf} spezifiziert ein Übersetzungs- bzw. Untersetzungsverhältnis zwischen Istwert-Impulserfassung und Vorschubweg oder Verdrehwinkel. Der Getriebefaktor wird durch eine Nenner- und Zählereinheit vervollständigt. Mit der gewählten Nennereinheit werden zwei Systemgrößen festgelegt. Zum einen ist dies der Achsentyp, welcher bei Wegeinheiten translatorisch (Linear-Achsen) und bei Winkeleinheiten rotatorisch (Rund-, Drehachsen) definiert wird. Zum anderen ist die gewählte Einheit gleichzeitig Basiseinheit für alle achsspezifischen Bewegungskommandos (*jog*-Befehle) und deren Profilparameter (Geschwindigkeiten und Beschleunigungen, nachfolgend beschrieben).

4.4.2.8 Jog (Eilgang) -Parameter

Die Jog (Eilgang) -Parameter spezifizieren die achsspezifischen Grenzdaten für den Eilgang-Positionierbetrieb. Dies sind Beschleunigung *Maximum jog acceleration* {jac}, Geschwindigkeit *Maximum jog velocity* {jvl} und Zielgeschwindigkeit *Jog target velocity* {jtv}. Üblicherweise wird die Zielgeschwindigkeit auf 0 gesetzt.

4.4.2.9 Home (Referenzfahrt) -Parameter

Die Home (Referenzfahrt) -Parameter {hac} und {hvl} spezifizieren wie die Eilgang-Parameter die Grenzdaten für den Referenzpunktsuchlauf. Sie werden automatisch bei allen *home*-Befehlen als Parameter zur Profilgenerierung herangezogen. Üblicherweise ist die Home-Geschwindigkeit *Maximum home velocity* nur ein Bruchteil der Jog-Geschwindigkeit, insbesondere dann, wenn der Referenzschalter in der Nähe eines Endschalters angeordnet ist.

4.4.2.10 Maximaler Schleppfehler

Mit dem Parameter *Maximum position error* {mpe} wird die maximal erlaubte Abweichung zwischen Soll- und Ist-Position der Motorachse spezifiziert. Sofern dieser Wert überschritten wird, hat dieser Fehler zwar keine Konsequenzen auf die Profil-Generierung und Lageregelung, wird aber im Achsenstatusregister *axst* angezeigt. Auf dieses Statusregister kann entweder ereignisgesteuert oder durch Abfrage reagiert werden.

Anmerkung: Die Schleppfehlerüberwachung findet nur dann statt, wenn der Lageregelkreis geschlossen ist und für {mpe} ein Wert größer Null angegeben wird.

4.4.2.11 Software-Endlagen

Für jede Motor-Achse kann eine linke (*Software limit left side* {sll}) und rechte (*Software limit right side* {slr}) Software-Endlage spezifiziert werden. Sofern diese Grenze überschritten wird, kann mit Hilfe eines Parameters angegeben werden, wie dieser Fehlerzustand behandelt werden soll. Dabei gibt es folgende Möglichkeiten:

- | | |
|--------|--|
| NOFUNC | (No Function) Die Software-Endlage wird ignoriert. |
| TOM | (Turn Off Motor) Auf dem Sollwertkanal wird bei Servo-Antrieben kein Wert ausgegeben, der die Achse tiefer in den Endschalterbereich verfahren würde. Bei Drehzahlreglern bedeutet dies Drehzahlsollwert 0 mit entsprechendem Haltemoment. Bei Stromverstärkern bedeutet dies jedoch Stromsollwert 0 und somit kein Haltemoment. Wenn der Positionssollwert die aktuelle Position unterschreitet wird die Achse ungeregelt mitgeführt. Wenn der Positionssollwert die Endlagenposition unterschreitet wird der Endschalterzustand wieder aufgehoben. |
| SMA | (Stop Motor Abruptly) Die Achse wird an der angegebenen Endlagenposition in Lageregelung abrupt festgehalten. Ein weiteres Verfahren über die Software-Endlage hinaus wird verhindert. Wenn der Positionssollwert die Endlagenposition unterschreitet wird der Endschalterzustand wieder aufgehoben. |
| SMD | (Stop Motor Deceleration) Beim Ansprechen dieser Software-Endlage wird die Achse automatisch mit der achsspezifischen Verzögerung {sdec} auf Geschwindigkeit 0 abgebremst und dann in Lageregelung gehalten. Ein weiteres Verfahren über die Endlage hinaus wird verhindert. Wenn der Positionssollwert die Endlagenposition unterschreitet, wird der Endschalterzustand wieder aufgehoben. Dieser Funktionstyp wird insbesondere bei unterlagerten Drehzahlregelkreisen und Schrittmotorantrieben bevorzugt |

4.4.2.12 In-Positions-Fenster

Mit dem Parameter *In position window* {ipw} kann spezifiziert werden, wenn das *ip*-Flag im *axst*-Register gesetzt wird. Das Setzen dieses Flags erfolgt nach Erreichen des Profilendes (*pe*-Flag im *axst*) und bei Unterschreitung der in {ipw} spezifizierten Positionsdifferenz zwischen Soll- und Istposition der Motorachse. Alle mit IP-Funktion projektierten MCU-3T-Digitalausgänge werden wie das *ip*-Flag gesetzt bzw. rückgesetzt.

Anmerkung: Die In-Positions-Fenster-Überwachung findet nur dann statt, wenn für {ipw} ein Wert größer Null angegeben wird.

4.4.2.13 Nullpunktverschiebungen

Jedem Achskanal können fünf unterschiedliche Nullpunktverschiebungen *zero offsets* zugeordnet werden. Mit Hilfe der SAP- und PCAP-Befehle *azo()* kann der gewünschte Verschiebungsparameter für die selektierten Achskanäle aktiviert werden. Nullpunktverschiebungen dienen zur Festlegung eines neuen Koordinatensystems, ohne dabei den tatsächlichen Maschinennullpunkt beeinflussen zu müssen.

4.4.2.14 Filterparameter

Bei diesen Parametern wird je nach Schritt- und Servo-Antrieben unterschieden. Für Servo-Achsen kann ein PIDF-Filterparametersatz mit den Koeffizienten {kp} für Proportionalverstärkung, {ki} für Integrierbeiwert, {kd} für Differenzierbeiwert und {kpl} für eine zusätzliche Phasenvoreilung eingestellt werden. Mit den Faktoren {kfca} und {kfvc} können Kompensationsparameter für Stromverstärker bzw. Drehzahlregler spezifiziert werden. Diese ermöglichen, auch bei hohen Beschleunigungswerten, eine nahezu schleppfehlerfreie Achspositionierung. Die Einstellung des Filters erfolgt nach den im [IHB / Kapitel 5.2] gemachten Angaben. Bei Schrittmotorsystemen ist lediglich der Filterparameter {kp} zu spezifizieren, welcher üblicherweise auf den Wert 0.04 gesetzt werden sollte.

4.4.2.15 Stellgrößenbegrenzung

Bei Servo-Achsen kann mit Hilfe der Variablen {maxmcp} und {minmcp} der Stellgrößenausgang auf einen gewünschten Maximal- bzw. Minimal-Wert begrenzt werden. Üblicherweise ist der Maximalwert 10V und der Minimalwert -10V. Sofern die Maximalwerte verkleinert werden, bedeutet dies eine Einschränkung der Stellgröße für den Leistungsverstärker. Dies bedeutet bei Drehzahlreglern eine Verkleinerung des Drehzahlstellbereiches und bei Stromverstärkern eine Reduktion des Drehmomentbereiches.

4.4.2.16 Stellgrößenkompensation

Bei Servo-Achsen mit Hydraulikmotoren kann mit den Variablen {mcpcp} und {mcpcn} eine Kompensationsspannung für den Stellgrößenausgang eingestellt werden. Im Regelbetrieb sind dies die Mindest-Ausgangsspannungen auf dem Analog-Sollwert-Kanal. Die systembedingte Einschalthysterese von Ventilen, mit welchen üblicherweise die Steuerung der Hydraulikmotoren erfolgt, kann somit unterdrückt werden.

Bei allen anderen Servomotortypen ist normalerweise keine Kompensationsspannung notwendig.

4.4.2.17 Stellgröße invertieren

Mit dem Parameter *Invert motor command port* kann bei Servo-Achsen das Vorzeichen der Stellgröße (Motor-Command-Port) invertiert werden. Dies ist insbesondere dann hilfreich, wenn im Regelsystem eine Phasendrehung vorhanden ist. Die Phasenlage zwischen Stellgröße und Lage-Istwert wird u.A. durch die Polarität der Motorleitungen und Enkodersignale oder mechanische Komponenten wie z.B. Getriebe bestimmt.

4.4.2.18 Zählrichtung ändern

Mit dem Parameter *Change encoder count direction* wird die Zählrichtung für die Impulserfassungs Kanäle invertiert. Dies ist insbesondere dann hilfreich, wenn im Regelsystem eine Phasendrehung vorhanden ist.

