
POSITIONIER- UND BAHNSTEUERUNG APCI-8001 UND APCI-8008

BEDIENUNGSHANDBUCH / BHB

Stand: 22.04.2015, ab Disk V2.53VD
Rev. 13/112018

www.addi-data.de

1 Einführung	4
2 System-Hardware	5
2.1 Die Karten APCI-8001 und APCI-8008.....	5
2.1.1 Die Interface-Logik der APCI-8001 bzw. APCI-8008.....	5
2.1.2 Anschaltung der externen Systemkomponenten.....	5
2.2 Externe Systemkomponenten.....	6
2.3 Typen von Leistungsverstärkern.....	6
2.3.1 Drehzahlregler.....	7
2.3.2 Stromverstärker.....	7
2.3.3 Spannungsverstärker.....	7
2.3.4 Schrittmotor-Leistungsverstärker.....	7
2.4 Positions-Latch-Funktionalität.....	7
2.4.1 Hardware-Latch-Strobe.....	7
2.4.2 Software-Latch-Strobe.....	8
2.4.3 Nullspur-Hardware-Latch-Strobe.....	8
3 Einführung in die Bedienung / Programmierung der APCI-8001 bzw. APCI-8008	9
3.1 Manuelle Bedienung.....	9
3.2 Programmierung durch ein PC-Applikationsprogramm (PCAP).....	9
3.3 Programmierung als Stand-Alone-System (SAP).....	9
4 System-Software	10
4.1 Die Betriebssystem-Software rw_MOS (rwmos.elf).....	10
4.1.1 PIDF-Filter-Modul.....	12
4.1.2 Rampen- und Interpolationsmodul.....	12
4.1.3 PC-Schnittstellen-Modul.....	12
4.1.4 Stand-Alone-CNC-Modul.....	12
4.1.5 Booten von rw_MOS.....	13
4.2 Das Hilfsprogramm <i>mcfg.exe</i>	13
4.3 Das Hilfsprogramm <i>ncc.exe</i>	13
4.4 Das Hilfsprogramm <i>fwsetup.exe</i>	14
4.5 Das Hilfsprogramm <i>McuControllnit.exe</i>	15

1 Einführung

Die Karten APCI-8001 und APCI-8008 sind universelle Positionier- und Bahnsteuerungen für Werkzeugmaschinen, Roboter, Handhabungsgeräte und Sondermaschinen. Über die Eingabe von CNC-Programmen und Parametern können Bewegungsabläufe und Prozessabläufe automatisiert werden.

Die APCI-8001 bzw. APCI-8008 ist als PCI-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 Schrittmotoren.

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

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

Im BHB werden die im Standardlieferungsumfang verfügbaren Hard- und Software-Komponenten der APCI-8001 bzw. APCI-8008 beschrieben. Der Anwender erhält einen Überblick über die Funktionsweise, Betriebsarten und Programmiermethoden der APCI-8001 bzw. APCI-8008.

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 der im Lieferumfang enthaltenen Systemkomponenten.

Zum besseren Verständnis wird empfohlen, zuerst das Bedienungshandbuch durchzuarbeiten.

2 System-Hardware

2.1 Die Karten APCI-8001 und APCI-8008

Die APCI-8001 bzw. APCI-8008 ist eine PCI-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 APCI-8001 bzw. APCI-8008, unterstützt drei CNC-Achskanäle mit wahlweise Schritt- (Stepper) oder Servo-Antrieben (DC oder AC/EC). Die maximale Ausbaustufe unterstützt acht Achskanäle. Hierzu wird ein Tochter-Board (OPMF) für maximal 5 weitere CNC-Achsen in Sandwich-Technik auf die APCI-8001 bzw. APCI-8008 aufgesteckt.

Die APCI-8001 bzw. APCI-8008 ist auf einer kurzen PCI-Einsteckkarte für IBM AT oder Kompatible aufgebaut. Die Kommunikation zwischen PC und APCI-8001 bzw. APCI-8008 erfolgt über den PCI-Bus. Dadurch wird ein hoher Datendurchsatz für die Ausgabe von Befehlen und das Einlesen von Statusinformationen gewährleistet. Die Adresse der APCI-8001 bzw. APCI-8008 wird vom Plug+Play Bios des PCs verwaltet.

Die Ausführungen dieses Handbuchs gelten für beide Karten. Bei Unterschieden wird auf diese hingewiesen.

2.1.1 Die Interface-Logik der APCI-8001 bzw. APCI-8008

Ein wesentliches Merkmal der APCI-8001 bzw. APCI-8008 ist der Einsatz von modernster PLD und FPGA-Technik.

