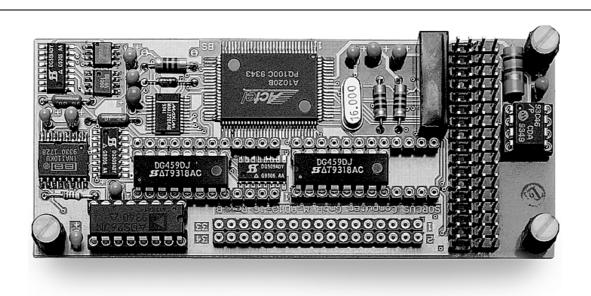
# 3. M-AD12-16

# 16 analoge Eingänge mit 12 Bit Auflösung und 16 verschiedenen Eingangsbereichen



Funktionsbeschreibung	3-3
Meßbereiche	3-4
Betriebsarten	3-5
Abgleich des Moduls	3-6
Blockschaltbild	
Technische Daten	3-10
Lieferumfang	

Konfiguration und Einbau	3-11
Lageplan Einbau von A-Links EEPROM-Inhalte	3-13

Steckerbelegung	3-21
Modul-Device-Treiber M-AD12-16	3-22
Installationsparameter	3-22
Kanaleigenschaftsstruktur CPS_MAD1216	
Analoge Eingänge (Differenz)	
Analoge Eingänge (massebezogen)	
Zugriff	
Eingangsbereiche	
Hochsprachenbibliothek	3-25
Programmierung mit I/O-Zugriffen	3-30
Lokale I/O-Adressen	3-30
Hinweise zur Programmierung	

# **Funktionsbeschreibung**

Das M-AD12-16 ist ein Modul zur Analog/Digital-Umsetzung. Es ist mit einem schnellen 12-Bit-Wandler und einem Gate-Array zur Ansteuerung ausgestattet. Folgende Funktionseinheiten befinden sich auf dem Modul:

- 16 massebezogene oder maximal 8 Differenzkanäle, für jeden Kanal einstellbar.
- 12-Bit Auflösung, 1,8 µs Wandlungszeit (M-AD12-16/2) oder 2,8 µs Wandlungszeit (M-AD12-16/3).
- 16 verschiedene Eingangsbereiche, für jeden Kanal einstellbar.
- Interner Settle-Timer zur Berücksichtigung der Einschwingzeit nach einer Kanalumschaltung.
- Interne Hardware-Korrektur von Offset- und Gain-Fehlern.
- Automatische Kanalweiterschaltung (Autoinkrement-Mode) für sehr schnelle Datenerfassung.
- EEPROM zur Speicherung von Korrekturwerten.
- Softwarekompatibel zum M-AD16-3 Modul (siehe Application Note 41, auf Anfrage bei SORCUS erhältlich).
- Keine Jumper, alle Einstellungen können per Software vorgenommen werden.
- Keine zusätzliche externe Versorgungsspannung notwendig.

Das Modul verfügt über 16 Eingänge (AIN-0 bis AIN-15), die entweder einzeln als massebezogene Kanäle oder paarweise als Differenzkanäle benutzt werden können. Auch eine gemischte Konfiguration, z. B. mit 2 Differenzkanälen und 12 massebezogenen Kanälen, ist möglich. Wie Sie massebezogene und Differenzeingänge anschließen, finden Sie in der Einführung im Abschnitt "Analogeingänge".

Beachten Sie bitte, daß bei Differenzeingängen - unabhängig davon, wie groß die Spannungsdifferenz der beiden Signale ist - korrekte Messungen nur dann möglich sind, wenn keine der beiden Spannungen (bezogen auf Masse) 10 Volt überschreitet.

#### Meßbereiche

Auf dem M-AD12-16 Modul kann für jeden Eingangskanal getrennt der Kanaltyp (massebezogen oder Differenz) und der Eingangsspannungsbereich (unipolar oder bipolar) eingestellt werden. Die folgende Tabelle zeigt, welche Spannungsbereiche zur Verfügung stehen.

Eingangsbereiche				
Unipolar positiv	0 bis 625 mV, 0 bis 1,25 V, 0 bis 2,5 V, 0 bis 5 V, 0 bis 10 V			
Unipolar negativ	0 bis -625 mV, 0 bis -1,25 V, 0 bis -2,5 V, 0 bis -5 V, 0 bis -10 V			
Bipolar	$\pm 312,5$ mV, $\pm 625$ mV, $\pm 1,25$ V, $\pm 2,5$ V, $\pm 5$ V, $\pm 10$ V (massebezogen oder Differenz)			
Zusatzeigenschaften:	5-Volt-Referenz zurückmessen			
	-5-Volt-Referenz zurückmessen			
	A/D-Wandler-Temperatur messen (Kennlinie: -2mV/K; 0,65 V bei 0 °Celsius)			
	GND am A/D-Wandler messen			
	GND am Multiplexer messen			

Jedesmal, wenn Kanalnummer oder Kanalparameter (Verstärkung, etc.) neu eingestellt werden, dauert es eine gewisse Zeit, bis der Analogteil des Moduls eingeschwungen ist und die korrekte Spannung am A/D-Wandler anliegt (die sogenannte Settle-Time). Wenn der A/D-Wandler vor Ablauf dieser Zeit mit der Wandlung beginnt, kommt es zu falschen Ergebnissen. Um das zu vermeiden, verfügt das Modul über einen zusätzlichen Timer (= Settle-Timer), der eine Zwangspause zwischen dem Einstellen eines Kanals und dem Starten der Wandlung einfügt. Die Länge dieser Pause wird durch die mitgelieferte Software automatisch ermittelt und eingestellt. Sie kann aber auch direkt programmiert werden.

Die Einschwingzeit ist vom Innenwiderstand der Signalquelle abhängig. Sie kann für Widerstände größer 1 k $\Omega$  mit folgender Formel grob abgeschätzt werden:

Einschwingzeit [in  $\mu$ s] = 0,4 \* Innenwiderstand der Signalquelle [in  $k\Omega$ ]



Schließen Sie unbenutzte Kanäle an Masse an. Sie vermeiden dadurch unnötig lange Einschwingzeiten.

#### **Betriebsarten**

Das Modul unterstützt drei Betriebsarten (siehe auch Seite 3-34):

#### 1) Auto-Start (wird vom Modul-Device-Treiber verwendet)

Nach Anwahl des zu messenden Kanals wird automatisch die vorher eingestellte Settle-Time abgewartet und danach die Wandlung automatisch gestartet. Anschließend kann die CPU der Basiskarte das Ergebnis auslesen. Sollte die Wandlung noch nicht beendet sein, so wird der CPU-Zugriff automatisch verlängert. Üblicherweise wird diese Betriebsart benutzt.

#### 2) Autoinkrement

Diese Betriebsart dient dazu, eine Gruppe aufeinanderfolgender Kanäle möglichst schnell zu wandeln und einzulesen. Die Gruppe beginnt immer mit Kanal 0 und endet mit einem einstellbaren Endkanal.

Nach dem Einstellen der Betriebsart und dem Festlegen des Endkanals wird automatisch Kanal 0 eingestellt und der Settle-Timer gestartet. Die Wandlung von Kanal 0 beginnt, wenn die CPU den A/D-Wandler auslesen will. Dieser Lesezugriff wird automatisch so lange verlängert, bis die Wandlung beendet ist und der gemessene Wert übergeben werden kann. Wenn zum Zeitpunkt des Lesens des Ergebnisses der Settle-Timer noch nicht abgelaufen ist (also der Analogteil noch nicht vollständig eingeschwungen ist), dann wird der Start der Wandlung entsprechend verzögert. Nach dem Ende der Wandlung wird automatisch sofort der nächste Kanal eingestellt (in diesem Beispiel also Kanal 1), der Settle-Timer erneut gestartet und nach Ablauf des Timers die Wandlung automatisch wieder gestartet. Mit einem Lesezugriff kann die CPU nun das Ergebnis von Kanal 1 auslesen. Erfolgt der Lesezugriff während des Einschwingens bzw. während der Wandlung, so wird der Lesezugriff entsprechend verlängert, bis das Meßergebnis zur Verfügung steht. Dieser Vorgang wiederholt sich so oft, bis der Endkanal erreicht ist. Danach wird automatisch wieder Kanal 0 eingestellt. Die Wandlung von Kanal 0 wird aber erst dann gestartet, wenn die CPU den A/D-Wandler auslesen will.

