

## 10.2 AI350 / AI375

### 10.2.1 Allgemeines

Die AI350 und AI375 sind Standard-Analogeingangsmodule.

### 10.2.2 Bestelldaten

Bestellnummer	Kurzbeschreibung	Abbildung
3AI350.6	2005 Analoges Eingangsmodul, 8 Eingänge, $\pm 10$ V, 12 Bit, Feldklemme 1 x TB170 gesondert bestellen!	
3AI375.6	2005 Analoges Eingangsmodul, 8 Eingänge, 0 bis 10 V, 12 Bit, Feldklemme 1 x TB170 gesondert bestellen!	
3TB170.9	2005 Feldklemme, 20pol., Schraubklemme	
3TB170.91	2005 Feldklemme, 20pol., Federzugklemme	
Feldklemme nicht im Lieferumfang enthalten (siehe "Zubehör").		

Tabelle 191: AI350 / AI375 Bestelldaten

### 10.2.3 Technische Daten

Produktbezeichnung	AI350	AI375
C-UL-US gelistet	JA	JA
B&R ID-Code	\$82	\$80
Anzahl der Eingänge	8 Differenzeingänge	
Potenzialtrennung Eingang - SPS Eingang - Eingang	JA NEIN	
Eingangssignal nominal min./max. zulässig	-10 bis +10 V -20 bis +20 V	0 bis +10 V -20 bis +20 V

Tabelle 192: AI350 / AI375 Technische Daten

**Module B&R 2005 • Analoge Eingangsmodule • AI350 / AI375**

Produktbezeichnung	AI350	AI375
Betriebsarten Normalbetrieb Sonderbetriebsart 1 Sonderbetriebsart 2	zyklische Messung mit optionaler Mittelwertbildung Software-Taktung direkt Software-Taktung mit Zeitvorgabe (2000 - 65535 $\mu$ s)	
Digitale Wandlerauflösung	12 Bit	12 Bit
Nichtlinearität	$\pm 1$ LSB	
Ausgabeformat	INT \$8000 - \$7FF0 1 LSB = \$0010 = 4,883 mV	INT \$0000 - \$7FF8 1 LSB = \$0008 = 2,441 mV
Wandlungsverfahren	sukzessive Approximation	
Wandlungszeit für alle Kanäle Normal- und Sonderbetrieb Normalbetrieb mit aktivierter Mittelwertbildung	<1 ms <1,5 ms	
Differenzeingangswiderstand	2 M $\Omega$	
Eingangsfiler	Tiefpass 1. Ordnung / Eckfrequenz: 450 Hz	
Grundgenauigkeit bei 25 °C	$\pm 0,1$ % <sup>1)</sup>	
Offset-Drift	max. $\pm 0,0037$ %/°C <sup>1)</sup>	
Gain-Drift	max. $\pm 0,0075$ %/°C <sup>2)</sup>	
Wiederholgenauigkeit	$\pm 0,025$ % <sup>1)</sup>	
Übersprechen zwischen den Kanälen	-66 dB	
Gleichtaktunterdrückung DC 50 Hz	50 dB 45 dB	
Maximale Aussteuerung gegenüber Erdpotential	$\pm 50$ V	
Gleichtaktaussteuerbarkeit zwischen zwei Kanälen	$\pm 5$ V	$\pm 10$ V
Leistungsaufnahme 5 V 24 V gesamt	max. 1 W max. 3,5 W max. 4,5 W	
Maße	B&R 2005 einfachbreit	

Tabelle 192: AI350 / AI375 Technische Daten (Forts.)

1) Bezogen auf den Messbereich.

2) Bezogen auf den aktuellen Messwert.