FPGA-Bausteine sind im Betrieb beliebig oft umprogrammierbare Logikbausteine mit einer hohen Funktionalität. In diesen befindet sich die Logik für die Ist-Wert-Erfassung der Messsysteme. Dazu gehört u.a. die Verarbeitung von vielen gängigen Inkrementalencodern, die Verarbeitung von SSI-Absolutwertgebern sowie 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.

2.1.2 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 50-poligen D-Sub-Stiftstecker an der Frontseite der APCI-8001 bzw. APCI-8008.

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

Die APCI-8001 bzw. APCI-8008 stellt drei Analogkanäle mit einem Ausgangsspannungsbereich von +/-10 V und 16-Bit-Auflösung zur Verfügung. Diese sind von der digitalen Stromversorgung der APCI-8001 bzw. APCI-8008 (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 5 V (RS422) werden zur Ansteuerung von Schrittmotor-Leistungsverstärkern zur Verfügung gestellt.

Drei Impulserfassungskanäle mit jeweils 32-Bit-Registerbreite dienen zur Positionserfassung mit Hilfe von Inkrementalencodern bzw. Längenmaßstäben. Die Impulserfassung erfolgt wahlweise für TTL-Geber bzw. für Geber mit symmetrischen Ausgängen (RS422). Die von diesen Gebern erzeugten, um 90 Grad phasenverschobenen Quadratursignale werden elektronisch vervierfacht und sind ebenfalls galvanisch von der Systemelektronik getrennt. Die maximale Impulseingangsfrequenz beträgt 2 MHz. Ein Nullimpuls kann

von der APCI-8001 bzw. APCI-8008 ebenfalls ausgewertet werden. Die RS422-Eingangslogik der APCI-8008 ist mit einer Leitungsbrucherkennung ausgestattet.

Die Ist-Position des Messsystems kann mit Hilfe des Nullimpulses oder eines digitalen Eingangs in Registern zwischengespeichert werden. Diese Messmethoden gestatten u.a. eine einfache Encoder-Verifikation, 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 APCI-8001 bzw. APCI-8008 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 Watchdog-Schaltung sorgt für sichere Betriebszustände auch in Ausnahmesituationen. Ein Flash-Speicher dient zur Aufnahme von verschiedenen Betriebsparametern. Dazu gehört beispielsweise der Soll-Zustand der Ausgänge nach der Initialisierung des Systems.

2.2 Externe Systemkomponenten

Aufgrund der digitalen Signalverarbeitung und den auf der APCI-8001 bzw. APCI-8008 vorhandenen Standard-Soll- und Ist-Wert-Schnittstellen kann die APCI-8001 bzw. APCI-8008 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 +/-10 V-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 Gleichstrom-Motoren (DC) oder Hydraulikmotoren. Zur Positionierung dieser Motortypen ist eine Positionserfassung notwendig. Im Allgemeinen dienen hierzu Drehgeber oder Linearmaßstäbe. Zur Ansteuerung von Schrittmotor-Leistungsendstufen 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 APCI-8001 bzw. APCI-8008 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 APCI-8001 bzw. APCI-8008 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 6.2) berücksichtigt werden muss.

Anmerkung: Die meisten Leistungsverstärker, außer den Schrittmotor-Leistungsverstärkern, werden üblicherweise durch die Analog-Sollwert-Kanäle der APCI-8001 bzw. APCI-8008 angesteuert. Für den Einsatz von Schrittmotor-Leistungsverstärkern stehen Puls- und Richtungssignale sowie deren invertierte Impulsfolgen zur Verfügung. Diese Schnittstelle wird jedoch manchmal auch bei Servo-Systemen mit digitalen Leistungsverstärkern eingesetzt. In diesem Fall muss auf dem Leistungsverstärker ein Lageregler dimensioniert werden. Die Projektierung der APCI-8001 bzw. APCI-8008 muss dann wie bei einem Schrittmotor erfolgen.

2.3.1 Drehzahlregler

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

2.3.2 Stromverstärker

Im Gegensatz zum Drehzahlregler benötigt der Stromverstärker kein Tachosignal als Ist-Wert-Rückführung vom Motor. Der Eingangssollwert hat hier die Bedeutung eines Ankerstroms. 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 10 V entspricht.

2.3.3 Spannungsverstärker

Im Gegensatz zum Drehzahlregler benötigt der Spannungsverstärker kein Tachosignal als Ist-Wert-Rückführung 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 Schrittmotor-Leistungsverstärker

Schrittmotoren haben meist 2, 3 oder 5 Phasen bzw. anzusteuern Wicklungen. Damit eine Drehbewegung erfolgt, muss in den einzelnen Motorwicklungen in einem festgelegten Zyklus Strom fließen. Alle gängigen am Markt erhältlichen Schrittmotor-Leistungsendstufen 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.