Optional läßt sich die Wandlung von Kanal 0 auch über einen der drei Timer A, B oder C der Basiskarte starten.

#### 3) Softwarekontrolliert

In dieser Betriebsart werden Kanalanwahl und Start der Wandlung komplett von der Software gesteuert. Der Settle-Timer für die Einschwingzeit wird nicht (!) benutzt. Das Programm muß also sicherstellen, daß die Zeit zwischen Kanalanwahl und Start der Wandlung lange genug ist, so daß der Analogteil sicher eingeschwungen ist.

### **Abgleich des Moduls**

Das M-AD12-16 Modul hat keine Abgleichpotentiometer, der Abgleich wird digital durchgeführt. Die Korrekturwerte (Gain und Offset) des Moduls wurden im Werk ermittelt und ins EEPROM des Moduls eingetragen.

Diese Korrekturwerte können in Registern auf dem Modul gespeichert werden, so daß bei einer Messung automatisch eine Korrektur des Ergebnisses durchgeführt wird (hardwaremäßig). Beachten Sie bitte, daß jeder Meßbereich seine individuellen Korrekturwerte besitzt. Das heißt, daß nach dem Umschalten auf einen neuen Meßbereich auch die Korrekturfaktoren des Meßbereichs in die Register des Moduls neu eingetragen werden müssen. Das macht der Modul-Device-Treiber automatisch.

Sie können die Korrekturwerte mit SNW bzw. SNW32 jederzeit neu bestimmen und so einen Abgleich des Moduls durchführen. Sie benötigen dazu lediglich zwei Referenzspannungen. Öffnen Sie mit 'Test/Modul' das Testfenster zum M-AD12-16, und schalten Sie dann mit 'Test/Test-Optionen/Abgleich' zum Abgleichdialog um. Folgen Sie den dort angegebenen Anweisungen. Für die Bestimmung der Korrekturwerte und deren Verwendung stehen neben SNW bzw. SNW32 in den mitgelieferten Bibliotheken Prozeduren zur Verfügung, so daß Sie sich darum in der Regel nicht zu kümmern brauchen. Falls es doch nötig sein wird, gibt das untenstehende Kapitel nähere Auskunft über die Berechnung der Korrekturwerte.

Das M-AD12-16 Modul bietet außerdem die Möglichkeit, die Temperatur des A/D-Wandlers zu bestimmen, und damit die Möglichkeit einer Temperaturkompensation.

#### Bestimmung der Korrekturwerte:

Die gewandelten Werte  $(X_{_{M}})$  des M-AD12-16 Moduls werden einer linearen Korrektur gemäß den folgenden Formeln unterzogen, worin *GAIN* und *OFFSET* für die sogenannten Korrekturwerte stehen. Beachten Sie bitte, daß jeweils für bipolare Bereiche  $(X_{_{M}} = -2048 \text{ bis } +2047)$ , unipolar positive Bereiche  $(X_{_{M}} = 0 \text{ bis } 4095)$  und unipolar negative Bereiche  $(X_{_{M}} = -4095 \text{ bis } 0)$ , unterschiedliche Formeln verwendet werden.

Formel für bipolare Bereiche (z. B.  $\pm 5$  Volt):

$$X_{KOR} = GAIN \cdot \frac{X_M + 2048}{2047} + OFFSET + X_M$$
  
(-2048 \le X\_M \le +2047)

Formel für unipolar positive Bereiche (z. B. 0 bis +5 Volt):

$$X_{KOR} = GAIN \cdot \frac{X_{M}}{2048} + OFFSET + X_{M}$$
$$(0 \le X_{M} \le +4095)$$

Formel für unipolar negative Bereiche (z. B. -5 Volt bis 0 Volt):

$$X_{KOR} = GAIN \cdot \frac{X_{M}}{2048} - OFFSET + X_{M}$$
$$(-4095 \le X_{M} \le 0)$$

Die Korrekturfaktoren *GAIN* und *OFFSET* werden mit Hilfe von zwei Messungen bestimmt. Dabei werden nacheinander zwei Referenzspannungen angelegt (*SOLL*<sub>1</sub> und *SOLL*<sub>2</sub>) und mit dem M-AD12-16 gemessen (*IST*<sub>1</sub> und *IST*<sub>2</sub>). Nach den untenstehenden Formeln lassen sich daraus die Korrekturfaktoren für Gain und Offset berechnen. Beachten Sie bitte, daß *GAIN* zwischen 0 und +31 und *OFFSET* zwischen -32 und +31 liegen darf.

Formel für bipolare Bereiche:

$$GAIN = 2048 \cdot \frac{(SOLL_2 - SOLL_1) - (IST_2 - IST_1)}{IST_2 - IST_1}$$

$$OFFSET = SOLL_1 - IST_1 - GAIN \cdot \frac{IST_1 + 2048}{2048}$$

$$(-2048 \le SOLL_1 \le +2047)$$

$$(-2048 \le SOLL_2 \le +2047)$$

$$(-2048 \le IST_1 \le +2047)$$

$$(-2048 \le IST_2 \le +2047)$$

Formel für unipolar positive Bereiche:

$$GAIN = 2048 \cdot \frac{(SOLL_2 - SOLL_1) - (IST_2 - IST_1)}{IST_2 - IST_1}$$

$$OFFSET = SOLL_1 - IST_1 - GAIN \cdot \frac{IST_1}{2048}$$

$$(0 \le SOLL_1 \le +4095)$$

$$(0 \le SOLL_2 \le +4095)$$

$$(0 \le IST_1 \le +4095)$$

$$(0 \le IST_2 \le +4095)$$

Formel für unipolar negative Bereiche:

$$GAIN = 2048 \cdot \frac{(SOLL_2 - SOLL_1) - (IST_2 - IST_1)}{IST_2 - IST_1}$$

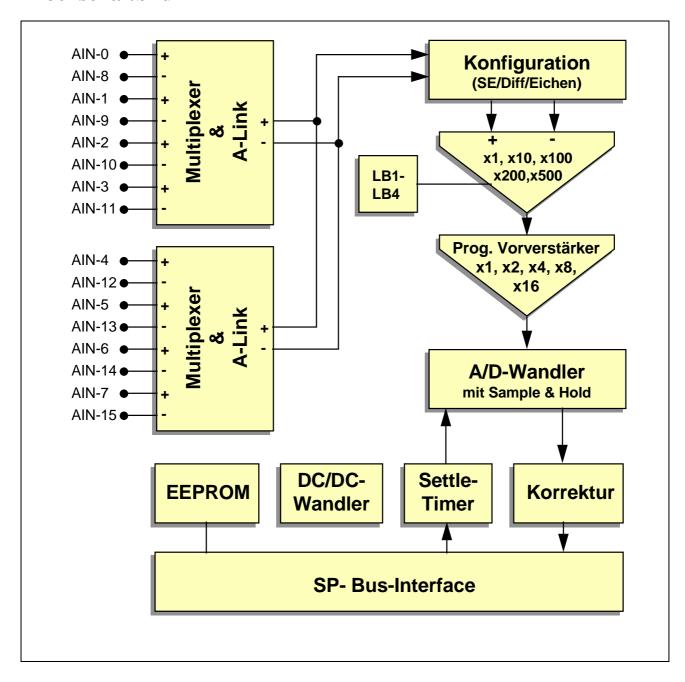
$$OFFSET = IST_1 + GAIN \cdot \frac{IST_1}{2048} - SOLL_1$$

$$(-4095 \le SOLL_1 \le 0)$$

$$(-4095 \le IST_1 \le 0)$$

$$(-4095 \le IST_2 \le 0)$$

#### **Blockschaltbild**



#### **Technische Daten**

Parameter	Wert	Einheit
Max. Anzahl massebezogener Kanäle	16	
Max. Anzahl Differenzkanäle	8	-
Auflösung	12	Bit
Eingangsbereiche (per Software einstellbar)	16 1	-
Vorbereitet für A-Links <sup>2</sup>	ja	-
Überspannungsfest	±35	Volt
Eingangsimpedanz	>10	$\mathrm{M}\Omega$
Eingangskapazität	ca. 60	pF
Wandlungszeit (ohne Settle-Time)		
M-AD12-16/2	1,8	μs
M-AD12-16/3	2,8	μs
Interne Taktfrequenz	16	MHz
Messung der on-board Temperatur	ja	-
Automatische Korrektur der Meßergebnisse per Hardware	ja	_
Stromaufnahme: 5 V (±5%)	260	mA
Betriebstemperatur	0 bis 60	°C
Abmessungen (L x B x H)	106 x 45 x 15	mm