4.4.2.19 Polarität des Indexsignals

Mit dem Parameter *Polarity of index pulse* wird die Polarität für das Nullspur-Signal (Indexpuls) eines Impulsgebers festgelegt.

Anmerkung: Der aktuelle Zustand des Nullspur-Signals wird unter anderem im Menü [Dialog Functions Menu][Show Inputs / Status ..] angezeigt.

4.4.2.20 Start-Stop-Frequenz

Dieser Parameter wird derzeit nicht unterstützt.

4.4.2.21 Impulserfassung bei Schrittmotorsystemen

Im Normalfall werden Schrittmotorachsen im sogenannten Open-Loop-Mode angesteuert. Dies bedeutet, daß das Motorsystem einer Sollfrequenz folgt und die tatsächliche Position immer mit der berechneten Soll-Position übereinstimmen muß.

Mit diesem Parameter kann optional ein am Schrittmotorsystem angebauter Impulsgeber in das Antriebssystem einbezogen werden. Somit ist es auch möglich die Schrittmotor-Achse im Closed-Loop-Mode zu betreiben, was in bestimmten Fällen wünschenswert ist (dieser Parameter wird derzeit nicht unterstützt).

4.4.3 Editieren der Hardware-Parameter [Hardware Parameters]

In diesem Menü erfolgt die achsspezifische Projektierung der Hardware-Eigenschaften für die digitalen Ein- und Ausgänge der MCU-3T.

4.4.3.1 MCU-3T Digitaleingänge [Edit MCU-3T Input-Configuration]

Allen Digitaleingängen kann im Feld *Special Function* eine Spezialfunktion zugewiesen werden. Die Spezialfunktion wird immer dann wirksam, wenn der entsprechend projektierte Digital-Eingang aktiviert wird. Die Bedeutung und Wirkungsweise aller möglichen Spezialfunktionen wird nachfolgend erläutert:

- NOFUNC (No Function) Der Eingang hat keine Sonderfunktion. Er dient lediglich als frei programmierbarer Digital-Eingang.

- REF (Reference Switch) Die mit dieser Funktion projektierten Eingänge fungieren als Referenz- oder Stoppschalter. Sofern während der Ausführung spezieller Referenzfahrtbefehle (z.B. *jhl()*-Befehl) ein auf diese Funktion projektierte Digitaleingang z.B. durch einen Referenzschalter (Nocken) aktiviert wird, erfolgt ein Abbremsen des selektierten Achskanals mit der achsspezifischen Referenzfahrtbeschleunigung auf Geschwindigkeit 0.

- LSL_TOM (Limit Switch Left Turn Off Motor) Die mit dieser Funktion projektierten Eingänge funktionieren als linke Hardware-Endschalter. Beim Ansprechen dieses Eingangs wird auf dem Sollwertkanal bei Servo-Antrieben kein Wert ausgegeben, der die Achse tiefer in den Endschalterbereich verfahren würde. Bei Drehzahlreglern bedeutet dies Drehzahlsollwert 0 mit entsprechendem Haltemoment. Bei Stromverstärkern bedeutet dies jedoch Stromsollwert 0 und somit kein Haltemoment. Das Ansprechen des Endschalters erfolgt üblicherweise beim Verfahren in negative Richtung und Überschreiten der entsprechenden Endlage. Wenn der Positionssollwert die aktuelle Position unterschreitet wird die Achse ungeregelt mitgeführt. Wenn der Positionssollwert die Position unterschreitet, bei der der Endschalter erkannt wurde, wird der Endschalterzustand wieder aufgehoben.

- LSL_SMA (Limit Switch Left Stop Motor Abruptly). Dieser Eingang funktioniert ebenfalls als linker Hardware-Endschalter, bewirkt aber beim Aktivieren das Festhalten der Achse an der momentanen Position in der Betriebsart Lageregelung. Ein weiteres Verfahren über die Endlage hinaus wird verhindert. Wenn der Positionssollwert die Endlagenposition unterschreitet wird der Endschalterzustand wieder aufgehoben.

- LSR_TOM (Limit Switch Right Turn Off Motor) Die Funktionsweise ist mit LSL_TOM identisch bis auf den Unterschied, daß dieser Endschalter für Endlage rechts projektiert wird.

- LSR_SMA (Limit Switch Right Stop Motor Abruptly). Die Funktionsweise ist mit LSL_SMA identisch, bis auf den Unterschied, daß dieser Endschalter für Endlage rechts projektiert wird.

- EO (Emergency Out) Dieser Eingang signalisiert, daß ein im Antriebssystem vorhandener Not-Aus-Taster betätigt wurde.
Anmerkung: Dieser Eingang hat keine Wirkung auf das Antriebssystem. Es bleibt dem Benutzer überlassen, wie auf dieses Ereignis reagiert werden muß. Die Auswertung dieses Signals kann durch Abfrage [PHB / Kapitel 4.4.27- rdaxst()] oder mit Hilfe eines EVENT-Handlers [PHB / Kapitel 6.4.1] erfolgen.

- DR (Drive Ready) Dieser Eingang signalisiert, ob der an diesem Achskanal angeschlossene Leistungsverstärker Betriebsbereitschaft anzeigt. Die Auswertung dieses Signals kann durch Abfrage [PHB / Kapitel 4.4.27- rdaxst()] oder mit Hilfe eines EVENT-Handlers [PHB / Kapitel 6.4.2] erfolgen.

- UI (User Input) Dieser Eingang hat keine Wirkung auf das Antriebssystem. Da für diesen Eingangstyp auch ein EVENT-Handler zur Verfügung steht, kann die alternative zyklische Abfrage (Polling) von Eingängen entfallen. Die Auswertung dieses Signals kann durch Abfrage [PHB / Kapitel 4.4.27- rdaxst()] oder mit Hilfe eines EVENT-Handlers [PHB / Kapitel 6.4.6] erfolgen.
- LSL_SMD (Limit Switch Left Stop Motor (with) Deceleration) Die mit dieser Funktion projektierten Eingänge funktionieren als linke Hardware-Endschalter. Beim Ansprechen dieses Eingangs wird die Achse automatisch mit der achsspezifischen Verzögerung {*sdec*} auf Geschwindigkeit 0 abgebremst und dann in Lageregelung gehalten. Ein weiteres Verfahren über die Endlage hinaus wird verhindert. Das Ansprechen des Endschalters erfolgt üblicherweise beim Verfahren in negative Richtung und Überschreiten der entsprechenden Endlage. Wenn der Positionssollwert die Position unterschreitet, wird der Endschalterzustand wieder aufgehoben. Dieser Funktionstyp wird insbesondere bei unterlagerten Drehzahlregelkreisen und Schrittmotorantrieben bevorzugt. **Anmerkung:** Die Verzögerung *sdec* muß so bestimmt werden, daß ein sicheres Anhalten des Antriebes gewährleistet ist, ohne daß die Motorachse in eine mechanische Begrenzung läuft und dadurch evt. Schäden verursacht. Zur Absicherung des Antriebes sollten zusätzlich Hardware-Begrenzungsschalter eingesetzt werden, welche die Leistungsverstärker nur in die erlaubte Verfahrriichtung freischalten.
- LSR_SMD (Limit Switch Right Stop Motor (with) Deceleration) Die Funktionsweise ist mit LSL_SMD identisch, bis auf den Unterschied, daß dieser Endschalter für Endlage rechts projektiert wird.
- LP (Latch Position) Beim Aktivieren dieses Eingangs wird die Ist-Position {*rp*} der entsprechenden Motor-Achse zwischengespeichert. Sofern ein Latch-Vorgang ausgelöst wurde, ist das *lpsf*-Flag des *axst*-Registers gesetzt. Dann kann mit dem PCAP-Befehl *rdlp()* [Kapitel 1.8] oder über den SAP-Achsenqualifizierer *lp* die zwischengespeicherte Position eingelesen werden. Das *lpsf*-Flag wird durch den Einlesevorgang automatisch gelöscht. Die maximale Verzögerung des Latch-Vorganges beträgt 2 Abtastintervalle (2.56ms).

4.4.3.2 Invertieren der MCU-3T Digitaleingänge

Alle MCU-3T Digitaleingänge können softwaremäßig und achsspezifisch invertiert werden. Die gewünschte Auswahl wird im Feld *Invert Input* mit der Leertaste oder durch Maus-Klicks vorgenommen. Somit können ohne zusätzlichen Hardwareaufwand Öffner oder Schließer an den jeweiligen Eingängen betrieben werden. Die Information, ob ein Eingang invertiert werden soll oder nicht, wird auf dem MCU-3T-EEPROM gespeichert.

Anmerkung: Werksseitig sind alle Eingänge der MCU-3T-Systemelektronik ohne Invertierung projektiert. Die Eingänge werden beim Anlegen von +24V aktiv.