2.4 Positions-Latch-Funktionalität

2.4.1 Hardware-Latch-Strobe

Die APCI-8001 bzw. APCI-8008 stellt verschiedene Funktionen zur Verfügung, um Positions-Istwerte per Hardwaresignal zwischenspeichern. Bei Servo-Systemen mit Inkrementalgeber-Interface steht hierzu der sogenannte Hardware-Latch (Latch-Strobe) zur Verfügung. Jedem Achskanal ist ein schneller Digital-Eingang zugeordnet. Die Aktivierung dieses Eingangs bewirkt ein Latchen des aktuellen Zählerstands im Positionsregister LP (siehe PHB / Kapitel 4.4.82). Gleichzeitig wird das Bit „STRBL“ im Register der digitalen Eingänge beim jeweiligen Achskanal gesetzt. Die Erkennung des Hardwaresignals erfolgt flankengesteuert, d.h., auch kurze Impulse (bis ca. 50 ns) werden sicher erkannt. Der eigentliche Latchvorgang erfolgt nahezu verzögerungsfrei (< 200 ns). Das Signalbit „STRBL“ muss gegebenenfalls manuell zurückgesetzt werden durch Beschreiben des Registers der digitalen Eingänge (SAP-Programmierung) oder mit Hilfe der PCAP-Funktion „rdigi“. Die Polarität der Flankenerkennung kann in mcfg invertiert werden.

2.4.2 Software-Latch-Strobe

Ergänzend zu dieser Hardware-Funktionalität kann auch ein digitaler Eingang der Eingangsgruppe eines Achskanals als Software-Latch-Eingang deklariert werden (im Programm mcfg.exe). In diesem Fall wird der jeweilige Eingang einmal pro Abtastintervall statisch abgefragt. Diese Funktionalität ist auch bei Schrittmotorsystemen und bei anderen Impulserfassungssystemen als Inkrementalgeber, wie z.B. SSI, verwendbar. Allerdings handelt es sich hierbei um eine reine Softwarefunktion, d.h., hier ist eine Verzögerung von maximal einem Abtastintervall zwischen Impulsflanke und Latchzeitpunkt möglich. Des Weiteren ist es möglich, dass kurze Impulse (< 1 Abtastintervall) nicht erkannt werden. Die Erkennung eines Latchsignals wird im Bit „LPSF“ des achsspezifischen AXST-Registers angezeigt. Durch Auslesen des gelatchten Positionswerts im Positionsregister LP wird dieses Bit automatisch gelöscht.

Vorsicht: Bei gleichzeitiger Verwendung von Hard- und Software-Positions latch bei einer Achse sind Konflikte möglich, weil immer das Positionsregister LP zum Auslesen der Latchposition verwendet wird. Bei Servo-Systemen mit Inkremental-Encoder-Interface muss deshalb immer die Hardware-Latch-Funktionalität verwendet werden, da in diesem Fall diese immer aktiv ist und nicht deaktiviert werden kann.

2.4.3 Nullspur-Hardware-Latch-Strobe

Bei Servo-Systemen mit Inkrementalgeber-Interface steht zusätzlich die Möglichkeit des sogenannten Nullspur-Latch zur Verfügung. Die Aktivierung des Nullspur-Signals des Inkrementalgebers bewirkt ein Latchen des aktuellen Zählerstands im Positionsregister LPNDX (siehe PHB / Kapitel 4.4.83). Gleichzeitig wird das Bit „NDXL“ im Register der digitalen Eingänge beim jeweiligen Achskanal gesetzt. Die Erkennung des Hardwaresignals erfolgt flankengesteuert, d.h., auch kurze Impulse (bis ca. 50 ns) werden sicher erkannt. Der eigentliche Latchvorgang erfolgt nahezu verzögerungsfrei (< 200 ns). Das Signalbit „NDXL“ muss gegebenenfalls manuell zurückgesetzt werden durch Beschreiben des Registers der digitalen Eingänge (SAP-Programmierung) oder mit Hilfe der PCAP-Funktion „rdigi“. Die Polarität der Flankenerkennung kann in mcfg invertiert werden.

3 Einführung in die Bedienung / Programmierung der APCI-8001 bzw. APCI-8008

Die Bedienung und Programmierung der APCI-8001 bzw. APCI-8008 kann auf mehrere Arten erfolgen. Alle Tools und Treiber sind für die 32-Bit-Windows-Betriebssysteme von Microsoft zugeschnitten (Windows NT, 2000, XP, Vista und Windows 7).