# Lieferumfang

Zum Lieferumfang des Moduls M-AD12-16 gehören folgende Artikel:

- SPB-Modul M-AD12-16
- 34-poliger Pfostenstecker für Flachbandkabel
- Datenträger mit Programmbibliotheken (Pascal und C)

Es sind 16 Bereiche je Kanal per Software wählbar: Unipolar positiv: 0 bis 625 mV, 0 bis 1,25 V, 0 bis 2,5 V, 0 bis 5 V, 0 bis 10 V Unipolar negativ: 0 bis -625 mV, 0 bis -1,25 V, 0 bis -2,5 V, 0 bis -5 V, 0 bis -10 V Bipolar:  $\pm 312,5$  mV,  $\pm 625$  mV,  $\pm 1,25$  V,  $\pm 2,5$  V,  $\pm 5$  V,  $\pm 10$  V

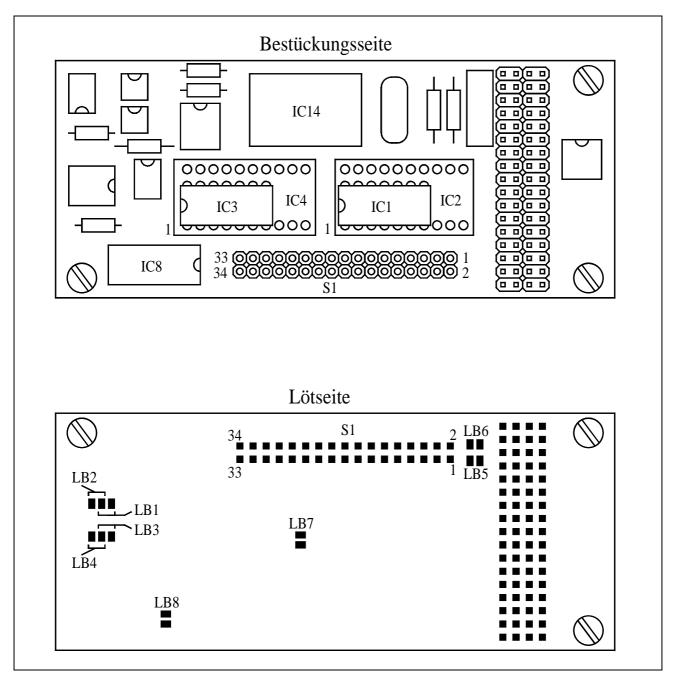
<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> A-Links sind spezielle Mikro-Module, die auch andere Eingangsbereiche erlauben, z. B. 0 bis 20 mA, 0 bis 60 Volt oder auch kundenspezifische Bereiche. Auf das M-AD12-16 Modul können zwei A-Links aufgesteckt werden (siehe Seite 3-12).

# Konfiguration und Einbau

Das Modul enthält keine Brücken oder Jumper, so daß alle beschriebenen Einstellungen per Software nach dem Einbau des Moduls vorgenommen werden können. Zusätzlich lassen sich jedoch folgende Verstärkungsfaktoren fest über Lötbrücken (siehe Lageplan auf Seite 3-12) einstellen:

Verstärkung	Lötbrücke
1	LB1 bis LB4 offen (werkseitige Einstellung)
10	LB1 schließen, LB2, LB3 und LB4 offen
100	LB2 schließen, LB1, LB3 und LB4 offen
200	LB3 schließen, LB1, LB2 und LB4 offen
500	LB4 schließen, LB1, LB2 und LB3 offen

# Lageplan



Zu LB1 bis LB4 siehe Seite 3-11. Zu LB5 und LB6 siehe Seite 3-21. LB7 und LB8 dürfen nicht verändert werden.

#### Einbau von A-Links

A-Links sind aufsteckbare Mikro-Module, um andere Eingangsbereiche zu realisieren, z. B. 0 bis 100 Volt, 0 bis 20 mA oder kundenspezifische Bereiche, auch für einzelne Kanäle. Auf dem M-AD12-16 Modul sind zwei Steckplätze für A-Links vorgesehen. Um ein A-Link auf dem Modul zu installieren, gehen Sie bitte wie folgt vor und beachten Sie bitte die Vorschriften und Handlungsanweisungen zur Vermeidung elektrostatischer Entladungen:

- 1) Bauen Sie das Modul aus und legen Sie es vor sich auf elektrisch leitfähigen Untergrund.
- 2) Falls Sie nur ein A-Link einsetzen wollen, so entfernen Sie entweder IC1 (für die Eingänge AIN-0 bis AIN-3 und AIN-8 bis AIN-11) oder IC3 (für die Eingänge AIN-4 bis AIN-7 und AIN-12 bis AIN-15). Das andere IC (IC1 bzw. IC3) lassen Sie stecken.
  - Falls Sie zwei A-Links verwenden, entfernen Sie IC1 und IC3 aus ihren Fassungen (siehe Lageplan auf Seite 3-12).
  - Bewahren Sie die entfernten ICs in einem elektrisch leitfähigen Behälter auf.
- 3) Stecken Sie die A-Links auf die nun frei gewordenen Steckplätze (IC2 und IC4).
  - Achten Sie beim Aufstecken unbedingt auf die richtige Einbaulage (Pin-1 in Pin-1, siehe Lageplan). Ein falsches Aufstecken kann das A-Link und das Modul beschädigen.

4) Nachdem Sie den Umbau nochmals überprüft haben, können Sie das Modul wieder in Betrieb nehmen.

Beachten Sie bitte, daß die A-Links, bedingt durch ihren hohen Eingangswiderstand, eine längere Einschwingzeit benötigen (siehe auch Seite 3-5). Der interne Settle-Timer reicht dann zur Berücksichtigung der Einschwingzeit gegebenenfalls nicht mehr aus. Entweder muß dann per Software so lange abgewartet werden, bis der Kanal eingeschwungen ist, oder man wandelt den gleichen Kanal mehrfach (und verwendet nur das Ergebnis der letzten Wandlung), so daß der interne Settle-Timer mehrfach gestartet wird.

In der folgenden Tabelle wird zwischen **eingestelltem** und **effektivem** Bereich unterschieden. Der **eingestellte** Bereich ist der, der mit den Bibliotheken oder Portzugriffen angegeben wird. Aus dieser Einstellung, zusammen mit dem verwendeten A-Link, ergibt sich der **effektive** Bereich.

