

## 8.7 DO164

### 8.7.1 Allgemeines

Das Anpassungsmodul DO164 ist mit vier Ausgangskanälen ausgestattet. Es dient zur Ausgabe von Zündimpulsen (Triac-Koppler) zur Phasenanschnittsteuerung von Power-Triacs.

Das Modul wird entweder auf das Adaptermodul AF101 oder auf das CP-Interface gesteckt.

### 8.7.2 Technische Daten

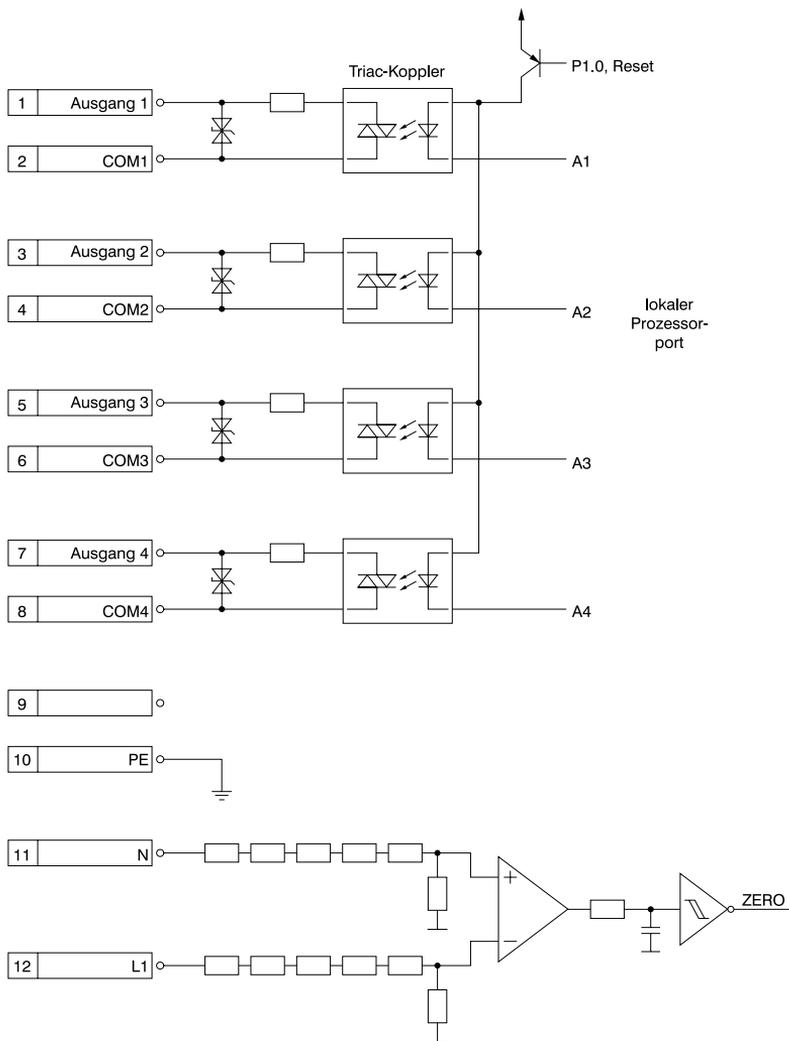


Bezeichnung	DO164
<b>Allgemeines</b>	
Bestellnummer	7DO164.70
Kurzbeschreibung	2003 Digitales Ausgangsmodul, 4 FET-Ausgänge 48 bis 125 VAC, 0,05 A, Nulldurchgangserkennung, Anpassungsmodul, Feldklemme TB712 gesondert bestellen!
C-UL-US gelistet	in Vorbereitung
B&R ID-Code	\$3C
Modultyp	B&R 2003 Anpassungsmodul
Steckplatz	AF101 Adaptermodul, CP-Interface
<b>Nullspannungseingang (Anschlußpins 11 und 12)</b>	
Anzahl der Eingänge	1
Bemessungsspannung	48 bis 125 VAC
Bemessungsfrequenz	48 bis 63 Hz
Eingangsimpedanz im Signalbereich	1 M $\Omega$ symmetrisch 500 k $\Omega$ gegen GND = Erde
Schaltswelle Low-Bereich High-Bereich	<-5 V >+5 V
Schalthysterese	0,2V
Toleranz des Nulldurchgangssignals bei 48 bis 125 VAC	0 bis 100 $\mu$ s
Galvanische Trennung	NEIN