### 10.2.4 Status-LEDs

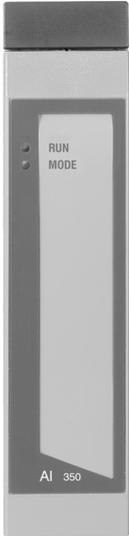
Abbildung	LED	Beschreibung
 <p>The image shows a vertical rectangular module with a dark top section. Below the top section, there is a light-colored panel with two small circular LEDs. The top LED is labeled 'RUN' and the bottom LED is labeled 'MODE'. At the bottom of the panel, the text 'AI 350' is visible.</p>	RUN	Die RUN-LED zeigt an, dass der Analog/Digital-Wandler läuft.
	MODE	Die MODE-LED leuchtet kurz auf, wenn in einer der beiden Sonderbetriebsarten ein Startimpuls erkannt wurde.

Tabelle 193: AI350 / AI375 Status-LEDs

## 10.2.5 Anschlussbelegung

Anschluss	Bezeichnung
1	+ Eingang 1
2	- Eingang 1
3	+ Eingang 2
4	- Eingang 2
5	+ Eingang 3
6	- Eingang 3
7	+ Eingang 4
8	- Eingang 4
9	Schirm
10	Schirm
11	Schirm
12	Schirm
13	+ Eingang 5
14	- Eingang 5
15	+ Eingang 6
16	- Eingang 6
17	+ Eingang 7
18	- Eingang 7
19	+ Eingang 8
20	- Eingang 8

Tabelle 194: AI350 / AI375 Anschlussbelegung

## Anschluss der Signalkabel

Bei analogen Eingangsmodulen müssen geschirmte Leitungen verwendet werden. Die Schirm-  
erdung erfolgt für jeweils zwei Eingänge an einem der dafür vorgesehenen Schirmanschlüsse  
der Feldklemme.

Aus EMV-Gründen wird empfohlen, nicht verwendete Eingänge kurzzuschließen.

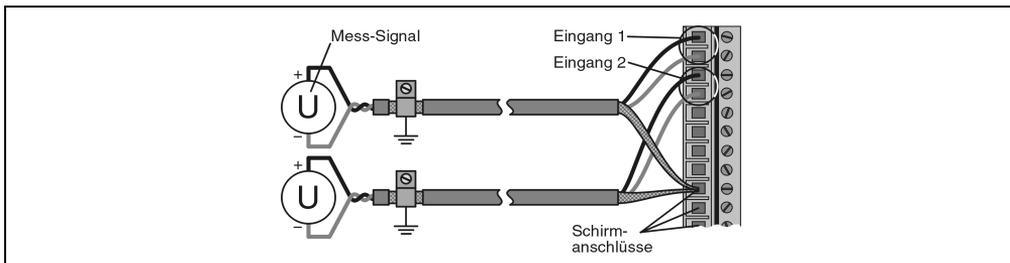


Abbildung 126: AI350 / AI375 Anschluss der Signalkabel

Die vier Schirmanschlüsse sind gleichwertig und jeweils über  $100\ \Omega$  Widerstände mit Erde ( $\perp$ , das heißt: Ableitblech und Hutschiene) verbunden.