Bezeichnung	Kanäle	Eingangsbereich (max.)	Eingangs- widerstand	auf dem Modul einzustellender Bereich
A-Link/4x20i	4 Differenzein- gänge	0 bis 20 mA	125 Ω	0 bis 2,5 Volt Effektiver Bereich = 0 bis 20 mA
A-Link/8x20i	8 massebezogene Eingänge	0 bis 20 mA	125 Ω	0 bis 2,5 Volt Effektiver Bereich = 0 bis 20 mA
A-Link/8x10U	8 massebezogene oder 4 Diffe- renzeingänge	±10 V	100 kΩ	alle Eingangsbereiche mög- lich Effektiver Bereich = eingestellter Bereich
A-Link/8x20U	8 massebezogene oder 4 Diffe- renzeingänge	±20 V	200 kΩ	alle Eingangsbereiche mög- lich Effektiver Bereich = eingestellter Bereich mal 2
A-Link/8x40U	8 massebezogene oder 4 Diffe- renzeingänge	±40 V	200 kΩ	alle Eingangsbereiche mög- lich Effektiver Bereich = eingestellter Bereich mal 4
A-Link/8x100U	8 massebezogene oder 4 Diffe- renzeingänge	±100 V	200 kΩ	alle Eingangsbereiche mög- lich Effektiver Bereich = eingestellter Bereich mal 10

# **EEPROM-Inhalte**

Werkseitig ist bereits eine Konfiguration im EEPROM voreingestellt:

WORT	Binär		Hex.	Bedeutung (Kurzinfo)
0	0010 0011	0010 0111	2327h	Modultyp: M-AD12-16
1	1000 0000	0000 0001	8001h	Bestückung der Lötbrücken und Init
2	0000 0000	0000 0000	0000h	A/D-Referenz
3	0000 0000	0000 0000	0000h	On-board Temperatur 25°C
4	0000 0000	0000 0000	0000h	On-board Temperatur 50°C
5	0001 0001	0100 0010	1142h	Hardware-Bestückung
6	0000 0000	0000 0000	0000h	Korrektur: ±10 V
7	0000 0000	0000 0000	0000h	Korrektur: ±5 V
8	0000 0000	0000 0000	0000h	Korrektur: ±2,5 V
9	0000 0000	0000 0000	0000h	Korrektur: ±1,25 V
10	0000 0000	0000 0000	0000h	Korrektur: ±625 mV
11	0000 0000	0000 0000	0000h	Korrektur: ±312,5 mV
12	0000 0000	0000 0000	0000h	Korrektur: 0 bis 10 V
13	0000 0000	0000 0000	0000h	Korrektur: 0 bis 5 V
14	0000 0000	0000 0000	0000h	Korrektur: 0 bis 2,5 V
15	0000 0000	0000 0000	0000h	Korrektur: 0 bis 1,25 V
16	0000 0000	0000 0000	0000h	Korrektur: 0 bis 625 mV
17	0000 0000	0000 0000	0000h	Korrektur: 0 bis -10 V
18	0000 0000	0000 0000	0000h	Korrektur: 0 bis -5 V
19	0000 0000	0000 0000	0000h	Korrektur: 0 bis -2,5 V
20	0000 0000	0000 0000	0000h	Korrektur: 0 bis -1,25 V
21	0000 0000	0000 0000	0000h	Korrektur: 0 bis -625 mV
22	1111 1111	1111 1111	ffffh	Settle-Time: ±10 V und ±5 V
23	1111 1111	1111 1111	ffffh	Settle-Time: ±2,5 V und ±1,25 V
24	1111 1111	1111 1111	ffffh	Settle-Time: ±625 mV und ±312,5 mV
25	1111 1111	1111 1111	ffffh	Settle-Time: +10 V und +5 V
26	1111 1111	1111 1111	ffffh	Settle-Time: +2,5 V und +1,25 V
27	1111 1111	1111 1111	ffffh	Settle-Time: +625 mV
28	1111 1111	1111 1111	ffffh	Settle-Time: -10 V und -5 V
29	1111 1111	1111 1111	ffffh	Settle-Time: -2,5 V und -1,25 V
30	1111 1111	1111 1111	ffffh	Settle-Time: -625 mV
31	0000 0000	0000 0000	0000h	Reserviert

# WORT-0: Typ und Version des Moduls (darf nicht geändert werden)

15 14 13 12 11 10 9 8 0 0 1 0 0 0 1 1	7       6       5       4       3       2       1       0         0       0       1       0       0       1       1       1       1	WORT-0: Kennung
	0 0 1 0 0 1 1 1	Modultyp: 27h = M-AD12-16
0 0 1 1		Revision: $1 = A, 2 = B, 3 = C$ , etc
0		Reserviert
0 0 1		Kennung

# WORT-1: Bestückung der Lötbrücken und Initialisierung

Mit Bit-0 kann eingestellt werden, ob das Modul nach einem Hardware-Reset entsprechend den EEPROM-Inhalten konfiguriert wird oder nicht.

15 14 13 12 11 10 9 8	7 6 5 4 3 2 1 0	
1 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 1	WORT-1: LB1 bis LB8 und Initialisierung
		(werks. Einst.)
		geändert am: von:
	1	Init nach Hardreset: $0 = \text{nein}$ , $1 = \text{ja}$
		Reserviert
	0	0 = Master, 1 = Slave
		(nur in Verbindung mit S&H-A-Link und geschlossener Brücke LB7)
		LB1: $0 = offen$ , $1 = geschlossen$
		LB2: $0 = offen$ , $1 = geschlossen$
0		LB3: $0 = offen$ , $1 = geschlossen$
0		LB4: $0 = offen, 1 = geschlossen$
0		LB5: $0 = offen, 1 = geschlossen$
0		LB6: $0 = offen, 1 = geschlossen$
0		LB7: $0 = offen, 1 = geschlossen$
1		LB8: $0 = offen$ , $1 = geschlossen$

# **WORT-2: A/D-Wandler-Referenzspannung**

Im unteren Byte ist die Abweichung der Referenzspannung von -5 Volt in mV bei 25°C angegeben, im oberen Byte die Steilheit der Kurve (in mV pro 10°C).

15	15 14 13 12 11 10 9 8								7
0	0	0	0	0	0	0	0		0
					l				

7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0
					•		

WORT-2: A/D-Referenz (werks. Einst.)

geändert am: von:

0 0 0 0 0 0 0 0

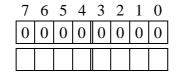


Abweichung in mV bei 25°C

Temperaturabhängigkeit in mV pro 10°C

# **WORT-3 und WORT-4: On-board Temperaturmessung**

15	15 14 13 12 11 10 9 8						
0	0	0	0	0	0	0	0



WORT-3: Temperatur 25°C (werks. Einst.)

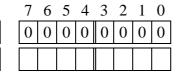
geändert am: von:

0 0 0 0 0 0 0 0

0	0	0	0	0	0	0	0

Ergebnis bei 25°C (Zweierkomplement)

15 14 13 12 11 10 9 8 0 0 0 0 0 0 0 0 0

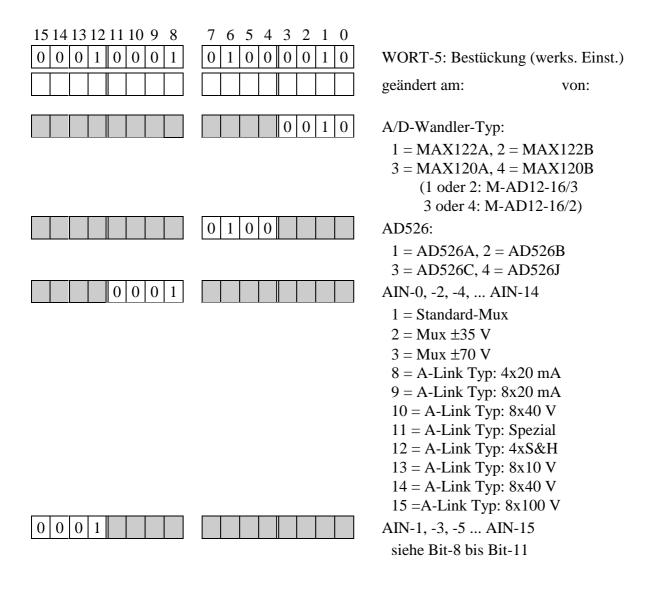


WORT-4: Temperatur 50°C (werks. Einst.)

geändert am: von:

Ergebnis bei 50°C (Zweierkomplement)

# **WORT-5: Hardware-Bestückung**



# WORT-6 bis WORT-21: Korrekturwerte für die Analogkanäle

Je ein Wort enthält die Korrekturwerte für einen Analogeingangsbereich (für 25°C). Im unteren Byte steht jeweils der Wert für die Verstärkung, im oberen Byte der für Offset.