Bezeichnung	DO164
<b>Triac-Ausgänge</b>	
Anzahl der Ausgänge	4
Art der Ausgänge <sup>1)</sup>	Triac-Koppler, ausschließlich zur Ansteuerung von Power-Triacs oder antiparallelen Thyristoren
Bemessungsspannung	48 bis 125 VAC
Bemessungsfrequenz	48 bis 63 Hz
Ausgangsstrom Dauerstrom Zündimpulsstrom	max. 50 mA max. 0,5 A
Restspannung	max. 2,5 V bei 50 mA
Haltestrom	max. 3,5 mA
Leckstrom (0-Signal)	max. 1 $\mu$ A
Kritische Spannungssteilheit im ausgeschalteten Zustand	>500 V/ $\mu$ s
Ansteuerimpulsdauer $T_{AD}$ (TPU-Ausgänge)	>250 $\mu$ s
Leistungsaufnahme	max. 0,6 W
<b>Schutzigenschaften</b>	
Schutz	kein Kurzschlußschutz
Art der externen Schutzbeschalung RC-Kombination Gate-Widerstand	Reduzierung dV/dt Erhöhung der Störfestigkeit
<b>Dynamische Eigenschaften</b>	
Verzögerungszeit 0 auf 1	max. 200 $\mu$ s
Verzögerungszeit 1 auf 0	max. 200 $\mu$ s
<b>Betriebseigenschaften</b>	
Potentialtrennung Eingang - Ausgang Ausgang - Ausgang	JA JA
Empfohlene Kabeltypen	verdrillte Leitungsführung zu den Klemmenpaaren
Leitungslänge zu Power-Triac	max. 10 m
<b>Mechanische Eigenschaften</b>	
Maße	B&R 2003 Anpassungsmodul

<sup>1)</sup> Aufgrund des sehr niedrigen (dV/dt)<sub>c</sub> Wertes der Triac-Koppler („Critical Rate of Rise of Commutating Voltage“), ist der Triac-Ausgang nicht als SSR-Relais zum direkten Schalten von Lasten geeignet.

### 8.7.3 Ausgangsschema



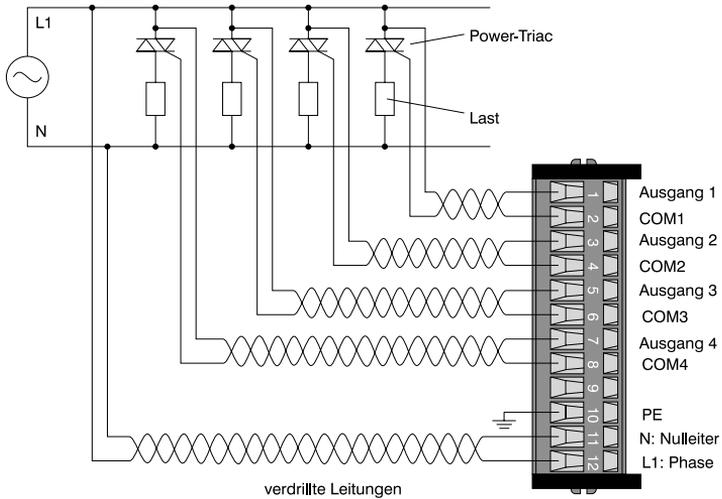
### 8.7.4 Anschlüsse



Pin	Belegung
1	Ausgang 1
2	COM 1
3	Ausgang 2
4	COM 2
5	Ausgang 3
6	COM 3
7	Ausgang 4
8	COM4
9	n. c.
10	PE: Potential Erde
11	N: Nulleiter
12	L1: Phase