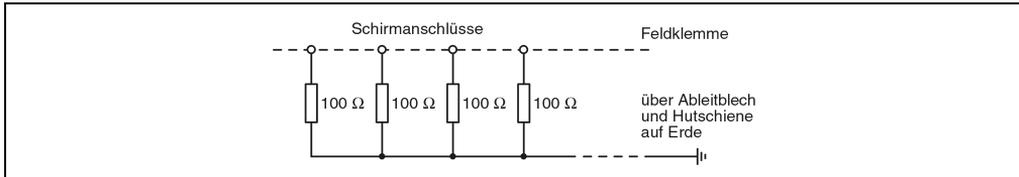


Abbildung 127: AI350 / AI375 Schirmanschluss

## 10.2.6 Eingangsschema

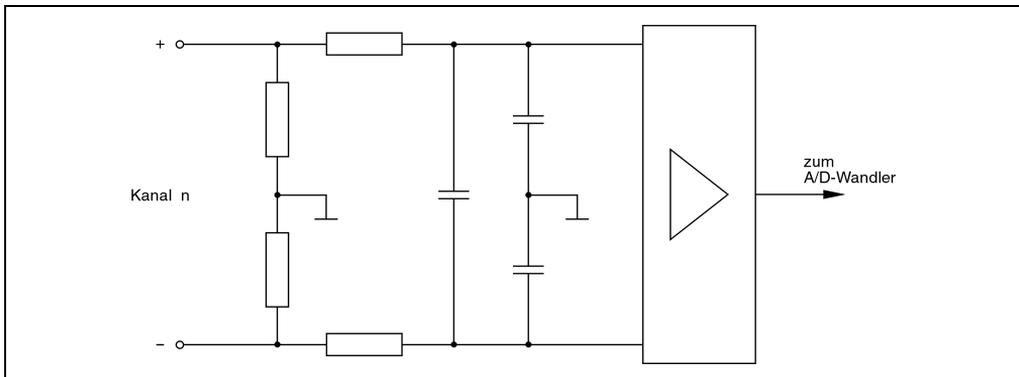


Abbildung 128: AI350 / AI375 Eingangsschema

## 10.2.7 Betriebsarten

Es sind drei Betriebsarten verfügbar:

- Normalbetrieb (Grundeinstellung)
- Sonderbetriebsart 1: Software-Taktung direkt
- Sonderbetriebsart 2: Software-Taktung mit Zeitvorgabe

## Betriebsartwechsel

- Nach dem Einschalten oder nach einem Reset ist der Normalbetrieb eingestellt.
- Ein Wechsel vom Normalbetrieb in eine der Sonderbetriebsarten ist jederzeit möglich. Dazu muss das Modusregister 2 auf den entsprechenden Wert gesetzt werden. Die Durchführung des Betriebsartwechsels wird im Statusregister 2 quittiert, das die tatsächliche Betriebsart anzeigt.
- Ein Wechsel aus einer Sonderbetriebsart in eine andere Betriebsart ist nicht möglich.

## Normalbetrieb

Der Normalbetrieb ist nach dem Einschalten eingestellt.

Alle Kanäle werden zyklisch gewandelt und die Daten im vereinbarten INT-Format im Dual Ported RAM hinterlegt. Die Wandlungszeit für alle Kanäle ist <1 ms.

Nur im zyklischen Betrieb besteht die Möglichkeit, die Mittelwertbildung über das Modusregister 1 einzuschalten. Aufgrund der höheren Rechenzeit steigt die Wandlungszeit auf <1,5 ms an.

## Sonderbetriebsart 1: Software-Taktung direkt

Das Modusregister 2 muss auf folgenden Wert gesetzt werden: %00010000

In dieser Betriebsart wird der Messzyklus auf dem Modul durch das Applikationsprogramm gestartet, indem Bit 7 des Modusregisters 8 auf 0 gesetzt wird (Startimpuls). Die Wandlung aller acht Kanäle wird daraufhin sofort durchgeführt, ohne dass auf weitere Startimpulse reagiert wird. Der Abschluss des Zyklusses wird durch Setzen von Bit 7 im Statusregister 2 gemeldet.

Anwendungsbeispiel: Jitterarme Messwerterfassung in Superschnellen Taskklassen (z. B. für Regler).

Modusregister 8	Analogeingangsmodule	Zeit
Schreibzugriff mit Bit 7 = 0 (Startimpuls)	Modul in Warteschleife	$t_0$
	Bit 7 in Statusregister 2 = 0	$t_0 + 20$ bis $40 \mu\text{s}$
	Start Messung Kanal 1	$t_{k1} = t_0 + 128$ bis $130 \mu\text{s}$
	Start Messung Kanal 2	$t_{k1} + 1 * 85 \mu\text{s}$
	Start Messung Kanal 3	$t_{k1} + 2 * 85 \mu\text{s}$
	Start Messung Kanal 4	$t_{k1} + 3 * 85 \mu\text{s}$
	Start Messung Kanal 5	$t_{k1} + 4 * 85 \mu\text{s}$
	Start Messung Kanal 6	$t_{k1} + 5 * 85 \mu\text{s}$
	Start Messung Kanal 7	$t_{k1} + 6 * 85 \mu\text{s}$
	Start Messung Kanal 8	$t_{k1} + 7 * 85 \mu\text{s}$
	Messwerte ins DPR schreiben (Beginn)	1)
	Messwerte ins DPR schreiben (Ende)	1)
	Bit 7 in Statusregister 2 = 1 (Zyklusende)	$t_0 + 900 \mu\text{s}$
Nächster Startimpuls möglich	Modul in Warteschleife	