Wort	Bereich	Wort	Bereich	Wort	Bereich
6	±10 V	12	0 bis +10 V	17	0 bis -10 V
7	±5 V	13	0  bis  +5  V	18	0 bis -5 V
8	±2,5 V	14	0  bis  +2.5  V	19	0 bis -2,5 V
9	±1,25 V	15	0 bis +1,25 V	20	0 bis -1,25 V
10	±625 mV	16	0  bis  +625  mV	21	0 bis -625 mV
11	±312,5 mV				

0 0 0 0 0

1.	15 14 13 12 11 10 9 8							
(	)	0	0	0	0	0	0	0
_	_							

 $0 \mid 0 \mid 0$ 

					0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0								

 $0 \mid 0$ 

WORT-6 bis -21: Korrektur (werks. Einst.)

geändert am: von:

Korrekturwert Verstärkung

Korrekturwert Offset

# WORT-22 bis WORT-30: Settle-Time für die Analogkanäle

Je ein Byte enthält die Settle-Time für einen Analogeingangsbereich. Das niedrigwertige Byte eines Wortes ist mit -L, das höherwertige mit -H bezeichnet.

Wort	Bereich	Wort	Bereich	Wort	Bereich
22-L	±10 V	25-L	0 bis +10 V	28-L	0 bis -10 V
22-H	±5 V	25-H	0  bis  +5  V	28-H	0 bis -5 V
23-L	±2,5 V	26-L	0 bis $+2,5 \text{ V}$	29-L	0 bis -2,5 V
23-H	±1,25 V	26-H	0 bis $+1,25 \text{ V}$	29-H	0 bis -1,25 V
24-L	±625 mV	27-L	0  bis  +625  mV	30-L	0 bis -625 mV
24-H	±312,5 mV	27-H	reserviert	30-H	reserviert

15 14 13 12 11 10 9 8	7 6 5 4 3 2 1 0	
1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	WORT-22 bis -30: Settle-Time
		(werks. Einst.)
		geändert am: von:
	1 1 1 1 1 1 1 1	Settle-Time Byte-L
1 1 1 1 1 1 1 1		Settle-Time Byte-H

Die Settle-Time  $T_s$  ergibt sich zu:

 $T_s = N / 16$  MHz, wobei N = Wert im EEPROM-WORT ist.

# Steckerbelegung

Das Modul wird über einen 34-poligen Anschlußstecker und ein entsprechendes Flachbandkabel mit der Außenwelt verbunden.

Pin	Massebezogen	Differenz
1	nicht angeschlossen 1	nicht angeschlossen 1
2	nicht angeschlossen <sup>2</sup>	nicht angeschlossen <sup>2</sup>
3	GND	GND
4	AIN-0	+ AIN-0
5	GND	GND
6	AIN-8	- AIN-0
7	GND	GND
8	AIN-1	+ AIN-1
9	GND	GND
10	AIN-9	- AIN-1
11	GND	GND
12	AIN-2	+ AIN-2
13	GND	GND
14	AIN-10	- AIN-2
15	GND	GND
16	AIN-3	+ AIN-3
17	GND	GND
18	AIN-11	- AIN-3
19	GND	GND
20	AIN-4	+ AIN-4
21	GND	GND
22	AIN-12	- AIN-4
23	GND	GND
24	AIN-5	+ AIN-5
25	GND	GND
26	AIN-13	- AIN-5
27	GND	GND
28	AIN-6	+ AIN-6
29	GND	GND
30	AIN-14	- AIN-6
31	GND	GND
32	AIN-7	+ AIN-7
33	GND	GND
34	AIN-15	- AIN-7

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Pin 1 kann mit Lötbrücke LB5 an GND angeschlossen werden.

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Pin 2 kann mit Lötbrücke LB6 an eine modulinterne Referenzspannungsquelle von -5 Volt angeschlossen werden.

# **Modul-Device-Treiber M-AD12-16**

Allgemeine Hinweise zum Umgang mit Modul-Device-Treibern finden Sie in der Einführung im Abschnitt 'Grundlagen zum Modul-Device-Treiber'.

# Installationsparameter

Parameter	Wert
Dateiname:	ML8D2700.LIB
Programmnummer:	42Ch
Tasknummer:	Steckplatz des Moduls
Interruptnummer:	0
Länge des Datenbereichs:	0
Flags:	800h

Befehl in INS-Datei (z.B. für Steckplatz 1):

M8INST ML8D2700 042C 0001 00 000000 00000800

# Kanaleigenschaftsstruktur CPS\_MAD1216

#### **Analoge Eingänge (Differenz)**

Ofs	Strukturelement	Datentyp	Bedeutung	
0	.usDevice	USHORT	Device-Typ: DEVICE_AIN_DIFF =	= 0202h
2	.usIndexFirst	USHORT	Index des ersten Device (0 bis 7)	
4	.usIndexLast	USHORT	Index des letzten Device (0 bis 7)	
6	.usFlags	USHORT	Mögliche Flags:	
			Bit 0: _CP_EXCLUSIVE Bit 2: _CP_UNCORRECTED	= 1 (exklusiv) = 4 (unkorrigiert)
			Alle anderen Bits $= 0$ .	
8	.us Read Mode	USHORT	Lesemodus: IO_MODE_DIRECT =	1
10	.usRange	USHORT	Meßbereich (s.u.)	

# Analoge Eingänge (massebezogen)

Ofs	Strukturelement	Datentyp	Bedeutung	
0	.usDevice	USHORT	Device-Typ: <i>DEVICE_AIN_SE</i> = 0.2	201h
2	.usIndexFirst	USHORT	Index des ersten Device (0 bis 15)	
4	.usIndexLast	USHORT	Index des letzten Device (0 bis 15)	
6	.usFlags	USHORT	Mögliche Flags:	
			Bit 0: _CP_EXCLUSIVE Bit 2: _CP_UNCORRECTED	= 1 (exklusiv) = 4 (unkorrigiert)
			Alle anderen Bits = $0$ .	
8	.us Read Mode	USHORT	Lesemodus: IO_MODE_DIRECT =	: 1
10	.usRange	USHORT	Meßbereich (s.u.)	

# **Zugriff**

Die Zugriffe auf die Devices erfolgen Wort- (Einzelkanal) bzw. Blockweise (Mehrkanal).

Die Eingänge können gelesen werden mit **mddx\_read\_channel\_short** (Einzelkanal) bzw. **mddx\_read\_channel\_block** (Mehrkanal).

# Eingangsbereiche

Unterstützte Meßbereiche des M-AD12-16:

RANGE_UPP_625MV	= 22h	Unipolar positiv 625 mV
RANGE_UPP_1V25	= 23h	Unipolar positiv 1,25 V
RANGE_UPP_2V5	= 24h	Unipolar positiv 2,5 V
RANGE_UPP_5V	= 25h	Unipolar positiv 5 V
RANGE_UPP_10V	= 26h	Unipolar positiv 10 V
RANGE_UPN_625MV	= 42h	Unipolar negativ 625 mV
RANGE_UPN_1V25	= 43h	Unipolar negativ 1,25 V
RANGE_UPN_2V5	= 44h	Unipolar negativ 2,5 V
RANGE_UPN_5V	= 45h	Unipolar negativ 5 V
RANGE_UPN_10V	= 46h	Unipolar negativ 10 V
RANGE_BIP_312MV5	= 61h	Bipolar ±312,5 mV
RANGE_BIP_625MV	= 62h	Bipolar ±625 mV
RANGE_BIP_1V25	=63h	Bipolar ±1,25 V
RANGE_BIP_2V5	= 64h	Bipolar ±2,5 V
RANGE_BIP_5V	=65h	Bipolar ±5 V
RANGE_BIP_10V	= 66h	Bipolar ±10 V
RANGE_20MA	= 81h	Strombereich 0 bis 20 mA

# Hochsprachenbibliothek

Wie die Bibliothek eingebunden und verwendet wird, finden Sie in der Einführung im Abschnitt 'Hochsprachenbibliotheken'. Der Name der Bibliothek (*libname*) lautet M039\_LIB, Sie finden sie im Verzeichnis (*pathname*) SPB\_MOD\BIB\MAD1216. Vor allen anderen Routinen muß die Prozedur m039\_bib\_ startup einmal aufgerufen werden.