### 8.7.5 Anschlußbeispiele

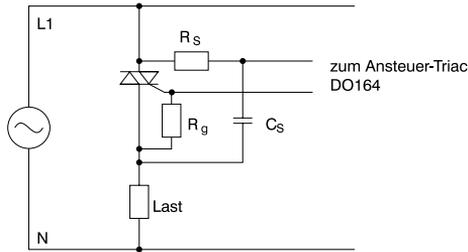
#### Standardbeschriftung



## Anschluß mit RC-Kombination und Gate-Widerstand

Die Beschaltung des Power-Triacs mit einer RC-Kombination führt zur Reduzierung des  $dV/dt$ . Durch den Gate-Widerstand wird eine Erhöhung der Störfestigkeit erreicht.

### Beschaltung



### Richtwerte

RC-Kombination	
$R_s$	ca. 22 bis 100 $\Omega$ / 1 W impulsfest
$C_s$	ca. 100 nF Folienkondensator

Gate-Widerstand	
$R_g$	ca. 22 bis 100 $\Omega$

### Steuerbarer Phasenwinkel

Durch die Beschaltung mit einer RC-Kombination ändert sich die Berechnung der minimalen Spannung am Zündanfang  $U_{ZA1}$  und somit die Berechnung des steuerbaren Phasenwinkels.

Formel mit beschaltetem Gate-Widerstand
$U_{ZA1} = (I_{GT} [A] + V_{GT} [V] / R_g [\Omega]) * (22 \Omega + R_s [\Omega]) + V_{GT} [V] + 2 V$

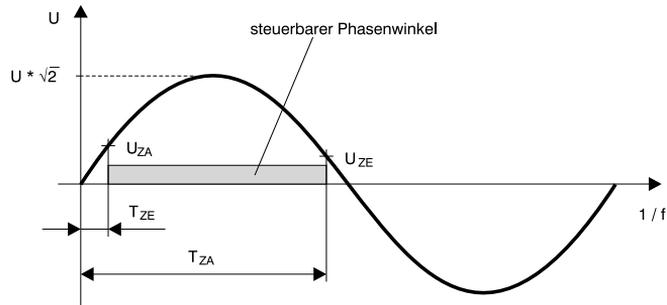
Formel ohne beschaltetem Gate-Widerstand
$U_{ZA1} = I_{GT} [A] * (22 \Omega + R_s [\Omega]) + V_{GT} [V] + 2 V$

## 8.7.6 Steuerbarer Phasenwinkel

### Berechnung des Phasenwinkels

Mit den folgenden Formeln kann der früheste Einschaltwinkel und der späteste Ausschaltwinkel berechnet werden. Innerhalb dieses Bereichs liegt der steuerbare Phasenwinkel.

**Hinweis:** Die Einschaltverzögerung des Power-Triacs muß kleiner  $5 \mu\text{s}$  sein.



- U ... Effektivwert der minimalen Betriebsspannung
- $U_{ZA}$  ... minimale Spannung am Zündanfang
- $U_{ZE}$  ... minimale Spannung am Zündende
- $T_{ZE}$  ... frühester Einschaltzeitpunkt
- $T_{ZA}$  ... spätester Ausschaltzeitpunkt

Minimale Spannung am Zündanfang:  $U_{ZA1}$

Zu Beginn des Zündimpulses muß die Betriebsspannung hoch genug sein, damit der Power-Triac sicher gezündet wird.

$$U_{ZA1} = I_{GT} [\text{A}] * 22 \Omega + V_{GT} [\text{V}] + 2 \text{ V}$$

$I_{GT}$  ..... max. Gate-Triggerstrom des Power-Triacs

$V_{GT}$  ..... max. Gate-Spannung des Power-Triacs

Minimale Spannung am Zündanfang:  $U_{ZA2}$

Zu Beginn des Zündzeitpunktes muß die Betriebsspannung so hoch sein, daß der Latchstrom des Power-Triacs erreicht wird.

