

# **CAN-CBM-AI4**

**Erweiterungsmodul  
mit 4 analogen Eingängen**

**Handbuch-Ergänzung**

zu Produkt C.2832.xx

<b>Dokument-Datei:</b>	I:\texte\Doku\MANUALS\CAN\CBM\AI4\AI4-12.ma9
<b>Datum der Druckvorlagenherstellung:</b>	20.06.2005

### Änderungen in den Kapiteln

Die hier aufgeführten Änderungen im Dokument betreffen sowohl Änderungen in der *Hardware* als auch reine Änderungen in der *Beschreibung* der Sachverhalte.

<b>Kapitel</b>	<b>Änderungen gegenüber Vorversion</b>
1.2	Kapitel 'Lage der Stecker und DIP-Schalter' eingefügt
1.6	Bestellhinweise eingefügt
2.2.1	Grenzfrequenzen eingetragen

Weitere technische Änderungen vorbehalten.

Der Inhalt dieses Handbuches wurde mit größter Sorgfalt erarbeitet und geprüft. **esd** übernimmt jedoch keine Verantwortung für Schäden, die aus Fehlern in der Dokumentation resultieren könnten. Insbesondere Beschreibungen und technische Daten sind keine zugesicherten Eigenschaften im rechtlichen Sinne.

**esd** hat das Recht, Änderungen am beschriebenen Produkt oder an der Dokumentation ohne vorherige Ankündigung vorzunehmen, wenn sie aus Gründen der Zuverlässigkeit oder Qualitätssicherung vorgenommen werden oder dem technischen Fortschritt dienen.

Sämtliche Rechte an der Dokumentation liegen bei **esd**. Die Weitergabe an Dritte und Vervielfältigung jeder Art, auch auszugsweise, sind nur mit schriftlicher Genehmigung durch **esd** gestattet.

**esd electronic system design gmbh**

Vahrenwalder Str. 207

30165 Hannover

Tel.: 0511/372 98-0

FAX : 0511/372 98-68

E-Mail: [info@esd-electronics.com](mailto:info@esd-electronics.com)

Internet: [www.esd-electronics.com](http://www.esd-electronics.com)

<b>1. Übersicht</b> .....	3
1.1 Vorwort .....	3
1.2 Lage der Stecker und DIP-Schalter .....	3
1.2.1 Belegung des 8-poligen DIP-Schalters zur Eingangskonfiguration .....	4
1.2.2 Belegung des 12-poligen DIP-Schalters .....	4
1.3 Steckerbelegung X2, Analoge Eingänge, Spannungsversorgung .....	5
1.4 Steckerbelegung X1, CAN .....	6
1.5 Technische Daten .....	7
1.6 Bestellhinweise .....	7
<b>2. Analoge Eingänge des CAN-CBM-AI4-Moduls</b> .....	8
2.1 Interne Abtastrate .....	8
2.2 Filterung der Eingangssignale .....	8
2.2.1 Digitale Filterung des analogen Eingangssignals .....	8
2.2.2 Konfiguration der Filtereinstellungen .....	9
2.2.3 Anzeige bei Übersteuerung von analogen Eingängen .....	10
<b>3. Einstellen des Analog-Eingangs-Typs</b> .....	11
<b>4. Kalibrierung der analogen Eingänge</b> .....	12
4.1 Aufruf der Automatik-Kalibrieroutine .....	12
<b>5. Programmierung mit dem Kodierschalter</b> .....	13
5.1 Bedienung .....	13
5.2 Besonderheiten einiger Codestellen bei Programmierung per DIP-Schalter .....	15
5.2.1 Abgekürzte Sync-Konfiguration (C25) .....	15
5.2.2 Kommunikationszyklus (C26) .....	15
5.2.3 Abgekürzte Eingangs-Filter-Konfiguration (C13) .....	15
5.3 Beispiele zur Manipulation von Codestellen per DIP-Schalter .....	16
5.3.1 Einstellen der PDO-Übertragungsart auf ‘Synchron-Empfang’ .....	16
5.3.2 Einstellen der PDO-Übertragungsart auf ‘SYNC-Senden’ .....	17
<b>6. Beispielanwendung: Monitorprogramm CAN-Scope</b> .....	18
6.1 Berechnung positiver Werte .....	18
6.2 Berechnung negativer Werte .....	19
<b>7. Anhang: Codestellen</b> .....	20

Diese Seite ist bewusst unbedruckt.

# 1. Übersicht

## 1.1 Vorwort

Dieser Zusatz zum Systemhandbuch ‘CAN-CBM-DIO8’ enthält **ergänzende** Informationen zu den Analogeingängen des Analogmoduls ‘CAN-CBM-AI4’. Allgemeingültige Informationen zu den Modulen (teilweise auch zu den analogen Eingängen) finden Sie im Systemhandbuch ‘CAN-CBM-DIO8’.