#### m039\_bib\_startup

#### **Initialisiere Modulbibliothek**

Pascal PROCEDURE m039\_bib\_startup (micro\_slot: byte);

C void EXPORT m039\_bib\_startup (byte micro\_slot);

Funktion Diese Prozedur initialisiert die Modulbibliothek M039\_LIB. Es werden

u.a. die Initialisierungsdaten aus dem EEPROM des M-AD12-16 Mo-

duls übernommen.

### m039\_set\_conf\_eeprom

# **Setze EEPROM-Konfiguration**

Pascal PROCEDURE m039\_set\_conf\_eeprom (micro\_slot: byte);

C void EXPORT m039\_set\_conf\_eeprom (byte micro\_slot);

Funktion Diese Prozedur setzt die Konfiguration so, wie sie im EEPROM des

Moduls angegeben ist. Korrekturwerte und Default-Einstellungen nach dem Reset der Karte werden übernommen. Falls bereits mit der Prozedur **m039\_set\_correct\_values** Werte festgelegt wurden, werden sie

überschrieben.

#### m039\_set\_range

#### **Setze Kanaltyp und Spannungsbereich**

Pascal PROCEDURE m039\_set\_range (micro\_slot: byte; channel: byte;

typ: word; range: word);

C void EXPORT m039\_set\_range (byte micro\_slot, byte channel,

ushort typ, ushort range);

Funktion Diese Prozedur stellt den Typ eines Kanals (massebezogen, Diffe-

renzeingang oder interne Prüfspannung) und den Eingangsspannungs-

bereich ein.

Parameter *channel*:

Nummer des Kanals, dessen Eigenschaften eingestellt werden. Bei einem massebezogenen Eingang sind Werte zwischen 0 und 15 zulässig, bei einem Differenzeingang Werte zwischen 0 und 7. Bei der Messung von internen Prüfspannungen gibt *channel* an, welche Spannung ge-

messen werden soll (siehe *typ*).

typ:

spezifiziert, ob der Kanal massebezogen, als Differenzeingang oder als Prüfspannung konfiguriert wird. Die Tabelle zeigt, welche Werte übergeben werden können und welche Bedeutung der Parameter *channel* bei internen Messungen hat. Wenn ein Kanal als interne Prüfspannung konfiguriert wurde, kann der Eingangskanal mit der gleichen Nummer erst dann gemessen werden, wenn er mit **m039\_set\_range** neu konfiguriert wurde.

Wert	Konstante	Bedeutung
0	M039_SINGLE_ENDED	Massebezogener Eingang
256	M039_DIFFERENTIAL	Differenzeingang
1	M039_INTERNAL	Interne Spannungen messen:
	channel=0:	GND am Eingang
	channel=1:	GND am A/D-Wandler
	channel=2:	+5-Volt-Referenz
	channel=5:	A/D-Wandler-Temp.
	channel=7:	-5-Volt-Referenz

m039\_get\_range

range: spezifiziert den gewünschten Eingangsbereich des angegebenen Kanals:

Wert	Konstante	Bedeutung
0	M039_BP_10V	Bipolar ±10 V
1	M039_BP_5V	Bipolar ±5 V
2	M039_BP_2_5V	Bipolar ±2,5 V
3	M039_BP_1_25V	Bipolar ±1,25 V
4	M039_BP_625mV	Bipolar ±625 mV
5	M039_BP_312_5mV	Bipolar ±312,5 mV
6	M039_UPP_10V	Unipolar von 0 bis 10 V
7	M039_UPP_5V	Unipolar von 0 bis 5 V
8	M039_UPP_2_5V	Unipolar von 0 bis 2,5 V
9	M039_UPP_1_25V	Unipolar von 0 bis 1,25 V
10	M039_UPP_625mV	Unipolar von 0 bis 625 mV
11	M039_UPN_10V	Unipolar von 0 bis -10 V
12	M039_UPN_5V	Unipolar von 0 bis -5 V
13	M039_UPN_2_5V	Unipolar von 0 bis -2,5 V
14	M039_UPN_1_25V	Unipolar von 0 bis -1,25 V
15	M039_UPN_625mV	Unipolar von 0 bis -625 mV

Lies Kanaltyp und Spannungsbereich

# PROCEDURE m039\_get\_range (micro\_slot: byte; channel: byte; var typ: word; var range: integer); C void EXPORT m039\_get\_range (byte micro\_slot, byte channel, ushort \*typ, short \*range); Funktion Diese Prozedur liest die Kanaleinstellungen des angegebenen Kanals. Parameter channel: Kanal, dessen Einstellungen gelesen werden. typ: Siehe m039\_set\_range. range: Siehe m039\_set\_range.

#### m039\_set\_correct\_values

#### **Setze Korrekturwerte**

Pascal PROCEDURE m039\_set\_correct\_values (micro\_slot: byte;

channel: byte; corgain, coroffset: integer);

C void EXPORT m039\_set\_correct\_values (byte micro\_slot,

byte channel, short corgain, short coroffset);

Funktion Diese Prozedur setzt die Korrekturwerte Offset und Gain einen Kanal.

Die Korrekturwerte werden nur vorübergehend in der Bibliothek gespeichert und nicht im EEPROM des Moduls abgelegt. Bei Neustart

eines Programms sind sie gelöscht, d. h. = 0 gesetzt

Parameter channel: Nummer des Kanals, dessen Korrekturwerte eingestellt

werden sollen.

corgain: Faktor für Verstärkungskorrektur (siehe ab Seite 3-6).

*coroffset*: Faktor für Offset-Korrektur (siehe ab Seite 3-6).

# $m039\_get\_correct\_values$

#### **Lies Korrekturwerte**

Pascal PROCEDURE m039\_get\_correct\_values (micro\_slot: byte;

channel: byte; var corgain, coroffset: integer);

C void EXPORT m039\_get\_correct\_values (byte micro\_slot,

byte channel, short \*corgain, short \*coroffset);

Funktion Die Prozedur ermittelt die für einen Kanal in der Bibliothek gespei-

cherten Korrekturwerte.

Parameter channel: Nummer des Kanals, dessen Korrekturwerte gelesen wer-

den sollen.

corgain: Faktor für Verstärkungskorrektur (siehe ab Seite 3-6).

*coroffset*: Faktor für Offset-Korrektur (siehe ab Seite 3-6).

#### m039 in Lies analogen Eingang PROCEDURE m039\_in (micro\_slot: byte; channel: byte; **Pascal** var data\_var: integer); $\mathbf{C}$ void EXPORT m039\_in (byte micro\_slot, byte channel, short \*data\_var); **Funktion** Die Prozedur liest die Eingangsspannung eines Kanals entsprechend der gesetzten Parameter (Kanaltyp, Spannungsbereich, Korrekturwerte). channel: Parameter Nummer des Kanals, der gelesen werden soll. Ergebnis der Wandlung Der Wertebereich ergibt sich aus data\_var: der Konfiguration des Kanals, z. B. entspricht ein Spannungsbereich von ±5 Volt einem Wertebereich von -2048 bis +2047 und ein Spannungsbereich von 0 bis 10 Volt einem Wertebereich von 0 bis +4095. Bedingt durch die automatische Ergebniskorrektur (Offset und Gain) können auch größere Werte zurückgeliefert werden.