$$U_{ZA2} = V_T [\text{V}] + I_L [\text{A}] * R_L [\Omega]$$

$V_T$  ..... max. Spannungsabfall am Power-Triac im eingeschalteten Zustand

$I_L$  ..... max. Latchstrom des Power-Triacs

$R_L$  ..... max. Widerstand der Last

### Minimale Spannung am Zündende: $U_{ZE}$

Am Ende des Zündimpulses muß die Betriebsspannung so hoch sein, daß der Haltestrom des Power-Triacs erreicht wird.

$$U_{ZE} = V_T [V] + I_H [A] * R_L [\Omega]$$

$V_T$  ..... max. Spannungsabfall am Power-Triac im eingeschalteten Zustand

$I_H$  ..... max. Haltestrom des Power-Triacs

$R_L$  ..... max. Widerstand der Last

### Frühester Einschaltwinkel: $\varphi_{ZE}$

Aus den beiden Spannungen  $U_{ZA1}$  und  $U_{ZA2}$  wird die höhere Spannung ausgewählt. Diese Spannung wird für die Berechnung des frühesten Einschaltwinkels verwendet.

$$\varphi_{ZE} = \arcsin (U_{ZA} [V] / (U [V] * \sqrt{2} ))$$

U ..... Effektivwert der minimalen Betriebsspannung

### Spätester Ausschaltwinkel: $\varphi_{ZA}$

Die Spannung  $U_{ZE}$  wird für die Berechnung des spätesten Ausschaltwinkels verwendet.

$$\varphi_{ZA} = 180 - \arcsin (U_{ZE} [V] / (U [V] * \sqrt{2} ))$$

U ..... Effektivwert der minimalen Betriebsspannung

### Frühester Einschaltzeitpunkt: $T_{ZE}$

$$T_{ZE} = \varphi_{ZE} / (f * 360)$$

### Spätester Ausschaltzeitpunkt: $T_{ZA}$

$$T_{ZA} = (\varphi_{ZA} / (f * 360)) * 10^6 [\mu s] - (100 + 200) \mu s$$

f.....Frequenz der Betriebsspannung

100  $\mu s$  .....max. Toleranz des Nulldurchgangssignals

200  $\mu s$  .....max. Schaltverzögerung Triac-Koppler

## Früherer Einschaltzeitpunkt bei kleinen Lasten

Um speziell bei kleinen Lasten einen früheren Einschaltzeitpunkt zu erhalten, kann für die Berechnung auch ausschließlich die Spannung  $U_{ZA1}$  herangezogen werden. Allerdings muß in diesem Fall  $U_{ZA2} > U_{ZA1}$  sein und der Ansteuerimpuls muß mindestens so lange anstehen, bis die Spannung  $U_{ZA2}$  erreicht wurde.

Diese Ansteuerimpulsdauer errechnet sich aus der Zeitdifferenz dieser beiden Spannungen  $T_{ZE2} - T_{ZE1}$ . Die Ansteuerimpulsdauer muß aber immer größer der spezifizierten Mindestimpulsdauer  $T_{AD}$  sein.

## Berechnungsbeispiel

Angabe	
Betriebsspannung Spannung Frequenz	48 VAC ±15 % 50 Hz
Last Lastwiderstand $R_L$	1 kW Heizelement 20 $\Omega$
Power-Triac (SKKT92 SEMIKRON) max. Gate-Triggerstrom $I_{GT}$ max. Gate-Spannung $V_{GT}$ max. Latchstrom $I_L$ max. Haltestrom $I_H$ max. Spannungsabfall $V_T$ min. Gate-Triggerstrom $I_{GD}$	200 mA (bei $T_j = 0^\circ\text{C}$ ) 3,5 V (bei $T_j = 0^\circ\text{C}$ ) 600 mA 250 mA 1,6 V 6 mA (bei $T_j = 125^\circ\text{C}$ )
RC-Kombination $R_S$ $C_S$	22 $\Omega$ 100 nF
Gate-Widerstand	kann entfallen, da $I_{GD} \gg$ Leckstrom