3.1 Manuelle Bedienung

Die manuelle Bedienung der APCI-8001 bzw. APCI-8008 erfolgt im Wesentlichen mit dem Hilfsprogramm *mcfg.exe*, welches Bestandteil der Toolset-Software [TSW] der APCI-8001 bzw. APCI-8008 ist [Kapitel 2.2]. Dieses bietet dem Anwender eine Vielzahl von Betriebsarten zur Bedienung der APCI-8001 bzw. APCI-8008, unter anderem auch die manuelle Bedienung des kompletten Achssystems.

3.2 Programmierung durch ein PC-Applikationsprogramm (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 einen 32-Bit-DLL-Treiber *mcug3.dll* Kommandos auf der APCI-8001 bzw. APCI-8008 ausgeführt. Diese DLL benötigt wiederum einen Hardware-Treiber (Miniport-Treiber), welcher die Zugriffe über den PCI-Bus ermöglicht. Das PC-Anwenderprogramm ist in dieser Betriebsart für den koordinierten Ablauf der einzelnen Achssysteme verantwortlich. Das PC-Applikations-Programm wird nachfolgend mit PCAP bezeichnet.

Die Befehlsübergabe erfolgt mit Hilfe vordefinierter Befehle. Diese wiederum sind als DLL-Funktionen für 32-Bit-Windows realisiert. Für die oben genannten Programmiersprachen existiert jeweils eine Source- oder Header-Datei und gegebenenfalls entsprechende Lib-Files.

Aus Anwendersicht stellen die DLL-Funktionen lediglich eine Funktionserweiterung der entsprechenden Programmiersprache dar. Die eigentliche „Intelligenz“ der Funktionen liegt im DLL-Treiber bzw. auf der Steuerung.

3.3 Programmierung als Stand-Alone-System (SAP)

Eine weitere Möglichkeit ist die Programmerstellung für die sogenannte Stand-Alone-Betriebsart. Diese Betriebsart gestattet es, ein zuvor auf die APCI-8001 bzw. APCI-8008 geladenes Betriebsprogramm automatisch, also ohne Unterstützung durch ein PCAP, auszuführen. Dies bedeutet, dass der PC andere Aufgaben übernehmen kann. Dieses Stand-Alone-Applikations-Programm wird nachfolgend 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 Kommandozeilen-Compiler zur Verfügung steht [Kapitel 4.3] und zum anderen im Hilfsprogramm *mcfg.exe* integriert ist, ein sogenanntes Autocode-File erzeugt. Dieses Autocode-File kann auf die APCI-8001 bzw. APCI-8008 übertragen und dort automatisch, d.h. ohne Unterstützung durch den PC, ausgeführt werden. Hierbei ist zu beachten, dass die jeweilige CNC-Datei für jeden Steuerungstyp übersetzt sein muss. Der Dateityp ergibt sich automatisch aus dem Typ der Systemdatei SYSTEM.DAT, welcher während des Übersetzungsvorgangs vorliegt.

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 APCI-8001 bzw. APCI-8008 schreibend und lesend zugänglich sind, erfolgen.