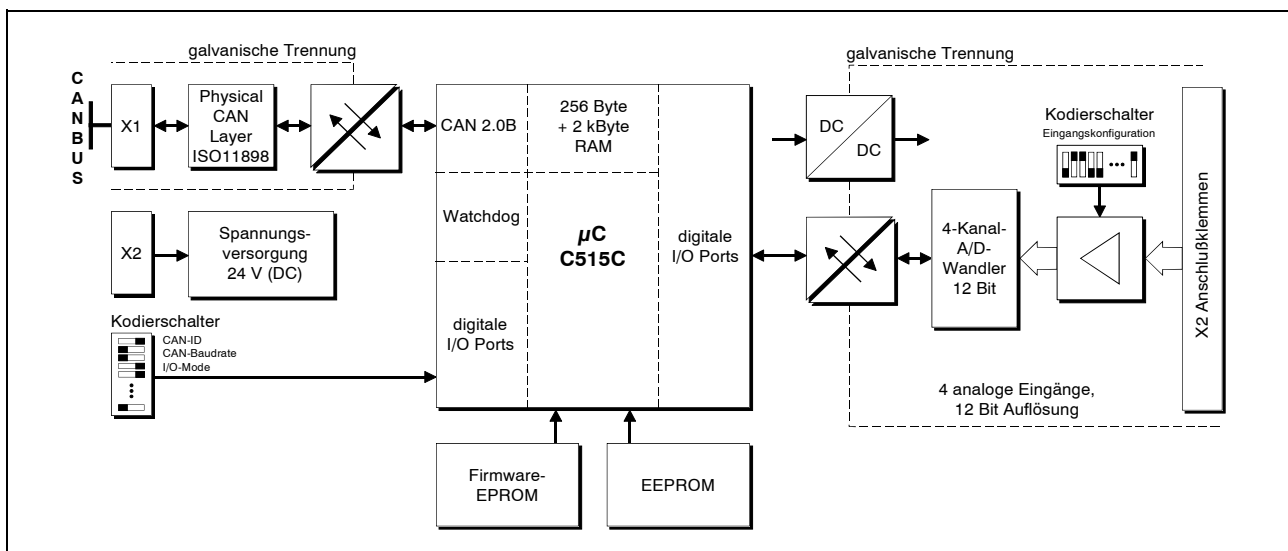


Abb. 1: Blockschaltbild des CAN-CBM-AI4-Moduls

## 1.2 Lage der Stecker und DIP-Schalter

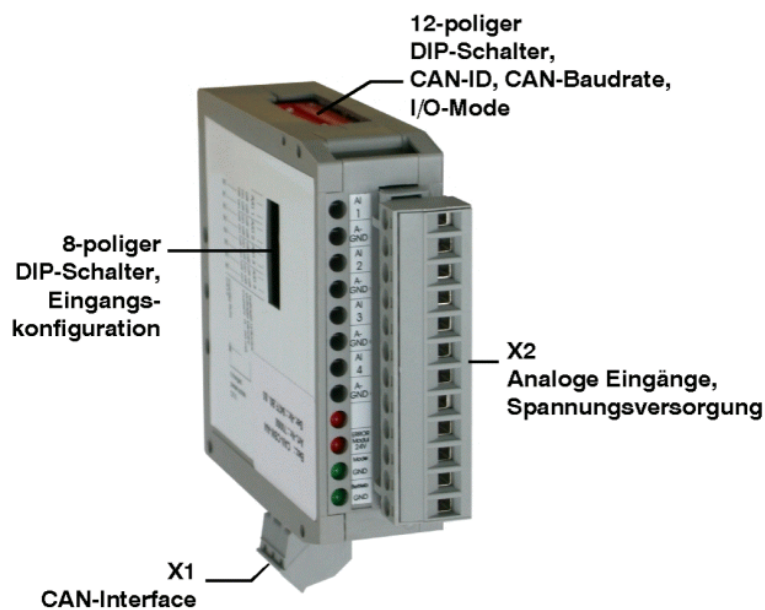


Abb. 2: CAN-CBM-AI4-Modul mit Lage der Stecker und DIP-Schalter

### 1.2.1 Belegung des 8-poligen DIP-Schalters zur Eingangskonfiguration

Der 8-polige DIP-Schalter dient der Konfiguration der analogen Eingänge (siehe Seite 11). Die untere Abbildung zeigt den 8-poligen DIP-Schalter mit der Default-Einstellung bei Auslieferung.

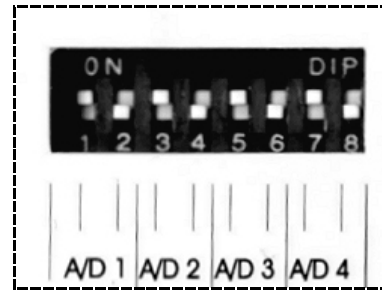
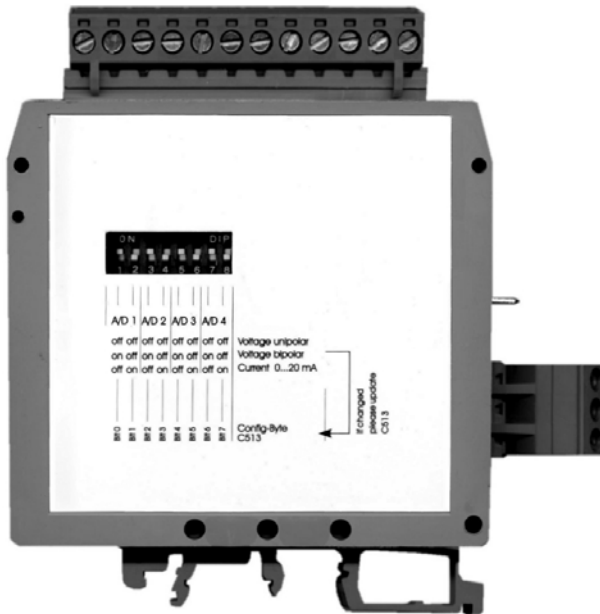


Abb. 3: Default-Einstellung des 8-poligen DIP-Schalters bei Auslieferung (Ausschnitt)

### 1.2.2 Belegung des 12-poligen DIP-Schalters

Mit dem 12-poligen DIP-Schalter lassen sich die CAN-ID, die CAN-Baudrate und der I/O-Mode einstellen (siehe Seite 13).