Minimale Spannung am Zündanfang:  $U_{ZA1}$

$$U_{ZA1} = I_{GT} [\text{A}] * (22 \Omega + R_S [\Omega]) + V_{GT} [\text{V}] + 2 \text{ V}$$

$$U_{ZA1} = 0,2 * 44 + 3,5 + 2 = 14,3 \text{ V}$$

Minimale Spannung am Zündanfang:  $U_{ZA2}$

$$U_{ZA2} = V_T [\text{V}] + I_L [\text{A}] * R_L [\Omega]$$

$$U_{ZA2} = 1,6 + 0,6 * 20 = 13,6 \text{ V}$$

Minimale Spannung am Zündende:  $U_{ZE}$

$$U_{ZE} = V_T [\text{V}] + I_H [\text{A}] * R_L [\Omega]$$

$$U_{ZE} = 1,6 + 0,25 * 20 = 6,6 \text{ V}$$

Frühester Einschaltwinkel:  $\varphi_{ZE}$

$$\varphi_{ZE} = \arcsin (U_{ZA} [V] / (U [V] * \sqrt{2} ))$$

$$U_{ZA1} > U_{ZA2} \Rightarrow U_{ZA} = U_{ZA1} = 14,3 \text{ V}$$

U ... Effektivwert der minimalen Betriebsspannung

$$U = 48 \text{ VAC} * 0,85 = 40,8 \text{ VAC}$$

$$\varphi_{ZE} = \arcsin (14,3 / (40,8 * 1,41)) = 14,39^\circ$$

Spätester Ausschaltwinkel:  $\varphi_{ZA}$

$$\varphi_{ZA} = 180 - \arcsin (U_{ZE} [V] / (U [V] * \sqrt{2} ))$$

$$\varphi_{ZA} = 180 - \arcsin (6,6 / (40,8 * 1,41)) = 173,41^\circ$$

Frühester Einschaltzeitpunkt:  $T_{ZE}$

$$T_{ZE} = \varphi_{ZE} / (f * 360)$$

$$T_{ZE} = 14,39 / (50 * 360) = 799,5 \mu\text{s}$$

Spätester Ausschaltzeitpunkt:  $T_{ZA}$

$$T_{ZA} = (\varphi_{ZA} / (f * 360)) * 10^6 [\mu\text{s}] - (100 + 200) \mu\text{s}$$

$$T_{ZA} = (173,41 / (50 * 360)) * 10^6 - 300 = 9333,5 \mu\text{s}$$

Steuerbarer Phasenwinkel:

Der steuerbare Phasenwinkel beträgt in diesem Beispiel  $14,39^\circ$  bis  $173,41^\circ$  bzw. im Bezug auf das Nulldurchgangssignal 0,8 bis 9,3 ms.

### 8.7.7 Variablendeklaration

Die Variablendeklaration gilt für folgende Controller:

- Zentraleinheit RPS 2003
- Remote I/O-Buscontroller
- CAN-Buscontroller

Die Variablendeklaration erfolgt über das PG2000. Die Variablendeklaration ist im Kapitel 4 "Moduladressierung" beschrieben.

Unterstützung Automation Studio™: Siehe Hilfe Automation Studio™ ab V 1.40

Das Ansprechen der Anpassungsmodule ist auch in den Abschnitten "AF101" und "Zentraleinheit" erklärt.

Der Datenzugriff erfolgt über Daten- und Konfigurationswörter. Die folgende Tabelle enthält eine Übersicht, welche Daten- und Konfigurationswörter bei diesem Modul zum Einsatz kommen.