4.4.3.3 MCU-3T Digitalausgänge [Edit MCU-3T Output Configuration]

Allen Digitalausgängen kann im Feld *Special Function* eine Spezialfunktion zugewiesen werden. Die Bedeutung und Wirkungsweise dieser Spezialfunktionen wird nachfolgend erläutert:

- NOFUNC** (No Function) Der Ausgang hat keine Sonderfunktion. Er dient lediglich als programmierbarer Digital-Ausgang.
- PAE** (Power Amplifier Enable) Dieser Ausgang wird immer dann gesetzt, wenn der entsprechende Achskanal in Lageregelung geschaltet wird. Er dient zur Freischaltung der externen Leistungsverstärkerbaugruppe. Die Freischaltung wird durch den *cl()*-Befehl bewirkt. Der Ausgang wird zurückgesetzt, sobald die Lageregelung abgeschaltet wird. Dies ist beispielsweise bei den Befehlen *ra()*, *rs()* oder *ol()* der Fall. Die Freischaltung der Leistungsverstärker wird z.B. in folgenden Situationen benötigt: Bei Störsituationen oder wegen der bei Drehzahlregelgeräten systembedingten Offsetdrift.
Anmerkung: Alle Ausgänge werden bei einem Hardware-Rücksetzvorgang, welcher bei Power-On, Power-Fail oder Reset ausgelöst wird, sofort hardwaremäßig rückgesetzt. Die marktgängigen Leistungsverstärker werden mit einem potentialfreien Relaiskontakt freigeschaltet. Dieses könnte durch einen PAE-projektierten Ausgang angesteuert werden.
Pro Achskanal wird ein potentialfreier Relaiskontakt (Schließer) am 10-poligen FB-Steckverbinder X5 zur Verfügung gestellt. Dieser Relaiskontakt ist werkseitig mit PAE-Funktion projektiert.
- IP** (In position) Dieser Ausgang wird immer dann gesetzt, wenn der entsprechende Achskanal das Profilende erreicht hat und zusätzlich die Istposition und die Sollposition innerhalb des in {ipw} [Kapitel 4.4.2.12] spezifizierten Positionsfensters liegt.
- MPE** (Maximum position error) Dieser Ausgang wird dann gesetzt, wenn der in {mpe}-spezifizierte erlaubte Schleppfehler überschritten wird [Kapitel 4.4.2.10].

4.4.3.4 Grundzustand der MCU-3T-Digitalausgänge

Allen Digitalausgängen kann im Feld *Set/Reset Output* ein Default-Wert zugewiesen werden. Dieser Wert wird nach der Systeminitialisierung, speziell nach dem Boot-Vorgang, bzw. Hardware-Rücksetzen ausgegeben. Während des Rücksetzens wird an allen Digitalausgängen 0V ausgegeben.

Der Grundzustand der Digitalausgänge kann achsspezifisch gesetzt werden. Jedoch ist der Wert „1“ oder „gesetzt“ dominant, d.h. wenn auf einer beliebigen Achse „Set“ aktiviert ist, ist die Bedeutung der anderen Achsprojektierungen nicht mehr von Bedeutung.

4.4.4 Editieren der Board-Parameter [MCU-3T Board-Parameters]

Die Einstellungen und Bedeutung dieser Parameter werden im Kapitel Installation der MCU-3T [IHB / Kapitel 3] beschrieben.

4.4.5 Editieren der Konfigurationsparameter

Verschiedene Voreinstellungen für das Hilfsprogramm *mcf*.exe werden in diesem Menü ausgeführt.

4.4.5.1 Parameter für Dialogfunktion CNC-Task-Status [CNC-Task-Status Parameter]

In verschiedenen Applikationen werden die COMMON INTEGER Variablen (CI0 .. CI99) als bitkodierte Diagnose- oder Befehls-Register verwendet. In diesen Fällen ist es wünschenswert, die Register als Hexadezimalzahlen darzustellen. In diesem Menü kann zwischen dezimaler und hexadezimaler Anzeige der CI-Variablen ausgewählt werden.

4.4.5.2 Bahnparameter setzen [Set CNC-specific parameters]

Dieses Menü ist identisch mit der Spezialfunktion [Setup][Set CNC-specific parameters] in der Editorumgebung [Kapitel 4.4.7.9.9.1].

4.4.6 Grafische System-Analyse [Grafic Analysis Menu]

Eine weitere wichtige Eigenschaft des Hilfsprogramms *mcfg.exe* ist die Möglichkeit verschiedene achsspezifische Regel- und Prozeßgrößen am Bildschirm grafisch darzustellen. Um die größtmögliche Auflösung zu erzielen, wird der Bildschirm dazu in den Grafikmodus umgeschaltet.

4.4.6.1 Auswahl der Grafen [Graph Display Setup]

In diesem Menü können verschiedene Angaben zur Auswahl der Grafen und die Zuordnung von Farben gemacht werden. Es können die Soll- und Istwerte für Position und Geschwindigkeit angezeigt werden. Die Skalierung der y-Achse (Weg/Winkel und Geschwindigkeiten) erfolgt dabei immer in den Farben der Istwerte. Die Auswahl der gewünschten Grafen und die zugeordneten Farben erfolgt mit Hilfe von Maus-Klicks bzw. mit Hilfe der Space-Taste.

4.4.6.2 Skalierung des Grafik-Bildschirms [Graph Scale Parameters]

In diesem Menü erfolgt die Skalierung für die Grafik-Ausgabe. Die Skalierung kann jeweils für Positions-Ist- und Sollwerte und für Geschwindigkeits-Ist- und Sollwerte vorgenommen werden. Für das Aufzeichnen der Ist- und Sollwerte stehen jeweils 1000 Messwerte zur Verfügung. Mit dieser Anzahl kann eine Aufzeichnungsdauer von 1.28s ($1000 \cdot \text{Abtastzeit}$) erreicht werden. Sofern die Aufzeichnungsdauer größer als dieser Wert sein soll, werden von der MCU-3T Wartezeiten zwischen den einzelnen Meßzeitpunkten eingefügt. Somit sind Aufzeichnungen von nahezu beliebiger Dauer möglich. Das zeitgerechte Latchen und die Sicherung der Daten wird dabei auf der MCU-3T ausgeführt. Ein Latchvorgang kann also gestartet und das Resultat z.B. eine Stunde später am Bildschirm dargestellt werden.

Anmerkung: Damit eine Änderung der Wegeinheit- bzw. Winkeleinheit bei der Skalierung wirksam wird, muß vor der Anzeige des Grafikbildschirmes neu gelatcht werden. Dagegen können die Weggrenzwerte, Zeiteinheiten und Zeitgrenzwerte auch ohne erneutes Latchen beliebig verändert werden.

4.4.6.3 Aufzeichnen von Achsbewegungen [Graph Latch Menu]

In diesem Menü kann eine Betriebsartenauswahl zur grafischen Beurteilung für das Positionier- und Regelverhalten einer Achse getroffen werden. Zusätzlich können die Filter-Parameter des spezifizierten Achskanals [F2 = Auswahl des Achskanals] editiert werden. Eine Änderung der Parameter wird jedoch erst nach Aktivieren der [Update Filter] Menüfunktion wirksam. Die Parameter für die nachfolgend beschriebenen Betriebsarten werden im Menü [Edit Parameters] editiert. Der Latch-Vorgang [Latch Start] bewirkt die Ausführung der entsprechend angewählten Betriebsart und das Aufzeichnen der Achsdaten wie oben beschrieben.

4.4.6.3.1 Betriebsart [NOTHING]

Das Latchen in dieser Betriebsart speichert den momentanen Zustand des angewählten Achskanals.

4.4.6.3.2 Betriebsart [Open Loop System Response]

In dieser Betriebsart wird auf dem selektierten Achskanal ein Impuls mit angewählter Spannungshöhe und Zeitdauer ausgegeben. Der Regelkreis ist in dieser Betriebsart geöffnet. Somit wird also die Sprungantwort der Regelstrecke aufgezeichnet. Mit Hilfe dieser Sprungantwort können die Reglerparameter dimensioniert werden.

4.4.6.3.3 Betriebsart [Closed Loop System Response]

In dieser Betriebsart ist der Lageregelkreis des angewählten Achskanals geschlossen. Der Motor wird um den spezifizierten Verfahrensweg in die Zielposition gebracht. Dies erfolgt jedoch ohne Beschleunigungs- und Bremsrampe, also mit der achsspezifischen Maximal-Systembeschleunigung. Somit kann das Einschwingverhalten des Lagereglers überprüft und optimiert werden.