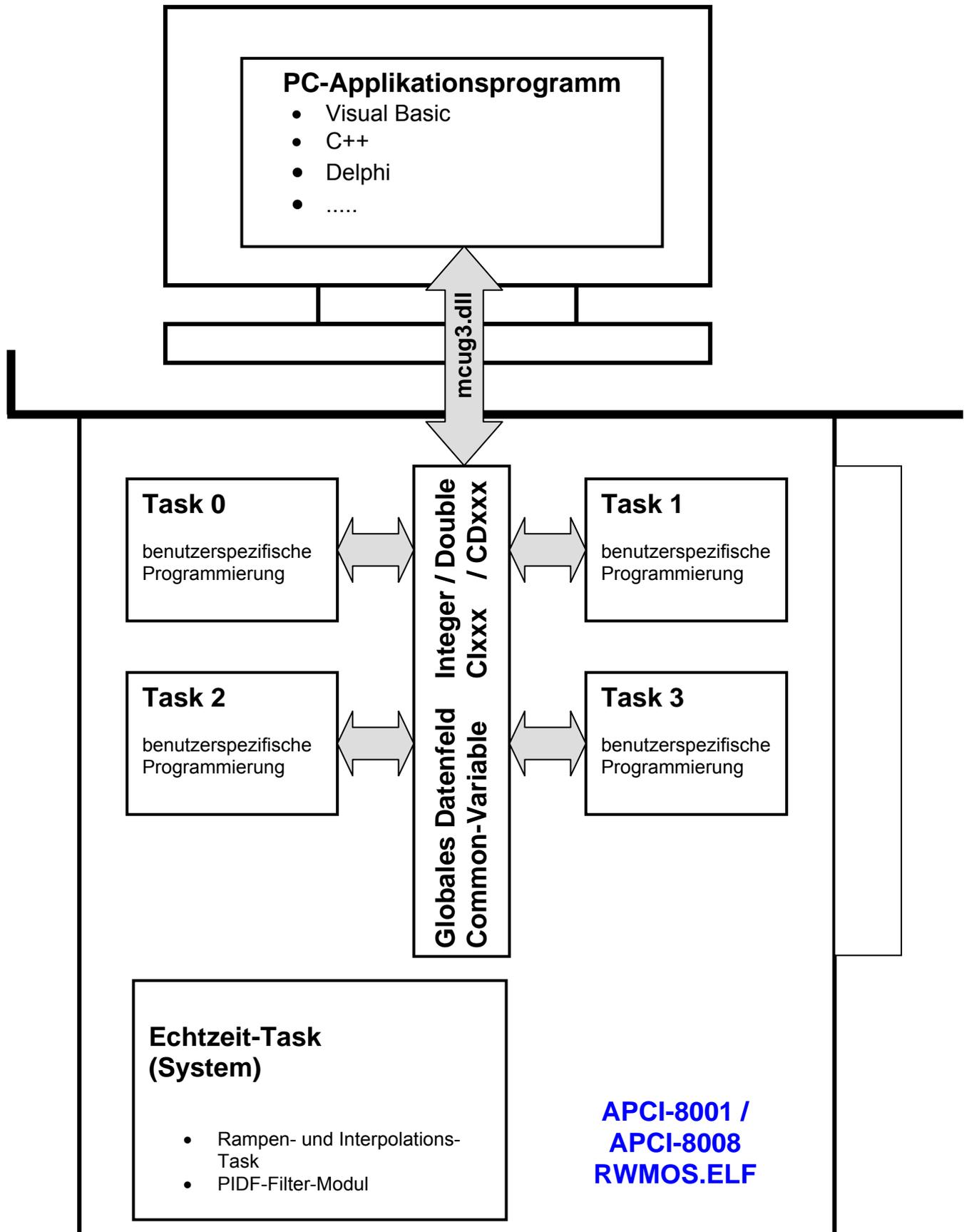
4 System-Software

In diesem Kapitel werden die Hilfsprogramme der im Standardlieferumfang enthaltenen Toolset-Software [TSW] der APCI-8001 bzw. APCI-8008 beschrieben. Diese Informationen sind wichtig für die korrekte Bedienung der Steuerung und zur Erstellung von Anwenderprogrammen.

4.1 Die Betriebssystem-Software *rw_MOS* (*rwmos.elf*)

Die Betriebssystem-Software *rw_MOS* ist in der Datei *rwmos.elf* enthalten und beinhaltet den ausführbaren Maschinencode für das CPU-System der APCI-8001 bzw. APCI-8008. In *rw_MOS* sind verschiedene Softwaremodule enthalten, welche für die Funktionalität der Steuerung benötigt werden. Zum tieferen Verständnis werden für den interessierten Anwender die wichtigsten Softwaremodule in den nachfolgenden Kapiteln erläutert. Für jeden Steuerungstyp ist eine geeignete RWMOS.ELF-Datei notwendig, d.h. diese Dateien sind für die verschiedenen Steuerungsvarianten nicht austauschbar.

Bild: Betriebssystem der APCI-8001 / APCI-8008



4.1.1 PIDF-Filter-Modul

Dieses Modul 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 1,28 ms für alle Achskanäle eingestellt, kann jedoch in gewissen Grenzen variiert werden (100 μ s – 5 ms). Alle für die Filterberechnung notwendigen Ist-Wert-Daten werden ebenfalls in diesem Abtastzyklus eingelesen und verarbeitet. Anschließend erfolgt die Sollwert-Ausgabe auf die entsprechenden Sollwert-Kanäle.

Anmerkung: Das PIDF-Filter wird sowohl für Servo- als auch für Schrittmotoren ausgeführt. Das heißt, auch bei Schrittmotoren muss vor der Verwendung der Achsen der jeweilige Regelkreis geschlossen werden. Hier erfolgt die Lageregelung auf die tatsächlich ausgegebenen Schritimpulse. Eine externe Positionsrückmeldung ist nicht erforderlich.