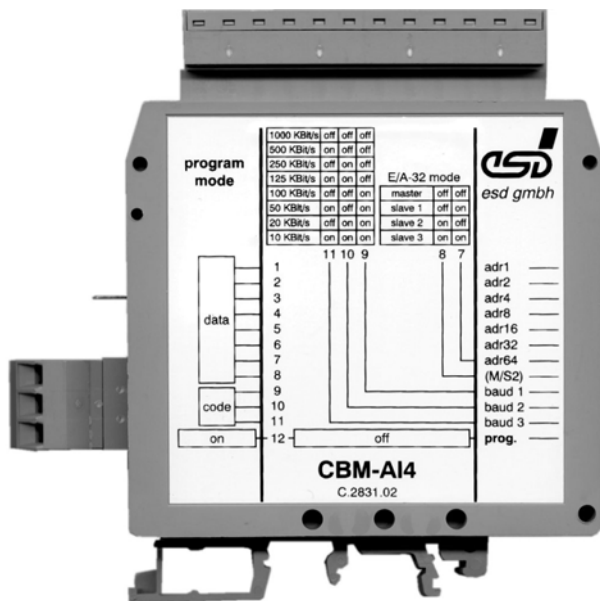
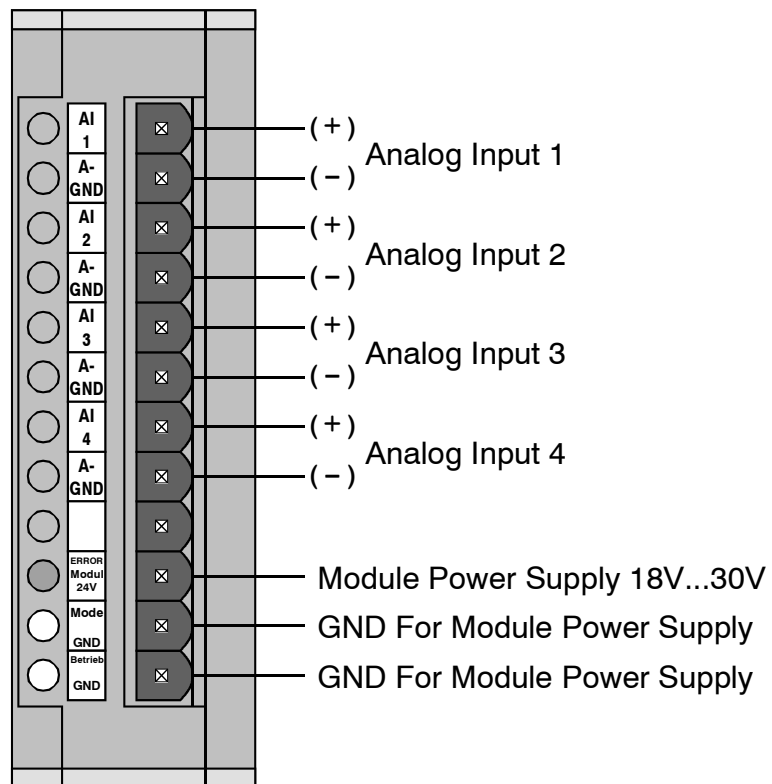


Abb. 4: Default-Einstellung des 12-poligen DIP-Schalters bei Auslieferung

### 1.3 Steckerbelegung X2, Analoge Eingänge, Spannungsversorgung

Der Anschluss befindet sich in der Frontseite des Gehäuses. Als Steckverbinder werden 12-polige Combicon-Stecker (Stifte) MSTB 2,5 der Firma Phoenix Contact eingesetzt.

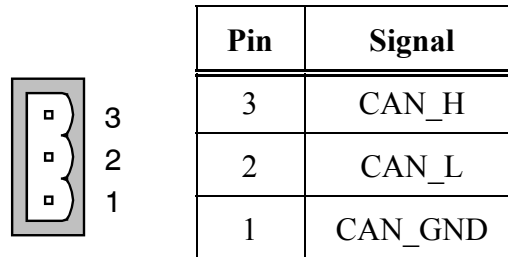


**Abb. 5:** Steckerbelegung analoge Eingänge und Spannungsversorgung



### 1.4 Steckerbelegung X1, CAN

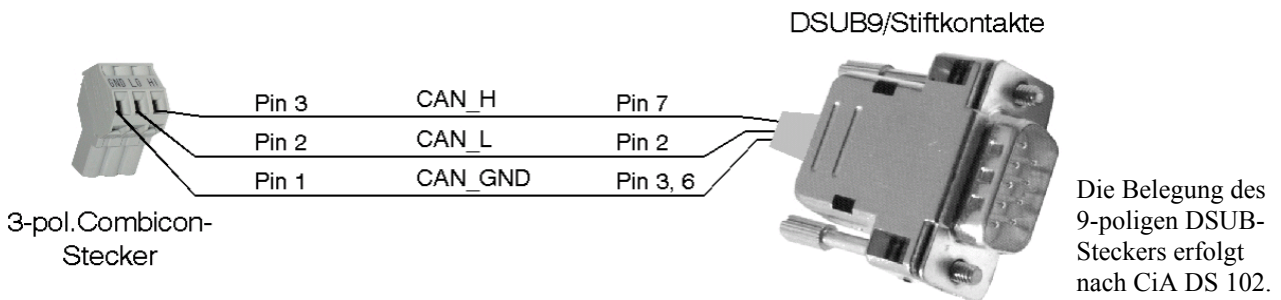
Der CAN-Anschluss befindet sich auf der Unterseite des Gehäuses. Als Steckverbinder werden 3-polige Combicon-Stecker (Stifte) MSTB2,5 der Firma Phoenix Contact eingesetzt.



**Signalbeschreibung:**

CAN\_L, CAN\_H ...      CAN-Signale  
CAN\_GND...              Bezugspotenzial des lokalen CAN-Physical Layers

**Empfehlung eines Adapterkabels 3-pol. Combicon auf 9-pol. DSUB:**



**Abb 6:** Adapter-Kabel 3-pol-Combicon auf 9-pol-DSUB

## 1.5 Technische Daten

Anzahl der analogen Eingänge	4
Auflösung	12 Bit bzw. 11 Bit + Vorzeichen
Wahl des Eingangsspannungsbereiches	über DIP-Schalter
Eingangsbereiche, Eingangswiderstände, Grenzfrequenzen (Tiefpass)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0 ... +10 V     <math>R_i \geq 300 \text{ k}\Omega</math>     <math>f_g: 26 \text{ Hz}</math></li> <li>• -10 ... +10 V     <math>R_i \geq 300 \text{ k}\Omega</math>     <math>f_g: 57 \text{ Hz}</math></li> <li>• 0 ... +20 mA     <math>R_i = 260 \text{ }\Omega</math>     <math>f_g: 61 \text{ Hz}</math></li> </ul>
galvanische Trennung	über Optokoppler und DC/DC-Wandler
Versorgungsspannung	$U_{VCC} = 12 \text{ V}$ (Best. Nr: C.2831.03) $U_{VCC} = 24 \text{ V}$ (Best. Nr: C.2831.02)
Umgebungstemperatur	0...50 °C