4.4.6.3.4 Betriebsart [Motion Profile System Response]

Diese Betriebsart eignet sich besonders gut zur Beurteilung des Regel- und Positionierverhaltens des angewählten Achskanals. Der Motor wird mit den angegebenen Systemparametern absolut bzw. relativ mit Hilfe eines Trapez-Drehzahl-Profiles verfahren. Gewöhnlich wird zunächst das Regelverhalten durch Anpassung der Filterparameter mit kleinen Beschleunigungs- und Geschwindigkeitsparametern optimiert. Dazu ist ein möglichst identischer Verlauf der Soll- und Istwerte in der Grafikanzeige gewünscht. Sofern die Filterparameter an das System angepaßt sind, können die Grenzwerte für Beschleunigung und Geschwindigkeit mit dieser Betriebsart ermittelt werden. Auch hier wiederum ist eine kleine Soll-Istwertdifferenz für ein möglichst gutes Positionierverhalten anzustreben.

Diese Betriebsart eignet sich weiterhin zur experimentellen Ermittlung der Kompensationsparameter {kfca} und {kfcv}. Dazu werden die anderen Filterparameter auf 0 gesetzt. Die Kompensationsparameter {kfca} und {kfcv} werden nun so eingestellt, daß der Verlauf der Soll- und Istwerte am besten übereinstimmt. Diese Einstellung sollte bei mittlerer Beschleunigung durchgeführt werden.

4.4.6.4 Grafen anzeigen [Display Graphic Screen]

Die gewählten Grafen werden mit den entsprechend spezifizierten Skalierungsparametern am Bildschirm angezeigt. Die Skalierung der vertikalen Achse wird immer in den Farben der Istwerte vorgenommen.

Zur grafischen Beurteilung des achsspezifischen Positionier- und Regelverhaltens müssen folgende Punkte zusätzlich in Betracht gezogen werden: die Sollwerte stehen, im Gegensatz zu den Istwerten, immer mit Nachkommastellen zur Verfügung. Daher können die Grafen, gerade bei hoher Auflösung, große Unterschiede aufweisen, insbesondere bei den Geschwindigkeitsgrafiken, da diese durch Differentiation aus den Weg-Informationen berechnet werden. Ein systembedingter Versatz zwischen Soll- und Istwerten muß ebenfalls berücksichtigt werden, da die Istwerte immer erst zu Beginn eines neuen Abtastintervalls zur Verfügung stehen. Trotz dieser Einschränkungen wird mit Hilfe der Grafikausgabe eine einfache und wirkungsvolle Möglichkeit geschaffen, das Positionier- und Regelverhalten der Antriebsachsen zu optimieren. Die Grafikausgabe kann mit Hilfe der Maus-Quit-Funktion oder durch Drücken der Taste [ESC] verlassen werden.

4.4.7 Der Text-Editor CNC-Edit [Editor C N C - E D I T]

Der in die integrierte Entwicklungsumgebung *mcf.exe* eingebaute Editor CNC-Edit wurde speziell auf die Erstellung von Quelltexten hin ausgelegt. Es ist jedoch auch möglich mit einem anderen Text-Editor solche Quelltext-Files zu erstellen.

Der Editor ist für die Erstellung von SAP-Programmen vorgesehen.

Mit der Funktionstaste [F10] können verschiedene »Spezialkommandos« aus dem Editor aktiviert werden. Dazu gehören u.a. das Laden und Speichern von *rw_SymPas*-Programmdateien sowie die Compilierung und Ausführung der entsprechenden Files.

4.4.7.1 Die Kopfzeile des Editorfensters

Da es möglich ist, gleichzeitig bis zu drei Textdateien in der Editor-Umgebung zu bearbeiten, werden in der Kopfzeile der jeweiligen Editor-Fenster die entsprechenden Dateinamen angezeigt.

4.4.7.2 Die Statuszeile

ist die unterste Zeile des Editors und hat folgenden Aufbau:

```
Current File:motion.src   R:    1 C:    1 INS           Press [F10] for commands.
```

Es bedeuten:

Current File:	Gibt den Namen und das Suffix der Datei an, die momentan vom Editor bearbeitet wird. Die Default-Erweiterung des Dateinamens ist <i>.src</i> .
R:	(Row) Hier wird die Nummer der Zeile angezeigt, in der sich der Cursor momentan befindet. Die erste Zeile eines Textes hat die Nummer 1. Die Zählung bezieht sich auf den Textanfang und nicht auf die Position des Cursors innerhalb des Fensters.
C:	(Column) Zeigt die momentane Spaltenposition des Cursors an und bezieht sich ebenfalls auf den Quelltext.
INS (OVR):	Bedeutet, daß momentan der »Einfügemodus« aktiviert ist. Neu eingegebene Zeichen werden ab der Position des Cursors in den bereits bestehenden Text eingefügt, rechts davon stehender Text wird entsprechend verschoben. Mit dem Tastenbefehl [ALT][I] kann zwischen Einfügen (»INS«) und Überschreiben (»OVR«) umgeschaltet werden. Im letzteren Fall wird alter Text ab der Cursorposition durch neue Eingabe ersetzt, also überschrieben.
Press [F10] for commands:	Wie oben schon erwähnt lassen sich verschiedene »Spezialkommandos« während des Editierens ausführen.

Sofern gleichzeitig mehrere Editor-Fenster eröffnet sind, ist die Statuszeile für das momentan aktive Textfenster maßgebend.

4.4.7.3 Editor-Kommandos

Die wichtigsten Kommandos sind die zur Bewegung des Cursors. CNC-Edit stellt zusätzlich eine Reihe weiterer Möglichkeiten zur Verfügung, die in nachfolgenden Tabellen aufgeführt werden:

Tabelle 1: Übersicht der Editorkommandos: Grundbewegungen des Cursors

Funktion	Taste(n)
Zeichen nach links	[]
Zeichen nach rechts	[]
Zeile nach oben	[]
Zeile nach unten	[]
Seite nach oben	[PgUp]
Seite nach unten	[PgDn]

Tabelle 2: Übersicht der Editorkommandos: Erweiterte Cursorbewegungen

Funktion	Taste(n)
Zeilen-Beginn	[Home]
Zeilen-Ende	[End]
Text-Beginn	[Ctrl][PgUp] oder [Ctrl][Home]
Text-Ende	[Ctrl][PgDn] oder [Ctrl][End]

Tabelle 3: Übersicht der Editorkommandos: Einfügen und Löschen

Funktion	Taste(n)
Einfügemodus ein/aus	[ALT][I]
Zeichen links löschen	[BS] (Backspace)
Zeichen unter Cursor löschen	[DEL]
Zeile einfügen (wenn Einfügemodus ein)	[Return]

Tabelle 4: Übersicht der Editorkommandos: Block-Operationen

Funktion	Taste(n)
Zeilenblock-Markierung ein/aus	[ALT][M]
Spaltenblock-Markierung ein/aus	[ALT][C]
Markierten Block in Zwischenspeicher kopieren	[ALT][K]
Markierten Block in Zwischenspeicher kopieren und anschließend löschen	[ALT][D]
Block aus Zwischenspeicher kopieren	[INS]
Markierten Block löschen	[DEL]

Tabelle 5: Übersicht der Editorkommandos: Verschiedenes

Funktion	Taste(n)
Tabulator (entspr. 8 Zeichen)	[⇔]
Text suchen	[ALT][S]
Text suchen und ersetzen	[ALT][R]

4.4.7.4 Grundbewegungen des Cursors

4.4.7.4.1 Zeichen nach links [←]

Bewegt den Cursor um ein Zeichen nach links, ohne dieses Zeichen zu verändern. Wenn der linke Zeilenrand erreicht wird, bewegt sich der Cursor beim nächsten [←] eine Zeile nach oben, sofern diese existiert.

4.4.7.4.2 Zeichen nach rechts [→]

Bewegt den Cursor um ein Zeichen nach rechts, ohne dieses Zeichen zu verändern. Wenn der Cursor den rechten Rand des Bildschirms erreicht, wird der gesamte Inhalt des Bildschirms um fünf Zeichen nach links verschoben. Wenn der rechte Zeilenrand erreicht wird, bewegt sich der Cursor beim nächsten [→] eine Zeile nach unten, sofern diese existiert.

4.4.7.4.3 Zeile nach oben [↑]

Bewegt den Cursor um eine Zeile nach oben. Wenn die oberste Zeile im Fenster erreicht ist, rollt der Fensterinhalt eine Zeile nach unten.

4.4.7.4.4 Zeile nach unten [↓]

Bewegt den Cursor um eine Zeile nach unten. Wenn die unterste Zeile im Fenster erreicht ist, rollt der Fensterinhalt eine Zeile nach oben.

4.4.7.4.5 Seite nach oben [PgUp]

Bewegt den Cursor um eine Bildschirmseite in Richtung auf den Textanfang.

4.4.7.4.6 Seite nach unten [PgDn]

Bewegt den Cursor um eine Bildschirmseite in Richtung auf das Textende.

4.4.7.5 Erweiterte Cursorbewegungen

4.4.7.5.1 Zeilen-Beginn [Home]

Bewegt den Cursor auf den äußersten linken Rand, d.h. in die Textspalte (»COL«) 1.