Datenzugriff	VD-Datentyp	VD-Modultyp	VD-Kanal	R	W	Beschreibung
Datenwort 0	WORD	Analog In	1	●		Modulstatus
	INT16	Analog Out	1		●	Ausgangszustand Ausgang 1
Datenwort 1	INT16	Analog Out	2		●	Ausgangszustand Ausgang 2
Datenwort 2	INT16	Analog Out	3		●	Ausgangszustand Ausgang 3
Datenwort 3	INT16	Analog Out	4		●	Ausgangszustand Ausgang 4
Konfigurationswort 14	WORD	Transp. In	28	●		Modultyp
	WORD	Transp. Out	28		●	Modulkonfiguration

### 8.7.8 Zugriff über CAN-Identifizier

Der Zugriff über CAN-Identifizier wird verwendet, wenn der Slave über ein Fremdgerät angesteuert wird. Der Zugriff über CAN-Identifizier ist in einem Beispiel im Kapitel 4 "Moduladressierung" beschrieben. Die Übertragungsmodi sind im Kapitel 5 "CAN-Buscontroller Funktionen" beschrieben.

#### Eingangsdaten (Modulstatus)

Die Eingangsdaten können sowohl gepackt als auch ungepackt übertragen werden.

Im gepackten Modus wird nur ein CAN-Objekt zurückgesendet.

CAN-ID <sup>1)</sup>	Slot 1		Slot 2		Slot 3		Slot 4	
542	ANP 1L	ANP 1H	ANP 2L	ANP 2H	ANP 3L	ANP 3H	ANP 4L	ANP 4H
543	frei							
544	frei							
545	frei							

<sup>1)</sup> CAN-ID = 542 + (kn - 1) x 16 + (ma - 1) x 4  
kn ..... Knotennummer des CAN Slaves = 1  
ma .... Moduladresse des AF101 = 1

Im ungepackten Modus werden vier CAN-Objekte zurückgesendet.

Slot	CAN-ID <sup>1)</sup>	Word 1		Word 2		Word 3		Word 4	
1	542	ANP 1L	ANP 1H	nicht genutzt (2 Byte-Objekte)					
2	543	ANP 2L	ANP 2H	nicht genutzt (2 Byte-Objekte)					
3	544	ANP 3L	ANP 3H	nicht genutzt (2 Byte-Objekte)					
4	545	ANP 4L	ANP 4H	nicht genutzt (2 Byte-Objekte)					

- <sup>1)</sup> CAN-ID =  $542 + (kn - 1) \times 16 + (ma - 1) \times 4 + (sl - 1)$   
kn ..... Knotennummer des CAN Slaves = 1  
ma ..... Moduladresse des AF101 = 1  
sl ..... Slotnummer des Anpassungsmoduls am AF101 (1 - 4)

### Ausgangsdaten

Bei der DO164 ist das Packen der Ausgangsdaten nicht möglich. Pro Anpassungsmodul wird daher ein CAN-Objekt übertragen. Wenn ein Adaptermodul AF101 mit vier DO164 bestückt ist, ergibt sich folgender Aufbau der CAN-Objekte:

Slot	CAN-ID <sup>1)</sup>	Word 1		Word 2		Word 3		Word 4	
1	1054	Kanal 1L	Kanal 1H	Kanal 2L	Kanal 2H	Kanal 3L	Kanal 3H	Kanal 4L	Kanal 4H
2	1055	Kanal 1L	Kanal 1H	Kanal 2L	Kanal 2H	Kanal 3L	Kanal 3H	Kanal 4L	Kanal 4H
3	1056	Kanal 1L	Kanal 1H	Kanal 2L	Kanal 2H	Kanal 3L	Kanal 3H	Kanal 4L	Kanal 4H
4	1057	Kanal 1L	Kanal 1H	Kanal 2L	Kanal 2H	Kanal 3L	Kanal 3H	Kanal 4L	Kanal 4H

- <sup>1)</sup> CAN-ID =  $1054 + (kn - 1) \times 16 + (ma - 1) \times 4 + (sl - 1)$   
kn ..... Knotennummer des CAN Slaves = 1  
ma ..... Moduladresse des AF101 = 1  
sl ..... Slotnummer des Anpassungsmoduls am AF101 (1 - 4)



**B&R 2000 Anwender müssen die Daten austauschen, so daß die High-Daten am Anfang stehen (Motorola-Format)!**

Weitere ID-Belegung siehe Kapitel 5 "CAN-Buscontroller Funktionen".