## 1.6 Bestellhinweise

Typ	Eigenschaften	Bestell-Nr.
CAN-CBM-AI4	CAN-CBM-Modul mit vier analogen Eingängen, 24 V Versorgungsspannung, CANopen	C.2831.02
CAN-CBM-AI4 12V	CAN-CBM-Modul mit vier analogen Eingängen, 12 V Versorgungsspannung, CANopen	C.2831.03
CAN-CBM-Cable	CAN-Kabel für CAN-CBM-Module, Länge 0,3 m, ein Ende DSUB9, ein Ende Aderendhülsen	C.1323.03
CAN-CBM-AI4-MD	Benutzerhandbuch in deutsch <sup>1*)</sup>	C.2831.20

1\*)... Wird das Handbuch gemeinsam mit dem Produkt bestellt, so wird es kostenlos mitgeliefert.

# 2. Analoge Eingänge des CAN-CBM-AI4-Moduls

## 2.1 Interne Abtastrate

Die interne Abtastrate beträgt 200 Samples pro Sekunde, d.h. alle 5 Millisekunden werden vier Analogwerte vom A/D-Wandler digitalisiert.

Um Aliasing-Effekte zu verhindern, ist dem A/D-Wandler ein Tiefpass erster Ordnung vorgeschaltet. Für spezielle Einsatzfälle, bei denen die damit verbundene Phasenverschiebung stört, wäre eine Sondervariante mit modifiziertem Hardware-Tiefpass möglich.

## 2.2 Filterung der Eingangssignale

### 2.2.1 Digitale Filterung des analogen Eingangssignals

Zum Unterdrücken niederfrequenter Störungen des analogen Eingangssignals (z.B. Netzbrummen, durch Vibrationen verursachte Schwankungen von DMS-Signalen etc.) wird das vom A/D-Wandler gelieferte Signal auf Wunsch einer zweistufigen digitalen Signalverarbeitung unterzogen. Diese zwei Verarbeitungsschritte sind:

1. Glättung mit Hilfe einer Mittelwertbildung über maximal 8 Messwerte.
2. Filterung mit Hilfe eines digitalen Tiefpasses erster Ordnung mit einstellbarer Grenzfrequenz.

Die Mittelwertbildung liefert beim Filtern eines Rechtecksignals grundsätzlich 'Rampen' statt steiler Flanken. Sie ist weniger rechenintensiv als die Filterung mit Hilfe eines digitalen Tiefpasses. Die Mittelwertbildung wird für alle Kanäle alle 5 ms durchgeführt.

Die Filterung mit Hilfe eines digitalen Tiefpasses liefert beim Filtern von Rechtecksignalen 'e-Funktionen' statt steiler Flanken. Das digitale Filter wird alle 10 ms aufgerufen und benötigt derzeit etwa 5 ms pro Berechnung. Die Berechnung des digitalen Filters benötigt Rechenleistung des lokalen Prozessors, was zu Performance-Einbußen an anderer Stelle führen kann.

### 2.2.2 Konfiguration der Filtereinstellungen

Die Summe aller Eingangsfilter des Analogsignals ergibt sich wie in der folgenden Abbildung dargestellt.

- |                    |          |               |                                |                       |
|--------------------|----------|---------------|--------------------------------|-----------------------|
| • Spannungseingang | unipolar | 0 ... +10 V   | $R_i \geq 300 \text{ k}\Omega$ | $f_g = 26 \text{ Hz}$ |
| • Spannungseingang | bipolar  | -10 ... +10 V | $R_i \geq 300 \text{ k}\Omega$ | $f_g = 57 \text{ Hz}$ |
| • Stromeingang     | unipolar | 0 ... +20 mA  | $R_i = 260 \text{ }\Omega$     | $f_g = 61 \text{ Hz}$ |

Die Grenzfrequenzen des analogen Tiefpasses sind abhängig von der gewählten Eingangsschaltung:

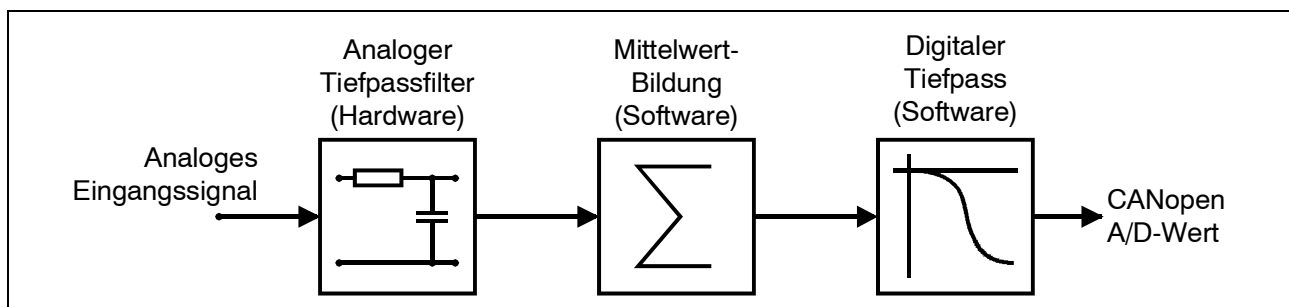


Abb. 7: Kopplung der Filter der analogen Eingangssignale

Zum Konfigurieren der Filterung dienen die Einträge in Codestelle 13, d.h. sie sind per Service-Daten-Objekt im 'hersteller-spezifischen' Bereich des CANopen-Dictionaries erreichbar. Der genaue Aufbau des entsprechenden Objekts stand zum Zeitpunkt der Druckvorlagenherstellung noch nicht fest (in CiA DSP 401 Version 1.4 sind leider keine entsprechenden Parameter vorgesehen).

**Codestelle 13, Subindex 1, Low-Byte:** Anzahl der Summanden für die Mittelwertbildung

- Zulässiger Bereich:
- 0: keine Mittelwertbildung
  - 2: Mittelwert aus den letzten 2 Messwerten
  - ...
  - 8: Mittelwert aus den letzten 8 Messwerten.