Tabelle 195: AI350 / AI375 Sonderbetriebsart 1: Software-Taktung direkt

1) Das Schreiben der Messwerte in das Dual Ported RAM (DPR) kann durch Buszugriffe auf das Modul unterbrochen werden. Es wird daher empfohlen, die Behandlung der betreffenden I/O-Variablen in den Sonderbetriebsarten nur über "Direkt\_IO"-FUBs vorzunehmen.

## Sonderbetriebsart 2: Software-Taktung mit Zeitvorgabe

Das Modusregister 2 muss auf folgenden Wert gesetzt werden: %00110000

Der Ablauf ähnelt der Sonderbetriebsart 1. In der Sonderbetriebsart 2 besteht aber die Möglichkeit, den Zeitpunkt vorzugeben, an dem die nächste Messung abgeschlossen sein muss. Die Zeitvorgabe wird in  $\mu\text{s}$  als UINT in den Modusregistern 7 + 8 eingetragen. Dieser Schreibzugriff wirkt zugleich als Startimpuls (unabhängig von Bit 7 im Modusregister 8). Weitere Schreibzugriffe bleiben bis zum Abschluss des Zyklusses wirkungslos. Die Wandlung aller acht Kanäle wird aber nicht sofort gestartet, sondern erst 1000  $\mu\text{s}$  vor Ende der Zeitvorgabe. Der Abschluss des Zyklusses wird durch Setzen von Bit 7 im Statusregister 2 gemeldet. Das Zeitraster gegenüber der Sonderbetriebsart 1 wird unverändert beibehalten.

Wertebereich für die Zeitvorgabe: 2000 bis 65535  $\mu\text{s}$

Anwendungsbeispiel: Äquidistante Messwerterfassung für Regler in normalen Taskklassen mit der Möglichkeit zur Messzeitpunktberechnung in der Haupt-CPU (z. B. über die Timer-Funktion "TIM\_musec" oder "TIM\_ticks" -> Anwenderprogramm).

Beispiel: Task 1 befindet sich in der Taskklasse 1 mit einer Zykluszeit von 10 ms. Jeweils am Ende des Zyklusses müssen die aktuellen Analogwerte für den nächsten Zyklus zur Verfügung stehen.

Dazu wird mit der Funktion "TIM\_musec" die aktuelle Zeit gemessen. Wenn die Messung 2 ms ergibt, muss die Analogumwandlung in 8 ms abgeschlossen sein. Für die Definition der Zeitvorgabe wird daher mit der Funktion "IO\_data" der Wert 8000 in die Modusregister 7 + 8 geschrieben.

Wenn die Zeitmessung im nächsten Zyklus z. B. 2,2 ms ergibt, muss in die Modusregister 7 + 8 der Wert 7800 geschrieben werden.

Modusregister 7 + 8	Analogeingangsmodule	Zeit
Zeitvorgabe in $\mu\text{s}$ als UINT schreiben	Modul in Warteschleife	$t_0$
	Bit 7 in Statusregister 2 = 0	$t_0 + 20$ bis 40 $\mu\text{s}$
	Warteschleife	je nach $t_{\text{Vor}}$
	Starte internen Zyklus	$t_{\text{St}} = t_{\text{Vor}} - 1000 \mu\text{s}$
	Start Messung Kanal 1	$t_{k1} = t_{\text{St}} + 128$ bis 130 $\mu\text{s}$
	Start Messung Kanal 2	$t_{k1} + 1 * 85 \mu\text{s}$
	Start Messung Kanal 3	$t_{k1} + 2 * 85 \mu\text{s}$
	Start Messung Kanal 4	$t_{k1} + 3 * 85 \mu\text{s}$
	Start Messung Kanal 5	$t_{k1} + 4 * 85 \mu\text{s}$
	Start Messung Kanal 6	$t_{k1} + 5 * 85 \mu\text{s}$
	Start Messung Kanal 7	$t_{k1} + 6 * 85 \mu\text{s}$
	Start Messung Kanal 8	$t_{k1} + 7 * 85 \mu\text{s}$
	Messwerte ins DPR schreiben (Beginn)	<sup>1)</sup>