4.4.7.5.2 Zeilen-Ende [End]

Bewegt den Cursor auf das rechte Ende der momentanen Zeile, d.h. auf die Position des letzten Zeichens (Leerzeichen werden nicht berücksichtigt). Wenn die Zeile breiter als das Fenster ist, wird entsprechend horizontal gerollt.

4.4.7.5.3 Textbeginn [Ctrl][PgUp] oder [Ctrl][Home]

Setzt den Cursor auf das erste Zeichen des Textes.

4.4.7.5.4 Textende [Ctrl][PgDn] oder [Ctrl][End]

Setzt den Cursor auf das letzte Zeichen des Textes.

4.4.7.6 Einfügen und Löschen

4.4.7.6.1 Einfügemodus ein/aus[ALT][I]

Bei der Eingabe von Text gibt es die Möglichkeit mit diesem Kommando zwischen zwei Grundmodi - Einfügen und Überschreiben - umzuschalten. Die Voreinstellung beim Aktivieren des CNC-Editors ist Einfügen. Hierbei werden bei der Eingabe von Zeichen die vom Cursor rechtsstehenden Textteile entsprechend verschoben. Wenn sich der Editor dagegen im Modus Überschreiben befindet, ersetzen neue Eingaben rechts vom Cursor stehenden Text zeichenweise, der dabei überschriebene Text geht verloren. Ein Betätigen der Taste [Return] fügt in diesem Modus keine neue Zeile ein, sondern bewegt lediglich den Cursor. Welcher Modus momentan aktiv ist, wird in der Statuszeile des Editors angezeigt.

4.4.7.6.2 Zeichen links löschen [BS] (BS=Backspace)

Unabhängig vom Überschreibmodus wird der Cursor um eine Spalte nach links geschoben, und löscht das dort befindliche Zeichen. Rechts vom Cursor stehender Text wird automatisch um eine Spalte nach links gerückt. Zeilenvorschübe können mit diesem Kommando ebenfalls gelöscht werden.

4.4.7.6.3 Zeichen unter Cursor löschen [DEL]

Löscht das Zeichen, auf dem der Cursor steht, und verschiebt alle rechts von der Cursorposition befindlichen Zeichen um eine Spalte nach links. Zeilenvorschübe können mit diesem Kommando ebenfalls gelöscht werden.

4.4.7.6.4 Zeile einfügen [Return]

Fügt einen Zeilenvorschub an der Position des Cursors ein und bewegt den Cursor auf die Spalte 1 der neu eingefügten Zeile. Im Überschreibmodus wird keine neue Zeile eingefügt. Hier bewegt sich der Cursor lediglich auf Spalte 1 der nächsten Zeile.

4.4.7.7 Block-Operationen

4.4.7.7.1 Zeilenblock-Markierung ein/aus [ALT][M]

Schaltet die Zeilenblock-Markierung ein bzw. aus. Bei eingeschalteter Markierung erfolgt die Markierung des gewünschten Zeilenblocks mit Hilfe der Cursor-Tasten. Die Block-Markierung wird mit der Tastenkombination [ALT][M] wieder abgewählt.

4.4.7.7.2 Spaltenblock-Markierung ein/aus [ALT][C]

Schaltet die Spaltenblock-Markierung ein bzw. aus. Bei eingeschalteter Markierung erfolgt die Markierung des gewünschten Spalten-Blocks mit Hilfe der Cursor-Tasten. Die Block-Markierung wird mit der Tastenkombination [ALT][C] wieder abgewählt.

4.4.7.7.3 Markierten Block in Zwischenspeicher kopieren [ALT][K]

Ein zuvor markierter Block wird mit Hilfe dieser Tastenkombination in einen Zwischenspeicher kopiert.

4.4.7.7.4 Markierten Block in Zwischenspeicher kopieren [ALT][D]

Ein zuvor markierter Block wird mit Hilfe dieser Tastenkombination in einen Zwischenspeicher kopiert und anschließend gelöscht.

4.4.7.7.5 Block aus Zwischenspeicher kopieren [INS]

Der Speicherinhalt des Zwischenspeichers wird an der momentanen Cursorposition eingefügt. Das Kopieren eines Zeilen-Blocks wird demnach wie folgt vorgenommen:

- Block-Beginn Markieren mit [ALT][M]
- Block mit Hilfe der Cursor-Tasten selektieren
- Block in Zwischenspeicher kopieren mit [ALT][K]
- Markierten Block abwählen mit [ALT][M]
- Cursor an gewünschte Textstelle bewegen
- Text einfügen mit [Ins]

Das Verschieben des Blocks wird wie das Kopieren durchgeführt mit Ausnahme des Befehles Block in Zwischenspeicher kopieren [ALT][K]. Hierfür wird die Tastenkombination [ALT][D] verwendet. Sofern mehrere Editorfenster eröffnet sind, ist es auch möglich Textabschnitte von einem Editor in den anderen zu kopieren.

4.4.7.7.6 Markierten Block löschen [Del]

Ein zuvor markierter Block wird mit Hilfe dieser Taste gelöscht. Der Zwischenspeicherinhalt bleibt dabei unverändert.

4.4.7.8 Verschiedenes

4.4.7.8.1 Tabulator [⇔]

Setzt den Cursor auf die nächste Tabulatorposition. Diese Positionen sind festgelegt und haben einen Abstand von acht Zeichen zueinander (Spalte 1, 9, 17 usw.).

4.4.7.8.2 Text suchen [ALT][S]

Mit diesem Kommando kann eine Folge von maximal 50 Zeichen innerhalb des Textes gesucht werden. Wird der zu suchende Textstring nicht gefunden, erfolgt die Meldung „Pattern not found.“. Der Such-Vorgang kann mit Hilfe der Taste [ESC] abgebrochen werden.

4.4.7.8.3 Text suchen und ersetzen [ALT][R]

Mit diesem Kommando kann eine Folge von maximal 50 Zeichen innerhalb des Textes gesucht und ersetzt werden. Wird der zu ersetzende Textstring nicht gefunden, erfolgt die Meldung „Pattern not found.“. Ansonsten ist eine zusätzliche Benutzereingabe vor dem Ersetzen des Textes erforderlich. Hierfür gibt es drei Möglichkeiten:

- | | |
|---------------------|--|
| Eingabe [Y] Yes : | Der gefundene Suchstring wird durch den gewünschten Text ersetzt. Anschließend wird der Text weiter in Richtung Textende durchsucht. |
| Eingabe [N] No: | Der gefundene Suchstring wird nicht ersetzt. Anschließend wird der Text weiter in Richtung Textende durchsucht. |
| Eingabe [G] Global: | Alle gefundenen Suchstrings werden ohne weitere Abfrage automatisch durch den gewünschten Text bis zum Textende ersetzt. |

Der Such- und Ersetz-Vorgang kann mit Hilfe der Taste [ESC] abgebrochen werden.

4.4.7.9 Spezialfunktionen des Editors CNC-Edit

In die Editor-Umgebung ist eine Menüleiste mit verschiedenen Spezialfunktionen implementiert, welche mit Hilfe der Funktionstaste F10 bzw. einer Maus aktiviert werden kann. Nachfolgend werden die verschiedenen Spezialfunktionen beschrieben.

4.4.7.9.1 Menu File

Dieses Menü enthält die Funktionen zur Verwaltung von Quelltextdateien (auswählen, laden, speichern und drucken).

4.4.7.9.1.1 Textdateien laden und speichern [Load File, Save File]

Für das Laden [Load File] und Speichern [Save File] von Programmdateien kann eine Auswahl mit Hilfe der Taste [+] oder der Eingabe-Taste getroffen werden. Anschließend muß die Auswahl mit Hilfe des Lade- bzw. Speicher-Befehls abgeschlossen werden. Für die Auswahl wird immer das Dateisuffix `.src` vorgeschlagen. Die Auswahl kann jedoch auch erfolgen, indem der komplette Dateinamen angegeben wird.

Sofern ein Ladebefehl erfolgt, geht der aktuelle Editorinhalt verloren. Je nach Bedarf muß dieser also zuvor gespeichert werden.

Beim Befehl Drucken [Print File] wird der momentane Speicherinhalt des Editors auf den am LPT1-Port angeschlossenen Drucker ausgegeben.

4.4.7.9.1.2 Zusätzliches Editor-Fenster öffnen [Add Edit Window]

In bestimmten Fällen ist es wünschenswert, gleichzeitig mehrere Quelltextdateien zu bearbeiten. Mit Hilfe der Funktion [Add Edit Window] können bis zur drei Textfenster gleichzeitig am Bildschirm geöffnet werden. In diese können die gewünschten Textdateien mit Hilfe der oben erwähnten [Load File]-Funktion geladen werden. In der Kopfzeile dieser Editor-Fenster werden die entsprechenden Dateinamen angezeigt. Es ist möglich, Textteile mit den im Kapitel 4.4.7.7 beschriebenen Blockoperationen von einem Editor in den anderen zu kopieren.