### Codestelle 13, Subindex 1, High-Byte: Zeitkonstante für digitalen Tiefpass (IIR)

Zulässiger Bereich:

- 0: keine digitale Filterung
- 1: Tiefpass mit  $f_g = 6,7$  Hz (höchste Grenzfrequenz)
- 2: Tiefpass mit  $f_g = 6,0$  Hz
- 3: Tiefpass mit  $f_g = 5,3$  Hz
- 4: Tiefpass mit  $f_g = 4,5$  Hz
- ...
- 8: Tiefpass mit  $f_g = 3,5$  Hz
- ...
- 16: Tiefpass mit  $f_g = 1,0$  Hz
- 20: Tiefpass mit  $f_g = 0,6$  Hz
- ...
- 30: Tiefpass mit  $f_g = 0,4$  Hz
- 31: tiefste Grenzfrequenz ca. 0,3 Hz

Abtastraten: 5 msec. ohne digitalen Filter  
20 msec. mit digitalem Filter

Integrationsfaktor und Filterzeitkonstante werden als ein 16-Bit-Parameter zusammengefasst.

Der Wert **0x0000** bedeutet 'keine Mittelwertbildung und keine Filterung',

der Wert **0xFFFF** bedeutet 'Mittelwertbildung mit maximaler Summanden-Anzahl und Filterung mit kleinstmöglicher Grenzfrequenz'.

### 2.2.3 Anzeige bei Übersteuerung von analogen Eingängen

Da speziell bei der Software-mäßigen Filterung eventuelle Übersteuerungen des A/D-Wandlers durch überlagerte Wechselsignale nicht anhand des vom Filter gelieferten Messwerts erkannt werden können, wurde eine zusätzliche Überwachung der vom A/D-Wandler gelieferten Werte vor der Filterung implementiert. Diese arbeitet wie folgt:

Liegt der vom Wandler gelieferte Wert an der Aussteuerungsgrenze, so wird ein interner Fehlerzähler erhöht (beim 12-Bit-A/D-Wandler ist dies '4095').

Liegt der vom Wandler gelieferte Wert dagegen nicht an der Grenze, so wird der interne Fehlerzähler verringert.

Überschreitet der interne Fehlerzähler eine gewisse Schwelle, so beginnt die rote Modul-Fehler-LED im Takt 'kurz-lang' zu blinken. Weitere Auswirkungen hat diese Überwachung nicht.

### 3. Einstellen des Analog-Eingangs-Typs

Jeder der vier analogen Eingänge kann individuell konfiguriert werden.

Die folgenden Eingangstypen sind beim Modul CAN-CBM-AI4 standardmäßig verfügbar:

- Spannungseingang          unipolar          0 ... +10 V           $R_i \geq 300 \text{ k}\Omega$      $f_g = 26 \text{ Hz}$
- Spannungseingang          bipolar          -10 ... +10 V       $R_i \geq 300 \text{ k}\Omega$      $f_g = 57 \text{ Hz}$
- Stromeingang                unipolar          0 ... +20 mA         $R_i = 260 \text{ }\Omega$        $f_g = 61 \text{ Hz}$

Die Konfiguration erfolgt per 8-poligem Kodierschalter auf der Platine des Erweiterungsmoduls **und** per Codestelle (siehe Anhang). **Beide** Stellen müssen den gleichen Inhalt aufweisen, damit die CPU die aktuelle Stellung des DIP-Schalters auf der Analogplatine kennt.

Dazu wird in C513 die Stellung aller acht Schalter der Analog-Platine eingestellt (dies kann optional auch mit dem auf der Grundplatine angebrachten 12-fach-DIP-Schalter erfolgen).

Der 8-polige DIP-Schalter auf der Analog-Erweiterungsplatine hat die folgende Belegung:

8-poliger DIP-Schalter Nr.	Summand für C513	Bedeutung
1	1 ( $01_h$ )	Kanal 1 "bipolar"
2	2 ( $02_h$ )	Kanal 1 "Strom-Eingang"
3	4 ( $04_h$ )	Kanal 2 "bipolar"
4	8 ( $08_h$ )	Kanal 2 "Strom-Eingang"
5	16 ( $10_h$ )	Kanal 3 "bipolar"
6	32 ( $20_h$ )	Kanal 3 "Strom-Eingang"
7	64 ( $40_h$ )	Kanal 4 "bipolar"
8	128 ( $80_h$ )	Kanal 4 "Strom-Eingang"

**Beispiel:** Alle vier analogen Eingänge sollen als Spannungseingänge im Bereich -10 V bis +10 V betrieben werden. Dafür muss für jeden Kanal der 'bipolar'-Schalter geschlossen werden (S1, 3, 5, 7 auf 'ON'), der entsprechende 'Strom'-Schalter muss offen bleiben (S2, 4, 6, 8 auf 'Off') (siehe Seite 4).

Das entsprechende Konfigurations-Byte für C513 lautet in diesem Fall  $1+4+16+64 = 55_h$ .

Falls keine Möglichkeit der Modul-Konfiguration zur Verfügung steht, kann C513 auch per 12-poligem DIP-Schalter auf der 'Grundplatine' programmiert werden (siehe Seite 13).