Tabelle 196: AI350 / AI375 Sonderbetriebsart 2: Software-Taktung mit Zeitvorgabe

Modusregister 7 + 8	Analogeingangsmodule	Zeit
	Messwerte ins DPR schreiben (Ende)	1)
	Bit 7 in Statusregister 2 = 1 (Zyklusende)	$t_{Vor} - 100 \mu s$
	Ablauf Zeitvorgabe	$t_{Vor}$
Nächster Startimpuls möglich	Modul in Warteschleife	

Tabelle 196: AI350 / AI375 Sonderbetriebsart 2: Software-Taktung mit Zeitvorgabe (Forts.)

1) Das Schreiben der Messwerte in das Dual Ported RAM (DPR) kann durch Buszugriffe auf das Modul unterbrochen werden. Es wird daher empfohlen, die Behandlung der betreffenden I/O-Variablen in den Sonderbetriebsarten nur über "Direkt\_IO"-FUBs vorzunehmen.

## 10.2.8 Zusammenhang zwischen Eingangsspannung und Wandlerwert

### AI350

Der Wandlerwert (INT-Format) ändert sich mit einer Schrittweite von 16 (0, 16, 32, ...).

Spannung	Wandlerwert	
	hexadezimal	dezimal
$\leq -10 V$	8000	-32768
-4,883 mV	FFF0	-16
0 V	0000	0
4,883 mV	0010	16
$\geq 10 V$	7FF0	32752

Tabelle 197: AI350 Zusammenhang zwischen Eingangsspannung und Wandlerwert

### AI375

Der Wandlerwert (INT-Format) ändert sich mit einer Schrittweite von 8 (0, 8, 16, ...).

Spannung	Wandlerwert	
	hexadezimal	dezimal
$\leq 0 V$	0000	0
2,441 mV	0008	8
$\geq 10 V$	7FF8	32760

Tabelle 198: AI375 Zusammenhang zwischen Eingangsspannung und Wandlerwert

### 10.2.9 Variablendeklaration

Die Variablendeklaration erfolgt über das B&R Automation Studio™:

Funktion	Variablendeklaration				
	Gültigkeitsb.	Datentyp	Länge	Modultyp	Kanal
Analoger Eingang einzeln (Kanal x)	tk_global	INT	1	Analog In	1 ... 8
Modusregister 1	tk_global	USINT	1	Status Out	0
Modusregister 2	tk_global	USINT	1	Status Out	1
Modusregister 7 + 8 Zeitvorgabe in Sonderbetriebsart 2 "Software-Taktung mit Zeitvorgabe"	tk_global	UINT	1	Status Out	6
Modusregister 8 Startimpuls in der Sonderbetriebsart 1 "Software-Taktung direkt"	tk_global	USINT	1	Status Out	7
Statusregister 1	tk_global	USINT	1	Status In	0
Statusregister 2	tk_global	USINT	1	Status In	1

Tabelle 199: AI350 / AI375 Variablendeklaration

### Modusregister 1

Die Bits 0 und 2 - 7 müssen mit 0 beschrieben werden.

Modusregister 1	Bit	Beschreibung
	7	0
	6	0
	5	0
	4	0
	3	0
	2	0
	1	MW - Mittelwertbildung eingeschaltet
	0	0

0 0 0 0 0 0 0 0

7 0

### Mittelwertbildung

Im Normalbetrieb kann die Mittelwertbildung aktiviert werden. Es ist zu beachten, dass sich die Wandlungszeit auf <1,5 ms erhöht.