4.4.7.9.1.3 Aktuelles Editor-Fenster schließen [Close Edit Window]

Mit Hilfe der [Close Edit Window] wird das aktuell angewählte Editor-Fenster geschlossen, sofern noch mindestens zwei Editor-Fenster vorhanden sind. Der aktuelle Textinhalt dieses Editorfensters geht jedoch nicht verloren.

4.4.7.9.1.4 Nächstes Editor-Fenster anwählen [Next Edit Window]

Die [Next Edit Window]-Funktion dient zur Anwahl des nächsten Editor-Fensters. Die Auswahl kann aber auch durch Maus-Klick auf den Editor-Fenster-Rahmen erfolgen.

4.4.7.9.1.5 Editor-Umgebung verlassen [Quit]

Das Beenden des Editier-Vorgangs erfolgt mit Hilfe der [Quit] Menüfunktion. Die Editor-Inhalte bleiben bis zum Verlassen des TOOLSET-Programmes `mcfq.exe` unverändert.

Sofern eine (oder mehrere) Quelltextdatei(n) geändert wurde(n), wird beim Verlassen des `mcfq.exe`-Programms nochmals auf diese Änderung(en) hingewiesen und eine Möglichkeit zum Speichern angeboten.

Anmerkung: Die Menüoption [Save Changes] im Hauptmenü speichert keine Editor-Quelltextdateien!

4.4.7.9.2 Menu Screen

4.4.7.9.2.1 Größe des Editor-Fensters verändern [Zoom]

Die Zoom-Funktion schaltet den Text-Editor je nach aktueller Editorgröße in ein großes bzw. kleines Bildschirmfenster um.

4.4.7.9.2.2 Aktueller Text im Editor-Fenster löschen [Wipe Screen]

Mit Hilfe der [Wipe Screen]-Funktion wird der komplette Editorinhalt (ohne vorhergehendes Speichern) gelöscht.

4.4.7.9.3 Menu Compile

Dieses Menü ruft den integrierten Compiler NCC auf und übersetzt den Inhalt des momentan angewählten Editors. Sofern der Compiler eine fehlerhafte Quelltextzeile findet, wird eine Fehlermeldung mit Fehlerart und Fehlerzeile ausgegeben. Nach Quittierung des Fehlers durch den Benutzer wird der Editor-Cursor auf die fehlerhafte Zeile positioniert.

4.4.7.9.3.1 Syntaktische SAP-Programmüberprüfung [Syntax Check]

Mit der Option [Syntax Check] erfolgt lediglich eine syntaktische Überprüfung des Quelltextprogrammes.

4.4.7.9.3.2 Syntax-Überprüfung und Erzeugung eines CNC-Files [File]

Die Option [File] ist mit [Syntax Check] identisch, erzeugt jedoch bei fehlerlosem Compilierungslauf zusätzlich eine Datei mit dem momentanen Quelltext-Dateinamen und Suffix *.cnc*. Diese Datei kann beispielsweise mit dem Ladebefehl *txbf()* [PHB / Kapitel 4.4.75] durch ein PC-Applikations-Programm an die CNC-Task übertragen und dort im Standalone-Mode ausgeführt werden. Sofern das SAP-Programm keine \$TASK-Anweisung enthält, wird das CNC-File für die momentan angewählte Tasknummer [F3] generiert.

Die Erzeugung eines CNC-Files kann auch mit dem Kommandozeilencompiler *ncc.exe* [Kapitel 4.5] vorgenommen werden.

4.4.7.9.4 Menu Run

Dieses Menü dient zur Programmablaufkontrolle von einer oder mehreren CNC-Tasks.

4.4.7.9.4.1 Programmablaufkontrolle für eine CNC-Task starten [Trace current selected CNC-Task]

Die Funktion [Trace current selected CNC-Task] ist mit der im vorhergehenden Kapitel beschriebenen Funktion [Compile][File] identisch, lädt aber zusätzlich das erzeugte CNC-File mit Hilfe des PCAP-Befehls *txbf()* [PHB / Kapitel 4.4.75] auf die MCU-3T und veranlaßt die CNC-Task mit Hilfe des PCAP-Befehls *startcnct()* [PHB / Kapitel 4.4.72] das aktuelle im Editor enthaltene CNC-Programm automatisch auszuführen. Sofern der Ladevorgang erfolgreich ausgeführt werden konnte, wird in dem Editor-Fenster die von der CNC-Task aktuell bearbeitete Quelltextzeile markiert und zeigt somit die Abarbeitungsreihenfolge der CNC-Programmdatei an. Die markierte Quelltextzeile wird in den aktiven Ausschnitt des Editor-Bildschirmfensters gebracht und zusätzlich wird die entsprechende Quelltextzeilennummer in der Statuszeile angezeigt. Der Trace-Vorgang kann mit der Taste [ESC] jederzeit abgebrochen werden.

Sofern keine \$TASK-Anweisung im SAP-Programm vorhanden ist, wird das CNC-File für die aktuell ausgewählte Tasknummer [F3] generiert und in der entsprechenden Task abgearbeitet.

4.4.7.9.4.2 CNC-Task anhalten [Stop current selected CNC-Task]

Die Option [Stop current selected CNC-Task] bewirkt, daß die angewählte CNC-Task [F3] das momentan geladene CNC-File nicht mehr weiter abarbeitet. In diesem Zusammenhang muß beachtet werden, daß auch freigegebene EVENT-Handling-Prozeduren nicht mehr abgearbeitet werden.

4.4.7.9.4.3 CNC-Task fortsetzen [Continue Trace in current CNC-Task]

Mit der Option [Continue Trace in current CNC-Task] wird das momentan in der CNC-Task [F3] geladene Programm fortgesetzt. Hierzu wird jedoch zuvor geprüft, ob das Editor-Quelltextprogramm mit dem geladenen CNC-File konsistent ist. Ist dies der Fall, so wird wiederum die aktuelle Quelltextzeile markiert und im aktiven Bildschirmbereich des Editors angezeigt.

4.4.7.9.5 Alle CNC-Tasks erneut starten [Restart all CNC-Tasks]

Diese Menu-Funktion startet alle CNC-Tasks (0 bis 3). Alle geladenen CNC-Programme werden vom Programmbeginn an gestartet.

4.4.7.9.6 Alle CNC-Tasks stoppen [Stop all CNC-Tasks]

Alle CNC-Tasks werden angehalten und die dort abgelegten CNC-Programme gestoppt.

4.4.7.9.7 Alle CNC-Programme fortsetzen [Continue all CNC-Tasks]

Alle gestoppten CNC-Programme werden mit dieser Funktion fortgesetzt.

4.4.7.9.8 Menu Spooler

Mit den Spooler-Optionen können die momentan gespoolten Befehle gestartet [Start ...], gestoppt [Stop ...] und gelöscht [Delete ...] werden. Die Befehle werden bei allen Achsen, in welchen gespoolte Befehle vorhanden sind, synchron ausgelöst.

4.4.7.9.9 Menu Setup

4.4.7.9.9.1 Bahnparameter setzen [Set CNC-specific parameter]

In diesem Menü werden CNC-spezifische Programmdateien wie Bahnbeschleunigung und Bahngeschwindigkeit eingegeben. Diese Parameter lassen sich jedoch auch über vordefinierte *System-Parameter* im SAP-Anwenderprogramm programmieren.

Dieses Menü ist als Bestandteil des Menüs Konfigurationsparameter [Kapitel 4.4.5.1] vorhanden.

4.4.7.9.9.2 Compiler-Betriebsart setzen (in Vorbereitung!) [Set Compiler Mode]

In diesem Menü kann zwischen den beiden Programmiersprachen *rw_SymPas* oder G-Code-Programmierung (in Anlehnung an DIN 66025 bzw. RS-274) ausgewählt werden. Der Compiler NCC führt die syntaktische Überprüfung für die angewählte Programmiersprache aus.

4.4.7.9.9.3 CNC-Task auswählen [Select CNC-Task]

In diesem Menü kann eine Task-Nummer (0 bis 3) ausgewählt werden, die zur Task-Steuerung und CNC-File-Erzeugung benötigt wird.

4.4.7.9.10 Menu Display

In diesem Menü werden CNC-Task spezifische Informationen am Bildschirm angezeigt.

4.4.7.9.11 Menu System

In diesem Menü kann das Schließen [Close ...] bzw. Öffnen [Open ...] der Lageregelkreise aller Achsen veranlaßt werden. Ebenso ist es möglich mit Hilfe der Rücksetzanweisung [Reset ...] alle Achskanäle rückzusetzen. Intern wird bei [Reset ...] ein evtl. ablaufendes CNC-Programm mit dem PCAP-Befehl *stopcnct()* [PHB / Kapitel 4.4.74] angehalten. Anschließend wird die MCU-3T mit dem PCAP-Befehl *rs()* [PHB / Kapitel 4.4.67] rückgesetzt.