# 4. Kalibrierung der analogen Eingänge

## 4.1 Aufruf der Automatik-Kalibrierroutine

**Die Module sind ab Werk bereits kalibriert.  
Der Anwender sollte diese Kalibrierung nicht verändern!**

Prinzipieller Ablauf der ‘automatischen’ Kalibrierung (z.B. für Kanal 1):

1. Sicherstellen, dass der Inhalt von C513 der Stellung des 8-poligen DIP-Schalters auf der Analog-Erweiterungsplatine entspricht.
2. Freigeben des Zugriffs auf die Kalibrierdaten durch speziellen Schreibzugriff auf C512.10.
3. Minimale Spannung bzw. Strom aus Referenz am Eingang anlegen, z.B. -10 Volt.
4. Aufruf ‘AutoCalibrate’ durch Schreiben von ‘0000’ in C512.11 (siehe Anhang): Die Kalibrier-Routine ‘merkt’ sich das erste Wertepaar.
5. Maximale Spannung bzw. Strom aus Referenz am Eingang anlegen, z.B. +10 Volt.
6. Aufruf ‘AutoCalibrate’ durch Schreiben von ‘4095’ in C512.12 (siehe Anhang): Die Kalibrier-Routine ‘merkt’ sich das zweite Wertepaar und berechnet den Offset und die Skalierung. (Diese Variablen werden in C520.x und C521.x abgelegt).
7. Kontrolle der neu berechneten Kalibrierwerte durch Auslesen von C520 und C521.
8. Im Zustand ‘Operational’ die Analogwerte im PDO (CANopen-Format) beobachten. Bei kurzgeschlossenem Eingang (0 Volt) muss der Wert im PDO etwa bei ‘0’ liegen. Bei bipolaren Messungen ist das Minimum nach DS401 ‘-32768’, bei unipolaren Messungen ist das Minimum nach DS401 ‘0’. Das Maximum ist in beiden Fällen ‘32767’.

## 5. Programmierung mit dem Kodierschalter

### 5.1 Bedienung

Um die wichtigsten Parameter der E/A-Baugruppe auch ohne SDO-Zugriff ändern zu können, wurde eine Prozedur zum Umprogrammieren einiger Codestellen per DIP-Schalter (Grundplatine) implementiert. Der Verfahrensablauf für den Programmiermodus wurde dafür etwas abgewandelt und entspricht beim CAN-CBM-AI4 mit 4 analogen Eingängen daher **nicht mehr der Beschreibung im CAN-CBM-DIO-Handbuch**.

Wie gehabt wird der **Programmiermodus** durch kurzes Schließen von **S12** aktiviert (siehe Seite 4). Im weiteren Verlauf hat S12 im Programmiermodus in etwa die Funktion einer ‘Enter-Taste’, mit der die per DIP-Schalter eingestellten Daten in eine Codestelle geschrieben werden.

**Hinweis:** Bei der vorliegenden Hardware ist ‘ON’ = unten und ‘OFF’ = oben!

Mit Schalter 9,10,11 wird die zu programmierende Codestelle ausgewählt. Mit Schalter 1-8 werden die (maximal) 8 Datenbits eingestellt, die in die Codestelle programmiert werden sollen.

Da sich mit den Schaltern 9,10,11 acht unterschiedliche Kombinationen einstellen lassen, können auf diese Weise maximal 8 verschiedene Codestellen programmiert werden.

Der mit S9,10,11 eingestellte Code entspricht einer Codenummer nach folgender Tabelle:

Schalter 11	Schalter 10	Schalter 9	Codestelle	Bedeutung
0	0	0	C10	Portrichtungen
0	0	1	C19	Options-Flags
0	1	0	C25	abgekürzte Sync-Konfiguration
0	1	1	C26	Kommunikations-Zyklus
1	0	0	C513	Stellung des 8-poligen Analog-DIP-Schalters
1	0	1	C13	abgekürzte Analog-Filter-Konfiguration
1	1	0	C2048	Default-Einstellungen (nur für Hersteller)
1	1	1	reserviert	

Die Nummer der Codestelle wird im Programmiermodus mit der Mode-LED (grün, Hunderter-Stelle), Modul-Fehler-LED (rot, Zehner-Stelle) und Ausgangs-Fehler-LED (rot, Einer-Stelle) angezeigt. Dazu blinkt jede LED jeweils entsprechend der Dezimalstelle. Für die Ziffer ‘0’ blinkt die entsprechende LED nicht, für die Ziffer ‘9’ entsprechend neun mal. Der gesamte ‘Blink-Zyklus’ wiederholt sich alle 7 Sekunden, so dass die aktivierte Codestelle durch ‘Mitzählen’ der Blinkimpulse erkennbar ist.



## **Programmierung mit dem Kodierschalter**

---

Zur dauerhaften Übernahme der eingestellten Daten wird der Programmierschalter (S12) kurz nach 'ON' und dann wieder nach 'OFF' geschaltet. Beim Wechsel von 'ON' nach 'OFF' leuchten alle grünen und roten LED's für ca. 0,5 Sekunden gemeinsam auf, um eine erfolgreiche Programmierung anzuzeigen.

Der Programmiermodus kann nur durch Abschalten der Versorgungsspannung verlassen werden. Vor dem Wiedereinschalten der Spannung sollte wieder der passende Modul-ID und die korrekte Baudrate eingestellt werden.

## 5.2 Besonderheiten einiger Codestellen bei Programmierung per DIP-Schalter

### 5.2.1 Abgekürzte Sync-Konfiguration (C25)

Der Inhalt dieser Codestelle ist identisch mit dem höchstwertigen Byte aus Objekt 1005<sub>h</sub> nach CiA Draft Standard 301. Objekt 1005<sub>h</sub> wird dort (etwas irreführend) als ‘COB-ID Sync Message’ bezeichnet. In der Tat wird aber mit dem höchstwertigen Byte dieses CANopen-Objektes die Verarbeitung bzw. Erzeugung des SYNC-Telegramms definiert. Das dort beschriebene Bit 31 (‘1: Device consumes SYNC message’) entspricht S8 des DIP-Schalters, wenn C25 programmiert wird. Bit 30 aus DS301 (‘1: Device generates SYNC message’) entspricht S7 des DIP-Schalters. Das Beschreiben dieser Codestelle wirkt sich auch auf den Inhalt von Objekt 1005<sub>h</sub> aus!

### 5.2.2 Kommunikationszyklus (C26)

Der Inhalt dieser Codestelle entspricht dem in CiA Draft Standard 301 beschriebenen Objekt 1006<sub>h</sub> (Communication Cycle Period), die hier verwendeten Parameter werden jedoch in **Millisekunden** und nicht wie in der Spezifikation in  $\mu\text{s}$  angegeben. Per DIP-Schalter können maximal 255 Millisekunden programmiert werden, per SDO maximal 32767 Millisekunden. Wenn ein Modul als SYNC-Sender konfiguriert ist (siehe C25), dann ist diese Zeit das Intervall zwischen zwei SYNC-Sendungen. Das Beschreiben dieser Codestelle wirkt sich auch auf den Inhalt von Objekt 1006<sub>h</sub> aus!