MW = 0..... Mittelwertbildung ausgeschaltet (Grundeinstellung)

MW = 1..... Mittelwertbildung eingeschaltet

Wenn diese Option eingeschaltet ist, wird immer der Mittelwert gebildet und an die Zentraleinheit übergeben. Die Berechnung des Mittelwertes erfolgt nach der Formel:

$$\text{Neuer Mittelwert} = \frac{\text{Alter Mittelwert} + \text{Neuer Wert}}{2}$$

Der positive Endwert bei eingeschalteter Mittelwertbildung beträgt bei der AI350 \$7FEF statt \$7FF0 bzw. bei der AI375 \$7FF7 statt \$7FF8.

### Modusregister 2

Die Bits 0 - 3 sowie 6 und 7 müssen mit 0 beschrieben werden.

Modusregister 2	Bit	Beschreibung
	7	0
	6	0
	5	SWT_TIM - Software-Taktung mit Zeitvorgabe
	4	SWT_DIR - Software-Taktung direkt
	3	0
	2	0
	1	0
	0	0

SWT\_DIR 0.....Normalbetrieb (Grundeinstellung)

1.....Sonderbetriebsart 1 (Software-Taktung direkt)

SWT\_TIM SWT\_TIM ist nur aktiv, wenn SWT\_DIR auf 1 gesetzt ist!

0.....Betriebsart abhängig von SWT\_DIR (Grundeinstellung)

1.....Sonderbetriebsart 2 (Software-Taktung mit Zeitvorgabe)

Der Wechsel aus einer Sonderbetriebsart in eine andere Betriebsart ist nicht möglich!

### Modusregister 7 + 8 (UINT)

In der Sonderbetriebsart 2 "Software-Taktung mit Zeitvorgabe" wird in diesen beiden Registern der Zeitpunkt in  $\mu\text{s}$  definiert, nach dem die Messung der acht Kanäle abgeschlossen sein muss.

Wertebereich: 2000 bis 65535  $\mu\text{s}$

### Modusregister 8

Die Bits 0 - 6 müssen mit 0 beschrieben werden.

Modusregister 8	Bit	Beschreibung
	7	TRIGn - Startimpuls
	6	0
	5	0
	4	0
	3	0
	2	0
	1	0
	0	0
0 0 0 0 0 0 0		

7 0

TRIGn TRIGn ist nur in der Betriebsart "Software-Taktung direkt" aktiv (SWT\_DIR auf 1, SWT\_TIM auf 0)  
 Ein Schreibzugriff mit TRIGn = 0 löst die sofortige Messung aller acht Kanäle aus.  
 Ein Schreibzugriff mit TRIGn = 1 wird ignoriert.

## Statusregister 1

Statusregister 1	Bit	Beschreibung
	7	x
	6	x
	5	x
	4	x
	3	x
	2	x
	1	MW - Mittelwertbildung eingeschaltet
	0	I_ERR - Modulfehler
x x x x x x x		
7		0

- I\_ERR      0 ..... Datenwerte im Dual Ported RAM (DPR) entsprechen Definitionen  
 1 ..... Es liegt ein interner Fehler vor. Das heißt, die Datenwerte im Dual Ported RAM (DPR) entsprechen nicht den Definitionen. In diesem Fall kontaktieren Sie bitte B&R.
- MW          Mittelwertbildung im Normalbetrieb aktiv (Einstellung von Modusregister 1 wird wiedergegeben)

## Statusregister 2

Statusregister 2	Bit	Beschreibung
	7	SWT_RDY - Software-getaktete Messung ist abgeschlossen
	6	x
	5	SWT_TIM - Software-Taktung mit Zeitvorgabe
	4	SWT_DIR - Software-Taktung direkt
	3	x
	2	x
	1	x
	0	x
x x x x x x x		
7		0

- SWT\_DIR      SWT\_DIR und SWT\_TIM zeigen die tatsächliche Betriebsart an, in der sich das Modul befindet.  
 SWT\_TIM
- SWT\_RDY      SWT\_RDY ist nur aktiv, wenn eine Sonderbetriebsart eingestellt ist.  
 0 ..... Messung oder Wartezeit läuft  
 1 ..... Der letzte Zyklus ist abgeschlossen