4.1.2 Rampen- und Interpolationsmodul

Die Motoren werden mit sogenannten Rampenfunktionen mit definierter Beschleunigung und vorgegebener Maximalgeschwindigkeit in eine gewünschte Zielposition gebracht. Diese Aufgabe übernimmt das Rampen- und Interpolationsmodul. Dieses Modul ist mit dem PIDF-Filter-Modul synchronisiert und wird ebenfalls für alle Achsen einmal pro Abtastzyklus (1,28 ms) ausgeführt.

Eine weitere Aufgabe dieses Moduls ist es, mehrere Achsen zu synchronisieren, um eine Bahn- oder Raumkurve interpoliert abarbeiten zu können. Es sind verschiedenen Interpolationsverfahren möglich. Dies sind Linear-, Zirkular-, Helix- und Spline-Interpolation.

Bezüglich der Auswahl der an einer Interpolation beteiligten Achsen gibt es weder bei der Standardversion (bis 3 Achsen) als auch in der Multi-Achs-Version (mehr als 3 Achsen) keine Einschränkungen.

Der Geschwindigkeitsverlauf ist normalerweise trapezförmig und wird mit der Beschleunigung, Maximalgeschwindigkeit und Zielgeschwindigkeit parametrisiert. Durch Anwahl von S-Profilen kann auch ein S-förmiger Drehzahlverlauf mit trapezförmigem Beschleunigungsverlauf eingestellt werden.

Eine weitere wichtige Eigenschaft des Rampen- und Interpolationsmoduls ist das sogenannte Dynamik-Modul zweiter Ordnung. Die bei vielen 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 an diesem Punkt die programmierte Zielgeschwindigkeit. Mit dieser Methode können beliebig komplizierte Bewegungsprofile erzeugt werden.

Bei der Verwendung von S-förmigen Beschleunigungsprofilen ist zu beachten, dass bei einer Unterbrechung eines Verfahrensprofils, z.B. durch einen erneuten Aufruf eines Jog-Verfahrkommandos, der aktuell erreichte Wert der Beschleunigung erneut von 0 an hochgefahren wird.

4.1.3 PC-Schnittstellen-Modul

Dieses Modul ist Grundlage für die PC-Applikationsprogrammierung (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-Applikationsprogramm, welches in einer höheren Programmiersprache erstellt wird.

4.1.4 Stand-Alone-CNC-Modul

Dieses Modul ist Grundlage für die Stand-Alone-Applikationsprogrammierung (SAP-Programmierung) und eine der leistungsfähigen Eigenschaften der APCI-8001 bzw. APCI-8008. Mit dem im Lieferumfang enthaltenen Compiler NCC können bis zu vier Stand-Alone-Anwenderprogramme (SAP-Programme) erstellt werden. Diese werden durch die vier CNC-Tasks automatisch im Multitasking-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_MOS*

Die Betriebssystem-Software *rw_MOS* der APCI-8001 bzw. APCI-8008 muss nach jedem Systemstart an die APCI-8001 bzw. APCI-8008 übertragen werden und bewirkt eine Systeminitialisierung (Hardware-Reset). Dieser Ladevorgang ist mindestens einmal pro Systemstart notwendig und innerhalb weniger Sekunden abgeschlossen. Der Vorteil des Bootens gegenüber einem ROM-residenten Betriebssystem ist, dass kundenspezifische Änderungswünsche des Betriebsprogramms der APCI-8001 bzw. APCI-8008 leicht berücksichtigt werden können. Sobald der Bootvorgang erfolgreich abgeschlossen wird, ist die APCI-8001 bzw. APCI-8008 ab diesem Zeitpunkt betriebsbereit.

4.2 Das Hilfsprogramm *mcfg.exe*

Das Hilfsprogramm *mcfg.exe* ist als 32-Bit-MDI-Applikation für Windows ausgeführt und bietet eine komfortable Umgebung zur SAP-Programmentwicklung sowie eine leistungsfähige Inbetriebnahme-, Diagnose- und Konfigurationsoberfläche.

Eine detaillierte Beschreibung erfolgt in den jeweiligen Handbüchern bzw. Kapiteln. Nachfolgend wird jedoch die Einstellung der Systemdaten beschrieben, da dieser für die Erstinbetriebnahme der Steuerung unumgänglich ist.

Das Hilfsprogramm *mcfg.exe* benötigt die Dateien *system.dat* und *rwmos.elf*. In *system.dat* sind die benutzerspezifischen Einstellungen für das jeweilige Antriebssystem abgelegt. Bei der Installation wird eine Default-Datei von der Installations-CD verwendet oder mit dem Hilfsprogramm *sysgen.exe* erzeugt.