### 5.2.3 Abgekürzte Eingangs-Filter-Konfiguration (C13)

Beim Programmieren von C13 per DIP-Schalter (im Programmiermodus) werden alle Analog-Eingänge mit identischen Filterkonstanten beschrieben, weil hier (im Gegensatz zur Programmierung per SDO) kein Subindex angegeben werden kann.

Mit den Schaltern 1...8 werden Filterkonstante UND Mittelwertbildung aktiviert:

- 0 = weder Mittelwertbildung noch digitaler Filter
- 1...8 = nur Mittelwertbildung mit (1...8) Summanden
- 9..255 = Mittelwertbildung mit 8 Summanden UND digitale Filterung (fg aus DIP-Code)

Eine unterschiedliche Filtereinstellung für mehrere Analog-Eingänge ist nur per SDO möglich.

### 5.3 Beispiele zur Manipulation von Codestellen per DIP-Schalter

#### 5.3.1 Einstellen der PDO-Übertragungsart auf 'Synchron-Empfang'

1. Wechsel in den Programmiermodus durch Schließen von S12.  
Alle roten und grünen LED's blinken 'kurz-lang-lang-kurz' um den Programmiermodus anzuzeigen.
2. S12 wieder öffnen.  
Die roten und grünen LED's zeigen nun die per S9..S11 gewählte Codestelle an.
3. S9,10,11 für die 'abgekürzte SYNC-Konfiguration' per C25 einstellen:  
S9 off, S10 on, S11 off
4. Mit S1..S8 den Wert 0x80 (hex) einstellen:  
S1..S7 off, S8 on
5. Programmieren:  
S12 kurz 'on' und wieder 'off' => rote und grüne LED's gehen kurz an.

**Anmerkung:** Bei dieser Einstellung wird auch automatisch der 'PDO Transmission Type' (CANopen-Objekt 1800h) auf 'Synchronbetrieb' geschaltet, falls dies noch nicht der Fall ist. Bei der Programmierung per SDO entfällt diese Automatik.

### 5.3.2 Einstellen der PDO-Übertragungsart auf 'SYNC-Senden'

Für spezielle Anwendungen kann das Modul auch als SYNC-Telegramm-Sender arbeiten. In diesem Fall wird auch der eigene Sende-PDO 'synchronisiert'.

1. Wechsel in den Programmiermodus durch Schließen von S12.  
Alle roten und grünen LED's blinken 'kurz-lang-lang-kurz' um den Programmiermodus anzuzeigen.
2. S12 wieder öffnen.  
Die roten und grünen LED's zeigen nun die per S9..S11 gewählte Codestelle an.
3. S9,10,11 für die 'abgekürzte SYNC-Konfiguration' per C25 einstellen:  
S9 off, S10 on, S11 off
4. Mit S1..S8 den Wert 0x40 (hex) einstellen:  
S1..S6 off, S7 on, S8 off.
5. Programmieren:  
S12 kurz 'on' und wieder 'off' => rote und grüne LED's gehen kurz an.

**Anmerkung:** Bei dieser Einstellung wird auch automatisch der 'PDO Transmission Type' (CANopen-Objekt 1800<sub>h</sub>) auf 'Synchronbetrieb' geschaltet, falls dies noch nicht der Fall ist. Ferner wird der 'Communication Cycle' (CANopen-Objekt 1006<sub>h</sub>) auf einen gültigen Wert gesetzt, wenn dies noch nicht der Fall ist (mindestens 5 Millisekunden).  
Bei der Programmierung per SDO entfällt diese Automatik.

## 6. Beispielanwendung: Monitorprogramm CAN-Scope

Die CAN-CBM-AI4 wird im CAN-Scope folgenderweise dargestellt:

Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6	Byte 7	Byte 8
Kanal 1_L	Kanal 1_H	Kanal 2_L	Kanal 2_H	Kanal 3_L	Kanal 3_H	Kanal 4_L	Kanal 4_H

Ist der bipolare Eingangsmessbereich (-10 V...+10 V) gewählt, so werden die positiven bzw. negativen Werte folgendermaßen berechnet:

### 6.1 Berechnung positiver Werte

Beispielsweise wird der Wert **+2,8 V** im CAN-Scope als **HEX: 70 24** dargestellt.

1. Aufgrund der unterschiedlichen Darstellung der Daten im MOTOROLA- und INTEL-Format müssen high-Byte und low-Byte vertauscht werden:

**HEX: 70 24 => HEX: 24 70**

2. Umrechnen der HEX-Zahl in die Dezimal-Zahl:

**HEX: 24 70 => Dez: 9328**

3. Berechnung des **LSB (Least Significant Bit)**:

- Spannungsmessbereich: 10 V
- **MSB (Most Significant Bit)**: 0 => positiv / 1 => negativ
- Darstellung: 15 Bit (=32768) + 1 Vorzeichen-Bit (MSB)

**Also:**  $10 \text{ V} / 32768 = 0,000305 \text{ V}$  als **LSB**

Daraus ergibt sich:  $9328 \times 0,000305 \text{ V} = 2,8 \text{ V}$

## 6.2 Berechnung negativer Werte

Beispielsweise wird der Wert **-2,6 V** im CAN-Scope als **HEX: E0 DD** dargestellt.