## 8.7.9 Beschreibung der Daten- und Konfigurationswörter

### Datenwort 0 (lesend)

Das Datenwort 0 enthält den Modulstatus.

		Bit	Beschreibung
		6 - 15	x.... nicht definiert, ausmaskieren
		5	0.... Frequenz der Eingangsspannung ist im Normalbetrieb im gültigen Bereich 1.... Frequenz der Eingangsspannung ist im Normalbetrieb außerhalb des gültigen Bereichs von 30 bis 80 Hz (die Ausgänge sind abgeschaltet)
		4	0.... Ausgänge sind auf die Frequenz der Eingangsspannung aufsynchronisiert 1.... Aufsynchronisieren auf die Frequenz der Eingangsspannung (die Ausgänge sind abgeschaltet)
		0 - 3	x.... nicht definiert, ausmaskieren

### Datenwort 0, 1, 2, 3 (schreibend)

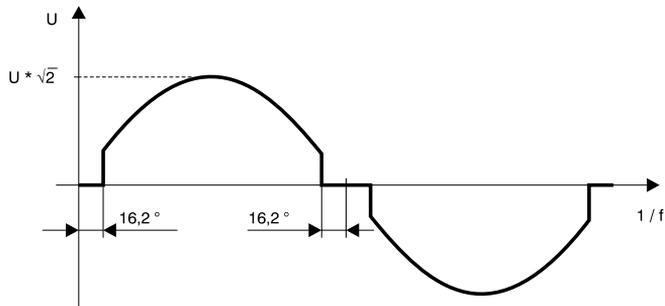
Wenn ein Kanal als nicht aktiv konfiguriert wurde, ist er tristate. Im Normalbetrieb entspricht Bit 0 dem Ausgangszustand.

#### Beispiel für Ausgang 1

Ausgang 1 = 0 ..... Datenwort 0 = \$0000  
 Ausgang 1 = 1 ..... Datenwort 0 = \$0001

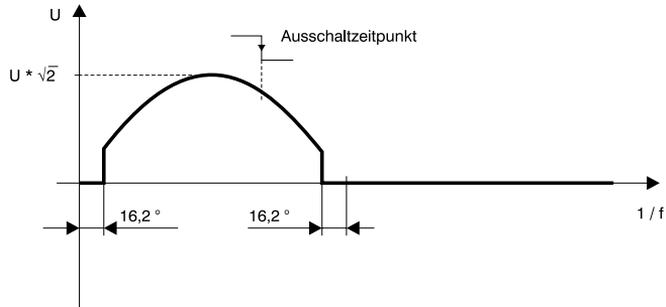
#### Steuerbarer Phasenwinkel

Der steuerbare Phasenwinkel beträgt  $16,2^\circ$  bis  $163,8^\circ$ . Im Normalbetrieb sind die Ausgänge innerhalb dieses Bereichs immer gesetzt. Es ergibt sich daher folgender Spannungsverlauf:



### Ausgang ausschalten

Wenn ein Ausgang im Normalbetrieb ausgeschaltet wird, bleibt der Ausgang während der aktuellen Halbwelle gesetzt. Erst beim nächsten Spannungsnulldurchgang wird der Ausgang ausgeschaltet.



### Phasenanschnittsteuerung

Das Modul DO164 muß auf dem CP-Interface gesteckt sein. Die Bedienung per Software wird mit den TPU Funktionsblöcken durchgeführt.

### Konfigurationswort 14 (lesend)

Das High Byte des Konfigurationswortes 14 beschreibt die Modulkennung.

																Bit	Beschreibung
																8 - 15	Modulkennung = \$3C
																0 - 7	x .... nicht definiert, ausmaskieren
0	0	1	1	1	1	0	0	x	x	x	x	x	x	x	x		
15						8	7								0		