Beim Start von *mcfg.exe* werden alle Achskanäle, bei welchen das *cef*-Error-Flag gesetzt ist, angezeigt. Dieser Fehler resultiert aus der Dateninkonsistenz zwischen der Systemdatei (*system.dat*) und der APCI-8001 bzw. APCI-8008. Der Fehler kann durch Speichern im aktivem [System Data]-Fenster behoben werden. Eine ausführliche Beschreibung des Programms *mcfg.exe* ist im MCFG-Handbuch zu finden.

4.3 Das Hilfsprogramm *ncc.exe*

Mit dem Kommandozeilen-Compiler *ncc.exe* können Stand-Alone-Applikationsprogramme (SAP-Programme) direkt aus der DOS-Ebene (Eingabeaufforderung) von Windows-32-Systemen generiert werden. Der Compiler ist 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 Dateierweiterungsname wird automatisch die Endung *.src* angenommen. Die verschiedenen Optionen *[Option]* werden weiter unten erläutert und müssen durch Leerzeichen voneinander getrennt werden.

Sofern eine fehlerfreie Kompilierung möglich war, wird eine Autocode-Datei mit dem Dateinamen *filename.cnc* im aktuellen Verzeichnis angelegt. Bei Auftreten eines Fehlers wird die Kompilierung jedoch abgebrochen und die fehlerhafte Zeilennummer zusammen mit dem Fehlertext auf dem Bildschirm angezeigt.

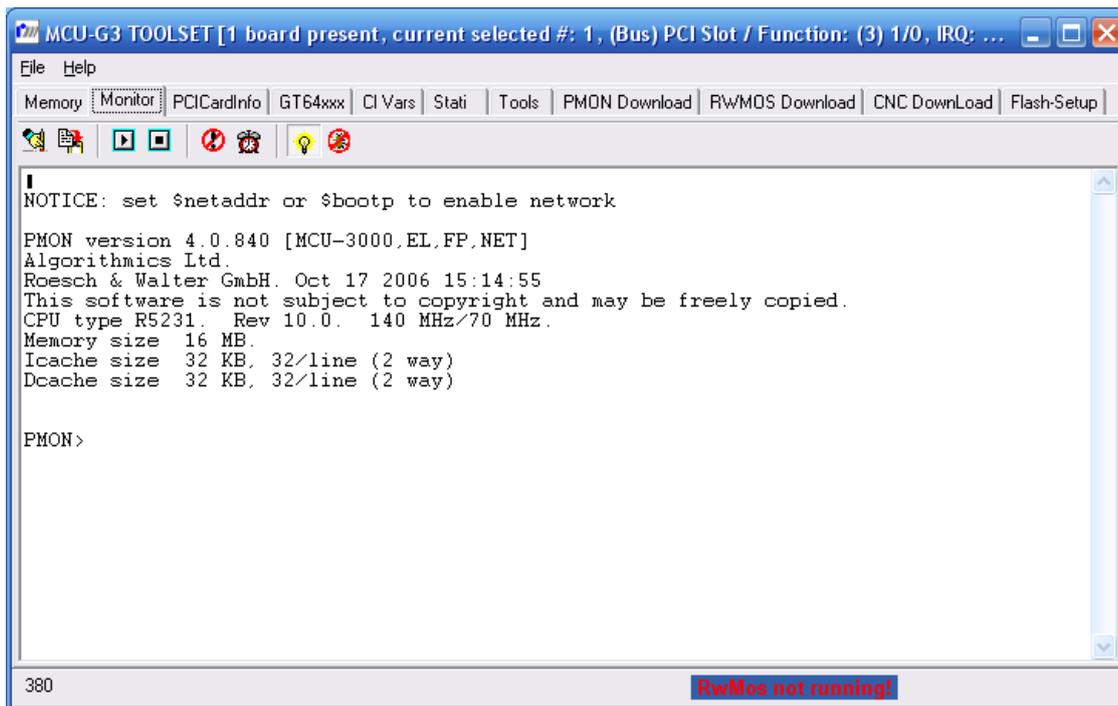
NCC-Kommandozeilen-Compiler-Optionen *[Option]*

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 Default-Namen dieser Achsenbezeichner sind dabei A1 .. A18.
SC	(Syntax Check) Es wird lediglich ein Compiler-Lauf ohne Generierung einer CNC-Datei durchgeführt. Dies dient vor allem zum syntaktischen Überprüfen des SAP-Quelltextprogramms.
TSK x	(Task Selection, x = 0..3) Die Erzeugung der Autocode-Datei wird für Task x vorgenommen. Sofern das SAP-Programm jedoch einen {\$TASK} Compilerbefehl enthält, ist der Parameter TSK x hinfällig.