**3-30** *M-AD12-16 Lokale I/O-Adressen* 

# Programmierung mit I/O-Zugriffen

#### Lokale I/O-Adressen

Alle Register des Moduls stehen nach einem Reset der Basiskarte, falls nichts anderes angegeben ist, auf 00h.

Adresse	Zugr.	Funktion	
MBA+0bh	W8	Konfigurationsregister:	
		Bit-0: 0 =	Messen
		1 =	Interne Prüfspannungen messen <sup>1</sup>
		Bit-1: 0 =	8-Bit-Mode
		1 =	16-Bit-Mode
		Bit-2 und Bit-3	: Modultyp
		0 0	M-AD12-16/2 (1,8 μs)
		1 0	M-AD12-16/3 (2,8 µs, immer nach
			RESET)
		Bit-4: 0 =	Kanaleinstellung bleibt nach Wandlung unverändert
		1 =	Kanal nach jeder Wandlung + 1
			(= Autoinkrement)
		Bit-5:	Reserviert, z.Zt. = 0 setzen
			(1 = Spezial-Mode, überlappend,
			ab Gate-Array Rev. 2)
		Bit-6:	Immer auf 1 setzen (M-AD12-16)
		Bit-7:	Reserviert, immer auf 0 setzen

Gemessen werden, abhängig von der Kanaleinstellung in Register MBA+08h, folgende Spannungen: Kanal = 0: GND am Eingang, Kanal = 1: GND am A/D-Wandler, Kanal = 2: +5-Volt-Referenz, Kanal = 5: A/D-Wandler-Temperatur, Kanal = 7: -5-Volt-Referenz

Zugr.	Funktion		
W16 <b>Kanalregister:</b> Mit diesem Register werden die Betriebsart, der Eingangsbereich und ein Kanal angewählt. Wird die Auto-Start-Option benutzt (Bit-15 in diesem Register = 1), so wird die Wandlung nach Ablauf des Settle-Timers automatisch gestartet.			angewählt. Wird die Auto-Start- in diesem Register = 1), so wird die
	Bit-0 bis Bit-3:	Kana	llnummer 0 bis 15
	Bit-4 bis Bit-7:	Imm	er auf 0 setzen
	Bit-8:	0 =	Massebezogene Messung
		1 =	Differenzmessung
	Bit-9:	0 =	20-Volt-Bereich (z. B. ±10 V)
		1 =	10-Volt-Bereich (z. B. 0 bis 10 V, ±5 V)
	Bit-10:	0 =	Bipolare Messung (z. B. ±10 V, ±5 V)
		1 =	Unipolare Messung (z. B. 0 bis 10 V, 0 bis 5 V)
	Bit-11:	0 =	Eingang nicht invertiert
		1 =	Eingang invertiert (z. B. für Bereich von -10 V bis 0 V)
	Bit-12 bis Bit-14	:	Verstärkungsfaktor:
			0 = 1
			1 = 2
			2 = 4
			3 = 8
			4 = 16
	Bit-15:	0 =	Wandlung wird durch Auslesen des
			Ergebnisses gestartet.
		1 =	Auto-Start: Wandlung wird nach Ablauf des Settle-Timers automatisch gestartet.
	W16	Mit diesem Regibereich und ein HOption benutzt (IWandlung nach Astartet.  Bit-0 bis Bit-3: Bit-4 bis Bit-7: Bit-8: Bit-9: Bit-10: Bit-11:	Mit diesem Register webereich und ein Kanal a Option benutzt (Bit-15 Wandlung nach Ablauf startet.  Bit-0 bis Bit-3: Kana Bit-4 bis Bit-7: Imme Bit-8: 0 = 1 = 1 = 1 = 1 = 1 = 1 = 1 = 1 = 1 =

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Der Inhalt des Registers ist nach dem Einschalten undefiniert.

Adresse	Zugr.	Funktion	
MBA+05h	W8	Korrekturfaktor für Gain: <sup>1</sup> Die Formel zur Berechnung dieses Faktors finden Sie ab Seite 3-6. Es sind Werte von 0 bis 31 zugelassen (0: keine Gain-Korrektur).	
MBA+06h	W8	Korrekturfaktor für Offset: <sup>1</sup> Die Formel zur Berechnung des Faktors finden Sie ab Seite 3-6. Es sind Werte von -32 bis +31 zugelassen (0: keine Offset-Korrektur).	
MBA+07h	W8	Settle-Timer:  Der Settle-Timer ist ein Abwärtszähler, der im Mode Auto- Start und Autoinkrement die Wandlung automatisch startet, sobald er den Wert 0 erreicht hat. Die Taktrate des Settle- Timers beträgt 62,5 ns = 16 MHz. Es sind Werte von 0 bis 255 zugelassen. Die Settle-Time errechnet sich also folgen- dermaßen: Registerwert * 62,5 ns.	
MBA+0dh	R8	Modulerkennung: Dieses Register liefert in Bit-0 eine "1". Das Modul M-AD16-3 (Typ 12) liefert auf derselben Adresse immer eine "0" in Bit-0. Bit-1 bis Bit-7 enthalten die Gate-Array Revision.  Zum Beispiel: Inhalt von MBA+0dh: 0001 1001b = 19h = 25 bedeutet  1 Bit nach rechts schieben: 0000 1100b = 0ch = 12	
MBA+08h	R16	= FPGA-Version  Ergebnis der Wandlung lesen	

\_

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Der Inhalt des Registers ist nach dem Einschalten undefiniert.

Adresse	Zugr.	Funktion	
MBA+0ch	W8	Externen Timer für Start der Wandlung anwählen: Im Mode Autoinkrement kann der Start der Wandlung von Kanal 0 auch über einen Timer der Basiskarte erfolgen. Da- zu müssen Bit-15 im Kanalregister (Auto-Start) und Bit-4 im Konfigurationsregister (Autoinkrement) auf "1" gesetzt wer- den. Folgende Timer können angewählt werden:	
		1: Ti	mer-A mer-B mer-C
MBA+07h	R8	Status auslesen:	
		1 = V	us der Wandlung (Settle-Time + Wandler): Wandlung läuft Wandlung fertig
		Bit-1: Status des Settle-Timers:  1 = Settle-Timer noch nicht abgelaufen 0 = Settle-Timer abgelaufen	
		Bit-2: Status des Wandlers: 1 = Wandlung läuft	
		Bit-3: Statu $1 = \mathbf{F}$	Wandlung fertig is S&H-A-Links: HOLD SAMPLE
		Bit-4 bis Bit-7: u	
MBA+0dh	W8	A-Link-Typ un	d Mode einstellen (ab Rev. 5):
		Bit-0 bis Bit-3:	A-Link-Typ 0 = kein A-Link, 4x20i, 8x20i, 8x40U, 8x100U 1 = 4xS&H
		Bit-4 bis Bit-7:	Mode
		Typ = 0:	Immer 0 setzen
		Typ = 1:	Bit-4: S&H direkt setzen $0 = SAMPLE, 1 = HOLD$
			Bit-6 Bit-5 Funktion
			0 0 S&H lokal
			0 1 S&H-Master-Modul
			1 0 S&H-Slave-Modul

#### Hinweise zur Programmierung

#### Programmieren von Messungen im Mode "Auto-Start"

Der folgende Abschnitt soll darstellen, welche Schritte notwendig sind, um in der Betriebsart "Auto-Start" eine Messung durchzuführen:

- 1) Konfigurationsregister einstellen.
  - Z. B.: Messen, 16-Bit-Mode, M-AD12-16/3, Kanal nicht automatisch inkrementieren.
  - 0100 0110b = 46h ins Konfigurationsregister eintragen (Adresse MBA+0bh).
- 2) Settle-Timer einstellen.
  - Z. B. auf 2,5  $\mu$ s: 40 = 28h ins Register für den Settle-Timer eintragen (Adresse MBA+07h).
- 3) Gegebenenfalls Korrekturfaktoren für Gain- und Offset einstellen (Adressen MBA+05h und MBA+06h).
- 4) Kanalregister einstellen.
  - Mit dem Beschreiben dieses Registers wird automatisch der Settle-Timer zur Berücksichtigung der Einschwingzeit gestartet. Nach Ablauf des Settle-Timers wird dann die Wandlung ebenfalls automatisch gestartet.
  - Z. B. Kanal 2, Single-Ended, Bereich  $\pm 2,5$  Volt, Auto-Start:
  - 1001 0010 0000 0010b = 9202h ins Kanalregister eintragen (16-Bit-Schreibzugriff auf Adresse MBA+08h).
- 5) Mit einem 16-Bit-Lesezugriff (Adresse MBA+08h) kann nun sofort das Ergebnis der Analog/Digital-Wandlung gelesen und dann abgespeichert werden.