1. Aufgrund der unterschiedlichen Darstellung der Daten im MOTOROLA- und INTEL-Format müssen High-Byte und Low-Byte vertauscht werden:

**HEX: E0 DD => HEX: DD E0**

2. Umrechnen der **HEX-Zahl** Werte in **Binär-Zahlen**:

<b>HEX</b>	D	D	E	0
<b>binär</b>	1101	1101	1110	0000

3. Bilden des 2er-Komplements:

<b>1101</b>	<b>1101</b>	<b>1110</b>	<b>0000</b>	
1101	1101	1101	1111	<b>-1</b>
0010	0010	0010	0000	<b>Invertierung</b>

4. Umrechnen der **Binär-Zahlen** in **HEX-Zahl** Werte:

<b>binär</b>	0010	0010	0010	0000
<b>HEX</b>	2	2	2	0

5. Umrechnen der HEX-Zahl in die Dezimal-Zahl:

**HEX: 22 20 => Dez: 8736**

6. Berechnung des **LSB (Least Significant Bit)**:

- Spannungsbereich: 10 V
- **MSB (Most Significant Bit)**: 0 => positiv / 1 => negativ
- Darstellung: 15 Bit (=32768) + 1 Vorzeichen-Bit (MSB)

**Also:**  $10 \text{ V} / 32768 = 0,000305 \text{ V}$  als **LSB**

Daraus ergibt sich:  $8736 \times 0,000305 \text{ V} = 2,6 \text{ V} \Rightarrow -2,6 \text{ V}$ , da MSB = 1 (negativ)

## 7. Anhang: Codestellen

**Allgemeine Codestellen für CAN-CBM-Module mit analogen I/Os**

Code-Nr. [Dez]	Inhalt	Datentyp [Einheit]	Zugriff r = read w = write	Einstell-/Anzeigemöglichkeiten	Werkeinstellung	Bemerkungen, Verweise
13.1 ... 13.4	Filterkonstanten der analogen Eingänge	16 Bit	r,w	siehe Seite 9	0 = keine Filterung	Subindex = Kanalnummer ( 1 bis 4 )
10	Portrichtungen		r,w			siehe Handbuch CAN-CBM-DIO8
25	abgekürzte SYNC-Konfiguration	8 Bit	r,w	0x80 = Sync empfgn. 0x40 = Sync senden		siehe Seite 15
26	Kommunikationszyklus	8..16 Bit	r,w	z.B. Sync-Sende-Intervall in Millisekunden		siehe Seite 15

**Codestellen für CAN-CBM-AI4 (4 analoge Eingänge)**

Code-Nr. [Dez]	Inhalt	Datentyp [Einheit]	Zugriff r = read w = write	Einstell-/Anzeigemöglichkeiten	Werkeinstellung	Bemerkungen, Verweise
512.0	Anzahl 'AD4'-Register	8 Bit	r	0 (nicht installiert) ... <Anzahl Register>		
512.1	Statusregister	8 Bit	r	Bitkombination		
512.2	Debugging-Register	8 Bit	r	Bitkombination		
512.3	Einstellen der 'Default'-Kalibrierwerte	8 Bit	r	Bitkombination		
512.4		8 Bit	r			
512.5		8 Bit	r			
512.6		8 Bit	r			
512.7		8 Bit	r			
512.8		8 Bit	r			
512.9		8 Bit	r			
512.10	Abfrage von Kalibrier-Optionen	8 Bit	r			nur für Hersteller
512.11	Auto-Kalibrierung Kanal 1, Min.	16 Bit	r, w (Herst)	Aufruf einer Kalibrier-Routine (siehe Seite 12 )		nur für Hersteller
512.12	Auto-Kalibrierung Kanal 1, Max.	16 Bit	r, w (Herst)	Aufruf einer Kalibrier-Routine		nur für Hersteller
512.13	Auto-Kalibrierung Kanal 2, Min.	16 Bit	r, w (Herst)	Aufruf einer Kalibrier-Routine		nur für Hersteller
512.14	Auto-Kalibrierung Kanal 2, Max.	16 Bit	r, w (Herst)	Aufruf einer Kalibrier-Routine		nur für Hersteller

Code-Nr. [Dez]	Inhalt	Datentyp [Einheit]	Zugriff r = read w = write	Einstell-/Anzeigemöglichkeiten	Werkeinstellung	Bemerkungen, Verweise
512.15	Auto-Kalibrierung Kanal 3, Min.	16 Bit	r, w (Herst)	Aufruf einer Kalibrier-Routine		nur für Hersteller
512.16	Auto-Kalibrierung Kanal 3, Max.	16 Bit	r, w (Herst)	Aufruf einer Kalibrier-Routine		nur für Hersteller
512.17	Auto-Kalibrierung Kanal 4, Min.	16 Bit	r, w (Herst)	Aufruf einer Kalibrier-Routine		nur für Hersteller
512.18	Auto-Kalibrierung Kanal 4, Max.	16 Bit	r, w (Herst)	Aufruf einer Kalibrier-Routine		nur für Hersteller
513	DIP-Schalter der 4-Kanal-Analog-Erweiterung	8 Bit	r, w	Bitkombination wie DIP-Schalter: Bit 0 = K.1 bipolar Bit 1 = K.1 Strom .... Bit 6 = K.4 bipolar Bit 7 = K.4 Strom	“	muss beim Ändern der Stellung des DIP-Schalters aktualisiert werden !
514.1 ... 514.8	nicht korrigierte Analogwerte, 'direkt' vom Wandler	16 Bit (Array)	r	Wertebereich 0 ... 4095	“	nur für Diagnosezwecke
516	Kundenspezifischer Faktor für Analogwert-Umrechnung	16 Bit	r,w	0 = passiv, sonst -32767 .... + 32767	0x00	noch nicht dokumentiert
517	Kundenspezifischer Divisor für Analogwert-Umrechnung	16 Bit	r,w	0 = passiv, sonst -32767 .... + 32767	0x00	noch nicht dokumentiert
518	Kundenspezifischer Offset für Analogwert-Umrechnung	16 Bit	r,w	-32767 .... + 32767	0x00	noch nicht dokumentiert
520.1 .... 520.16	Analog-Kalibrierwerte: Offsets	16 Bit (Array)	r, w (Herst)	-32767 .... + 32767	Hardware-abhängig	nur für Hersteller
521.1 .... 521.16	Analog-Kalibrierwerte: Skalierung	16 Bit (Array)	r, w (Herst)	-32767 .... + 32767	Hardware-abhängig	nur für Hersteller