4.4.8 Dialogfunktionen [Dialog Functions Menu]

Mit Hilfe dieses Menüs können verschiedene Zustände der MCU-3T abgefragt, Ausgänge gesetzt, Achskanäle rückgesetzt und Verfahrprofile gestartet werden.

4.4.8.1 Achsenstatus anzeigen [Open Axis Status Window]

Dieser Menüpunkt öffnet ein achsspezifisches Statusfenster des momentan selektierten Achskanals [F2]. Das Fenster kann beliebig am Bildschirm plaziert, verkleinert und vergrößert werden. Es können auch mehrere Statusfenster für verschiedene Achsen gleichzeitig am Bildschirm angezeigt werden.

Aufbau des Achsenstatusfensters [ACTUAL VALUES]

Name	Bedeutung
Axis #	Nummer des selektierten Achskanals.
Name	Symbolischer Achsname {sn} [Kapitel 4.4.2.1].
{DP}	Desired Position (Soll-Position). Die Anzeige erfolgt unter Berücksichtigung der gewählten Einheit und Präzision [Kapitel 4.4.2.4 und 4.4.2.5].
{RP}	Real Position (Ist-Position). Wie {DP}.
{AXST}	In diesem Feld wird das bitkodierte axst-Statusregister in Hexadezimalschreibweise angezeigt [PHB / Kapitel 4.4.27- rdaxst()]
{LSM}	Momentan frei verfügbarer Spoolbereich in Bytes.

4.4.8.2 Achsenstatus-Anzeige beenden [Close Axis Status Window]

Dieser Menüpunkt schließt das Statusfenster des momentan angewählten Achskanals [F2].

4.4.8.3 Achsenstatus-Report [Display Axis Status Report]

Dieser Menüpunkt bewirkt die Anzeige verschiedener Statusinformationen von allen im System vorhandenen Achskanälen. Der Anwender erhält einen schnellen Überblick über den Zustand des kompletten Antriebssystems. Die Anzeige erfolgt im 40-Spalten-Modus, damit das Ablesen auch aus größeren Entfernungen möglich ist.

Aufbau des Achsenstatusreports [AXIS STATUS REPORT]

Name	Bedeutung
Axis-Name	Symbolischer Achsname {sn} [Kapitel 4.4.2.1].
Actual Position	Ist-Position {rp}. Die Anzeige erfolgt unter Berücksichtigung der gewählten Einheit und Präzision [Kapitel 4.4.2.4 und 4.4.2.5].
Flag L	Ein Hard- oder Software-Endschalter wurde erkannt.
Flag M	Der maximal erlaubte Schleppfehler wurde überschritten.
Flag C	Achse ist zur Zeit in Lageregelung.
Flag P	Das Profilende ist erreicht.

4.4.8.4 Bitinformationen des Achsenstatus-Register *axst* anzeigen [Display Detailed Axis Status]

Mit dieser Funktion wird der aktuelle Zustand des achsspezifischen [F2] *axst*-Registers angezeigt. Die Anzeige resultiert aus den im *axst*-Register abgelegten Bitinformationen. In der ersten Spalte (S-Spalte) wird der aktuelle Zustand des jeweiligen Bits angezeigt. Die jeweiligen Bitinformationen werden mit Hilfe ihrer Bitnummer im *axst*-Wort, ihrer symbolischen Namen und ihrer Funktionen näher beschrieben. Die letzte Spalte (Error/Status) zeigt an, ob es sich bei dem jeweiligen Bit um ein Error- bzw. ein Status-Flag handelt.

4.4.8.5 Anzeige der MCU-3T-Digital-Eingänge und MCU-3T-Status [Show Inputs / Status of MCU-3T]

Mit dieser Funktion wird der aktuelle Zustand der MCU-3T-Digitaleingänge und diverser Statusinformationen des selektierten Achskanals [F2] angezeigt.

Aktuelle Eingangs- und Statusinformationen der MCU-3T [MCU-3T INPUTS / STATUS]

Name	Bedeutung
{digi}	Zustand der MCU-3T Digitaleingänge. [PHB / Kapitel 4.4.34 - rddigi()].
{digi}	Feld NDX: Sofern ein Inkrementalgeber mit Nullspur (Index) eingesetzt wird, wird dessen Zustand ebenfalls hier angezeigt [PHB / Kapitel 4.4.34 - rddigi()].
{digi}	Feld EE: Sofern ein Fehler des Meßwerterfassungssystems vorliegt, wird dies hier angezeigt [PHB / Kapitel 4.4.34 - rddigi()].
{digi}	Feld NDXL: Hier wird ein Flankenübergang von NDX angezeigt. [PHB / Kapitel 4.4.34 - rddigi()].
{digi}	Feld STRBL: Hier wird ein Flankenübergang des Strobesignals angezeigt [PHB / Kapitel 4.4.34 - rddigi()].
{epc}	Anzahl der EEPROM-Programmierzyklen [PHB / Kapitel 4.4.40 - rdepc()].
{edv}	Zeigt die Gültigkeit der EEPROM-Daten an [PHB / Kapitel 4.4.45 - rdifs()].
{pfe}	Sofern die Betriebsspannung unter 4.75V abgefallen war, wird dies hier angezeigt. Nach jedem Neueinschalten des PC ist dieses Flag auf „1“ gesetzt [PHB / Kapitel 4.4.45 - rdifs()].
{wdog}	Zeigt an, daß die Baugruppe infolge eines Watchdogfehlers zurückgesetzt wurde [PHB / Kapitel 4.4.45 - rdifs()].
{iae}	Invalid Access Error. Diese Flag zeigt einen internen unerlaubten Zugriffsfehler an. [PHB / Kapitel 4.4.45 - rdifs()].

4.4.8.6 Anzeige von CNC-Task-Status und Common-Variablen [Show CNC-Task Status / Variables]

Dieses Bildschirmfenster enthält aktuelle Zustandsinformationen der CNC-Task und Common-Variablen.

Zustands-Informationen der CNC-Task [CNC-TASK-STATUS / COMMON VARIABLES]

Name	Bedeutung
Error-Nr	Sofern ein Fehler durch ein SAP-Programm verursacht wird, wird in diesem Feld eine systeminterne Fehlernummer angezeigt. Das SAP-Programm wird in diesem Fall angehalten .
Error-Line	Sofern die oben beschriebene Error-Nr ungleich 0 ist, wird in diesem Feld zusätzlich die Zeilennummer des SAP-Programmes angezeigt, in welcher der Fehler aufgetreten ist.
Current Program	Sofern ein SAP-Programm auf die MCU-3T übertragen wurde, wird hier der entsprechende Filename angezeigt.
Running / Not Running	Sofern ein SAP-Programm in Bearbeitung ist, wird die Anzeige auf Running geschaltet.
Running in task #	Dies ist die CNC-Task-Nummer, in welcher das aktuelle SAP-Programm abgearbeitet wird. ([F3] = Task-Nummern-Auswahl)
Stack	Zeigt den momentan frei verfügbaren Stackbereich (Bytes) der CNC-Task an.
Current source line #	Zeigt die momentan ausgeführte Quelltextzeilennummer an.
Common Variables CI0..CI99 und CD0 .. CD99	Der aktuelle Zustand aller frei verfügbaren Common Integer und Common Double Variablen wird hier angezeigt. [PHB / Kapitel 4.4.30 - rdcd()], [PHB / Kapitel 4.4.31 - rdci()] u. [PHB / Kapitel 6.3.1]

4.4.8.7 Editieren der MCU-3T-Digital-Ausgänge [Edit Outputs of MCU-3T]

In diesem Menü können die MCU-3T-Digitalausgänge gesetzt bzw. rückgesetzt werden [PHB / Kapitel 4.4.81 - wrdigo()]. Das Setzen bzw. Rücksetzen erfolgt mit Hilfe von Maus-Klicks bzw. durch Drücken der Blank (Leerzeichen) -Taste.

Anmerkung: Der ausgewählte Achskanal [F2] hat für das Setzen/Rücksetzen der Ausgänge keine Bedeutung, d.h. daß alle Ausgänge der Baugruppe über die unterschiedlichen Achskanäle adressiert werden können.

4.4.8.8 Punkt zu Punkt-Bewegungen ausführen

Dieses Menü gestattet die schnelle Kontrolle des selektierten Antriebes. Der selektierte Achskanal [F2] kann absolut auf die gewünschte Zielposition (Winkel) oder relativ um den spezifizierten Verfahrweg (Winkel) verfahren werden. In diesem Zusammenhang sind die Angaben zum MCU-3T-Lageregler [PHB / Kapitel 2.1] und zur MCU-3T-Profilgenerierung [PHB / Kapitel 2.2] zu beachten.