Für weitere Wandlungen desselben Kanals kann Schritt 5) beliebig oft wiederholt werden. Zur Wandlung anderer Kanäle müssen die Schritte 4) bis 5) wiederholt werden.

#### Programmieren von Messungen im Mode "Autoinkrement"

Bei vielen Meßproblemen müssen zu einem Abtastzeitpunkt mehrere Kanäle erfaßt werden. Das Modul M-AD12-16 bietet durch den "Autoinkrement-Mode" eine Möglichkeit, diese Kanäle sehr schnell nacheinander zu erfassen. Im Mode "Autoinkrement" erfolgen die Weiterschaltung auf den nächsten Kanal und der Start der Wandlung automatisch, so daß während der Einschwing- und Wandlungszeit das Ergebnis der vorhergehenden Messung im Speicher abgelegt werden kann. Voraussetzung ist jedoch, daß alle Kanäle im gleichen Meßbereich arbeiten, da das Moderegister zwischen den einzelnen Wandlungen nicht beschrieben werden darf. Der erste gemessene Kanal ist immer Kanal 0.

- 1) Konfigurationsregister einstellen.
  - Z. B.: Messen, 16-Bit-Mode, M-AD12-16/3, Kanal automatisch erhöhen.
  - 0101 0110b = 56h ins Konfigurationsregister eintragen (Adresse MBA+0bh).
- Settle-Timer einstellen. 2)
  - Z. B. auf 2,5  $\mu$ s: 40 = 28h ins Register für den Settle-Timer eintragen (Adresse MBA+07h).
- 3) Gegebenenfalls Korrekturfaktoren für Gain und Offset einstellen (Adressen MBA+05h und MBA+06h).
- 4) Kanalregister einstellen.
  - Der in diesem Register eingestellte Kanal ist der Endkanal. Bit-15 wird auf "0" (= kein Auto-Start) gesetzt. Mit dem Beschreiben dieses Registers wird automatisch der Settle-Timer zur Berücksichtigung der Einschwingzeit gestartet. Nach Ablauf des Settle-Timers wird die Wandlung nicht (!) automatisch durchgeführt (siehe 5).
  - Z. B.: Drei Kanäle wandeln (AIN-0, AIN-1, AIN-2), Endkanal = 2, massebezogene Kanäle, Bereich ±2,5 Volt:
  - 0001 0010 0000 0010b = 1202h ins Kanalregister eintragen (Adresse MBA+ 08h).
- Mit dem 16-Bit-Lesezugriff (MBA+08h) wird die Wandlung von Kanal 0 ge-5) startet und der Zugriff so lange verlängert, bis das Ergebnis zur Verfügung steht. Die Hardware auf dem Modul stellt nach Ende der Wandlung von Kanal 0 automatisch Kanal 1 ein und startet nach Ablauf des Settle-Timers die Wandlung.

- 6) 16-Bit-Lesezugriff (MBA+08h), um das Ergebnis vom nächsten Kanal abzuholen. Läuft der Settle-Timer noch oder ist die Wandlung noch nicht beendet, so wird der CPU-Zugriff automatisch verlängert, bis das Ergebnis zur Verfügung steht.
- 7) Punkt 6) wird so oft wiederholt, bis der Endkanal gelesen wurde. Danach ist Kanal 0 automatisch wieder angewählt und der Settle-Timer wird wieder gestartet. Die Wandlung von Kanal 0 wird jedoch erst mit dem Auslesen gestartet, damit die erste Abtastung exakt zum Abtastzeitpunkt durchgeführt wird.
- 8) Für alle weiteren Abtastungen müssen lediglich die Schritte 5) bis 7) wiederholt werden.

# Programmieren von Messungen im Mode "Autoinkrement" mit Timer-Start

Dieser Mode arbeitet genau wie der vorhergehende Mode, nur mit dem Unterschied, daß die erste Messung, also die Wandlung von Kanal 0, nicht durch das Auslesen gestartet wird, sondern durch einen Timer der Basiskarte (Timer-A, -B oder -C, positive Flanke).

- 1. Timer der Basiskarte anwählen, der die Wandlung von Kanal 0 starten soll.
  - Z.B.: Für Timer-A der Basiskarte 00h in das Register des Moduls mit der Adresse MBA+0ch eintragen.
- 2. Konfigurationsregister des Moduls einstellen.
  - Z.B.: Messen, 16-Bit-Mode, M-AD12-16/2, Kanal automatisch erhöhen 0101 0110b = 56h ins Konfigurationsregister eintragen (Adresse MBA+0bh).
- 3. Settle-Timer auf dem Modul einstellen.
  - Z.B. auf 2,5  $\mu$ s: 40 = 28h ins Register für den Settle-Timer eintragen (Adresse MBA+07h).
- 4. Gegebenenfalls Korrekturfaktoren für Gain- und Offset auf dem Modul einstellen (Adressen MBA+05h und MBA+06h).
- 5. Kanalregister auf dem Modul einstellen. Der in diesem Register eingestellte Kanal ist der Endkanal. Bit-15 wird auf "1" (= Auto-Start) gesetzt. Mit dem Beschreiben dieses Registers wird Kanal 0 angewählt und automatisch der Settle-Timer zur Berücksichtigung der Einschwingzeit gestartet. Nach Ablauf des Settle-Timers für Kanal 0 wird die Wandlung nicht (!) automatisch durchgeführt.

- Z.B. Drei Kanäle wandeln (AIN-0, AIN-1, AIN-2), Endkanal = 2, massebezogene Kanäle, Bereich ±2,5 Volt:
- $0010\ 0000\ 0010b = 9202h$  ins Kanalregister eintragen (Adresse MBA+ 08h).
- 6. Den in 1 angegebenen Timer auf der Basiskarte initialisieren, starten und den Interrupt des Timers für das Echtzeitprogramm freigeben.
- Mit dem Auslösen eines Interrupts durch den Timer wird auch die Wandlung 7. von Kanal 0 automatisch gestartet. In der Interrupt-Service-Prozedur kann das Ergebnis durch einen 16-Bit-Lesezugriff sofort gelesen werden. Falls die Wandlung von Kanal 0 schon beendet wurde, wird das Ergebnis direkt zurückgeliefert. Sollte die Wandlung noch nicht beendet sein, so wird der Zugriff automatisch entsprechend verlängert, bis das Ergebnis zur Verfügung steht. Die Hardware auf dem Modul stellt nach der Wandlung von Kanal 0 den Kanal 1 ein und startet nach Ablauf des Settle-Timers die nächste Wandlung automatisch.
- 16-Bit-Lesezugriff (MBA+08h), um das Ergebnis vom nächsten Kanal abzu-8. holen. Ist die Wandlung noch nicht beendet oder der Settle-Timer noch nicht abgelaufen, so wird der Zugriff automatisch entsprechend verlängert, bis das Ergebnis zur Verfügung steht.
- Punkt 8 wird so oft wiederholt, bis der Endkanal gelesen wurde. Nach der 9. Wandlung des Endkanals wird Kanal 0 automatisch angewählt und der Settle-Timer gestartet.
- Die Wandlung von Kanal 0 wird mit dem nächsten Interrupt des Timers automatisch gestartet (siehe Punkt 7).