4.4 Das Hilfsprogramm *fwsetup.exe*

Das Programm *fwsetup* ist ein Monitorprogramm zum direkten Zugriff auf die Steuerungsbaugruppe. Im ungebooteten Zustand können hier Informationen über den Boot-Loader PMON der Steuerung angezeigt werden. Des Weiteren lassen sich Umgebungsvariable zur Konfiguration der Steuerung anzeigen und verändern. So können z.B. Speicherbereiche verwaltet sowie Achsspezifikationen und die Abtastrate gesetzt werden.

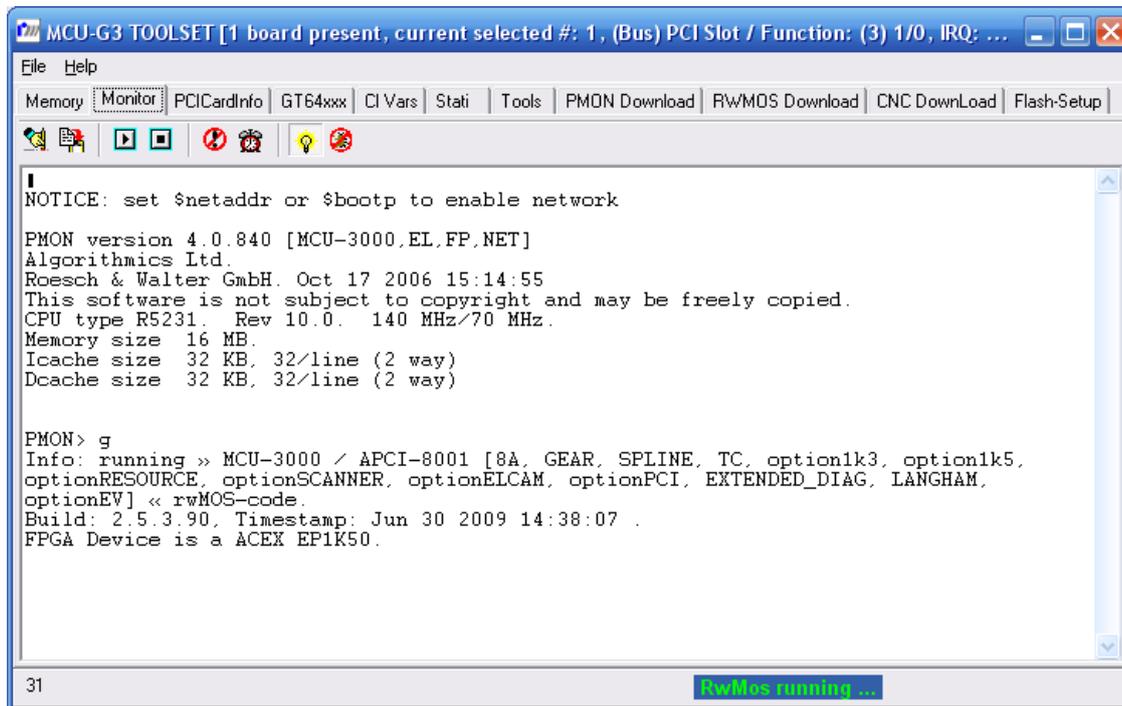
Bild: Monitor-Screen von *fwsetup* bei ungebooteter Steuerung



Beim Booten der Steuerung gibt RWMOS.ELF Meldungen über die Eigenschaften und Optionen aus, die im Monitor-Screen verifiziert werden können. Dieser Bildschirm kann insbesondere bei Fehlerzuständen und bei Programmierproblemen hilfreiche Informationen liefern, weil hier unter Umständen RWMOS-interne Fehlermeldungen oder Hinweise angezeigt werden.

Auf der Registerkarte „Stati“ werden RWMOS-interne Laufzeiten und Kommunikationszustände dargestellt. Hinweise zur Handhabung von *fwsetup.exe* für bestimmte Anwendungsfälle, insbesondere bei der Neuinstallation, sind im Programmierhandbuch (PHB) beschrieben.

Bild: Monitor-Screen von fwsetup bei gebooteter Steuerung



4.5 Das Hilfsprogramm McuControllnit.exe

Mit Hilfe des Programms McuControllnit.exe können die Controller-Flags der rwmos.elf Lageregler testweise zur Laufzeit angezeigt und modifiziert werden. Somit lassen sich Regler-Optimierungen und Parameter-Ermittlungen auf einfache Weise ohne Programmänderungen durchführen. Das Programm ist auf der APCI-800x-Toolset CD enthalten. Die Flags werden im PHB-Handbuch im Kapitel „ControllerFlags“ beschrieben.

Bild: Ansicht des Hilfsprogramms McuControllnit.exe