Parameter für die Punkt zu Punkt-Bewegungen [MOVING PARAMETERS]

Name	Funktion
Axis #	Zeigt die Achsennummer des momentan selektierten Achskanals an, mit dem die Punkt zu Punkt-Bewegung ausgeführt wird [F2].
Drive Mode	Auswahl des Verfahr-Modus. ABSOLUT bedeutet, daß die in Position spezifizierte Weg- bzw. Winkelangabe auf den Maschinennullpunkt bezogen ist und Position direkt angefahren wird. RELATIVE bedeutet, daß ausgehend von der momentanen Position um die in Position spezifizierte Weg- bzw. Winkelangabe relativ (auch inkremental) verfahren wird.
Acceleration	Beschleunigungswert für die auszuführende Punkt zu Punkt-Bewegung unter Berücksichtigung der gewählten Einheiten.
Velocity	Maximalgeschwindigkeitswert für die auszuführende Punkt zu Punkt- Bewegung unter Berücksichtigung der gewählten Einheiten.
Target velocity	Zielgeschwindigkeit für die auszuführende Punkt zu Punkt-Bewegung unter Berücksichtigung der gewählten Einheiten.
Position	Ziel-Position (Winkel) oder relativer Verfahr-Weg (Winkel)
Start Motion	Startet das Bewegungsprofil unter Berücksichtigung der oben spezifizierten Parameter. Damit jedoch die Bewegung ausgeführt werden kann, muß der Lageregelkreis geschlossen sein (Close Loop).
Open Loop	Lageregelkreis öffnen. Bewirkt den Abbruch eines momentan ablaufenden Profils. Zusätzlich wird auf dem Sollwertkanal der Wert 0 ausgegeben. Alle mit PAE-Funktion projektierten Digitalausgänge werden inaktiv gesetzt.
Close Loop	Lageregelkreis schließen. Die Ist-Position wird als Soll-Position übernommen. Alle mit PAE-Funktion projektierten Digitalausgänge werden aktiv gesetzt.
Exit	Beendet dieses Menü.

4.4.8.9 System Rücksetzen [System Reset]

In diesem Menü kann das achsspezifische Rücksetzen [F2] wie auch das komplette System-Rücksetzen durchgeführt werden.

Die Wirkungsweise von *Reset selected axis* wird im [PHB / Kapitel 4.4.25 - *ra()*] beschrieben, die Funktionsweise von *Reset hole system* im [PHB / Kapitel 4.4.67 - *rs()*].

4.4.9 Automatik Funktionen [Automatic Functions Menu]

In diesem Menü können CNC-Programme gestartet, gestoppt und fortgesetzt werden. Bei den CNC-Programmen handelt es sich um Autocode-Files, die durch Kompilierung von SAP-Quelltext-Programmen in der CNC-Editor-Umgebung [Kapitel 4.4.7] oder mit Hilfe des Kommandozeilen-Compilers *ncc.exe* [Kapitel 4.5] automatisch generiert wurden.

Die CNC-Programme werden beim Übersetzen der SAP-Quelltextdatei unter Zuhilfenahme eines Compilersteuerbefehls (\$TASK) oder durch Anwahl einer CNC-Task-Nummer (Funktionstaste [F3] im *mcf.exe*-Programm) für eine bestimmte CNC-Task angelegt. Es können bis zu 4 verschiedene CNC-Programme gleichzeitig abgearbeitet werden. Hierzu stehen die CNC-Tasks 0 bis 3 zur Verfügung.

Die nachfolgend beschriebenen Funktionen sind unter anderem auch bei den Spezialfunktionen des Editors CNC-Edit zugänglich [Kapitel 4.4.7.9].

4.4.9.1 CNC-Programm laden [Download CNC-Program]

In diesem Menü kann zunächst ein CNC-File ausgewählt werden. Die Auswahl erfolgt mit Hilfe der Taste [+] oder der Eingabe-Taste. Um das ausgewählte Programm zu aktivieren, muß die Auswahl mit dem *Download-File*-Befehl abgeschlossen werden. Für die Dateiauswahl wird immer das Dateisuffix *.cnc* vorgeschlagen.

Der *Download*-Befehl überträgt das ausgewählte CNC-File an die MCU-3T, welches unter anderem auch die Information enthält in welche CNC-Task dieses Autocodefile übertragen werden muß. Die entsprechende Task wird zuvor angehalten. Dieser Zustand bleibt auch nach der Übertragung wirksam.

4.4.9.2 CNC-Task erneut starten [Restart current selected CNC-Task]

Diese Menü-Funktion startet die momentan angewählte CNC-Task. Diese kann mit der Funktionstaste [F3] ausgewählt werden.

Das dort geladene CNC-Programm wird vom Programmbeginn an gestartet.

4.4.9.3 CNC-Task stoppen [Stop current selected CNC-Task]

Die aktuell angewählte CNC-Task [F3] wird angehalten und damit das dort abgelegte CNC-Programm gestoppt.

4.4.9.4 CNC-Task fortsetzen [Continue current selected CNC-Task]

Ein gestopptes CNC-Programm kann mit dieser Funktion fortgesetzt werden.

4.4.9.5 Alle CNC-Tasks erneut starten [Restart all CNC-Tasks]

Diese Menü-Funktion startet alle CNC-Tasks (0 bis 3). Alle geladenen CNC-Programme werden vom Programmbeginn an gestartet.

4.4.9.6 Alle CNC-Tasks stoppen [Stop all CNC-Tasks]

Alle CNC-Tasks werden angehalten und die dort abgelegten CNC-Programme gestoppt.

4.4.9.7 Alle CNC-Programme fortsetzen [Continue all CNC-Tasks]

Alle gestoppten CNC-Programme werden mit dieser Funktion fortgesetzt.

4.4.9.8 System Rücksetzen

Dieses Menü ist identisch mit dem im Kapitel 4.4.8.9 beschriebenen Menü.

4.4.10 Systemdaten speichern [Save Changes]

Mit dem Menü [Save Changes] werden alle Hard- und Software-Parameter in der Systemdatei *system.dat* abgelegt. Zusätzlich wird der TSR-Treiber *mcutsr.exe* gepatcht. Dieser muß wie *system.dat* im aktuellen Arbeitsverzeichnis oder in der Pfad-Umgebung vorhanden sein.

Die Speicheroperation veranlaßt weiterhin, daß verschiedene Systeminformationen auf der MCU-3T-Baugruppe resident abgelegt werden und das Rücksetzen des kompletten Antriebssystems. Zu den gespeicherten Systeminformationen gehören beispielsweise die Motortypen, die Invertierung der Eingänge u. a. Sollte beim Speichern ein Fehler auftreten, wird die Bildschirmmaske [CONFIG. ERROR] aufgelegt.

Nach dem Speichervorgang sind die neu programmierten Systemdaten auf der MCU-3T verfügbar.

Anmerkung: Die Systemdaten müssen nach einem Boot-Vorgang (Ausführen von *mcbt.exe*) mindestens einmal auf die MCU-3T übertragen werden, damit das Betriebsprogramm (*rwos.bt!*) auf der MCU-3T ablauffähig ist. Das Laden erfolgt entweder aus dem PCAP-Benutzerprogramm oder aus dem Hilfsprogramm *mcfg.exe*. In *mcfg.exe* und in den diversen Beispielprogrammen erfolgt das Übertragen der Systemdatei *system.dat* nur einmalig!

4.5 Das Hilfsprogramm *ncc.exe*

Mit dem Kommandozeilen-Compiler *ncc.exe* können Stand-Alone-Applikationsprogramme (SAP-Programme) direkt aus der DOS-Ebene generiert werden. Der Compiler ist vollkommen identisch mit dem in *mcfg.exe* enthaltenen Compiler NCC und wird wie folgt aufgerufen:

NCC filename [Option]

Die Textdatei mit dem Namen *filename* muß ein SAP-Programm enthalten. Als Dateierweiterungsnamen wird automatisch die Endung *.src* angenommen. Die verschiedenen Optionen *[Option]* werden weiter unten erläutert und müssen durch Leerzeichen voneinander getrennt werden.

Sofern eine fehlerfreie Compilierung möglich war, wird ein Autocode-File mit dem Dateinamen *filename.cnc* im aktuellen Verzeichnis angelegt. Bei Auftreten eines Fehlers wird die Compilierung jedoch abgebrochen und die fehlerhafte Zeilennummer nebst Fehlertext am Bildschirm angezeigt.

Die derzeit möglichen NCC Kommandozeilencompiler-Optionen *[Option]*:

Option	Funktion
FS	(Full System) es wird nicht geprüft wie viele Achsen tatsächlich im System vorhanden sind, d.h. es können bis zu 18 verschiedene Achsenbezeichner referenziert werden. Die Defaultnamen dieser Achsenbezeichner sind dabei A1 .. A18.
SC	(Syntax Check) Es wird lediglich ein Compilerlauf ohne Generierung eines CNC-Files durchgeführt. Dies dient vor allem zum syntaktischen Überprüfen des SAP-Quelltextprogrammes.
TSK x	(Task Selection, x = 0..3) Die Erzeugung des Autocodefiles wird für Task x vorgenommen. Sofern das SAP-Programm jedoch einen {\$TASK} Compilerbefehl enthält, ist der Parameter TSK x hinfällig.
